Air Pollution تلوث الهواء

Atmosphere & Air Pollution

Environmental Pollution
Lec.3

Prepared

By

Dr. Wisam Thamer AL-Mayah

PhD. In Medical Microbial Ecology & Chemistry

مكونات الغلاف الجوي
Component of Atmosphere

١. طبقة الغلاف الداخلي السفلى Troposphere:

هو الجزء من الغلاف الجوي الذى يحيط بالارض مباشرة ، سمكه ٨-١٠ كم الى ١٦-١٨كم عند خط الاستواء يحدث فى هذه الطبقة التغيرات المناخية من سحب ورياح وامطار وغيرها من الظواهر الجوية، قد يسمى بطبقة او غلاف الطقس تقل كثافة هذه الطبقة ودرجة حرارته كلما ارتفعنا الى اعلا حتى تصل الى ٤٠م.

٢. طبقة الغلاف الداخلي العلوى Stratosphere:

من الاسم فانه يتكون من طبقات كثافته اقل من الغلاف السابق ، تنعدم فيه التيارات الهوائية لاعلا او اسفل بل تتحرك افقية ، يخلو من بخار الماء فهو مناسب للرحلات الجوية ، سمكه يصل الى ٥٠ كم من السطح والجزء السفلى منها ٢٠ – ٣٠كم ارتفاع يمتص الاشعة الفوق بنفسجية الضارة ويحول بها O_2 الى O_3 اوزون تقوم طبقة الاوزن يحجب هذه الاشعة الضارة عن الارض التي تؤثر على الكائنات الحية.

مكونات الغلاف الجوي
Component Atmosphere

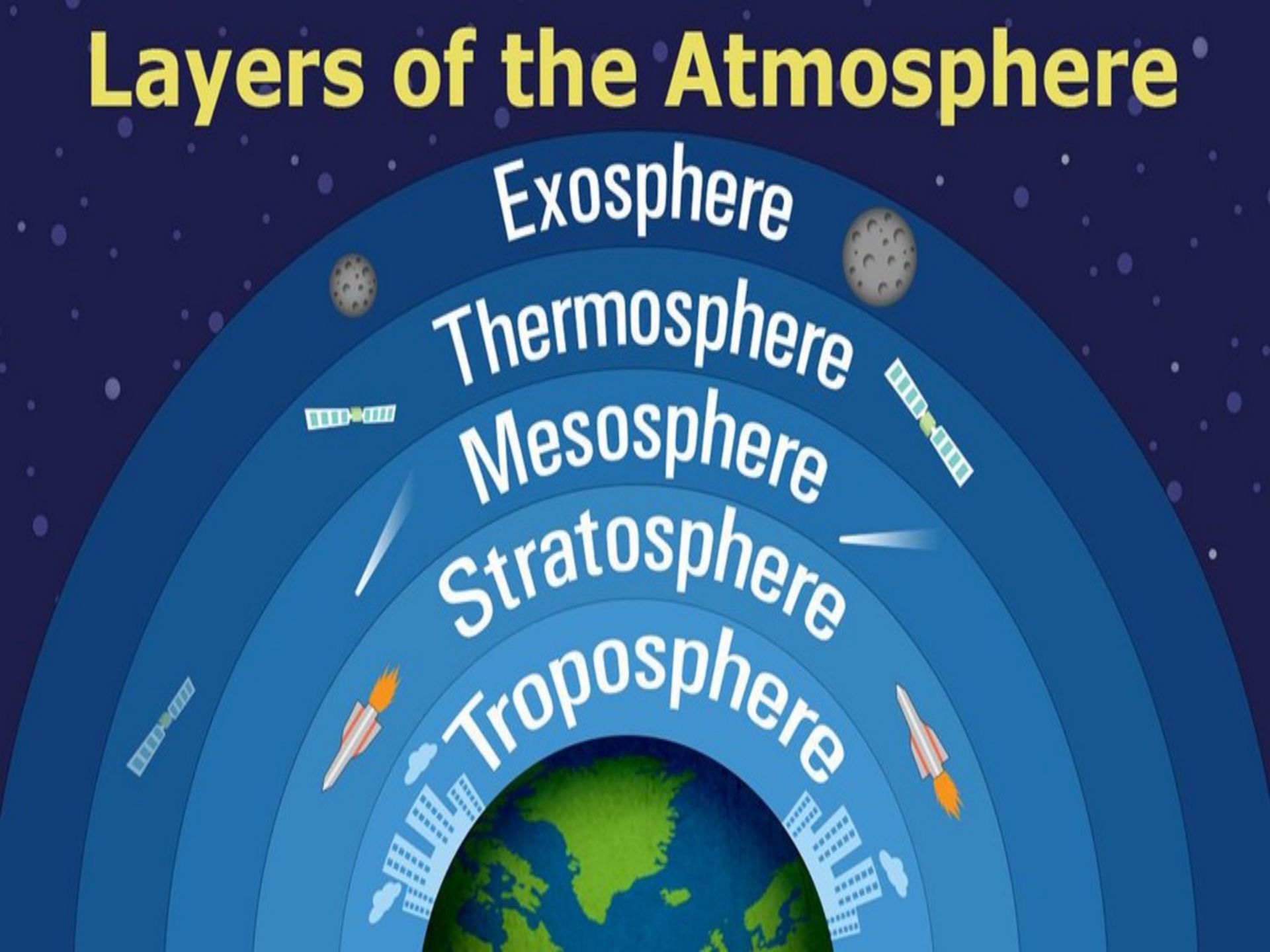
٣. طبقة الغلاف الحراري Thermosphere:

يمتد حتى حوالى ٥٠٠ كم فوق سطح الارض – تصل حرارته الى ١٢٠٠ درجة مئوية عند نهاية هذه الطبقة .

٤. طبقة الغلاف الخارجي Exosphere:

يمتد لمسافات شاسعة حتى الفضاء الخارجى، كثافة الهواء ضئيلة جدا يناسبه سير الاقمار الصناعية، يطلق على الطبقات الثلاث الاخيرة بالغلاف المتأين Ionosphereلان اشعة الشمس والاشعة الكونية تأين بعض الغازات الموجودة يزداد التاين اثناء النهار على ارتفاع ٦٠-٢٠٠٠ كم وهذه الطبقة تعكس الموجات الاذاعية.

Layers of the Atmosphere



تلوث الهواء Air Pollution

- الهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الأقرب إلى سطح الأرض والذي عندما يكون جافاً وغير ملوث فانه يتكون من عدة غازات أهمها :-

١. غاز النتروجين الذي يؤلف 78.09% منه .
٢. غاز الأوكسجين الذي يؤلف ما نسبته 20.94% .
٣. الأركون بنسبة 0.93% .
٤. ثاني أوكسيد الكاربون بنسبة قليلة جدا لا تزيد في الهواء النقي على 0.032% وهذه الغازات الأربعة تكون في مجموعها 99.99% من حجم الهواء.
٥. إضافة إلى غازات أخرى كالنيون والهليوم وغيرها وهذا ما يوضعه الجدول رقم (١) التالي :-

جدول رقم (١): مكونات الهواء الجاف غير الملوث والنسب الحجمية (التراكيز%)

الغاز	الرمز الكيمائي	التراكيز %	الغاز	الرمز الكيمائي	التراكيز %
النتروجين	N_2	78.09	الكربتون	KR	1 ج.م
الأوكسجين	O_2	20.94	الهيدروجين	H_2	0.5 ج.م
الاركون	Ar	0.93	أول أوكسيد النتروجين	N_2O	0.25 ج.م
ثاني أوكسيد الكاربون	CO_2	0.032	أول أوكسيد الكاربون	CO	0.1 ج.م
النيون	Ne	18 ج.م	الأوزون	O_3	0.02 ج.م
الهليوم	He	5.2 ج.م	ثاني أوكسيد الكبريت	SO_2	0.001 ج.م
الميثان	CH_4	1.3 ج.م	ثاني أوكسيد النتروجين	NO_2	0.0001 ج.م

تلوث الهواء Air Pollution

- ففي الظروف الطبيعية فان الهواء يحتفظ بمكوناته وحسب دورة الحياة في النظام البيئي فالنبات مثلا يأخذ ثنائي أوكسيد الكاربون من الجو ويحتفظ بالكاربون ويطلق الأوكسجين وتتنفس الكائنات الحية الأوكسجين وإذا زادت نسبة ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو فإن الفائض يذوب في البحار والمحيطات ويتفاعل مع أملاح الكالسيوم مكونًا كاربونات الكالسيوم وهكذا بالنسبة لدورات بقية العناصر.
- عندما يستنشق الهواء يدخل الحويصلات الهوائية ، ويحمل للخلايا الأوكسجين الذي تحتاج اليه باستمرار .
- والهواء الملوث بالدخان وغازات الاحتراق التي ترسلها مداخن المصانع والمدافئ المنزلية وعوادم وسائط النقل ومصادر اخرى عديدة يفتقر إلى الأوكسجين وهو مضر بسبب السموم التي يحتويها.

