



علم البيئة والتلوث المرحلة الرابعة المحاضرة الثانية

أ.م.د. سجاد عبد الغني عبد الله



أنواع التلوث البيئي :

هناك ثلاثة أنواع من التلوث البيئي :

- 1- تلوث الهواء Air pollution
- 2- تلوث المياه Water pollution
- 3- تلوث التربة Soil pollution

أنواع الملوثات البيئية

1- ملوثات طبيعية: مثل الاتربة، الغبار، الاشعاع،
الضوضاء، الدخان

2- ملوثات كيميائية مثل الأبخرة والغازات،
الحوامض والقلويات، العناصر الثقيلة، المبيدات.
3- ملوثات حيائية مثل الجراثيم ، الفيروسات،
البكتريا، الطفيليات، الفطريات.



تلوث الهواء Air polltion

يعتبر الهواء من أساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافياً لهلاك الإنسان لذا أصبح موضوع تلوث الهواء يثير الاهتمام في أوساط العلماء والمؤسسات الحكومية. تكمن خطورة الهواء عند تلوثه كونه قد لا يرى ولكن الإنسان يأخذه عن طريق جهاز التنفس وهذا يعني إمكانية وصوله للدم ومن ثم إلى المراكز الحساسة في الجسم خلال عدة ثوانٍ.

أن الآثار الضارة للتلوث الهوائي لا تعود إلى كميته المنبعثة بقدر ما تعود إلى تراكيزها في هذه الأجواء. فقد تنتشر كميات قليلة وبتراكيز عالية ضمن مساحة محدودة فتحت تلوثاً كبيراً تفوق أضراره على الحالة التي التي لو تنتشر فيها على مساحات أوسع. وان الآثار الضارة للمادة الملوثة تعتمد على:

- 1- تركيز المادة الملوثة
- 2- مدة التعرض للمادة الملوثة.
- 3- طبيعة الكائن الحي الذي يستقبل المادة الملوثة.

طبيعة الغلاف الجوي:

يتكون الغلاف الجوي من مزيج من الغازات التي تغلف الكرة الأرضية بارتفاع يصل بين 80-100 كم فوق سطح الأرض وتتركز معظم كتلة الغلاف الغازي (99.9%) دون ارتفاع حوالي (50 كم). الهواء هو الأقرب إلى سطح الأرض. فالهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي إلى سطح الأرض والذي عندما يكون جافاً فإنه يتألف من عدة غازات وكما موضحة في الجدول الآتي:

الجدول يوضح : مكونات الهواء الجاف الغير ملوث والنسب الحجمية (التركيز) ومجموع الكتلة لكل منها

الغاز	الرمز الكيميائي	النسبة المئوية (التركيز)	المجموع الكتلي مقدراً بملايين الأطنان المترية
النيتروجين	N ₂	٧٨.٠٩	٣.٨٥٠.٠٠٠.٠٠٠
الأكسجين	O ₂	٢٠.٩٩	١.٠١٨.٠٠٠.٠٠٠
الآرگون	Ar	٠.٩٣	١٥.٠٠٠.٠٠٠
ثنائي أكسيد الكربون	CO ₂	٠.٣٢	٢.٥٠٠.٠٠٠
النيون	Ne	١٨ ج.م	٦٤.٠٠٠
الهيليوم	He	٥.٢ ج.م	٣.٧٠٠
الميثان	CH ₄	١.٣ ج.م	٣.٧٠٠
الكريبتون	Kr	١ ج.م	١٥.٠٠٠
الهيدروجين	H ₂	٠.٥ ج.م	١٨٠
أحادي أكسيد النيتروجين	N ₂ O	٢٥ ج.م	١.٩٠٠
أحادي أكسيد الكربون	CO	٠.١ ج.م	٥٠٠
الأوزون	O ₃	٠.٢ ج.م	٢٠٠
ثنائي أكسيد الكبريت	SO ₂	٠.٠١ ج.م	١١
ثنائي أكسيد النيتروجين	NO ₂	٠.٠١ ج.م	٨

