المحاضرة السادسة

تلوث الغلاف الجوي

1- تعريف الغلاف الجوي:

الغلاف الجوي هو غلاف غازي يحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة من جميع الجهات، ويمتد إلى ارتفاعات غير محددة بدقة وتصل إلى ألف كيلو متر فوق سطح الأرض تقريباً، وتتناقص كثافة الغلاف الجوي كلما زاد الارتفاع بسبب تناقص الغازات الثقيلة والملوثات، ويتميز في طبقات الجو العليا بالتخلخل، وللغلاف الجوي أهمية كبيرة بالنسبة للبيئة وحياة مختلف الكائنات الحية.

يتركب الغلاف الجوي من خليط من الغازات المتنوعة مثل النتروجين78,08%، الأوكسجين20,09%، الأرغون0,934%، ثاني أوكسيد الكربون0,03%، بالإضافة لبخار الماء، النيون، الميتان، الأوزون وعدد كبير من الغازات والجزيئات الأخرى.

كان الهواء في الحضارات القديمة يسمى روح الحياة تأكيداً على أهميته، والإنسان لا يستطيع العيش بدون هواء أكثر من ثلاث دقائق.

2- تعريف تلوث الغلاف الجوي:

لا يوجد تعريف واحد محدد متفق عليه للتلوث الجوي، وإنما يوجد عدد من التعريفات وهي تتفق في أن تلوث الجو يعني وجود مواد وشوائب وغازات بتراكيز وكميات كبيرة، أكبر من الحد الطبيعي المعروف لفترة طويلة من الزمن، مما يؤدي إلى تأثيرات ونتائج سلبية غالباً في التوازن والاستقرار البيئي، وفي المناخ العالمي، وفي صحة وحياة الكائنات الحية المختلفة بما في ذلك الإنسان.

يمكن تعريف تلوث الغلاف الغازي بأنه وجود مواد أو ملوثات غازية أو صلبة أو سائلة أو جزئية، بكميات وتراكيز أكثر من الحالة الطبيعية، ولفترات طويلة، سواء أكانت من مصادر ولأسباب طبيعية أو من مصادر ولأسباب بشرية مصطنعة، مما يؤدي إلى حدوث تأثيرات ضارة مباشرة وغير مباشرة في النظام البيئي، وأضرار بصحة الإنسان والنبات والحيوان والكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي خسائر مادية ومعنوية كبيرة.

علماً أن الغلاف الجوي كغيره من الأغلفة الجغرافية مزود بإمكانية أو ألية طبيعية معينة للتنقية والتنظيف الذاتي تجعله يتخلص من الملوثات التي تدخل إليه بشكل أو بأخر، ولكن ذلك يتم طبعاً في حدود وظروف معينة، **ويقوم الغلاف الجوي بالتنقية الذاتية والتخلص من الكثير من الملوثات بعدة طرق منها:**

1- الجاذبية الأرضية: تتسبب قوة الجاذبية الأرضية في ترسيب الكثير من الجزئيات والجسيمات العالقة في الهواء، والتي تترسب بالقرب من المصانع والمحاجر والمناجم وغيرها، وهذا الأمر يرتبط بحجم ووزن الجسيمات، فالكبيرة والثقيلة تسقط بينما الصغيرة والغازية ترتفع نحو الأعلى، ويرتبط ذلك بالظروف المناخية كحركة الرياح والتيارات الهوائية، ودرجات الحرارة والتساقط وغير ذلك.

2- هطول الأمطار والثلوج وأشكال التساقط الأخرى، حيث تلتصق بالجزئيات والغازات العالقة في الهواء وتسقطها معها على سطح الأرض، ولذلك فإن هذه الملوثات أو الغازات تحدد صفات الأمطار وخصائصها، كالضباب والأمطار الحامضية التي تتشكل فوق المناطق الملوثة بأكاسيد النتروجين والكبريت والكربون وغيرها.

3- اعتراض مكونات السطح: تشكل مكونات السطح من مبان وجبال وأشجار وغيرها حواجز تعترض الجسيمات المنقولة وتعرقل حركتها وتقوم بإسقاط الكثير منها، وهذا يرتبط أيضاً بعدد من العوامل والظروف.

