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: ا نفلونزا ، الإمراض الوبائية القاتلة التي تنتشر بسرعة في الوسط البيئي ، ومرض الجمرة الخبيثة ومرض الطاعو والكوليرا ومرض الجدري والحمى ،كما تحدث حالات تسمم للإنسان نتيجة لتأثرات 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