ج.م : جزء بالمليون

يقسم الغلاف الجوي عادة إلى أربع طبقات هي:

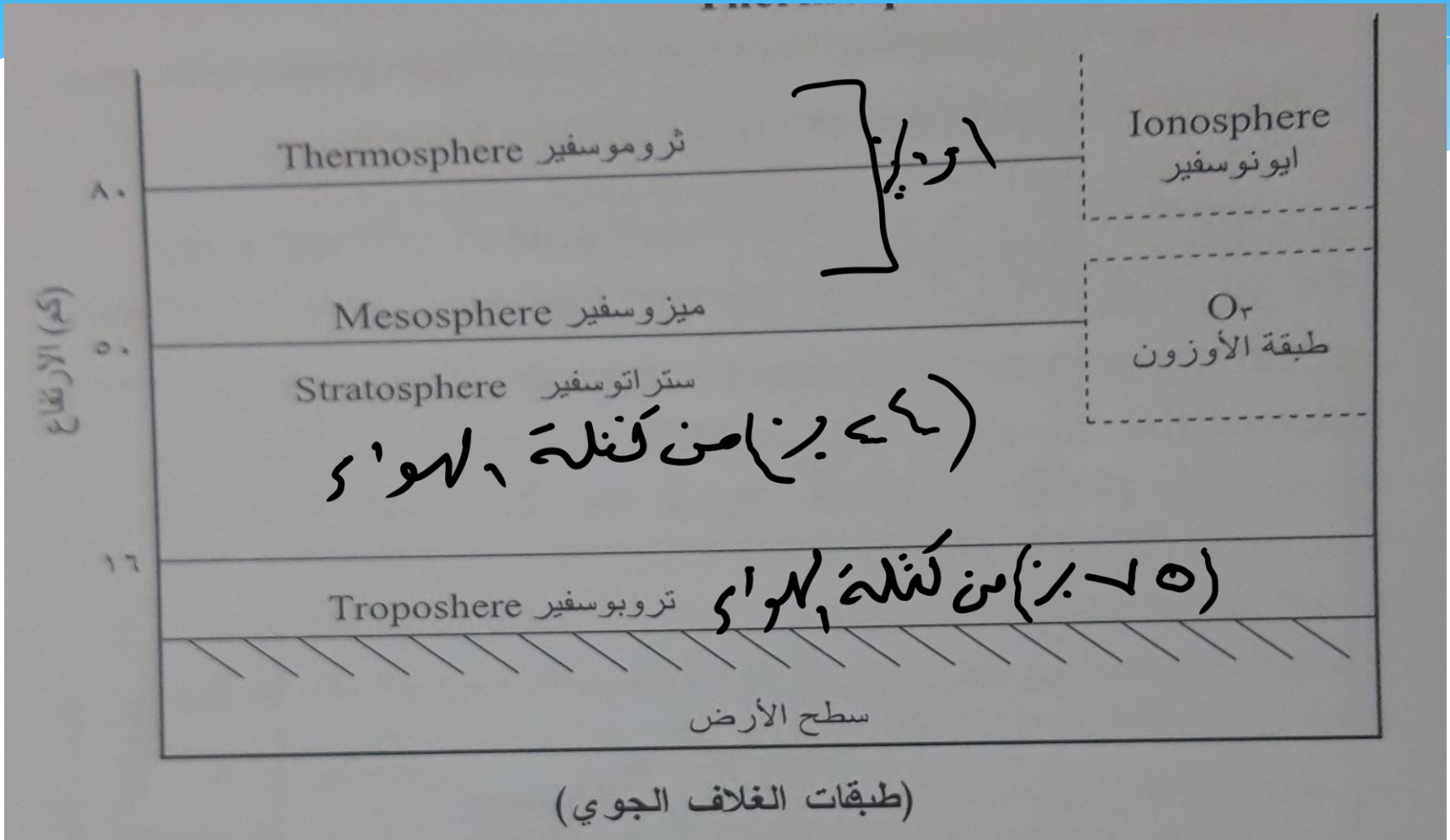
1- طبقة التروبوسفير Troposphere

2- طبقة الستراتوسفير Stratosphere

3- طبقة الميزوسفير Mesosphere

4- طبقة الثرموسفير Thermosphere

وتتركز معظم كتلة الغلاف الغازي (99.9%) دون ارتفاع حوالي (50 كم).



