ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/321732264

Environmental Pollution

Book · December 2017

CITATIONS
0

READS
25,680

1 author:

Abdal Kareem M.A Dawagreh
Al-Balqa Applied University
53 PUBLICATIONS **58** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Abdal Kareem M.A Dawagreh on 01 February 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

التلوث الهوائي

1. مفهوم التلوث البيئي

التلوث البيئي هو عبارة عن وجود مواد ملوثة بتركيزات مختلفة تكون ضارة بالكائنات الحية و التربة والماء الهواء ، من مصادر طبيعية وغير طبيعية وتلحق ضررا كبيرا بالبيئة. منها طرح النفايات على شكل دخان أسود ينبعث من المصانع. ويمكن أن يكون التلوث منظور وغير منظور، ومن غير راحة أو طعم. وبعض أنواع التلوث قد لا تتسبب حقيقة في تلوث اليابسة والهواء والماء، ولكنها تعكر حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى فالضجيج الناتج عن العمليات الصناعية، يمكن اعتباره من أنواع التلوث. والتلوث البيئي من أكثر المشاكل خطورة على الحياة البشرية وعلى أشكال الحياة الأخرى. والهواء الملوث يسبب تلف للنباتات و يسبب الأمراض التي تهدد الحياة البشرية وتحد ملوثات الهواء من قدرة الغلاف الجوي على إخفاء بعض الأشعة فوق البنفسجية والتي تسبب الأذى. والتلوث الهوائي قد يحدث تغييراً في طبيعة مناخ . و يؤثر تلوث الماء والتربة على إنتاجية الغذاء الصحي من حيث الكمية والنوعية و تهدد الملوثات البحرية الكثير من الكائنات البحرية. النظام البيئي هو وحده طبيعية متوازنة تنتج من تفاعل مكونات حيه بأخرى غير حيه، و تدور في البيئة دورتها بشكل طبيعي، وتتفاعل إشكال ومظاهر الحياة بطريقة موزونة دون إحداث خللاً في التوازن البيئي. ومن أنواع التلوث البيئي، التلوث الهوائي والذي سيتم دراسته في هذا الكتاب الجزء الأول:

2. التلوث الهوائي

تلوث الهواء هو وجود بعض المواد في الهواء بتركيزات مختلفة تكون ضارة بصحة الإنسان أو الحيوان أو النبات أو التربة أو البيئة.وتلوث الهواء يعني اختلاط الهواء بمواد ملوثة ، مثل عوادم السيارات والدخان. وقد يحدث التلوث الهوائي من مصادر مختلفة. مثل:العواصف والرعد والإمطار والزلازل والفيضانات.وقد يشترك الإنسان في حدوثها مثل التلوث الهوائي الناتج عن مخلفات الصرف الصحي والمخلفات الصناعية والزراعية والطبية والنفطية والمبيدات والمخصبات الزراعية والمواد المشعة،وهذا يؤدي إلى الأضرار بالنظام البيئي . ويحدث التلوث الهوائي الإضرار بصحة النباتات والحيوانات، وتلف المباني والإنشاءات لأخرى. يتكون الغلاف الجوي في وضعه الطبيعي ، من النيتروجين والأكسجين وكميات صغيرة من ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى والهبائيات (جسيمات دقيقة من المواد السائلة أو الصلبة). وتعمل عددا من الدورات الطبيعية على حفظ التوازن بين مكونات الغلاف الجوي. و تستهلك النباتات ثاني أكسيد

الكربون وتطلق الأكسجين، وتقوم الحيوانات بدورها باستهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون من خلال دورة التنفس. و تنبعث الغازات و الجسيمات دقيقة إلى الغلاف الجوي من عملية حرائق الغابات. يحدث التلوث الهوائي عندما تطلق المصانع و وسائل النقل المختلفة الغازات و جسيمات دقيقة في الهواء ، بشكل تعجز عنه الدورات الطبيعية الحفاظ على توازن البيئي في الغلاف الجوي عند وجود مواد صلبه أو سائلة أو غازية بالهواء بكميات تؤدي إلى أضرار مختلفة منها الفسيولوجية والاقتصادية والحيوية بالإنسان والحيوان والنباتات والآلات والمعدات ، أو تؤثر في طبيعة الأشياء .ويوجد نوعان رئيسيان من التلوث هما: التلوث الخارجي للهواء و التلوث الداخلي للهواء.

أما تلوث الهواء الخارجي: تنبعث كميات كبيرة من الغازات والغبار والجسيمات الدقيقة داخل الغلاف الجوي. معظم هذا التلوث يحدث نتيجة احتراق الوقود المستخدم في وسائل النقل وتدفئة المباني وعن العمليات الصناعية والتجارية. ويؤدي حرق النفايات إلى انطلاق الدخان والفلزات الثقيلة مثل الرصاص والزئبق داخل الغلاف الجوي ومعظم الفلزات الثقيلة سامة جدًا .ومن أكثر الملوثات الهوائية الخارجية شيوعًا الضباب الدخاني، وهو مزيج ضبابي من الغازات و جسيمات دقيقة يتكون عندما تتفاعل غازات منطلقة نتيجة احتراق الوقود والمنتجات البترولية الأخرى مع أشعة الشمس في الغلاف الجوي، حيث ينتج عن هذا التفاعل مواد كيميائية ضارة و التي تشكل الضباب الدخاني. ومن الكيميائيات الموجودة في الضباب الدخاني بشكل سام غاز الأوزون .
ويؤدي التعرض لتركيزات عالية من الأوزون إلى الإصابة بالصداع وحرقة العيون وتهيج المجرى التنفسي للأفراد. وقد يؤدي وجود الأوزون في الطبقات المنخفضة من الغلاف الجوي إلى الوفاة، للأوزون القدرة أن يدمر الحياة النباتية، ويقتل الأشجار.
لاستطيع الإنسان الاستغناء عن الهواء الا لدقائق معدودة ولهذا يجب أن يكون الهواء صالحاً للاستنشاق ولا يحتوي على سموماً قد تسبب في النهاية أضراراً بالصحة العامة سواء على المدى الطويل أو القصير، واهتمام الإنسان بتلوث الهواء يعتبر عملية حديثة نسبياً بدأت بعد الثورة الصناعية نتيجة التلوث. كانت أمريكي أول من أصدرت بعض القوانين الداعية إلى التحكم في مصادر الدخان في المناطق الصناعية حتى أصبح تطبيق هذه القوانين إجباريا بعد أن تبين التأثير الضار على الصحة العامة وزيادة عدد الوفيات ومن هنا تبلورت فكرة الحد من تلوث الهواء حتى نتجنب الكوارث .

تلوث الهواء الداخلي: يحدث هذا التلوث عن احتباس الملوثات داخل المباني التي تعاني أنظمة تهويتها من سوء التصميم. واهم أنواعها الرئيسية هي : دخان السجائر، والغازات المنبعثة من

المواقد والأفران، والكيميائيات المنزلية، والأبخرة الخطرة المنبعثة من مواد البناء، مثل العوازل والأصماغ. وتتسبب الكميات الكبيرة من هذه المواد في حدوث الصداع وتهيج العيون ومشاكل صحية أخرى للعاملين فيها.

3. أهم ملوثات الهواء

.1**مواد صلبة معلقة** : كالدخان ، وعوادم السيارات والأتربة وحبوب اللقاح وغبار النباتات وأتربة الاسمنت وأتربة المبيدات الحشرية**.**

.2 **غازات أو أبخرة سامة وخانقة**: مثل الكلور ، أول أكسيد الكربون ، أكسيد النتروجين ، ثاني أكسيد الكبريت ، الأوزون .

3. البكتيريا والجراثيم والعفن الناتج من تحلل النباتات والحيوانات الميتة والنفايات البشرية .

4. **الإشعاعات الذرية الطبيعية والصناعية،** ظهر هذا التلوث عند استخدام التكنولوجيا النووية في مجالات الحياة المختلفة العسكرية والصناعية وقد ظهرت بعد ذلك أنواع من الملوثات فمثلاً عنصر الاسترنشيوم 90 الناتج عن الانفجارات النووية يتواجد في كل مكان تقريباً وتتزايد كميته مع الازدياد في إجراء التجارب النووية وهو يتساقط على النباتات فينتقل إلى الكائنات الحية ومنها إلى الإنسان.وخطورة التفجيرات النووية تكمن في الغبار الذري الذي ينبعث من مواقع التفجير الذري حيث يتساقط بفعل الجاذبية الأرضية أو بواسطة الأمطار فيلوث ويتلف كل شئ. ويعتبر تلوث الهواء من أسوأ الملوثات البيئية ، ولكن المشكلة قد برزت مع التصنيع وانتشار الثورة الصناعية في العالم ، وازدياد عدد وسائل النقل وتطورها ، واعتمادها على المركبات الناتجة من البترول كوقود ، وتعتبر وسائل النقل هي مصدرا رئيسيا لتلوث الهواء ، فهي تنفث كميات كبيرة من الغازات التي تلوث الغلاف الجوي.

4.أهم مصادر التلوث الهوائي.

و يمكن تقسيم ملوثات الهواء حسب تأثيرها الفسيولوجي على الكائنات الحية إلى:

1.**المواد المهيجة:** هذه المواد كاوية وتحدث التهابات في الأسطح المخاطية التي تتعرض لها وتختلف شدة هذه الالتهابات باختلاف درجة تركيز ونوعية هذه الملوثات في الهواء ونوعية الجزء المعرض لها من الجسم ومدة التعرض. كثير من المواد المهيجة يهيئ الجسم أو العضو المصاب منه لخطر الإصابة بالسرطان.

2.المواد الخانقة :وهي المواد التي تتداخل مع عمليات الأكسدة في أنسجة الجسم المختلفة وتقسم

هذه المواد إلى نوعين : مواد بسيطة وخاملة من الناحية الفسيولوجية مثل غازات ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والهيليوم والميثان والنيتروجين ، وتؤدي كثرة هذه الملوثات إلى تخفيف نسبة الأكسجين في الهواء المستنشق إلى أقل من الحد الذي يتطلبه جسم الإنسان . و تقل كمية الأكسجين في الدم مما يؤثر على عملية التنفس الطبيعي في أنسجة الجسم.

3.مواد كيماوية خانقة: وهي تمنع الدم من استخلاص الأكسجين من الهواء المستنشق أو تمنع الأنسجة من امتصاص الأكسجين الموجود في الدم. ومن أمثلة ذلك أول أكسيد الكربون وسيانيد الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين.

4. المواد المخدرة:وهي المواد التي تحدث تأثيراتها على الجسم كله من خلال امتصاصها في الدم وتخفيفها جزئياً لضغطه مما يؤدي إلى ضعف أو كساد المجموع العصبي المركزي في المخ. ومن أمثلة ذلك المواد الكربوهيدروجينية والكحولية .

5. المواد السامة: عبارة عن المواد التي تؤثر على المجموعة الدموية مباشرة وهي المواد التي تحدث ضرراً عضوياً بالجهاز الهضمي وأغلبيتها من المواد الكربوهيدروجينية المهلجنة.والمواد التي تتلف المجموعة الدموية ومعظمها من المذيبات العضوية مثل البنزين والفينول والتلوين والزيلين والنفتالين. سميات الأعصاب مثل ثاني كبريتوز الكربون الميثانول.

6. الفلزات و اللافلزات: مثل الرصاص والزئبق والمنجنيز والبليريوم والكاديوم والأنتيمون والمعادن الثقيلة الأخرى.و اللافلزات غير العضوية مثل مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والفلوريدات السيلينيوم.

7.المواد الصلبة غير السامة:وهي المواد التي تهيج خلايا الجهاز التنفسي مثل الغبار الذي يحدث تليفات في الرئة كالسيليكا والإسبستوس والأتربة الخاملة وأغلبها من المواد الكربونية ومسببات أمراض الحساسية مثل حبوب اللقاح والبكتيريا والفطريات والميكروبات والنشارة و الروائح الكريهة. المهيجات مثل التربة الحمضية والقلوية والفلوريدات والكرومات. وكثير منها يؤدي إلى الإصابة بالسرطان.

8-المركبات العضوية المتطاير

وهي من أخطر أنواع الملوثات، وتنقسم هذه المركبات الى مركبات ميثانية وغير ميثانية، ويعتبر الميثان من الغازات الدفيئة والتي تساهم في عملية الإحتباس الحراري على سطح الأرض، وبعض المركبات الغير ميثانية كالبنزين والتولوين والزيلين والتي تعتبر من المسببات للسرطان وخاصة سرطان الدم .

1-4 المصادر الطبيعية والصناعية للغبار والجزيئات الصغيرة

تشير الدراسة التي أجرتها وزارة الصحة البريطانية إلى أن حوالي 2% من حالات أمراض القلب نتجت من تلوث الهواء وقد تسببت الملوثات، كثاني أكسيد الكبريت، الموجودة في دخان المصانع في موت آلاف الأشخاص في المدن الصناعية كلندن وبرمنجهام. وتم استخدم أجهزة متطورة لدراسة تأثيرات الملوثات المختلفة على الدورة الدموية والقلب ,وإن هناك علاقة محتملة بين وجود مستويات عالية من التلوث والوفيات الناتجة عن أمراض القلب والشرايين وإضافة الدراسة ان الجميع معرضون للملوثات التي يمكن أن تؤثر على الأشخاص الذين يعانون من أمراض القلب إذ إنهم يتأثرون بشكل خاص من بعض مكونات الهواء الذي يتنفسونه ويعتقد الباحثون بأن الجسم قد يستجيب للملوثات الداخلة للجهاز التنفسي من خلال إيعازات الجهاز العصبي التي تسيطر على نبض القلب وربما من خلال التسبب في التهاب في شرايين القلب.

وتقول لجنة دراسة التأثيرات الصحية لتلوث الهواء إن الدراسات الطويلة الأمد في هذا المجال في الولايات المتحدة قد أيدت رأي اللجنة بأن هناك علاقة بين الجزيئات الصغيرة في الهواء وطول العمر ويقول البروفيسور مينارد رئيس وحدة تلوث الهواء في وزارة الصحة البريطانية إن انخفاض متوسط العمر هو نتيجة لتزايد مخاطر أمراض القلب والسرطان ويضيف البروفيسور مينارد أن الناس الذين يعيشون في بيئة نظيفة هم أقل عرضة لمخاطر التلوث لذلك فإن تقليص مستويات التلوث سوف يقلص احتمالات تعرض الأشخاص للإصابة بهذه الأمراض وتعتبر أمراض القلب والشرايين أكبر سبب للوفاة في بريطانيا.وان الغبار يؤثر على صحة الإنسان والشعب المرجانية، ويلعب دورا في التغير المناخي. وقال البروفيسور جودي الغبار هو احد اقل المكونات المعروفة للغلاف الجوي للأرض لكن ربما يكون له أهمية كبيرة أكثر مما هو معروف حاليا على التغير المناخي.ويمكن أن يؤثر تراكم الغبار على البيئة في عدة مجالات من بينها التغير المناخي وتمليح التربة ونقل الإمراض والخصوبة بالمحيطات وتغيرات في المناطق الجليدية وتلوث الهواء ومعادلة الأمطار الحمضية.

ومن تأثيرات الرئيسية للغبار على مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وهو الغاز الرئيسي الذي تنتجه أنشطة الإنسان.وقد تجعل زيادة كميات الغبار المحيطات أكثر خصوبة إذ تؤدي إضافة المواد الغذائية إلى تشجيع نمو الأحياء والنباتات المائية الصغيرة.وقد تسحب بعضها ثاني أكسيد الكربون من الجو مما يؤدي إلى تغيير مستويات الكربون ويؤثر على درجات الحرارة وسقوط الأمطار.وفي المقابل قد يؤثر ذلك على الغطاء النباتي مما يؤدي في النهاية إلى زيادة إنتاج الغبار المهم أيضا بالنسبة للتغير المناخي لأنه يعكس ويمتص الحرارة من الشمس.

ملوثات الهواء في المناطق الصناعية هي:

أول أكسيد الكربون

ثاني أكسيد الكبريت
وأكاسيد النتروجين
الجسيمات العالقة

خصائص هذه الملوثات:

أول أكسيد الكربون: غاز سام عديم اللون والرائحة مصدره الأساسي في الهواء هو احتراق الوقود الكربوني ويمثل أكبر نسبه من ملوثات الهواء ويختلف تركيز أول أكسيد الكربون في المناطق العمرانية باختلاف الظروف السائدة وتعتمد أساساً على مدى كثافة حركة المرور الخاصة بالسيارات ومن ثم فهي أكثر تركيزا في النهار عنها في الليل ويؤثر أول أكسيد الكربون على الصحة العامة خاصة على هيموجلوبين الدم حيث أن له قابلية شديدة للإتحاد معه ومن ثم فإنه يؤثر تأثيراً خطيراً على عمليات التنفس في الكائنات الحية بما فيها الإنسان ويتسبب في كثير من حالات التسمم ويمكن الحد من تأثير أول أكسيد الكربون بتزويد البيئة المحيطة بالأكسجين الكافي لإتمام عملية الاحتراق وتكوين ثاني أكسيد الكربون ويلزم ذلك لمواجهة حالات التسمم بالغاز.

ثاني أكسيد الكبريت: يتكونً نتيجة عمليات الاحتراق للفحم والبترول والغاز الطبيعي لاحتوائها على كميات كبيرة من الكبريت وهو غاز عديم اللون و الرائحة كريه و أثار ضارة إذا ما تواجد بمعدلات تزيد على ثلاثة أجزء في المليون في الهواء ويتحول ثاني أكسيد الكبريت في الهواء إلى حمض الكبريتيك نتيجة لتأكسده إلى ثالث أكسيد الكبريت وتفاعله مع بخار الماء مكون التفاعل إما مباشراً بين ثاني أكسيدا لكبريت والأكسجين أو يتوسط ثاني أكسيد النتروجين كحافز ولكل من ثاني أكسيد الكبريت وحمض الكبريتيك تأثيراً ضاراً بالجهاز التنفسي للإنسان والحيوان كما يشارك ثاني أكسيد الكبريت مع ملوثات أخرى في إحداث مشاكل بيئيه منها الأمطار الحمضية وقد اتخذت الاحتياطات الضرورية للاقتصار على استخدام أنواع الوقود الخالية من الكبريت أوالمحتويه على مقادير ضئيلة منه.

وأكاسيد النتروجين : فهي مصاحبه لعمليات احتراق الوقود في الهواء عند درجات حرارة عالية عندما يكون التبريد سريعا بحيث يمنع تفكك هذه الغازات، ومصدر كل من غازي النتروجين والأكسجين التي تكون هذه الأكاسيد هو الهواء الجوى ذاته ومن ثم تكون المركبات والأجهزة المولدة للطاقة في محطات القوى الكهربائية هي المصدرين الأساسيين لأكاسيد النتروجين حيث إنها تعمل عند درجات حرارة مرتفعة.

التلوث بالجسيمات العالقة: يتضمن مصطلح الجسيمات العالقة بالهواء عدداً من أنواع الملوثات علي سبيل المثال الدخان الذي يتكون من حبيبات صغيرة من الكربون وتنتج من احتراق غير كامل للمواد الهيدروكربونيه وأهمها الفحم والبترول والقطران والأبخرة هي حبيبات صلبه،غالباً،

تنتج من التكثيف من الحالة الغازية. الضباب يتكون من جزيئات سائله(ماء-حمض نيتريك حمض كبريتيك وغيرها) الغبار حبيبات متناهية في الصغر تنشأ عن طريق تكسير وطحن وتفجير بعض المواد مثل الأحجار والخامات والفحم الخشب والحبوب وغيرها .مصدر طبيعي تهب العواصف في المناطق الجافة وشبه الصحراوية وتثير كميات هائلة من الغبار الذي يؤثر بطريقه مباشرة علي التنفس. مصدر صناعي قد يحتوي الغبار الصناعي على مركبات الرصاص والبريليوم والزرنيخ والنحاس والخارصين وذلك يتوقف على نوعية المنشأت الصناعية المسببة للغبار .أن الوقود الأحفورى هو المصدر الرئيسي للكثير من العوالق في الهواء خاصة الجسيمات الحمضية؛ وتسقط مع الأمطار المطر الحمضي .

وقامت هيئة حماية البيئة الأمريكية بإجراء دراسات وتجارب على كمية الرصاص المسموح بها في الهواء ووجد أن التركيز الذي يتعدى 2بالمليون من الغرام بالمتر المكعب يمكن أن يؤدى إلى خطورة وتأثيرات فسيولوجية . التلوث بالجسيمات العالقة واثارة السامة، قد تكون الجسيمات العالقة في ذاتها سامة نتيجة لخواصها الكيميائية أوالفزيائية وتعمل الجسيمات كحوامل لمواد سامة ممتزة على سطحها؛ ويعتبر الفحم والسناج من المواد القادرة على إمتزاز الكثير من المواد العضوية وغير العضوية بكفاءة عالية وتحملها هي والغازات ذات الآثار السامة مثل ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين إلى الرئتين ثم إلى داخل جسم الإنسان وتحدث أضرارا مضاعفة أشد أثراً مما لو كانت موجودة في الهواء غير ممتزة.

.5.أضرار التلوث الهوائي على الحياة

يختلف تلوث الهواء من مكان لأخر حسب سرعة الرياح والظروف الجوية فمثلاً تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الهيدروكربونات في وجود ضوء الشمس تحت ظروف جوية خاصة غالباً ما تكون في فصل الصيف لتنتج مواد كيميائية سامة مثل رباعي الأستيل بيروكسين وغاز الأوزون. وتؤدي هذه مع بعض المكونات الأخرى إلى ما يعرف بالضباب الدخاني ويحدث الضباب الدخاني في المدن المزدحمة بالسيارات .

أهم الأضرار الناتجة عن التلوث الهوائي

1- تلحق أضرار بصحة الإنسان من خلال تلوث الهواء والتربة والغذاء بمواد كيميائية وأخرى مشعة.

2- تلحق أضرار بالمحاصيل الزراعية والنباتات والمياه و التربة والحيوانات.

3- تلحق أضرار بالنواحي الجمالية للبيئة مثل الدخان والغبار والضوضاء والفضلات والقمامة .

4- أضرار بعيدة المدى و ذات أثر تراكمي،مثل السرطانات والمواد المشعة والضوضاء.

1-5 أثار التلوث الهوائي على الكائنات الحية.

تدخل الملوثات إلى جسم الإنسان والحيوان إما عن طريق الاستنشاق وهذا أخطر الوسائل وأكثرها فعالية، أومن خلال المسامات الجلدية بسبب المس أو بسبب تراكم الملوثات على الأغذية والمشروبات أو تعرض النباتات الغذائية لهذه الملوثات. لذلك تتسبب هذه الملوثات في كثير من أمراض الجهاز التنفسي والأمراض الجلدية والجهاز الهضمي وأمراض العيون. وملوثات الهواء تؤثر في النباتات أسرع واكبر مما تؤثر في الإنسان والحيوان، كما تظهر آثارها عند تركيزات أقل من تلك التي تحدث تأثيرات فسيولوجية عند الإنسان. لهذا تستخدم النباتات كوسيلة للكشف المبكر عن التركيزات الخفيفة للملوثات الضارة.

الملوثات الرئيسية التي تضر بالنباتات ضرراً شديداً هي ثاني أكسيد الكبريت والأوزون والفلورين والمواد الكربوهيدروجينية المؤكسدة والإيثيلين. وبعض الملوثات الأخرى تصيب النباتات بدرجة أقل مثل الكلورين وكلوريد الهيدروجين الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وسيانيد الهيدروجين والزئبق ومبيدات الحشرات والآفات الزراعية.

أهم الغازات والمواد التي تسبب أضرار للإنسان :

1 .غاز أول أكسيد الكربونCO: هو غاز ليس له لون ولا رائحة ومصدره عملية الاحتراق الغير كامل للوقود.مثل عوادم السيارات ومن أحترق الفحم أو الحطب في المدفئ . وهو أخطر أنواع تلوث الهواء وأشدها سمية على الإنسان و الحيوان. يتحد أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين مكوناً كربوكسي هيموجلوبين ويمنع الأكسجين من الاتحاد مع الهيموجلوبين وفي هذه الحالة يحرم الجسم من الحصول على الأوكسجين. وتعتمد سمية أول اوكسيد الكربون على تركيزه في الهواء المستنشق, فتركيز 0,01 % من أول أكسيد الكربون يؤدي إلى شعور بالتعب و صعوبة التنفس وطنين في الأذن ،وعند تركيز 0.1% من أول أكسيد الكربون ويؤدي إلى ضعف في القوة, ارتخاء في عضلات الجسم وبذلك لا يستطيع المصاب المشي خارج المكان وضعف في السمع و نقص في الروية وغثيان وقيء و انخفاض ضغط الدم و انخفاض في الحرارة وازدياد النبض مع ضعف في إحساسه وأخيراً الإغماء والوفاة خلال ساعتين.

2 .غاز ثاني أكسيد الكربونCO_2: زيادته تؤدي إلى صعوبة في التنفس والشعور بالاحتقان مع تهيج للأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية وتهيج الحلق. يتكون غاز ثاني أكسيد الكربون من احتراق المواد العضوية كالفحم وزيت البترول. يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من

الوقود من أهم الملوثات التي أدخلها الإنسان على الهواء. أن عملية الاتزان البيئي التي تذيب غاز ثاني أكسيد الكربون الزائد في مياه البحار والمحيطات مكوناً حمضياً ضعيفاً يعرف باسم حمض الكربونيك ويتفاعل مع بعض الرواسب مكوناً بيكربونات وكربونات الكالسيوم . وتساهم النباتات أيضاً في استخدام جزء كبير منه في عملية التمثيل الضوئي . وأن الإسراف في استخدام الوقود وقطع الغابات أو التقليل من الساحات الخضراء يساهم في ارتفاع نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو والذي قد يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وهو ما يعرف بالاحتباس الحراري.

3.**غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S**: هو غاز ذو رائحة تشبه البيض الفاسد ويتكون من تحلل المواد العضوية مثل مياه الصرف الصحي. وهو غاز سام وقاتل ولا يختلف من حيث طبيعة عمله عن أول أكسيد الكربون أو سيانيد الهيدروجين حيث يتحد مع هيموجلوبين الدم محدثاً نقصاً في الأكسجين الذي يصل الى الأنسجة والأعضاء الأخرى من الجسم . ويؤثر هذا الغاز على الجهاز العصبي المركزي ويثبط عملية الأكسدة الخمائرية مما يؤدي إلى حدوث اضطراب وصعوبة في التنفس ويسبب خمول في القدرة على التفكير و يهيج ويخشن الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي وملتحمة العين.

4.غاز ثاني أكسيد الكبريتSO_2: غاز ثاني أكسيد الكبريت هو غاز حمضي يعتبر من أخطر ملوثات الهواء فوق المدن والمنشآت الصناعية. ويتكون من احتراق أنواع الوقود كالفحم و البترول والبراكين تطلق هذا الغاز. ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت أحد عناصر مكونات الأمطار على سطح الأرض فيلوث التربة والنباتات والأنهار والبحيرات والمجاري المائية, وبذلك يسبب إخلالا بالتوازن البيئي. ويختلط بالضباب الدخاني فوق المدن محدثاً أضرار بالغة .وأضرار غاز ثاني أكسيد الكبريت هي: يؤثر على الجهاز التنفسي للإنسان و التهاب القصبات الهوائية وضيق التنفس وتؤثر التركيز العالية تشنج الحبال الصوتية وقد تؤدي إلى تشنج مفاجئ واختناق والتعرض الطويل للغاز يؤثر على حاسة التذوق والشم وإلى التصلب الرئوي و يسبب تهيج العيون والجلد و يؤثر على نسبة الأمطار الحمضية.

5.غاز ثاني أكسيد النتروجين NO_2: هذا الغاز وغيره من أكسيد النتروجين تنتج من احتراق المركبات العضوية ومن عوادم السيارات والشاحنات وبعض العمليات الصناعية، وهو يكون مع بخار الماء في الجو حمضاً قوياً هو حمض النتريك ويسبب الأمطار الحامضية. وعند وصوله مع بقية أكاسيد النيتروجين إلى طبقة الأوزون يحدث كثيراً من الضرر لهذه الطبقة. و أهم أضرار

غاز ثاني أكسيد النيتروجين انه يعمل تهيج الأغشية المخاطية للعين و للمجاري التنفسية ويسبب أضرار في الرئة ويحدث ضرراً في طبقة الأوزون ويكون الأمطار الحامضية .

6- المعادن الثقيلة (الرصاص) :عندما يضاف الرصاص للبنزين لزيادة العدد الأوكتاني ويتم ذلك بإضافة Tetra-ethyl lead وهذا هو البنزين المحتوي على الرصاص. يخرج الرصاص من عوادم السيارات إلى الهواء محدثاً تلوثاً به وخاصة في المدن المزدحمة التي تستخدم البنزين المحتوي على رصاص. أن التأثير الضار للرصاص على النمو الإدراكي له تأثير مزمن يؤثر على القدرات الوظيفية والتقدم الأكاديمي للشاب, ويعتبر الأطفال الأكثر عرضة لهذه المادة الخطرة, وذلك بسبب فروق الوزن بينهم وبين الكبار، ولأن الأطفال يمتصون ويحتفظون داخل أجسادهم بكميات أكبر من الرصاص. ينتج عن ذلك دخول الرصاص إلى أجساد الأطفال بنسبة 35 مرة أكثر من الكبار، وإن لتلوث الهواء بالرصاص تأثيرا مباشرا في الإخصاب عند الإنسان. ويعتبر الرصاص من أهم العناصر الثقيلة الملوثة للبيئة الخارجية ولأجواء العمل، ومعدن الرصاص من اخطر المعادن لأنه لا يدخل في فسيولوجيا جسم الإنسان ووجوده في جسم الإنسان بمعدلات أعلى من المسموح به يعتبر نذير خطر، ويؤثر الرصاص على الكبار والصغار، لكن تأثيره على الأطفال اكبر لسهولة امتصاصه، وبطء إخراجه والتخلص منه، وحساسية الجهاز العصبي المركزي الشديدة لهذا النوع من التلوث في إثناء نموه وتطوره خاصة في الخمس سنوات الأولى من عمر الطفل .

و أهم أضرار الرصاص هي:يسبب الصداع والضعف العام وقد يؤدي للغيبوبة وإلى حدوث تشنجات قد تؤدي للوفاة . ويؤدي إلى إفراز حمض البوليك وتراكمه في المفاصل والكلى. ويقلل من تكوين الهيموجلوبين في الجسم، ويحل محل الكالسيوم في أنسجة العظام. ويؤدي إلى القلق النفسي والليلي والتخلف العقلي لدى الأطفال . وتراكمه في الأجنة يؤدي إلى تشوه الجنيين وإلى إجهاض الحوامل. لكن كثيراً من الدول تنبهت لذلك وبدأت تستخدم بنزين خالي من الرصاص للتقليل من مخاطر تلوث الهواء بالرصاص. يعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة من اخطر أنواع التلوث البيئي وخاصة على الأطفال ، أوضحت بعض القياسات أن نسبة الرصاص في هواء المنازل تصل من 6400 - 9000 جزء في المليون في الأتربة داخل بعض المنازل مقارنة ب 3000 جزء في المليون في الهواء الخارجي في الشارع.

يعود ارتفاع نسب الرصاص في هواء المدن بشكل رئيسي إلى الانبعاثات الغازية من وسائط النقل العاملة على البنزين (الحاوي على الرصاص) والمسؤولة عن أكثر من 90% من إطلاق الرصاص، بالإضافة إلى بعض الصناعات المعدنية كصناعة البطاريات. وأوضحت الدراسات أن

ما بين 66 -80 % من كمية الرصاص ترتبط بالعوالق ذات الأقطار الأقل من 10 ميكرون، وكمية الرصاص المرتبطة مع العوالق ذات الأقطار الأقل من 3 ميكرون (PM3) تشكل نسبة تتراوح بين 50- 72% من كمية الرصاص، وهذا يعني أن القسم الأكبر من الرصاص يمكن أن يصل إلى الانسجة الرئوية ويمتص في الرئتين ويصل إلى الدم.
يؤدي الرصاص إلى مخاطر صحية بالغة، حيث يتداخل مع الجمل الأنزيمية، كما يؤدي إلى تسمم الأعصاب والكلى وأعضاء التكاثر. كما يسبب اضطرابات قلبية وزيادة ضغط الدم وخفض معدل الذكاء وبخاصة عند الأطفال ويترافق باضطرابات عدوانية ونقص في التركيز والانتباه .وخطورة التلوث بالرصاص ليس فقط على الجهاز العصبي المركزي وكذلك على الجهاز المناعي والدم، وخاصة ان تأثير التعرض للرصاص قد يظهر بعد التوقف عن التعرض له.

ومن العناصر المعدنية الملوثة للهواء: النحاس والزنك والكادميوم ويلاحظ ارتفاع تركيزه في بعض المناطق الصناعية غير النظامية ، بالإضافة إلى الفلور والزرنيخ والزئبق و الأسبستوس.
7- الزئبق المحمول في الهواء :يعتبر الزئبق المحمول بالهواء مشكلة عالمية، ويحتاج لحلول عالمية. إضافة لذلك، عملياً تنتج كافة حالات التعرض للزئبق في الولايات المتحدة تقريباً من تناول أسماك ملوثة بالزئبق، والتي يستورد أكثر من 80% منها من أجزاء أخرى من العالم.
وتُقدر وكالة حماية البيئة ان احتراق الفحم، وانتاج الكلور القلوي (كلورين يحتوي على مادة كيميائية تستعمل في المعالجات الكيميائية، والبلاستيك، والخدمات البيئية، وتنظيف المعادن)، والزئبق المستعمل في المنتجات، والزئبق المستعمل في أعمال التنقيب الصغيرة عن الذهب مسؤولة مجتمعة عن 80% من انبعاثات الهواء الحامل للزئبق الذي ينتجه الإنسان. معلوم ان ثلثي انبعاثات الزئبق العالمية السنوية تأتي من مصادر طبيعية، مثل البراكين، ومن "إعادة - انبعاث" الزئبق الذي كان قد ترسب في البيئة سابقاً.

وخطورة الزئبق في تأثيراته المدمرة على مدى الطويل للجهاز العصبي المركزي وما ينتج عن ذلك من اختلال في وظائف الجسم الأخرى، والتعرض يكون عن طريق التنفس من تلوث الهواء أو عن طريق الشرب من تلوث مياه الجوفية أو مياه الأنهار أو مباشرة عن طريق ملامسة الجلد.
دراسات وأبحاث كثيرة على مستوى العالم تطرقت للسمية الشديدة والأضرار التي يسببها معدن الزئبق ومشتقاته للأحياء البرية والبحرية والبيئة.
و كثير من المصانع تطلق أبخره في الجو تحتوي على مركبات شديدة السمية مثل مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والسلينوم . كما تحمل معها بعض المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكادميوم وغيرها وتبقي هذه المواد الشائبة معلقة في الهواء على هيئة رذاذ أو

ضباب خفيف ويكون هذا التلوث واضحاً حول المصانع ولكن قد تحمله الرياح إلى أماكن أخرى .
و أسهم تلوث الهواء في انتشار الكثير من الجراثيم التي تسبب بالأمراض للناس منها: الأنفلونزا ، الإمراض الوبائية القاتلة التي تنتشر بسرعة في الوسط البيئي ، ومرض الجمرة الخبيثة ومرض الطاعون والكوليرا ومرض الجدري والحمى ،كما تحدث حالات تسمم للإنسان نتيجة لتأثيرات الضارة للمركبات المتطايرة من الزرنيخ نتيجة للنشاط الميكروبي لبعض الأنواع الفطرية ، كما أثر بشكل كبير على طبقة الأوزون وما زال يدمرها ،.وبعض الدراسات تؤكد تآكل طبقة الأوزون وخاصة فوق القطب الجنوبي وان استمر تآكل هذه الطبقة بنفس المستوى فان خطر الأشعة فوق البنفسجية على الغابات والأحياء البحرية سوف يتصاعد وخاصة الحيود المرجانية التي تعتبر مصدر رئيسي لأكسجين البحار .

ارتفاع درجات حرارة مياه البحار والمحيطات أعلى من المعدلات المعتادة ويعتقد أن لكثير من الظواهر السابقة دور في هذا كما لوحظ أن هناك ارتباط واضح بين هذا الارتفاع وبين بعض الظواهر الجوية المدمرة مثل الأعاصير والفيضانات والجفاف .من أشهر هذه المشاهدات ظاهرة النينو (Nino) وهي ارتفاع حرارة سطح المحيط قبالة تشيلي بشكل أعلى من المعتاد وعكسها هي ظاهرة النينا (Nina) ولقد ارتبط النينو بالأعاصير في منطقة الأطلسي وحدوث الجفاف في مناطق أمريكا الجنوبية الداخلية .

8. مركبات الكلوروفلوروكربون : تنتج هذه المركبات من صناعات عديدة أهمها الأيروسول (aerosol) التي تحمل المبيدات أو بعض مواد تصفيف الشعر أو مزيل روائح العرق وكذلك يمكن استخدام مركبات الكلورفوروكربون على هيئة سائل في أجهزة التكيف والتبريد ثلاجات المنازل . كما أن عمليات إحراق النفايات المنزلية حرقا غير كامل يؤدي إلى انتشار هذه المركبات في الجو. يوجد تركيز من هذه المركبات في طبقات الجو على بعد 18كم فوق المناطق القطبية. وتقدر كمية هذه المركبات التي تنطلق في الجو أكثر من مليون طن سنوياً. وعند وصول هذه المركبات لطبقة الإستراتوسفير (stratosphere) التي بها طبق الأوزون فإنها تتحلل بفعل الأشعة الفرق بنفسجية الموجودة في الشمس إلى ذرات الكلور والفلور التي تقوم بمهاجمة الأوزون وتحويله إلى أكسجين وبذلك تساعد على تحطيم طبقة الأوزون .وهناك محاولات لاستبدالها بمواد نافعة أخرى من بينها استعمال خليط من غاز البيوتان والماء ويطلق عليه اسم اكواسول(aquasol) ولا تحتوي على الكلور والفلور.

9.الشوائب والمواد العالقة: كثير من المصانع تطلق أبخره في الجو تحتوي على مركبات شديدة السمية مثل مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والسلينوم. كما تحمل معها بعض المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكادميوم وغيرها وتبقي هذه المواد الشائبة معلقة في الهواء على هيئة رذاذ أو ضباب خفيف ويكون هذا التلوث واضحاً حول المصانع ولكن قد تحمله الرياح إلى أماكن أخرى . والبحار عندما تهب عليها رياحاً قوية تحمل بعض الأملاح الذائبة على هيئة رذاذ أو بخار دقيق من الماء إلى مسافات طويلة داخل الشواطئ وتحمل هذه الشوائب في طبقة التربوسفير ثم تعود وتسقط على الأرض مع الأمطار أو الجليد. وفترة تحليل الجليد القطبي وهو انه يحتوى على أملاح الكلوريدات والنترات والكبريتات للعديد من المعادن مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وهذه الأملاح لا تتوفر إلا في البحار. وأيضاً وجد في الجليد شوائب مثل النحاس والحديد والزنك والكوبالت والرصاص ولابد أنها نتجه من النشاط الصناعي.

10. الكائنات الدقيقة أوالميكروبات: تنتشر في الهواء أنوع عديدة من البكتريا والفطريات في حالة ساكنة وتصيب الإنسان إذا توفرت الظروف الملائمة.تستخدم الميكروبات في الحروب الجرثومية لسهولة انتشارها في الهواء وتسبب أمراضاً فتاكة بالإنسان ومن أشهر هذه الميكروبات في وقتنا الحاضر الجمرة الخبيثة التي تسببها Bacillus anthrax، ويمكن انتشار غيرها عن طريق الهواء مثل الطاعون والجدري.

5- 2. أمراض الجهاز التنفسي الناتجة عن التلوث الهوائي

مصادر التلوث المختلفة والتي شملت وسائل النقل ومحطات الطاقة ومصافي البترول والمناطق الصناعية و نشاطات البناء. وعلاقة وثيقة بين وجود هذه الملوثات في البيئة الداخلية والخارجية وارتفاع معدل أمراض الحساسية وأمراض الجهاز التنفسي.

مصادر التلوث الخارجية مثل السيارات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والنشاطات الصناعية هي المصادر الرئيسية لتلوث الهواء داخل وخارج المباني وأن بعض الملوثات مثل والفورمالدهيد الأمونيا و أكاسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون كانت تصدر أيضا من داخل المباني.يتعرض الجهاز التنفسي للعمال المعرضين للملوثات داخل المصانع الكيماوية مثل الأسمنت والبتروكيماويات، الأمونيا والإسبستوس وتحديد تركيز جزيئات الأسمنت والإسبستوس الأمونيا في بيئة العمل ومقارنتها بالمستويات المسموح بها عالمياً .وقد أظهرت الدراسات زيادة مستوى غبار الأسمنت المستنشق من مصانع الأسمنت عن الحد المسموح به عالمياً وهو 5 ملغم/م^3 من الهواء وزيادة معدل السعال وضيق التنفس والتهاب الشعب الهوائية. كما وجد أن مستوى معدل الغبار المستنشق في مصانع البتروكيماويات أعلى من الحد المسموح به عالميا ولكن لم تكن هناك

أعراض مرضية في الجهاز التنفسي للعمال. ومن ناحية أخرى وجد أن مستوى الأمونيا في الهواء كان أحياناً أعلى من الحد المسموح به وهو 18 ملغم/م^3. وكان معدل انتشار أعراض الجهاز التنفسي أعلى بين العمال الذين يعملون في مصانع الأسمدة التي تحتوي على نسبة كبيرة من الأمونيا.

أشارت دراسات بيئية لمسببات الحساسية الجوية والأحيائية و مناعية تشخيصية لمرضى حساسية الأنف والربو القصبي و تقويم زمني لمسببات الحساسية في بعض المناطق الصناعية للمساعدة في التشخيص والعلاج والوقاية من أمراض حساسية الجهاز التنفسي.وقد أظهرت النتائج أن نسبة انتشار الربو القصبي في المناطق الصناعية الخاضعة للدراسة، كانت عالية، كما أثبتت وجود تباين واضح في كمية ونوعية مسببات الحساسية ومدى انتشار الربو القصبي والتي تعتمد على الموقع وظروفه المناخية، كما أوضحت النتائج وجود تباين كمي ونوعي في مستويات مسببات الحساسية الموجودة داخل الأماكن المغلقة بالإضافة إلى اختلاف نمط ردود الفعل التحسسي عند إجراء اختبار الحساسية الجلدي.

وللحد من تأثير التلوث الهوائي على الجهاز التنفسي يمكن إجراء التالي:

1- وضع معايير ومواصفات لنوعية الهواء داخل بيئة العمل ووضع أنظمة لمتابعة مستويات التلوث واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة لحماية العمال في المناطق الصناعية من مخاطر التلوث.

2- إعادة النظر في مواصفات التلوث الهوائي ووضع المعايير المناسبة.

3- توفير سبل الوقاية الأزمة من مسببات التلوث الهوائي وإجراء الفحوصات الدورية للعاملين بالمصانع و متابعة الأفراد الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي بالفحص والعلاج وإبعادهم عن مصادر التلوث.

4- تطوير منشآت الرعاية الصحية و تزويدها بالقوى العاملة المدربة للوقاية من مرض الربو القصبي وعلاجه.

5- القيام بإجراءات فعالة للتحكم في مصادر التلوث والتي تتضمن التخلص من استعمال الوقود الذي يحتوي على الرصاص والتطبيق الصارم لإجراءات التحكم في التلوث الناتج عن وسائل النقل وعن محطات توليد الكهرباء.

6- العمل على إنشاء محطات لرصد التلوث بالمدن الصناعية والتحكم في مصادر التلوث الناتجة عن الصناعة ألاستراتيجيه مثل مصافي البترول ومصانع الأسمنت والبتروكيماويات ومحطات توليد الطاقة وغيرها.

7- التوعية والتدريب بأهمية و استخدام وسائل التهوية والحد من الاستخدام غير المرشد للملوثات الغازية للإغراض المنزلية.

3-5 أمراض السرطان بسبب التلوث الهوائي.

للطفرة الصناعية و النفطية في كثير من دول العالم دور كبير ظهور الكثير من السلبيات والعواقب السيئة على صحة الإنسان وعلى كل كائن حي وعلى البيئة, نتيجة التلوث الصادر من هذه الطاقة نتيجة كثرة الحاجة والاستخدام لها في كل مجالات الحياة في عالمنا الصغير من وسائل النقل في الجو والبحر والبر وغيرها والتي تثير بحركتها التلوث البيئي الشامل وكذلك الحروب التي شهدتها المناطق الغنية بالنفط في السنوات الأخيرة حيث استخدمت فيها مواد محظورة دوليا مثل اليورانيوم المنضب والأسلحة الكيماوية والنووية.

التلوث الصناعي الضار سبب في حدوث سرطان الدم وأورام الغدد الليمفاوية، كما أنه يثبط نخاع العظام ويعوق نضج خلايا الدم, وان أول أكسيد الكربون الموجود في العادم يؤثر على قدرة الدم في نقل الأكسجين ويعتبر ضارًا جدا لمرضى القلب, ويضر الرئتين ويهيج العينين ويتسبب في صعوبة التنفس.إن الهيدروكربونات تتسبب في حدوث السرطان والكثير من عوادم السيارات المستخدمة للديزل معروف عنها أنها تتسبب في حدوث السرطان. وقد أوضحت دراسة حديثة أن التعرض المزمن لكميات عالية من الديزل من خلال العمل يؤدي إلى زيادة 40% في إمكانية حدوث سرطان الرئة.

أن عدم وجود التوازن البيئي هذا سيؤدي إلى عواقب وخيمة على صحة الإنسان أولا والبيئة بشكل عام. ومن الخروقات القانونية التي قامت بها قوات التحالف والتي أدت إلى دمار بيئي كبير، مثل استخدام الذخائر التي تحتوي على اليورانيوم المنضب، والتي تؤدي إلى انتشار غبار إشعاعي يلوث التربة والهواء، ويشكل تهديداً إشعاعياً خطيراً على صحة الإنسان والبيئة.

وأثبتت الدراسات أن زيادة قصيرة في المادة الدقائقية العالقة بالجو تؤدي إلى زيادة عدد الوفيات وزيادة حالات أمراض القلب والصدر التي تدخل المستشفيات، بالإضافة إلى زيادة احتياج واحتمال إصابتهم بالمضاعفات للأمراض الجينية والسرطان.

4-5. الضعف ألذكائي لدى الأفراد بسبب التلوث الهوائي.

أن مستوى الذكاء عند ملايين البشر قد يتأثر بصورة سلبية نتيجة للتلوث البيئي و انتشار المواد السامة في الجو، أوضحوا أن المواد السامة الموجودة في الهواء كالرصاص و الإشعاعات و بعض المواد المستخدمة في التجهيزات الكهربائية ، تهدد صحة البشر و تضعف ذكاءهم كما أن عوامل التعرية تقلل من بعض المكونات المعدنية في التربة مما يخفض مستوى إنتاج

المحاصيل الزراعية فقلة الحديد في جسم الطفل يسبب استنشاق أكبر لمادة الرصاص الذي يضر صحته و يؤذي عقله .

واشارى الباحثون إلى وجود زيادة في عدد الأطفال المصابين المنغوليين و خاصة بعد انفجار تشرنوبل في أوكرانيا 1986 .و قد لاحظ العلماء أيضا أن هذه الزيادة نتجت عن هطول أمطار ملوثة بالإشعاعات بعد وقوع الانفجار و في دراسة أعدتها أكاديمية العلوم الروسية أظهرت أن 95% من أطفال إحدى القرى يعانون من التخلف العقلي بسبب نتيجة تسرب إشعاعات من منجم قريب لليورانيوم .