تلوث الهواء Air Pollution

- فقد يتعرض الإنسان وخاصة على المدى الطويل لأمراض القصبات والرئة (التهابات رئوية مزمنة، عجز التنفس ، تسممات ، سرطان) ويؤثر بصفة سيئة وخطيرة في القلب والدم.
- فالهواء يمكن عده ملوثاً عند اختلال التركيب أو التركيز لواحد أو أكثر من المكونات الطبيعة الغازية للهواء الطبيعي سواء كان هذا التغير أو التركيز لواحد أو أكثر من المكونات الطبيعية الغازية للهواء الطبيعي سواء كان هذا التغير بالزيادة أو النقصان.
- أو ظهور غازات أو أبخرة أو جسيمات عالقة عضوية وغير عضوية ، أو غيرها تشكل إضرارا على عناصر البيئة وتحدث خللاً في نظامها الايكلوجي.
- وقد عرف خبراء منظمة الصحة العالمية تلوث الهواء(Air Pollution) بأنه الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتركيزات تعد ضارة بصحة الإنسان أو الحيوان أو النبات أو التربة أو البيئة.

تلوث الهواء Air Pollution

- وعرف تلوث الهواء (Air Pollution) من الجمعية الاجتماعية الطبية الأمريكية للصحة الصناعية : بأنه وجود شوائب أو ملوثات في الهواء وقعت فيه سواء بفعل الطبيعة أو الإنسان ، وبكميات ولمدد تكفي لإخلال راحة الكثير من المعرضين لهذا الهواء أو للأضرار بالصحة العامة أو بحياة الإنسان والحيوان والنبات والممتلكات.
- كما يعرف التلوث الهوائي (Air Pollution): بأنه خلل في النظام الايكلوجي الهوائي نتيجة اطلاق كميات كبيرة من العناصر الغازية والصلبة مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في خصائص وحجم عناصر الهواء ، فيتحول الكثير منها من عناصر مفيدة وصانعة للحياة إلى عناصر ضارة (ملوثات) .
- تحدث الكثير من الاضرار والمخاطر تصل إلى حد الموت والهلاك للكائنات الحية والتدمير والتخريب للمكونات غير الحية .
- وقد اتسعت دائرة مفهوم التلوث الهوائي ليشمل الضوضاء التي اصبحت تفسر طبيعة الهواء الهادئة وتحوله إلى هواء مزعج ومؤلم مسبباً الكثير من الامراض.

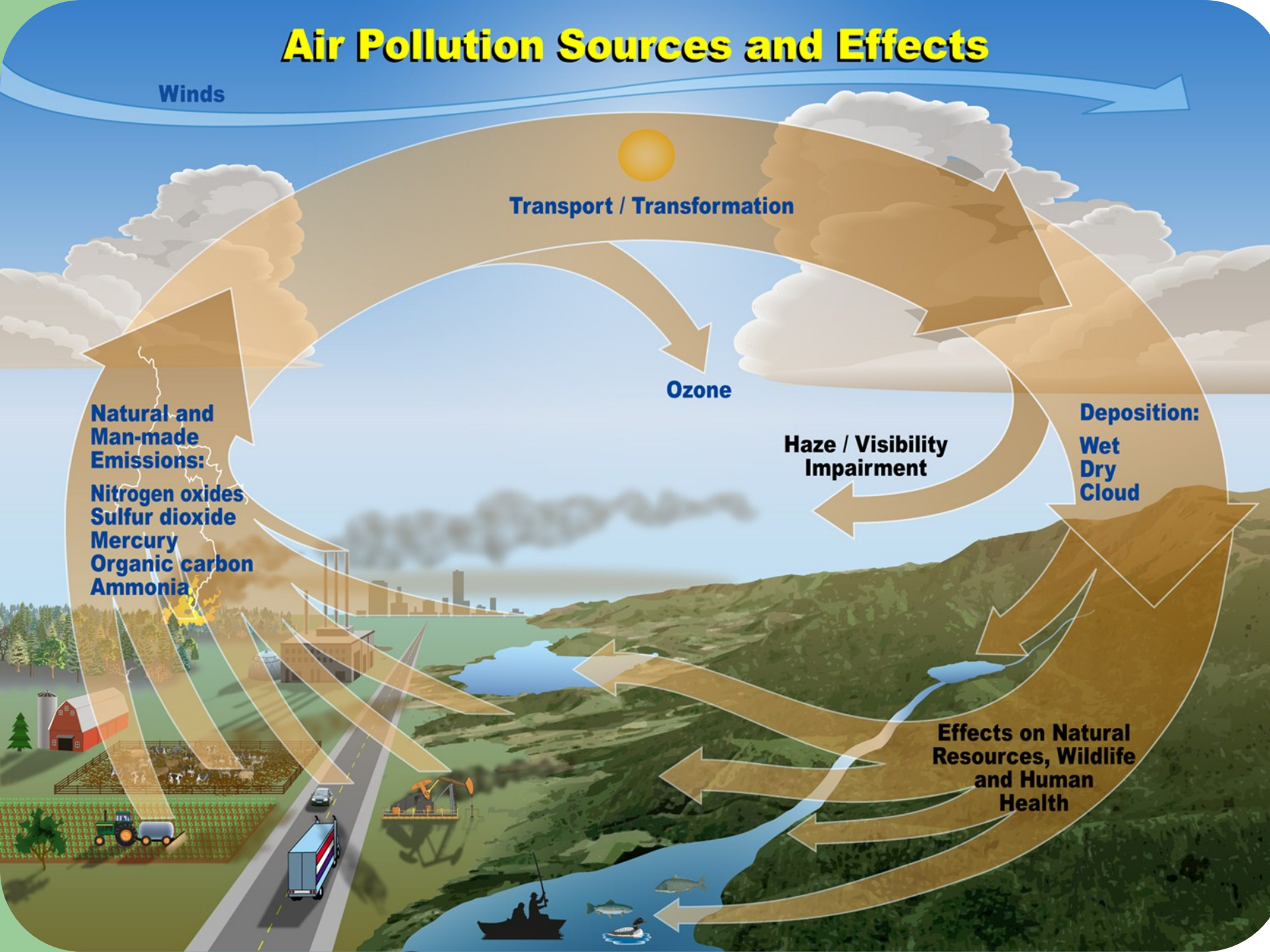
مصادر تلوث الهواء Air Pollution Sources

١. المصادر الطبيعية Natural sources:

وهذه المصادر لا دخل للإنسان بها أي أنه لم يتسبب في حدوثها ويصعب التحكم بها وتشمل البراكين، حرائق الغابات، رذاذ البحر، العواصف والرياح التي تثير الأتربة، والتحلل الحيوي والنشاط البكتيري والمستنقعات التفاعلات الضوء كيماوية في طبقة الجو العليا (طبقة الأوزون) والبرق الذي يؤدي إلى تكون أكاسيد النتروجين وهذه المصادر عادة تكون محدودة في مناطق معينة ومواسم معينة وأضرارها ليست جسيمة إذا ما قورنت بالأخرى.