وهناك طبقة تتداخل مع الطبقة الثالثة من جهة
والطبقة الرابعة من جهة أخرى حيث تشغل الجزء
العلوي من طبقة الميزوسفير والجزء السفلي من
طبقة الثرموسفير وتدعى **بطبقة ايونوسفير ويعود**
سبب هذه التسمية لوجود الأيونات الحرة فيها.

مما تقدم يمكن القول ان طبقة التروبوسفير Troposphere تضم (75%) من كتلة الهواء الكتلية بينما تحوي طبقة Stratosphere حوالي (24.9%) من كتلة الهواء وتتوزع البقية بنسبة (0.1%) بين الطبقتين الأخيرتين.

المصادر الرئيسية لتلوث الهواء: يمكن تلخيص أهم مصادر تلوث الهواء:

- 1- احتراق مختلف أشكال الوقود للحصول على الطاقة للاستخدامات الصناعية والتجارية والمنزلية.
- 2- الملوثات المطروحة من قبل مختلف وسائط النقل التي تستخدم البنزين أو البترول.
- 3- الفضلات الغازية والغبار والحرارة والدقائق المتطايرة والمواد المشعة وبعض العناصر التي تنفث إلى الأجواء من مداخل المعامل والمصانع ومن المبيدات.

أنواع الملوثات في الهواء: يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين:

أولاً: الدقائقات Particulates ويقصد بها كافة المواد المنتشرة في الهواء سواء كانت دقائق صلبة أو مطيرات سائلة عالقة في الهواء وتتنوع الدقائقات وتركيبها الكيميائي وتأثيراتها السمية أو الصحية وتعتمد بقائها وحركتها في الهواء وكذلك العمق الذي تدخله إلى الجهاز التنفسي على قطر هذه الدقائق أو القطيرات.

إن الغالبية العظمى من الدقائق ذات مصدر طبيعي
مثل دقائق الترابية والرملية المتطايرة من الأراضي
الجرداء والصحراء.

أما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) فتشمل
عمليات حرق الوقود في الصناعة وإنتاج الطاقة وإنتاج
الإسمنت وطحن الحبوب وغيرها في المواصلات وما
ينبعث منها من كميات كبيرة من الدقائق الكربونية.

أهم المجاميع الرئيسية للدقائق في الهواء:
1- الرمال او الحبيبات الرملية Grit وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن (500) ميكرون أي (0.5) ملم.

2- الغبار الطبيعي Dust وهي الدقائق الصلبة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين (25-200) ميكرون.

3- الدخان Smoke وهو عبارة عن المواد الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق عن (2) ميكرون ويشكل الكربون غالبية العظمى.

4- الهباء الجوي Aerosol وهي الدقائق الصلبة أو السائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها عن (1) ميكرون.

5- الضباب Mist يشمل الضباب كل القطيرات السائلة والعالقة في الهواء التي تصل أقطارها إلى (100) ميكرون ويدعى بالضباب الدخاني.

6- السخام Soot وهو عبارة عن جزيئات الكربون المتناهية الدقة التي تتجمع بصورة سلاسل طويلة.

7- حبوب اللقاح Pollen grains الحبوب التي تنطلق من النباتات الزهرية والتي تمتاز دقائقها بكبر حجمها وقد يتعرض بعض السكان الى أعراض مثل الحساسية الجلدية أو تورم العينين أو رشح الأنف.

