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.

المطر الحمضي (بالإنجليزية: Acid rain) هو مطر أو أي نوع من الهطول يحتوي على 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 الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية إلى حمض 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