٢. المصادر الصناعية Artificial sources:

وهي التي يحدثها أو يتسبب في حدوثها الإنسان وهي أخطر من السابقة وتثير القلق والاهتمام حيث أن مكوناتها أصبحت متعددة ومتنوعة وأحدثت خلً لا في تركيبة الهواء الطبيعي وكذلك في التوازن البيئي بالإمكان تخفيض الضرر الناتج عنها وتشمل استخدام الوقود في الصناعة، وسائل النقل البرى والبحري والجوي والنشاط الإشعاعي.


Air Pollution Sources and Effects
Winds
Transport / Transformation
Ozone
Natural and Man-made Emissions:
Nitrogen oxides
Sulfur dioxide
Mercury
Organic carbon
Ammonia
Haze / Visibility Impairment
Deposition:
Wet
Dry
Cloud
Effects on Natural Resources, Wildlife and Human Health

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

- يمكن تقسيم الملوثات في الهواء إلى مجموعتين رئيسيتين ، هما الدقائقيات العالقة والملوثات الغازية.

أولا": الدقائقيات Suspended particulates:

يقصد بالدقائقيات ، المواد المنتشرة كافة سواء كانت دقائق صلبة أم قطيرات سائلة عالقة في الهواء. وتشمل الدقائق الكبيرة (Macro-particulates) كلا" من الرمال والرماد المتطاير والغبار والسخام Soot في حين تشمل الدقائق الصغيرة (Micro-particulates) كلا" من الدخان والضباب والهباء الجوي Aerosol. وتشكل الدقائقيات مجموعة واسعة من ملوثات الهواء ، وتكون معلقة في الهواء، وتتنوع أشكالها وتركيبها الكيمياوي وتأثيراتها السمية أو الصحية ، فضلا" عن إعتماد حركتها وبقاءها في الهواء وكذلك العمق التي تدخله في الجهاز التنفسي على قطر الدقيقة أو القطيرة العالقة ، وهذه الدقائق لا يشترط أن تكون قابلة للملاحظة أو الرؤيا بالعين المجردة. فهي تكون أليافا" متناهية الدقة أو قطيرات ضبابية أو بكتريا أو فيروسات أو حبيبات لقاح أو غبار صناعي أو طبيعي وغيرها.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

- إن الغالبية العظمى من الدقائقيات (particulates) هي ذات منشأ طبيعي ، مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الأراضي الجرداء والصحاري ، إما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) ، فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وإنتاج الطاقة ومعامل إنتاج الإسمنت وطحن الحبوب وغيرها ، أو في المواصلات وما ينبعث عنها من كميات كبيرة من الدقائق الكربونية التي تدعى بالسخام Soot، وقد تصدر من رش المبيدات في الحقول خاصة عند إستخدام الطائرات ، فضلا" عن عمليات الإنشاء والبناء وتعبيد الطرق وغيره.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

أهم المجاميع الرئيسية للدقائقيات في الهواء هي:

١. الرمال Grit.

هي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن ٥٠٠ ميكرون.

٢. الغبار الطبيعي Natural Dust.

هي الدقائق الصلبة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين ٢٤ - ٢٠٠ ميكرون.

وهي من أكثر أنواع الدقائقيات في الهواء شيوعا" وإنتشارا" ، ومصدرها طبيعي ، وهو من طبقات القشرة الأرضية المخلخلة والمعرضة إلى تيارات الهواء ، حيث تتطاير حال توفير الظروف المناخية الملائمة ، وتساهم عمليات إزالة الغطاء الخضري مثل قطع الأشجار ورعي الحيوانات الجائر، فضلا" عن حركة السيارات ووسائط النقل الأخرى في الطرق غير المعبدة في توفير مزيد من المساحات من القشرة الأرضية المعرضة لتطاير دقائقها مع الرياح.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٣. الدخان Smoke.

هو عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق لا يزيد قطرها عن ٤ ميكرون ويشكل الكربون غالبيتها العظمى.

٤. الهباء الجوي Aerosol.

هي الدقائقيات الصلبة أو السائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها بصورة عامة عن الميكرون الواحد.

٥. الضباب Fog or Mist.

يشمل الضباب كلا" من القطيرات السائلة والعالقة في الهواء التي تصل أقطاره إلى ١٠٠ ميكرون أحيانا" ، إما الدقائقيات التي تزيد أقطارها عن ١٠٠ ميكرون فتدعى Fog .

٦. السخام Soot.

يتمثل بجزيئات الكربون المتناهية الدقة والتي تتجمع بصورة سلاسل طويلة.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٧. الغبار الصناعي Artificial Dust.

يصدر من نشاط الصناعات المختلفة مثل صناعة الإسمنت والجبس والآجر، وعند تقطيع أحجار المرمر لإنتاج قطع البناء وتقطيع جذوع الأشجار في إنتاج الخشب وغيرها ، مما يتسبب عنه تطاير كميات كبيرة من جسيمات دقيقة في الهواء ، وتنطلق من العديد من الصناعات المعدنية جسيمات تكون أدق حجما" عادة" وتتألف إما من دقائق المعدن نفسه والتي تنتج عن عمليات القطع أو الصقل وغير ذلك ، أو تكون متكونة من أملاح المعدن كما هو الحال في صناعة البطاريات السائلة التي تبعث عنها دقائق أوكسيد الرصاص.

٨. حبوب اللقاح Pollen Grains.

يلاحظ في موسم الربيع كثر ة الجسيمات التي تنطلق من النباتات الزهرية التي هي حبوب اللقاح ، وتمتاز دقائقها بكبر حجمها وقد يتعرض بعض السكان إلى أعراض حالات من الحساسية الجلدية أو تورم العينين أو رشح الأنف وغيرها.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

- يوجد في الهواء كذلك عدد من المواد تأخذ شكل جزيئات أو جسيمات أو حبيبات كالأسبست الذي يسبب مرض الأسبيستوس Asbestos وسرطان الرئة الذي ينتشر بين عمال المصانع والمناجم ، كما توجد أشكال أخرى للضباب الدخاني ، ففي **فصل الشتاء** وعند تواجد تركيزات عالية من ثاني أوكسيد الكربون CO_2 والهايدروكربونات يتكون الضباب الدخاني المعروف بضباب لندن London Fog وفي **فصل الصيف** وعند توفر أكاسيد النتروجين والهايدروكاربونات والإشعاع الشمسي الحاد فيتكون نوع آخر يدعى بالضباب الأسود Black Fog (الضوء كيمياوي Photochemical).
- هنالك علاقة بين نوعية هذه الدقائقيات وقطرها وتأثيرها في البيئة وفي صحة الإنسان، ومن وجهة **نظر التلوث الهوائي فأن الدقائق الأكثر أهمية هي تلك التي يتراوح قطرها بين (٠,١ – ١٠) ميكرون** التي تكون تقريبا" بحجم البكتريا والتي لا تميزها العين المجردة ، حيث أن عين الإنسان يمكن أن تميز الدقائق التي قطرها يزيد عن ١٠٠ ميكرون.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

- أن الجزيئات هي أصغر من واحد ميكرون تنتج على الأكثر من تكثف المواد المتبخرة بعد الإحتراق ، أما الدقائق الأكبر من ١٠ ميكرون فأنها تنتج على الأكثر من العمليات الآلية مثل الطحن والبرد .
- هنالك بعض الصعوبات المرتبطة بتقييم خصائص الدقائقيات ، حيث قد يتوقف نوع الضرر على حجم تلك الدقائقيات في حين يعود الضرر الآخر لسميتها ، وتتلخص التأثيرات التي تحدثها الدقائقيات على الظروف الجوية والمحلية وعلى الكائنات الحية كونها تعمل على حجب أشعة الشمس، وكذلك تعمل على خفض درجات الحرارة عند سطح الأرض ، كما إنها تساهم في تجهيز أنوية للتكثف ، مما يزيد ظهور الضباب والأمطار في المدن.
- **كما أن هذه الدقائقيات تسبب ضررا**" لصحة الإنسان والحيوان خاصة في الجهاز التنفسي والأمراض الجلدية وأمراض العيون فضلا" عن تأثيراتها على النباتات ، حيث عند تراكمها على أوراقها تسبب تثبيط عملية النتح خلال سد الثغور ، وكذلك تقليل شدة الإضاءة التي تصل إلى النسيج المتوسط للأوراق مما يؤثر في عملية البناء الضوئي photosynthesis .