ثانياً: الملوثات الغازية pollutant gases وتشمل

1- الهيدروكربونات Hydrocarbons وهي مركبات عضوي غازية أو سائلة أو صلبة وتتألف من ذرات الهيدروجين والكربون، ولا تعد ملوثات خطيرة باستثناء الأنواع الأروماتية منها غير ان خطورتها تكمن في تفاعلاتها اللاحقة مع الملوثات الأخرى وبوجود أشعة الشمس والأوكسجين والمواد الأخرى. **المركبات الأروماتية : وهي مركبات عضوية هيدروكربونية غير مشبعة تشترك مع بعضها في احتوائها على حلقة بنزين. حلقة البنزين Benzene ring: وهي حلقة سداسية الشكل.**

من المصادر الرئيسة للهيدروكربونات هي مصادر طبيعية تتمثل بغاز الميثان الذي ينتج أكثر من 200 مليون طن في السنة نتيجةً لعمليات التفسخ البكتيري في المستنقعات والأحراش والغابات.

وكذلك غاز الأثلين والذي يعتبر من المركبات الهيدروكربونية الضارة والذي يؤدي دوراً ضاراً على النباتات فضلاً عن تسببه في تكوين الفورماليهيد بوصفها مادة مهيجة للعين في التفاعل الضوء الكيمياوي.

تنبعث الهيدروكربونات نتيجةً لنوعين من العمليات:
أ- الاحتراق التام.
ب- التبخر.

2- غاز احادي أوكسيد الكربون CO

ينتج هذا الغاز من اتحاد الكربون والاكسجين عندما يكون الاحتراق غير تام ومصدر الكربون هو الوقود النفطي أو الفحم بأنواعه أو الغاز الطبيعي والتي تُعد من الأنواع الرئيسية لمصادر الطاقة على وجه الأرض. وتُعرف مجتمعةً بالوقود الأحفوري Fossil fuels

ويعود سبب هذه التسمية إلى منشئها وهي المواد العضوية الحيوانية والنباتية التي انطمرت في باطن الأرض قبل ملايين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط الشديد إلى الوقود النفطي والفحم الحجري والغاز الطبيعي.

يُعد هذا الغاز من اكبر الملوثات لأجواء المدن حيث تعمل المصادر الطبيعية على إنتاج تركيز أساس منه يقدر جزء بالمليون ويكون السبب في انبعائه ناشئاً من الاحتراق غير الكامل للهيدروكربونات كما ينبعث هذا الغاز من من احتراق وقود السيارات ويتميز هذا الغاز بقدرته على الاتحاد مع هيموكلوبين HB الدم مكون مركب كابوكسي هيموكلوبين COHB. مما يؤدي الى تقليل كفاءة الهيموكلوبين في حمل الأوكسجين.

مما يؤدي إلى تقليل كفاءة الهيموكلوبين في حمل
الأوكسجين وبذلك تصاب الكائنات الحية ومنها الإنسان
بالدوار ويزداد جهد القلب والتنفس. **وتتوقف كمية
الكاربوكسي هيموكلوبين على تركيز CO وطول مدة
التعرض ومعدل نشاط التنفس.**

أن تراكيز هذا الغاز في تناقض مستمر ويعود السبب
إلى:

أ- تحسين كفاءة الاحتراق.

ب- تزايد انتشار واستخدام منظومات السيطرة على
الملوثات الغازية في المصانع والمعامل وبعض وسائط
النقل.

هذا الغاز سام للإنسان والكائنات الحية الأخرى ومن خصائصه انه عديم اللون والطعم والرائحة وهذا يجعله أكثر خطورة.

حددت المنظمات الدولية أقصى تركيز لهذا الغاز له في حدود **10 ملغم بالمتر** المكعب لمدة ساعة أي ما يعادل 30 جزء بالمليون ويعتبر الحد الخطر له بحدود 34 ملغم/م³ لمدة 24 ساعة.

3- ثنائي أوكسيد الكربون CO₂

ينتج الإنسان كميات كبيرة من هذا الغاز خلال عمليات الاحتراق واستخدام الوقود كالفحم وزيوت البترول والغاز الطبيعي ومع ذلك لا يعتبر هذا الغاز من المواد الملوثة للجو.