أن زيادة انتشار الرصاص في البيئة يمثل خطرا كبيرا حيث يؤثر التركيز العالي للرصاص في الدم سلبا على مستوى الذكاء .و أكدوا كذلك أن كل طفل من بين عشرة في بريطانيا يعاني من معدلات عالية في تركيز الرصاص في دمه مقابل تسعة من بين كل عشرة أطفال في أفريقيه .و أكد الخبراء ضرورة التحرك السريع و الجدي للحد من التلوث البيئي الذي يزيد من عدد المصابين بالتسمم أو سوء التغذية.

5-5. التشوهات الوراثية بسبب التلوث الهوائي.

أن تلوث الهواء الناتج عن المصانع ومحطات توليد الكهرباء والمركبات تؤدي إلى ضرر جيني ينتقل بالوراثة عبر الحمض النووي(DNA). وهناك حاجة لمزيد من التجارب قبل التأكد من انتقال الضرر الجيني بالوراثة.إلا أنهم يعتبرون أن نتائج الاختبار مهمة على صعيد إثبات فاعلية الأدوات التي تعمل على تنقية الهواء أو الفلاتر. ويقول العلماء أن للطبيعة دور في الحد من آثار هذا النوع من التلوث خاصة الأشجار التي تقوم أوراقها بتجميع الجزيئات الدقيقة الناتجة عن عملية احتراق الوقود.وتثير نتائج هذه الاختبارات جدلا حول عدد من الإجراءات التي يطالب بها المدافعون عن البيئة وأهمها الحد من قطع الأشجار وتقليص كثافة التلوث الناتج عن المصانع.وعلى الرغم من أن هذه المعالجات مكلفة إلا أن توريث التشوه الجيني للأجيال المقبلة، إذا ما ثبت، هو أمر يتعلق بالصحة العامة.

وتوصل باحثون كنديون إلى أن العوادم والسحب الدخانية في المدن الصناعية تؤدي إلى إحداث طفرات في الشفرة الوراثية للفئران، إضافة إلى الآثار السلبية المؤكدة لمثل هذه العوادم على الجهاز التنفسي.

نشر باحثون من جامعة ماكماستر الكندية دراسة تقول إن الجزيئات الميكروسكوبية الدقيقة من السناج والتراب التي تنتج كمخلفات صناعية أو نتيجة لاحتراق الوقود في السيارات تؤدي إلى إحداث طفرات جينية في الحيوانات المنوية للفئران. وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها الربط تحديدا بين جزيئات السناج والتراب وبين إحداث الطفرات الوراثية وإن كانت الكيفية التي تتسبب

بها هذه الجزيئات في إحداث الطفرات لا تزال مجهولة، خاصة أن هذه الجزيئات غالبا ما تحمل سموما كيميائية من مخلفات الصناعة أو محطات الطاقة، مثل الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات أو غيرها.

وهذه الطفرات تنتقل بدورها إلى الأجيال التالية.والطفرة هي أي تغير يحدث في عدد أو نوع أو تتابع الوحدات البنائية للمادة الوراثية، وتؤدي إلى إحداث تغير دائم فيها، ويتم توريثه للجيل التالي. ويعتقد أن الطفرات تحدث نتيجة أسباب عديدة، منها التعرض للأشعة الكونية أو بعض المواد الكيماوية، ولكن ليس معلوما على وجه التحديد كيفية حدوث هذه الطفرات.و أهمية هذه الدراسة في أنها تشير بدقة إلى أحد أسباب الطفرات الوراثية التي هي بدورها أحد الأسباب الرئيسة لظهور الأمراض السرطانية، وغيرها من الأمراض. ورغم أن الجيل الأول من نسل الفئران كان يخلو ظاهريا من الأمراض، فإن ذلك غالبا يعود إلى أن الباحثين كانوا يرصدون نوعا واحدا من الطفرات، وهو النوع الذي يسهل اكتشافه، وقد ذكروا أنه ربما تكون ثمة طفرات أخرى في الخريطة الوراثية للفئران، لم يتمكنوا من اكتشافها، وربما يظهر أثرها خلال أحد الأجيال التالية.من ناحية أخرى ثمة دلائل على أثر العوادم والتلوث في تدمير الحيوانات المنوية للبشر. ففي دراسة أجريت مؤخرا على الشباب في سن 18 عاما في مدينة تيبليس الصناعية التشيكية، وجد أن الحيوانات المنوية لهؤلاء الشباب تختلف عن الحيوانات المنوية الطبيعية لدى نظرائهم في مدينة أخرى ريفية ذات هواء نقي.

6. تأثير التلوث الهوائي على طبقة الأوزون.

الأوزون غاز سام وشفاف يمل إلى الزرقة ويتكون الجزء منه من ثلاث ذرات أوكسجين. ويتواجد الأوزون في طبقتي الجو السفلي التربوسفير(Troposphere) وطبقة الجو العليا الأستراتوسفير (Stratosphere) وتعمل طبقة الأوزون في الأستراتوسفير كمرشح و واقي يحمي الكره الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة ولا يسمح إلا بمرور جزء يسير من هذه الأشعة. ولولا وجود طبقة الأوزون هذه لزالت الحياة من الكرة الأرضية وسبت كثير من الإمراض وسرطان الجلد. وهذا من فضل الله على خلقه.

بدأ الاهتمام مع بداية السبعينيات من القرن الماضي بالملوثات الصادرة من نشاط الإنسان على طبقة الأوزون فقد وجد أن أكاسيد النيتروجين تفتت جزيئات الأوزون، وبذلك يعود أكسيد النتروجين إلى حالته الأصلية ليعيد الدورة مرة أخري وبذلك يختل التوازن الطبيعي . وكذلك وجد أن مركبات الكلوروفلوروكربون (الفريون) تقوم بتفتيت جزئ الأوزون. ونظراً لازدياد استخدام هذه المركبات في كثير من الصناعات مثل البخاخات المعطرة والمزيلة لرائحة العرق وتسمي ايروسول وعلى هيئة سائل في معدات التبريد وتكيف الهواء وفي الصناعات الإلكترونية من

حاسبات وتلفزيونات وأجهزة استقبال وإرسال وخلافة . خطر هذه المادة هو انبعاثها في الهواء وصعودها لطبقات الجو العليا يتحرر الكلور بفعل الأشعة فوق البنفسجية من مركباته و الكلور يعمل على تدمير طبقة الأوزون وتقليل نسبة في الغلاف الجوي مع أكاسيد النيتروجين وغيرها من الغازات .

الهواء الذي نستنشقه مصدرًا للكثير من الأمراض، ويؤدي إلى انسداد أوعيتنا الدموية، والشوائب والملوثات التي يحملها إلينا تتعب قلوبنا وتنهك جهازنا التنفسي .ويقول الدكتور بروك (Robert Brook)المختص في الوظائف الحيوية للأوعية الدموية بجامعة ميتشيغان إن التجارب والدراسات التي قام بها في مدينة مكسيكو التي يعاني سكانها أعلى نسبة تلوث في هواء مدينتهم، بالإضافة إلى مدينة لوس أنجلوس، قد أظهرت أن الدخان الممزوج بالضباب يشكل سحابة ضخمة في سماء المدينتين طوال السنة، وأن الشوائب المنبعثة من عوادم السيارات ومولدات الكهرباء، والسناج الذي يسببه الفحم الحجري ومداخن المصانع يفسدان الهواء ويلوثانه بسموم غير مرئية تدخل إلى أجسامنا دون استئذان مسببة لنا العديد من الأمراض، ولتأكيد نظريته بصورة عملية قام الدكتور بروك بإجراء تجربة على 25 متطوعًا وتم وضعهم في حجرة واحدة، حيث جرى ضخ الهواء النقي والملوث بالتتابع وبعد مرور ساعتين لاحظ الباحث أن الأوعية الدموية لدى الفريق المتطوع قد انكمشت بمعدل 2- 4 سم، وهو ما لم يحدث في حالة استنشاق الفريق للهواء النقي. وقد عزا بروك أسباب الانكماش إلى الجزيئات الدقيقة مثل الكربون والحديد والمنجنيز والزنك التي تتعلق بجدران الرئة والأوعية الدموية .وبمجرد دخول هذه الشوائب إلى الجسم يقوم الجهاز المناعي برصدها والتعامل معها على أنها ميكروبات أو فيروسات ويطلق بعض المواد الكيماوية المضادة للالتهاب فيحدث الانكماش في الأوعية الدموية. وحسب بروك إن هذا الانقباض لا يترك انعكاسات صحية ضارة إلا على الذين يعانون أساسًا متاعب في القلب.ويشير بروك إلى أن النتائج التي توصل إليها في أبحاثه حول هذه المسألة تتطابق مع نتائج دراسة أخرى قام بها فريق من جامعة بيرغهام والتي خلصت إلى أن التعرض للهواء الملوث لفترات طويلة يزيد من خطورة الوفاة بأمراض سرطان الرئة والتهاب الشعب الهوائية المزمن والنوبات القلبية والسكتات الدماغية.

لم يعد ممكنا إنكار الدور السلبي للتلوث و مسؤوليته عن ارتفاع الإصابات بسرطان الرئة، حيث تقدّر تقارير عدد من تسبب التلوث في مرضهم بما بين 5 و15 % من المصابين بالسرطان.ففي فرنسا تقدّر الأرقام أن يكون من 7 - 20 % من الإصابات بالسرطان عائدة إلى التلوث، حيث يجد مليون عامل أنفسهم عرضة لمواد سرطانية فيما يلقى 30 ألف شخص حتفهم بصفة مبكرة بسبب هذا المرض.

7.أسباب تآكل طبقة الأوزون

يعرف الأوزون على انه غاز شفاف سام يتكون من ثلاث ذرات من الأكسجين ونسبته في الغلاف الجوى ضئيلة قد لا تتجاوز في بعض الأحيان واحد في المليون وهو غاز سام و أن تكونه لا يتم قريباً من سطح الأرض حتى لاستنشقه الإنسان والحيوان. يوجد الأوزون طبيعياً في طبقة الستراتوسفير ويرجع وجودة إلى سلسلة من التفاعلات بين الأكسجين الجزئي والذرى ولا يبقى الأوزون المتكون الالفترة وجيزة ثم يتفكك بفعل ضوء الشمس إلى أكسجين جزئي ثم يتكون وفى النهاية نحصل على شكل يبقى دائماً على طبقة من الأوزون في منطقة الستراتوسفير متوازنة وهذا التوازن يعتمد على سرعة تكوينه وسرعة تفكك الأوزون وعندما يحدث تداخل لبعض المواد مع هذه السرعة نحصل على خلل إما في زيادة تركيز الأوزون أوبالعكس أزاله للأوزون من منطقة الستراتوسفير .

ثقب الأوزون: يقاس تركيز الأوزون في الجو بوحدة جزء في المليون من حيث الحجم ويقاس هذا التركيز بجهاز يسمى مقياس دوبسون للتحليل الضوئي وهو جهاز يحلل طيف ضوء الشمس وقوة ظهور خطوط الطيف التي يشكلها غاز الأوزون. أوضح تقرير الهيئة التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية أنه فيما بين 30-64درجة جنوب خطوط العرض حيث يعيش غالبية سكان العالم بلغت نسبة تناقص الأوزون من 7ر1-3% خلال الفترة من عام1996 حتى1986 وتبلغ مساحة الثقب حوالي 10% منتصف الكرة الأرضية الجنوبي تأكد العلماء من أتساع فجوة الأوزون في أكتوبر 1987 وقدر مساحتها بما يعادل مساحة الولايات المتحدة الأمريكية ويبلغ عمقها قدر ارتفاع جبل ايفرست والفجوة يتخلخل فيها الأوزون وينقص بنسبة 40-50% في عام 1988 رصد العلماء وجود فجوة أخرى للأوزون فوق القطب الشمالي تتمركز في سماء النرويج وتقدر نسبة تضاءل الأوزون 20% فيه وأسباب ثقب الأوزون يعود السبب الرئيسي لإحداث ثقب الأوزون إلى تلوث البيئة بالكيماويات وتصل هذه الكيماويات إلى منطقة الستراتوسفير عن طريق البخاخات أوالايروسولات والطيران النفاث وإطلاق الصواريخ إلى الفضاء والتفجيرات النووية .

البخاخات الضارة وهى عبارة عن العبوات أوالبخاخات التي تنفث منها المواد الكيماوية على هيئة ذرات دقيقة محمله على غازات مضغوطة داخل علب وغالباً مايستخدم (الكلوروالفلوروكربون) وهذا الغاز يضغط في العبوات ليعمل كمادة حاملة للمواد الكيماوية الفعالة وقد أستخدم كمبردات في الثلاجات وأجهزة التكيف وفى زجاجات العطور ،كما استخدمت كمواد وسيطة لتكوين الرغوة في اللدائن(صناعة منتجات اللدائن المنتفخة) وكمنظفات للأجهزة الالكترونية ولان غاز(الكلور وفلور وكربون) سهل في تصنيعه ويعتبر رخيص التكاليف وبالتالي دخل في صناعات كثيرة. وقد

تبين أن هذا الغاز له عمر طويل قد يمتد قرناً أو يزيد وخلال هذه المدة الطويلة يمكنه أن يتصاعد إلى الجو لأنه شديد التطاير ويظل نشطاً ومواصلاً لتفاعلاته الكيماوية وبالتالي فأنه يظل يؤدى عمله ألتدميري في طبقات الغلاف الجوى متفاعلاً مع كل ذرة أوزون يقابلها.

الطيران النفاث: لايمكن تجاهل كميات الغازات الرهيبة التي تنفثها الطائرات في الغلاف الجوى ولايمكن تجاهل موجات الهواء التصادمية التي تسبق هذه الطائرات ومن هنا يحدث تخلخل وإزاحه للكتل الهوائية التي تتحرك وسطها الطائرة وهذا التخلخل يكون في طبقة الستراتوسفير والذي يتم من خلاله تدمير غاز الأوزون.

إطلاق الصواريخ إلى الفضاء: يستلزم لدفع حركة الصاروخ للأمام حرق قدر هائل من الوقود وتقدر كمية الغازات الناتجة عن الاحتراق والتي تنتشر في الغلاف الجوى بآلاف الأطنان وقد تحوى هذه الغازات قدرا كبير من الغازات الوسيطة لتدمير الأوزون مثل الكلور والنيتروجين وغيرهما وبالتالي فأن الإتلاف لطبقة الأوزون أصبح شائعاً عند إطلاق أي صاروخ فضاء ويكفى أن نعرف أن صاروخاً مثل (صاروخ ساترون-5)كانت كمية الوقود التي تحتويها تبلغ140 طناً أي يمكنا تصور القدر الهائل من الغازات التي ينفثها صاروخ واحد وفى إحصائية روسية ورد أن كل عملية إطلاق لمكوك الفضاء يترتب عليها تدمير مليون طن من غاز الأوزون ومن هنا نعرف أن تكنولوجيا الفضاء قد أعطتنا وأخذت منا الكثير.

التفجيرات النووية : لقد توصل العلماء إلى التفجيرات النووية بعد القنبلة الذرية كما توصلوا إلى قنابل مدمرة مثل القنبلة الكوبالتية والنيوترونية وغيرها. وهذا كله يبث في الغلاف الجوى قدراً هائلاً من الغازات والإشعاعات والحرارة التي بلا شك تعمل على تدمير طبقة الأوزون.

تأثير ثقب الأوزون على الحياة: وجود الأوزون في الغلاف الجوى كمرشح كوني يقوم بعملية تنظيف وتعقيم البيئة بالإضافة إلى حماية الأرض من الأشعة فوق البنفسجية التي تصلنا من الشمس والتي يتولى الأوزون امتصاص اكثر من 99%منها وبذلك يحمى أشكال الحياة ألمعروفه على سطح الأرض.

إتجاة العالم للحد من تلوث الغلاف الجوى الستراتوسفير- عقد اتفاقية دولية في فيينا عام1987 تدعو إلى تخفيض استهلاك المواد المؤثرة على طبقة الأوزون ويكون التخفيض تدريجياً حتى يصل إلى النصف في منتصف عام 1990 ويتلاشى بعد ذلك حتى عام 1999و قد وجهت الدعوة لعديد من الدول للتوقيع على هذه الاتفاقية حيث بلغ عدد الدول الموقعة على هذه 80 دولة في إبريل1989 مؤتمر لاهاي والذي دعا إلى تخفيض استخدام مركبات الكلوروالفلوروكربون ومركبات البروم إلى أن تستبدل تماماً عام1989وقد دعت هذه الاتفاقية الأمم المتحدة إلى أنشاء

هيئة خاصة لها سلطات لمواجهة تلوث الجو والمحافظة على طبقة الأوزون مؤتمر هلسنكي وهو يدعو للتوقف من اختراق الغلاف الجوى و ما يسببه من إضرار بطبقة الأوزون. ومن هنا بداءت جميع المؤسسات الصناعية في تصنيع البدائل الأكثر أمناً إسهاماً في مواجهة المشكلة التي تواجه العالم بأسره .

أهم أضراراً الناتجة عن تأكل طبقة الأوزون

1- **انتشار سرطانات الجلد** : يؤدي تأكل طبقة الأوزون إلى زيادة الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إلى الأرض وهناك إحصائية أمريكية تقول بأن نقصان قدرة 3% يعني حدوث ثمانية عشر آلف من الإصابات بسرطان الجلد. قد أوضح علماء الطب أن أكثر من 7% من الإصابة بسرطان الجلد يكون ايجابيا ومميتاً وهو ما يعرف باسم ميلانوما Melanoma.

2- التأثير الوراثي : عندما يتعرض جلد الإنسان لقدر كبير من الأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يحدث تلفاً في نويات خلايا البشرة الخارجية للجلد المركز بالحمض النووي(حدوث تلف لحمض DNA) وينتج عن ذلك انقسام الخلايا وحدوث الأورام . ولأن حمضDNA هو المسئول عن نقل الصفات الوراثية فإن إصابته تكون نتيجة الإسراف في تعرضه للأشعة فوق البنفسجية حيثما ينتقل من جيل إلى جيل . وينتج عن ذلك حدوث الشيخوخة المبكرة وتسمم الدم والإرهاق العصبي وضعف الجهاز المناعي في الجسم وعدم مقاومة انتشار الأورام السرطانية، نقص المحاصيل الزراعية تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الثروة السمكية إصابة الثروة الحيوانية بالأمراض.

3 – **حدوث المياه البيضاء في العين**: تسرب الأشعة فوق بنفسجية إلى سطح الأرض بسبب تأكل طبقة الأوزون يؤدي إلى حدوث عتامه في العين وهي المعروفة بالمياه البيضاء . وقد يؤدي إلى زيادة نسبة الأشخاص المصابين بالعمى.

4 - حدوث اختلال في جهاز المناعة في جسم الإنسان : يؤدي زيادة الأشعة فوق البنفسجية إلى اختلال جهاز المناعة لدى الإنسان مما يزيد من نسبة تعرضه للأمراض المعدية المختلفة وخاصة الجهاز التنفسي .

5 – حدوث أمراض أخري الشيخوخة المبكرة وتسمم الدم والإرهاق العصبي و ألعمى الجليدي وشيخوخة الجلد.

8. أضرار التلوث الهوائي على هطول الأمطار.

إن التلوث الجوى والدخان يقللان من هطول الأمطار ولكنهما يتسببان في مفارقة كبيرة في هطول الكميات المتبقية من الأمطار بكثافة اكبر مع حدوث صواعق وبرد.إن تأثير التلوث الجوى لا يقتصر على الغابات المطيرة الاستوائية. فيبدو عموما أن التلوث الجوي يغير بصورة أساسية

طبيعة سقوط المطر. وهذا التغيير الذي هو من صنع البشر في المناخ يظهر بالفعل كتغيرات في توزيع هطول الأمطار وكثافة العواصف ليس فقط فوق الأمازون ولكن في أجزاء أخرى من العالم أيضا .

واظهر الباحثون أن الدخان الناتج عن الحرائق التي أدت إلى تدمير منطقة من الأشجار يؤجل من خروج المياه من السحب في شكل أمطار، وهذا يمنع خروج المياه من السحب مع ازدياد حجمها. ولان هذه السحب المحملة بالمياه تصل إلى ارتفاعات كبيرة ينتج عنها عواصف رعدية وبرد .

وتظهر القياسات أن ذرات الدخان الصغيرة والهائلة تقدم (مواقع تكوين نويات) للقطرات المتساقطة من السحب، والنتيجة هي أن كمية مياه السحب تنقسم إلى عدد كبير من القطرات الصغيرة جدا. وهذه القطرات صغيرة جدا إلى حد أنها تطفو في الجو ولا تندمج في شكل أمطار على عكس عملية تكوين الأمطار التي تحدث في السحب بقطرات اكبر تتشكل في الجو النظيف .

ولكن النتائج تظهر انه عندما يصل الدخان والسحب المحملة بالمياه إلى ارتفاع10 كم فوق الأرض، فان هذه الكميات الكبيرة من المياه ترتفع أيضا وتتحول إلى كميات كبيرة من الثلج الذي يسقط كقطع برد كبيرة على الغابات المطيرة الاستوائية. كما تصاحب عملية تكوين البرد كهربة السحب القوية، الأمر الذي يسبب عواصف رعدية مكثفة. وتذوب معظم قطع البرد خلال سقوطها. ولهذا تصل إلى السطح في صورة تدفق من الأمطار الكثيفة.

9-الأمطار الحامضية: Acid rain.

تنتج الأمطار الحمضية من تلوث الهواء بثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النيتروجين الناتجة من حرق كميات ضخمة من الوقود في المصانع وتحملها الرياح إلى مسافات بعيدة كل البعد عن المصدر الذي خرجت منه .ولا توجد فكرة واضحة عن تكون الأمطار الحمضية ويعتقد أن غاز ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين تتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو. وتبقى هذه الأحماض معلقة في الهواء على هيئة رذاذ وتسقط مع الأمطار، وفي البلدان قليلة الأمطار تلتصق المركبات الحمضية على سطح الأتربة العالقة في الهواء وتتساقط معها فيماً يعرف بالترسيب الحمضي الجاف وأحياناً يسمى الترسيب الحمضي.وللأمطار الحمضية آثار سيئة على البيئة فالأمطار الحمضية تسبب في:

1- **التربة القلوية** : تتفاعل معها وتتعادل معها فعلى الأرض الجيرية مثلاً تكون الكالسيوم وتجرفه إلى الأنهار ، وكذلك تذيب بعض المعادن أو الفلزات الهامة للنبات وتبعدها عن جذور النبات ومن

أمثلة ذلك الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم التي يحملها مياه الأمطار الحمضية بعيداً عن جذور النباتات إلى المياه الجوفية وبذلك تقل جودة المحاصيل الزراعية

2- في التربة الجرانيتية : كما في دول السويد والنرويج تؤدي إلى تفتيت الصخور وترفع من درجة حموضة البحيرات .

3- في البحيرات تؤدي الأمطار الحمضية إلى زيادة الحموضة في مياه البحيرات وبالتالي قد تسبب في عدم صلاحيتها للأسماك والكائنات الدقيقة .

4-على المحاصيل الزراعية والغابات : كثير من النباتات لم تستطع العيش مع الأمطار الحامضية فذبلت وماتت وبالتالي يؤدي إلى فقدان المحاصيل الزراعية والأخشاب من الغابات .

5- التأثير على الأحجار الجيرية : لوحظ تأكل أو تفتت بعض أحجار برج لندن فقد بلغ عمق التآكل بضع سنتيمترات نتيجة التفاعل بين غاز ثاني أكسيد الكبريت والأمطار التي تسقط على المدن من حين لآخر .وكذلك شوهد أثر الأمطار الحمضية أو الترسيب الحمضي على تاج محل في الهند وأبو الهول في مصر.

10.الآثار الفيسيوكيميائية للتلوث الهوائي.

تتفاعل ملوثات الهواء مع الكثير من المواد وتعمل على تآكلها وتلفها مما يتسبب عنه خسائر اقتصادية كبيرة. أخطر هذه الملوثات هي الأتربة والغازات الحمضية والقلوية، وتزداد آثارها بزيادة نسبة الرطوبة في الهواء. مثل تآكل العوازل والأسلاك الكهربائية وخاصة المستخدم في خطوط الجهد العالي مما يعمل على إجهاد- مجموعة التوصيل الكهربي وقطع التيار أو فقدان جزء كبير منه. صدأ المعادن وتآكلها وخاصة المصنوعات الحديدية والنيكلية والنحاسية.وتلف وتآكل المواد العضوية كالأخشاب والقطن والجلود نتيجة لتفاعل بعض الملوثات مع البروتينات الموجودة في هذه المواد. فقدان قيمة وجمال كثير من المباني والطلاءات والأشغال الفنية. الملوثات وخاصة الأتربة العالقة بالهواء تحجب ضوء الشمس الطبيعي كما تحجب كثيراً من إشعاعات شمسية وعلى الأخص الأشعة العلاجية فوق البنفسجية.

11 –الآثار التلوث الهوائي على تغيير المناخ:

زيادة الأوزون في التربوسفير Troposphere نتيجة التلوث ونقص في طبقة الأستراتوسفير تسبب خللاً في توازن الغلاف الجوي يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة في الأرض أو الغلاف

الجوى ولا يعتبر الأوزون هو الوحيد في تسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض بل يشارك وبنسبة رئيسية غاز ثاني أكسيد الكربون ومركبات الكلوروفلوروكربون و أكاسيد النتروجين وغاز الميثان. ويقول العلماء أن درجة الحرارة على الأرض سوف ترتفع بمقدار 3 - 5 درجات في كل مكان من الآن وحتى عام 2050م. وتعرف الغازات السابق ذكرها بغازات الاحتباس الحراري لأنها تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض . إن ارتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من تغييرات مناخية قد يكون مفيداً و ضاراً. فسوف نحد أن بعض المناطق تزيد إنتاجية الغابات والمحاصيل الزراعية بينما تتدهور في مناطق أخرى وكذلك الأمطار. كما أن ارتفاع درجات الحرارة يعجل بارتفاع سطح البحر مما يهدد الجزر والمناطق المنخفضة بالغرق.

12- وسائل معالجة التلوث الهوائي

تعتمد مكافحة التلوث الهوائي على جهود مشتركة بين الحكومات والعلماء والمؤسسات والمصانع والمنظمات البيئية والأفراد.

- **دور الحكومات:** تعمل الحكومات في مختلف أرجاء العالم على التخلص من التلوث الذي يسبب التلف لأرضنا من يابسة وهواء وماء. وبالإضافة إلى ذلك بذلت جهود دولية عديدة لحماية الموارد الأرضية. إعادة تصنيع النفايات.وقد سنت العديد من الحكومات القوانين التي تساعد في تنقية البيئة. وضعت الحكومات الخطط للحد من التلوث الهوائي. وتشتمل مثل هذه الخطط على خطوات تحد من استخدام المركبات الخصوصية وتشجع النقل الجماعي. ويمكن للحكومات سن القوانين الخاصة بعملية إعادة التصنيع و يعني ذلك إعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها وكذلك سنت العديد من الدول في تشريعاتها الخاصة بالتخلص من التلوث، كما أنها تنظم وسائل التخلص من المخلفات الصلبة والخطرة. ولدى العديد من الدول الصناعية وكالات تملك سلطة مراقبة التلوث وفرض التشريعات.ومن الطرق الفعّالة التي يمكن أن تلجأ إليها الحكومات لمكافحة نوع معين من أنواع التلوث حظر الملوث. فمثلاً، حظرت بعض الدول استخدام المبيد الحشري الخطر (DTT) في كل الأغراض، عدا الأغراض الأساسية. وقد وجد العلماء بدائل أقل ضررًا يمكن أن تحل محله.وقد تحظر حكومة ما بعض الاستخدامات لمادة معينة وتبيح بعضها الآخر. فالرصاص مثلاً، فلز سام في يمكنه أن يسبب تلف الدماغ والكلى والأعضاء الأخرى. وقد حظرت الولايات المتحدة الأمريكية استخدام البنزين المرصص والدهانات المنزلية الرصاصية، ولكنها تسمح باستخدام الرصاص في البطاريات ومواد البناء والدهانات الصناعية. وعلى الرغم من الاستخدام المستمر للرصاص في بعض المنتجات إلا أن القيود على هذا الفلز في الدهانات والوقود قد حدت المشاكل الصحية التي يسببها.

ومن الاستراتيجيات الحكومية التي يمكن أن تساعد في مكافحة التلوث، فرض الغرامات على الشركات المسببة للتلوث. ففي أستراليا وعدد من الدول الأوروبية تُفرض الغرامات على المؤسسات التي تلوث مجاري المياه. ومثل هذه الغرامات كفيلة بتشجيع الشركات على الاستثمار في أجهزة مكافحة التلوث أو في تطوير وسائل تشغيل قليلة التلوث. وفي إمكان الحكومات أن تفرض الضرائب على المنتجات الملوثة. فمثلاً، تفرض معظم الدول الاسكندينافية الضرائب على القوارير غير المسترجعة. وتقضي بعض الأنظمة الحكومية ببساطة أن على المؤسسات أن تُعْلِم الجمهور بعدد الملوثات التي تلقي بها إلى البيئة. وقد دفعت هذه الأنظمة بعض الشركات إلى البحث عن طرق تحد بها من التلوث، للحيلولة دون تكوين المستهلكين لانطباع سيئ عنهم الانصراف عن شراء منتجاتهم. ويصعب التحكم في العديد من أنواع التلوث، ويرجع السبب في ذلك إلى أن ملكية الموارد العالمية، أي المحيطات والغلاف الجوي، ليست فردية، ولا تخص أُمَّة بعينها .ولابد لسكان العالم، والحالة هذه، من أن تتضافر جهودهم من أجل مكافحة التلوث. وقد دأب ممثلون عن الكثير من الدول على الاجتماع منذ السبعينيات لمناقشة الطرق الكفيلة بالحد من التلوث الذي يؤثر في ماء وهواء كوكب الأرض.

وعقدت هذه الدول المعاهدات والمواثيق التي تساعد في مكافحة مشاكل مثل المطر الحمضي ونقصان طبقة الأوزون وإلقاء المخلفات في المحيطات. ففي الاتفاقية التي أطلق عليها بروتوكول مونتريال حول المواد التي تستنزف طبقة الأوزون، والتي عقدت في سنة 1989م، اتفقت الدول المنتجة لكلوروفلوروكربونات على إيقاف إنتاجها لهذه الكيميائيات تدريجيًا .ونص تعديل لهذه الاتفاقية أجري في سنة 1991م على حظر الكلوروفلوروكربونات حظرًا تامًا بحلول عام 2000م. وفي عام 1992م وافقت العديد من الدول الأوروبية على وقف إنتاجها من الكلوروفلوروكربونات قبل ذلك التاريخ، أي بحلول 1996م. وقد أوقفت معظم الدول إنتاج الكلوروفلوروكربونات في الموعد المحدد، وأرجأت بعض الدول تنفيذ القرار إلى عام 2010م. وفي عام 1992م أيضًا اجتمع ممثلون عن 178 دولة في ريودي جانيرو لحضور مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة والتنمية. وقد كان هذا المؤتمر، الذي عُرف بقمة الأرض، أهم مؤتمر عالمي انعقد حول البيئة، حيث وقّع أعضاء الأمم المتحدة على اتفاقيات لمنع تأثير البيت المحمي والحفاظ على الغابات والكائنات المهددة بالانقراض ومواضيع أخرى. وفي عام 2001م، وقّعت 127 دولة على اتفاقية حظر استخدام 12 من الملوثات العضوية المداومة. وتنتقل هذه المواد الكيميائية ومن بينها مادة د.د.ت. بالهواء والماء عبر الدول مهددة الإنسان والحيوان على حد سواء. وحثت

الاتفاقية العلماء والشركات الصناعية والحكومية على التقليل من وجود الملوثات العضوية المداومة في البيئة.

- **دور العلماء والجهود العلمية:** دفع الاهتمام الواسع بالبيئة العلماء والمهندسين إلى البحث عن الحلول التقنية لهذه المسألة. فبعض الأبحاث تحاول إيجاد طرق للتخلص من التلوث أو تدبيره، وبعضها الآخر يهدف إلى منعه. ويعمل العديد من الباحثين الصناعيين على إيجاد المزيد من الطرق الاقتصادية لاستخدام الوقود والمواد الخام الأخرى. ونتيجة لهذه الأبحاث تستخدم بعض المدن الأوروبية حاليًا حرارة المخلفات الناتجة عن محطات القدرة ومحارق النفايات، في تدفئة البيوت. وتحرق المحركات الحديثة الوقود بطريقة أنظف وأكثر فعالية من المركبات القديمة. كما طور بعض الباحثين سيارات تستخدم وقودًا نظيف الاشتعال مثل الميثانول والغاز الطبيعي. وتستخدم بعض السيارات في البرازيل نوعًا آخر من الكحولات، وهو الإيثانول وقودًا. ويعكف العلماء أيضًا على تطوير سيارات تعمل بغاز الهيدروجين، وهو غاز لا يُصدر أي تلوث إذا ما اشتعل. ويبحث العلماء والمهندسون في طرق لتوليد الطاقة الكهربائية بتكلفة أقل من الموارد المتجددة مثل الرياح والشمس، والتي قلما نتج عنها أي تلوث. وتزود حقول واسعة من طواحين الهواء، تسمى مزارع الريح العديد من الأقطار بالكهرباء، حيث تُحوِّل نبائط تسمى الخلايا الفولتية الضوئية أشعة الشمس مباشرة إلى الكهرباء. ففي مدينة ساكرامنتو بكاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية تنتج محطة قدرة فولتية ضوئية تكفي لإنارة ألف منزل.
- **دور المؤسسات والمصانع**: اكتشفت العديد من الشركات أن الحد من التلوث أمر مطلوب من المنظور التجاري. فقد وجد بعضها أن الحد من التلوث يحسِّن صورتها لدى الجماهير كما أنه يوفر المال. وطور آخرون منتجات أو وسائل لا تشكل خطورة على البيئة، وذلك سعيًا لكسب رضى المستهلكين، كما طور البعض الآخر أنظمة لمكافحة التلوث لاعتقادها بأن القوانين سترغمهم على فعل ذلك، آجلاً أو عاجلاً. وتحد بعض الشركات من التلوث لأن القائمين على هذه الشركات آثروا أن يفعلوا ذلك. فإن المواقع المصرح بها للتخلص من النفايات أصبحت نادرة، وزادت تكاليف استخدامها .ونتيجة لذلك ابتدعت العديد من المؤسسات طرقًا لإنتاج أقل قدر ممكن من المخلفات . فمثلاً قد يستخدم المصنعون حدًا أدنى من التغليف، ومواد تغليفية يمكن إعادة تدويرها، إذ كلما خفّ التغليف قلّ استهلاك موزعي المنتجات للوقود، وقلّ ما يلقي به المستهلكون من التغليف في النفايات.

وتتخصص العديد من المؤسسات في أنواع مختلفة من وسائل إدارة التلوث. ويتوقع لأعمال الحد من التلوث، أو القضاء عليه، أن تكون واحدة من أسرع الصناعات المستقبلية نموًا. فمثلاً، طورت

بعض مؤسسات إدارة التلوث طرق للتخلص من الهبائيات الضارة المنطلقة من المداخن. فالهبائيات يمكن احتجازها باستخدام المرشحات، أو المصائد التي تستخدم الكهرباء الساكنة، أو طرق تسمى المغسالات، تغسل الهبائيات عن طريق الرش بالكيميائيات. وتساعد مؤسسات أخري الشركات في تنفيذ الأوامر الحكومية من أجل التخلص من التلوث. وتدير بعض المؤسسات برامج إعادة التدوير وحفظ الطاقة. كما تساعد بعض المؤسسات الأخرى في تطوير عمليات تقلل من الملوثات. وبصرف النظر عن السبب والكيفية التي بدأت فيها الصناعات في التخلص من الملوثات، فإنها عملية بطيئة وباهظة التكاليف. وتعتمد العديد من المؤسسات على أرخص طرق الإنتاج المتاحة، حتى لو كانت هذه الطرق تحمل التلوث في طياتها. فمحطات القدرة، على سبيل المثال، تحرق عادة الزيت والفحم لتوليد الكهرباء، نظرًا لكونها أكثر الطرق ملاءمة من الناحية الاقتصادية. ويستخدم المصنعون الكادميوم والرصاص والزئبق في صناعة البطاريات، لأن هذه الفلزات، على الرغم من سميَّتها، تحسن كفاءة البطاريات .وعندما تضاف تكلفة التخلص من التلوث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى تكاليف التصنيع، يتضح أن الطرق قليلة التلوث هي الأفضل من الناحية الاقتصادية.

- **دور المؤسسات الزراعية**:يطور العلماء المختصون في الزراعة طرقًا لتنمية الغذاء تتطلب القليل من الأسمدة والمبيدات. ويستخدم الكثير من المزارعين الدورات الزراعية، أي المناوبة بين المحاصيل من سنة لأخرى، لتقليل الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية. وتساعد الدورات الزراعية تساعد في تعويض النيتروجين المفقود من التربة و مكافحة الآفات والأمراض الزراعية. ويستخدم بعض المزارعين خليط التسميد والأسمدة الأخرى التي لاتضر التربة. وبدلاً من رش المحاصيل بالمبيدات الضارة يكافح بعض المزارعين الحشرات بإطلاق أنواع من البكتيريا أو الحشرات الأخرى التي تفترس هذه الآفات. ويعكف العلماء على تطوير نباتات مهندسة وراثيًا، تقاوم الآفات الزراعية.

ويسمى استخدام الدورات الزراعية واستخدام الأعداء الطبيعيين للآفات معًا المكافحة الطبيعية للآفات .ويطلق على التجميع بين الاستخدام المحدود للمبيدات الحشرية الكيميائية والمكافحة الطبيعية الإدارة المتكاملة لمكافحة التلوث للآفات .ويستخدم الذين يلجأون إلى هذا النوع من المكافحة كميات قليلة من المبيدات الكيميائية، وحتى هذه الكميات القليلة لا يستخدمونها إلا إذا رأوا أنهم سيحصلون على نتائج جيدة.

- **دور المنظمات البيئية :** تساعد في مكافحة التلوث عن طريق محاولة التأثير على المشرّعين وانتخاب القادة السياسيين الذين يولون اهتمامًا بالبيئة .وتقوم بعض الجماعات بجمع الأموال لشراء الأراضي وحمايتها من الاستغلال. وتدرس جماعات أخرى تأثيرات التلوث على البيئة، وتطور نظمًا لإدارة ومنع التلوث، وتستخدم ما توصلت إليه من نتائج لإقناع الحكومات والصناعات بالعمل على منع التلوث أو الحد منه. وتقوم المنظمات البيئية أيضًا بنشر المجلات والمواد الأخرى لإقناع الناس بضرورة منع التلوث. وتقف جماعة السلام الأخضر وأصدقاء الأرض في طليعة هؤلاء الناشطين.

أحزاب سياسية تمثل الاهتمامات البيئية في العديد من الدول الصناعية .ولهذه المنظمات ـ والتي تعرف بأحزاب الخُضْر ـ تأثير متنام على السياسات الحكومية تجاه البيئة. ومن الدول التي توجد فيها مثل هذه الأحزاب أستراليا والنمسا وألمانيا وفنلندا وفرنسا ونيوزيلندا وأسبانيا والسويد.

- **جهود الأفراد**: يعد حفظ الطاقة من أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يتبعها للحد من التلوث. فحفظ الطاقة يحدّ من التلوث الهوائي الناجم عن محطات القدرة. وقد تؤدي قلة الطلب على الزيت والفحم الحجري إلى التقليل من انسكاب الزيت، ومن التلف الحاصل للمناطق المشتملة على الفحم الحجري. والتقليل من قيادة السيارات يعد أيضًا أحد أفضل طرق توفير الطاقة وتجنب التلوث الحاصل للهواء.ويمكن توفير الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام مصابيح الإنارة والأجهزة المنزلية ذات الكفاءة العالية. فمصابيح الفلوريسنت، على سبيل المثال، تستهلك 25% فقط من الطاقة التي تستهلكها المصابيح المتوهجة. ويمكن أيضًا توفير الطاقة بالتقليل من استخدام الأجهزة، وبإطفاء الأجهزة والمصابيح في حالة عدم وجود حاجة إليها، وبتوقيت ضابط الحرارة المنزلي على 20°م أو أقل في الشتاء، وعلى 26°م أو أكثر في الصيف .وبالإضافة إلى ذلك، تحتاج المباني التي عولجت نوافذها بطريقة خاصة، وذات العزل الجيد، إلى قدر من الوقود والكهرباء ـ بغرض التدفئة أو التبريد ـ أقل بكثير من المباني التي تخلو من هذه الميزات. ويمكن شراء المنتجات التي لاتشكل خطرًا على البيئة. فبإمكان الأسر، على سبيل المثال، أن تحدّ من التلوث عن طريق تقليل استخدام المنظفات السامة، والتخلص الصحيح من هذه المنتجات. فإذا ما امتنع المستهلكون عن شراء المنتجات الضارة فلسوف يتوقف المصنعون عن إنتاجها.

ومن الطرق الأخرى التي يمكن للناس أن يحدوا بها من التلوث الحد من أكل اللحوم .فالمزارعون يستخدمون كميات كبيرة من الأسمدة لزيادة كمية الحبوب التي تتغذى بها المواشي. ولو أن الناس قللوا من أكل اللحوم وزادوا أكل الحبوب والخضراوات لقلل المزارعون من استخدامهم للأسمدة

والمبيدات. ولا يرضى كثير من الناس من الفاكهة والخضراوات إلا الصحيحة الكاملة، والخالية من العيوب، وهذا ما يقدر المزارعون على توفيره دون استخدام كميات كبيرة من المبيدات. ولو أن الناس ارتضوا الفاكهة والخضراوات بما فيها من عيوب طفيفة، لقلل المزارعون استخدامهم للكيميائيات. ومن أسهل الطرق التي يمكن للأفراد إتباعها من أجل منع التلوث، إعادة استخدام المنتجات. فمثلاً، يستخدم بعض منتجي الألبان القوارير الزجاجية بدلاً عن العبوات الكرتونية الورقية. ويمكن إعادة تعبئة هذه القوارير واستخدامها مرة أخرى. وفي مقدور الناس إعادة استخدام الأوراق القديمة والحقائب البلاستيكية لحمل مشترياتهم أو وضع النفايات فيها. وبإعادة استخدام المنتجات يمكن للناس تجنب التلوث المرتبط بإنتاج المزيد من المنتجات والتلوث المتسبب عن رمي المنتج. والتدوير طريقة أخرى لإعادة استخدام المواد. فالعديد من المدن والبلدات تنظم عملية تجميع المخلفات من أجل إعادة معالجتها. ويوفر التدوير كلا من المادة والطاقة، ويمنع التلوث. وهناك الكثير من المخلفات المتنوعة التي يمكن تدويرها. ومن المخلفات الشائع تدويرها: العلب والزجاج والورق والأوعية البلاستيكية والإطارات القديمة .فالعلب يمكن صهرها واستخدامها في تصنيع علب جديدة. والزجاج يمكن سحقه وتصنيع أوعية جديدة منه، أو استخدامه في مواد البناء. والورق يمكن معالجته إلى منتجات ورقية مختلفة. ويمكن صهر البلاستيك وإعادة تشكيله إلى سياج أو ألواح أو مناضد أو سجاد .أما الإطارات القديمة فيمكن حرقها لإنتاج الطاقة، أو تقطيعها وإضافتها إلى الإسفلت، أو صهرها وقولبتها إلى منتجات مثل الحصائر الأرضية ومعدات الملاعب. وأهم الطرق التي يمكن للناس أن يكافحوا بها التلوث، أن يتعلموا قدر استطاعتهم كيف يمكن لنشاطاتهم أن تؤثر على البيئة. وفي مقدورهم بعد ذلك، أن يلجئوا إلى خيارات ذكية، للتقليل من الدمار الحاصل لهذا الكوكب.

13.أهم أربع مظاهر التلوث الهوائي

1- ظاهرة البيت الزجاجي:Green house affect

تأثير يحدث في الغلاف الجوي بسبب وجود بعض الغازات (غازات البيت الزجاجي) و التي تعمل على امتصاص الأشعة تحت الحمراء. فأشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية تخترق الغلاف الجوي حيث تعمل على تسخين سطح الأرض ، و هذه الطاقة يعاد إشعاعها مرة ثانية على شكل أشعة تحت حمراء و التي و بسبب طولها الموجي الطويل يتم امتصاصها من قبل بعض المواد مثل ثاني أكسيد الكربون. فانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن نشاط الإنسان قد زادت بصورة كبيره في السنوات الماضية . و علية و نتيجة لذلك ارتفعت درجة حرارة الأرض و كذلك

الغلاف الجوي ارتفاعا ملحوظا و هذا ما يعرف باسم الاحترار العالمي، و هو مشابه إلى حد ما بتأثير البيت الزجاجي حيث تخترق أشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية زجاج البيت الزجاجي و الأشعة المنبعثة أو المرتدة من سطح الأرض يتم احتجازها داخل البيت الزجاجي بسبب كون الزجاج لا يسمح بمرورها. و يعتبر تأثير البيت الزجاجي من المخاطر الكبيرة على البيئة. فالزيادة في درجة حرارة الأرض يؤثر على التقلبات الجوية و بالتالي على مخرجات الزراعة. و ايضا يؤثر الاحتباس الحراري على ذوبان المزيد من المساحات الثلجية و بالتالي ارتفاع في مستوى مياه البحار و المحيطات و المسطحات المائية عموما.

إن زيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الغازي عن تركيزها الطبيعي ومن هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون يعمل على منع الإشعاع الأرضي من التسرب إلى الفضاء الخارجي حيث أن الإشعاع الشمسي يعمل على تسخين الأرض والتي بدورها تقوم على إشعاع هذه الحرارة باتجاه الفضاء . يتميز ثاني أكسيد الكربون بنفاذية للإشعاع الشمسي ولكنه غير نفاذ للإشعاع الأرضي مما يعمل على تدفئة جو الأرض عن طريق حجز جزء من الإشعاع الأرضي ولكن في حال زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون فان الكمية المحتبسة داخل الغلاف الغازي سوف تزيد مما يعمل على زيادة حرارة الأرض وبالتالي تغيير في المناخ العالمي وزيادة في منسوب مياه البحار على حساب جليد الأقطاب وهناك الكثير من الظواهر التي تؤكد مثل هذا السيناريو .

2-استنزاف الأوزون:Ozone depletion

ينتج عن بعض صناعات التبريد وغازات الدفع وإطفاء الحرائق و مخلفات الطيران النفاث بعض المركبات التي تسمى بمركبات الكلوروفلوروكربون (CCLF) أو الفريون والتي تتفاعل مع غاز الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير إلى أكسجين. ومهمة الأوزون في الستراتوسفير في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من الوصول لسطح الأرض وهذا سبب ارتفاع الحرارة في الستراتوسفير .وصول الأشعة فوق البنفسجية (UV) إلى سطح الأرض سوف يؤدي إلى زيادة الحرارة و خطرها على صحة البشر.

$$CCL_3F \longrightarrow CL + CCL_2F$$

$$CL + O_3 \longrightarrow CLO + O$$

$$CLO + O \longrightarrow CL + O_2$$

والكثير من الدراسات تؤكد تآكل طبقة الأوزون وخاصة فوق القطب الجنوبي وان استمر تآكل هذه الطبقة بنفس المستوى فان خطر الأشعة فوق البنفسجية على الغابات والأحياء البحرية سوف يتصاعد و التي تعتبر مصدر رئيسي لأكسجين البحار .