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

- شاركت التراكيز العالية للمواد الدقائقية في إحداث كوارث في تلوث الهواء والأجواء ، فقد بينت الدراسات الوقائية وجود الأرتباط الوثيق بين معدلات الوقايات من أمراض الجهاز التنفسي (كالربو والإلتهاب الشعبي والإنتفاخ الرئوي وغيرها)، وبين معدل مستوى تركيز الدقائقيات في المناطق السكنية ولوحظ الآثار الصحية تحدث عندما يفوق المعدل السنوي للمواد الدقائقية عن ٨٠ مايكروغرام لكل متر مكعب واحد ، ويعتمد سلوك الملوثات على حجم الدقائق والزمن الذي تحتاجه للإستقرار في الأجواء ، فالدقائق التي يزيد حجمها عن ٥٠ ميكرون تكون خطورتها التلوثية قصيرة الأمد.
- إن زيادة نسبة الترسبات الدقائقية الكبيرة على سطح الأرض فأنها تؤثر على لتآكل الكيميائي والتعرية للمواد البنائية والمعادن والتماثيل والمعالم الآثارية المختلفة. كما تؤثر الملوثات الغازية في الهواء والملوثات الدقائقية المترسبة على سطح الأرض على الكساء الخضري في تنشيط نموه فضلا" عن تراكمها على الأوراق النباتية وغلق ثغورها ، كذلك تتأثر الحيوانات الحقلية بالملوثات الدقائقية الجوية فقد تصاب بالأمراض المختلفة شأنها شأن الإنسان.

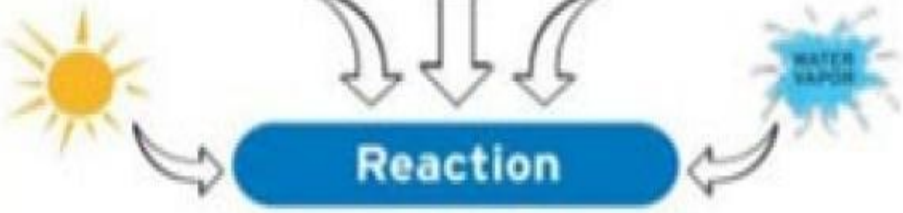
PARTICULATE MATTER (PM)

Direct Release of Particles

Products of Fuel Combustion

AMMONIA

SOLVENTS



Indirect Formulation of Particles

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

ثانيا" الملوثات الغازية Gases pollutants:

إن الملوثات الغازية تشمل ما يلي:

١. الهيدروكربونات Hydrocarbons:

هي عبارة عن مركبات عضوية غازية أو سائلة أو صلبة وتتألف أساسا" من أعداد من ذرات الكربون والهيدروجين بأشكال وأنواع متعددة جدا" ، تنبعث من محركات السيارات و مصاف البترول و محارق النفايات الصلبة. و لها تأثيرات مختلفة تعتمد على نشاط وقدرة المركب الهيدروكربوني . فكلما كانت فعالة و نشطة كلما ازدادت خطورتها . فمجموعة الاوليفينات نشطة جدا في حين إن مركبات البنزين الحلقية ضعيفة التفاعل .كما أن هناك أنواع من الهيدروكربونات و هي المركبات الحلقية عديدة النوى تعتبر مساعدة للإصابة بالسرطان (cancer) مثل مركب البنزوبيرين (benzobrine) إضافة إلى دورها في التفاعلات الضوء كيميائية.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٢. غاز احادي أوكسيد الكاربون Carbon Mono Oxide (CO):

- غاز ليس له لون ولا رائحة ينتج عن عملية الاحتراق غير الكامل للوقود . ويصدر من عوادم السيارات ومن أحترق الفحم أو الحطب في المدافئ . وهو أخطر أنواع تلوث الهواء وأشدها سمية على الإنسان و الحيوان .يتحد احادي أوكسيد الكاربون (CO) مع الهيموكلوبين (Hb) مكونًا كاربوكسي هيموكلوبين (carboxylhemoglobin) وبذلك يمنع الأوكسجين من الاتحاد مع الهيموكلوبين وفي هذه الحالة يحرم الجسم من الحصول على الأوكسجين.
- وتعتمد سمية احادي اوكسيد الكاربون على تركيزه في الهواء المستنشق فتركيز ٠.٠١ % يؤدي إلى الشعور بالتعب و صعوبة التنفس و طنين في الأذن .
- أما تركيز ٠.١ % من احادي أوكسيد الكاربون يؤدي إلى تشنج في العضلات وضعف في السمع ونقص في الروية وغثيان وقيء و انخفاض ضغط الدم و الحرارة وأخيرًا الإغماء و الوفاة خلال ساعتين .

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٣. غاز ثاني أوكسيد الكاربون Carbon Dioxide (CO2):

- زيادته تؤدي إلى صعوبة في التنفس والشعور بالاحتقان مع تهيج للأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية (Bronchitis) وتهيج الحلق .
- يتكون غاز ثنائي أوكسيد الكاربون من احتراق المواد العضوية كالورق والحطب والفحم وزيت البترول. ويعتبر غاز CO2 الناتج من الوقود من أهم الملوثات التي أدخلها الإنسان على الهواء. أن عملية الاتزان البيئي التي تذيب غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الزائد في مياه البحار والمحيطات مكونًا حامضًا ضعيفًا يعرف باسم حامض الكاربونيك (H2CO3) ويتفاعل مع بعض الرواسب مكونًا HCO3 و Mg(CO3) وتساهم النباتات أيضًا في استخدام جزء كبير منه في عملية البناء الضوئي.
- وتجدر الإشارة الى أن الإسراف في استخدام الوقود وقطع الغابات أو التقليل من الساحات الخضراء ساهم في ارتفاع نسبة غاز ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو والذي قد يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وهو ما يعرف بالاحتباس الحراري. Global warming .

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٤. غاز ثاني أوكسيد الكبريت Sulfur Dioxide (SO2):

- يعتبر من أخطر ملوثات الهواء فوق المدن والمنشآت الصناعية يتكون من احتراق أنواع الوقود كالفحم وزيت البترول وأيضًا بعض البراكين تطلق هذا الغاز.
- وهو أحد عناصر مكونات الأمطار الحامضية على سطح الأرض فيلوث التربة والنباتات والأنهار والبحيرات والمجاري المائية ، وبذلك يسبب إخلالا بالتوازن البيئي . كما يختلط بالضباب الدخاني فوق المدن محدثًا أضرار بالغة وأضراره هي :

١. التهاب القصبات الهوائية وضيق التنفس.
٢. تسبب التراكيز العالية تشنج الحبال الصوتية وقد تؤدي إلى تشنج مفاجئ واختناق .
٣. يؤثر التعرض الطويل للغاز على حاسة التذوق والشم وإلى التصلب الرئوي.
٤. يسبب تهيج العيون وكذلك الجلد.
٥. يسبب الأمطار الحامضية (Acid rain).