ولكنه في حالة زيادة تراكيزه بما يفوق معدلاته الطبيعية (0.03% حجماً في الهواء) مما يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة الفضاء المحيط بالأرض وهذا ما يعرف بتأثير البيت الزجاجي Green house effect.

إذ تنبعث الحرارة المنبعثة من الأرض وتتحصر
في الأجواء بسبب غاز ثنائي أوكسيد الكربون



إن زيادة درجة حرارة الفضاء الذي يحيط بالأرض
ببضع درجات سيؤدي إلى ذوبان الجبال الثلجية في
القطبين وبدورها تؤدي إلى غرق مساحات واسعة
من اليابسة ابتداء من السواحل وما عليها من مدن
ومزارع ومصانع والتي تعني حدوث كوارث
إنسانية.

ضمن دورة الكربون في الطبيعة، يلاحظ إن غاز
ثنائي أكسيد الكربون يتبادل بين الهواء والنباتات
والحيوانات، فالنباتات تأخذه بوصفه مادة أولية في
عملية البناء الضوئي Photosynthesis ويتم
تثبيته على هيئة مادة عضوية.
كما إن النباتات والحيوانات تنتج هذا الغاز خلال
عملية التنفس Respiration.

ويشمل الجزء الآخر من دورته في الطبيعة هو
ذوبانه وانتقاله من الأجواء إلى المياه، ويؤدي عدد
من العوامل دوراً مهماً في سرعة الذوبان ومنها
الحرارة والحامضية والملوحة.

4- أكاسيد النيتروجين Oxides of nitrogen

أن من أهم الغازات النيتروجينية الملوثة للهواء هي أحادي أكسيد النيتروجين NO وثنائي أكسيد النيتروجين وفي ظروف درجات الحرارة العالية يتم انبعاث هذين الغازين خلال عملية الاحتراق واتحاد غاز النيتروجين والأكسجين أما الأكاسيد الأخرى فليس لها أهمية بيئية ولعل من أهمها غاز أكسيد النيتروز.

وباعتبار ان مصدر الغازين (NO, NO₂) من عملية الاحتراق فإن انبعاثهما ايضاً يتم عن طريق وسائط النقل فضلاً عن مصادر أخرى ثابتة مثل محطات توليد الكهرباء وبعض الصناعات التي تحرق الوقود بدرجة عالية.

5- أكاسيد الكبريت SO_2

إن التلوث بأكاسيد الكبريت من أكثر مشاكل تلوث الهواء خطورة على البيئة وبخاصة صحة الإنسان وتظم هذه الأكاسيد غاز ثنائي أوكسيد الكبريت SO_2 بالدرجة الرئيسية وغاز ثلاثي أوكسيد الكبريت SO_3 بدرجة ادنى.

إن غاز SO_2 هو من الغازات ذات رائحة حادة وينتج القسم الأكبر منه عند احتراق أنواع الوقود الذي يحتوي على الكبريت والذي يتأكسد إلى SO_2 ويتأكسد هذا الغاز متحولاً إلى SO_3 وعنده ذوبانه في الماء يتحول إلى حامض الكبريتيك يساهم هذا الغاز في تكوين الأمطار الحامضية والتي تتساقط مسببة الأضرار الجسيمة للنباتات والتربة والمياه. المصادر الأخرى لغاز ثنائي اوكسيد الكبريت هو غاز كبريتيد الهيدروجين.

6- غاز كبريتيد الهيدروجين
غاز ينبعث من مصادر طبيعية مثل ثورات
البراكين فضلاً عن كميات اكبر منه ناتجة من
تحلل المواد العضوية ذات الأصل النباتي
والحيواني خاصة في البيئات الرطبة والمائية
وتحت تأثير البكتريا اللاهوائية التي تهاجم
الكبريتات وتحولها بعملية الاختزال إلى كبريتيد،
وكذلك تحدث هذه العملية في مواقع طمر النفايات
تحت الأرض مما يؤدي إلى ظهور هذا الغاز بشكل
ذائب في المياه الجوفية.

شكراً لحسن الإصغاء والمتابعة