4- المطر الحمضي:(Acid rain) تتكون الأمطار الحمضية من تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت. وأهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين بوجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث اكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريت.

هو مطر أو أي نوع من الهطول يحتوي على (Acid rain :المطر الحمضي (بالإنجليزية أحماض. الأمطار الحمضية لها تأثيرات مدمرة على النباتات والحيوانات المائية. معظمها تتكون بسبب مركبات النيتروجين والكبريت الناتجة عن الأنشطة البشرية والتي تتفاعل في الجو لتكوّن الأحماض. في السنوات الأخيرة، الكثير من الحكومات وضعت قوانين للحد من هذه المركبات المسببة للأمطار الحمضية.

تتكون الأمطار الحمضية من تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت. وأهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجينالأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث اكسيد الكبريت الذي يتحد بعد بوجود .ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريت

الذي يبقى معلقا في الهواء على هيئة رذاذ دقيق تنقله الرياح من مكان لاخر، وقد يتحد مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، اما عندما يكون الجو جافا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فان رذاذ حمض الكبريت، ودقائق كبريتات النشادر يبقيان معلقين في الهواء الساكن، ويظهران على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فإنهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي، هذا وتشترك اكاسيد النيتروجين مع اكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار إلى حمض الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية النيتروجين.

ويبقى هذا الحمض معلقا في الهواء الساكن، وينزل مع مياه الأمطار، مثل حمض الكبريت مكونا

الأمطار الحمضية. ولابد من إبداء الملاحظتين الآتيتين في هذا المجال. الملاحظة الأولى: ان الغازات الملوثة تنتقل بواسطة التيارات الهوائية تؤكد الدراسات في اسكندنافيا ان كمية غازات الكبريت أعلى (2.0) مرة مما تطلقه مصانعها، وفي الوقت نفسه، لا تزيد كمية غازات الكبريت في اجواء بعض اقطار أوروبا الغربية، وخاصة المملكة المتحدد عن 10- 20%. وهذا يعني ان هذه الغازات الملوثة، تنتقل بواسطة التيارات الهوائية من أوروبا الغربية إلى اسكندنافيا وإنكلترا. الملاحظة الثانية: الأمطار تزداد مع الزمن، كما جاء في كتاب "التلوث مشكلة العصر" تشير الدراسات إلى ان حموضة الأمطار التي سقطت فوق السويد عام 1982 كانت أعلى بعشر مرات من حموضة الأمطار التي سقطت عام 1969، حيث لاحظ الخبراء أن نسبة حموضة مياه الأمطار زادت بشكل منذر بالخطر، أما درجة حموضة الأمطار في بريطانيا فقد وصلت إلى 4.5 في عام 1979، ووصلت في نفس العام في كندا إلى 3.8 وفرجينيا إلى 1.5، حيث كانت درجة حموضة أمطار فرجينيا تقارب درجة حموضة حمض الكبريت (أسيد البطاريات) وفي اسكتلندا، وصلت إلى 7.2 عام 1977، ووصلت في لوس أنجلس إلى 3 عام 1980. اي أكثر حموضة من الخل وعصير الليمون، ولا يقتصر التوزع الجغرافي للأمطار على البلاد الصناعية، إذ يمكن ان تنتقل الغيوم لمسافات بعيدة عن مصادر التلوث الصناعي، فتهطل أمطارا حمضية على مناطق لا علاقة لها بمصدر التلوث. ولابد من الإشارة إلى ان درجة حموضة ماء المطر النقي هي بين 5.5 - 6 اي تميل إلى الحموضة قليلا، ولم يسجل اي تأثير سلبي لهذه النسبة، حصل خلال ملايين السنين، ويمكن اعتبار ماء المطر نقيا في حدود هذه الدرجة وغير ضار بالبيئة حسب المعلومات المتوفرة.

الآثار التخريبيةعلى البيئة البحرية

إن زيادة حموضة الماء تعود إلى انتقال حمض الكبريت وحمض الأزوت (النيتروجين) إليها مع مياه السيول والأنهار بعد هطول الأمطار الحمضية. إضافة إلى ذلك فان الأمطار الحمضية تجرف معها عناصر معدنية مختلفة بعضها بشكل مركبات من الزئبق والرصاص والنحاس والالمنيوم، فتقتل الاحياء في البحيرات، ومن الجدير ذكره ان درجة حموضة ماء البحيرة الطبيعي تكون بين 5-6 فاذا قلت عن الرقم 5 ظهرت المشاكل البيئية، وكما أن ماء البحيرات يذيب بعض المركبات القاعدية القلوية الموجودة في صخور القاع أو تنتقل إليها مع مياه الأنهار والسيول، فتنطلق شوارد

البيكربونات وشوارد أخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني، ويعبر عن محتوى الماء من شوارد التعديل ب "سعة تعديل الحمض"، فاذا تدل الإحصائيات على ان عدد البحيرات التي كانت حموضتها أقل من 5 درجات في أميركا في النصف الأول من هذا القرن كان 8 بحيرات فقط، وأصبح الآن 109 بحيرات، كما أحصي في منطقة أونتاريو في كندا، أكثر من الفي بحيرة حموضة مياهها اقل من 5 درجات، وفي السويد أكثر من 20% من البحيرات تعاني من ارتفاع الحموضة، وبالتالي الخلل البيئي واضطراب الحياة فيها.

على الغابات والنباتات

إن تدمير الغابات له تأثير في النظام البيئي، فمن الملاحظ أن إنتاج الغابات يشكل نحو 15% في الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض، ويكفي ان نتذكر ان كمية الأخشاب التي يستعملها الإنسان في العالم تزيد عن 2.4 مليار طن في السنة، كما أن غابات الحور المزروعة في واحد كم2 تطلق 1300 طن من الأكسجين، وتمتص نحو 1640 طنا من ثاني أكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد. كذلك تؤثر الأمطار الحمضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية، فهي تجرد الأشجار من اوراقها، وتحدث خللا في التوازن الشاردي في التربة، وبالتالي تجعل الامتصاص يضطرب في الجذور، والنتيجة تؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل وعلى سبيل المثال: فقد بلغت نسبة الإضرار في الأوراق بصورة ملحوظة في احراجها 34% سحابة من الغيوم تنذر بوقوع الكارثة في ألمانيا في لسبعينات وازدادت إلى 50% عام 1985.

وفي السويد وصلت الأضرار إلى 30% في إحراجها، وتشير التقارير إلى ان 14% من جميع اراضي الاحراج الأوروبية قد اصابها الضرر نتيجة الأمطار الحمضية. إضافة إلى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الأميركية، تتأثر بالأمطار الحمضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان أكثر الاشجار تأثرا بالأمطار الحمضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي إلى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها.

على التربة

تبين التقارير ان التربة في مناطق أوروبا، أخذت تتأثر بالحموضة، مما يؤدي إلى أضرار بالغة من انخفاض نشاط البكتيريا المثبتة للنيتروجين مثلا. وانخفاض معدل تفكك الأداة العضوية، مما

أدى إلى سماكة طبقة البقايا النباتية إلى الحد الذي أصبحت فيه تعوق نفاذ الماء إلى داخل التربة ...والى عدم تمكن البذور من الإنبات، وقد أدت هذه التأثيرات إلى انخفاض إنتاجية الغابات على الحيوانات

تتوقف سلامة كل مكون من مكونات النظام البيئي على سلامة المكونات الأخرى، دخان المصانع السبب الرئيسي فمثلا تأثر النباتات بالأمطار الحمضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي إلى موتها أو هجرتها، كما تموت الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على القوارض أو تهاجر أيضا وهكذا.. وقد يلاحظ التأثير المباشر للأمطار الحمضية في الحيوانات. كما لوحظ موت القشريات والاسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة، نظرا لتشكل مركبات سامة بتأثير الحموض (الأمطار الحمضية)، تدخل في نسيج النباتات والبلانكتون- العوالق النباتية- (نباتات وحيدة الخلية عائمة).. وعندما تتناولها القشريات والاسماك الصغيرة، تتركز المركبات السامة في انسجتها بنسبة أكبر. وهكذا تتركز المواد السامة في المستهلكات الثانوية والثالثية حتى تصبح قاتلة في السلسلة الغذائية.. ولابد من الإشارة إلى ان النظام البيئي لا يستقيم إذ ا حدث خلل في عناصره المنتجة أو المستهلكة أو المفككة وبالنتيجة يؤدي موت الغابات إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة، وهجرة الكبيرة منها.. وهكذا.
على الإنسان

يتشكل الضباب الدخاني في المدن الكبيرة، وهو يحتوي على حموض، حيث يبقى معلقا في الجو عدة أيام، وذلك عندما تتعرض الملوثات الناتجة عن وسائل النقل بصورة فادحة إلى الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس، فيحدث بين مكوناتها تفاعلات كيميائية، تؤدي إلى تكوين الضباب الدخاني الذي يخيم على المدن وخاصة في ساعات الصباح الأولى، والأخطر في ذلك، هو غازي ثاني أكسيد النيتروجين، لأنه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية التي ينتج عنها الضباب الدخاني وبالتالي نكون أمام مركبات عديدة لها تأثيرات ضارة على الإنسان إذ تسبب احتقان الأغشية المخاطية وتهيجها والسعال والاختناق وتلف الأنسجة وانخفاض معدل التمثيل الضوئي في النبات الأخضر. وكل هذا ينتج عن حدوث ظاهرة الانقلاب الحراري، كما حدث في مدينة لندن عام 1952 عندما خيم الضباب الدخاني لمدة ثلاثة أيام، مات بسببه 4000. شخص، وكذلك ما حدث في أنقرة وأثينا

ينتج عن حرق الوقود الأحفورى العديد من الغازات السامة مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت والتي بدورها تذوب في قطرات المطر مسببة ما يسمى بالمطر الحمضي. من المعروف أن الأمطار الحمضية تعمل على تآكل الغابات كما أن سقوط مثل هذا المطر في البحار يعمل على خفض الرقم الهيدروجيني (PH) للمياه مما يؤثر سلبا على الكائنات البحرية وخاصة المرجان.في العالم ربما تعمل مثل هذه الأمطار على تسريع معدل تآكل الآثار والتي تعتبر أحدى مصادر الدخل الرئيسي لبعض الدول .

$$CO_2+H_2O+ \text{sun energy} \longrightarrow H_2CO_3$$

المصادر والمراجع العربية:

1- التلوث: إبراهيم أحمد مسلم.الطبعة الأولى.مطابع الجمعية العلمية الملكية .

2- البيئة الخليجية وعوامل حمايتها من التلوث : أحمد خليفة الحمادي والدكتور محمد الخزامي عزيز .الطبعة الأولى .إصدار جمعية أم المؤمنين النسائية.مزون للإخراج الفني (عجمان) .

3- التلوث مشكلة العصر : د.أحمد مدحت إسلام .عالم المعرفة يصدر من المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب (الكويت).

4- التلوث البيئي أضراره وطرق معالجته دراسة علمية وتطبيقية : أحمد بن إبراهيم المحيميد.من إصدارات نادي أبها الأدبي.

5- التلوث البيئي: د.عبد الوهاب رجب هاشم بن صادق .النشر العلمي والمطابع .جامعة الملك سعود .الرياض

6.مجلة أصدقاء البيئة دولة قطر العدد الخامس لسنة2000 م

7. مجلة البيئة . وزارة البلديات الإقليمية والبيئة سلطنة عمان العدد11 لعام 2000م 8. مواقع من شبكة المعلومات العالمية (الأنترنت) .

9.محمد العودات , التلوث وحماية البيئة.

10. اليورانيوم المشعّ يهدد العراق والخليج بكارثة بيئية: التلوث الإشعاعي ثلاثين ألف ضعف المستويات المقبولة، بغداد - محمد الشيخلي، "البيئة والتنمية"، عدد كانون الأول / ديسمبر 02003

11. كاظم المقدادي، جريمة إستخدام السلاح المحظور دولياً ضد الشعب العراقي وأبعادها بين الصمت واللاإكتراث والنتائج،" المستقبل العربي"، العدد 259 (9 / 2000).

12.عاصفة اليورانيوم - الجزء الثاني، برنامج: " سري للغاية"، تقديم: يسري فوده،"الجزيرة نت"، 9 / 11/ 2000

13. نور الدين صالح- زغرب،10 آلاف قذيفة يورانيوم في الأدرياتيكي تهدد حياة 20 مليون نسمة ،"الشرق الأوسط"، في 20019/1/10

14. د.كاظم المقدادي، الكشف عن تأثيرات اليورانيوم المنضب مهمة إنسانية آنية ملحة،" الثقافة الجديدة"، العدد 296،أيلول-تشرين الأول 2000

المراجع الأجنبية:

1. Tedd Weyman, Abu Khasib to Al Ah'qaf: Iraq Gulf War II . Field Investigation Report, Installment 1, November 2003,

2. Ex-military doctor decries use of depleted uranium weapons, By Nao Shimoyachi, The Japan Times, November 22, 2003

3.Warning of uranium contamination risks to NGO staff, Coalition By Tedd ,forces, foreign contract personnel and civilians in Iraq Weyman (UMRC Iraq Field Team Lead), February 06, 2004: UMRC Bulletin

4.UNEP, Depleted Uranium in Bosnia and Herzegovina Post-Conflict Environmental Assessment, March 2003,Revised May 2003. /http://www.umrc.net

الفصل الثاني

التلوث المائي:Water pollution

1-التلوث المائي

التلوث المائي:هوعبارة عن اختلاط الماء بمواد ملوثة مثل مياه المجاري الزيوت أو الفلزات أو الكيميائيات السامة أوأية مواد أخرى تسبب تلوث الماء ويعتبر التلوث المائي من الموضوعات المهمة لدراستها من قبل العلماء والمختصون بمجال التلوث حيث يعتبر الماء أساس الحياة و يدخل

في جميع العمليات البيولوجية والصناعية ، ولا يمكن لأي كائن حي مهما كان شكله أو نوعه أو حجمه أن يعيش بدونه فالكائنات الحية تحتاج إليه لكي تعيش والنباتات هي الأخرى تحتاج إليه لكي تنمو ومن المعلوم ان الماء المكون الرئيسي للخلية ويدخل في تركيب مادة الخلية وهو وحدة البناء في كل كائن حي و أن الماء يلازم لحدوث التفاعلات والتحولات التي تتم داخل أجسام الأحياء فهو إما وسط أو عامل مساعد أو داخل في التفاعل أو ناتج عنه وأثبت علماء وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوفر له مظاهر الحياة ومقوماتها. ينزل الماء إلى الأرض في صورة نقية خالية من الجراثيم الميكروبية أو الملوثات الأخرى لكن نتيجة للتطور الصناعي الهائل يتعرض للعديد من الملوثات مما يحوله إلى ماء غير صالح للشرب والاستهلاك البشري . تلوث ماء المطر الناتج عن العمليات الصناعية وما تنفذه من أبخرة وغازات ونتيجة لذلك ينشأ المطر الحمضي . كما يتلوث الماء بالعديد من الملوثات المختلفة فيتلوث بمخلفات الصرف الصحي وبالمنظفات الكيميائية المختلفة وببعض العناصر المعدنية مثل الرصاص والزئبق والفوسفات النترات و الكلور والنفط. و يؤثر هذا التلوث في المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات والمحيطات المياه الجوفية. و يسبب تلوث النباتات والحيوانات والأسان في نهاية الأمر.

ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخص سنوياً بسبب شربهم ماءً ملوثاً. وفي النظام المائي الصحي تعمل دورة من العمليات الطبيعية على تحويل المخلفات إلى مواد نافعة أو ضارة وتبدأ الدورة عندما تستخدم كائنات عضوية تعرف بالبكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب في الماء لهضم المخلفات. وتنتج هذه العملية النترات والفوسفات وغيرها من المغذيات وهي عناصر كيميائية تحتاجها الكائنات الحية في نموها. وتمتص الطحالب والنباتات المائية الخضراء هذه المغذيات، وتأكل حيوانات مجهريه العوالق الحيوانية الطحالب، وتأكل الأسماك تلك العوالق. أما الأسماك فقد تأكلها أسماك أكبر منها أو طيور أو حيوانات أخرى. وتنتج عن هذه الحيوانات مخلفات جسمية، ثم ما تلبث أن تموت. وتحلل البكتيريا هذه الحيوانات الميتة ، والمخلفات الحيوانية ، ثم تعاود الدورة الكرة مرة أخرى. يتلوث الماء بكل ما يفسد خواصه أو يغير من طبيعته ، والمقصود بتلوث الماء هو تلوث مجاري الماء والآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعه ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا وصبغات كيميائية ملوثة .

يحدث التلوث المائي عندما يُلقي الناس بكميات من المخلفات في نظام مائي ما، بحيث تصل إلى درجة لا يكون معها في وسع عمليات التنقية الطبيعية التابعة له أن تؤدي وظيفتها على الوجه المطلوب. وبعض المخلفات، مثل الزيت والأحماض الصناعية والمبيدات الزراعية، تسمم النباتات المائية والحيوانات، بينما تلوث بعض المخلفات الأخرى مثل المنظفات الفوسفاتية والأسمدة الكيميائية والمخلفات الحيوانية، بمد الحياة المائية بمزيد من المغذيات. وتسمى هذه العملية الإثراء الغذائي، وتبدأ عندما تنساب كميات كبيرة من المغذيات إلى أنظمة المياه حيث تعمل المغذيات على تحفيز النمو الزائد للطحالب. وكلما ازداد نمو الطحالب، ازداد فناؤها بالمقابل. وتستهلك البكتيريا الموجودة في الماء كميات كبيرة من الأكسجين لتهضم بذلك الفائض من الطحالب الميتة .ويؤدي ذلك إلى نقص مستوى الأكسجين في الماء مما يتسبب في موت الكثير من النباتات المائية وكذلك الحيوانات.

التلوث الحراري يحدث حينما يضاف الماء الساخن إلى الجسم المائي. ويعتبر الماء الأكثر حرارة أكثر تلونا من بقية المياه. ويتسبب الماء الساخن في أضرار بالأسماك والنباتات المائية عن طريق تقليل كمية الأكسجين في الماء. ويمكن للمواد الكيميائية والزيوت أن تحدث تلوثًا مائيًا مدمرًا يتسبب في قتل الطيور المائية والمحار والحياة الفطرية الأخرى ويأتي الماء الساخن من محطات توليد طاقة والمصانع .

يحدث التلوث المائي من مصادر كثيرة، منها نفايات المجاري والكيميائيات الصناعية والكيميائيات الزراعية ومخلفات المواشي. ففي المناطق التي تفتقر إلى محطات حديثة لمعالجة مياه المجاري، يمكن أن تنساب المياه التي تحمل معها المخلفات البشرية إلى مصادر المياه. مما يؤدي إلى اختلاط البكتيريا الناقلة للأمراض بماء الشرب وتتسبب في الإصابة بأمراض مثل الكوليرا والدوسنتاريا .أما في المناطق التي تحظى بصرف صحي جيد فإن معظم المخلفات البشرية تنساب في أنابيب وضعت في باطن الأرض، حيث ينتهي بها المطاف إلى محطات معالجة خاصة تقتل البكتيريا الضارة وتزيل المخلفات الصلبة.

1-1مصادر للتلوث المائي من حيث النوعية

و تقسم مصادر التلوث المائي من حيث النوعية إلى أربعة أقسام هي: التلوث الفيزيائي و التلوث الكيميائي و التلوث البيولوجي و التلوث الإشعاعي.

1.التلوث الفيزيائي: وينتج عن تغيرفي المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء مع ازدياد عملية التبخر لماء البحيرة أو الأنهار في الأماكن الجافة، دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة

نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة، ونقص الأكسجين، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن.

2.التلوث الكيميائي: وينتج هذا التلوث من كثرة العمليات الصناعية، أو الزراعية، بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. وتعد كثيرةٌ من الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات، من نواتج هذه العمليات التي يؤدي تسربها في الماء إلى التلوث، وتغير صفاته. وهناك العديد من الفلزات السامة الغذائية في الماء، تؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتركيزات كبيرة، مثل الباريوم والرصاص والزئبق والكادميوم. أمّا الفلزات غير السامة، مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم، فإن زيادتها في الماء تؤدي إلى بعض الأمراض، إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية، مثل الطعم وجعله غير مستساغ. واما التلوث بالمواد العضوية، مثل الأسمدة الفوسفاتية النيتروجينية، التي يؤدي وجودها في الماء إلى تغير رائحته، ونمو الحشائش والطحالب، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الماء، وزيادة البخر. وقد يؤدي الى تتحول هذه البحيرات إلى مستنقعات مليئة بالحشائش والطحالب، وقد تتحول في النهاية إلى أرض جافة.

3.التلوث البيولوجي: وينتج هذا التلوث عن ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات في المياه. وتنتج هذه الملوثات في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعالجة ، مثل الكلور والترشيح بالمرشحات الميكانيكية.

4.التلوث الإشعاعي: ومصدر هذا التلوث يكون غالباً عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية. وفي الغالب لا يُحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية، مما يجعله أكثر الأنواع خطورة، حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه، في غالب الأحوال، وتتراكم فيه ثم تنتقل إلى الإنسان، أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة، منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.

2-1أهم مصادر التلوث المائي

1- المصادر الصناعية

وهي عبارة مخلفات المصانع المختلفة مثل المصانع الغذائية والكيمائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والأحماض والقلويات والأصباغ والنفط ومركبات

البترول والكيماويات والأملاح السامة كأملاح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم . تشكل مياه المصانع وفضلاتها نسبة كبيره من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول وقليل من المصانع في الدول النامية و الدول المتقدمة تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في مياه البحار والبحيرات والأنهار .

أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي على الملوثات الصناعية (الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية مسرطنة. ومن أشكال التلوث الصناعي الحراري هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في عمليات التبريد، وما ينتج عنة من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية.

2. مصادر تلوث الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة,و في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. واستخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره على الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها على صحة الإنسان.

تحتوي مياه المجاري علي كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا أخر. تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيتها للاستعمال على عدة عوامل منها:

- كمية الأوكسجين الذائب في الماء ، سرعة تيار الماء في المجري المائي،السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات، مدي حجم ونوعية الشوائب والفضلات التي تلقي في هذا المسطح المائي ، تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة

ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة. تحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة عالية من الماء والباقي مواد صلبة على هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة. وهذه المركبات هي: الكربوهيدرات وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز. أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك, بروبونيك وغيرها،أملاح أحماض عضوية،الدهون والشحوم،المركبات العضوية النتروجية وتشمل البروتينات،الأصباغ،الأملاح المعدنية ومواد أخري. ومياه المجاري وهي تتلوث بالصابون والمنظفات الصناعية وبعض أنواع البكتريا والميكروبات الضارة ، وعندما تنتقل مياه المجاري إلى الأنهار والبحيرات فإنها تؤدي إلى تلوثا هي الأخرى .

3. مصادر التلوث الزراعية

استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية في الزراعة، والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف ، كذلك تتلوث مياه القنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من هذه مياه الملوثة بالمبيدات.

4. مياه الأمطار الملوثة

تتلوث مياه الأمطار و خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والغبار، و أن تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ونفث الغازات والأتربة في الهواء أو الماء ، وفي الماضي لم تعرف البشرية هذا النوع من التلوث. لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفثتها المصانع ومحركات الآلات والسيارات ، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه ، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات أدى ذلك إلى التسمم .

كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والأنهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات و تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الإنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة .

5. مياه المفاعلات النووية

التلوث النووي الناجم عن خلل مفاجئ في المفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية ففي بعض الدول طالبت الهيئات المسؤولة عن سلامة البيئة والشركات صاحبة المفاعلات بوضع خطة لإجلاء السكان في دائرة قطرها 15 كم عند الضرورة .وهي تسبب تلوثً حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتها ، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان

وبقية الكائنات الحية .

6. مياه التلوث البترولي

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات ، او لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر. ومن أسباب تلوث مياه البحار ً بالبترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه ، كما حدث في شواطئ كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات، وتكون نتيجة لذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بثمانمائة ميل على مياه المحيط الهادي ، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدرافيل والأسماك والكائنات البحري.

3.الملوثات الأساسية للمياه.

1- الفضلات المستهلكة للأكسجين: Demanding Wastes Oxygen تعتبر كمية الأكسجين الذائبة في الماء هي أهم مقياس لجودة المياه ويتم قياسها بقياس (DO) وهو كمية الأكسجين الذائبة Dissolved Oxygen.وكمية الأكسجين الذائبة في المياه الصالحة للشرب يجب إن تتراوح بين (15-8 مليغرام/لتر) وهذا يعتمد على ملوحة ودرجة حرارة المياه فكلما زادت قل كمية الأكسجين الذائبة في الماء. الفضلات المستهلكة للأكسجين و هي مواد تتأكسد في الماء مستهلكة إثناء أكسدتها للأكسجين الموجود مما يسبب انخفاض كمية الأكسجين الذائب في الماء و يؤثر هذا على جودة المياه وصلاحيتها للاستهلاك .هذه الفضلات هي فضلات عضوية قابلة للتحلل مثل فضلات الطعام وفضلات تصنيع الأوراق وتتواجد عادة في الصرف الصحي والصرف الصناعي.و هناك عدة مؤشرات لقياس كمية الفضلات المستهلكة للفضلات في الماء : (COD) وهو مؤشر على كمية الأكسجين التي يتم استهلاكها لأكسدة كمية معينة من المواد الكيميائية بالكامل. (BOD) وهو مؤشر لكمية الأكسجين التي يتم استهلاكها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة كمية من المواد العضوية في الماء. والمؤشرين يدلان على كمية الفضلات الموجودة فكلما زادت كمية الفضلات كان الاستهلاك أكثر مما يقلل بالتالي من كمية الأكسجين المتبقي وهذا يسبب انخفاض جودة المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام.

2- الكائنات الحية (الممرضات) : Pathogens و الممرضات هي ميكروبات أو كائنات دقيقة تسبب الإمراض وهى تنمو كالإنسان وتتكاثر في المياه الملوثة بالصرف الصحي يمكن تقسمها إلى :

- مياه ممرضة (waterborne) : حاملة لأمراض كالتيفوئيد والكوليرا وتنتقل الإمراض بالشرب أو الاستحمام. ومياه حاملة للمرض (water-contact): محتوية لكائنات تسبب إمراض كديدان البلهارسيا وهى تنتقل بالتلامس كالاستحمام. و مياه النظافة الشخصية (water-hygiene) :

وهى تسبب إمراض الجلد وإمراض العين كالرمد وهى تحدث بسبب قلة المياه المستخدمة للنظافة الشخصية.

3- النيترات : Nutrients و هي مواد كيميائية من أشهرها الفسفور والنيتروجين وهى مواد تساعد على نمو الكائنات الحية. وجودها بنسب معقولة في الماء يعتبر طبيعي وأساسي في أي مياه جارية على سطح الأرض. وخطرها في الماء وبدايتها كملوثات عندما تزيد عن حدها الطبيعي فتبدأ النباتات المائية بالتغذية عليها بشكل كبير مما يؤدي إلى نموها وانتشارها بسرعة كبيرة في الماء يفوق قدرة وطاقة المياه على توفير الأكسجين اللازم للعمليات الحيوية مما يسبب هبوط حاد في كمية الأكسجين الموجودة بالماء يؤدي هذا إلى موت الكائنات المائية الموجودة وموت النباتات أيضا و تحللهم الطبيعي وانخفاض الأكسجين أكثر بسبب استهلاك الأكسجين المتبقي ، يؤدي إلى فساد المياه وعدم صلاحيتها للاستخدام. وعملية زيادة كمية النترات في المياه تسمى (NUTRIPHICATION).

4- الأملاح: Salts والماء بشكل طبيعي يقوم بتجميع الأملاح والمواد الذائبة فيه إثناء مروره عبر التربة والصخور إلى البحر. و ملوحة المياه يتم قياسها باستخدام (Dissolved Solids (Total TDS)). و الملوحة المناسبة لمياه الشرب TDS= 500 مليغرام/ لتر.

5- التلوث الحراري: Thermal pollution التلوث الحراري سببه تصريف المياه الساخنة من المصانع إلى مياه البحيرات أو الأنهار أو البحر مما يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ ومتواصل في درجة الحرارة في بقعة معينة من المنطقة المائية مما يؤدي إلى موت الكائنات المائية في تلك المنطقة بشكل فوري بالإضافة إلى ما يسببه من تقليل قدرة المياه على إذابة الأكسجين فيها فيهبط مستوى الأكسجين في الرقعة المحتوية على المياه الساخنة والكائنات المائية المتحللة وبشكل متواصل حسب امتداد تلك المياه الساخنة في المحيط المائي حتى تتجانس درجتها مع درجة حرارة المياه المحيطة بها.

6- المعادن الثقيلة: Heavy metals مجموعة المواد المعدنية الثقيلة مثل الكروم والرصاص أو المعادن السامة (Toxic metal) كالزئبق.وهي مواد تكون أثقل من المياه مما يسمح بترسبها في قاع الأنهار أو البحيرات إلا إن خطرها يبقى متواجد على الدوام بسبب بطيء او عدم تحللها الطبيعي.و الصرف الصناعي هو المصدر الرئيسي لهذه الملوثات.

7- المبيدات الحشرية :Pesticides هي مواد كيميائية تستخدم للقضاء على الحيوانات القارضة كالفئران أو الحشرات والإعشاب أو على الفطريات. و أهم مبيد عرف هو DDT وكان يستخدم بشكل واسع إلا إن تأثيره على السلسلة الغذائية للكائنات الحية أدى إلى تحريم استخدامه حيث انه يمتلك صفتان خطيرتان هما الأولي مقاومته للانحلال يبقى مدة طويلة في الطبيعة قبل إن

يتفكك إلى مركباته الأصلية. والثانية يذوب في الشحوم مما يسمح له بالبقاء بداخل جسم الكائن الحي والانتقال من كائن إلى أخر حسب السلسلة الغذائية المعروفة بدون إن يتحلل في جسم ذلك الكائن الحي ويتراكم ويزداد تركيزه في الأنسجة الشحمية مسببا السرطان.

8- المركبات العضوية المتطايرة :وهي مواد كيميائية تنتج من العمليات الصناعية وتتواجد عادة في المياه الجوفية فقط بتركيز عالي لأنها تتطاير عند ملامستها للهواء الجوي وبالتالي فتركيزها في المياه السطحية منخفض جداً وأفضل طريقة للتخلص منها هو بتعريض المياه الجوفية للهواء الجوية لفترة معينة تساعد على التخلص من كامل تركيز المواد المتطايرة بها.والمواد المتطايرة هي مواد سامة وتسبب السرطان عند تناولها بتركيز عالي في الماء ومن أكثرها سمية فنيل كلورا يد (Vinyl chloride) .

4.أضرار التلوث المائي على صحة الإنسان

يعتبر التلوث الميكروبي أو الكيميائي للمياه من أكثر الملوثات أضرارا على صحة الإنسان.

- **تلوث الماء ميكروبيا**. إن مياه الصرف الصحي بها أعداد هائلة من الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفود وشلل الأطفال.

وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا في تحولات الميثان والكبريت والفسفور والنترات. فبكتريا الميثان تنتج غاز الميثان في الظروف الهوائية واللاهوائية, وبكتريا التعفن تنتج الأمونيا التي تتأكسد إلي نترات والتي تكون ما يعرف باخضرار الماء وتظهر على شكل طبقة خضراء من الأعشاب على سطح المياه والبحيرات وشواطئ البحار, وأكثر ما تكون في المياه الراكدة وتسبب في إعاقة تسرب الأوكسجين إلى الماء.

وان مياه الصرف الصحي إذا لم تعالج جيدا تسبب أمراضا خطيرة للإنسان وخاصة إذا تسربت لمياه الشرب. يعتبر التلوث الميكروبي للمياه السبب في انتشار كثير من الأمراض في العالم.

5-1أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه

- **مركبات حمضية أو قلوية**: تعمل كل من المركبات الحمضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء وارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها. والتلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات الكلوريدات. وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء.

- **مركبات النترات والفوسفات:**تسبب هذه المركبات ظاهرة اخضرار الماء. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. وأن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق.

- **المعادن الثقيلة:** أكثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص والزئبق . يسبب تسرب الرصاص إلى أنابيب المياه إلى تلف الدماغ وخاصة عند الأطفال. يوجد الزئبق في الماء على شكل كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد على شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى. أما في الأسماك فإن مثيل الزئبق يتراكم داخلها بتركيزات عالية نتيجة التلوث وينتقل من الأسماك إلى الإنسان.وكذلك الحديد والمغنيسيوم: يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء أشبه بالصدأ ولا يسبب ضررا إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية.

- **مركبات عضوية:** كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية.

- **الهالوجينات:** يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة.

- **المواد المشعة:** مثل الراديوم الذي يسبب السرطان وخاصة سرطان العظام.

4. آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان

تلوث المياه العذبة يدمر صحة الإنسان من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها:الكوليرا الملاريا،التيفود البلهارسيا ، الالتهاب الكبدي الوبائي،الدوسنتاريا بكافة أنواعها حالات تسمم. كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة والمخلفات الزراعية التي تتسرب إلى مياه الصرف تساعد على نمو الطحالب والنباتات المختلفة مما يضر بالثروة السمكية إذ تعمل هذه النباتات على حجب ضوء الشمس والأكسجين وتمنعه من الوصول إلى داخل المياه، كما أنها تساعد على تكاثر الحشرات .أهم العناصر التي تسبب تلوث المياه العذبة. وقد شهدت مصادر المياه العذبة تدهوراً كبيراً في الآونة الأخيرة لعدم توجيه قدرا وافرا من الاهتمام لها. المياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر ويومي.

5. العوامل التي تتسبب التلوث

- عدم تنظيف خزانات المياه بشكل دوري و سليم. ونقص خدمات الصرف الصحي والتخلص من مخلفاته. وعدم معالجة المخلفات الصناعة، وإن عولجت فيتم ذلك بشكل جزئي. و تسرب بعض المواد المعدنية و المبيدات الحشرية للمياه الجوفية مثل الحديد والمنجنيز والرصاص..الخ.

6- طرق معالجة التلوث المائي

الماء عنصر أساسي لجميع الكائنات الحية وتغطي المياه حوالي 71 / من الأرض, وتكون حوالي 65 % من جسم الإنسان, 70% من الخضروات, وحوالي 90 / من الفواكه. والماء مذيب جيد لكثير من المواد و حتى بعض المواد التي لا تذوب فيه تشكل معلقات غروية تشبه المحاليل.وينزل الماء على شكل أمطار أو ثلج بصورة نقية خالية تقريبا من الجراثيم أو الملوثات الأخرى,لكن نتيجة للتطور الصناعي الكبير يتعرض لكثير من الملوثات مما يجعله غير صالح للشرب. ومن أمثلة التلوث الأمطار الحامضية وكذلك مخلفات الصرف الصحي والصناعي والزراعي.وتلوث مياه البحار والأنهار و المياه الجوفية بالمواد البترولية والمواد المشعة والمعادن الثقيلة وغيرها. ويشكل التلوث بالمواد البترولية خطرا على المياه حيث يكون طبقة رقيقة فوق سطح الماء تمنع اختراق الهواء وثاني اوكسيد الكربون والضوء إلى الماء وبذلك تصبح الحياة المائية شبه مستحيلة. ويدوم الهيدروكربون الناتج من تلوث البترول مدة طويلة في الماء ولا يتجزأ بالبكتريا ويتراكم في قاع البحار. ويحتوي البترول على مواد مسرطنة مثل بنزوبيرين الذي يوجد بنسبة عالية في نفط ويؤثر على النباتات والحيوانات التي تتغذي عليها.وهناك مواد كيماوية أخري تسبب تلوث المياه مثل المبيدات D.D.T وأيضا المعادن الثقيلة.

7- وسائل وأساليب مكافحة تلوث المائي

- التحول من استعمال الفحم إلى استعمال النفط . لأن احتراق الفحم يسبب تلوثا يفوق ما ينجم عن احتراق النفط والذي يهدف إلى حماية البيئة من التلوث إلى حد كبير . إلا أن اتخاذ مثل هذا الإجراء يهدد بإغلاق بعض الناجم وما يترتب علية من ارتفاع نسبة الأيدي العاطلة .

- معالجة مياه المجاري بالمدن والقرى ومياه الصرف الصحي . حيث إنه من الضروري معالجة مياه المجاري بالمدن وكذلك مياه الصرف الصحي قبل وصولها إلى المسطحات المائية وقد اتخذت خطوات متقدمة في هذا المجال في كثير من الدول،إذ اتجه الاهتمام نحو معالجة مياه المصارف وإعادة استخدامها في ري الأراضي الزراعية .

- التخلص من النفط العائم: يجب التخلص من النفط العائم بعد حوادث الناقلات بالحرق أو الشفط وتخزينه في السفن أعدت لهذا الغرض مع الحد من استخدام المواد الكيماوية تجنبا لإصابة الأحياء المائية والنباتية.

- محاولة دفن النفايات المشعة في بعض أراضي الصحاري: إذا تحاول بعض الدول الصناعية دفن النفايات المشعة في بعض الصحاري ومثل هذه المحاولات إذا تمت فإنها تهدد خزانات المياه الجوفية بالتلوث وإلى تعريض السكان لمخاطر الإشعاع النووي.

- استخدام الأجهزة المضادة للتلوث: وفي الدول المتقدمة تفرض الدول على أصحاب السيارات تركيب أجهزة تخفيف التلوث وتنتج مصانع حاليا سيارات ركبت بها مثل هذه الأجهزة .

8. معالجة مياه الصرف الصناعي.

إن تطور طرق معالجة مياه الصرف الصناعي لم يبدأ إلا حديثا ولكنه كان سريعا. إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة و من مصنع إلى آخر ضمن الصناعة الواحدة، ومن يوم إلى يوم بل من ساعة إلى ساعة ضمن المصنع الواحد . لقد كان هذا الاختلاف تحديا لمهندسي معالجة المياه ليعتمدوا طرقا و تكنولوجيا محددة لمعالجة مياه الصرف الصناعي. أصبح التركيز أكثر فأكثر على المواصفات النوعية للمياه، تركز الاهتمام بشكل أكبر على الصناعة كمستهلك رئيسي للمياه و مصدر رئيسي لتلوثها.

إن معالجة مياه الصرف الصناعي أمر لايمكن فصله عما يدعى "إدارة التلوث الصناعي أو إدارة النفايات الصناعية ".لأنه بعكس مسؤول التلوث الصحي فإن العامل في الصناعة يمكنه أن يمارس درجة من التحكم بكمية و نوعية ماء الصرف الصناعي و ذلك باختيار المواد الأولية و طرق التصنيع مناسبة . أن كمية و تركيز ماء الصرف الصناعي تختلف من مصنع إلى مصنع ومن وقت إلى آخر و لذلك فإن أكثر طرق المعالجة فعالية هي تلك التي تصمم كجزء من إدارة الحد من التلوث و معالجة ما لا يمكن منعه.

9- معالجة النفايات الصناعية

9-1 الدراسات الأولية

أ- **تصنف النفايات**: الخطوة الأولى في الدراسات الأولية هي تصنيف النفايات ,و كتصنيف أولي يمكننا القول أن هناك نفايات متجانسة و نفايات غير متجانسة المياه مع أنظمة المعالجة .

1- الملوثات المتجانسة:الملوثات المتجانسة هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها من قبل الهيئات المدنية، معظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية تنتج نفايات خام تشبه بشكل أو بآخر النفايات البلدية ولو أن هناك اختلاف واسع في التركيز.

المعالجة الأولية تتضمن عادة تصفية و ترسيب. و اما المعالجة الثانوية فيمكن أن تتضمن معالجة بالحمأة المنشطة و الفلاتر البطيئة و يمكن أن تتضمن أيضا عمليات بيولوجية هوائية أخرى تهدف إلى أكسدة و إتلاف الجزء الأعظم من المواد العضوية .تقاس المواد العضوية و يعبر عنها عادة بعبارة الآوكسيجين العضوي المطلوب أو تقاس بطريقة غير مباشرة عن طريق معرفة الآوكسيجين الكيميائي المطلوب أو الكربون العضوي الكلي .المواد القابلة للتحلل البيولوجي يمكن أن تزال بنفس الطرق شريطة عدم الإضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أو قيم حرجة منph و درجة الحرارة ...الخ).

التعقيم ليس عملية مطلوبة عادة في معالجة النفايات الصناعية ولكن وجود هذه النفايات في الصرف الصحي لا يتنافر عادة مع عملية الكلورة .هناك بعض الكيماويات المرجعة مثل السلفيدات

و السلفيتات و مركبات الحديدي التي تزيد من كمية الكلور اللازمة ,لكن هذه المواد يجب أن تكون قد أبعدت أو استهلكت قبل أن تصل النفايات إلى مرحلة الكلورة التي عادة ما تكون المرحلة الأخيرة .

2- الملوثات غير المتجانسة : بعكس نفايات الصناعات الغذائية و بعض الصناعات العضوية التي يمكن معالجتها بنفس العمليات التقليدية المتبعة لمعالجة الصرف فإن نفايات كثير من الصناعات تتضمن ملوثات لا تتلائم مع تلك الطرق من المعالجة .أخطر أنواع عدم المتجانسة هي تلك التي تتدخل في تشغيل عملية المعالجة كأن تحتوي على مواد سامة تحد أو تتلف الكائنات الحية التي تقوم بالعمليات البيولوجية .

هذه السموم تتضمن السيانيد و المعادن الثقيلة والحامض و الزيوت البترولية و الشحوم البترولية .

هذه المواد عندما تكون بتراكيز صغيرة تمثل نوعا آخر من عدم تجانس, ففي هذه الحالة فإن الملوثات لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير ما عدا أنها تخضع إلى درجة ما من التمديد .بالإضافة إلى الملوثات غير المتجانسة السابقة فإن هناك بعض المواد التي يحظر كليا دخولها إلى شبكة الصرف الصحي و هذه تتضمن :المواد القابلة للإشتعال و الإنفجار –النفايات الآكلة – المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب بعض الإنسدادات.

إن التصنيف النهائي للملوثات من حيث كونها المتجانسة أو غير المتجانسة يجب أن يعتمد على دراسة نظام الصرف الصحي المراد طرحها فيه. نظم المعالجة الحديثة أو إقامة وحدات كيميائية – فيزيائية مستقلة عند محطات معالجة الصرف الصحي تتضمن ضبط PH و إضافة بعض الكيماويات التي من شأنها إزالة بعض المواد اللاعضوية وهذة إجراءات يجب أخذها بعين الإعتبار عند تحديد التراكيز المقبولة من هذه المواد اللاعضوية المسموح بطرحها في تيارات الصرف .

إن تصنيف النفايات كخطوة أولى في الدراسة الأولية من شأنه أنه يساعد في إعداد طبيعة للملوثات المتوقع مواجهتها في الصناعة و هذه الانواع هامة في إعداد المسح ألمصنعي ,و ثانيا فهو يساعد في إختيار نوع عمليات المعالجة .

-**المسح الصناعي**:لا يوجد مصنعان لهما نفس الماء الملوث و لكي نعرف المشاكل المتعلقة بالماء الملوث لابد من دراسة خاصة للمصنع.الهدف الرئيس لمسح الماء الملوث هو الحصول على حقائق و معطيات ضرورية لتطوير برنامج إدارة متكامل للنفايات هذا البرنامج ينبغي أن يتضمن أكثر من نظام معالجة للنفايات ,فهو يجب أن يبدأ بوضع إدارة ماء فعالة تقود إلى التوفير في صرف الماء و إلى التقليل من الماء الملوث الواجب معالجته.زمن المسح يجب تحديده مسبقا و لكن يجب أن لا يقل هذا الزمن عن 24 ساعة ويمكن أن يمتد إلى أكثر من 14 يوم أو يمكن أن يشمل

فصلا كاملا. خلال المسح يجب قياس كل تدفقات الماء الملوث و أخذ عينات من عدة نقاط منها .يجب تسجيل المعطيات المتعلقة بالإنتاج في فترة المسح . أخيرا ففي مرحلة التخطيط للمسح يجب تدريب كادر المسح بحيث يعرف كل شخص مسؤولياته وواجباته و يحضر نفسه للقيام بها.

-التحليل: إن طرق التحليل الواجب إتباعها في تحليل المياه الملوثة الصناعية هي طرق موثقة ومحددة في طرق معيارية تحددها الجهات التشريعية في البلد .إذا كان أحد أهداف المسح الحصول على معطيات لفريق المعالجة فإن التحليل يمكن أن يشمل بعض الإختبارات المخبرية مثل إختبارات الترقيد لإزالة المعلقات الصلبة , تحديد منحني ph لتعديل الماء الملوث و إختبارات على التحلل البيولوجي .....إلخ.

2-9 طرق صناعية لمعالجة التلوث

آ- الحد من التلوث داخل المصنع

الخطوة الأولى في حل مشكلة التلوث هي منع التلوث في مصدره ,أي الغاء تشكل النفايات بدلا من معالجتها .إذا لم يكن ممكنا القضاء على التلوث بشكل كامل فمن المفيد التقليل من حجمه و شدته إلى أقصى حد ممكن .إذن يجب أن يكون من أولى أهداف مسح تلوث الماء الإشارة إلى إمكانات الحد من التلوث داخل المصنع. الحد من التلوث داخل المصنع يمكن تحقيقه بإجراء تعديلات على العمليات التصنيعية ,بتحسين نوعية المواد الاولية , وتجميع النفايات . يمكن اعتبار الماء مادة خام و أن الماء الملوث هو ناتج ثانوي لعملية التصنيع. إذا تم تقبل هذه الحقائق فمن المنطقي عندئذ تطبيق مبادئ ضبط الجودة على إنتاج الماء الملوث .

ب- معالجة التلوث داخل المصنع : تتنوع طرق معالجة التلوث تنوعا كبيرا و هذه التقنيات تتضمن عمليات تستخدم لمعالجة الصرف الصحي بالإضافة إلى التقنيات الخاصة بكل صناعة و تعتمد اجراءت المعالجة –على نوع التلوث المراد إزالته وعلى درجة الإزالة .وهناك عوامل أخرى يجب أخذها بعين الإعتبار مثل كمية المياه الملوثة المراد معالجتها ,وتراكيز الملوثات في الماء ,والتغيرات التي تطرأ على كمية الماء و التراكيز ,.. المناخ.... الخ

المبادئ العامة للمعالجة هي – فصل الآطوار –المعالجة البيولوجية – المعالجة الكيمائية – و تقنيات متنوعة :

1. عملية فصل الأطوار : الفصل الفيزيائي للأطوار و خصوصا فصل الطور الصلب عن السائل ,و كذلك فصل الأطوار غير المائية –مثل الزيت –عن الطور المائي . فصل الغاز عن السائل ليس له كبير أهمية و لكنه قد يكون له أهمية في بعض أنواع التلوث . إن عملية فصل المواد الصلبة هي الخطوة الرئيسية في كل أنظمة معالجة التلوث . يتم فصل المواد الصلبة عن طريق الترسيب أي الإستفادة من الجاذبية لتحقيق عملية التركيد .يمكن لهذه العملية أن تتم في مرحلتين،

حوض إزالة الرمال وهو حوض ذو زمن مكوث قصير لإزالة الرمال الثقيلة سريعة الترسيب ذات القطر ما بين 0.1-0.2 مم وتصمم الأحواض الترسيب هذه بحيث تكون سرعة الجريان 0.3 م/ثانية , و الحوض الثاني حوض الترسيب الاولي لإزالة المواد الصلبة بطيئة التركيد إذ يبلغ زمن المكوث هنا أكثر من ساعتين .القطرات الزيتية الأخف من الماء تطفو على السطح في نفس الوقت الذي تترسب فيه المواد الصلبة الأثقل من الماء إلى قاع الحوض. كلا الطبقتين السفلى التي تشكل الحمأة والعلوية التي تشكل الطبقة الزيتية أو الزبد يجب أزلته بآلية مناسبة تعمل بشكل مستمر أو متقطع .يمكن تحسين فعالية التركيد بإضافة عوامل تخثير كيميائية تجمع الجزيئات الصغيرة في جزئيات كبيرة، او بزيادة زمن التركيد و لكن الخيار الأخير يتطلب أحواضا كبيرة بالإضافة الى انه قد ينشأ عنه مشكلة تحول منطقة الحمأة إلى منطقة لا هوائية .