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٥. غاز ثنائي أوكسيد النتروجين Nitrogen Dioxide (NO2):

- ينتج من احتراق المركبات العضوية وأيضا من عوادم السيارات والشاحنات وبعض المنشآت الصناعية .
- وهو يكون مع بخار الماء في الجو حامضًا قويًا هو حامض النتريك ويسبب الأمطار الحامضية. وعند وصوله مع بقية اكاسيد النايتروجين إلى طبقات الجو العليا (طبقة الأوزون) يحدث ضررًا كثيرًا لهذه الطبقة وأضراره هي:

١. يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية للمجاري التنفسية ويسبب أضرار في الرئة كالودمة الرئوية.

٢. يؤدي إلى تهيج أغشية للعين.

٣. يحدث ضررًا في طبقة الأوزون (Ozone layer).

٤. يسبب الأمطار الحامضية.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

٦. الرصاص Lead (Pb):

- يضاف الرصاص لبنزين وقود السيارات لزيادة معدل الأوكتان ويتم ذلك بإضافة tetra-ethyl lead وهذا هو البنزين المحتوي على الرصاص. يخرج الرصاص من عوادم السيارات إلى الهواء محدثًا تلوثًا به وخاصة في المدن المزدحمة والتي تستخدم وقود أو البنزين المحتوي على الرصاص . أما أضراره فهي :

١. يسبب الصداع والضعف العام وقد يؤدي الى الغيبوبة وإلى حدوث تشنجات قد تؤدي للوفاة .

٢. يؤدي إلى إفراز حامض اليوريك (Uric acid) وتراكمه في المفاصل والكلى .

٣. يقلل من تكوين الهيموكلوبين في الجسم.

٤. يحل محل الكالسيوم في أنسجة العظام.

٥. يؤدي إلى القلق النفسي والأرق الليلي.

٦. يسبب التخلف العقلي لدى الأطفال وتراكمه في الأجنة يؤدي إلى تشوه الجنين وإلى إجهاض الحوامل.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

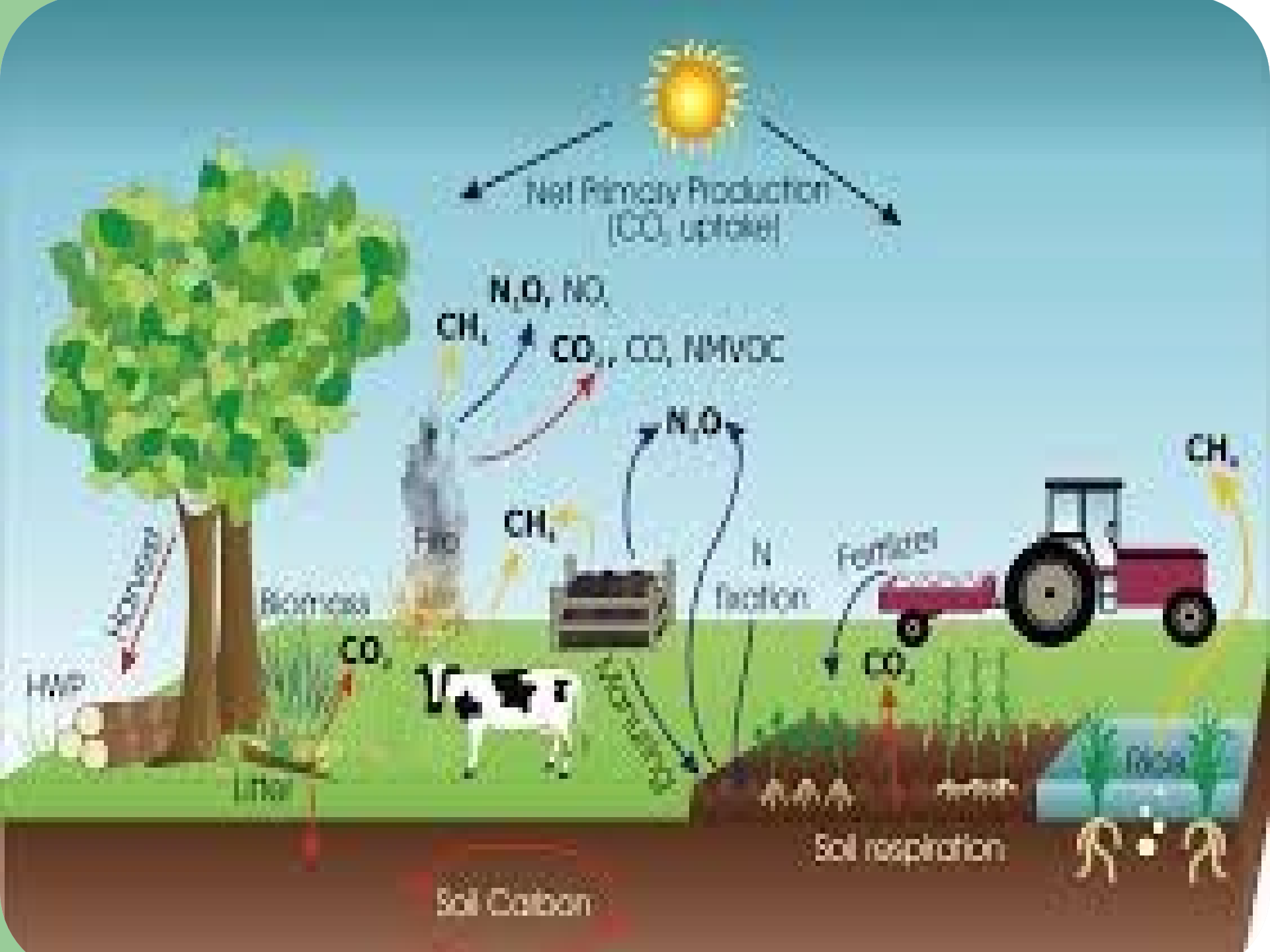
٧. مركبات الكلوروفلوروكاربون Chlorofluorocarbons (CFC):

- 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 الكلوروفلوروكاربون على هيئة سائل في أجهزة التكيف والتبريد ثلاجات المنازل . كما أن الاحتراق غير الكامل للنفايات المنزلية يؤدي إلى انتشار هذه المركبات في الجو.
- وعند وصول هذه المركبات لطبقة الإستراتوسفير (stratosphere) لتي بها طبقة الأوزون فإنها تتحلل بفعل الأشعة فوق البنفسجية الموجودة في الشمس إلى ذرات الكلور CL والفلور F التي تقوم بمهاجمة الأوزون وتحويله إلى أوكسجين وبذلك تساعد على تحطيم طبقة الأوزون .