4- الامتصاص: حيث يقوم الغطاء النباتي بامتصاص الكثير من الملوثات وترشيحها، بشكل مباشر أو من خلال عملية التركيب الضوئي، ومعروف أن الغابات تمثل رئة الطبيعة، وهي تمتص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، كما أن المسطحات المائية خاصة مياه البحار والمحيطات تمتص كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون والنتروجين وتخلص الجو منها.

5- التفاعل الكيميائي الضوئي: يحدث في الغلاف الجوي تفاعلات كيميائية بين الغازات مع وجود الضوء والأشعة الشمسية لذلك تسمى تفاعلات كيميا ضوئية، تحدث بين أكاسيد النتروجين والهيدروكربونات مع الأكسجين، وغيرها من الغازات الموجودة في الغلاف الجوي.

6- البكتريا: يوجد في الغلاف الجوي الكثير من أنواع البكتيريا التي تتغذى على الملوثات الجوية، ومنها نوع من البكتيريا تتغذى على غاز الأثيلين المنبعث من السيارات.

3- مصادر تلوث الغلاف الجوي:

1- مصادر بشرية:

ترتبط هذه المصادر في الغالب بحرق الوقود، وتقسم الى:

I-المصادر الثابتة:

أ- **محطات توليد الطاقة** التي تعمل بالوقود الأحفوري ومحطات الطاقة العاملة بالكتلة الحيوية والتي تحتوي على مداخن، أو حقول النفط والغاز التي فيها انبعاث لغاز الميتان.

ب- **حرق الكتلة الحيوية التقليدية** مثل الخشب ومخلفات المحاصيل والروث، في البلدان النامية والفقيرة يعد حرق الكتلة الحيوية التقليدي المصدر الرئيس لملوثات الهواء.

ج- **المصانع** :نختلف الملوثات الناتجة عن الصناعة، من حيث كميتها ونوعيتها ودرجة تأثيرها، باختلاف نوع المنشأة الصناعية والمواد الأولية المستخدمة فيها، والمواد المصنعة، وموقع المنشأة وحجمها، ونوع الآلات التقنية وعمرها وتطورها وصيانتها وغير ذلك.

د- **حرق النفايات**: المحارق ,وخاصة محارق النفايات الطبية وكذلك حرائق النفايات المفتوحة وغير الخاضعة للرقابة والتي تشكل حوالي ربع النفايات الأرضية الصلبة المحلية.

هـ- **الأفران الصناعية:** وأنواع أخرى من أجهزة تسخين الوقود.

ن-محطات معالجة الصرف الصحي, الكسارات والمحاجر, اعمال البناء والهدم.

II- المصادر المتنقلة:

تشمل المصادر المتنقلة السيارات والقطارات (خاصة قاطرات الفيول والقطارات ذاتية الدفع) والسفن البحرية والطائرات، بالإضافة الى الصواريخ والمركبات العائدة الى الأرض والمخلفات الفضائية. تطلق هذه الوسائل العديد من الغازات والمواد الضارة بصحة الانسان والبيئة مثل أول أكسيد الكربون، أكاسيد النتروجين، أكاسيد الكبريت، أكاسيد الرصاص وبعض الهيدروكربونات.. وغيرها.

III- **حرائق الغابات الخاضعة للتحكم**

الحرق المراقب أو المحدد هو ممارسة مستخدمة في إدارة الغابات والزراعة واستعادة البراري والحد من غازات الاحتباس الحراري. ويمكن للعاملين في الغابات استخدام النيران التي يتم التحكم فيها كأداة لأن النار هي سمة طبيعية لكل من بيئة الغابات والأراضي العشبية. يشجع الحرق المراقب على إنبات بعض أشجار الغابات المرغوبة مما يؤدي إلى تجديد الغابات.

IV- **مصادر أخرى**

هناك أيضاً مصادر أخرى لتلوث الهواء من عمليات غير الاحتراق، مثل:

- أبخرة الدهانات ورذاذ الشعر والورنيش والبخاخات والمذيبات الأخرى.
- غاز الميتان الناتج من مدافن النفايات.
- التلوث الناجم عن استعمال المعدات العسكرية مثل الأسلحة النووية والغازات السامة والحرب الجرثومية والصواريخ.
- الانبعاثات الزراعية والانبعاثات الناتجة من إنتاج اللحوم أو الماشية تؤثر بشكل كبير في تلوث الهواء، فقد تكون الأراضي الزراعية المخصبة مصدراً رئيسياً لأكاسيد النيتروجين.