نفس تقنيات فصل المواد الصلبة يمكن استخدامها من اجل الترسيب النهائي بعد المعالجة الكيميائية او المعالجة البيولوجية عن طريق احواض الترسيب النهائية التي تهدف إلى ازالة المواد الصلبة المتبقية التي استطاعت العبور من خلال أحواض التركيد الأولية، و الاهم من ذلك أنها تزيل المواد الصلبة الجديدة المتشكلة بالتفاعلات الكيميائية و البيولوجية. التركيد النهائي يمكن أن يتم على مرحلتين: الأولى في خزانات تقليدية تزال الحمأة فيها بطرق ميكانيكية و الثانية في برك صقل كبيرة بحيث يجب ان تتوفر مساحات كبيرة من الأرض.

في أنظمة المعالجة يمكن إضافة مروقات في مختلف مراحل الترسيب إذا كانت كمية المواد الصلبة كبيرة ,أو يمكننا الاستغناء عن التركيد الأولي إذا كانت نسبة المواد الصلبة منخفضة.إزالة الزيت بالترسيب يخضع إلى نفس المبادئ السابقة و يمكن أن يتم في نفس التجهيزات ,و هناك أجهزة فصل صممت من قبل معهد البترول الأمريكي (API) لاستخدامها مع المياه ذات المحتوى الكبير من الزيوت كتلك التي نواجهها في مصافي البترول .الزيوت المنحلة و المستحلبة لا يمكن إزالتها بالتركيد –مثلها مثل المواد الصلبة المنحلة – و إنما تحتاج إلى معالجة كيميائية مسبقة .

عملية الترسيب تعتمد على الفرق في الوزن النوعي بين المواد الصلبة (أو الزيتية) والماء لذلك فإن كان هذا الفرق صغيرا فإن كفاءة الترسيب سوف تكون منخفضة و يتطلب زمنا طويلا .يمكن حل هذه المشكلة باستخدام تقنية التعويم .في هذه التقنية يعمد الى ضخ هواء مضغوط في الماء و عند إزالة الضغط عن الماء يتحرر الهواء من المحلول بتشكيله فقاعات تحمل على سطوحها جزيئات المواد الصلبة .الصناعات ألأكثر استخداما لتقنية التعويم المصافي البترولية و المعامل الكيميائية حيث يعمد إلى معالجة الماء الملوث بالزيوت بهذه الطريقة .

عملية التصفية أبسط من التركيد لكنها محددة لأنها تفصل الجزيئات ذات الحجوم الكبيرة فقط. تستخدم المصافي الخشنة-كالحواجز ذات القضبان-عند مداخل وحدات المعالجة و هي ذات فتحات

كبيرة من مرتبة 12 إنش تقريبا يمكن الإستغناء عنها عندما لا توجد مواد صلبة بهذه الحجوم.
وهناك المصافي الناعمة تستخدم لإزالة الجزيئات الصغيرة وهذا يقلل من العبء على أحواض التركيد يحمي الانابيب من الانسداد والمضخات من العطب، والأهم من ذلك أن وجود الجزيئات الخشنة يعيق إزالة المواد الصلبة الناعمة بوحدات الترسيب . الجزيئات الصلبة الناعمة التي لا يمكن إزالتها بالمصافي ويتم فصلها بالفلترة.

أساس وسط الفلترة يكافئ المصافي الناعمة و هو يتألف من القماش أو الورق أوفرشة من المواد الصلبة نفسها على وسط الفلترة .الفلترة قلما تستخدم مع الماء الملوث الخام لأنها تحتاج في هذه الحالة إلى عمليات تنظيف متكررة ,و إنما تستخدم في عمليات الترويق النهائية خصوصا عندما لا يسمح ضيق المكان بإستخدام برك الصقل.

2. عملية المعالجة البيولوجية: طورت المعالجة البيولوجية أصلا من أجل الصرف الصحي ولكن هذه المعالجة تصلح في كثير من الأحيان لمعالجة المياه الملوثة من الصناعات العضوية مثل الصناعات الغذائية و صناعة الورق و الدباغة و الصناعات النسيجية وغيرها .

المعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون هوائية أو لاهوائية ,و كل نوع له سلالاته الخاصة من الكائنات الدقيقة و النتائج النهائية لكل منهما ذات مواصفات تختلف عن النوع الآخر بالرغم من أن الهدف في كلتا الحالتين هو تحويل المكونات العضوية الى نواتج نهائية(غازات وماء و مواد صلبة سهلة الفصل).إن المعالجة البيولوجية الهوائية تتطلب تامين كمية كافية من الاكسجين عبر استخدام النافثات الهوائية من اجل استخدامها بواسطة الكائنات الدقيقة لأكسدة المواد العضوية و تحويلها الى كتلة بيولوجية ومواد بسيطة اخرى . و من الطرق الشائعة للمعالجة البيولوجية نذكر الحمأة المنشطة و الأقراص البيولوجية و المرشحات البيولوجية...الخ.بالنسبة للمعالجة الاهوائية فهي تستخدم عند احتواء المياه الملوثة على تراكيز عالية من المواد العضوية و تتضمن تأمين احواض لاهوائية بحيث تعمل الميكروبات اللاهوائية على تحويل المواد العضوية الى غاز الميثان و الهيدروجين و كبريت الهيدروجين و الامونيا وغاز ثاني اكسيد الكربون و نمو الكتلة البيولوجية. النواتج الغازية ذات روائح كريهة و بعضها قابل للاشتعال لذلك يجب جمعها و التحكم بها.

3. المعالجة الكيميائية: ظهرت المعالجة الفيزيائية-الكيميائية المستقلة كمنافس للمعالجة البيولوجية منذ حوالي 1970. إن المعالجة الكيميائية الأكثر انتشارا" هي ضبط PH المياه الملوثة و ذلك لان المياه الملوثة الصناعية لا يسمح بصرفها مباشرة إلى شبكات الصرف الصحي او المياه الطبيعية ما لم يتم تعديلها لقيم وسطية حوالي 7 لتجنب الضرر البيئي.

المياه الملوثة القلوية تعدل باستخدام حامض الكبريتيك مثلا، و المياه الحامضية تعدل باستخدام

كربونات الصوديوم او الكلس وهو الخيار الأرخص كلفة. يجنب استخدام الكلس بالنسبة للمياه الحاوية على الكبريت بسبب تشكل طبقة واقية توقف التفاعل. ان إزالة الأمونيا من الماء باستخدام الهواء او البخار تتطلب قيم PH عالية تؤمن بإضافة الكلس او الصودا الكاوية، كما ان ترسيب معظم المعادن الثقيلة على شكل هيدروكسيدات تتطلب قيم عالية من PH ، وعلى العكس يخفض ال PH بحمض الكبريت عند إزالة الفينول او تحويل السيانيدات الى مركب طيار كما ان قيم PH المنخفضة ضرورية لإرجاع الكرومات في صناعة الطلي الكهربائي.

هناك عمليات متنوعة تستخدم للمعالجة الكيميائية للمياه الملوثة، مثل التخثير الكيميائي و الأكسدة الكيمائية و استخدام الأوزون و الإرجاع الكيميائي(مثل إرجاع الكروم السداسي التكافؤ إلى ثلاثي التكافؤ مما يسهل إزالته). ان اختيار مراحل المعالجة الكيميائية المناسب يعتمد على كمية و نوعية المياه الملوثة و كذلك يعتمد على كلفة المعالجة و المواصفات النهائية المطلوبة للمياه المعالجة قبل إلقائها إلى المستقبلات النهائية. يمكن دمج عدد من تقنيات المعالجة مع بعضها لتحسن مواصفات المياه النهائية المعالجة . كما ان الحصول على مياه نقية اكثر باستخدام تكنولوجيا متقدمة مثل عمليات الفلترة و التناضح العكسي و التبادل ألشاردي سيزيد من كلفة المعالجة الى حد كبير.

10.دورة الماء على سطح الأرض : Hydrologic Cycle

الماء الموجود فوق الأرض، بالحركة الدائمة والدوران المستمر. فماء المحيطات والبحار يصعد إلى الهواء، عن طريق عملية التبخر(Evaporation) حيث يُكوّن السحاب، الذي تدفعه الرياح إلى مناطق الأرض المختلفة، ثم يتكثف ويهطل أمطاراً على الأرض، ومنها يرجع إلى المحيطات مرة أخرى . وتبلغ كمية المياه المتبخرة من الأرض، بفعل حرارة الشمس لتكّون السحاب، حوالي 500 ألف كيلو متر مكعب. ومعظم هذا السحاب المتكوّن، ينشأ من المحيطات عن طريق عملية البخر. كما أن هناك كمية قليلة من السحاب، الذي يتكّون من خلال عملية البخر من الرطوبة ،الموجودة في سطح التربة وعملية النتح (Transpiration) من أوراق النبات،حيث تعرف هاتان العمليتان معاً باسم "البخر - النتح"(Evapotranspiration) . ثم يتكثف هذا السحاب، ليسقط أمطاراً على الأرض. وتسقط معظم هذه الأمطار، مرة أخرى، في المحيطات و البحار، ويتبقى جزء قليل يسقط على اليابس. وبمقارنة كمية ماء الأمطار المتساقطة على اليابس، بالماء الذي تبخر منها عن طريق البخر والنتح، تعد كمية الأمطار أكثر بكثير من تلك التي تصاعدت من اليابسة. إلاّ أن هذه الزيادة ترجع مرة أخرى إلى المحيطات والبحار، عن طريق ظاهرة الجريان السطحي لمياه الأمطار (Runoff)، من خلال المياه الجوفية والأنهار الجارية. ثم تبدأ دورة جديدة للمياه من المحيطات، إلى الهواء، إلى الأرض، ثم إلى المحيط. وهذه الدورة الدائمة لمياه الأرض،

تُسمى دورة الماء (Water Cycle)، أو (Hydrologic Cycle). ونتيجة لهذه الدورة، فإن كمية الماء العذب الموجود على سطح الأرض، هي الكمية نفسها منذ قديم الأزل، وهي الكمية نفسها، التي سوف تظل فوق سطح الأرض. وهذه الكمية يعاد استخدامها مرة بعد مرة

1-10. مصادر المياه الموجودة على سطح الأرض

يمكن تقسيم المياه، تبعاً لمصادرها الطبيعية، إلى: ماء المحيطات والبحار.ماء الأمطار.ماء الأنهار.ماء البحيرات. المياه الجوفية. ، وتتناثر فيها هنا وهناك بعض الجزر الكبيرة والصغيرة، لذا سميت الأرض "الكوكب الأزرق". فالمحيطات الثلاثة الرئيسية تتصل بعضها ببعض، ويمتد منها البحار والخلجان. وبين هذه المحيطات والبحار، تناثرت القارات، حيث تقع معظم أراضى هذه القارات، في نصف الكرة الشمالي. فالماء يُغطي ما يقرب من ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية، بينما يغطي اليابس الربع الباقي، متمثلاً في القارات. وتصل كمية الماء في المحيطات والبحار، التي تغطي معظم مساحة الكرة الأرضية، ما يزيد عن 1.3 مليار كيلو متر مكعب، مقسمة على المحيطات الرئيسية الثلاثة:الهادي، والأطلسي، والهندي، إضافة إلى بقية البحار المالحة. وتتصل مياه المحيطات المختلفة بعضها ببعض، بحيث لا يمكن التفرقة فيزيائياً، بين ماء هذه المحيطات، عند نقطة التقائها. إلاّ أنه يمكن معرفة حدود هذه المحيطات، من خلال عدد من العلامات الجغرافية الثابتة، مثل: خطوط الطول، والجُزُر، والخلجان. ويعدّ المحيط الهادي أكبر المحيطات، من حيث المساحة، وأعمقها. ويقع بين غربي القارتين الأمريكتين، وشرقي قارة آسيا. وتصل مساحته إلى حوالي 180 مليون كيلومتر مربع، ويغطى أكثر من ثلث الكرة الأرضية. ويصل متوسط عمق المحيط الهادي إلى حوالي 3940 متراً، وبه أعمق نقطة في الكرة الأرضية، ممثلة في شق أو أخدود "ماريانا". ويحتوي المحيط الهادي على أكثر من نصف الماء على سطح الأرض، كما يحتوي، كذلك، على حوالي 25 ألف جزيرة، يقع معظمها جنوبي خط الاستواء. وعلى الرغم من اتساع المحيطات والبحار، وما تحويه من ماء، فإن هذا الكم الهائل من المياه، لا يعد سائغاً للشرب، أو للاستخدام الآدمي، لكونه ماء مالحاً. ويبلغ متوسط نسبة الملوحة في معظم مياه البحار والمحيطات، إلى حوالي 3.5%، وفي الخليج العربي إلى حوالي 4.2%، وفي البحر الأحمر إلى 4%، وفي البحر المتوسط تصل إلى حوالي 3.9%. وترتفع نسبة الملوحة، أو تنخفض، في ماء البحر، تبعاً لوجود مصبات أنهار عذبة، في البحر، أو تبعاً لظروف المناخ السائد، في المنطقة. ففي حالة البحر المتوسط، نجد عديد من الأنهار التي تصب فيه، الأمر الذي يؤدي إلى ثبات نسبة الملوحة عند حد معين، وهو 3.9%. أمّا في البحر الأحمر، أو الخليج العربي، فلا توجد مصبات لمياه الأنهار العذبة الرئيسية في هذه البحار، الأمر الذي يؤدى إلى ازدياد نسبة ملوحتها عن البحر الأبيض المتوسط. كما تصل نسبة الملوحة في البحر الميت إلى

27.5%، وهي نسبة ليس لها مثيل في أي من بحار العالم. وقد أدت هذه الزيادة في الملوحة إلى اختفاء معظم الكائنات الحية منه، لذا، أشتقت تسميته من هذه الحقيقة، إذ لا تستطيع معظم الكائنات الحية، مقاومة زيادة نسبة الملوحة، في هذا البحر. وقد سُمي ماء البحر "بالماء المالح"، نظراً لاحتوائه على عدد من الأملاح الذائبة فيه، التي يؤدي ذوبانها إلى ملوحة مياهه. ومن أهم الأملاح في مياه البحار والمحيطات، المسببة للملوحة، ملح الطعام، أو ما يعرف بالاسم الكيميائي "كلوريد الصوديوم". وتصل نسبة ملح الطعام إلى حوالي 75%، من مجموع الأملاح الذائبة في ماء البحر. كما يوجد هناك عدد من الأملاح الأخرى، مثل أملاح كلوريد البوتاسيوم، وسلفات الماغنسيوم، وسلفات البوتاسيوم، وأملاح الكالسيوم، التي تشكل في مجموعها مع ملح الطعام، حوالي 3.5% من ماء البحر أو (35 جزءاً من الألف من ماء البحر). ويعني هذا أنّ لتراً واحداً، من ماء البحر، لو عُرض لعملية التبخير، لأنتج كمية من الملح، تساوي 35 جراماً. كما تحتوي مياه البحر، كذلك، على جميع العناصر الكيميائية المعروفة، نظراً لاستقباله مياه صرف الأنهار العذبة، التي تكون محملة بما تحتويه القشرة الأرضية من عناصر، أثناء تدفقها على سطح الأرض. ومن العناصر، التي يحتويها ماء البحر، عنصرا الذهب والفضة، إلاّ أن استخراجهما من ماء البحر، يتطلب مشقة مضنية، وتكاليف عالية، تزيد كثيراً عن قيمة ما يمكن استخراجه. وقد وجد العلماء، أن 99% من المواد الذائبة في ماء البحر، تتكون بصفة أساسية من ستة مكونات، أكثرها شيوعاً الكلور، ويوجد بنسبة 1.9%، يليه الصوديوم، ويوجد بنسبة 1.06%، ثم الماغنسيوم، ثم الكبريتات، فالكالسيوم، والبوتاسيوم. وعلى الرغم من وجود هذا الكم الهائل من الأملاح الذائبة في ماء البحر، فإن ذلك لا يغير من لون الماء شيئاً. فإذا قارنت بين كوبين، أحدهما يحتوي على ماء عذب، والآخر يحتوي على ماء مالح، من حيث اللون، فلن تجد هناك فرقاً، إذ يحتوي كلاهما على ماء شفاف لا لون له. بيد أن أحدهما يحتوي ملحاً أجاجاً لا يستساغ شربه، والآخر يحتوي عذباً فراتاً سائغاً شرابه. ولكن هناك عددٌ من الخواص الطبيعية، التي تغيرت بوجود هذه الأملاح، منها كثافة الماء. فالماء المالح أثقل من الماء العذب، لذا نجد الطفو فوق الماء المالح، أيسر كثيراً من الطفو فوق الماء العذب. وهذا نتيجة أن السنتيمتر المكعب الواحد من الماء العذب، يزن جراماً واحداً عند درجة حرارة 4°م، (وقد اتخذ هذا المقدار وحدة للأوزان). أمّا السنتيمتر المكعب من الماء المالح، فيزن ما يقرب من 1.026 جرام، عند درجة الحرارة نفسها، نتيجة لوجود عددٍ من الأملاح الذائبة فيه، ويسمى هذا الوزن "الوزن النوعي" للماء المالح. ولا يعتمد وزن الماء على مقدار الملوحة فقط، بل يتأثر، كذلك، بدرجة الحرارة. فقد وجد العلماء أن الماء الدافئ، أخف وزناً من الماء البارد. لذلك تسبب الحرارة الشديدة في المياه الاستوائية تسبب خفة وزن الماء، كما أنها تسبب، في الوقت نفسه، زيادة البخر، مما يزيد من نسبة الملوحة، ومن ثم

زيادة وزن الماء. كما، أن ازدياد برودة الماء في المناطق القطبية، يسبب ازدياد وزنه، ومن ثم هبوطه إلى القاع، مسبباً التيارات المائية القطبية. وفضلاً عن الأملاح، والأيونات، والعناصر الكيميائية، الذائبة في ماء البحر، فإنه يحتوي، كذلك، على عدد من الغازات الذائبة، أهمها غاز الأكسجين، الذي تستخدمه الكائنات البحرية، للتنفس. وتتنفس الكائنات البحرية، كالأسماك، والرخويات، والقشريات، الأُكسجين الذائب في المياه، عن طريق أعضاء تنفسية خاصة، تسمى "الخياشيم"، وهي مماثلة للرئتين في الكائنات البرية، إلاّ أن لها القدرة على استخلاص الأكسجين من الماء. أمّا الكائنات البحرية الثديية، مثل الحيتان، والدلافين، فإنها تتنفس الأكسجين من الهواء الجوي، عن طريق الرئة الموجودة داخل جسمها، حيث تصعد من آن إلى آخر، إلى سطح الماء، للحصول على جرعة من الهواء، وإخراج ناتج التنفس، من غازات محملة بثاني أكسيد الكربون. وتتحكم درجة حرارة الماء، ونسبة ملوحته، في كمية الغازات الذائبة في الماء. فكلما انخفضت درجة حرارة الماء، وملوحته، ازدادت مقدرة الماء على التشبع بالغازات. لذا تزداد نسبة الأكسجين كثيراً، في المياه الباردة، وتقل في المناطق الاستوائية. كما تزداد نسبة الأكسجين في المياه العذبة، عنها في المياه المالحة. وهناك مصدران رئيسيان للأكسجين الذائب في الماء، أحدهما عن طريق الهواء الجوي، لذا تزداد نسبة الأكسجين الذائب، في الماء الملامس للهواء الجوي، وتقل نسبته في المياه العميقة. ويُعد الأكسجين المتصاعد من عملية البناء الضوئي للنباتات البحرية، المصدر الثاني للأكسجين الذائب في الماء. وتمتص النباتات البحرية في هذه العملية، ثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء ـ في وجود أشعة الشمس والكلوروفيل ـ وتكوّن مركبات عضوية، يستفيد منها النبات، ويُخرج في المقابل الأكسجين. ويُعَدّ ثاني أكسيد الكربون، من الغازات المهمة الذائبة في الماء. وتكمن أهميته في دخوله في بناء أجسام النباتات وتكوينها. إذ تستخدمه النباتات في عملية البناء الضوئي، لتصنيع غذائها. وتعد الأنشطة الحيوية في الماء، من تنفس للكائنات الحية، وتحلل لأجسامها، المصدر الرئيسي لغاز ثاني أكسيد الكربون. ترتبط درجة حرارة الماء بدرجة حرارة الجو؛ فترتفع درجة حرارة المياه في المناطق الاستوائية، وتقل بدرجة كبيرة في المناطق القطبية. وقد ترتفع درجة حرارة المياه ارتفاعاً شديداً، حتى تصل في بعض الأحيان إلى 36 ْم، كما يحدث في مياه الخليج العربي. وقد تنخفض، في المناطق القطبية، لتصل في بعض الأحيان، إلى أقل من الصفر المئوي، بدرجة أو درجتين. ويُعد هذا التباين في درجات حرارة الماء نعمة من الله، إذ تتباين الكائنات الحية المائية، في درجة الحرارة المثلى المناسبة لوجودها وحياتها، ما بين كائنات حية تفضل المياه الباردة، وكائنات تعيش في المياه المعتدلة، وأخرى تقطن المياه الحارة.وتغير درجة حرارة الماء تبعاً لحرارة الجو، ليس مطلقاً، كما أنه لا يشمل كل طبقات الماء في آن واحد. فطبقة الماء السطحية تكتسب حرارة الشمس، ثم تفقدها ببطء شديد. لذا، تكون درجة حرارة الماء

في الشتاء، أدفأ من درجة حرارة الهواء الجوي. كما تتسرب درجة الحرارة من الطبقات السطحية، إلى الطبقات العميقة ببطء شديد، لذا تكون درجة حرارة طبقات المياه العميقة، أبرد من طبقات المياه السطحية. وبينما تقل درجة حرارة الماء، كلما ازداد عُمقه، فإن ضغطه يزداد، كلما أوغلنا في العمق. فكل عشرة أمتار عمق في الماء، يقابلها زيادة ضغط الماء، بما يعادل واحد ضغط جوي (14 رطلاً/ بوصة مربعة). لذلك يكون ضغط الماء شديداً للغاية، عند أعماق المحيطات، حيث يصل في بعض الأحيان لما يعادل ثلاثة أطنان/ البوصة المربعة. إن الكميات الهائلة من المياه، التي تملأ المحيطات والبحار، ليست ساكنة أو راكدة، بل هي في حركة دائمة ومنتظمة. قد تكون هذه الحركة هادئة تارة، فيصبح الماء مثل البساط المتموج، وقد تزداد هذه الحركة، تارة أخرى، فتأخذ شكل الأعاصير، أو الأمواج المدمرة، أو الدوامات البحرية المميتة. ويتحكم في هذه الحركة عوامل عديدة، منها حركة الأرض حول نفسها، وتأثير أشعة الشمس، والتسخين غير المنتظم للماء، وبرودة المياه عند القطبين، وحركات المد والجزر، والبراكين، والزلازل. واما مياه الأمطار فقد استخدمها الإنسان منذ القدم كمصدراً رئيسياً، من مصادر المياه العذبة. وظل دائم الترقب لهطولها، لارتباطها بنمو الحياة، وازدهارها. ويُعد ماء الأمطار من أنقى أنواع المياه، وأقلها احتواء على الشوائب في الطبيعة. ولكن مع ازدياد التمدَّن وما صاحبه من تلوث الهواء، خصوصاً في المدن الصناعية، أصبحت الأمطار مصدراً للمياه الملوثة. ومن ضمن صور تلوث الأمطار ما يعرف بـ "الأمطار الحمضية" (Acid Rain). وتعد الأمطار الحمضية من المشاكل المؤرقة لكثير من بلدان أوروبا وشمال أمريكا، إذ تحتوي على نسبة عالية من حمضي الكبريتيك، والنيتريك، الناتجين عن تفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين، مع قطرات المطر .ويبدأ تكوّن الأمطار من بخار الماء، الناتج من عمليات البخر، في المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات، حيث تتأثر أسطح المياه بأشعة الشمس، وتكتسب منها طاقة تقدر بحوالي 99% من قيمة الطاقة التي تكتسبها المياه. وتعمل هذه الطاقة على تدفئة المياه، ومن ثم تحول بعضها إلى بخار يتصاعد، ويتجمع في سحب، تُكوِّن حوالي 85% من السحب والرطوبة الجوية. والجزء المتبقي من السحب والرطوبة الجوية، فمعظمه من نواتج عملية النتح (Transpiration)، التي تحدث في النباتات والغابات والحقول. فشجرة القضبان (Birch Tree) مثلاً، تُعطي حوالي 260 لتراً من المياه يومياً، على هيئة بخار ماء، ويُعطي حقل الذرة حوالي 37 متراً مكعباً من الماء لكل هكتار في اليوم . ويرتفع بخار الماء إلى طبقات الجو العليا مكوناً السّحب. ومع ارتفاع بخار الماء الموجود في السحب، تبرد درجة حرارته، إذ تنخفض درجة حرارة الهواء المُحمّل بالبخار بمعدل 6ْم/كم ارتفاع، فضلاً عن تمدد البخار، وزيادة حجمه، نتيجة وجوده عند ضغط منخفض، الأمر الذي يسبب انخفاضاً إضافياً في درجة حرارته، وفقاً لقوانين تمدد الغازات، حتى تصل درجة الحرارة

إلى درجة أقل من درجة الندى (Point Dew) أو درجة التشبّع. عندئذ يبدأ بخار الماء في التكثف. ويتكاثف بخار الماء، الموجود في هذه السحب، حول حبيبات دقيقة من الأتربة والأملاح التي تثيرها الرياح، مكوناً قطرات صغيرة من الماء، تسقط على هيئة أمطار. وقد تتكون هذه الأمطار في مناطق باردة، فتتحول قطرات المطر أثناء هطولها، إلى قطرات من الثلج أو البرد. وتُقدر كمية المياه المتبخرة، من المسطحات المائية في المحيطات والبحار، بحوالي ألف مليون طن. فضلاً عن عدة ملايين أخرى، من الأطنان المتبخرة من مسطحات المياه العذبة. ولو هطلت كل هذه الكمية على هيئة أمطار، فوق الأرض، مرة واحدة، لأغرقتها. ولكن ينزل المطر بقدر، وفي أوقات معلومة، ومناطق متعددة، كما يسقط معظمه في المحيطات والبحار ويعتمد سقوط الأمطار على عدة عوامل، أهمها:

1- الرطوبة الجوية: وهي كمية بخار الماء في الهواء الجوي، ويُعبّر عنها بالعديد من المصطلحات العلمية، مثل:الرطوبة المطلقة: وهي كتلة بخار الماء في حجم من الهواء.والرطوبة النوعية: وهي كتلة بخار الماء في كتلة من الهواء. الرطوبة النسبية: وهي النسبة المئوية، بين كمية بخار الماء في الهواء في حيز معين، وكمية بخار الماء اللازمة لتشبع الهواء ببخار الماء، عند درجتَي الحرارة، والضغط نفسيهما.

2- درجة الحرارة: تزداد كمية بخار الماء التي يحملها الهواء الجوي، بازدياد درجة الحرارة، حتى يبلغ الهواء درجة التشبع، التي لا يستطيع بعدها، حمل أي زيادة من بخار الماء.

و أما السحاب، ففي حقيقته، ما هو إلاّ مجموعة من قطرات الماء، المتناهية في الصغر، إذ تصل أقطارها إلى حوالي 10 ميكرون. ويحتوي السنتيمتر المربع منها، على حوالي 100 قطرة. وتحمل الرياح السّحب من مكان إلى آخر، حتى تسوقه إلى المكان المقدر هبوط المطر فيه، فتنخفض درجة حرارته إلى أقل من درجة التشبع، أو الندى، فيسقط المطر. وهكذا تنتقل المياه، التي تبخرت من البحار والمحيطات، إلى أماكن أخرى فوق اليابس. والسحب أنواع، منها ما هو منخفض قريب من سطح الأرض، لم يصل بعد إلى حد التشبع، ومنها ما هو بعيد، ووصل إلى حد التشبع. وأهم أنواعها: الطخاء أو الطخاف أو السمحاق وهي سحب رقيقة، تتكون على ارتفاع من 6 - 12 كم. ويظهر السمحاق على شكل خيوط بيضاء رقيقة، ممتدة في السماء .

وتُقسّم الأمطار، حسب طريقة سقوطها، إلى نوعين: أمطار طبيعية و أمطار اصطناعية

11- الأمطار الطبيعية:Natural Rain

وتحدث عند ارتفاع الهواء المحمل بالبخار إلى طبقات الجو العليا، حيث تتكون السّحب ويزداد حجم هذه السحب بازدياد الارتفاع، ثم تبدأ نويات الثلج الصغيرة في التكون، حول ذرات الغبار والأتربة الدقيقة أقل من 0.1 ميكرون. وتبدأ جُزيئات بخار الماء في التكثف، حول تلك النويات

الصغيرة. ويزداد حجمها ووزنها حتى تصل إلى حوالي (0.2 - 0.5 ملم). ويعجز الهواء عن حمل هذا الحجم من القطرات، ومن ثم تبدأ في السقوط بفعل الجاذبية على شكل قطرات من الماء. وفي كثير من الأحيان، تتبخر هذه القطرات، قبل وصولها إلى سطح الأرض. فقد وجد العلماء أن قطرة الماء، التي يبلغ قطرها 0.1 ملم، يمكنها قطع حوالي ثلاثة أمتار، أثناء هبوطها في هواء تبلغ رطوبته النسبية 90%، قبل تبخرها، بينما يمكن لقطرة الماء، التي يبلغ قطرها 0.5 ملم، أن تقطع 1980 متراً، قبل أن تتبخر. وتُقسّم الأمطار، تبعاً لكميتها وحجم قطراتها المتساقطة، إلى:

- رذاذ: الأمطار التي تكون قطر قطراتها أقل من 5 ملم، ويصل معدل الكمية المتساقطة إلى 1 ملم/ ساعة.
- أمطار خفيفة: وفيها يزيد قطر القطرات المتساقطة عن 5 ملم، ويصل معدل كميتها المتساقطة إلى حوالي 2.5 ملم/ ساعة
- أمطار شديدة: وفيها يزيد قطر القطرات المتساقطة عن 5 ملم، ويزيد معدل الكمية المتساقطة عن 7.6 ملم/ ساعة.

12- الأمطار الاصطناعية: Rain Making

في كثير من الأحيان، تمر السّحب على كثير من الأراضي الجدباء، دون أن تمطر، على الرغم من الحاجة الماسة لهذه الأراضي، لقطرة واحدة من الماء. وقد دعت هذه الحاجة الإنسان إلى التفكير جدياً في استمطار السّحب، عن طريق المطر الاصطناعي. وتعود فكرة استمطار السحب، إلى العالم الألماني فنديسن (Findeisen)، عام 1938، حينما رأي إمكانية مساهمة نويات الثلج المضافة للسحب، في إسقاط المطر. غير أن هذه الطريقة، لم تطبق من الناحية العملية، إلاّ في عام 1946، حينما أجرى العالم الأمريكي شيفر (Scheefer)، أول تجربة حقلية للمطر الاصطناعي، عن طريق رش حوالي 1.5 كيلو جرام من الثلج المجروش، عند درجة حرارة 20ْم، في سحب مارة، فبدأ المطر والثلج في التساقط لمسافة 610متر، قبل التبخر والتبدد في الهواء. وبعد ذلك، بدأ الاهتمام بطرق استمطار السحب بالطرق الاصطناعية، فأصبحت هناك أكثر من طريقة لاستمطار المطر، منها: رش السحب الركامية المارة برذاذ الماء، بواسطة الطائرات، للمساعدة على تشبع الهواء، وسرعة تكثف بخار الماء، لإسقاط المطر. إلاّ أن هذه الطريقة تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء. استخدام الطائرات في رش السحب المارة ببلورات من الثلج الجاف، المكون من ثاني أكسيد الكربون المتجمد، للمساعدة على تكثف قطرات البخار رش مسحوق أيوديد الفضة، بواسطة الطائرات، للعمل كنويات صلبة، لتجميع جزيئات بخار الماء، وتكثيفها حوله، وسقوطها على هيئة أمطار. وعلى الرغم من تزايد الاهتمام بعملية المطر الاصطناعي، إلاّ أنها لا تزال طور البحث، ولم تخرج إلى حيز التنفيذ العملي، إذ تُعد غير اقتصادية، ومكلفة.

و اما مياه الأنهار وبعد ان تبخرت مياه البحار والمحيطات، وارتفعت في السماء مكونة السحب، وساقت الرياح هذه السحب إلى أماكن سقوط الأمطار، تكثفت قطرات البخار، وبدأت الأمطار في الهطول. جزء من هذه الأمطار ارتوت منه الأرض والنبات، وجزء سلك طريقه إلى باطن الأرض، إلى مخازن المياه الجوفية. وأمّا الجزء الأخير فسقط على الجبال والمرتفعات، ثم سلك سبلاً في فجاج الأرض. وكونت هذه السّبل شعباً، ثم تجمعت في روافد، وبدأت الروافد في تكوين نهير، ثم تجمعت النهيرات لتكون أنهاراً تجري في الأرض، حيث تعد مياه الأنهار من أهم مصادر المياه العذبة في العالم. وقد استطاع العلم الحديث، تحديد كمية المياه الجوفية العذبة في العالم، وتقدير كمياتها، التي تعد أكبر بكثير، من تلك المتوافرة فوق سطح الأرض. فالمياه الجوفية تمثل ما يقرب من 98%، من مجموع المياه العذبة في العالم، إذا ما استثنيا الجبال الجليدية، بينما لا تزيد المياه العذبة، الممثلة في الأنهار والبحيرات العذبة والجداول والسحب الموجودة في الغلاف الجوي، عن 2%. كما تمثل المياه الجوفية، أيضاً، ما يقرب من 0.6% من مجموع المياه الموجودة على الكرة الأرضية، متضمنة مياهاً عذبة وأخرى مالحة.

تُعدّ ينابيع المياه المعدنية، مثل مياه الآبار العذبة في التكون والنشأة والمواصفات. فنتيجة مرور مياه الأمطار، أو مصادر هذه المياه، من خلال مسام التربة، تُرشّح لها مما تحويه من شوائب وعوالق بيولوجية، وغير بيولوجية. كما أنها أثناء مرورها في طبقات التربة تُذيب العديد من الأملاح والعناصر الموجودة في التربة، مما يكسبها محتوى غير قليل من هذه الأملاح. لذا، يطلق عليها في بعض الأحيان "المياه المعدنية". وفي كثير من الأحيان استُغلت هذه المياه، الاستغلال التجاري الأمثل، فحللت بعض الشركات هذه المياه، لمعرفة محتواها الكيميائي والبكتيري، ثم أعدّت الدعاية اللازمة لها، وعبأتها في زجاجات وباعتها. وقد أُنتجت أول زجاجة مياه معدنية في فرنسا عام 1968م، وكانت معبأة، آنذاك، في زجاجة بلاستيكية. و أما المياه العلاجية "المياه الشافية" فمنذ قديم الأزل عرفت الإنسانية بعض الصفات الشافية للماء.ولكن من الصعوبة تحديد متى بدأ الإنسان ارتياد هذه المياه، ومتى اكتشف القدرة الشفائية لبعض العيون. فمنذ العصر الحجري الحديث، ومنذ حوالي أكثر من 4 آلاف عام، أخذ الناس في الذهاب إلى بعض ينابيع المياه، والاغتسال بها، معتقدين قدرة تلك المياه على تخفيف آلامهم وسرعة التئام جراحهم.

واعتمدت معرفة خصائص المياه الشافية قديماً، على قوة الملاحظة والخبرة الجيدة. ثم انتقلت تلك المعرفة، من جيل إلى الجيل الذي يليه. وقد أوضحت الدراسات العلمية الحديثة، أن تلك المياه تختلف عن مثيلاتها في المحتوى الكيميائي والمعدني، إلاّ أن تلك الدراسات لم توضح بعد، كيف اختلفت مكونات هذه المياه عن مثيلاتها. ويعتقد البعض أن هذه المياه، التي لها صفات علاجية، قد تكوّنت مثل أي مياه جوفية، حيث بدأت كمطر أو جليد أو ندى أو نهر، ثم تسربت هذه المياه إلى

باطن الأرض. وكلما زاد طول جريان الماء وتسربه خلال باطن الأرض، زادت نسبة المعادن والأملاح، التي تذوب فيه. فعلى سبيل المثال، عين المياه العلاجية في كارلوفي فاري Karlovy Vary، في جمهورية التشيك، تقذف إلى سطح الأرض سنوياً ما يقرب من 10 طن من سلفات الصوديوم، و12.5 طناً من فلوريد الكالسيوم. غير أن معرفة الرحلة، التي استغرقتها قطرة الماء منذ نشأتها حتى تتفجر من خلال هذه العيون، يعد من الصعوبة بمكان، حيث يتطلب ذلك تصوير مجرى تلك القطرة في باطن الأرض، بأشعة إكس "الأشعة السينية". ومؤخراً عُرَّف طول الرحلة، التي استغرقتها المياه في رحلتها تحت الأرض، في بعض ينابيع المياه العلاجية في سويسرا، باستخدام العنصر المشع الطبيعي (والأرجون ـ 39)، وقد استغرقت هذه الرحلة، ما يقرب من عشرة آلاف سنة تحت سطح الأرض، قبل تدفقها من هذه العين العلاجية. ويُعتقد أن هذه المياه تسربت إلى باطن الأرض، في صورة أمطار أو ثلوج ذائبة، في العصر الجليدي الأخير، حينما كانت أوروبا مغطاة جزئياً بالجليد. كما بيّنت الأبحاث، التي أُجريت باستخدام الهيدروجين المشع "التريتيوم"، أن هذه المياه قد تسربت إلى باطن الأرض في درجة حرارة تقترب من نقطة التجمد. ولا تُعدّ مياه هذا الينبوع من أقدم مياه الينابيع في العالم، فهناك مياه ينابيع علاجية، تضرب جذورها في أعماق التاريخ. وكل مياه ينبوع لها تاريخها الخاص، ومميزاتها ومكوناتها المعدنية، التي تختلف وتتباين عن غيرها مثل بصمة الإنسان. فبعض هذه المياه تكونت منذ زمن بعيد، أثناء تكون كوكب الأرض، حينما تمكنت كميات من مياه الأنهار والبحار والأمطار المتدفقة، آنذاك، من التسرب إلى باطن الأرض. وبقيت منذ ذلك الحين، وتشبعت بالأملاح المعدنية، والعناصر الكيميائية، مثل تلك المياه المالحة، التي تغذي ينابيع المياه المالحة Battaglia بالقرب من Padova في إيطاليا. وتلك التي توجد فيGmunden، في النمسا، حيث يقدر عمر هذه المياه، بحوالي 250 مليون عام. وعلى الرغم من تقدم الطب الحديث، فهو لا يستطيع تجاهل التأثيرات العلاجية لهذه المياه، التي جرت ملاحظتها منذ قديم الأزل. فيحكي التاريخ عن هيبوقراط أبو الطب، الذي مارس الطب قبل الميلاد، عن وصفه حمّامات الشفاء، بأنها جزء من العلاج. وقد انتشرت حمّامات العلاج في أوروبا في العصور الوسطى، بين الفقراء، الذين ليس لديهم القدرة على دفع نفقات العلاج، غير أنها بدأت

خواص وخصائص الماء الطبيعية

الماء هو العامود الفقري للحياة وهو كيميائي مركب (H_2O) لا يوجد في الطبيعة بشكله الكيميائي النقي و ويحتوي على شوائب مختلفة أهمها الأملاح الذائبة فيه ويعتبر ماء المطر أنقى أشكال المياه

الطبيعية و لكنه لا يخلو من الشوائب. والماء هو أكثر المواد وجوداً على الأرض، حيث يغطى حوالي 75% من الكرة الأرضية. فالماء يوجد في المحيطات والبحار والأنهار والهواء وفي باطن الأرض. وبدون الماء لا توجد حياة فالماء يدخل في تركيب كل كائن حي وتصل نسبة الماء في جسم الإنسان إلى حوالي 70%، يعتمد الإنسان على الماء في حياته كلها.وتزداد حاجة الإنسان إلى الماء كل يوم. ان كمية الماء الموجودة الآن على سطح الكرة الأرضية هي الكمية نفسها التي وجدت منذ نشأة الأرض. وقد عمل الماء على تشكيل معالم الأرض وتغيير تضاريسها. فالأمطار المتساقطة تأثر على الصخور بشدة، مكونة مجاري الأنهار وترسب ما تحمله من رواسب وطمي. ويغطى الماء معظمها، فإن أكثر هذا الماء مالح وغير صالح للشرب والجزء المتبقي الضئيل ماء عذب أكثره محصور تحت الأرض كمياه جوفية أو متجمد في القطبين كجبال جليدية. والجزء اليسير المتبقي يملأ الأنهار والبحيرات العذبة. والماء الموجود على سطح الأرض في حركة مستمرة.

فقطرة الماء التي نستخدمها تجد طريقها في نهاية إلى البحار والمحيطات حيث تتبخر بفعل طاقة الشمس لتسقط على الأرض من جديد في دورة مستمرة لا تنتهي.وعلى الرغم من قلة المياه العذبة المتاحة وتضاعف الحاجة إلى الماء العذب فإن هذا القليل من الماء العذب، لا يزال يكفي هذه الحاجات، لو أُحسِنَ استخدامه. فإن توزيع الماء العذب غير متساوٍ على سطح الكرة الأرضية. فهناك بعض المناطق فقيرة في مصادر المياه وبعضها الآخر غنية بالمياه. والأمطار حين تسقط على الأرض لا تسقط بالتساوي، فبعض المناطق صحراء جدباء، وبعضها تسقط عليه الأمطار أنهاراً وسيولاً.وهناك مناطق تعاني من نقص المياه لا من قلة وإنما لسوء استخدام مصادره. فالإنسان يقذف بمخلفاته ونفاياته الصناعية في الأنهار، ويلوثها، فتصبح غير صالحة للاستخدام. حينئذ يبدأ الإنسان في البحث عن مصدر جديد للمياه النقية و تعاني بعض المناطق من نقص المياه نتيجة عدم استخدامه

1-10- طبيعة الماء الموجود على سطح الأرض

على الرغم من كبر المساحة التي يغطيها الماء من سطح الكرة الأرضية إلاّ أن الحجم الفعلي للماء مقارنة بحجم الكرة الأرضية ويشكل ماء المحيطات حوالي 96% من حجم الماء الموجود على سطح الأرض، إلاّ أن هذا الماء مالح ولا يصلح للاستخدام البشري نتيجة ذوبان العديد من الأملاح فيه. أمّا كمية الماء العذب الصالح للاستهلاك البشري فلا تتجاوز 0.3% من الماء الموجود في الكرة الأرضية و يوجد أربعة أخماس هذه القيمة في القطبين المتجمدين الشمالي و الجنوبي. ويتضمن هذا الماء ماء البحيرات والأنهار والمياه الجوفية الموجودة في الأرض. ويدخل في هذا حساب كمية الماء العذب الموجود على هيئة بخار ماء في الغلاف الجوي الذي سوف يتحول في

النهاية إلى أمطار والرطوبة الموجودة في تربة الأرض السطحية. وتمثل الجبال القطبية غالبية الماء العذب الموجود على سطح الكرة الأرضية، حيث تصل نسبتها إلى حوالي 2،2% من إجمالي كمية المياه في الأرض ممثلة ما يزيد عن ثلاثة أرباع مخزون الماء العذب في العالم.

أما المياه الجوفية فإن نسبتها تصل إلى حوالي 0.6% من كمية الماء الموجود في الأرض، وهي إما أن تكون قريبة من سطح الأرض فتكون عذبة و أما أن تكون على أعماق سحيقة فنجد في مياهها نسبة عالية من الأملاح و التي ذابت فيها أثناء رحلتها الطويلة إلى باطن الأرض.

10-2- تركيب وخصائص الماء الكيميائية

لا يُعدّ الماء فقط أكثر المواد وجوداً على الأرض و أكثرها غرابة، إذ لا تستطيع مادة على سطح الأرض أن تحل محل الماء أو تقوم بدوره و كما لا توجد أي مادة معروفة لها خصائص مشابهة للماء. فالماء هو استثناء لكثير من قوانين الطبيعة وذلك لخصائصه الفريدة الضرورية للحياة.

ويتكون الماء من أجسام متناهية الصغر وهي جزيئات الماء وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات . ويحتوي جزئ الماء الواحد على ثلاثة ذرات مرتبطة ببعضها، ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين. والهيدروجين هو أخف عناصر الكون وأكثرها وجوداً به حيث تصل نسبته إلى أكثر من 90%، وهو غاز قابل للاشتعال. والرقم الذرى للهيدروجين هو 1 ووزنه الذرى 1.008 كما يوجد الهيدروجين في الفراغ الفسيح بين المجرات والنجوم بنسبة ضئيلة و أما عنصر الأكسجين فهو ثالث أكثر العناصر وجوداً في الكون حيث يوجد بنسبة 0.05% وهو غاز نشط يساعد على الاشتعال ورقمه الذرى 8 ووزنه 16 ، كما يُكَوِّن الأكسجين حوالي 21.0% من الهواء الجوى الجاف وهو ضروري لتنفس الكائنات الحية ويدخل في التركيب العضوي لجميع الأحياء مع الهيدروجين والكربون. وعلى الرغم من أن الهيدروجين غاز مشتعل والأكسجين غاز يساعد على الاشتعال إلاّ أنه عند اتحاد ذرتي هيدروجين مع ذرة أكسجين ينتج الماء الذي يطفئ النار. والماء النقي لا يحتوي على الأكسجين والهيدروجين فقط، بل يحتوي على مواد أخرى ذائبة ولكن بنسب صغيرة جدا والماء يحتوي على عديد من العناصر الذائبة وأكثرهما الهيدروجين والأكسجين. والماء النقي سائل عديم اللون والرائحة، وهذا للماء المالح والماء العذب. إلاّ أن طعمه يختلف في الماء العذب عنه في الماء المالح. فبينما يكون الماء العذب عديم الطعم فإن الماء المالح يكتسب طعماً مالحاً نتيجة ذوبان الأملاح به.