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة
Air pollutants

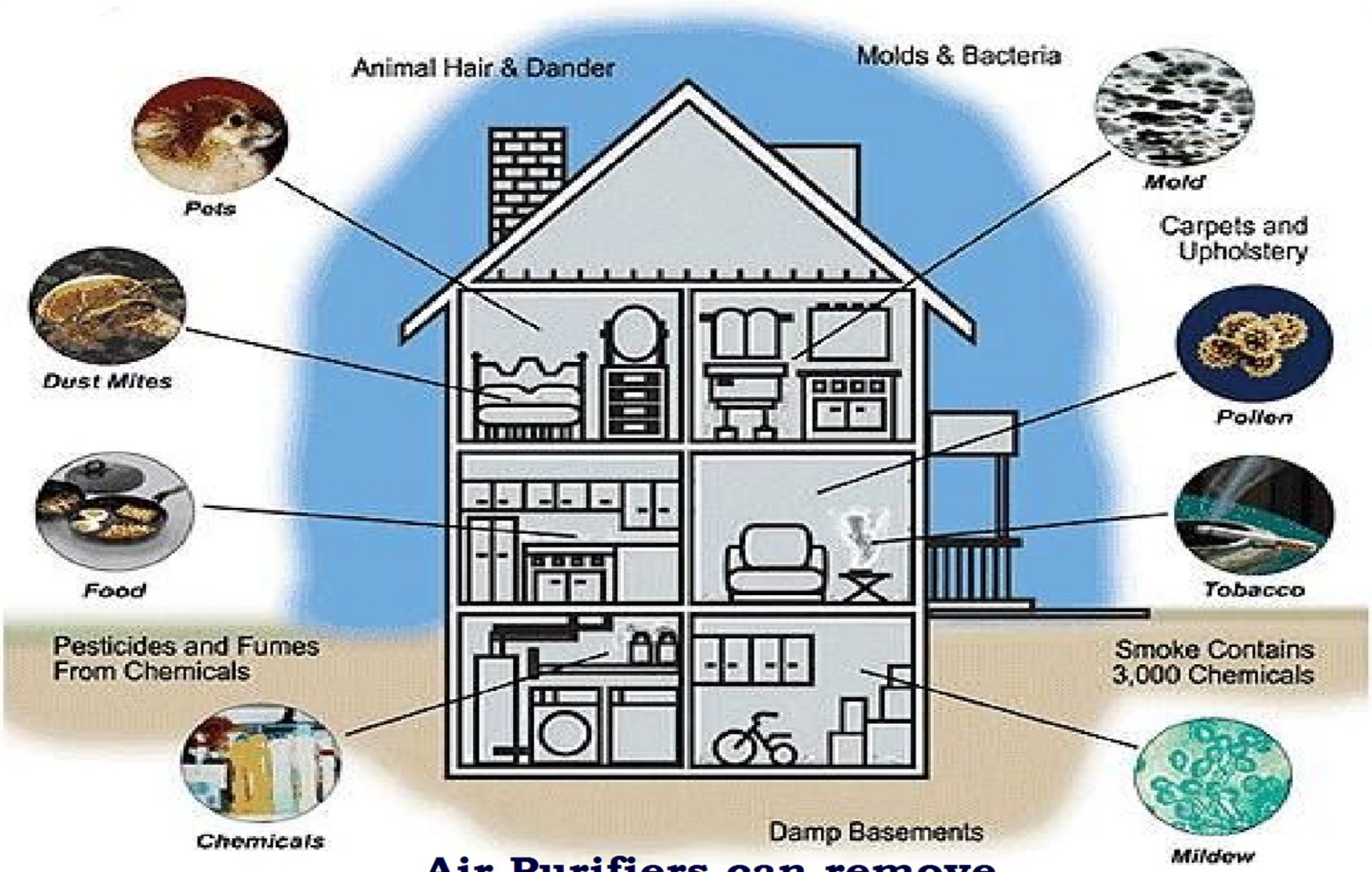
٨. الكائنات الدقيقة أو الميكروبات Microorganisms:

- تنتشر في الهواء أنوع عديدة من البكتريا والفطريات في حالة ساكنة وتصيب الإنسان إذا توفرت الظروف الملائمة ومن أجناس البكتريا , *Streptococcus* , *Yersinia* , *Cornyebactrium* , *Mycobacterium*، ما الفطريات , *Candida* , *Pentium* *Aspergillus* ويعتبر فيروس الأنفلونزا أكثر الفيروسات انتشارًا في الهواء.
- تستخدم الميكروبات في الحروب الجرثومية لسهولة انتشارها في الهواء وتسبب أمراضًا فتاكة بالإنسان ومن اشهر هذه الميكروبات في وقتنا الحاضر الجمرة الخبيثة التي تسببها *Bacillus anthrax* ، ويمكن انتشار غيرها عن طريق الهواء مثل الطاعون *Pasture plague Upsets* والجدري الذي يسببه فيروس *Small pox*.


Net Primary Production
(CO_2 uptake)
N_2O, NO,
CH_4
CO_2, CO, NMVOC
N_2O
CH_4
CH_4
Fire
N
fixation
Fertilizer
Litter
CO_2
CO_2
Soil respiration
Soil Carbon

أضرار تلوث الهواء داخل المباني
Indoor Air Pollution

- يقضي كثير من الناس وقتًا طويً لا داخل المباني يكون بحدود ٨٠-٩٠ % فالكثير يعملون ويأكلون وينامون ويشربون داخل المباني التي يكون دورة الهواء مغلقة وهذا ما دعى كثير من الناس يعتقدون أن تلوث الهواء الداخلي أخطر من الخارجي .
- ومنذ السبعينات بدأ الضوء يتسلط على تلوث الهواء الداخلي ومن أهم مصادر تلوث الهواء الداخلي **تدخين السكائر والمعسلات والأبخرة الناتجة من المفروشات أو مواد الدهانات وفي مجتمعنا البخور الذي يستخدم بكثرة داخل المباني. بالإضافة إلى الفريون الناتج من أجهزة .**



Air Purifiers can remove Particles and Gaseous Pollutants Indoor

www.beyonddcompare.com

الأمطار الحامضية
Acid Rain

- تنتج الأمطار الحامضية Acid Rain من تلوث الهواء بثنائي أوكسيد الكبريت (SO2) وكبريتيد الهايدروجين (H2S) وأكاسيد النايتروجين (NOx) الناتجة من حرق كميات ضخمة من الوقود في المصانع وتحملها الرياح إلى مسافات بعيدة كل البعد عن المصدر الذي خرجت منه ويعتقد أن غاز ثنائي أوكسيد الكبريت وأكاسيد النايتروجين تتفاعل مع بخار الماء الموجود في الجو كما يلي:

$SO2 + O2 \frac{1}{2} (SO3) + H2O \rightarrow H2SO4$

$NO2 + H2O \rightarrow HNO3$

$CO2 + H2O \rightarrow HCO3$

- وتبقى هذه الأحماض معلقة في الهواء على هيئة رذاذ وتسقط مع الأمطار، وفي البلدان قليلة الأمطار مثل دول الخليج تلتصق المركبات الحامضية على سطح الأتربة العالقة في الهواء وتتساقط معها فيما يعرف بالترسيب الحامضي الجاف.

الأمطار الحامضية
Acid Rain

- الترسيب الحامضي (Acid Rain) آثار سيئة على البيئة فهي تتسبب في:

١. **التربة القلوية :** تتفاعل معها وتتعادل معها فعلى الأرض الجيرية مثلا تكون الكالسيوم وتجرفه إلى الأنهار، وكذلك تذيب بعض المعادن أو الفلزات الهامة للنبات وتبعدها عن جذور النبات ومن أمثلة ذلك الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم التي تحملها مياه الأمطار الحامضية بعيدًا عن جذور النباتات إلى المياه الجوفية وبذلك تقل جودة المحاصيل الزراعية.

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

٣. في **البحيرات** تؤدي الأمطار الحامضية إلى زيادة الحموضة في مياه البحيرات وبالتالي قد تسبب في عدم صلاحيتها للأسماك والكائنات الدقيقة.

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

أضرار تلوث الهواء على طبقة الأوزون
Damage to air pollution on the ozone layer

- **الأوزون Ozone** غاز سام وشفاف يمل إلى الزرقة ويتكون الجزيء منه من ثلاث ذرات أوكسجين. ويتواجد الأوزون في طبقتي الجو السفلي Troposphere وطبقة الجو العليا Stratosphere.
- اذ يتكون الأوزون في طبقات الجو السفلى من الملوثات المنبعثة من وسائل النقل أو بعض المركبات التي تحوي الهيدروكاربونات (الفريون – الذي يدخل في الثلاجات وأجهزة التكيف وكثير من الصناعات الأخرى) . وفي هذه الحالة يعتبر الأوزون من المكونات الخطيرة على صحة الإنسان لأن تنفس قدر ضئيل منه يحدث تهيج في الجهاز التنفسي وقد يحدث الوفاة.
- أما الأوزون الموجود في طبقات الجو العليا فيتكون من تفاعل جزيئات الأوكسجين مع الأكسجين الحر الذي نتج من هذه انشطار هذه الجزيئات بفعل الأشعة فوق البنفسجية :

$$O2 + O \xrightarrow{\text{Ultra Violet}} O3$$

أضرار تلوث الهواء على طبقة الأوزون
Damage to air pollution on the ozone layer

- ومن نعم الله على خلقه أن جعل طبقة الأوزون في Stratosphere تعمل كدرع أو مرشح واقي يحمي الكرة 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 .
- ومع بداية السبعينيات بدأ الاهتمام بالملوثات الصادرة من نشاط الإنسان علي طبقة الأوزون فقد وجد أن أكاسيد النيتروجين تفتت جزيئات الأوزون:

$$NO + O3 \rightarrow NO2 + O2$$

$$NO2 + O \rightarrow NO + O2$$

وبذلك يعود أوكسيد النايتروجين إلى حالته الأصلية ليعيد الدورة مرة أخرى وبذلك يختل التوازن الطبيعي.