2- **مصادر طبيعية**

1- الغبار الناتج من المصادر الطبيعية مثل مساحات الأراضي الكبيرة التي تحتوي على القليل من الغطاء النباتي أو لا يوجد فيها نباتات مطلقاً.

2- غاز الميتان المنبعث من هضم الطعام عن طريق الحيوانات مثل الماشية.

3- غاز الرادون الناتج عن الاضمحلال الإشعاعي داخل القشرة الأرضية. الرادون هو غاز نبيل مشع عديم اللون والرائحة يتكون بشكل طبيعي من اضمحلال الراديوم ويعتبر خطراً على الصحة. يمكن أن يتراكم غاز الرادون في المباني خاصة في المناطق المحصورة مثل الطابق السفلي، وهو ثاني أكبر أسباب الإصابة بسرطان الرئة بعد تدخين السجائر.

4- الدخان وأول أكسيد الكربون الناتج عن حرائق الغابات. يمكن أن يشكل الدخان الناتج عن الاحتراق غير المنضبط للكتلة الحيوية خلال فترات حرائق الغابات النشطة ما يقارب من 75% من كل تلوث الهواء بالتركيز.

5- ينتج الغطاء النباتي في بعض المناطق كميات كبيرة من المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) في الأيام الأكثر دفئاً. تتفاعل هذه المركبات العضوية المتطايرة مع الملوثات الأولية البشرية المنشأ على وجه التحديد مثل أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت ومركبات الكربون العضوية البشرية المنشأ لإنتاج ضباب موسمي من الملوثات الثانوية.

6- النشاط البركاني الذي ينتج عنه جزيئات الكبريت والكلور والرماد.

4- الآثار السلبية لتلوث الهواء

1- الأثار الصحية

إن التعرض لثلاثة مكونات من تلوث الهواء وهي الجسيمات الدقيقة وثاني أكسيد النيتروجين والأوزون يرتبط بأمراض القلب والجهاز التنفسي حتى عند المستويات الأقل من تلك التي تعتبر آمنة في الولايات المتحدة.

الآثار الصحية الناجمة عن تلوث الهواء قد تشمل صعوبة في التنفس، والصفير عند التنفس انتفاخ الرئة, والسعال، والربو، وتفاقم أمراض الجهاز التنفسي والقلب (تضيق الشرايين, أزمات قلبية).

2- أثر تلوث الهواء على المباني والمنشآت الأثرية

كثيراً ما تتأثر العقارات والأبنية بما يلوث الجو من غازات وأحماض، فيحدث تغير في ألوان المباني نتيجة لترسب الأتربة وتفاعل بعض الملوثات مع الألوان المستعملة في الطلاء، مثل مركبات الرصاص، كما تتآكل المعادن المستعملة في البناء نتيجة لوجود الغازات الحمضية ومن هذه المعادن النحاس والحديد.

ويلعب الهواء دوراً مهماً في التأثير على الأثار التاريخية، والأثار بقيمتها العلمية والتاريخية والأدبية والفنية الدينية تعد من عناصر بيئة الإنسان، وهي تعد في نظر المجتمع الدولي جزءاً من التراث المشترك للإنسانية، التي يجب أن تتضافر جميع الجهود لحمايتها.

3- أثر تلوث الهواء على النبات والحيوان

يتأثر الحيوان بالتلوث كما يتأثر الإنسان، إما بشكل مباشر أو بتناول نباتات ترسبت عليها ملوثات الجو. ومن الأمثلة المعروفة تأثر الحيوانات كالأبقار والجواميس بمركبات الفلور التي تسبب تآكل الأسنان، وهزال الحيوان، ونقص في إدرار اللبن، وكلها تنعكس على اقتصاديات الإنسان نفسه. وينتشر التلوث بمركبات الفلور في المناطق المجاورة لمصانع الالمنيوم ومصانع الأسمدة الفوسفاتية.