10-3- مكونات الماء

يتكون جزيء الماء من اتحاد الهيدروجين بالأكسجين برابطة تساهمية فكل ذرة هيدروجين تحتاج إلى إلكترون إضافي في مدارها الخارجي لتصبح ثابتة كيميائياً. وكل ذرة أكسجين تحتاج إلى إلكترونين إضافيين في مدارها الخارجي لتصبح ثابتة كيميائياً. و نجد في جزئ الماء ذرتين من

الهيدروجين تشارك كل واحدة بإلكترونها مع ذرة الأكسجين ليصبح في المدار الخارجي لذرة الأكسجين 8 إلكترونات، و في حالة استقرار كيميائي. وتشارك ذرة الأكسجين بإلكترون من مدارها الخارجي مع كل ذرة هيدروجين، لإكمال المدار الخارجي لذرة الهيدروجين ليصبح إلكترونين وفي حالة ثبات كيميائي. ويسمى هذا النوع من الروابط بالرابطة التساهمية حيث تشارك فيه كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحلله ويتجاذب كل جزيء ماء بالجزيئات المجاورة له و من خلال تجاذب كهربائي، ناتج عن اختلاف الشحنات الكهربائية فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الأكسجين في نقطتين بزاوية مقدارها 105 درجة، في شكل هندسي غريب، بما ينتج عنه توزيع الشحنات الكهربائية، بشكل يشبه قطبي المغناطيس. فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة. ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية، تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزئ الماء، مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور بنوع من التجاذب الكهربائي، تسمي الروابط الهيدروجينية وتعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء مثل: وارتفاع درجة الحرارة النوعية والحرارة الكامنة للانصهار والتبخر والتوتر السطحي واللزوجة وجزيئات الماء في حركة دائمة وتعتمد الحالة التي يكون عليها الماء (غازية أو سائلة أو صلبة) على سرعة حركة هذه الجزيئات. فعند انخفاض درجة الحرارة إلى درجة تساوى أو تقل عن الصفر المئوي تفقد جزيئات الماء طاقتها وتقل حركتها ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء. ويرتبط كل جزيء مادة في هذه الحالة بأربعة جزيئات مجاورة بروابط هيدروجينية في شكل ثلاثي الأبعاد كما في حالة الجليد. ومعظم المواد تتقلص بالبرودة، إلاّ أن الماء حينما يبرد يتقلص حتى يصل إلى 4 درجات مئوية حيث يبلغ الماء عندها كثافته العظمى، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة ويُعد الماء مثالاً للخروج على القاعدة العامة في العلاقة بين درجة الحرارة والكثافة. فعند انخفاض درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر المئوي، يتحول الماء إلى ثلج ويقل عدد جزيئات الماء المترابطة ويزيد الفراغ بينها ـ مقارنة بمثيلتها الموجودة في الحجم نفسه من الماء ـ فتتمدد في الحجم وتقل كثافته وتطفو على هيئة قشرة الجليد فوق سطح الماء. وتُعد هذه الخاصية، نعمة عظيمة من نعم البارئ على الكون. فلو خضع الماء للقاعدة العامة للعلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء وهبط إلى القاع معرضاً سطح الماء الذي تحته إلى درجة حرارة منخفضة فتتجمد هي الأخرى وتهبط إلى القاع. وهكذا حتى تتجمد كل طبقات الماء وتستحيل معها الحياة في مياه المناطق القطبية أو شديدة البرودة والمتجمدة. إلاّ أنه في الحقيقة ومع انخفاض درجة حرارة الجو تتجمد طبقات الماء العليا فقط، وتقل كثافتها وتتمدد فتطفو على سطح الماء وتعزل بقية الماء تحتها

عن برودة الجو فيبقى سائلاً ويسمح باستمرار الحياة. وبازدياد درجة الحرارة (أعلى من الصفر المئوي)، تكتسب جزيئات الماء قدراً أعلى من الطاقة وتزداد حركتها وتتقارب المسافات بينها ويتحول الماء إلى صورته السائلة ومع ازدياد ارتفاع درجة الحرارة يزداد قدر الطاقة الذي تكتسبه جزيئات الماء وتزداد حركتها وتتباعد المسافات بينها وتتحول إلى الحالة الغازية، حيث يوجد جزئ الماء في أغلب الأحوال بصورته المنفردة. وتبلغ أقصى درجة لتحول الماء إلى بخار ماء عند وصوله إلى 100م وهي درجة غليان الماء. إلاّ أن هذا لا يمنع من تحول الماء في درجات الحرارة العادية إلى بخار ماء بفعل الطاقة المكتسبة من الشمس وإن كان بدرجة أقل من تلك التي تحدث عند درجة الغليان.

4-10- درجتا التجمد والغليان للماء

من خصائص الماء المهمة وجوده في حالات المادة الثلاثة وهي الغازية والسائلة والصلبة وذلك تحت الظروف العادية من الحرارة والضغط الجوى. وأنه ليس هناك مادة أخرى على سطح الأرض، يمكن أن توجد في هذه الأشكال الثلاثة تحت ظروف درجة الحرارة الموجودة طبيعياً على سطح الأرض. والماء سائل عند درجة الحرارة الموجودة في معظم مناطق الكرة الأرضية. وتُعدّ درجة الحرارة التي يوجد عندها الماء في الصورة السائلة إحدى الصفات الفريدة والمميزة للماء. فعند الضغط الجوي العادي يكون الماء سائلاً بين درجتي التجمد صفر مئوي ودرجة الغليان 100م. فيما لا توجد المواد الأخرى ذات التركيب المشابه للماء بصورة سائلة عند هذا النطاق الحراري الواسع.

فمثلاً توجد مركبات أخرى مكونة من ذرتي هيدروجين وذرة من عنصر آخر، مثل: السيلينوم أو الكبريت. وهذه المركبات لا توجد في حالة سائلة إلاّ في حرارة منخفضة للغاية (-100 ^{5}م إلى -90 ^{5}م). فلو استبدلت ذرة للأكسجين في جزئ الماء بأي عنصر آخر فلن يكون هناك ماءً سائلاً على وجه الأرض حيث إن درجة حرارة سطح الأرض أعلى دائماً من -90 ^{5}م .وبالنظر إلى الفرق بين درجتي الحرارة اللازمتَيْن للتجمد والغليان فإن الماء يبقى سائلاً في مدى واسع من درجات الحرارة يُعدّ أكبر نطاق حراري بين الأوساط السائلة. وتعدّ هذه الخاصية من النعم العظيمة إذ يوجد الماء سائلاً عند درجات الحرارة التي تعيش فيها الكائنات الحية، بما يساعد على استمرار حياتها. وتحول الماء إلى بخار يتطلب قدراً هائلاً من الحرارة. فالماء يغلى عند درجة حرارة (100^{5}م) . ولكن بوصول الماء إلى درجة الغليان فإنه لا يتحول مباشرة إلى بخار، إنما هناك فترة يمتص الماء خلالها قدراً إضافياً من الحرارة ومن دون حدوث أي زيادة في درجة حرارته وقبل تحوله إلى بخار ماء. لذا، فإن بخار الماء يحتوي على قدر هائل من الطاقة الحرارية ولما كان بخار الماء يحتوي على قدر كبير من الطاقة الحرارية فإنه يتكاثف عند انخفاض درجة

الحرارة مع انبعاث طاقته الحرارية ويصير الماء سائلاً ويسقط على هيئة أمطار.

10-5- دور الحرارة النوعية للماء على وظائف الجسم

تعرف الحرارة النوعية: بأنها كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة، عند 4 درجات مئوية.ويعد الماء من المواد التي لها خاصية مقاومة تغير درجة الحرارة، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع قيمة حرارته النوعية وهذا نتيجة وجود الرابطة الهيدروجينية في تكوين جزيئات الماء. وتُعدّ هذه الخاصية من الخصائص المهمة التي تمكن الكائن الحي من استمرار وظائفه الحيوية، أثناء حدوث تغييرات مفاجئة في درجة الحرارة المحيطة به و من دون حدوث خلل في هذه الوظائف.

10-6- دور الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر في إطفاء الحرائق

تُعْرَّف الحرارة الكامنة لانصهار الماء المتجمد: بأنها كمية الحرارة اللازمة لصهر غرام واحد من الثلج (أي تحويله من ثلج صلب إلى ماء سائل) دون تغيير في درجة حرارة الماء وهي تبلغ 80 سعراً حرارياً. أمّا الحرارة الكامنة لتبخر الماء أي تحويله من الحالة السائلة إلى بخار الماء، فتعرف على أنها كمية الحرارة اللازمة لتبخر غرام واحد من الماء من دون تغيير درجة حرارته وهي تبلغ 540 سعراً حرارياً. وبمقارنة كمية الحرارة الكامنة للماء بغيره من السوائل، نجد أن كمية الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر للماء كبيرة جداً، ويرجع ذلك إلى وجود الرابطة الهيدروجينية بين جزيئات الماء. وتلك الخاصية الفريدة جعلت الماء مادة فعالة في إطفاء الحرائق حيث يحتاج الماء كمية كبيرة من الحرارة لكي ترتفع درجة حرارته بما يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الوسط المحترق المحيط بهو بالتالي إطفاء الحريق.

10-7- أهمية التوتر السطحي واللزوجة: Surface Tension **and** Viscosity

يُعرَّف التوتر السطحي (Surface Tension)، وهو عبارة تماسك السطح الحر للسائل لشغل أقل مساحة ممكنة، أمّا اللزوجة (Viscosity)، فهي مقاومة السائل للحركة او اجهادات القص. وتتسبب الرابطة الهيدروجينية في جعل قوة التوتر السطحي للماء ولزوجته، مناسبتين لاستمرار الحياة، فنجد الماء يساعد من خلال هاتين الخاصيتين على تماسك مواد الخلية مع توصيل الماء والغذاء لجميع أجزاء الجسم ويتساوى في ذلك النبات والحيوان. ونلعب اللزوجة والتوتر السطحي في إبطاء فقدان الماء من أوراق النبات عن طريق المسامات. كما تعمل هاتان الخاصيتان في عمليات الطفو على سطح الماء.

10-8- المقاومة للتحلل

نظراً إلى وجود الرابطة التساهمية داخل جزيء الماء وترتيب ذراته المرتبطة بعضها ببعض بشكل هندسي مائل فإنه من الصعب تحلل جزيئات الماء، إلى عناصرها الأولية تحت الظروف

الطبيعية. إلاّ أنه تحت ظروف خاصة يتحلل الماء بنسبة قليلة (11%)، إلى عنصريه: الهيدروجين والأكسجين، في ظل درجة حرارة 2700م.

10-9- أهمية التأين والأس الهيدروجيني : (pH)

تعرف عملية التأين : بأنها عملية تحول جزيئات مركب ما إلى أيونات. وبالنسبة إلى الماء فإن معدل تأينه يُعدّ ضعيفاً جداً إذا ما قورن بمعدلات التأين في المركبات الأخرى. إلاّ أنه قد يحدث تحلل لبعض جزيئات الماء إلى أيوني الهيدروجين الموجب (H^+) والهيدروكسيل السالب. (OH^-) و زيادة تركيز أيون الهيدروجين تعني زيادة الحموضة لهذا السائل في حين تعني الزيادة في تركيز أيون الهيدروكسيل زيادة القلوية. وفي حالة الماء النقي يكون عدد أيونات الهيدروجين مساوياً لعدد أيونات الهيدروكسيل أي أنه متعادل .

وتُقاس الحموضة (تركيز أيونات الهيدروجين) في المواد المختلفة عن طريق مقياس الأس الهيدروجيني. ويراوح مقياس الأس الهيدروجيني بين (14-0) ، فالمواد المتعادلة الحموضة، مثل الماء النقي، قيمة الأس الهيدروجيني لها = 7 أمّا الأحماض قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين(صفر - 6.9)، أمّا المواد القاعدية (القلوية)، فإن قيمة الأس الهيدروجيني لها تراوح بين (7 -14). ومعظم العمليات الحيوية تتم في مجال محدود من الأس الهيدروجيني فإذا ما زادت أو قلت درجة الأس الهيدروجيني عن هذا المجال فإن العمليات الحيوية أو الوظائف الطبيعية للجسم تختل. و تبلغ قيمة الأس الهيدروجيني لدم الإنسان 7.4 ، فإذا ما انخفضت هذه القيمة اختلت وظائف الجسم، وقد تحدث الوفاة . كذلك، قد تكون مياه الأمطار حَمْضية بعض الشيء حوالي 6 نتيجة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في قطرات المطر، إلاّ أن ذوبان بعض أكاسيد الغازات الأخرى الملوثة للجو في مياه الأمطار قد تسبب زيادة الحموضة في مياه الأمطار كما هو يحدث في الأمطار الحمضية. وأن التغيير في قيمة الأس الهيدروجيني درجة واحدة يعني تغيير درجة الحموضة بمقدار 10 أضعاف. فالمحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 3، هو حَمْضي 10 أضعاف المحلول الذي له قيمة أس هيدروجيني = 4 لان درجة الحموضة او القلوية ترتبط بعلاقة لوغاريتمية (لوغاريتم عشري) مع تركيز شحنات الهيدروجين في المحلول: $PH = - \log [H+]$

10- 10 أهمية الماء كمذيب

يُعدّ الماء أقرب من أي مركب غيره يطلق عليه وصف المذيب العام ذلك أن معظم المواد تذوب في الماء ولكن بدرجات متفاوتة. و سبب قوة إذابة الماء للمواد الأخرى إلى قطبية جزيئات الماء الناتجة عن الشكل الهندسي المائل للروابط التساهمية. فكثير من ذرات المواد الذائبة ترتبط بعضها ببعض من خلال قوى جذب إلكتروستاتيكي بسيط، ناتجة عن احتوائها على شحنات مختلفة. وهذه

الأنواع من الروابط تُعدّ أضعف بكثير من الروابط التساهمية الموجودة داخل جزئ الماء والروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء. ونتيجة لوجود ذرات تلك المواد في الماء فإنها تحاط بجزيئات الماء وتعزلها فيزيائيا بعضها عن بعض وتتأين وتصبح ذائبة في الماء. وعلى الجانب الآخر، يظل الماء محتفظاً بتركيبه الأساسي بسبب قوة الروابط التساهمية والهيدروجينية. وتُعدّ مقدرة الماء على إذابة العديد من المواد العضوية وغير العضوية من دون التفاعل معها، أو تغيير خصائصه الكيميائية الأساسية من الخصائص الفريدة التي يتميز بها الماء. وهذا على عكس المذيبات العضوية (Organic Solvents) التي لا تقدر على إذابة أي مادة دون التفاعل معها. فعلى سبيل المثال، يذوب السكر في الماء عن طريق تداخل جزيئات الماء داخل جزيئات السكر حيث تقوم بعزلها فيزيائياً، والاحتفاظ بها داخل الفراغات الموجودة بين جزيئات الماء ، وبالتالي يذوب السكر عن طريق انتشار جزيئاته بين جزيئات الماء دون التفاعل معها. وهذا الذوبان هو عكس ذوبان ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) في الماء، حيث تتم الإذابة عن طريق تأين (Ionization) كلوريد الصوديوم إلى أيونات الكلوريد السالبة وأيونات الصوديوم الموجبة. ولهذا السبب نجد أن محلول السكر في الماء المقطر يكون غير قابل للتوصيل الكهربائي نتيجة عدم تكون أيونات حرة من عملية الذوبان الفيزيائي للسكر حيث تعمل هذه الأيونات الحرة (Free Ions) على حمل إلكترونات التيار الكهربائي في الماء. فيما يكون محلول الملح (كلوريد الصوديوم)، الذائب في الماء المقطر، موصلاً جيداً للكهرباء، نتيجة ازدياد أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم اللازمة لحمل إلكترونات التيار الكهربائي في الماء. وكلما ازداد تركيز هذه الأيونات ازدادت مقدرة هذا المحلول على التوصيل الكهربائي. ولصفة الإذابة هذه أهمية خاصة في تغذية الكائنات الحية وذلك لأن تغذية الكائنات الحية واستفادتها من الغذاء، تعتمد بصورة رئيسية على إذابة المواد الغذائية في الماء سواء تم ذلك قبل امتصاص المواد الغذائية أو بعد امتصاصها وانتقالها في جسم الكائن الحي. وتسبب هذه الخاصية بعض المشكلات في كثير من الأحيان حيث يصعب الحفاظ على الماء بحالة نقية، لأن نقائه يبدأ في التناقص تدريجياً بسبب ذوبان الإناء المحتوي عليه، في كثير من الأحيان ولا يمكن استبعاد مياه الأمطار من هذه الخاصية فأثناء هطولها، تذيب كثير من العوالق والشوائب الموجودة في الجو وبذلك تهبط إلى الأرض محملة بالكثير من المواد الكيميائية والأتربة.

11-10الأمطار الحمضية :Acid Rain

هي مياه الأمطار التي تكون قيمة الأس الهيدروجيني لها حمضية وغالباً يراوح بين (4 -5) وذلك لتكوّن حمضي الكبريتيك والنيتريك ، الناتجين من تفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين، الموجودة في الجو، مع قطرات الماء الموجودة في المطر. وعلى الرغم من أن مياه الأمطار النقية، تكون حمضية بعض الشيء نتيجة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في قطراتها، إلاّ أن درجة

الحموضة تكون مخففة إذ يصل رقمها الهيدروجيني إلى حوالي (6) في غالب الأحوال. وقد يعزى هطول هذه الأمطار الحمضية إلى بعض الظواهر الطبيعية في بعض الأحوال، مثل الأنشطة البركانية. ولكن التلوث الهوائي الناتج عن ألصناعه وانطلاق كميات هائلة من أكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين، يظل هو السبب الأكبر في تَكَوّن الأمطار الحمضية. ويرجع التأثير الضار للأمطار الحمضية على البيئة، إلى تغييرها للبيئة المائية المعتدلة إلى بيئة حمضية، بما يؤدي إلى نفوق الكائنات الحية، واختلال التوازن البيئي، في البيئة والمسطحات المائية. كما تؤدي الأمطار الحمضية، تآكل المنشآت المعمارية والآثار، كما تتسبب في ازدياد عمليات تأكل المواسير والأنابيب المكونة لشبكات مياه الشرب، وزيادة نسبة ذوبان الفلزات الثقيلة، وتحررها من التربة أثناء جريان المياه الحمضية في البحيرات والأنهار الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة تركيز الفلزات الثقيلة السّامة مثل: الرصاص، والكادميوم، والنحاس في مياه الشرب . وتزداد المشكلة تعقيداً بسبب حركة الرياح التي قد تحمل الأكاسيد المتسببة في الأمطار الحمضية من مكان إلى آخر مثلما هو حادث في أمريكا الشمالية، حيث تشير أصابع الاتهام إلى أن ولاية أوهايو الصناعية الأمريكية تُعدّ مسئولة عن حوالي 50% من الأمطار الحمضية، التي تسقط على كندا. وقد تأثرت مئات البحيرات في نصف الكرة الشمالية خصوصاً في السويد، والنرويج، والمملكة المتحدة، وشمال أمريكا، بهذه الأمطار الحمضية حيث تبدو لأول وهلة أنها بحيرات تحتوي على مياه عذبة شفافة إلاّ أنها في حقيقتها مياه ليس بها حياة نتيجة تأثير الأمطار الحمضية عليها. وقد وصلت هذه البحيرات إلى درجة عالية من الحموضة، بعدما استنفدت مقدرة التربة على معادلة التأثير الحمضي للأمطار حيث تحتوي التربة على عدد من الأملاح القلوية، مثل: كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم، التي لها القدرة على معادلة الأحماض. وبعد أن فقدت التربة مقدرتها على معادلة الأحماض، لم تعد البحيرات ذات مقدرة، على معادلة التأثير الضار للأمطار الحامضية. وفقدت مقدرتها على تدعيم الحياة فيها أو إعادة التوازن البيولوجي لها. كما فقدت كثير من الغابات مظاهر الحياة فيها وكذا فقدت الأراضي الزراعية كثيراً من خصوبتها ولم يُجد استخدام الجير الحي أو المواد القلوية كثيراً في رجوع هذه الأراضي إلى طبيعتها أو استعادة البحيرات توازنها البيولوجي. واما الأمطار القلوية (Rain Alkali) التي قد يصل رقم الأس الهيدروجيني لها إلى أكثر من (8) وتكون غنية بالكالست وغيرها من المواد القاعدية المذابة كالكربونات. إلاّ أن هطولها ينحصر في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل مناطق الشرق الأوسط، كما لا يشكل سقوطها أخطاراً مثل التي تشكّلها الأمطار الحامضية.

12-10علاج مشكلة الأمطار الحمضية

نظرا لخطورة ظاهرة الأمطار الحمضية وما ينتج عنها من أثار تخريبية على كافة الأصعدة اقترح العلماء الحل الأول: علاج مكلف ومتكرر، نظرا لتكرار سقوط الأمطار الحمضية، وهذه الطريقة تتمثل في معادلة الأنهار والبحيرات الحمضية والأراضي الزراعية بمواد قلوية. والثاني: علاج دائم ويتمثل بتنقية الملوثات قبل ان تنتشر في الغلاف الهوائي. وان المطلوب من اجل ذلك يتمثل في إيجاد نظام متطور للرقابة البيئية، و النظام المتكامل للرقابة البيئية ضروري لرؤية ومتابعة خلفية ونشاط جمع العناصر الملوثة للوسط الطبيعي نتيجة للتقدم التكنولوجي.

ويجب فسح المجال لتكنولوجيا متطورة كاملة، تتوافق مع الطبيعة وديمومتها، وضرورة إدراج الجدوى الاقتصادية للعمليات الايكولوجية والاهم في ذلك هو توعية الإنسان، توعية بيئية شاملة ووضع أسس عملية لاستغلال الموارد النباتية والحيوانية، ووضع خطط دقيقة لحماية كوكب الأرض من كافة مصادر التلوث الكيميائية والحرارية والنووية، وتخفيض استهلاك الوقود في وسائل المواصلات، وإيجاد وسائل بديلة لا تترك أثار سلبية في البيئة.

13-10أهمية الماء لتربة

تلعب خواص الماء الكيميائية، دوراً كبيراً في مجال الزراعة، وتحديد التصميم الهندسي للجسور والمنشآت المقامة فوق بعض أنواع التربة. ففي حالة وجود بعض أنواع التربة الطينية، التي يغلب على تكوينها وجود صلصال المونتموريلوني، فعند تشبّعها بالماء، تتمدد هذه التربة لتصبح ضعف حجمها عدة مرات، نتيجة تكوّنها من صفائح ذات أسطح سالبة الشحنة الكهربائية، بما يمكنها من الاتحاد مع الأطراف الموجبة للرابطة الهيدروجينية لجزيئات الماء. أمّا عند فقدان هذه التربة للماء، فإنها تعود إلى سابق حجمها الطبيعي، الأمر الذي يؤدّي إلى تشققها. النظائر في المياه النقية من ضمن خصائص الماء المميزة، احتواؤه على نظائر للهيدروجين والأكسجين. فذرة الهيدروجين العادي(H) تحتوي على بروتون واحد، ولا تحتوي على نيوترون في نواتها، وعددها الذري يكافئ وزنها، الذي يكافئ الواحد الصحيح. ويوجد مع الهيدروجين العادي نظيران آخران، هما الديوتيريوم (Deuterium)، وهو نظير ثابت ، والآخر هو التريتيوم (Tritium)، وهو نظير مشع(Radioactive Isotope) . ويختلف هذان النظيران عن الهيدروجين العادي، في احتواء نواتهما على النيوترونات، خلافاً للهيدروجين العادي. فذرة الديوتيريوم، تحتوي نواتها على نيوترون، لذا فعدده الذري 1، ووزنه الذري 2. أمّا ذرة التريتيوم فتحتوي نواتها على 2 نيوترون، ووزنه الذري 3، بينما يظل عدده الذري 1. لذا فإن ذرة الديوتيريوم، أثقل من ذرة الهيدروجين مرتين، وذرة التريتيوم، أثقل من ذرة الهيدروجين ثلاثة أضعاف. ويوجد الديوتيريوم في المياه بصفة طبيعية بنسبة قليلة، حيث يُعد أحد مكونات الماء الطبيعية. أمّا التريتيوم، فيوجد في الطبيعة نتيجة تفاعل الأشعة الكونية مع هيدروجين بخار الماء، أو ينتج أثناء إجراء التفاعلات النووية. كما

يوجد نظيران للأكسجين هما O_{17} وO_{18} فنظير الأكسجين العادي وزنه الذري 16. ويوجد هذان النظيران مع الأكسجين العادي في الماء في الطبيعة، بنسب قليلة. فالأكسجينO_{17} يمثل ما يقرب 0.038% من أكسجين الماء، بينما تصل نسبة نظير الأكسجين O_{18}، إلى حوالي 0.20% من الأكسجين الموجود في الماء.

14-10 الماء الثقيل (أكسيد الديوتيريوم)

وهو نوع من الماء، تُستبدل فيه ذرة الهيدروجين بذرة ديوتيريوم (هيدروجين ثقيل)، وهي ذرة هيدروجين تحتوي في نواتها على بروتون واحد، ونيوترون واحد. ويتشابه الماء الثقيل مع الماء العادي في معظم الصفات الكيميائية، غير أن درجة الغليان للماء الثقيل تصل إلى 101.4 درجة مئوية، في حين تصل درجة التجمد إلى 3.8 درجات مئوية. ويوجد الماء الثقيل في الطبيعة مختلطاً بالماء العادي، ولكن بنسبة قليلة (جزء ماء ثقيل في 6500 جزء ماء عادي). ويمكن الحصول على الماء الثقيل، عن طريق التحليل الكهربائي للماء العادي.ويستخدم الماء الثقيل في دراسة التفاعلات الكيميائية المختلفة، ومبرداً في المفاعلات النووية.

15-10أهمية الماء للكائنات الحية

الماء هو المكوّن الرئيس للحياة، إذ يلعب دوراً حيوياً في جميع العمليات الحيوية، التي تحدث داخل الكائنات الحية، بدءاً من الكائنات الأولية، ومروراً بالنبات، ثم انتهاءً بالإنسان. فالأميبا أبسط أنواع الحياة الحيوانية، هي كائنات وحيدة الخلية، يكون الماء أكثر من 90% من جسمها. ولا تختلف أهمية الماء بالنسبة للنبات، عن أهميته للكائنات الحية الأخرى. ففي الحقيقة، وبمقارنة وزنٍ بوزن، يحتاج النبات الماء أكثر من الحيوان. فأكثر من 90% من الماء، الذي يمتصه النبات عن طريق جذوره، ينطلق في الجو على هيئة بخار ماء. كما يستخدم النبات الماء، في تصنيع غذائه. فالنبات يمتص الماء من التربة عن طريق الجذور، ثم يرتفع الماء من خلال ساق النبات إلى الأوراق، عن طريق الخاصية الشعرية. وفي الأوراق يتحلل الماء إلى عنصريه، الأكسجين والهيدروجين، بواسطة مادة الكلوروفيل في عملية حيوية يطلق عليها البناء الضوئي. وفي هذه العملية، يتحد الهيدروجين الناتج عن تحلل الماء، مع ثاني أكسيد الكربون، الذي تمتصه أوراق النبات من الهواء، لتصنيع سكر، ثم مركبات عضوية، كربوهيدراتية ودهنية، وبروتينية لغذاء النبات. أمّا الأكسجين الناتج من تحلل الماء، في عملية البناء الضوئي، فينطلق معظمه في الهواء الجوى. ويُكَوِّن الماء ما يقرب من 70% من جسم الإنسان. ولا يقتصر وجود الماء على السوائل الموجودة في الجسم، مثل: الدم، والسائل الليمفاوي، بل يدخل كذلك، في تركيب الخلايا المكوّنة لجسم الإنسان، إذ تراوح نسبة وجود الماء بين (65 -90)%، من وزن هذه الخلايا، تبعاً لنوعها. تحتوي خلايا الدم على نسبة كبيرة من الماء، بينما تقل نسبة الماء في الخلايا المكونة للعظام. كما

يلعب الماء دوراً حيوياً، في جميع العمليات الفيزيولوجية في جسم الإنسان. وتختل هذه العمليات إذا فقد الجسم 10% من مائه، أمّا إذا زادت هذه النسبة إلى 20%، فإنها تؤدي إلى الوفاة. ويفقد الجسم في اليوم ما يقرب من 2.5 لتر، في العمليات الفيزيولوجية المختلفة، مثل: التنفس، وعمليات الطرح من بول وبراز وعرق. ويحتاج الجسم لتعويض هذا الفقد، إلى تناول ما يقرب من 2.5 لتر من الماء في اليوم. ويحصل الجسم على الماء من طرق مختلفة، إمّا عن طريق تناول الماء والسوائل المختلفة، وإما عن طريق الأطعمة المحتوية على الماء، مثل: الفواكه، والخضراوات، وإما عن طريق بعض عمليات الأكسدة، التي تتم في الخلايا والأنسجة، حيث يتم أكسدة سكر الغلوكوز في هذه الأنسجة ليعطى ماءً، وثاني أكسيد الكربون. فالإنسان يستطيع الصوم عن الطعام لمدة قد تصل إلى شهرين، ولكنه لا يستطيع العيش دون ماء أكثر من أسبوع. ومن هذه العمليات الفيزيولوجية، التغذية والهضم. فمضغ الطعام في الفم يحتاج إلى اللعاب، الذي تفرزه الغدد اللعابية في الفم. ويحتوي اللعاب على ما يقرب من 99% ماءً ذائباً، به الإنزيمات والأملاح المختلفة. وتُقدّر كمية اللعاب، الذي تفرزه الغدد اللعابية في اليوم، بما يقرب من لتر ونصف. وتصب المعدة والأمعاء إفرازاتهما على الطعام، فضلاً عن إفرازات البنكرياس والعصارة الصفراوية، إذ تبلغ كمية ما يفرز، ما يقرب من لتر إلى لترين في اليوم. ومن نعم الله على الإنسان، أنه لا يفقد هذه الكميات من الماء مع خروج الفضلات، بل يعاد امتصاص جزء كبير من الماء من الأمعاء الغليظة، مع المواد الغذائية الذائبة فيه. كما تُنقي الكليتان الدم من الأملاح الزائدة، وبقية المخلفات الذائبة، والفضلات الأزوتية، مثل البولينا وحمض البوليك، وإخراجها في صورة ذائبة، على هيئة بول. ويبلغ ما يخرجه الجسم من بول يومياً، ما يقرب من لتر ونصف. كما يعمل الماء على تنظيم درجة حرارة الجسم، وحفظها في مدى ثابت. فعند ارتفاع درجة الحرارة، يزيد إفراز الجسم من العرق، وبذا يعمل على تلطيف درجة حرارة الجسم، وخفضها عند تبخره. أمّا عند انخفاض درجة حرارة الجو، فإن الطاقة التي ينتجها الجسم، توزع على جميع أنحائه، عن طريق الدم والسائل الليمفاوي، حيث يمثل الماء القاعدة الأساسية لهذه السوائل، ويعد موصلاً جيداً للحرارة.

المراجع العربية:

1.د.م صادق العدوي : النظم الهندسية لمياه الصرف الصحي 1985.

2. د.م أحمد فيصل الأصغري: منظومات الصرف الصحي ومعالجة مياه المجاري 1997 .

3. د.م أحمد فيصل الأصغري :الهندسة الصحية جامعة حلب 1997.

4. الكود المصري (الجزء الثاني) عمليات معالجة مياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة 1997 .

5. د.م أحمد الأصفري "منظومات الصرف الصحي و معالجة مياه المجاري" الكويت1997.

6- الكود المصري"عمليات معالجة مياه الصرف الصحي في التجمعات السكانية الصغيرة 1997."

7. تقرير"طرق المعالجة الميكانيكية المقترحة لمياه الصرف الصحي". شركة الدراسات، سوريا.2001

8- أ.د فؤاد الصالح :التلوث البيئي (أسبابه،أخطاره،مكافحته) ، سورية 1997

9. معالجة المياه ، م.عبد الكريم درويش، صادر عن دار المعرفة، سورية1997

References : المراجع الأجنبية

-Metcalf & Eddy " Wastewater Engineering" INC, USA, 1991 2-
Dr. Saqer Al Salem "Criteria for Selection and Decision Sequence for Wastewater Treatment"

- Eddy (Wastewater Engineering) INC , USA 1991 & Medcalf
T.G eorge (Small and Decentralized Wastewater & C.Ron
Management Systems) 1998 ,USA.

- - J.Sorab Arceivala (Simple Methods for Wastewater treatment
Turkia 1973.
- - G.K.Santosh G.rajes hwavi (Sweage Disposal) Endia1995.
EPA, operation of wastewter treatment plants) USA,1999.

-Wastewater Engineering Treatment and Reuse Solutions Manual

Get access now with 4th Edition by Inc Staff Metcalf and Eddy, H David Stensel, Franklin L Burton, George Tchobanoglous

-Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse by George Tchobanoglous, Franklin L. Burton(January 1, 1991) Hardcover

Turky ,Arceivala , Simple Waste Treatment Methodes *India ,Air Pollution Control & Santosh Kumar Garg, Sewage Disposal*

- Environmental Chemistry 5th edition ,Stanley E Manhan 1991

Design of Municipal Wastewater Treatment Plants Fifth Edition Manuals of Practice (MOP) MOP 76; WEF Manual of Practice No. 82009 / 3034 pp.

التلوث الأرضي

التلوث البيئي:

التلوث البيئي مرتبط بالدرجة الأولى بالنظام البيئي العام حيث أن كفاءة هذا النظام تقل بدرجة كبيرة وتصاب بشلل تام عند حدوث تغير بين العناصر المختلفة فالتغير الكمي أو النوعي الذي يحدث على تركيب عناصر هذا النظام يؤدي إلى الخلل في هذا النظام، ومن هنا نجد أن التلوث البيئي يعمل على إضافة عنصرغيرموجود في النظام البيئي أو انه يزيد أو يقلل وجود أحد عناصره بشكل يؤدي إلى عدم استطاعة النظام البيئي على قبول هذا التغير الذي يؤدي إلى أحداث خلل في هذا النظام .

أخذ التلوث البيئي بشكل خاص والمشكلات البيئية المعاصرة الأخرى بشكل عام صفة العالمية حيث أن الملوثات بمختلف أنواعها لا تعرف حدود سياسية أو إقليمية بل قد تنتقل إلى جميع أنحاء

العالم وقد تلوث دول وشعوب لا فيها أي نشاط الصناعي نتيجة لانتقال الملوثات من دولة صناعية ذات تلوث عال إلى دولة أخرى. وتساعد الرياح والسحب والتيارات المائية في نقل الملوثات من بلد إلى آخر فالأبخرة والدخان والغازات الناتجة من المصانع التي تنفثها المداخن في أوروبا الغربية تنقلها الرياح إلى بلاد بعيدة. والتلوث البحري يمثل صورة واضحة حيث تنقل أمواج البحر بقع النفط التي تتسرب إلى البحر من غرق الناقلات من موقع إلى آخر مهددة بذلك الشواطئ الآمنة والأحياء البحرية بمختلف أجناسها وأنواعها. كارثة احتراق آبار البترول في الكويت.وأن آثار هذه الكارثة لا تقتصر فقط على هذه المنطقة وحدهما وإنما تتعداهما إلى مناطق وبلدان تقع بعيدا عنهما، حيث أفادت التقارير العلمية التي تابعت هذه الظاهرة أن سحب الدخان الأسود الكثيف الناتج عن حرائق النفط ،ربما تهدد بعض دول المنطقة ودول بعيدة.

طرق التخفف من التلوث البيئي

1.عمليات تقليل الاعتماد على البترول والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الشمس والرياح

2. عمليات تقليل الاعتماد على المواد الكيماوية مثل المبيدات والأسمدة والمنظفات والبدء بالاعتماد على الأسمدة الطبيعية وطرق المكافحة الحيوية ومنظفات قابلة للتحلل.

3 .تغيير النمط الاستهلاكية ونمط الحياة المستهتر لدى العديد من الناس من خلال زيادة الوعي البيئي وتنمية روح المواطنة والانتماء.

4. عمليات التوقف عن استنزاف المصادر الطبيعية مثل الغابات وتطوير زراعة المناطق الخضراء .

5 .تنقية المياه العادمه قبل تصريفها للبحار الأنهار والمحيطات.

6. عمل تشريعات وقوانين قادرة على حماية البيئة وفرض غرامات على الشريكات الإنتاجية الملوثة للبيئة لأنها مسببة للتلوث.

7.التعاون الدولي المشترك لحل المشاكل البيئية ذات الطابع العالمي وتبادل الخبرات وتأهيل الكوادر.

التلوث الأرضي

التلوث الأرضي:ان الأرض التي تعتبر مصدراً للخير والثمار، من أكثر العناصر التي يسئ الإنسان استخدامها في هذه البيئة .ولا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الخير والغذاء الأساسي، وينتج ذلك عن عدم الوعي والإدراك لهذه الحقيقة.

التلوث الأرضي : التلوث الأرضي وهو التلوث الذي يصيب سطح وباطن الكرة الأرضية والذي يعتبر الحلقة الأولى والأساسية من حلقات النظام البيئي وتعتبر أساس الحياة وسر ديمومتها ولا

شك إن التطور الصناعي وجنون السيطرة المالية وفقدان الضمير اتجاه الشعوب الفقيرة التي حدثت في السنوات القليلة الماضية أدت إلى ضغط شديد على العناصر البيئية واستنزفت عناصر بيئية كثيرة نتيجة لعدم مقدرة الإنسان على صيانتها وحمايتها من التدهور فسوء استخدام الأراضي الزراعية يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها وتحويلها من ارض منتجة إلى ارض غير منتجة.

والاستعمال غير الصحيح للتكنولوجيا قد أدى إلى ظهور التلوث الأرضي حيث إن زيادة استخدام الأسمدة النيتروجينية لتعويض النقص الحاصل في التربة أدى فقدان خصوبتها. واستخدام المبيدات الحشرية وزراعية لحماية المنتجات الزراعية من الآفات والأعشاب أدت إلى تلوث التربة بالمواد الكيماوية كما إن زيادة النشاط الصناعي والتعديني أدى إلى زيادة الملوثات والنفايات الصلبة سواء كانت كيميائية أو مشعة وتقوم بعض الدول بإلقاء هذه النفايات على الأرض أو دفنها في باطن الأرض والتأثير السلبي واضح على الحياة البرية والمائية هو الضحية في نهاية المطاف.

وتعتمد التربة الصحية على البكتيريا والفطريات والحيوانات الصغيرة لتحليل المخلفات التي تحتويها، وإنتاج المغذيات. وتساعد هذه المغذيات في نمو النباتات. وقد تحد الأسمدة والمبيدات من قدرة الكائنات العضوية التي في التربة على معالجة المخلفات. ويعني كثرة استخدام الأسمدة والمبيدات تلوث ودمار إنتاجية التربة. وقد يؤدي ري التربة في المناطق الجافة، مع وجود نظام تصريف سيئ، وإذا ما تبخر هذا الماء الراكد فإنه سيخلف الرواسب الملحية من ورائه جاعلاً التربة شديدة الملوحة، مما يؤثر في نمو المحاصيل. وتؤدي عمليات التعدين والصهر إلى تلويث التربة بالفلزات الثقيلة السامة. كما أن المطر الحمضي يقلل من خصوبة التربة. والنفايات الصلبة التي تلفظها المنازل والمصانع، ربما كانت أكثر مسببات التلوث وضوحًا ، وتشمل الورق والبلاستيك والعلب والنفايات الغذائية ونفايات الحدائق. ومن المخلفات الأخرى نفايات خردة السيارات والمعادن ومخلفات العمليات الزراعية ومخلفات التعدين.

يمثل تداول المخلفات الصلبة مشكلة في حد ذاته، لأن معظم طرق التخلص من المخلفات تعمل على تدمير البيئة .فمكبات النفايات المكشوفة تشوه الجمال الطبيعي للأرض، وتكثر الفئران والحيوانات الأخرى الناقلة للأمراض.إضافة إلى المواد السامة الموجودة في النفايات المكشوفة وحُفر الرّدم التي تدفن فيها و يمكن أن تتسرب إلى المياه الجوفية. وعمليات الاحتراق غير المراقب للمخلفات الصلبة تكون دخانًا وملوثات غازية. و عمليات حرق المخلفات في المحارق قد يطلق الكيميائيات السامة والرماد والفلزات الضارة إلى الهواء. تعمل كثير من المجتمعات على دفن المخلفات في مناطق واسعة مكشوفة تدعى مدافن النفايات. وتلوث المياه الناتج عن النفط وتتلف الشواطئ يمكن أن يلوث الحية البحرية مما يتسبب في قتل الكثير منها.

أهم مصادر التلوث الأرضي

1.المخلفات الصناعية: تحتوى على كثير من المواد الكيماوية الخطرة، أو جسيمات دقيقة.المخلفات الخطرة تتكون من المواد المطروحة التي قد تهدد الحياة البيئة. ويعد المخلف خطرًا إذا ما تسبب في تآكل المواد الأخرى، أو انفجر، أو اشتعل بسهولة، أو تفاعل بشدة مع الماء، أو كان سامًا. وتشمل مصادر المخلفات الخطرة المصانع والمستشفيات ، ويمكنها أن تتسبب في إحداث الإصابات الفورية إذا ما تنفسها الناس أو ابتلعوها أو لمسوها.وكان للتداول والطرح غير المقصود للمخلفات الخطرة إلى العديد من الكوارث في العالم. ففي سنة 1984م أدى تسرب غاز سام من مصنع للمبيدات في مدينة بوبال في الهند إلى مقتل أكثر من 2800 شخص، وأحدث تلفًا في عيون وأجهزة تنفس أكثر من 20000 شخص.

ويمكن لبعض المخلفات الخطرة أن تُحدث الأذى الشديد لصحة الناس والحياة البرية والنباتات، ومن هذه المخلفات الإشعاعية والمبيدات والفلزات الثقيلة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم ..الخ.

2.الأسمدة المستخدمة في الزراعة

أ.الأسمدة العضوية: وهي مواد ناتجة من مخلفات الكائنات الحية و هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وهي أمنة الاستخدام وتغذيها بأهم العناصر الأزمة .

ب.الأسمدة غير العضوية : وهي مواد يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية وتؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من أن الغرض منها هو زيادة إنتاج الأراضي الزراعية ، ولقد وجد المهتمون بالزراعة أن زيادة المحصول في السنوات الأخيرة لا تزيد على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيميائية والذي يؤدي إلى تغطية التربة بطبقة لا مسامية أثناء سقوط الأمطار الغزيرة ، بينما تقل احتمالات تكون هذه الطبقة في حالة الأسمدة العضوية.

3.مياه المجارى: تحتوى مياه المجاري غير المعالجة على بكتيريا ناقلة للأمراض ، تسبب أمراضاً مثل الكوليرا والدوسنتاريا عند دخولها مياه الشرب. وتحتوي المياه المعالجة على النترات والفوسفات التي تساعد نمو الطحالب في أنظمة المياه . وتستهلك البكتيريا التي في الماء الطحالب الزائدة ،وتستهلك الأكسجين ، مما يؤدي إلى موت الكائنات المائية.

4.المبيدات الحشرية: والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف الصحي ، كذلك تتلوث مياه القنوات التي تغسل فيها معدات الرش ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من مياه القنوات الملوثة بهذه المبيدات ، أشهر المبيدات الحشرية التي تضر بصحة الإنسان تلك المحتوية على مركبات الزئبق ولقد سمي المرض الناتج عن التسمم بالزئبق بمرض (الميناماتا) وذلك نسبة إلى منطقة خليج (ميناماتا) باليابان والتي ظهر فيها هذا المرض لأول مرة عام 1953م ، وذلك كنتيجة لتلوث المياه المستخدمة في ري الأراضي

الزراعية بمخلفات تحتوي على مركبات الزئبق السامة الناتجة من أحد المصانع وحتى ولو كان بكميات صغيرة على جسم الإنسان حيث ترتخي العضلات وتتلف خلايا المخ وأعضاء الجسم الأخرى ، وتفقد العين بصرها ، وقد تؤدي إلى الموت كما تؤثر على الجنين في بطن أمه . ولعل المأساة التي حدثت في العراق عامي 1971 –1972م أوضح دليل على ذلك حين تم استخدام نوع من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق مما أدي إلى دخول حوالي 6000شخص إلى المستشفيات ، ومات منهم 500 شخص. والتي من أشهرها مادة D.T.T ، وبالرغم من أن هذه المبيدات تفيد في مكافحة الحشرات الضارة ، إلا أنها ذات تأثير قاتل على البكتريا الموجودة في التربة ، والتي تقوم بتحليل المواد العضوية إلى مركبات كيميائية بسيطة يمتصها النبات ، وبالتالي تقل خصوبة التربة على مر الزمن مع استمرار استخدام هذه المبيدات ، وخاصة إذا أضفنا إلى ذلك المناعة التي تكتسبها الحشرات نتيجة لاستخدام هذه المبيدات والتي تؤدي إلى تواجد حشرات قوية لا تبقى ولا تذر أي نبات أخضر إذا هاجمته أو داهمته. إن مادة الـ .D.T.T تتسرب إلى جسم الإنسان خلال الغذاء الذي يأتيه من النباتات والخضروات ويتركز هذا المبيد في الطبقات الدهنية بجسم الإنسان الذي إذا حاول أن يتخلص منها أدت إلى التسمم بهذا المبيد ، وتتركز خطورة مادة الـ D.T.T في بقائها بالتربة الزراعية لفترة طويلة من الزمن دون أن تتحلل ، ولهذا ازدادت الصيحات والنداءات بضرورة عدم استعمال هذه المادة كمبيد.ويتلوث سطح الأرض نتيجة التراكم المواد والمخلفات الصلبة التي تنتج من مخلفات الحياة اليومية .

أن الاتجاهات الحديثة في مكافحة الحشرات التي تلجأ إلى استخدام المواد الكيميائية ، ويزيد المشكلة استخدام الطائرات في رش الغابات والنباتات والمحاصيل الزراعية،إن ذلك لا يؤدي إلى تساقط الأوراق والأزهار والأعشاب فحسب ، بل يؤدي إلى تلوث الحبوب والثمار والخضروات والتربة ، وذلك قد يؤدي إلى نوعين من التلوث :

1-التلوث المباشر وينتج عن الاستعمال البشري للحبوب والثمار الملوثة .

2- التلوث الغير مباشر وهذا له صور شتى وطرق متعددة.

- يصاب الإنسان من جراء تناوله للحوم الطيور التي تحصل على غذائها من التقاطها للحشرات الملوثة حيث تنتقل هذه المبيدات إلى الطيور وتتراكم داخلها ويزداد تركيزها مع ازدياد تناول هذه الطيور للحشرات فإذا تناولها الإنسان كانت سماً بطيئاً ، يؤدي إلى الموت كلما تراكم وازدادت كميته وساء نوعه .

- وهو إما أن يصاب به نتيجة لتناوله للحوم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الملوثة.

- كما يمكن أن يصاب به نتيجة لسقوط هذه المبيدات في التربة وامتصاص النبات لها، ودخولها في بناء خلايا النبات **نفسه.**

5.المبيدات الحشرية: قد تدمر المبيدات خصوبة التربة وقد تلوث المياه الجوفية أو أنظمة المياه الأخرى، وتسمم الحياة المائية, ويمكن لمبيدات الرش أن تقطع مسافات طويلة عندما تحملها الرياح، كما يمكنها أن تخترق السلسلة الغذائية و كذلك قد تسبب الأذى لناس والحياة الفطرية.و من أشهر المبيدات مادة D.D.T وبالرغم من أن هذه المبيدات تفيد في مكافحة الحشرات الضارة ، إلا أنها ذات تأثير قاتل على البكتريا الموجودة في التربة ، والتي تقوم بتحليل المواد العضوية إلى مركبات كيميائية بسيطة يمتصها النبات ، وبالتالي تقل خصوبة التربة مع الزمن و استمرار استخدام هذه المبيدات، وخاصة إذا أضفنا إلى ذلك المناعة التي تكتسبها الحشرات نتيجة لاستخدام هذه المبيدات والتي تؤدي إلى تواجد حشرات قوية.

6.مركبات الزئبق :ومن المبيدات الحشرية التي تضر بصحة الإنسان تلك المحتوية على مركبات الزئبق ولقد سمي المرض الناتج عن التسمم بالزئبق بمرض (الميناماتا) وذلك نتيجة تلوث المياه المستخدمة في ري الأراضي الزراعية بمخلفات تحتوي على مركبات الزئبق السامة الناتجة من المصانع وحتى ولو كان بكميات صغيرة على جسم الإنسان،حيث ترتخي العضلات وتتلف خلايا المخ وأعضاء الجسم الأخرى ، وتفقد العين بصرها ، وقد تؤدي إلى الموت كما تؤثر على الجنين في بطن أمه .