أضرار تلوث الهواء على طبقة الأوزون
Damage to air pollution on the ozone layer

- وجد أن مركبات الكلوروفلوروكاربون (بعضها معروف صناعيًا الفريون) تقوم بتفتيت جزئ لأوزون. ونظرًا 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 . وان خطر هذه المادة هو انبعاثها في الهواء وصعودها لطبقات الجو العليا حيث يتحرر الكلور بفعل الأشعة فوق البنفسجية من مركبات الكلوروفلوروكاربون وهذا الكلور هو الذي يعمل على تدمير الأوزون وهو أحد أسباب ثقوب الأوزون وتقليل نسبته في الغلاف الجوي.

$$Cl + O3 \ UV \rightarrow ClO + O2$$

- وتجدر الإشارة إلى أن غاز الكلوروفلوروكاربون له عمر طويل وهناك غازات أخرى لها تأثير مماثل كالهايدروجين والنايتروجين فضلا عن عوادم الطائرات النفاثة والطائرات الأسرع من الصوت وان إطلاق الصواريخ للفضاء يخلف أطنانًا من الغازات الضارة بطبقة الأوزون

أضرار تأكل طبقة الأوزون
Damage to the ozone layer

- **ان تآكل طبقة الأوزون تنتج عنه أضرار كثيرة هي :**

١. **انتشار سرطان الجلد (skin cancer):** بسبب تزداد انتشار الأشعة فوق البنفسجية UV-violate الواصلة إلى الأرض .

٢. **التأثير الوراثي (Genetic effect) .**

إن تعرض الجلد للأشعة فوق البنفسجية (UV-violate) يمكن أن يحدث تلفًا Epidermal أي تحت البشرة الخارجية للجلد مباشرة بسبب تلف الحامض النووي D.N.A وينتج عن ذلك انقسام الخلايا وحدوث الأورام Tumors.

٣. **حدوث المياه البيضاء في العين (Cataract).**

تسرب الأشعة فوق بنفسجية إلى سطح الأرض بسبب تأكل طبقة الأوزون يؤدي إلى حدوث عتامة في العين وهي المعروفة بالمياه البيضاء. وقد يؤدي إلى زيادة نسبة الأشخاص المصابين بالعمى Blindness.

أضرار تأكل طبقة الأوزون
Damage to the ozone layer

٤. حدوث اختلال في جهاز المناعة في جسم الإنسان (Immune system disruption).

يؤدي ايضًا زيادة الأشعة فوق البنفسجية نتيجة تأكل طبقة الأوزون إلى اختلال جهاز المناعة لدى الإنسان مما يزيد من نسبة تعرضه للأمراض المعدية المختلفة وخاصة الجهاز التنفسي.

٥. المحاصيل الزراعية (Agricultural Crops).

تسرب الأشعة فوق البنفسجية يلحق أضرار بالمحاليل الزراعية مثل الخضراوات وفول الصويا والقطن وقد يقلل من إنتاجها وبذلك يهدد الموارد الزراعية.

٦. الثروة الحيوانية Livestock.

حيث أن الحيوانات تتغذى على النباتات والأعشاب وهذا يعني أن الضرر سيلحق بها نتيجة تضرر النباتات.

أضرار تأكل طبقة الأوزون
Damage to the ozone layer

٧. الثروة السمكية Fisheries.

زيادة الأشعة فوق البنفسجية يقلل من الطحالب والنباتات ذات الخلية الواحدة التي تتغذى عليها الأسماك كما أنه يهلك يرقات الأسماك التي تعيش قريبًا من سطح الماء.

٨. تغيير المناخ Climate change.

زيادة الأوزون في Troposphere نتيجة التلوث ونقص في طبقة Stratosphere تسبب خللا في توازن الغلاف الجوي يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة في الأرض أو الغلاف الجوي ولا يعتبر الاوزون O3 هو الوحيد في تسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض بل يشارك وبنسبة رئيسية غاز CO2 ومركبات الكلوروفلوروكاربون CFC و أكاسيد NOx وغاز CH4. ويقول العلماء أن درجة الحرارة على الأرض سوف ترتفع بمقدار (٣ – ٥) درجات في كل مكان من الآن وحتى عام ٢٠٥٠ م . إن ارتفاع درجة حرارة الأرض وما يصاحبها من تغييرات مناخية قد يكون مفيدًا و ضارًا. كما أن ارتفاع درجات الحرارة يعجل بارتفاع سطح البحر مما يهدد الجزر والمناطق المنخفضة بالغرق .

التلوث البيئي وزيادة معدل التطفير والتسرطن
Pollution & Carcinogens & Mutagens

- يتعرض الانسان في حياته اليومية إلى كثير من المطفرات والمسرطنات الكيميائية والفيزيائية مسببة له نشوء السرطان والتي قد تؤدي بحياته، وقد عرف اليوم أن الغالبية العظمى من امراض سرطان الانسان وربما ٨٠ -٩٠% منها تمكن أن يعزى إلى العوامل البيئية حيث يتواجد في البيئة Environment الكثير من المواد المطفرة Mutagens والمواد المسرطنة carcinogens منها الفيزيائية ومنها الكيميائية، والتي اصبحت تشكل الخطر الكبير الذي يواجه الكائنات الحية ومنها الانسان على سطح الكرة الارضية وتتباين شدة التعرض لهذه المواد تباينا كبيرا اذ تتراوح بين التعرض الحاد Acute exposure والتعرض شبه الحاد sub- acute exposure وبين التعرض المزمن chronic exposure وكثيرا ما يؤدي التعرض الحاد وشبه الحاد إلى احداث تغيرات او تأثيرات مباشرة على الكائن الحي في الوقت الذي لا تظهر تأثيرات التعرض المزمن الا بعد مرور فترة طويلة من التعرض.

التلوث البيئي وزيادة معدل التطفير والتسرطن
Pollution & Carcinogens & Mutagens

- وفيما يخص العوامل الفيزيائية physical factors فان الاشعاعات المؤينة Ionizing Radiation وجدت منذ تكون الكرة الارضية الا أن الانسان لم يعرفها الا في نهاية القرن التاسع عشر وبدء القرن العشرين، حيث بدا الانسان يدرك اهمية هذه الاشعاعات وتأثيرها على الكائنات الحية ومحاولته الاستفادة منها في شتى مجالات الحياة ونتيجة للاستعمال المفرط للإشعاع في مختلف اوجه الحياة كالصناعة الحربية مثل استخدامها في صناعة القنابل الذرية والاستخدامات الاخرى في الصناعة كمصدر للطاقة فضلا عن استخدامها في العلاج لذا فإنها اصبحت اليوم تشكل تحديا بالغ الخطورة في البيئة من جهة وصعوبة الاستغناء عنها من جهة اخرى.
- اما المواد الكيميائية chemicals materials فإنها تشمل عددًا كبيرًا من المواد التي نتعرض لها كالدواء والغذاء او التي نتعايش معها بسبب المهنة او المواد التي صنعها الانسان ليستخدمها في مواضع خاصة كالمبيدات او انها تظهر فجأة في البيئة دون أن يكون للإنسان علاقة بظهورها مثل السموم الفطرية كالافلاتوكسين Aflatoxin.