من ناحية أخرى، يؤدي التلوث إلى قصور نمو النباتات ونقص المحصول وتغير لون النبات، وينتج ذلك عن عدة عوامل منها نقص كمية الضوء التي تصل الى النبات نتيجة لوجود الأتربة في الجو ونتيجة لترسبها على أوراق النبات، الأمر الذي يؤدي الى انسداد مسام الأوراق التي يستعملها النبات في عملياته الحيوية. كما تسبب الغازات حمضية التفاعل، أضراراً للنباتات ومنها غاز ثاني أكسيد الكبريت والغازات المؤكسدة وتؤثر بشكل سلبي على النبات وتعيق نموه واستمراره في الحياة.

4- أثر تلوث الهواء على المناخ

لعل هذا الموضوع أضحى من أكثر الموضوعات أهمية في حياة الإنسان في عصرنا الحالي، وبالتالي فقد حظيا باهتمام عالمي واسع النطاق. إن طبقة الأوزون- وهي طبقة غازية من طبقات الغلاف الجوي تعلو الطبقة المتاخمة لكوكب الأرض- تقوم بدور أساسي في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية التي تضر بالحياة على الأرض، ويؤكد كثير من العلماء المختصين إن إتلاف طبقة الأوزون أو إحداث ثغرات بها يؤدي الى أثار ضارة على الصحة البشرية، وعلى مختلف الكائنات الحية، بل وعلى البيئة المادية أيضاً.

ثبت لهؤلاء العلماء أن بعض العمليات الفيزيائية أو الكيميائية التي تقع في كثير من البلاد تؤدي الى نقص تركيز الأوزون في طبقات الجو العليا, مما يؤدي الى أضرار كثيرة , نتيجة نفاذ كمية كبيرة من الاشعة فوق البنفسجية الى سطح الأرض حيث تؤدي الى زيادة معدل الإصابة بسرطان الجلد والحروق الشمسية واختلال نظام المناعة, وإصابة عدسة العين بالماء الأبيض, ويمكن أن تتأثر المحاصيل الزراعية والغابات وتتلف أو تقل انتاجيتها, وتضطرب عملية التمثيل الضوئي, وقد تصاب الأسماك والحيوانات البحرية بالأذى ويقل انتاج الاكسجين من النباتات البحرية المغمورة, ومن الممكن أن تحدث تغيرات كبيرة في مناخ الأرض وزيادة درجة الحرارة , وزيادة حدوث الأمطار الحامضية والضباب الحمضي.

تشير أصابع الاتهام في حدوث ثقب الأوزون الى عدد كبير من الملوثات التي أدت الى هذه المشكلة، ومنها:

1- عادم الطائرات التي تطير بسرعة أكبر من الصوت، وذلك لاحتوائه على غازات أكاسيد النتروجين، وكذلك التفجيرات النووية التي تحتوي على هذه الغازات.
2- الأكاسيد النيتروجينية التي تتصاعد في الهواء من سطح الأرض بنسبة كبيرة جداً عند احتراق الوقود في المصانع ومحطات توليد الطاقة، وكذلك عند حرق الوقود الصلب المستخدم في إطلاق مركبات الفضاء فهي ذات تأثير مدمر على طبقة الأوزون.
3- تحتوي غازات الفريون المستخدمة في دوائر التبريد بالثلاجات وأجهزة التكييف، على مركبات الكلوروفلوروكربون وهذه تشترك مع أكاسيد النتروجين في تدمير طبقة الأوزون، وهذه المركبات على قدر كبير من الثبات. ولذلك فهي تبقى في الهواء لمدة طويلة، وتنحل بعض جزئياتها في طبقات الجو العليا بتأثير الاشعة فوق البنفسجية معطية بعض ذرات الكلور النشيطة التي تتفاعل بعد ذلك مع الأوزون.

5-الحلول المقترحة للحد من تلوث الهواء

-استخدام مصادر الطاقة النظيفة, كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
- اتباع نظام الفرز المنزلي للنفايات وتحسينه باستمرار.
العمل على زيادة المساحات الخضراء في المدن وتوظيف المباني الأعلى فعالية طاقية.

-الحد من النفايات الزراعية، حرائق الغابات، والنشاطات الزراعية-الغابية
-اتباع أسلوب الحياة النظيفة؛ مثل المشي واستخدام الدراجات ووسائل النقل العامة بدل السيارات الخاصة.