7.المطر ألحامضي:(acid rain)

وينتج عن حرق الوقود الأحفورى العديد من الغازات السامة مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت والتي بدورها تذوب في قطرات المطر مسببة ما يسمى بالمطر الحمضي . من المعروف أن الأمطار الحامضية تعمل على تآكل الغابات كما أن سقوط مثل هذا المطر في البحار يعمل على خفض الرقم الهيدروجيني (PH) للمياه مما يؤثر سلبا على الكائنات البحرية.و تعمل مثل هذه الأمطار على تسريع معدل تآكل الآثار والابنيه.

$$CO_2 + H_2O + \text{sun energy} \longrightarrow H_2CO_3$$

التربة هي الطبقة التي تغطّي القشرة الأرضيّة المحيطيّة أو القارية، وهي بالأصل ناتج احتكاك وتعرية وتجوية القشرة الأرضية من العوامل الجويّة؛ فالتربة تتكوّن من مكوّنات القشرة الأرضية نفسها، وتتخلّلها نسب من مكوّنات الغلاف الأرضي الداخلي التي خرجت لسطح الأرض نتيجة حدوث البراكين كمثال. والتربة هي الوسط الذي تنموا به الكائنات الحيّة الأولى في سلسلة الغذاء (النباتات)، وهي أشبه ما تكون برحم الأم، وهي أساس التكوين. التربة ضروريّة جدّاً، فقبل

وجودها لم تكن هناك حياة على وجه الأرض، وفيها تعيش الكثير من الكائنات الحيّة؛ كالديدان اللافقارية، والحيوانات الفقارية كالفئران، والقنافذ، والأرانب، والحيوانات الدقيقة المجهريّة والأكبر قليلاً، وتعدّ التربة وسطاً ملائماً لعيش هذه الكائنات كلّما زادت رطوبتها لحدٍّ ما، فإن صارت أكثر إشباعاً ناسبت كائنات أخرى مختلفة؛ حيث إنّ تربة الأرز المشبعة لا تناسب القمح مثلاً. ودرجة ملوحة التربة مهمّة أيضاً في تحديد نوع الكائنات التي تستطيع أن تعيش فيها، وكلّما زادت ملوحتها قلت قدرة الكائنات الحية على العيش فيها، حتى البكتيريا؛ فالسبخات الملحيّة قادرة على حفظ الأحافير كاملةً كما هي بلا تحلّل، وذلك لأنّ البكتيريا لن تكون قادرةً على الوصول للمواد الغذائية في الكائن الميت لالتهامه، وتعاني التربة وخصوصاً في الآونة الأخير من مخاطر كثيرة أهمّها التلوث، وسنذكر هنا أهمّ أسباب تلوث التربة. أسباب تلوث التربة التلوث (The Pollution) بشكل عام ظاهرة عالميّة باتت تؤرّق العلماء والباحثين، لكن سأخصّص الحديث هنا عن تلوّث التربة بشكلٍ خاص، وتلوّث التربة يعني اختلالاً في مُكوّناتها، وأيّ تغيّر في تراكيز هذه المكوّنات يؤدّي إلى خلل يؤذي الكائنات الحيّة التي تتّخذها وسطاً أساسياً للعيش فيه أو على هامشه، ومن أسباب هذا الخلل أو تلوث التربة: الأسمدة التي تستخدم في الزراعة؛ فعن طريق وضع الأسمدة العضويّة الصناعية في التربة لتغذية النبات المزروعة، يكون المزارع قد أضاف مكوّناً للتربة، لكن هذا المكوّن غالباً ما يكون بداعي تغذية النباتات وتعديل تراكيز التربة التي تفقد بعض مكوّناتها عندما تمتص النباتات بعض معادنها، لكن إن كانت الأسمدة غير معتمدة أو بكميّات مبالغ بها فسيكون المزارع قد لوّث التربة. استخدام المبيدات الحشريّة والتي يعدّ الهدف منها قتل الحشرات الضارّة، ولكنّها تصل في النهاية إلى التربة، وتستقرّ بها لتصبح أحد مكوّناتها غير الأصلية، وهذا بحدّ ذاته تلوّثاً للتربة، لكنها أيضاً مواد صنعت خصّيصاً لقتل الحشرات، ولكن الحشرات أيضاً مفيدة للتربة؛ حيث إنّها من المكوّنات الأساسيّة لها، فهي تزوّد التربة بالأكسجين نتيجة حركتها وتقليبها للتّربة والمواد العضوية الناتجة عن مخلّفاتها وموتها وتكاثرها. يمكن تصنيف انجراف التربة كأحد أسباب التلوّث، وهو ناتج عن الحفريّات التي تحرّك التربة وبذلك تتكوّن المناطق الفارغة، ويعدّ قطع الأشجار التي تمسك التربة من أهم أسباب انجراف التربة أيضاً، ويمكن ضمّ الرعي الجائر؛ فهو يقوم بنفس الأمر، ممّا ينتج بالنهاية ظاهرة التصحر وهي بحدّ ذاتها تغيّر مكوّنات وصفات التربة. من الأسباب المهمّة لتلوث التربة في المدن أيضاً المخلّفات الصناعية التي تلقى عادةً في مجاري الأنهار، والتي تترسّب في تربة الأنهار وعلى حواف الأنهار الفيضيّة، ممّا يلوّث التربة الغنية التي تستخدم غالباً كأماكن مهمّة وغنية للزراعة بلا أسمدة صناعية، وتلوّث المدن غالباً ما ينتج أمطاراً حمضيّةً قادرةً على تلويث رقعة هائلة من التربة.

كيفية حل مشاكل تلوث الأرضي:

1- تشجيع زراعة الأشجار وعدم قطع الموجود منها.

2- عمل دراسات علمية كافية قبل التوسع باستخدام الأسمدة الكيماوية بأنواعها.

3- استخدام المبيدات غير الضارة للمحاصيل الزراعية والتي تحافظ على خصوبة التربة.

4- عمل الدراسات العلمية لمشاكل الري والصرف ،والتي لها آثار كبيرة في حالة التربة الزراعية .

دور الدول:تعمل الدول في مختلف أرجاء العالم على التخلص من التلوث الذي يسبب التلف لأرضنا من يابسة وهواء وماء. وبالإضافة إلى ذلك بذلت جهود دولية عديدة لحماية الموارد الأرضية.وقد سنت العديد من الدول القوانين التي تساعد في حماية وتنقية البيئة. وفي بعض مدن العالم الكبرى وأكثرها تلوثًا وضعت الدول الخطط للحد من التلوث الهوائي. وتشتمل مثل هذه الخطط على خطوات تحد من استخدام المركبات الخصوصية وتشجع النقل الجماعي.ويمكن الدول سن القوانين الخاصة بعملية إعادة التدوير. وإعادة التدوير عملية تهدف إلى استرداد المواد وإعادة استخدامها بدلاً من التخلص منها. تنظم وسائل التخلص من المخلفات الصلبة والخطرة. ولدى العديد من الدول الصناعية وكالات تملك سلطة مراقبة التلوث وفرض التشريعات. ومن الطرق الفعّالة التي يمكن أن تلجأ إليها الدول لمكافحة نوع معين من أنواع التلوث حظر الملوث نفسه. كما هو الحال في استخدام المبيد الحشري الخطر ((DTT) في كل الأغراض، عدا الأغراض الأساسية.

وقد تحظر دوله ما بعض الاستخدامات لمادة معينة وتبيح بعضها الآخر. فالرصاص مثلاً، فلز سام في مقدوره أن يسبب تلف الدماغ والكلى والأعضاء الأخرى. وقد حظرت الولايات المتحدة الأمريكية استخدام كثير من المواد التي يدخل في تركيبها الرصاص مثل الدهانات المنزلية الرصاصية، ولكنها تسمح باستخدام الرصاص في البطاريات ومواد البناء والدهانات الصناعية. وعلى الرغم من الاستخدام المستمر للرصاص في بعض المنتجات إلا أن القيود على هذا الفلز في الدهانات والوقود قد حدت المشاكل الصحية التي يسببها.

والقوانين الدولية يمكن أن تساعد في مكافحة التلوث،مثل فرض الغرامات على الشركات المسببة للتلوث. ففي أستراليا وعدد من الدول الأوروبية تُفرض الغرامات على المؤسسات التي تلوث مجاري المياه. ومثل هذه الغرامات كفيلة بتشجيع الشركات على الاستثمار في أجهزة مكافحة التلوث أو في تطوير وسائل تشغيل قليلة التلوث. وفي إمكان الحكومات أن تفرض الضرائب على المنتجات الملوثة. فمثلاً، تفرض معظم الدول الاسكندينافية الضرائب على علب الزجاج غير المسترجعة. وتقضي بعض الأنظمة الحكومية ببساطة أن على المؤسسات أن تُعْلِم الجمهور بعدد

الملوثات التي تلقي بها إلى البيئة. وقد دفعت هذه الأنظمة بعض الشركات إلى البحث عن طرق تحد بها من التلوث.ويصعب التحكم في العديد من أنواع التلوث، ويرجع السبب في ذلك إلى أن ملكية الموارد العالمية، أي المحيطات والغلاف الجوي، ليست فردية، ولا تخص أُمَّة بعينها .ولابد لسكان العالم، والحالة هذه، من أن تتضافر جهودهم من أجل مكافحة التلوث.

عقدت كثير الدول المعاهدات والمواثيق التي تساعد في مكافحة مشاكل التلوث مثل المطر الحامضي وتأكل طبقة الأوزون وإلقاء المخلفات في المحيطات. ففي الاتفاقية التي أطلق عليها بروتوكول مونتريال حول المواد التي تستنزف طبقة الأوزون، والتي عقدت في سنة 1989م، اتفقت الدول المنتجة للكلور وفلور وكربونات على إيقاف إنتاجها لهذه الكيميائيات تدريجيًا .ونص تعديل لهذه الاتفاقية أجري في سنة 1991م على حظر الكلوروفلوروكربونات حظرًا تامًا بحلول عام 2000م. وفي عام 1992م وافقت العديد من الدول الأوروبية على وقف إنتاجها من الكلور وفلور وكربونات قبل ذلك التاريخ، أي بحلول 1996م. ، أهم مؤتمر عالمي (قمة الأرض) انعقد حول البيئة، حيث وقّع أعضاء الأمم المتحدة على اتفاقيات لمنع تأثير البيت الحراري والحفاظ على الغابات والكائنات المهددة بالانقراض ومواضيع أخرى كثيرة.

دور العلماء . دفع الاهتمام الواسع بالبيئة العلماء والمهندسين إلى البحث عن الحلول التقنية لهذه المسألة. فبعض الأبحاث تحاول إيجاد طرق للتخلص من التلوث أو تدبيره، وبعضها الآخر يهدف إلى منعه. ويعمل العديد من الباحثين الصناعيين على إيجاد المزيد من الطرق الاقتصادية لاستخدام الوقود والمواد الخام الأخرى. ونتيجة لهذه الأبحاث تستخدم بعض المدن الأوروبية حرارة المخلفات الناتجة عن محطات القدرة ومحارق النفايات، في تدفئة البيوت. وتحرق المحركات الحديثة الوقود بطريقة أنظف وأكثر فعالية من المركبات القديمة.

تم تطوير سيارات تستخدم وقودًا نظيف الاشتعال مثل الميثانول والغاز الطبيعي. وتستخدم بعض السيارات في البرازيل نوعًا آخر وهو الايثانول وقودًا. وتم تطوير سيارات تعمل بغاز الهيدروجين، وهو غاز لا يُصدر أي تلوث إذا ما اشتعل. والبحث قام لتطوير طرق لتوليد الطاقة الكهربائية بتكلفة أقل من الموارد المتجددة مثل الرياح والشمس، والتي قلما نتج عنها أي تلوث.

دور المؤسسات والمصانع: لاحظت العديد من الشركات أن الحد من التلوث أمر ضروري من المنظور التجاري. فقد وجد بعضها أن الحد من التلوث يحسِّن صورتها لدى الجماهير كما أنه يوفر المال. وطور آخرون منتجات أو وسائل لا تشكل خطورة على البيئة، وذلك سعيًا لكسب رضى المستهلكين، كما طور البعض الآخر أنظمة لمكافحة التلوث لاعتقادها بأن القوانين سترغمهم على فعل ذلك.

يعتبر التخلص من المخلفات في الماضي رخيصًا نسبيًا لمعظم المؤسسات. أما اليوم فإن المواقع المصرح بها للتخلص من النفايات أصبحت نادرة، وزادت تكاليف استخدامها .ونتيجة لذلك ابتكرت العديد من المؤسسات طرقًا لإنتاج أقل قدر ممكن من المخلفات .فمثلاً قد يستخدم المصنعون حدًا أدنى من التغليف، ومواد تغليفية يمكن إعادة تدويرها، ، وقلّ ما يلقي به المستهلكون من التغليف في النفايات.وتتخصص العديد من المؤسسات في أنواع مختلفة من وسائل إدارة التلوث. ويتوقع لأعمال الحد من التلوث، أو القضاء عليه، أن تكون واحدة من أسرع الصناعات المستقبلية نموًا. فمثلاً، طورت بعض مؤسسات إدارة التلوث طرق للتخلص من الجسيمات الضارة المنطلقة من المداخن. فالجسيمات يمكن احتجازها باستخدام المرشحات، أو المصائد التي تستخدم الكهرباء الساكنة، أوطرق تسمى المغسالات، تغسل الجسيمات عن طريق الرش بالكيميائيات. وتساعد مؤسسات أخري الشركات في تنفيذ الأوامر الحكومية من أجل التخلص من التلوث. وتدير بعض المؤسسات برامج إعادة التدوير وحفظ الطاقة.

تعمل كثير من الصناعات للتخلص من ملوثاتها مع إنها عملية بطيئة وباهظة التكاليف. وتعتمد العديد من المؤسسات على أرخص طرق الإنتاج المتاحة، حتى لو كانت هذه الطرق تحمل التلوث في طياتها. فمحطات القدرة، على سبيل المثال، تحرق عادة الزيت والفحم لتوليد الكهرباء، نظرًا لكونها أكثر الطرق ملاءمة والأخرى في تطوير عمليات تقلل من الملوثات. ويستخدم المصنعون الكادميوم والرصاص والزئبق في صناعة البطاريات، لأن هذه الفلزات، على الرغم من سميَّتها، تحسن كفاءة البطاريات . وعندما تضاف تكلفة التخلص من التلوث الناتج عن طرق الإنتاج الحالية إلى تكاليف التصنيع، يتضح أن الطرق قليلة التلوث هي الأفضل من الناحية الاقتصادية.

دورالمنظمات البيئية: تساعد في مكافحة التلوث عن طريق محاولة التأثير على المشرّعين وانتخاب القادة السياسيين الذين يولون اهتمامًا بالبيئة .وتقوم بعض الجماعات بجمع الأموال لشراء الأراضي وحمايتها من الاستغلال. وتدرس جماعات أخرى تأثيرات التلوث على البيئة، وتطور نظمًا لإدارة ومنع التلوث، وتستخدم ما توصلت إليه من نتائج لإقناع الحكومات والصناعات بالعمل على منع التلوث أو الحد منه. وتقوم المنظمات البيئية أيضًا بنشر الوعي الإعلامي لإقناع الناس بضرورة منع التلوث. مثل جماعة السلام الأخضر وأصدقاء .

وقد تشكلت أحزاب سياسية تمثل الاهتمامات البيئية في العديد من الدول الصناعية .ولها تأثير متنام على السياسات الحكومية تجاه البيئة. ومن الدول التي توجد فيها مثل هذه الأحزاب فرنسا وألمانيا والنمسا وأستراليا وأسبانيا والسويد.

الجهود الفردية:يعد حفظ الطاقة من أهم الطرق التي يمكن للفرد أن يتبعها للحد من التلوث. فحفظ الطاقة يحدّ من التلوث الهوائي الناجم عن محطات القدرة. وقد تؤدي قلة الطلب على البترول والفحم الحجري إلى التقليل من انسكاب البترول .

والتقليل من قيادة السيارات يعد أيضًا أحد أفضل طرق توفير الطاقة وتجنب التلوث الحاصل للهواء.ويمكن توفير الطاقة الكهربائية عن طريق شراء مصابيح الإنارة والأجهزة المنزلية ذات الكفاءة العالية. فمصابيح الفلورسنت، على سبيل المثال، تستهلك 25% فقط من الطاقة التي تستهلكها المصابيح المتوهجة. ويمكن أيضًا توفير الطاقة بالتقليل من استخدام الأجهزة، وبإطفاء الأجهزة .العزل الجيد للبيوت يوفر قدر كبير من الطاقة ـ بغرض التدفئة أو التبريد. .ويمكن شراء المنتجات التي لاتشكل خطرًا على البيئة. فبإمكان الأسر، تقليل استخدام المنظفات السامة للحد من التلوث ، والتخلص الصحيح من هذه المنتجات.

إعادة استخدام المنتجات مرة ثانية مثل إعادة استخدام الأوراق القديمة وأكياس

البلاستيكية..والتدوير طريقة أخرى لإعادة استخدام المواد. فالعديد من المدن والبلدات تنظم عملية تجميع المخلفات من أجل إعادة معالجتها. ويوفر التدوير كلا من المادة والطاقة ويمنع التلوث.

وهناك الكثير من المخلفات المتنوعة التي يمكن تدويرها. ومن المخلفات الشائع تدويرها:الحديد والزجاج والورق والأوعية البلاستيكية والإطارات القديمة

وأهم الطرق التي يمكن مكافحة التلوث بها.

1.التحول من استعمال الفحم إلى استعمال النفط .

لأن احتراق الفحم يسبب تلوثا يفوق ما ينجم عن احتراق النفط إلا أن اتخاذ مثل هذا الإجراء يهدد بإغلاق بعض الناجم وما يترتب علية من ارتفاع نسبة الأيدي العاطلة ومن ناحية أخرى فإنه يهدف إلى حماية البيئة من التلوث إلى حد كبير . **2.معالجة مياه المجاري ومياه الصرف الصحي** .

حيث إنه من الضروري معالجة مياه المجاري بالمدن وكذلك مياه الصرف الصحي قبل وصولها إلى المسطحات المائية وقد اتخذت خطوات متقدمة في هذا المجال في كثير من الدول المعنية ،إذ اتجه الاهتمام نحو معالجة مياه المصارف و مياه المجاري وإعادة استخدامها في ري الأراضي الزراعية .كشف أحد علماء الفيزياء النقاب عن طريقة جديدة لحل جميع مشاكل تلوث الأرض المتعلقة بوقود الحفريات من خلال استخدام طاقة القمر المعروفة بالطاقة الشمسية القمرية: إن القمر يستقبل مقدارا هائل من الطاقة الشمسية ،بينما لن يحتاج البشر الموجودين حتى عام 2050 إلا إلى جزء من هذه الطاقة. ويتألف نظام تجميع الطاقة الشمسية الجديد مما يقرب من عشرين إلى أربعين قاعدة في الأطراف الشرقية و الغربية للقمر، حتى يتأتى لقاعدة أو أكثر من هذه القواعد أن تظل دائماً مضاءة بأشعة الشمس طوال الوقت أثناء دوران القمر حول الأرض. ويمكن استخدام

أقمار صناعية في المساعدة على توجيه الأشعة تجاه الهوائيات الأرضية.وستنتقل الطاقة التي جمعتها الخلايا الموجودة على هذه القواعد من خلال أسلاك كهربائية مدفونة إلى مولدات لموجات قصيرة المدى التي ستحول بدورها كهرباء الشمس إلى موجات قصيرة المدى، وبعد ذلك ترسل هذه المولدات الطاقة إلى شاشات تعكس الموجات القصيرة إلى الأرض بعدها يتم استقبال أشعة هذه الموجات من خلال منظومة من أجهزة الاستشعار الهوائية الموضوعة بطريقة إستراتيجية حول الكرة الأرضية، ثم بعد ذلك يقوم كل جهاز من أجهزة الاستشعار بتحويل طاقة الموجات قصيرة المدى إلى كهرباء تتناسب مع شبكة الكهرباء الداخلية. وتساهم هذه التقنية بقدر كاف في تجميع هذا النوع من الطاقة وإرسالها إلى الأرض. ومن هذه التقنيات: الخلايا الشمسية قليلة الكفاءة، ومولدات الموجات قصيرة المدى، مثل تلك المستخدمة في أجهزة الرادار، ومستقبلات الطاقة مثل المستخدمة في التلسكوب الراديوي . ويمكن تشييد هذا النظام على سطح القمر من خلال بعض الخامات القمرية وتشغيله من على سطح القمر والأرض باستخدام بعض التقنيات الحديث.

وتتضمن الخامات القمرية هذه بعض من تجمعات التربة القمرية منفصلة منها بحيث يمكن إذابتها ، ثم بعد ذلك يتم تحويلها إلى رقائق زجاجية والألياف، واستخراج السليكون والحديد وعناصر أخرى من التربة القمرية.

أقسام التلوث من حيث الشدة والتأثير.

1.التلوث المقبول:لا تكاد تخلو منطقة ما من مناطق الكرة الأرضية من هذه الدرجة من التلوث، حيث لا توجد بيئة خالية تماما من التلوث نظرا لسهولة نقل التلوث بأنواعه المختلفة من مكان إلى آخر سواء كان ذلك بواسطة العوامل المناخية أو البشرية. والتلوث المقبول هو درجة من درجات التلوث التي لا يتأثر بها توازن النظام البيئي ولا يكون مصحوبا بأي أخطار أو مشاكل بيئية رئيسية.

2.التلوث الخطر:تعاني كثير من الدول الصناعية من التلوث الخطر والناتج بالدرجة الأولى من النشاط الصناعي والتعديني والاعتماد بشكل رئيسي على الفحم والبترول كمصدر للطاقة. وهذه المرحلة تعتبر مرحلة متقدمة من مراحل التلوث حيث أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد المسموح به والذي بدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية. وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية ويتم معالجة التلوث الصناعي باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دوليا أو عن طريق سن قوانين وتشريعات وضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث.

3. التلوث المدمر: يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام البيئي وغير قادر على العطاء نظرا لاختلاف مستوى الاتزان بشكل جذري. ولعل حادثة تشرنوبيل التي وقعت في المفاعلات النووية في الاتحاد السوفيتي خير مثال للتلوث المدمر، حيث أن النظام البيئي انهار كليا ويحتاج إلى سنوات طويلة لإعادة اتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وبتكلفة اقتصادية باهظة وقدت مجموعة من خبراء البيئة في الاتحاد السوفيتي بأن منطقة تشرنوبل والمناطق المجاورة لها تحتاج إلى حوالي خمسين سنة لإعادة اتزانها البيئي وبشكل يسمح بوجود نمط من أنماط الحياة.

تلوث التربة

إن التلوث هو تواجد أي مادة من المواد الملوثة في البيئة بكميات تؤدى بطريق مباشر أو غير مباشر وبمفردها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الإضرار بالصحة ، أو تسبب في تعطيل الأنظمة البيئية حيث قد تتوقف تلك الأنظمة عن أداء دورها الطبيعي على سطح الكرة الأرضية. وتعتبر التربة ملوثة باحتوائها على مادة أو مواد بكميات أو تركيزات مسببة خطر على صحة الإنسان أو الحيوان أو على النبات، أو المنشآت الهندسية أو المياه السطحية أو الجوفية.

وهنا نركز الضوء على تلوث التربة وأسبابه وطرق معالجته وإن موضوع التلوث قد أكتسب أهمية بظهور أنواع جديدة من الملوثات الغير معروفة في السابق مثل العديد من المواد الغير قابلة للتحلل إضافة إلى النفايات النووية وغيرها من المواد. ومن أهم مصادر تلوث التربة (الصناعية، للزراعية،السيارات ...الخ) نذكر منها: الطرق والمطارات، ومصانع الألبان، مصانع الأسبيستوس، مصانع الاسمنت، المصانع الكيميائية والمستشفيات، الأعمال الهندسية، مصانع الزجاج، مصانع الألياف الزجاجية، مصانع المعادن، مصانع تكرير الزيوت النفطية، مختبرات التصوير، محطات الكهرباء، المطابع، مصانع الورق، مصانع النسيج، مخلفات حفر آبار النفط، الأسمدة الكيميائية والمبيدات، الري بمياه رديئة، مياه الصرف الصحي والقمامة.

أهم المركبات الملوثة :

1. المعادن السامة للنبات : الرصاص والكادميوم والزنك والزئبق والزرنيخ.
2. الملوثات العضوية : الزيوت والمذيبات والإسفلت والمركبات الفينولية.
3. الكبريتات والأحماض .
4. غازات سامة : الميثان وثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين.
5. مواد مسرطنة: الأسبستوس وبعض المركبات العضوية والعناصر الثقيلة.

أسباب تلوث التربة :

1. التسرب من الخزانات والأنابيب مثل أنابيب النفط ومنتجاته.
2. تخزين ونقل المواد الخام والنفايات.

3. انبعاث الملوثات من أماكن تجميعها إلى البيئة المحيطة بها.
4. انتقال المواد الملوثة مع مياه السيول أوالمياه الجوفية.
5. انتقال الغازات الخطرة من المناطق المجاورة.

الأضرار الناجمة عن التربة الملوثة :

من أهم التأثيرات التي تنجم عن الترب الملوثة ما يلي :

1. التأثيرات الصحية وذلك من خلال ملامسة التربة الملوثة للجلد أوإبتلاع التربة الملوثة أو شرب المياه التي قد يكون تسربت إليها الملوثات من التربة أو استنشاق الغازات السامة والغبار الذي يحتوي على مواد ضارة أوتناول المنتجات الزراعية من المناطق الملوثة.
2. التأثيرات البيئية: قد تسبب الملوثات في تسمم النباتات والحيوانات والنظام البيئي ككل.
3. التأثيرات الاقتصادية: من أهم نتائج التلوث الأراضي فقدان قيمت الأرضي الزراعية تتوقف الإنتاج الزراعي.

التعامل مع الأراضي الملوثة:

يجب أن يكون ذلك وفق طرق معينة مثل نظم البيانات عن الأراضي الملوثة.إن توفر البيانات الجيدة هو أحد المتطلبات لأخذ القرار المناسب في تخطيط استعمال الأراضي الملوثة ، وإن تجميع البيانات يكون ذا أهمية حيث يشمل النقاط التالية :

1. التعرف على التأثيرات الصحية والبيئية وتقييمها.
2. تحديد أولويات العمل بالمناطق المتضررة.
3. تخطيط الاستعمال المستقبلي للأرض.
4. وضع خطة عمل للاستصلاح.
5. المساعدة في تقييم الأراضي.

ويجب أن تشمل تلك المعلومات الآتي: وصف الموقع، جيولوجية الموقع، نوعية التربة، هيدرولوجية وهيدروجيولوجية الموقع. تاريخ الموقع والدراسات السابقة والأعمال السابقة لمحاولة استصلاح الموقع التعرف على نوعية الملوثات. و يمكن الاستفادة من نظام البيانات الجغرافية بواسطة الحاسب الآلي.

أسباب تدهور التربة :

- تمليح التربة والتشبع بالمياه فالاستخدام المفرط لمياه الري مع سوء الصرف الصحي يؤدي إلى الإضرار بالتربة .

- 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 يُعد 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- التلـوث 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

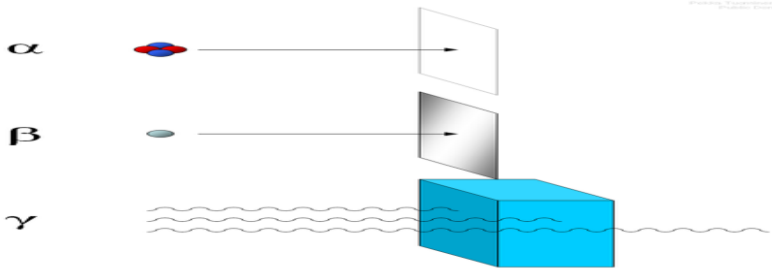
الملوثة والتي ستؤثر بالطبع على الحياة وتدمر الجينات أي أن آثارها مستمر ولا يمكن محوها ولن يكون ذلك حلاً على الإطلاق بل إضافة مشكلة جديدة لمشاكل تلوث البيئة .

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 نحو50 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



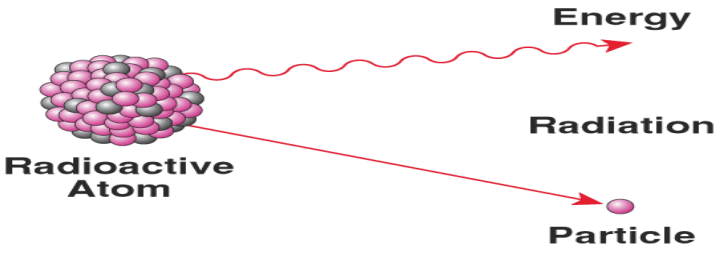
جسيمات ألفا .تحمل شحنات كهربائية موجبة. ويتركب جسيم ألفا من بروتونين ونيوترونين، أي أنه يماثل نواة ذرة الهيليوم. تنطلق جسيمات ألفا بطاقات عالية، ولكنها سرعان ما تفقدها عند مرورها في المادة. وبمقدور ورقتين من أوراق هذه الموسوعة إيقافها.جسيمات بيتا .وهي إلكترونات. تطلق بعض النوي المشعة إلكترونات عادية 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 14Cعلى 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 60-40 كم وتقل كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض.

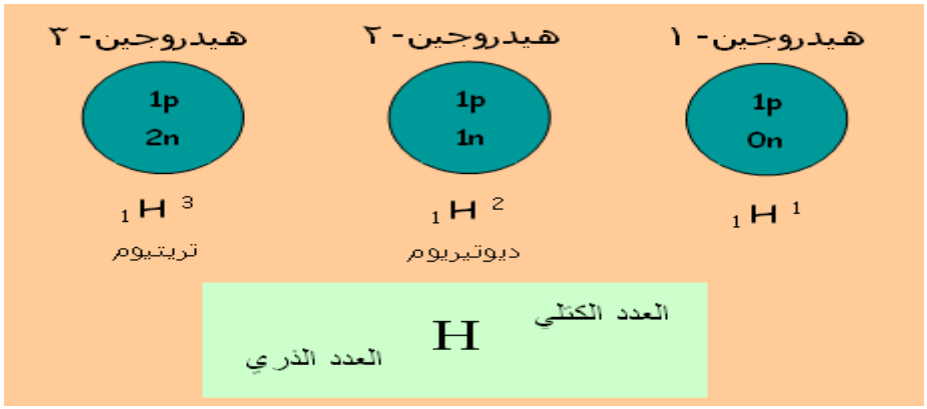
ب. الأشعة الكونية الثانوية: وهي نتاج عملية تفاعل الأشعة الكونية الأولية مع الغلاف الجوي للأرض ، وتتألف من فوتونات (إشعاع كهرومغناطيسي) وإلكترونات و بروتونات ونيترونات, وتزداد كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض, فهي تتواجد على ارتفاع 20-15كم فأقل . وفيما بين هذين الارتفاعين نجد خليطاً من نوعي الأشعة

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 .

2- 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

الحادة والبسيطة . ونتيجة لهذه التقنيات الحديثة في المجالات المتعددة زاد عدد المستخدمين للتطبيقات الإشعاعية وتطورت تقنياته بشكل واسع.ومع زيادة استخدامات التقنيات الإشعاعية الحديثة المطرد زاد عدد المتعرضين للإشعاعات الطبية في المستشفيات والمراكز الطبية، كما زادت الخلفية الإشعاعية في هذه الموقع حسب نوع المصادر المستخدمة وخواصها الفيزيائية والكيميائية. تم وضع أسس لحماية العاملين وعامة الناس من تلك الأخطار وتطورت أساليب المراقبة للمصادر المشعة وكذلك العاملين في مجالها.

الأشخاص المتعرضون للإشعاع

الناقل وهو الشخص الوسيط بين المنشأة والقسم المستخدم، ولابد أن يصرح له بنقل المواد المشعة حيث يكون على دراية بما يحمل ويعرف جميع الصفات الفيزيائية والكيميائية للمواد التي ينقلها وتحمل العلامات التعريفية والتحذيرية الخاصة بها وكذلك تحمل علامة الإشعاع.

المستخدم وهو القسم الذي يستخدم هذه النظائر المشعة لأغراض التطبيقات الطبية أو غيرها. وهنا يجب على المستخدم تحديد الكميات المطلوبة بدقة حسب الحاجة فقط وتجهيز أماكن التخزين المناسبة ومراعاة تعليمات السلامة في مثل هذه الأماكن.

المستفيد وهو الشخص المحتاج لهذه المواد مثل المريض مثلاً وهنا يجب عدم تعريض المستفيد للمواد المشعة إلا بوجود فائدة وتبرير مثل وجود طلب من الطبيب المعالج ، وبعد الفحوصات هناك بعض الاحتياطات التي يجب مراعاتها بعد خروج المستفيد من المنشأة .وعلى العامل في هذا المجال مراعاة بعض الإرشادات المهمة والتي منها:

أ) الالتزام بقواعد وإجراءات الوقاية من الإشعاع وتقليل تعرضه للإشعاع قدر الإمكان وأن يكون تعرضه ضمن الحدود المسموح بها والاستخدام الأمثل للمواد المشعة وكذلك لأجهزة الرصد الموجودة بالقسم .والتأكد من عدم تلوث اليدين والملابس قبل مغادرة الموقع إلى الأماكن العامة . في حالة الظروف الغير عادية يتم إبلاغ قسم الحماية من الإشعاع في الحال.وفي حالة وجود أعراض زيادة الجرعة الإشعاعية أو الشك في ذلك يبلغ المسؤول الطبي فوراً .وعدم السماح بالأكل أو الشرب داخل معمل التحضير للمواد المشعة .وغسل اليدين جيداً بالماء وذلك بعد كل استخداما للنظائر المشعة.

ب) فصل النفايات المشعة: بعد استخدام المواد المشعة في القسم يبقى منها ما يسمى بالنفايات المشعة كأدوات الحقن وبقايا المواد المشعة التالية:التأكد من أن كمية النفايات المشعة التي تخزن في أماكن العمل هي أقل ما يمكن تحقيقه عملياً.وتوفير وتنظيم أوعية خاصة للنفايات المشعة ووضع علامات التعريف والتحذير عليها.وتنظيم سجلات خاصة بالنفايات المشعة التي توجد بالمعمل.وتعبئة النماذج الخاصة بالمواد الواردة للمعمل والصادرة منه.واستخدام الأساليب العلمية

في حالة حدوث حالة تلوث إشعاعي.والإشعاعات النووية والحدود المسموح للجرعات الإشعاعية نواة مركزية يحيط بها سائل يعرف بالسيتوبلازم الذي يحاط بغلاف يسمى جدار وتتركب الخلية السيتوبلازم على أنه مصنع الخلية الذي يقوم بهضم الطعام حيث يقوم بتحويله إلى طاقة وجزيئات معقدة تستخدم لعمليات إصلاح ما يعطب في الخلية أو لانقسامها ، أما النواة فيمكن اعتبارها على أنها العقل المنظم أو المسيطر على سير العمليات في الخلية، كما تحتوي النواة على 46 كروموسوم الذي هو عبارة عن تركيب خيطي يتكون من الجينات الوراثية، والجـينات الوراثية عبارة عن حامـض نـــووي (DNA (De -Oxyribonucleic acid وجزيئات بروتين ، حيث تحمل هذه الجينات المعلومات التي تحدد خصائص الخلايا الوليدة، وتتمتع الخلايا بمقدرتها على التكاثر لتعويض الخلايا التالف.

يتعرض الإنسان للإشعاع كالضوء والحرارة ، ولكن تعرضه للإشعاع النووي ينتج عنه آثار خطيرة على صحته ، والفرق الوحيد بين الإشعاع النووي والأشعة المعروفة كالضوء والحرارة يكمن في أن الأول ذا طاقة عالية كافية لتأين جزيئات المادة، ففي حالة تأين الماء الذي تتركب منه معظم الخلية تنتج تغيرات جزيئيه ، وتتكون مواد كيميائية جديدة قد تؤدي إلي تخريب المادة الكروموسومية ، وقد يؤدي ذلك إلي تغيير في تركيب ووظيفة الخلية. عند تعرض مادة ما للإشعاع فإن الإشعاع يفقد جزء من طاقته تمتص بواسطة المادة المعرضة له ، مما قد يؤدي إلى تأين المادة، وعلينا أن نفرق بين جرعة الإشعاع Radiation Dose وهي كمية الطاقة الكلية الممتصة ، ومعدل امتصاص هذه الطاقة . ونتيجة لتعرض جسم الإنسان للإشعاع تحدث مجموعة مختلفة من التأثيرات المباشرة وغير المباشرة، ولا تعتمد هذه التأثيرات فقط على التركيب الذري للمادة التي امتصت الإشعاع ، وعلى تركيبها الجزيئي والتكوين البلوري لها وطبيعة المادة المحيطة بها ، وقد يؤدي التأين الناتج للذرات والجزيئات إلي تحطيم الروابط أو تكوين روابط أخرى جديدة ، بينما قد تؤدي الطاقة الممتصة بواسطة جزيء معقد إلى إثارة حالات اهتزازية أو دورا نية عالية ، كما قد يؤدي الارتفاع الناتج في درجة حرارة مجموعة من الجزيئات المعرضة للإشعاع إلى زيادة ثانوية في معدلات تفاعلات كيميائية معينه أو إلى انتشارات جزيئيه سريعة، كما لوحظ أن الكثير من التفاعلات ينتج عنها ذرات ثانوية تنشأ نتيجة للتصادمات مع الذرات المرتدة عند تصادم الإشعاع معها وذلك في أحداث التشتتات ، وفي حالات أخرى مثل تفاعلات أسر النيوترون قد يمكن ان تنتج أيونات ثقيلة ذات طاقات عالية تساهم في أحداث تفاعلات مختلفة .

ولكن يحدث غالبا فقدان لطاقة الإشعاع وامتصاصها بواسطة ذرات الهدف ، وتحويلها إلي حرارة أي إلى طاقة اهتزازية لتلك الذرات مما ينتج عنه إتلاف الكائن الحي وذلك إذا كانت الجرعة

الممتصة كبيرة ، وقد تحدث بعض هذه التأثيرات بعد عدة سنوات من التعرض للإشعاع ، وقد تظهر كل التفاعلات السابقة على شكل أعراض سريريه أو على المدى البعيد قد تظهر بعض الأعراض السرطانية ، كما ويمكن أن يحدث أيضا إتلاف الكروموسومات الوراثية مما ينتج عنه آثار وراثية و يتسبب الإشعاع في تدمير الخلايا وينتج عن ذلك التأثيرات المختلفة للإشعاع على جسم الإنسان، وتنقسم هذه التأثيرات إلى فئتين رئيسيتين:

1. مرضية Somatic . 2.ووراثية Hereditary ، أما التأثيرات المرضية فتنتج عن دمار الخلايا العادية في جسم الإنسان نتيجة لتعرضه للإشعاع، أما التأثيرات الوراثية فتنتج عن دمار خلايا التكاثر في الإنسان (أو الغدد التناسلية)، ويتضح الفرق بين النوعين السالفين في أن التأثيرات الوراثية يمكن أن تنتقل من جيل إلي جيل آخر. ويؤدي تفاعل الإشعاع مع الجسم إلى ارتفاع في درجة حرارة العضو المعرض للإشعاع، وتعتبر خلايا التكاثر والنمو من أكثر الخلايا تعرضا للإصابة بتأثير الإشعاع، ونظرا لأن خلايا السرطان تنمو باضطراد، لذلك فإنها أكثر عرضة من غيرها للإصابة بأمراض الإشعاع ، أيضا مثلها في ذلك مثل الأجنة والأطفال الرضع الذين هم أكثر تعرض للإصابة من الكبار ، ويمكن أن يؤدي التعرض للإشعاع إلى تجمع الماء في العين وتكون الكاتراكتا Cataract ، ويمكن أن يؤدي التعرض للإشعاع إلى إثارة تغيرات وراثية تنتج عنها طفرات وراثية تؤدي إلى مولد الكثير من البشر المصابين بعاهات أو تشوهات خلقية وذلك لأنه يمكن زيادة معدل الطفرة بالحرارة أو بالطرق الكيميائية أو عن طريق الإشعاع ، وتشابه تلك الطفرات Mutations الناتجة عن الإشعاع الطفرات الطبيعية ، ويعتقد أن معدل حدوث هذه الطفرات يتناسب مع مقدار الجرعة الممتصة، وليس لتلك الجرعة حد أدنى، كما ولا يوجد علاج مناسب لذلك أيضا وقد لوحظ أن الجرعة التي قد تضاعف معدل الطفرة تتراوح بين 25، و100 رام، وقد جاءت هذه المعلومات المحدودة عن تأثير جرعات الإشعاع الكبيرة على جسم الإنسان من الدراسات التي أجريت على ضحايا قنبلتي هيروشيما ونجازاكي قبيل انتهاء الحرب العالمية الثانية، كما وقد تم تجميع بعض المعلومات من الحوادث العارضة الناتجة عن استخدامات الطاقة النووية والإشعاع.

ويوجد نوعان من التعرض للإشعاع

1. التعرض الحاد للإشعاع :Acute exposure

والتعرض المفاجئ للإشعاع الناتج عن انفجار نووي كالقنابل النووية، وبذلك تنتج جرعة كبيرة جدا كما ويمكن أن يتعرض الإنسان لإشعاع حاد عند العلاج بالإشعاع، حيث يتلقى المريض جرعات محددة من الإشعاع.

2. التعرض المزمن

وهنا يحدث تعرض دائم للإشعاع، وذلك على مدى فترات زمنية طويلة،مما يؤدي إلى تراكم كمية كبيرة من الجرعات الإشعاعية، وتتعرض الأحياء عموما وباستمرار لمعدلات منخفضة من الإشعاعات الناتجة عن الأشعة الكونية أو عن المواد المشعة طبيعيا أو المواد المحضرة صناعيا، وكذلك للإشعاع الناتج عن الاستعمالات الطبية لأشعة X في التشخيص وفي العلاج وقد لوحظ أن بعض المناطق في العالم معرضة لمعدلات من الإشعاع الطبيعي أكبر من غيرها مثل إيطاليا، والهند، والبرازيل، والنمسا، وقد وضع مقياس عالمي يحدد أقصى قيمة للجرعة الإشعاعية المسموح بها Maximum Permissible Dose والجرعات المسموح بها والتي تمثل الحد الأدنى الذي يمكن أن يتعرض له الإنسان ، ولكن يوصى دائما بالتعرض لجرعات إشعاعية أقل من تلك المسموح بها، وعند استعمال أشعة X في التشخيص الطبي يراعى خفض جرعة الإشعاع إلى أقل درجة ممكنة وذلك باستخدام ماكينات توليد معزولة عزلا جيدا" واستخدام ألواح فوتوغرافية فائقة الحساسية حيث أن تعرضها لجرعة صغيرة من أشعة X تكون كافية للتشخيص دون ما تعريض الجسم لاحتمال الإصابة بأمراض الإشعاع يعرف النشاط الإشعاعي لعنصر ما بأنه عدد الأنوية التي تتفكك إو تتحلل في الثانية الواحدة لينتج من هذا التحلل انبعاث جسيمات موجبة أو سالبة وإشعاعات كهر ومغناطيسية. وطاقة الترابط النووي Nuclear Binding Energy لأنويه العناصر التي تتساوى فيها عدد البروتونات والنيوترونات كبيرة.وقوى التجاذب بينها تكون أكبر من قوى التنافر الكهروستاتيكية الموجودة بين البروتونات داخل النواة.

1-7 الأنوية ذات النشاط الإشعاعي

مثال ذلك نواة الليثيوم - 11(8Li113) s إذا زاد عدد البروتونات عن عدد النيوترونات يتحول بروتون إلى نيوترون وينبعث بوزيترون.

- وإذا زاد عدد النيوترونات عن عدد البروتونات يتحول نيوترون إلى بروتون وينبعث إلكترون هذا التحلل يسمى تحلل بيتا Beta decay. أما التحلل الذي يتم فيه انبعاث جسيمات ألفا (أيونات ذرة الهيليوم) He42s فيحدث للأنوية الثقيلة .

أما القوى النووية : - فهي القوى النووية الجاذبية بين البروتونات والنيوترونات وقوى التنافر بين البروتونات وكذلك أنواع النشاط الإشعاعي النووى مثل إشعاعات جاما وجسيمات ألفا وبيتا . ومن المعروف أن القوى التي تربط الإلكترونات بالنواة هي قوى كهرومغناطيسية . أما القوى التي تربط مركبات النواة بعضها ببعض فهى القوى النووية الجاذبة والتي تؤثر على مسافة 10-15 متر.وهى أكبر 10 ألاف مرة من القوة الكهرومغناطيسية وهذه القوى النووية هي مفتاح الطاقة النووية . والفارق الأساسي بين التفاعل النووى و التفاعل الكيميائي هو أن التفاعل الكيميائي

يتعامـل مع الإلكترونات في حين أن التفاعل النووي يتعامل مع مركبات النواة . مثـال ذلك محاولة دمج نويات إلى بعضـها البعض (الاندماج النووي nuclear fusion) أو شطر النـواة (الانشطار النووي nuclear fission) . و حرارة الشمس تتولد من الاندماج النووى الذي تصاحبه طاقة هائلة أكبر ألف مرة من تلك الناتجـة عن الانشطار النووي ذلك لأنه في الحالتين يصاحب التفاعل نقص في الكتلة يظهر على شكل طاقـة.

2-7الإشعاعات الكهرومغناطيسية

نتيجة لامتصاص فوتونات أو جسيمات إضافية، تكتسب الذرة طاقة أعلى من طاقتها في حالتها المستقرة، وتعرف حينئذ بالذرة المثارة الناتجة عن ظاهرة الإثارة excitation، ونتيجة لذلك تُعيد الذرة ترتيب الكتروناتها بالمدارات حول النواة، وخلال جزء من الثانية تعود الإلكترونات إلى مدارها الأصلي مع إطلاق الموجات الكهرومغناطيسية (الفوتونات). وتعتمد طاقة الفوتونات المنبعثة على نوع الذرة وكمية الطاقة الزائدة بها، وبنفس الأسلوب يمكن إثارة نواة الذرة ، ومن ثم تعُيد النواة توزيع شحناتها الكهربية بما يؤدي إلى انبعاث موجات كهر ومغناطيسية يطلق عليها أشعة جاما.

ولقد أطلق مصطلح (الكهرومغناطيسية) على هذه الأشعة بسبب طريقة توليدها داخل الذرة المُثارة، ونتيجة لحركة الشحنات السالبة (الإلكترونات) يتولد تيار كهربي يتسبب في توليد مجال مغناطيسي مُتعامد معه، وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في اتجاه مُتعامد على كل منها. ومن مصادر الضوء المرئي أشعة الليزر، وهو ضوء مرئي أحادي الطاقة ينتشر بكميات هائلة في مسار دقيق، ومن ثم تكون الطاقة الكلية المصاحبة له كبيرة جدا، الأمر الذي أهله للقيام بعمليات القطع واللحام في المجالات الطبية والصناعية.