التلوث البيئي وزيادة معدل التطفير والتسرطن
Pollution & Carcinogens & Mutagens

- أن خطورة هذه المواد فيزيائية كانت او كيمياوية تكمن في وصولها مباشرة او متايضاتها Metabolites إلى انسجة الكائن الحي وخلاياه فتحدث اضرارا بمفردها او قد تشترك مع مواد اخرى سبق وان دخلت الخلايا فعند وصولها انسجة الجسم الحي فإنها تصل اهدافا مختلفة وتمثل المادة الوراثية احد اهم الاهداف حيث تحدث التغيرات للكائن نفسه كالنموات الخلوية Neoplasia او قد تنتقل تأثيراتها إلى ذريته من خلال التغير الذي يحصل في اشرطة ال DNA .
- يعد التلوث البيئي Environmental Pollution من العوامل الرئيسية في احداث التطفير والتسرطن ، وفيما يخص التلوث الهوائي فان اكاسيد النايتروجين NOو NO2 تعد من الاكاسيد المهمة في احداث التلوث فبالإضافة الى اثارها الصحية فهي تعمل على ازالة طبقة الاوزون (O3) من الجو وحسب التفاعلات التالية :

$$NO + O3 \rightarrow NO2 + O2 \rightarrow NO2 + O \rightarrow NO + O2 \rightarrow O + O3 \rightarrow 2O2$$

التلوث البيئي وزيادة معدل التطفير والتسرطن
Pollution & Carcinogens & Mutagens

- وكما هو معروف فان الاوزون يعد الدرع الواقي الذي يمنع نفاذ الأشعة فوق البنفسجية (UV) حيث أن التعرض الزائد لهذه الأشعة يؤدي الى زيادة الإصابة بسرطان الجلد. ويعد الرصاص (Pb) الذي ينبعث من نواتج الاحتراق من الملوثات البيئية ذات التأثيرات التطفيرية ، ومن جهة اخرى فان الاسبستوس وهو من الملوثات الهوائية يؤثر في احداث نوع نادر من السرطان الذي يصيب الرئة والمعروف بورم الطبقة المتوسطة . وقد لوحظ أن معدل الوفيات بسبب سرطان الرئة في المناطق المتمدنة ذات التلوث العالي اعلى من معدل الوفيات لنفس السبب في المناطق الريفية ذات التلوث المنخفض وهذا قد يدلل على وجود علاقة بين تلوث الهواء والإصابة بسرطان الرئة.

الوسائل المستخدمة للسيطرة على تلوث الهواء
Air pollution control

- يتم استخدام بعض الوسائل للسيطرة على التلوث عن طريق الصناعة ووسائل النقل . وهذه الوسائل إما يمكنها أن تقضي تمامًا على المواد الملوثة أو تعمل على فصل هذه المواد عن العادم المنطلق قبل أن ينبعث في الغلاف الجوي . ولغرض السيطرة على الجسيمات المادية تستعمل:

١. **المجمعات الميكانيكية (Mechanical complexes):** التي تعمل على تنقية الهواء من الغبار والشوائب الاخرى.

٢. **المرسبات الكهروستاتيكية (Electrostatic precipitators):** التي هي عبارة عن وسيلة لجمع الجسيمات تقوم بإزالة أي جسيمات توجد في أي نوع من أنواع الغازات المنطلقة (مثل الهواء) وذلك باستخدام قوة الشحنات الكهربائية المستحثة. وتعد المرسبات الكهروستاتيكية من أكثر وسائل التنقية فاعلية، حيث تقوم على الأقل بإعاقة مجموعة الغازات المنطلقة، كما أنها تستطيع بسهولة إزالة الجسيمات المادية الناعمة مثل ذرات الغبار والدخان من تيار الهواء.

الوسائل المستخدمة للسيطرة على تلوث الهواء
Air pollution control

٣. **أكياس مرشحات (Filters) مصممة للتعامل مع الأتربة الثقيلة:** وهي عبارة عن مجمع غبار يتكون من مروحة وفلتر خاص بتنقية الهواء من الغبار ونظام تنظيف وتنقية ووعاء لجمع الغبار أو نظام لإزالة الغبار .

٤. **أجهزة غسيل الغاز الرطبة (Wet gas scrubbers):** يعد جهاز غسيل الغاز الرطب أحد أنواع التكنولوجيا المستخدمة في السيطرة على تلوث الهواء . ويصف هذا المصطلح مجموعة متنوعة من الأجهزة التي تتعامل مع الملوثات المنبعثة مع الغاز المنطلق من مداخن الأفران أو أي غازات أخرى .

٥. **إعادة تدوير (Recycle) غاز العادم.**

٦. **استخدام المحول الحفاز (Catalytic converter):**للسيطرة على المركبات العضوية المتطايرة .

٧. **استخدام أنظمة الامتزاز (Adsorption systems):** مثل الكاربون النشط .

٨. **أنابيب اللهب (Flares):** وهي عبارة عن أنابيب توجد داخل المداخن من أجل التخلص عن طريق الحرق من الغازات الضارة المنبعثة وفي نهاية هذه الأنابيب تنبعث ألسنة من اللهب وكذلك أنظمة اخرى .

مقترحات للحد من التلوث الهواء
Air pollution recommendation

١. **الوعي الذاتي** لدى الشخص بأن التلوث ما هي إلا كارثة تحتاج إلى جهد إيجابي منه لأنها تُنذر بفنائه.

٢. **وقف تراخيص** مزاولة النشاط الصناعي الذي يدمر البيئة.

٣. **تهجير الصناعات الملوثة للبيئة** بعيدًا عن أماكن تمركز البشر بخطة زمنية محددة، لوقف تبوير الأراضي الزراعية ولعدم الإضرار بصحة الإنسان.

٤. **تطوير أساليب مكافحة تلوث الهواء**، فالحل لا يكمن في مزيد من الارتفاع في أطوال المداخن لأنه لا يمنع التلوث بل يرحله إلى أماكن أبعد.

٥. **تطوير وسائل التخلص من القمامة والنفايات**، وخاصة لتلك العمليات التي تتضمن على الحرق في الهواء الطلق التي تزيد من التلوث.

٦. **القيام بعمليات التشجير** على نطاق واسع للتخلص من ملوثات الهواء وامتصاصها.

٧. **الكشف الدوري للسيارات**، لأن عوادمها من إحدى العوامل الرئيسة المسببة للتلوث.

مقترحات للحد من التلوث الهواء
Air pollution recommendation

٨. **اللجوء إلى الغاز الطبيعي** كإحدى مصادر الطاقة البديلة عن مصادر الطاقة الحرارية والذي لا يخرج معه كميات كبيرة من الرصاص والكبريت.

٩. **اللجوء إلى استخدام المبيدات العضوية Organic pesticides**(وهي المبيدات التي لا يحتوى تركيبها على المواد الكيميائية، وإنما مكوناتها (قائمة البيئة) طبيعية بالدرجة الأولى مثل الثوم والبصل وغيرها من المواد لطبيعية الأخرى) والابتعاد عن المبيدات (المبيدات الحشرية) الكيميائية بأنواعها المختلفة من مبيدات الأعشاب والحشرات والفطريات .

١٠. **تشجيع الدراسات القائمة حاليا** ومدها بالأجهزة العلمية والدوريات المتخصصة .

١١. **مراعاة النسب الصحيحة بين المباني والمساحات الخضراء** وبنسبة ٣:١

١٢. **إلزام المصانع** القائمة علي تنقية عوادم المداخن بأجهزة فصل الأتربة وامتصاص الغازات الملوثة للهواء الجوي.

١٣. **الاستفادة من المخلفات** من خلال محاولة تدوير عناصرها .

THANKS FOR LISTENING