وتتميز الموجات الكهرومغناطيسية للميكروويف بقدرتها على الانتشار في الأوساط المسامية وعدم الانتشار في الأوساط المعدنية. وقد شاع استخدام أفران الميكروويف في طهي وإعداد الطعام، كما اتسعت دائرة استخدام الميكروويف في الأغراض الطبية، وتنقسم الموجات الكهربية التي تحمل فوتوناتها طاقة أقل من طاقة الميكروويف إلى موجات قصيرة ومتوسطة وطويلة. ويختلف تأثير الإشعاعات الكهرومغناطيسية في المواد بحسب طاقة الإشعاع، ويجري تصنيف الإشعاعات إلى نوعين، المؤينة وغير المؤينة، ويسبب الإشعاع المؤين تأين الذرات بالوسط الذي يعبره، أما الإشعاع غير المؤين فهو الذي لا يسبب تأين ذرات الوسط الذي يعبره حيث يقف عند حد إثارة ذراته. وفي مجال الإشعاعات الكهرومغناطيسية، ينتمي إلى الإشعاع الجاما والأشعة السينية بينما ينتمي إلى الأشعة غير المؤينة الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي والأشعة دون الحمراء

والميكروويف والموجات الكهربية.

3-7 التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية

يتعرض الإنسان في حياته للموجات الكهرومغناطيسية ذات ترددات متفاوتة تنبعث من عديد من المصادر الطبيعية والاصطناعية ، تنشأ المجالات الكهرومغناطيسية عن عدة ظواهر طبيعية منها عمليات التفريغ في الشمس أو الفضاء أو أجواء الأرض ، كما تنشأ عن المصادر الاصطناعية التي تولد الطاقة الكهربائية أو التي تسير بالتيار الكهربائي، وتتسبب المصادر الاصطناعية في إحداث مجالات كهرومغناطيسية تزيد مستوياتها في بعض الحالات عن أضعاف المعدلات الطبيعية لهذه المجالات.

ومن بين أهم المصادر الاصطناعية لانبعاث المجالات الكهرومغناطيسية، أجهزة الاتصالات المزودة بهوائيات البث والاستقبال والأجهزة التي تنطلق منها هذه الموجات أثناء تشغيلها منها شاشات العرض التلفزيوني ووحدات رفع قوة التيار الكهربائي والمحولات الكهربائية وغيرها. والانتشار الواسع لأجهزة التلفاز والفيديو والكمبيوتر والألعاب الإلكترونية والهاتف اللاسلكي والهاتف النقال وأجهزة الليزر والميكروويف، كما تضاعفت أبراج البث الإذاعي والتلفزيوني ومحطات استقبال بث الأقمار الاصطناعية ومحطات الاتصالات اللاسلكية ومحطات الرادار ومحطات تقوية الاتصالات بشبكات الهاتف النقال.

وتتزايد معدلات امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية بفعل العديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية ومسار خطوط الجهد العالي المتاخمة للمنازل والمصانع ومواقع التجمعات البشرية، كما تتزايد تلك المعدلات مع التوسع في تقنيات العلاج الطبي باستخدام أجهزة توليد الموجات المغناطيسية وفوق الصوتية والتقنيات الصناعية باستخدام ماكينات لحام المعادن والتقنيات المنزلية باستخدام أفران الميكروويف ووسائل الاتصالات الإلكترونية.

4-7 التأثيرات الصحية للإشعاعات الكهرومغناطيسية

1. تتركز شكوى التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية في الصداع المزمن والتوتر والرعب والانفعالات غير السوية والإحباط وزيادة الحساسية بالجلد والصدر والعين والتهاب المفاصل وهشاشة العظام والعجز الجنسي واضطرابات القلب وأعراض الشيخوخة المبكرة.

2. تتفق العديد من البحوث العلمية الإكلينيكية على أنه لم يستدل على أضرار صحية مؤكدة نتيجة التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات اقل من 5و0 مللي وات/سم2، إلا أن التعرض لمستويات أعلى من هذه الإشعاعات وبجرعات تراكمية قد يتسبب في ظهور العديد من الأعراض المرضية ومنها:

- أعراض عامة وتشمل الشعور بالإرهاق والصداع والتوتر.

- أعراض عضوية وتظهر في الجهاز المخي العصبي وتتسبب في خفض معدلات التركيز الذهني والتغيرات السلوكية والإحباط والرغبة في الانتحار، وأعراض عضوية وتظهر في الجهاز البصري والجهاز القلبي الوعائي والجهاز المناعي.

3. التأثير في أداء الأجهزة الطبية المستخدمة في تنشيط النبضات القلبية ومعدلات التنفس وغيرها.

4. ظهور الأورام السرطانية.

5. الشعور بتأثيرات وقتية منها النسيان وعدم القدرة على التركيز وزيادة الضغط العصبي وذلك بعد التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات من 01و0 إلى 10ملى وات/سم2، وسميت تلك الأعراض بالتغيرات السيكولوجية.

6. التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يتسبب في اختلال عمليات التمثيل الغذائي بالأنسجة والخلايا الحية ويرجع ذلك للحمل الحراري الزائد.

7. أوضحت الاختبارات أن التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يؤثر في النظام العصبي المركزي، ويترتب على ذلك تأثيرات في العصب السمعي والعصب البصري.

8. التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات تبدأ من 120ملى وات/سم2 يؤثر في وظيفة إفراز الهرمونات من الغدة النخامية، الأمر الذي قد يؤثر في مستوى الخصوبة الجنسية.

9. يتخيل المتعرضون للإشعاعات الكهرومغناطيسية بمستويات تبدأ من 700ملى وات/سم2، سماع أصوات كما لوكانت صادرة من الرأس أو بالقرب منه.

10. التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية يلحق الضرر بشبكية العين وعدسة العين البلورية، وأن ارتفاع درجة حرارة عدسة العين إلى حوالي 41درجة مئوية، يمكن أن يؤدي إلى ظهور عتامات في عدسة العين(كتاركت)، إلا أن قيمة الذبذبات وكثافة القدرة لهذه الإشعاعات القادرة على إحداث عتامة عدسة العين في الإنسان مازالت متضاربة.

11. أوضحت بعض الدراسات الميدانية في فنلنده حدوث سرطانات في الأنسجة المختلفة نتيجة التعرض للطاقات العالية من الميكروويف.

12. تأثر أداء الأجهزة الاصطناعية لتنظيم ضربات القلب ، وذلك عند تعرض المرضى المستخدمين لهذه الأجهزة للإشعاعات الكهرومغناطيسية بذبذبات من 1و0 إلى 5غيغاهرتز أو لسعة ذبذبة أكثر من 10ميكروثانية أو مجال كهربي شدته أكثر من 200فولت/أمبير.

13. رغم عدم توافر دراسات كافية عن تأثير للإشعاعات الكهرومغناطيسية في المعادن، إلا أنه ينصح بعدم التعرض للمستويات المؤثرة لهذه الإشعاعات، وذلك لمرضى كسور العظام الحاملين للشرائح أو المسامير المعدنية المستخدمة في تثبيت الكسور.

14. يتزايد القلق في شأن تأثير التعرض للإشعاعات الكهرومغناطيسية على ميكانيكية التنبيه

العصبي بمنظومات الجسم الحي، إذا ما أخذ في الاعتبار نتائج البحوث العلمية عن تأثير الإشعاعات المنبعثة من الهاتف النقال على الرقائق الإلكترونية المنظمة لعمل عدادات محطات ضخ البنزين والتشويش الذي تحدثه في التحكم الإلكتروني في إقلاع وهبوط الطائرات.

5-7 مخاطر تعرض الإنسان للإشعاعات الكهرومغناطيسية

تختلف حدة التأثيرات البيولوجية والصحية للمجالات الكهربية والمغناطيسية و الكهرومغناطيسية بحسب معدلات تردد الإشعاعات وشدتها وزمن التعرض لها ومدى الحساسية البيولوجية للتأثير الإشعاعي في الفرد أو العضو أو النسيج أو الخلية الحية، وتزداد حدة التأثير الإشعاعي مع زيادة مستوى الجرعة الإشعاعية الممتصة داخل أعضاء الجسم المختلفة ومع تصاعد الجرعات التراكمية وبفعل التأثير المؤازر لبعض المؤثرات البيئية، ومن ثم وضعت الضوابط التي تكفل منع أي تعرض إشعاعي يترتب عليه أضرارا قطعية بأنسجة الجسم وخلايا الجسم الحي، وقصر التعرض على المستوى الآمن الذي يمثل أدنى مستوى يمكن الوصول إليه لتحقيق الهدف من هذا التعرض مهنيا كان أو تقنيا أو خدميا أو طبيا، إلا أنه يجدر الأخذ في الاعتبار أن المستويات المتفق عليها دوليا للتعرض الآمن للإشعاعات لأتضمن عدم استحداث الأضرار الاحتمالية جسدية كانت أم وراثية، والتي قد تنشأ بعد فترات زمنية طويلة نسبيا سواء في الأفراد الذين تعرضوا لهذه المستويات أو في أجيالهم المتعاقبة.

وتنشأ الأضرار القطعية للجرعات الإشعاعية العالية والمتوسطة في خلال دقائق إلى أسابيع معدودة، وتتسبب في الاختلال الوظيفي والتركيبي لبعض خلايا الجسم الحي والتي قد تنتهي في حالات الجرعات الإشعاعية العالية إلى موت الخلايا الحية. أما التعرض لجرعات إشعاعية منخفضة التي قد لا تتسبب في أمراض جسدية سريعة، إلا أنها تحفز سلسلة من التغيرات على المستوى تحت الخلوي وتؤدى إلى الإضرار بالمادة الوراثية بالخلية الجسدية مما قد يترتب عليه استحداث الأورام السرطانية التي قد يستغرق ظهورها عدة سنوات، أما الإضرار بالمادة الوراثية بالخلية التناسلية فيتسبب في تشوهات خلقية وأمراض وراثية تظهر في الأجيال المتعاقبة للآباء أو الأمهات ضحايا التعرض الإشعاعي، وتُعرف الأضرار الجسدية أو الوراثية متأخرة الظهور بالأضرار الاحتمالية للتعرض الإشعاعي.

وإذا كان من اللازم أن تصل الجرعات الإشعاعية الممتصة إلى مستوى محدد حتى يمكنها أن تحدث الأضرار القطعية الحادة، إلا أن بلوغ هذا المستوى ليس ضروريا لاستحداث أي من الأضرار الاحتمالية، جسدية كانت أم وراثية، حيث إنه يمكن لأقل مستوى من الجرعات الإشعاعية إحداث الأضرار البيولوجية المتأخرة، إلا انه يجدر الأخذ في الاعتبار عدم وجود التجانس بين الأفراد في مستوى الاستجابة البيولوجية للتعرض الإشعاعي، إذ قد يتأثر بها فرد دون الفرد الآخر

أو عضو حي دون العضو الآخر، ويرجع ذلك إلى العديد من الأسباب البيولوجية والبيئية، ومنها اختلاف معدلات ميكانيكية الجسم الحي في إصلاح الأضرار التي تلحق بالأنسجة والخلايا الحية، واختلاف العمر والجنس، ومستوى التعرض لبعض العوامل البيئية التي تلحق الضرر بالمادة الوراثية الخلوية منها الملوثات الكيميائية والعدوى بالميكروبات والطفيليات وسوء التغذية بالبروتينات وارتفاع درجة حرارة الجسم.

ورغم الدراسات المستفيضة التي تجرى على مستوى العالم حول المخاطر الصحية التي يواجهها البشر بفعل التعرض الإشعاعي، إلا أن النتائج التي تم التوصل إليها حتى الآن في مجال التأثيرات الجسدية المتأخرة للتعرض للمستويات المنخفضة من الإشعاع، مازالت تواجه صعوبات بالغة تعترض سبيل دقة التنبؤ بأخطارها، وتزداد تلك الصعوبات كلما انخفض مستوى الجرعة الإشعاعية الممتصة. وإذا كانت هذه هي الحال بالنسبة لدقة قياس احتمالات ظهور الأورام السرطانية، فإن دراسة التأثيرات الوراثية للتعرض لمستويات منخفضة من الإشعاع تواجه صعوبات أكثر تعقيدا ، وذلك بسبب ندرة المعلومات الدقيقة عن الأضرار الوراثية للتعرض الإشعاعي المنخفض ولطول الفترة الزمنية التي تنقضي قبل ظهورها عبر أجيال متعاقبة وصعوبة التمييز بين التأثيرات الوراثية التي يُحدثها التعرض الإشعاعي ، وتلك التي تنشأ عن وسائل أخرى منها الملوثات البيئية والكيميائية.

فقد دلّت الإحصاءات في اليابان على أن نسبة المصابين بسرطان الدم من بين سكان هيروشيما وناكازاكي الذين نجوا من خطر القنابل الذرية، هي أعلى بكثير من نسبة المصابين بسرطان الدم من السكان الذين لم يتعرضوا أبداً للإشعاعات النووية، وقد ظهرت أعراض سرطان الدم بعد مرور عدة سنوات من تاريخ الانفجار. وهذا إنما يدل على إن خطر الإشعاعات لا يبرز فوراً وإنما يظهر بعد فترة من تاريخ التعرض للإشعاع. وكان لهذه الأشعة تأثير مباشر على الزرع والضرع وعلى الحيوانات البحرية، فبعد سنوات والإنسان يستعمل هذه الأغذية بظنّ منه أنها سالمة، لكنه يصاب بما أصيبوا به مع تركيز أكبر.

ومن أخطر تأثيرات الإشعاعات النووية الآثار الوراثية، والتي تتمثل بإنجاب أطفال مشوّهين جسمياً أو عقلياً، والإشعاعات الذرية المنبعثة من انفجار القنابل الذرية والتي يمكن اعتبارها جزئيات متناهية في الصغر تسير بسرعة كبيرة جداً وتتساقط على الأشخاص الذين يعترضون طريقها، وتنفذ من الجسم بسهولة وأعضاء الجسم ليست متساوية الحساسية بالنسبة إلى أعضاء الإشعاعات وأكثر أعضاء الجسم حساسية هي الأعضاء المكونة للدم والجهاز الهضمي والجلد والغُدد التناسلية، فالأعضاء المكونة للدم وهي مخّ العظام والعُقد البلغمية، والتي تشكل الكريات الحمراء والبيضاء والصُفيحات التي تساعد الدم على التخثّر وتخريم الأعضاء المكونة للدم

يؤدي إلى قلّة كريات الدم الحمراء وتُحدث فقراً فـي الدم، وكذلك تقلّ الكريات البيضاء وتضعف مقاومة الجسم. كما وإن قلّة عدد الصُفيحات تقود إلى اضطراب في تخثّر الدم ويحدث نتيجة لذلك النـزيف مـن الأنف والفم والرئتين والمعدة والأمعاء وغيرها.

وبالنسبة إلى الجهاز الهضمي فتتركز هذه الإشعاعات على طول هذا الجهاز وتُحدث تقرّحات في جدار المعدة والأمعاء وتحدث اضطرابات هضمية على شكل غثيان وقيء وفقدان تام للشهية وإسهالاً، وغالباً ما تكون مختلطة بالدم. وأما النسبة إلى الجلد فأول تأثير علـى الجلد من الإشعاعات الذرية يتمثل بسقوط الشعر الذي يلاحظ عادة بعد مضي أسبوعين من فترة التعرّض للإشعاعات ويستمر بعد ذلك لمدة أسبوعين أو ثلاثة.وبالنسبة إلـى الغُدد التناسليـة فإن تعرّض الأعضـاء التناسلية للرجل للإشعاعات الذرية تسبب له العُقم الذي غالباً ما يكون موقتاً.هذا ولا يؤثر العقم على القدرة الجنسية لدى الجنسين، وكذلك تصاب المرأة المتعرّضة للإشعاعات الذرية فـي العُقم الموقت كالرجل تماماً، ويترافق ذلك مع اضطرابات في العادة الشهرية. وقد يتوقف الطمث وترتفع الحرارة ؛ والمرأةِ الحامل ـ كثيراً ما ـ تجهض في حال تعرضها للإشعاعات الذرية.وهناك بعض الدراسات التي تشير إلى أن الرجال والنساء الذين يصابون بالعُقم نتيجة تعرضهم إلى إشعاعات ذرية ينجبون أطفالاً مشوّهين جسمياً أو عقلياً أو مضطربين نفسياً أو من ذوي العاهات والعقد.

6-7 التأثيرات المتعددة للتلوث الإشعاعي.

1.انتشار مصادر التلوث الإشعاعي من جراء العمليات العسكرية، وضعف الرقابة ووسائل الوقاية منها.وتطرقت الجهود المبذولة لحماية البيئة من التلوث، وحماية البشر من أخطار التعرض للإشعاع،التي أصبحت الشغل الشاغل لكل العلماء والباحثين في هذا المجال.

2. ضرورة إجراء الكشوفات الموقعية والمسوحات الإشعاعية والدورية لمؤسسات الدولة والأجهزة الإشعاعية الصحية والبحثية والنفطية، وبحث مستوى تطبيق مستلزمات الوقاية من الإشعاع ووسائل الخزن الأمنية، وضرورة إشراف مراكز الوقاية من الإشعاع على منح التراخيص الخاصة بجميع التصرفات المتعلقة بمصادر الإشعاع كالاستيراد والتصدير والنقل والبيع والخزن والتداول. والتقويم للأثر البيئي يتضمن جمع المعلومات والصور وإجراء التحاليل لكل موقع وتدريب العاملين والبدء بأعداد خطة لإزالة الملوثات وطمرها.

8. الاستخدامات الإشعاعية في التطبيقات السلمية

والاستخدامات السلمية للطاقة الذرية من سمات فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية، ورغم العواقب الوخيمة التي تسببها الأشعة المؤينة إذا أسئ استخدامها أو فقد الإنسان التحكم فيها فإن لها

استخدامات عديدة وتطبيقات متعددة في شتى مجالات التنمية الحيوية وخدمة المجتمع كالطب والصناعة والزراعة وغيرها. واستخدام تكنولوجيا الإشعاع والمعالجة الإشعاعية يساهم بدور كبير ومؤثر في الحفاظ على البيئة نظيفة فضلاً عن خدمة البشرية والارتقاء والتقدم.

تعني كلمة إشعاع كل من الأشعة المؤينة (أشعة جاما، الأشعة السينية، أشعة بيتا، أشعة ألفا) ، وكذلك الأشعة غير المؤينة (الأشعة فوق البنفسجية، الضوء المرئي، الأشعة تحت الحمراء، موجات الراديو والميكروويف).

من أهم أنواع الأشعة المستخدمة في التطبيقات المختلفة هي :

1- أشعة جاما (γ) الصادرة من مشعات الكوبالت -60.

2- أشعة بيتا(β) الصادرة من المعجلات الإلكترونية التي لا تزيد طاقتها الكلية عن 0.1 مليون إلكترون فولت.

3- أشعة اكس(X) الصادرة من ماكينات توليد أشعة اكس والتي لا تزيد طاقتها عن 0.5 مليون إلكترون فولت.وأكثر المصادر الإشعاعية استخداماً في مجالات التنمية الطبية والصناعية والزراعية هي أشعة جاما الصادرة من وحدات أو مشعات جاما الصناعية الكوبالت -60.

1.استخدام الإشعاعات في التنمية الطبية

1- استخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج: ومنها اليود 131. اليود 123، الكربون 11، النيتروجين 13، الأكسجين 15 لها استخدامات عديدة في مجالات التشخيص و علاج ألإمراض التي الإنسان والحيوانات في الطب النووى. الفسفور 32 يستخدم في المعالجة الإشعاعية للأمراض السرطانية وسرطان العظم والجلد.

2- تحضير عبوات التشخيص للتحليل المناعي الإشعاعي، وتستخدم هذه العبوات في تشخيص ومتابعة الأمراض الناشئة عن الاضطرابات في إفراز هرمونات الغدة الدرقية.

3- استخدام الأشعة السينية للتصوير .

4- استخدام أشعة جاما لعلاج الأورام السرطانية.

5- استخدام التقنيات النووية في عمليات التحليل.

6- التقدير المناعي الإشعاعي للهرمونات.

7- الكشف المبكر على الأورام السرطانية باستخدام دلالات الأورام.

8- استخدام التنشيط النيوتروني في عمليات التحليل.

9-التعقيم بواسطة الأشعة للمنتجات والأدوات الطبية والعبوات الدوائية.

وتجدر الإشارة إلى أن تكنولوجيا التشعيع الجامى للمنتجات والأدوات الطبية تنفرد بميزة هامة جداً، وهى قدرة طاقة أشعة جاما الهائلة على قتل الخلايا الميكروبية المسببة للأورام من بكتريا

وفيروسات وطفيليات ضارة تلوث المنتجات والأدوات الطبية، دون أن تسبب هذه المعالجة رفع درجة حرارة المنتج المعرض للأشعة، وبالتالي تصبح هذه التكنولوجيا هي الفريدة والوحيدة المستخدمة لتعقيم المواد والأدوات التي تتأثر بالحرارة، فضلا عن أنها لا تؤثر على البيئة ولا تؤدى إلى تلوثها. ويستخدم المصدر الإشعاعي جامي (كوبلت- 60) في تعقيم العبوات الدوائية والأدوات الجراحية والأربطة والغياران ومرشحات الكلى ومراهم العيون ومساحيق التجميل والأدوات الطبية أحادية الاستخدام مثل القطن الطبي والقفازات والسرنجات البلاستيكية.

2. استخدام الإشعاعات في التنمية الصناعية.

تستخدم المعجلات الالكترونية مثل المعجلات الخطية ومعجلات التيار المستمر في العديد من التطبيقات الصناعية. ويوجد أكثر من 400 معجل الكترونى على مستوى العالم تستخدم في التنمية الصناعية خاصة تحسين الألياف الصناعية عن طريق ميكانيكية:

1- الترابط المتصالب Cross Linking.

2- تطعيم البوليمرات Grafting of polymers .

3- البلمرة Polymerization .

أهم التطبيقات الصناعية للتشعيع:

1- استخدام عملية التحليل التنشيطى بالنيترونات للتحقق من كفاءة التكرير الأولى في صناعة البترول.

2- استخدام الإشعاع في عملية اكتشاف آبار البترول والمناجم والثروات المعدنية الموجودة في باطن الأرض مثل الحديد، النحاس، الفحم، الزنك ،النيكل، الرصاص.

3- الاستخدام الإشعاعي في تحضير واستنباط أغشية صناعية من البوليمرات المختلفة وذلك لإمكانية استخدامها في بعض التطبيقات الصناعية المتقدمة، ونذكر منها المبادلات الأيونية التي تستخدم كفواصل وعوازل للبطاريات، كذلك تصنيع أنصاف الموصلات الكهربائية في مجال صناعة الأجهزة الإلكترونية.

4- إنتاج مواد بوليمرية وألياف صناعية ومطاط لها صفات وظيفية معينة وذلك لإمكانية استخدامها في المجالات الصناعية المختلفة.

5- استنباط مستحلبات بوليمرية محبة للماء بغرض استخدامها كمواد لاصقة تخدم وتحمى البيئة.

6- تطوير مواد مطاطية جديدة باستخدام تكنولوجيا التشعيع تقدم فوائد بارزة للصناعات على مستوى العالم، وهى التكنولوجيا المسماة " تقسية إشعاعية للمطاط الطبيعي ".

7- استخدام الحزم الإلكترونية لبدء عملية التقسية (الفلكنة)، وهى عملية تحدث جزيئات مترابطة كيميائياً، مما يؤدى إلى إنتاج مطاط يتميز بالمرونة والقوة، وتتميز هذه الطريقة بعدم إنتاج مواد

النيتروز أمين amine Nitrose المحدثة للسرطان مع عدم إنتاج أكاسيد للكبريت والزنك الملوثة للبيئة.

8- المعالجة الإشعاعية لأسطح المواد باستخدام معجلات الإلكترونات ذات الطاقة المنخفضة، حيث تستخدم حالياً المعالجة غير الحرارية بالحزم الإلكترونية ذات الطاقة المنخفضة في تكنولوجيا الأسطح دون استخدام مذيبات مما يؤدى إلى حماية البيئة.

9- إنتاج كابلات مقاومة للحرارة بإحداث الترابط المتصالب "Cross Linking" لعزل الكابلات.

10- إحداث الترابط المتصالب على سطح الورق لإنتاج صفائح ذات ضغط عال Continuous pressure laminate في المسطحات الكلية.

11- المعالجة المسبقة لنشارة الخشب بالإلكترونات السريعة عالية الطاقة الأمر الذي يساعد على الاقتصاد الهائل للطاقة اللازمة لتكوين العجينة Pulping ، ومن أهم مزايا هذه العملية إلى جانب كونها اقتصادية في التصنيع، أن الإقلال من استخدام الكيماويات يترجم إلى انبعاث أقل من الملوثات الكيميائية وهو عامل بالغ الأهمية بالنسبة للاتجاه نحو قواعد صارمة للحفاظ على البيئة.

12- تستخدم المصادر المشعة، و مصادر أشعة جاما في قياس سمك الصفائح المعدنية وقياس منسوب المواني والخزانات وقياس كثافة المواد المنقولة عبر الأنابيب العملاقة والكشف عن تسرب السوائل من الأنابيب، وكذلك تستخدم النظائر المشعة في كشف الأثر مثل مواقع التسرب من أنابيب النفط أو المياه.

13- إنتاج الهيدروجيلات المدعمة على مواد بوليمرية، حيث أمكن استخدام الإشعاع في استنباط وتحضير هيدروجيلات مناسبة ومدعمة، تحتوى على مواد بوليمرية مختلفة ذات خواص ميكانيكية وكيميائية مناسبة، من اجل استخدامها في التكنولوجيا الحيوية وفى المجالات الطبية مثل

- صناعة الدواء وتوصيله تحت التحكم وتأثره بالوسط المحيط وهذا يخدم المرضى المحتاجين لعلاج طويل المدى مثل مرضى السكر.
- الاستخدام في مجال الغسيل الكلوي بالأغشية الصناعية الحيوية.
- تدعيم بعض أنواع الإنزيمات والخلايا الحية التي لها أهمية كبرى في مجال التشخيص والعلاج.
- صناعة الأجهزة التعويضية مثل الأوردة والشرايين وصمامات القلب.

3. استخدام الإشعاعات في مجالات التنمية الزراعية .

1- حفظ الأغذية بالإشعاع.

2- معالجة تلوث أعلاف الحيوانات والدواجن بالميكروبات المرضية والفطريات المنتجة للسموم الفطرية.

3- استخدام الأشعة للحصول على طفرات محصوليه جديدة عالية الإنتاج ومقاومة للآفات المرضية.

4- استخدام الإشعاع في تطوير و تنمية الثروة الحيوانية.

5- تعقيم الحشرات بالإشعاع للقضاء على الأنواع الضارة منها.

6- استحداث طفرات ميكروبية ذات قدرة عالية على إنتاج مركبات ذات أهمية اقتصادية مثل الفيتامينات والإنزيمات والمضادات الحيوية والأحماض العضوية والأحماض الأمينية الأساسية والكحوليات والسكريات العديدة.

7- استخدام التقنيات النووية في تطوير و تنمية الثروة المائية.وكذلك في زراعة الصحراء وذلك عن طريق استخدام الإشعاع في استنباط وتطوير سلالات من النباتات الملائمة للظروف الصحراوية من حيث مقاومتها للجفاف والملوحة ونوعية التربة.

9- تحديد عناصر تغذية النبات حيث تستخدم النظائر المشعة في الدراسات التي تتعلق بتسميد النبات وتحديد كميات الأسمدة الضرورية له وهذا أفاد كثيرا في ترشيد استخدام الأسمدة الكيماوية.

4. استخدام الإشعاعات في معالجة الأغذية.

لا يخفى على أحد أن الغذاء هو عماد الحياة، وهو المقوم الأساسي لاستمرار حياة الإنسان على كوكب الأرض، من أجل ذلك يجب أن يكون هذا الغذاء متوافر، وبصورة سليمة ومأمونة، وخالي من جميع الملوثات التي تضر بصحة الإنسان.

لتحقيق ثلاثة أهداف رئيسية هي:

1- تقليل الفاقد إلى أقصى حد عن طريق قتل الحشرات والآفات الضارة التي تصيب الحبوب ومحاصيل الزراعية.

2- القضاء على الميكروبات الممرضة وميكروبات التسمم الغذائي والفطريات المفرزة للسموم الفطرية لجعل الغذاء مأمون.

3- إطالة فترة الحفظ والتسويق عن طريق القضاء على الميكروبات المفسدة مع ضمان الجودة العالية دون استخدام المبيدات أو المواد الحافظة الكيماوية الضارة مما يشجع على التصدير، فضلا عن ان ذلك له دور إيجابي على البيئة.

وقد أقرت هذه التقنية الحديثة المتطورة وأجازتها العديد من المنظمات العالمية المسئولة عن الغذاء وسلامته مثل منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ، ومنظمة الصحة العالمية (WHO) ، ومنظمة التجارة الدولية (GAT) وغيرها. وقد طبقت أكثر من 49 دولة على مستوى العالم هذه التقنية على النطاق التجاري لاقتناعها بفوائدها ومزاياها ولثبوت جدواها الاقتصادية وأمانها وتأثيرها الإيجابي على البيئة كالولايات المتحدة الأمريكية وجميع دول السوق الأوربية المشتركة.

5. استخدام الإشعاعات في معالجة تلوث أعلاف الحيوانات .

تحتوى أعلاف الحيوانات والدواجن على العديد من الميكروبات الممرضة على رأسها ميكروبات السالمونيللا، وعلى العديد من الفطريات المفرزة للسموم الفطرية وهذه الأعلاف الملوثة تمثل تهديداً حقيقياً للثروة الحيوانية والثروة الداجنة، وتسبب خسائر اقتصادية فادحة. وتستخدم حالياً تكنولوجيا التشعيع الجامى بفاعلية وكفاءة عالية في القضاء على هذه الميكروبات الضارة وتأمين أعلاف الحيوانات والدواجن من مخاطر استخدامها.

6.استحداث طفرات محصولية عالية الإنتاج ومقاومة للآفات :

يستخدم التشعيع الجامى في استحداث طفرات محصولية ذات صفات مرغوبة وعالية الإنتاجية مما يساهم في دعم الاقتصاد ودعم الأمن الغذائي.

7. دور الإشعاع في مجال البيئة.

تلعب المعالجات والتطبيقات الإشعاعية دوراً بالغ الأهمية في جميع المجالات المرتبطة بالبيئة، وتساهم بدور فعال ومؤثر في الحفاظ على البيئة نظيفة، فجميع التطبيقات التي ذكرت آنفا تندرج تحت ما يعرف بالتكنولوجيا النظيفة التي لا ينتج عنها مخاطر للإنسان وبيئته خلاف ما يحدث في الوسائل التقليدية التي تلوث البيئة. ويتضح دور الإشعاع الإيجابي في مجال البيئة من خلال ما يلي :

1- المعالجة الإشعاعية لتنقية الغازات المنبعثة من المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء. حيث تستخدم هذه التقنية النظيفة في إزالة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، وأكاسيد النيتروجينNO الضارة من الغازات المنبعثة .

2- معالجة النفايات الدولية في المطارات والموانى لمنع انتقال كوارث العدوى بالفيروسات والميكروبات الوبائية.

3- الاستخدام الإشعاعي لإزالة الكبريت من الغاز الطبيعي قبل نقله عبر خطوط الأنابيب لأن سلفات الكبريت الموجودة في الغاز الطبيعي تسبب تآكل خطوط الأنابيب وتسرب الغاز.

4- تنقية الغازات الناتجة من حرق النفايات حيث يحتوى الغاز المتولد من حرق النفايات على غازات حمضية مثل ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وغاز كلوريد الهيدروجين الضارة، ويمكن معالجة هذه المركبات بواسطة الحزم الإلكترونية ومعادلتها بإضافة الجير.

5- التخلص من المركبات العضوية المتطايرة الملوثة للهواء حيث تستخدم هذه التكنولوجيا في تنظيف هواء أنفاق السيارات من الغازات والمركبات العضوية المتطايرة الضارة، والتي تؤثر في المناطق السكنية القريبة.

6- تطهير وتعقيم نفايات المستشفيات، وهى عبارة عن نفايات طبية حيوية شديدة التلوث تمثل تهديداً خطيراً للبيئة، وتسبب مخاطر جسيمة.

7- في معالجة مياه الصرف الصحي: يمثل التخلص من مياه الصرف الصحي مشكلة بيئية بالغة الخطورة بسبب كمياته الهائلة، وتلوثه بما تحتويه من ميكروبات ممرضة وطفيليات ضارة بصحة الإنسان فضلاً عن بعض المواد الضارة الأخرى مثل المعادن الثقيلة، وقد جرت العادة على التخلص من هذه المياه (سوائل ومواد صلبة) عن طريق غمر بعض الأراضي بها في مواقع معينة أو عن طريق إلقائها في المحيطات أو البحار أو الأنهار أو الترع، وبينما كانت هذه الوسائل مقبولة في الماضي، إلا أنها تعتبر حالياً ممارسات ذات مضار بالغة وبالأخص بالنسبة لانعكاساتها السلبية على البيئة. وتستخدم تكنولوجيا التشعيع في الوقت الحالي لحل هذه المشكلة بالغة الخطورة. حيث يتم فصل السوائل عن المواد الصلبة ثم تشعيع كل من المياه والفضلات الصلبة كل على حدة للقضاء على الميكروبات المرضية والطفيليات الضارة. وبالتالي يمكن إعادة استخدام السوائل المعالجة بالإشعاع في عمليات الري الزراعية، وفى الاستزراع السمكي، كما يمكن إعادة استخدام الحمأة (المواد الصلبة المترسبة) كأسمدة ومنشطات للتربة.

8- استحداث طفرات ميكروبية ذات قدرة تخمريه عالية لاستخدامها في التخلص من الفضلات الزراعية التي تلوث البيئة وتحويلها إلى مركبات ذات أهمية اقتصادية. ومن خلال هذه الطفرات نستطيع أيضاً التخلص من المواد البترولية التي تلوث مياه البحار والمحيطات نتيجة لحوادث ناقلات البترول التي لها اثر بالغ الخطورة على البيئة المائية.

9. طرق التعامل مع المواد المشعة

ـ مراقبة التلوث الإشعاعي وضع التحذيرات في الأماكن التي تتجاوز فيها الإشعاعات الكمية المسموح بها. ـ ارتداء الألبسة الواقية و تخزين المواد الإشعاعية في أماكن آمنة.- وتنظيم نقل المواد الإشعاعية و التخلص السليم من النفايات النووية. واستخدام المستلزمات اللازمة لإزالة التلوث أجهزة المسح الإشعاعي المناسبة لطبيعة العمل قفازات - غطاء الأحذية - كمامات - ملابس خاصة - نظارات مقفلة – غطاء الرأس - مواد التنظيف - ورق ماص للسوائل - إسفنج - فرشاة مناسبة -أكياس بلاستيكية · حاوية خاصة بمجموعة إزالة التلوث الإشعاعي - علامات إشعاعية تحذيرية.

- الوقاية من الإشعاعات ومخاطرها

1– تحديد وتعين منطقة التلوث بالعلامات التحذيرية للإشعاع كخطوه أولي.

2– يمنع دخول أي شخص إلى المنطقة التلوث.

3–إبلاغ الفوري لمسئوول الوقاية عن الإشعاع والعمل لتنفيذ خطة إزالة التلوث وفقا لخطة العمل تتفق مع نظام السلامة الإشعاعية.

4- تحديد المساحة الملوثة وتحديد نوع والكمية التقديرية للمادة المشعة المسكوبة باستخدام احدث أجهزة مسح الإشعاع لتلوث الأسطح .

- خطوات إزالة التلوث.

- كيفية التعامل مع تلوث الأسطح والمعدات.

1 - ارتداء ادوات الوقائية الخاصة بإزالة التلوث : كمامات لامتصاص الغبار والأتربة والقفازات الخاصة– غطاء -الحذاء – نظارات بلاستيكية ـــ غطاء الرأس – الملابس الخاصة.

2– وضع ورق أو إسفنج ماص للسوائل على المكان الملوث بالسوائل وإزالتها باستخدام ملاقط خاصة لمنع انتشار التلوث, مع الأخذ بالاعتبار منع انتشار المصادر المشعة المسكوبة.

3–وضع الأوراق والأشياء الملوثة في كيس بلاستيكي وحاويه خاصة للنفايات المشعة مع وضع العلامات التحذيرية عليها.

4- قياس مستوي التلوث الإشعاعي للسطح الملوث بواسطة أجهزة القياس المناسبة.

5 - استخدام مواد إزالة التلوث المناسبة مثل الصابون ومسح السطح الملوث بالإسفنج ومناديل قماش أو ورق على ان يكون المسح من خارج المنطقة الملوثة للداخل لمنع انتشار الملوثات المشعة.

6– يتم إعادة القياس الإشعاعي وتقدير كمية الانخفاض بالمستوي الإشعاعي أما مباشرة أو بأخذ مسحه من على السطح ويتم تكرار خطوات إزالة التلوث عن السطح وإعادة القياس لتصل للمستويات المبينة في الجدول.

نوع التلوث	مباشر بواسطة جهاز قياس التلوث	غير مباشر عن طريق المسح
مشعات ألفا	3000 tpm/100cm^2	300 tpm/100cm^2
مشعات بيتا وجاما	2.5 Gy/hr	1000 tpm/100cm^2

7– يتم جمع جميع الأوراق المستخدمة في إزالة التلوث في كيس بلاستيكي ووضعه في حاوية خاصة مع وضع ملصق تحذيري عليه بيانات الملوثات ومن ثم تخزينها في مكان أمن لأخذ الإجراءات اللازمة للتخلص منها كنفايات مشعة.

- تحديد طبيعة الملوثات (سائل أو مسحوق) وفي حالة المسحوق يراعي غلق أجهزة التهوية والتكييف وأي تيارات هوائية لمنع انتشار التلوث ويمكن منع انتشاره بوضع قليل من السائل عليه مع الأخذ في الاعتبار ان تكون عملية المسح من الخارج إلى الداخل.

8- يتم خلع القفازات الخارجية من اليدين وبعدها خلع الملابس الخاصة والكمامات وغطاء الحذاء مع عمل مسح إشعاعي للأفراد وفي النهاية يتم خلع القفازات الثانية من اليدين.

9– إعداد تقرير خاص عن الحادثة الإشعاعية وكمية الإشعاع المسكوبة ونوعيتها والإجراءات المتخذة.

- الإنذار المبكر من التلوث الإشعاعي

انتشرت الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في العديد من المجالات,كإدارة المصانع وتشغيل السفن بالإضافة إلي محطات توليد الكهرباء,وقد تزايدت أعداد المفاعلات النووية المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية حتى وصل عددها إلى قرابة 500 مفاعل تمد العالم بنحو17%من الطاقة الكهربائية, وتحتاج المفاعلات النووية إلي العديد من إجراءات التأمين المعقدة تفاديا لحدوث التسربات الإشعاعية خلال مراحل الإدارة المتعددة داخل المفاعلات.وعلى الرغم من تعدد وتطور وسائل إجراءات التأمين الحديثة,والتي وصلت إلي حد الاعتماد الكلي على التحكم الآلي في جميع مراحل التشغيل دون تدخل العامل البشري,إلا أن العالم لم يسلم من حوادث تلك

المفاعلات,والمتمثلة أساسا في أخطار التحكم,ومن أبرز وأخطر حوادث المفاعلات النووية,حادث انفجار مفاعل تشير نوبل للقدرة النووية بالاتحاد السوفيتي عام 1986نتيجة قصور في قواعد تصميم وتشغيل المفاعل النووي,ونتج عن هذا الحادث انتشار واسع للمواد المشعة فوق معظم الدول الأوروبية,وكان مصدرا خطيرا للتلوث البيئي الذي أثر على اقتصاديات العديد من الدول وأدي إلي تلف المحاصيل الزراعية ومنتجات الألبان التي تعرضت لتأثير تلك السحب الملوثة, بالإضافة إلي تلوث المياه والتربة,والأراضي الزراعية,فضلا عن التأثيرات التي تظهر بعد وقت طويل والتي قد تنتج عنها أمراض سرطانية قد تؤدي إلي وفاة حوالي24 ألف فرد كتقدير لخبراء الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

- إزالة التلوث.

1– نزع جميع الملابس المحتمل تلوثها قبل تقدير مستوي التلوث الإشعاعي.

2– يتم غسل جلد الإنسان بالماء الدافئ والصابون لعدة مرات بحيث لاتؤدي لتلوث مناطق أخري وعمل مسح إشعاعي وتكرار ذلك لعدة مرات.

3–إذا كان التلوث كبيرا وشامل للجسم فيتم نزع الملابس وغسل كامل للجسم بالماء الدافئ والصابون.

4– يتم تجميع الملابس الملوثة بكيس بلاستيكي بعد عمل مسح إشعاعي لها ويوضع في حاوية خاصة.

- تلوث الجروح

1– يغسل بماء جاري وبكمية كبيرة لعدة مرات ثم بالماء والصابون والمطهرات.

2– عمل مسح إشعاعي للتأكد من إزالة التلوث أو تكرار العملية إذا لزم الأمر.

3– مراجعة الطبيب لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتغطية الجروح.

10. تم تجاهل التلوث الإشعاعي

أن المجتمعات المتقدمة تولي، من منطلق حرصها على حاضرها ومستقبلها، أهمية كبيرة لسلامة بيئتها والحفاظ عليها، مجسدة إياها بتشريعات، وقوانين، ومؤسسات رسمية، ومنظمات مجتمع مدني، مدعومة مادياً ومعنوياً، وبضمانات اجتماعية متينة، ثابتة،ومتطورة،وقد بلغت شعوبها وعياً عالياً وثقافة بيئية متقدمة، هي موضع فخر واعتزاز لها.في تجاربها وخبراتها الغنية في هذا المضمار الشيء الكثير المفيد والمعين لمن يرغب السير على هذا الطريق، وخاصة لحكومات العالم الثالث، الذي كم هو بحاجة ماسة إليها، وهو الذي يفتقر إلى الكثير ، ولا نجد فيه للأسف، وهو الغني بثرواته، ولو جزء يسير من تلك الرعاية، لا بل يلمس الباحث والمتتبع الموضوعي مظاهر إهمال متعمد للمشاكل البيئية وتداعياتها الصحية رغم وخامة تلك المشاكل.وفي هذا السياق ثمة الكثير الذي يؤكد بأن الاهتمام بالبيئة ومعالجة مشاكلها وحمايتها،منذ نحو عقدين،ليست من أولويات المسؤولين والمؤسسات الرسمية العربية،ويطغي الكلام والوعود على الأفعال الجدية، في وقت يؤكد فيه الخبراء الأجانب، المعنيون بشؤون البيئة والتلوث البيئي، ان حربي الخليج، على سبيل المثال -الثانية- عام 1991، والثالثة-عام 2003، وما إستخدم فيهما من كميات هائلة من ذخائر اليورانيوم المنضب أو المستنفد Depleted Uranium،من قبل القوات الأمريكية والبريطانية (في الأولى ما بين 320-800 طناً، وفي الثانية ما بين 1200-2300 طناً) قد سببت، في العراق والخليج،كارثة بيئية حقيقية، وتلوثاً إشعاعياً خطيراً، سوف لن تقتصر أضراره الصحية، وتداعياته الطبية والاجتماعية، على الجيل الحالي، بل والأجيال القادمة.

إن الأدلة العلمية المؤكدة للكارثة البيئية وللتلوث الإشعاعي في العراق والخليج وتداعياته، الناجمة عن قذائف اليورانيوم المنضب، ليست قليلة.ولعل أحدثها وأهمها علمياً، تلك التي توصل إليها الفريق العلمي، الذي أوفده إلى العراق المركز الطبي لأبحاث اليورانيوم Uranium Medical Research Centre (وهو مركز علمي دولي مستقل) برئاسة العالم الأمريكي أساف دوراكوفيتش، وبالتعاون مع العالم الألماني سيغفرت هورست غونتر، والعالم العراقي محمد الشيخلي- والثلاثة متخصصون بالطب الذري والإشعاع، والذي أجرى، خلال الفترة من 27/ 9

لغاية 10 / 10/ 2003 دراسة ميدانية إشعاعية علمية،هي الأولى من نوعها في المنطقة، شملت مناطق واسعة من جنوب العراق ووسطه.

وجود تلوث إشعاعي واسع وخطير. فأفاد البروفسور دوراكوفيتش بان مستويات التلوث الإشعاعي تتراوح ما بين مئات وآلاف المرات عن الحد المسموح به. وعزا ذلك إلى استخدام القوات الأمريكية والبريطانية لكميات من ذخيرة اليورانيوم المنضب أكثر بكثير مما استخدمته منها في حرب عام 1991، مقدراً إياها بنحو 1700 طن. وأكد البروفسور الشيخلي، في تقرير علمي. أن الدراسة أظهرت مستويات إشعاع كارثية، موضحاً أن الاستطلاعات الميدانية والقياسات التي أجراها الفريق العلمي في العراق قد أظهرت:

1-ارتفاع مستوى التلوث الإشعاعي في مناطق شاسعة من اجواء بغداد ومناطق جنوب العراق، بزيادة هذا المستوى في هواء بعض المناطق عن عشرة أضعاف المستوى الطبيعي. والغريب ان القراءات الإشعاعية كانت عالية في الهواء أكثر من التربة, ولعل هذا مؤشر على ان الدقائق المشعة التي يحملها الغبار والهواء من النوع الدقيق الذي يسهل استنشاقه وترسبه وبقاؤه في حويصلات الرئة.

2- يزيد مستوى الإشعاع في مناطق اختراق أطلاقات اليورانيوم للمدرعات العراقية على 30 ألف مرة عن الحد الطبيعي, ويشكل عامل خطورة كبيرة على من يقترب من الدبابة أو يمس أجزاءها والغبار المتراكم عليها, إضافة إلى السكان الذين يعيشون بالقرب منها. و ان الشظايا التي تخلفها بعض الانطلاقات المنفجرة تنتشر على رقعة واسعة, ولا سيما في مناطق الحقول, مما يهدد تلوث المياه السطحية والدورات الزراعية والغذائية، إضافة إلى المياه الجوفية مع تقادم الوقت.

3-انتشار رقعة التعرّض الإشعاعي والسمي لمخلفات اليورانيوم, ولا سيما بين آلاف من العراقيين الذين عمدوا إلى رفع محركات وأدوات الآليات المصابة والمحترقة لبيعها أو الاستفادة منها. وقد وجد الفريق ان جميع الآليات والدروع التي فحصها رُفعت محركاتها وأجزاؤها السليمة بعد تعرضها للقصف والاحتراق. ووجد مستوى الإشعاع لدى أحد هؤلاء الأشخاص يزيد الف مرة على المستوى الطبيعي, وذلك على يديه ووجهه وملابسه, إضافة إلى ما تعرض له الكثير من الأطفال الذين يلهون باللعب ببعض القذائف وأجزائها المنشطرة.

4- وطاول التلوث أجساد الجنود القتلى داخل الدبابات والذين دفنوا قرب هذه الدبابات, فوصل مستوى الإشعاع في بذلة أحد الجنود القتلى إلى ألفين مرة أكثر من المستوى الطبيعي.

5- ظهور حالات من آلام المفاصل والرعاف والتهابات عصبية وآلام في الظهر واضطرابات في النظر وحرقة في البول لدى السكان القريبين من موقع الدروع المصابة, وهي أعراض تشابه أعراض التعرض الإشعاعي. واخضعوا لفحص أولي وأخذت عينات من بولهم للتحليل والدراسة.

6-عمدت قوات الاحتلال إلى رفع عدد كبير من الدبابات والآليات المصابة وإخلائها إلى مناطق بعيدة, وقشط التربة تحت هذه الآليات واستبدالها بتربة جديدة بعد إلقاء التربة الملوثة في مناطق نائية. ولعل هذا الإجراء نابع- بحسب البروفسور الشيخلي- من معرفة هذه القوات بخطورة التلوث الإشعاعي والسمي الذي تسببه مخلفات اليورانيوم بهذه الآليات, ولكن من دون ان يحذروا الناس من مغبة الاقتراب منها. كما ان عملية إخلاء الآليات والتربة الملوثة من دون معالجة موقعيه هي عملية توسيع لرقعة التلوث ولا تختلف عن عمليات دفن الحاويات والنفايات الملوثة في ارض الغير, التي تنتهجها بعض الشركات والدول المنتجة للصناعة النووية.

ولفت الشيخلي: وإذا علمنا ان معظم الدروع المضروبة نشرت في الحقول وتحت الأشجار وقرب مسارب المياه وبين البيوت السكنية, يمكننا تصور حجم الكارثة البيئية والصحية التي يتعرض لها الشعب العراقي الآن وعلى مدى أجيال مقبلة. وإذا كان استخدام بليون قذيفة (320 طناً) من اليورانيوم المنضب في حرب الخليج الثانية سبب تدميراً لبيئة جنوب العراق ومواقع العمليات في الكويت, تأثر بموجبه مائة ألف جندي حليف، ومئات الآلاف من العراقيين, فماذا ستكون مضاعفات استخدام ضعفي هذه الكمية من الاسلحة في الحرب الأخيرة, كما يقدر الخبراء العسكريون؟

إلى هذا أصدر المركز الطبي لبحوث اليورانيوم، تحذيراً بشأن مخاطر التلوث الإشعاعي القائمة،والتي تهدد الناس المتواجدين في العراق،مدنيين وعسكريين ومتعاقدين، مبنياً على نتائج التحاليل المخبرية التي أجريت لاثنين من منتسبي المركز،عملا ضمن الفريق العلمي لتقصي التلوث الحاصل في العراق عقب الحرب، وبين وجود نسبة عالية من اليورانيوم لديهما. حدث هذا بعد خمسة أشهر من توقف أعمال القصف الجوي لعملية " تحرير العراق". وقد تم الكشف عن اليورانيوم في عينات للبول أُخذت منهما،وفحصت في احد المختبرات الألمانية.وأعتبر المركز استنشاق المصابين لجزيئات الغبار متناهية الصغر المشبعة باوكسيد اليورانيوم المنقول بالهواء، وكذلك لجزيئات صلبة من اليورانيوم، أثناء وجودهما لأسبوعين فقط هناك، هي الطريقة التي أدت إلى انتقال اليورانيوم لجسديهما.ولفت التحذير إلى أن تأثر فريق المركز بالتلوث الإشعاعي، الذي حدث خلال جولته القصيرة في أرجاء العراق، وبعد عدة أشهر من انتهاء المعارك، يمثل مؤشراً جدياً للمخاطر المحدقة بالمدنيين وغيرهم من المتواجدين هناك، وبضمنهم القوات العسكرية الأجنبية.وقد بينت التحاليل المخبرية الأولية التي أجراها المركز على عينات من البول، أُخذت من المدنيين، وعينات من التربة والماء والهواء،ومن جثث القتلى، وجود تلوث إشعاعي واسع وكبير في مناطق عديدة من العراق.

لقد جوبهت نتائج الدراسة والتحذير الذي أطلقه المركز العلمي الدولي المذكور بتجاهل وعدم اكتراث، كالعادة، من قبل سلطة الاحتلال في العراق، بدلاً من الاهتمام واتخاذ ما يلزم،الذي تلمهم إياه اتفاقات جنيف المتعلقة بحماية المدنيين أثناء الحرب والاحتلال.ولموقفها هذا أسباب معروفة.وهو متوقع وغير مستغربا..بيد أن اللوم يوجه أيضاً إلى مجلس الحكم الانتقالي العراقي وحكومته، اللذين لم يبديا التحرك اللازم، ولم يتخذا، لحد الآن، أي إجراء مطلوب،ومنهم من يبرر ذلك بافتقارهم للسلطة الكاملة.

والغريب أن تجابه نتائج هذه الدراسة الخطيرة ، شأنها شأن المعطيات العلمية الأخرى، بذات الصمت واللاإكتراث من قبل الجهات الرسمية في دول الخليج، الذي تواصله منذ ثلاثة عشر عاماً، والذي انتقدناه وحذرنا من مغبته قبل أربع سنوات، مع أن تداعيات التلوث الإشعاعي الخطير تهدد بيئة وصحة شعوب الدول المجاورة.وهو ما حذر منه العالم الأمريكي أساف دوراكوفيتش، قبل عدة سنوات، بقوله: "لا توجد شرطة حدود اليورانيوم المنضب، إنه ينتقل بحرية من بلد إلى أخر بفعل قدرة الرياح على حمل جزيئاته المشعة، وإن أي مكان في الخليج أثرت فيه الرياح أو العواصف أو ترسبات الأتربة يحتمل أن يكون ملوثاً، وأن يكون سكانه استقطبوا في أجسادهم تراكيز مرتفعة من اليورانيوم مقارنة بسكان المناطق الأخرى، التي لم تتعرض لفعل الرياح والأتربة وتراكيز اليورانيوم".وأضاف:"حتى يصبح اليورانيوم بلا إشعاع، عليك أن تنتظر أربع ونصف مليار سنة".وأكد تحذيراته العثور على غبار اليورانيوم في كل من هنغاريا واليونان ورومانيا،وغيرها،عقب ضرب يوغسلافيا بسلاح اليورانيوم عام 1995.وأكدتها أيضاً الدراسات التي قام بها برنامج الأمم المتحدة للبيئة في البوسنة وكوسوفو، والتي أثبتت بقاء تلوث التربة والهواء والمياه اليورانيوم المنضب حتى بعد مرور سبع سنوات على استخدامه هناك،ملقية الضوء على مخاطر تسربه إلى مصادر مياه الشرب، وإمكانية ان تؤدي سميته ودرجة إشعاعه الضعيفة إلى الأضرار بالكلى والكبد والرئتين، وقد تسبب أنواعاً من السرطان.وبناء على هذا طالبنا بالكشف عن أضرار أسلحة اليورانيوم المنضب، وبتنظيف المنطقة من مخلفاتها، ودعونا إلى اعتبار ذلك مهمة إنسانية،ووطنية وإقليمية، أنية وملحة .

إن الموقف السلبي من التلوث البيئي وخاصة الإشعاعي، والإصرار عليه من قبل الجهات الرسمية، العراقية والخليجية المعنية، لا يمكن تبريره وتعليله بأي حال. فهو، بصراحة، لا يخدم سوى المصالح الأمريكية على حساب بيئة المنطقة وصحة شعوبها.والتقارير الطبية تؤكد انتشار الكثير من الأمراض السرطانية، والتشوهات الولادية، وأمراض تلف جهاز المناعة، والكبد، والكليتين، والعلل العصبية والعضلية، وغيرها، في العراق والكويت والسعودية وإيران، كما في البوسنة وكوسوفو وصربيا وأفغانستان. وفي أرحم التبريرات، لا يمكن اعتبار الموقف المذكور

سوى سياسة توافقية متهاونة،إن لم نقل ذيليه، وموالية لسياسة البنتاغون ومشاريعه الحربية.وهذا الموقف العبثي لا يعكس سوى ثقة عمياء بما يردده خبراؤه من مزاعم وأكاذيب، وهم يواصلون نفيهم المتعمد لأضرار سلاح اليورانيوم المنضب، ونكران كونه مشعاً وساماً،رغم إقرارهم بتصنيعه من نفايات نووية- تخلفها عملية تخصيب اليورانيوم- يرفض حماة البيئة في أمريكا وأوربا دفنها في أراضي بلادهم لمخاطرها.وثمة دراسات علمية عديدة أجرتها مؤسسات علمية أمريكية وبريطانية وكندية،وبعضها موله الجيش الأمريكي نفسه، حذرت من تلك المخاطر، ووضعت توصيات تضمنت إجراءات وقائية بشأنها.

والسؤال الذي يفرض نسه ونجدد طرحه هنا: إذا كانت لمزاعم البنتاغون وأكاذيبه،وتمسكه بها، ما يبررها في عرف قادته وأخلاقياتهم، حماية لمشاريعهم العسكرية، المدافعة أولاً وأخيراً عن مصالح أمريكا الإستراتيجية،وفي هذا الإطار يواصلون المسعى للتنصل من مسؤولية الآثار والأمراض التي نجمت عقب استخدام ذخائر اليورانيوم المنضب،وهي مسؤولية يعتبرها حقوقيون دوليون جريمة حرب دولية، يترتب عليها، من بين ما يترتب، دفع تعويضات باهضة، تصل مبالغها إلى نحو 600 مليار دولار- كنفقات لتعويض الضحايا، ولمعالجة المصابين ورعايتهم،وهم أكثر من ربع مليون، من العسكريين الأمريكيين والبريطانيين والكنديين والفرنسيين،وغيرهم، ومئات الآلاف من المدنيين، وكذلك لتنظيف المناطق التي ضربت بالسلاح المذكور، وما يزال الركام المشع ينتشر في أرجاء العراق، وفي الحدود الكويتية والسعودية،وفي كوسوفو، والبوسنة، وصربيا، وأفغانستان،الخ.. فلمصلحة مَن يتجاهل المسؤولون في العراق والخليج التلوث الإشعاعي ويتكتمون على أضراره وضحاياه في المنطقة ؟ ألا يعد هذا التجاهل جريمة بحق شعوبهم ؟!

ظاهرة النشاط الإشعاعي

كانت هذه الظاهرة وما ينتج عنها من إشعاعات موجودةً في الطبيعة قبل وجود الحياة على وجه الأرض بزمن طويل, بل ويعتقد أن الإشعاع كان أحد نواتج الانفجار الأعظم الذي صاحب خلق الله للكون منذ حوالي عشرين ألف مليون عام. اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعي العالم الفرنسي هنري بكرل عام 1896 ثم تلته العالمة البولونية ماري كوري التي تابعت العمل في هذا الطريق ،وهي التي اشتقت التعبير " النشاط الإشعاعي Radio Activity " للدلالة على مقدرة نوى بعض الذرات على التحول التلقائي إلى نوى أخرى, يرافق هذه العملية صدور أشعة عُرِفت وحُدِدت فيما بعد.

تختلف نظائر العنصر الواحد في خواصها النووية على الرغم من تطابق خواصها الكيميائية. من هنا جاء اهتمام علم الفيزياء النووية بالنظائر فيما يقابل اهتمام علم الكيمياء بالعناصر.ترتبط

التفاعلات الكيميائية وبالتالي الخواص الكيميائية للعناصر بإلكتروناتها بينما تتوقف الخواص النووية على تركيب النواة

تصنف النظائر

1- نظائر مستقرة :وهي لا تتغير أبداً وتشكل غالبية العناصر الموجودة في الطبيعة وتكون نسبتها إلى بعضها من أجل عنصر محدد ثابتة .

2- غير مستقرة أو مشعة 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 غاما أو أنها تتحول إلى نظير آخر إذا أطلقت أشعة ألفا أو أشعة بيتا .

ولقد اكتسبت بعض هذه النظائر شهرة فائقة للاستفادة منها في الأغراض السلمية في أكثر من مجال: تستخدم في الطب لمعالجة بعض الأمراض مثل اليود المشع وفي الزراعة للحفاظ على الأغذية وفي مجال الصناعة للحصول على الطاقة الكهربائية مثل اليورانيوم.

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.

يتفكك كل من هذه النظائر متحولاً إلى آخر نشط – ينتج عن كل تحول أشعة ألفا أو أشعة بيتا السالبة - وهكذا إلى أن 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 " سلسلة إشعاعية " (أسرة إشعاعية) 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:

يتواجد اليورانيوم في الطبيعة بتراكيب كيميائية مختلفة وفي مواقع جيولوجية متنوعة, ويتواجد الثوريوم في رسوبيات المونازيت. تذوب بعض هذه المركبات الكيميائية في الظروف الطبيعية بالماء فتنتقل من فلذاتها وتسير مع الماء إلى الأنهار لتصب في البحار والمحيطات مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة الإشعاع على طول مجرى النهر وعند المصب ، 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 في تلك المناطق.

2- الأشعة الكونية

وهي الأشعة التي تفد إلينا من الفضاء الخارجي ومصدرها المجرات والشمس، وتقسم إلى ثلاثة أنواع:

– الأشعة الكونية الأولية: وتتألف من 87 % بروتونات و 12 % جسيمات ألفا و1 % نوى عناصر ثقيلة مثل الكربون والأكسجين والنتروجين 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 (إشعاع كهرطيسي) وإلكترونات و بروتونات ونيترونات, وتزداد كثافتها كلما اقتربنا من سطح الأرض, فهي تتواجد على ارتفاع 20 كم فأقل . وفيما بين هذين الارتفاعين نجد خليطاً من نوعي الأشعة .

- 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. تشكل الأشعة بشقيها الأرضية والكونية " الخلقية الإشعاعية" التي تعبر عن مستوى (معدل)الإشعاع في الطبيعة ، وهو يختلف باختلاف المنطقة والموقع والزمن . لمعرفة تأثير هذه الأشعة وضعت تعاريف وأدخلت وحدات تسهل تناول هذا الموضوع أهمها :

المخاطر الحقيقة للأنشطة النووية الإقليمية

المخاطر الحقيقة للإشعاع والأنشطة النووية

ويظهر أن التجارب البشرية المريعة للطاقة الذرية في المجالات العسكرية ولاسيما تلك التي تولدت من إلقاء الولايات المتحدة الأمريكية للقنابل الذرية على مدينتي هيروشيما ونجازكي عام 1945م، والتي لازالت تلقي بظلالها على الرأي العام فيما يتعلق بتطبيقات الطاقة الذرية في جوانبها المختلفة. ولعل حوادث المفاعلات النووية في جزيرة الأميال الثلاث النووية بأمريكا ومحطة تشرنوبيل النووية بأوكرانيا لها كذلك من الآثار السلبية للمخاطر الإشعاعية. ويتوقف قبول المجتمع للمخاطر المرتبطة بالإشعاع على الفوائد التي تتحقق من استخدام الإشعاعات، ومع ذلك ،

يجب الحد من هذه المخاطر والوقاية منها عن طريق تطبيق معايير للأمان الإشعاعي. وهذه المعايير تكفل أيضاً تحقيق التوافق الدولي المرغوب فيه لبلوغ هذا الغرض ولاسيما أن العديد من أصناف الحوادث الإشعاعية لها الصفة الدولية إذ تتجاوز بطبيعتها الحدود السياسية.

وعند مراجعة الأنشطة الإشعاعية والنووية ، نجد أنها تعد من أكثر الأنشطة أماناً. إلا أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية ترصد وبمعدل 4 -5 حوادث إشعاعية ينتج عنها تعرض إشعاعي في كل عام تنتج بسبب أخطاء في ممارسات إشعاعية في الطب والصناعة ولكن بمقارنة ذلك بالأنشطة الأخرى والمخاطر الناتجة عنها مثل حوادث السيارات نجد أن هذا الرقم يعد متدنياً جداً بحيث يمكن اعتبارها آمنة جداً. وبحكم أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية وضمن مسؤولياتها تتابع التعرضات الإشعاعية الحادة الناتجة من الحوادث الإشعاعية، نجد أن هناك من 8 -10 حالات تعرض فردي للإشعاع بصورة حادة نسبياً إلا أن الفوائد التي تجنيها البشرية من التطبيقات الإشعاعية كبيرة جداً.

التأثيرات الإشعاعية المباشرة وغير المباشرة

عند التعرض للإشعاع فهناك نوعين من التأثيرات الصحية الأول هو التأثيرات المباشرة أو التأثيرات الحادة وهي تحصل بشكل سريع بعد التعرض وفي فترة تصل إلى أيام أو إلى أشهر وهي جرعات إشعاعية تتجاوز كثيراً الجرعات الإشعاعية من المصادر الطبيعية الأخرى. وهذه التأثيرات المباشرة تشمل الحروق الشديدة والتي تتطلب عادة تدخلات جراحية لمعالجتها وهذا النوع من التأثيرات و يحصل عدة مرات في العام على مستوى العالم. وقد تكون الجرعات الإشعاعية مرتفعة بشكل كبير جداً لدرجة أنها قد تسبب الوفاة في وقت قصير جداً من التعرض لها إلا أن هذا النوع من الحوادث الإشعاعية الذي يؤدي إلى هذا المستوى من الجرعات محدود جداً على مستوى العالم ولم يتجاوز حالات قليلة. أما النوع الثاني من الآثار الصحية وهو طويل المدى ولعل السرطان من أهمها. إلا أن الدراسات التي سببتها الحوادث الإشعاعية والنووية وتفجيرات هيروشيما ونجازاكي أكدت على علاقة الإشعاع والتعرض له بالإصابة بالسرطان إلا أن المفهوم الدارج لدى عامة الجمهور عن علاقة التعرض الإشعاعي بالسرطان فيها مبالغة كبيرة جداً إذا ما قورنت بالواقع، فعلى سبيل المثال تم تقدير الإصابات بالسرطان الناتجة من التعرض للتفجيرات النووية في هيروشيما ونجازاكي اليابانيتين أنها لا تتجاوز الف إصابة بالسرطان إضافية من التعرض الإشعاعي بمعنى آخر فإن الذين ماتوا من هذه التفجيرات في حدود ثمانين الف نسمة في حين الزيادة في حالات السرطان ، ومع هذا تحدث هناك توقعات خاطئة ومبالغ فيها عن ارتفاع عدد حالات الإصابة بالسرطان نتيجة للحوادث الإشعاعية التي ينجم عنها تعرض إشعاعي. من جانب آخر فهناك فرضيات علمية أن احتمال الإصابة بالسرطان يزداد بزيادة

التعرض الإشعاعي وهو افتراض لم يثبت علمياً على الأقل في التعرضات الإشعاعية المنخفضة. وهذه التوصيات تستخدم عند وضع التنظيمات والتشريعات الخاصة بالحماية من الإشعاع للتأكد من تقليل التعرض الإشعاعي ما أمكن وبخلاف الحوادث النووية الكبيرة مثل حادثة تشرنوبل فإنه من المتعذر قياس أي نسبة زيادة في حالات السرطان نتيجة للتعرضات الإشعاعية من الحوادث.

مقارنة المخاطر الإشعاعية بالمخاطر الأخرى

و الطوارئ النووية مثل الذي حدث في تشرنوبل والذي ظهرت آثاره على مستوى دولي واسع . ولأنه وبسبب معرفتنا بالآثار الإشعاعية وبسبب قدرتنا العالية على قياس المواد المشعة نجد أننا نتولى رقابة اكبر لو قارنا ذلك بالحوادث الكيميائية والتي يصعب علينا قياس مدى التلوث منها على بعد ألفي كيلومتر وأكثر مقارنة بالتلوث بالمواد المشعة وبالتالي نجد أننا وضعنا معايير أشد صرامة على المواد المشعة ومتابعة تلويثها على نطاق واسع . وعليه فإننا بذلك حصلنا وبشكل غير مباشر أن أي حادث ينطوي على مواد مشعة بأنه اسوه بكثير من الحوادث الأخرى. ويعزز ذلك عدم معرفتنا بالآثار الكيميائية وعواقبها بنفس المستوى الذي تعرض فيه الآثار الإشعاعية كما أن إمكاناتنا التقنية لقياس الملوثات الكيميائية على مسافات واسعة أقل بكثير من إمكاناتنا على قياس المواد المشعة في نفس المسافة. من جانب أخر هناك حوادث إشعاعية حصلت في منشآت طبية إلا أن ذلك ينبغي إن لا يمنعنا من استخدام الإشعاع وما يعود به علينا من فوائد في المجال العلمي ونقيس ذلك بالأدوية الأخرى والتي لا تنطوي على مواد مشعة وأثارها الجانبية والحوادث التي تنطوي عن صرف الأدوية الخاطئة. وعليه فأنه من المتوقع أن المواد المشعة تنطوي على مخاطر مماثله للأدوية والمخاطر الأخرى وهي تتطلب إتباع الإجراءات الوقائية مثلها مثل المخاطر الأخرى. والمفاهيم الدارجة عن المخاطر الإشعاعية قد يكون لها أحياناً أثار سلبية إذ أن ما قد يتبعه عاده الناس من إجراءات في حالة الحوادث الإشعاعية وبسبب مخاوفهم المبالغ فيها قد تؤدي إلى آثار سلبية بذاتها. ومن التحديات التي نواجهها أن نتأكد من أن عامة الناس لديهم المعلومات الدقيقة والمفاهيم في حالة الحوادث الإشعاعية حتى لا يكون هناك ردود فعل مبالغ فيها.

المخاطر الطاقة المفاعل النووي وتصميمه

هناك علاقة واضحة بين طاقة المفاعل النووي والمخاطر المتوقعة منه، فآثار الحوادث الإشعاعية للمفاعلات ذات القدرة الكبيرة مثل مفاعلات إنتاج الطاقة الكهربائية أوسع جغرافياً من أثار المفاعلات ذات القدرة الصغيرة مثل المفاعلات النووية البحثية. إلا أنه ونظراً للاعتبارات التصميمية الصارمة للمفاعلات النووية الكبيرة فإنه وفي معظم الحوادث لا يتعدى انتشار أثارها (50 كم) حيث يتم تطبيق الإجراءات الاحترازية في هذا النطاق. ولكن في حوادث مثل حادثة

مفاعل تشرنوبيل، وهو بذاته حالة نادرة لظروف تصميمه وتشغيله التي أدت إلى الحادث، فقد تم زيادة مستوى تطبيق الإجراءات الوقائية إلى مسافة اكبر بكثير مثل عدم تناول المنتجات الزراعية في المناطق الملوثة. وقد تم تطوير المفاعلات من نوع مفاعل تشرنوبيل العامة حالياً بحيث تم تقليل فرص وقوع حوادث مشابهه لحادثة تشرنوبيل. وعلى سبيل المثال فإن حادثة مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة في أمريكا والذي وقع في أواخر السبعينات أي قبل نحو عشر سنوات من حادثة تشرنوبيل, يعتبر الأسوأ من الناحية الهندسية إذ حصل تلف لقلب المفاعل إلا أن وجود المبني الحاوي لقلب المفاعل ساهم وبشكل كبير في تقليل عواقب هذا الحادث وعدم انتشار المواد المشعة في حين أن مفاعل تشرنوبيل لم يكن يتضمن الحاوي لقلب المفاعل والذي يعد من خطوط السلامة الأساسية في تصاميم مفاعلات القوى النووية. وإذا ما قارنا مستوى التسرب للمواد المشعة من محطات الطاقة النووية الحالية بمستوى تسرب المواد المشعة (الطبيعية) من محطات الطاقة العاملة بوقود الفحم الحجري نجدها أقل لارتفاع قدرات إجراءات التحكم.

إمكانية الوقاية من الإشعاع

حسب اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع التابعة لهيئة الأمم المتحدة، قد يتعرض المواطن العادي (من غير العاملين في المؤسسات النووية) الى جرعة إشعاعية سنوية مقدارها 0,1 ريم (أي 1 مللي سيفرت وهي وحدة قياس النشاط الإشعاعي (دون أن يتسبب ذلك في أضرار صحية ملموسة من أي نوع. ويسمي هذا المقدار من التعرض الى الإشعاع بالحد الأعلى المسموح به من الجرعة الإشعاعية السنوية. ومن الأفضل طبعاً ألا يتعرض الإنسان الى أي قدر من الإشعاع المؤين، مهما كان واطئاً. ومن المفيد هنا ذكر حقيقة معروفة لدى ذوي الاختصاص، تؤكد أن الأفراد في كل مكان يتعرضون، ومنذ نشوء الخليقة الى سيل مستمر من الأشعة الكونية المؤلفة من فوتونات (اشعة اكس وغاما (وجسيمات نووية مؤينة (اشعة الفا وبيتا). أضف الى ذلك احتواء كافة الخضروات والفاكهة على نظائر مشعة طبيعياً لم توجد بفعل الإنسان وإنما انبعثت من داخل الأرض، من عناصر كيميائية ثقيلة باعثة للإشعاع المؤين نشأت مع نشأة الأرض.

وبما إن هناك تبايناً شديداً بين الأشخاص المتعرضين الى الإشعاع من حيث الحالة الصحية، وطريقة التعرض، لايمكن الجزم بكمية الإشعاع اللازمة لحصول الوفاة. لذلك يتحتم التعامل مع قوانين الإحصاء في توقع ذلك. على سبيل المثال يمكن الإفتراض إن 50% من المتعرضين الى جرعة إشعاعية لعموم الجسم تقدر بـ 350 الى 500 ريم (3,5 الى 5 سيفرت) يفقدون حياتهم في

خلال الثلاثين يوماً بعد التعرض، إذا أخذت تلك الجرعة خلال دقائق أو ساعات. أما إذا كانت تلك الجرعة متركزة على عضو واحد من الجسم فإنها سوف تقود الى تلف ذلك العضو إضافة الى حدوث حروق شديدة في أجزاء الجلد المتعرض. من ناحية أخرى فإن جرعات التعرض الواطئة (أقل من 10 ريم أي 0,1 سيفرت) الموزعة على فترات زمنية متباعدة (سنوات أو عقود) لن ينجم عنها أي مشاكل صحية للجسم. إن تأثير الجرع الإشعاعية الواطئة سوف يحدث على مستوي الخلية، وبالتالي لن يظهر قبل مرور بضع سنوات من حالة التعرض.

المراجع العربية:

1- د.كاظم المقدادي، الكشف عن تأثيرات اليورانيوم المنضب مهمة إنسانية أنية ملحة،" الثقافة الجديدة"، العدد 296،أيلول-تشرين الأول 2000

2- د. كاظم المقدادي، جريمة استخدام السلاح المحظور دولياً ضد الشعب العراقي وأبعادها بين الصمت واللاإكتراث والنتائج،" المستقبل العربي"، العدد 259 (9 / 2000).

3-عاصفة اليورانيوم - الجزء الثاني، برنامج: " سري للغاية"، تقديم: يسري فوده،"الجزيرة نت"، 2000م .

4- نور الدين صالح - زغرب،10 آلاف قذيفة يورانيوم في الأدرياتيكي تهدد حياة 20 مليون نسمة ،"الشرق الأوسط"، في 2000م .

5.الإنسان والتلوث البيئي د. صالح وهيبي سنة النشر: 2001م (304ص)

6.الفيزياء النووية, د. فاطمة الحلموشي وزملائها, منشورات جامعة البعث (1995)

7. الفيزياء النووية, د. حسين اسكيف, منشورات جامعة حلب (1994)

8. د. جواد العلي (الأضرار البيئية والصحية للحرب في مؤتمر علمي دولي في السويد،"البيئة والتنمية"،العدد 75،حزيران 2004.

9.اليورانيوم المشعّ يهدد العراق والخليج بكارثة بيئية: التلوث الإشعاعي ثلاثين ألف ضعف المستويات المقبولة، بغداد - محمد الشيخلي، (البيئة والتنمية)، عدد ديسمبر 2003

المراجع الأجنبية:

5. Jawad al-Ali: 1- Leukemia and Congenital malformations in the Basra area following the Gulf War, Seminar on Health Effects of Uranium Exposure,Karolinska Institutet, Thursday 22 April 2004.

6. The effects of wars and the use of depleted uranium on Iraqi Southern District (Basrah), ABF, Saturday April 24th 2004.

7. Tedd Weyman, Abu Khasib to Al Ah'qaf: Iraq Gulf War II Field Investigation Report, Installment 1, November 2003,
8. Ex-military doctor decries use of depleted uranium weapons, By Nao Shimoyachi, The Japan Times, November 22, 2003.
9.Warning of uranium contamination risks to NGO staff, Coalition By Tedd ,forces, foreign contract personnel and civilians in Iraq UMRC Weyman (UMRC Iraq Field Team Lead),February 06, 2004: Bulletin
10. UNEP, Depleted Uranium in Bosnia and Herzegovina Post-Conflict Environmental Assessmen, March 2003, Revised May 2003.

المواقع على الانترنيت:

http://www.urenco.com 1.
http://www.urananreicherung.de/ 2.
http://www.iaea.or.at/3.
4./http://www.umrc.net
5.www.pitt.edu/~super1
6.www.pitt.edu/~super2

الفصل الخامس

التلوث الضوضائي

مقدمة

يرتبط التلوث الضوضائي ارتباطاً وثيقاً بالحضر وأكثر الأماكن تقدماًً وخاصة الأماكن الصناعية للتوسع في استخدام الآلات ووسائل التكنولوجيا الحديثة، فهي وثيقة الصلة بالتقدم والتطور الذي يسعى وراءه الإنسان يوماً بعد يوم .تزداد شدة الضوضاء في عالمنا المعاصر بشكل ملحوظ ،ولم تعد مقتصرة على المدن الكبرى والمناطق الصناعية ،وإنما وصلت إلى الأرياف ،واستطاع الإنسان أن يصنع الضوضاء عن طرق السيارات الحديثة والسكك الحديدية والطائرات والآلات الزراعية والصناعة .كما لم تسلم البيوت من الضوضاء بعد أن سخر الإنسان كل وسائل التقنية الحديثة لرفاهيته من راديو وتلفزيون وأدوات تنظيف وأدوات طبخ وغيرها ،وبكلمات أخرى لقد غزت الضوضاء المأوي القليلة الباقية للصمت في العالم . وربما حتى نهاية هذا القرن لن يجد الإنسان مكاناً باقياً كي يلجأ إليه إذا أراد الهرب إلى بقعة هادئة . التلوث الضوضائي أصبح إحدى السمات عالمنا المعاصر . تؤثر الضوضاء في قشرة المخ وتؤدي إلى نقص في النشاط ، ويؤدي إلى استثارة القلق وعدم الارتياح الداخلي والتوتر و الارتباك وعدم الانسجام والتوافق الصحي ، كما تؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم وآلام في الرأس وطنين في الأذن والتحسس والتعب السريع ، ويعانون من النوم الغير هادئ والأحلام المزعجة وفقدان جزئي للشهية إضافة إلى شعور بالضيق والانقباض وهذا ينعكس في القدرة على العمل والإنتاج ،كما يؤثر على الجهاز القلبي الوعائي ويسبب عدم انتظام النبض وارتفاع ضغط الدم وتضييق الشرايين وزيادة في ضربات القلب إضافة

إلى التوتر والأرق الشديدين.

وهذه الأصوات لها مزايا عديدة فهي تمدنا بالمتعة والاستمتاع. كما أنها وسيلة ناطقة للاتصال بين كافة البشر، وتعتبر أداة لتحذير الإنسان وتنبيهه والتي نجدها متمثلة في: أجراس الباب، أو صفارات الإنذار. كما تخبرنا بوجود خلل ما مثل: الخلل في السيارات. لكن الآن وفي المجتمعات الحديثة، أصبحت الأصوات مصدر إزعاج لنا، لا نريد سماعها لذلك فهي تندرج تحت اسم "الضوضاء ."التلوث بالضجيج ينتج عن الآلات، و الطائرات والمركبات ومعدات الإنشاءات والمعدات الصناعية. ولا يسبب الضجيج اتساخ الهواء أو الماء أو اليابسة، لكنه قادر على تنغيص الحياة وإضعاف السمع لدى البشر والحي.

أنواع التلوث الضوضائي

1. ضوضاء الناتجة عن وسائل النقل المختلفة

أ- الضوضاء الناتجة عن المركبات

وهى تأتي بشكل أساسي من السيارات والباصات وعربات النقل والدراجات وكل هذه الوسائل تسبب الضوضاء بطرق مختلفة. ومن أكثر الأشياء التي تزعج الشخص عند استخدام هذه الوسائل :

-عند إدارة المحرك .
-تغيير سرعات السيارة عن طريق محول السرعات .
-أصوات الفرامل .
-احتكاك الإطارات بالأرض .
-مسجل السيارة .
-استخدام بوق السيارات .

ونصف المسئولية لإصدار هذه الأصوات المزعجة التي تلوث آذاننا وتسبب لنا المزيد من الضغوط، تقع على مستخدم السيارة وتتمثل في :

-عدم سلامة سيارته ووجود أعطال بها تسبب هذه الأصوات العالية .
- ولابد أن تكون القيادة سلسلة ببطء لتجنب الحوادث وعدم إزعاج الآخرين .
- القيادة المزعجة وذلك بسبب التلوث الأخلاقي للبعض أفراد المجتمع.
-القيادة في ساعة متأخرة من الليل.

ب- الضوضاء الناتجة عن السكك الحديدية

لا ينزعج العديد من الأشخاص بالضوضاء المنبعثة من القطارات بقدر انزعاجهم من ضوء السيارات، وإذا ضربت المقارنة بينهما فنجد دائماً تفضيل القطارات بشكل ما أو بآخر، ربما ذلك لأن نظرة أي شخص للقطارات تعكس اقتناعه بأنها وسيلة نافعة لا يمكننا تجنبها. بل ويرى العديد أنها لا تعتبر مصدراً للإزعاج على الإطلاق.

ج- الضوضاء الناتجة عن الطائرات

وهذه مشكلة تؤرق الأشخاص الذين يعيشون بجوار المطارات. ولكن الضوضاء المنبعثة قلت عن الماضي بدرجة كبيرة لأن صناعة الطائرات في تطور مستمر وتشهد كل يوم الشيء الجديد .حيث تحولت محركات الطائرات الكبيرة من محركات نفاثة إلي محركة نفاثة ذات مراوح وهذا ساعد على تقليل الأصوات المنبعثة عند قيامها إلي جانب تقنيات أخرى عديدة، وبالرغم من أن الطائرات أصبحت أقل إزعاجاً عما كانت عليه من قبل لكن ازداد عددها وأصبح يوجد العديد من المطارات لكي تستوعب هذه الطائرات الأمر الذي يؤدي إلي وجود ضوضاء وعدم اختفائها تماماً مع هذا العدد الآخذ في التزايد وإذا كان البعض لا يتأثر مازال يوجد القليل الذي يتأثر بها وخاصة أثناء أوقات الليل حيث الهدوء والراحة.

2. الضوضاء الناتجة عن الحياة الاجتماعية .

وتأتي هذه الضوضاء في مقدمة الأنواع الأخرى، و مصدر هذه الضوضاء هو :

1. الحيوانات الأليفة .2.الأنشطة المنزلية .3. أصوات الأشخاص .4. إصلاح السيارات .
5 .أسباب أخرى كثيرة

وقد يستخدم المهندسون مواد معينة عازله لعزل هذه الأصوات اوالتخفيف من حدتها ولكن هذه المواد باهظة التكاليف، ولذلك لم يتم التوصل إلي حل آخر ضد الضوضاء. وبما أن البشر هم البشر طبيعتهم لا ولن تتغير وسيعملون دائماً على إزعاج غيرهم، فسيكون الحل بسيط هو أن نعي وندرك أن في كل وقت يضايقك سماع أصوات الضوضاء فأنت في نفس الوقت تضايق غيرك بضوضائك.

3. الضوضاء الناتجة عن المصانع .

ويكون مصدرها المصانع أو أماكن العمل وهى تؤثر على العاملين في هذه الأماكن، وعلى عامة الناس. نجد العامل في هذه الأماكن تتأثر حواسه السمعية من الأصوات التي يسمعها كل يوم، فهي

ضوضاء خطيرة للغاية تضر بصحة الإنسان بشكل مباشر على الرغم من أن باقي الأنواع تضر به أيضاً إلا أن هذه أخطرها على الإطلاق .

4. الضوضاء الناتجة عن الماء:

توجد ضوضاء بالطبع في الماء لكن الإنسان هذه المرة لن يكون هو الوحيد المتأثر بما تسببه له من مشاكل ولكن تشاركه الكائنات البحرية الجميلة من الأسماك والحيتان. إن صوت الأمواج ممكن أن يكون مصدراً للإزعاج، أو صوت محركات السفن أو حتى صوت بعض الأسماك وإن لم نكن نسمعها. لكن توجد مخلوقات أخرى تتأثر بهذه الأصوات وتسمعها من على بعد مثل "الحوت"، إن الأغنية التي يتغنى بها الحوت مشهورة منذ سنوات عديدة لكنها ليست مجرد أصوات يطلقها، ومن الاعتقاد القوي أن الحوت يستخدم هذه الأغنية لكي يتصل بغيره من الحيتان التي تبعد عنه مئات الأميال. وبازدياد هذه الضوضاء يزداد الخوف من عدم مقدرة الحيتان على العثور أو الاتصال أو سماع بعضهم البعض الأمر الذي يؤثر على الهجرة الجماعية لهم ومن ثمَّ مقدرتهم على التكاثر وتعرضهم للانقراض .

2.الآثار المترتبة على الضوضاء:

1. فقدان السمع .2. التوتر العصبي .3. الشعور بالضيق .4. الصداع وآلام الرأس .
5.فقدان الشهية .6.فقد التركيز وخاصة في الأعمال الذهنية.

3.الحلول لتجنب ومكافحة إحداث الضوضاء:

1-وضع قيود بالنسبة للحد الأقصى للضوضاء الناجمة عن السيارات بأنواعها والمسموح بها في شوارع المدن كما هو متبع في بعض الدول المتقدمة.

2- تطبيق نظام منح شهادة ضوضاء للطائرات الجديدة.

3- مراعاة إنشاء المطارات الجديدة وخاصة للطائرات الأسرع من الصوت بعيداً عن المدن بمسافة كافية.

4- عدم منح رخص للمصانع التي تصدر ضوضاء لتقام داخل المناطق السكنية، ويكون هناك مناطق صناعية خارج المدن.

5- الاعتناء بالتشجير وخاصة في الشوارع المزدحمة بوسائل المواصلات،وكذلك العمل على زيادة مساحة الحدائق والمتنزهات العامة داخل المدن.

6- دفع الغرامات المالية عند إحداث الضوضاء .

7-احترس مما تسببه من ضوضاء لغيرك، لا تسبب الإزعاج لمن يحيطون بك، فإذا كنت تعاني من ضوضاء الأشخاص الذين يعيشون من حولك، فلتكن أنت من ضمنهم. كن حساساً ومراعٍ للآخرين, لا تقم بالأنشطة الحيوية في ساعات متأخرة من الليل، أو إذا كان هناك مريض أو من يذاكر أو ينام و اخفض صوت التليفزيون والكاسيت, تجنب إقامة الحفلات المزعجة . عدم استخدام الأجراس أو المنبهات العالية .

- تذكر دائماً :

أ - أن تقلل من الضوضاء الموجودة .

ب - أن تجعلها مقبولة .

ج - أن توقفها وتمنعها على الفور إن أمكن ذلك.

8- كما أن هناك بعض البلدان تتجه إلى إنتاج نوع من الإسفلت يعمل على امتصاص الضوضاء الناتجة عن المرور لحوالي 5 د يسيبل فقط. تركيب أنظمة للمراقبة والتحكم بالضوضاء الناتجة عن حركة الطيران في المطارات الدولية ،من اجل تقليل "التلوث الضوضائي" في المناطق المحيطة بالمطار . حول أساليب التحكم والمراقبة للتلوث الضوضائي في المطارات ، أن الضوضاء المستمرة الناتجة عن هبوط وإقلاع الطائرات هي من أكثر المشاكل البيئية المتزايدة في يومنا هذا ، خاصة أن حجم الحركة الجوية يتزايد بسرعة شديدة ، مضيفاً أن الحركة الجوية مزعجة والسكن بالقرب من المطارات ليس مثالياً دائماً ، وعامة الناس على علم بالمشكلة ويطالبون بمطارات هادئة . أن موضوع مراقبة التلوث الضوضائي يكتسب أهمية كبيرة نظراً للزيادة المخططة في الحركة الجوية بمطارات الدولية، وللزيادة المتوقعة في الحركة. وأن قانون حماية البيئة وضع المعايير الخاصة بالتلوث الضوضائي وهناك القوانين الخاصة بهذا النوع من التلوث، بهدف العمل على تقليل الضوضاء الصوتية خصوصاً في المناطق السكنية القريبة من المطارات.

ان التطورات العالمية في مجال التقليل من الضوضاء ، حول الأجهزة والتقنيات المستخدمة عالمياً , إلى وجود عدة أنظمة لمراقبة التلوث الضوضائي الناتج عن المطارات ومن أهمها نظام (بروئيل) " وكجير أيه .أن.أس" ، بالإضافة إلى نظام مراقبة أخرى يمسى "ان. ام. تي" . ويضيف : أن نظامي "بروئيل" و"كجير أيه ان اس" مناسبان ليس فقط لمراقبة ضوضاء المطار ، ولكن أيضاً لجميع أنواع قياسات الضوضاء الخارجية " المؤقتة والدائمة" والبيئية التي تتراوح بين

ضوضاء المدينة والصناعة إلى الضوضاء التي يسببها مرور القطارات ، أنها تشمل عدداً من نهايات مراقبة الضوضاء التي توضع بشكل استراتيجي في المنطقة المعنية .

يتكون نظام مراقبة الضوضاء "أن أم تي" من محلل لمستوى الضوضاء ، ميكروفون مقاوم للعوامل الجوية ، متحكم النظام ومصدر للطاقة تكون جميعها مركبة على كبينة مقاومة للعوامل الجوية مع وحدة مناخية تحافظ على درجة الحرارة بداخلها في حدود المدى العملي للجهاز ، مراقبة الطيران إلى جانب بيانات الطقس والبيانات السكانية – يمكن استخدامها كجزء أساسي من سياسة مراقبة بيئية شاملة خلق مزيد من الوعي البيئي وبيئة أكثر خضرة في المطار. فإن من الضروري تركيب أنظمة متطورة لمراقبة الضوضاء بمنطقة المطارات . ويضيف أن بروئيل وكجير هي من الأجهزة الرئيسية في مجال مراقبة ضوضاء المطارات والتحكم فيها وأن من المهم جداً التحكم في ضوضاء الحركة الجوية بسبب قرب المطارات من المدن كما أن من المهم تخطيط مدرج المطار وفقاً لاتجاه الرياح السائد في البلد وموقع المنطقة السكنية. وتشير الدراسات العلمية إلى أن التقليل من الضوضاء الصوتية يحتاج إلى أتباع أنظمة حديثة واتخاذ إجراءات واحتياطات في المطارات تكفل تحقيق ذلك، وأن هناك ضغوطاً كبيرة على مستوى العالم تهدف إلى مراعاة الشروط البيئية وعدم الاعتداء على البيئة بأي حال من الأحوال . و من أهم مشاكل توسعات النقل الجوي موضوع التلوث الضوضائي الذي يحتاج إلى معالجة فورية خصوصاً وأن أنصار البيئة في العالم المتقدم يضغطون بهذا الاتجاه ويطالبون بوضع معايير للتقليل من الضوضاء الناتجة عن المطارات. وهناك تجارب عديدة في العالم من اجل التقليل من الضوضاء الصوتية و حققت نتائج إيجابية في كثير من الحالات, أن الخبراء الدانمركيين قدموا تجارب عملية يمكن الاستفادة منها فيما يتعلق بالمطارات الدولية و يتوافق مع الشروط البيئية الخاصة بالضوضاء الصوتية.

إن الضوضاء ليست بالأمر السيئ طوال الوقت لكن لها فوائدها أيضاً، وخاصة إذا أراد تجاهل أصوات عالية أخرى يتبرم منها ولا يريد سماعها ومثال على ذلك :

-إذا كنت تعيش بالقرب من شارع مزدحم بالسيارات، ولا تريد سماع أصواتها المزعجة فاستخدام النافورة التي ينبعث منها صوت الماء ستكون ضوضاء محببة إليك وتريد سماعها بدلاً من أصوات السيارات المزعجة , كما أن أصوات المكيفات الهوائية العالية تكون مفيدة في بعض الأحيان إذا كنت تعمل في مكتب مزدحم بالموظفين ولا تستطيع التركيز، فصوته المزعج سيكون سيمفونية عذبة بالمقارنة مع أحاديث الموظفين .

4. ظروف بيئة العمل

العمل والشؤون الاجتماعية مقدمة الاهتمامات الفكرية لما يحدثه التلوث البيئي من مشاكل تثير القلق والخوف على مستقبل الإنسان وصحته. ويرجع الاهتمام بحماية بيئة العمل من أن المخاطر التي باتت تهددها لم تعد تقتصر على العامل فحسب وإنما أصبحت تهدد المنشأة وموقع العمل بل البيئة والسكان بوجه عام.و من هنا تبرز أهمية الصحة والسلامة المهنية في الحفاظ على الثروات البشرية والاقتصادية وذلك بالكشف عن المخاطر والأسباب المؤدية إليها واتخاذ الإجراءات والاحتياطات الوقائية الكفيلة بمنع وقوعها فالسلامة والصحة المهنية تهدف إلي إيجاد بيئة عمل آمنة خالية من المخاطر وحماية عناصر الإنتاج من التلف والضياع.

ولهذه الاعتبارات وغيرها وإيماناً من أن الإنسان هو ثروة ألامه الحقيقية وأغلى رصيد لها أضحت حماية القوي العاملة من أخطار العمل والمحافظة المستمرة على البيئة وصحة الإنسان احدي أهم القضايا الملحة التي توليها قوانين حماية البيئة العالمية وجل اهتماماتها لما لهذه المعالجة من أثر إيجابي على تطور التنمية الاقتصادية على المستوي العالمي ومن جهة أخري.

اهتماما بالبيئة بشكل عام والبيئة المهنية على وجه الخصوص من خلال وضع قوانين في إطار السلامة والصحة المهنية وتفعيل اختصاصاتها وتشجيع الدراسات والبحوث العالمية في هذا الميدان وتأهيل الكوادر المتخصصة في هذا المجال.

5.الأنظمة الوقائية

استخدام الأساليب الوقائية التي تفرض علينا حماية صحة الإنسان والبيئة وترشيد استغلال الموارد الطبيعية والأولية والتقليل من الهدر والحد من التلوث وإنتاج النفايات والانبعاث الناجمة عن العمليات الصناعية والأنماط الحياتية غير المستدامة وبالتالي فإننا بلا شك نساهم في تخفيض كلفة الإنتاج وتقليص الآثار الاجتماعية والبيئية الضارة أو غير المرغوبة للصناعة والخدمات مما يؤدي في نهاية المطاف إلي زيادة الإنتاجية والربحية ويعزز المقدرة التنافسية للبضائع في الأسواق العالمية ويحقق الصحة والخير والازدهار والرفاهة للمجتمع . العمل لتطوير واقع البنية التشريعية والتنظيمية للسلامة والصحة المهنية ذلك أن العمل على تطوير وتكامل النظم والتشريعات لكي تغطي كافة المعايير والقياسات والمخاطر الفيزيائية والكيميائية والحيوية ومن شأنه أن يجعل المعنيين بالسلامة المهنية في كافة المواقع الرسمية والأهلية يؤدون عملهم بكفاءة ومهنية بعيدة عن التقدير والاجتهاد الشخصي لضمان سلامة العمال وسلامة بيئة العمل والبيئة العامة على حد سواء.كما أن المتغيرات التي تتعرض لها بيئة العمل والزيادة المطردة في المواد المسببة للأضرار الصحية فيها تجعل أمر متابعة وتحديث هذه النظم والتشريعات وفقاً لأحدث المستويات الدولية غاية في الأهمية. منظومة كاملة من النظم واللوائح النموذجية في مجال

السلامة والصحة المهنية, وذلك بتعاون مع منظمة العمل الدولية والمعهد العربي للصحة والسلامة المهنية لمراجعة وتحديث وتطوير منظومة القرارات التنفيذية التي يتم إعدادها واعتمادها في المرحلة السابقة.

6. مقياس الضوضاء

مقدار ما يتحمله الإنسان من ضوضاء حتى لا تسبب له الأرق فى النوم، ويقاس معدل الضوضاء هذا بوحدة تسمى الد يسيبل واختصارها (دى . بى) والتي تتراوح من 35 - 30 كحد أقصى لما يتحمله الإنسان من ضوضاء .

View publication stats