الفصل الأول
تلوث الهواء بالغازات السامة

تزداد أهمية البيئة يوماً بعد يوم في عصرنا الحاضر مع زيادة البشرية على الكرة الأرضية . وهذه الزيادة أدت إلى زيادة في تلوث البيئة من هواء وماء وأثرها على الكائنات الحية وانتقال المواد السامة مباشرة أو عن طريق السلسلة الغذائية إلى الإنسان .

لذلك عمد الإنسان منذ وقت ليس ببعيد إلى الاهتمام بالوسط الذي حوله وتأثير الملوثات على الهواء والماء والغلاف الجوي المحيط به . إن تلوث الهواء بالمواد السامة الضارة يعتبر من المواضيع البيئية الهامة والتي لها تأثير واضح على الإنسان والحيوان والنبات .

وبصورة عامة فإن أيَّ عمل يُدخل في الوسط الطبيعي عناصر غريبة عنه ، قد يكون في أغلب الأحيان سبباً من أسباب التلوث .

الغازات السامة :

نقصد بالغازات الجوية تلك الغازات الموجودة في الغلاف الجوي (الأتموسفير Atmosphere) المحيط بالكرة الأرضية . (ويمكن تشبيه سماكة الغلاف الجوي الغازي الذي يغلف الكرة الأرضية بالغلاف الورقي للتفاحة) .

يتركز في الوجه السفلي من الأتموسفير ٨٠٪ من الكتلة الهوائية

الأرضية ، وارتفاعه فوق سطح الأرض يتراوح بين٨ كم فوق القطبين إلى ٢٠ كم فوق خط الاستواء ، والهواء الجوي عبارة عن مزيج من الغازات التالية :

الغاز	نسبته المئوية من حجم الهواء
الآزوت N_2	٪٧٨
الأوكسجين O_2	٪٢١
ثاني أكسيد الكربون CO_2	٪٠,٠٣
غازات نادرة	٪٠,٩

جدول يبين النسبة المئوية للغازات من حجم الهواء الجوي

وما تبقى من الغازات عبارة عن نسبة قليلة من الهيدروجين ، وغاز النشادر NH_3 ، وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وغيرها كثير .

وكلما صعدنا في الغلاف الجوي نحو الأعلى قلّت نسبة الأكسجين وازدادت نسبة الآزوت . وعلى ارتفاع ٨٠ ـ١٠٠ كم تظهر نسبة من غاز الهليوم في حين تتناقص كمية الغازات الثقيلة (مثل أكاسيد الفحم) . يحتوي الهواء أيضاً على بخار الماء مما يجعله رطباً ، وتختلف رطوبة الهواء وجفافه حسب المناطق الجغرافية .

ملوثات الهواء Air pollutants :

وهي مواد إما غازية أو سائلة أو صلبة أو جراثيم ، مبيدات ، غبار ، مواد معدنية أو مشعّة وغيرها .

تلك المواد تدخل في الهواء النظيف فيصبح ملوثاً ، وله تأثيرات سلبية على الإنسان والأحياء الأخرى .

ملوثات الهواء الغازية :

١ـ غاز أول أكسيد الكربون CO :

يعدّ غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة الملوّثة للبيئة والضارة بصحة الإنسان ، فهو ينتج عن الاحتراق غير الكامل للمواد العضوية كالخشب والمازوت والبنزين ، ويسبب هذا الغاز اختناق الإنسان لكونه يتحدد مع هيموغلوبين الدم معطياً كربوكسي هيموغلوبين الدم الذي يمنع وصول الكمية الضرورية من الأكسجين إلى الدماغ والقلب ، مما يسبب الإغماء ، ومن ثمّ الاختناق والموت .

تزداد نسبة غاز أول أكسيد الكربون في الهواء لتصل إلى 30ppm في الطرقات التي تزدحم بالمركبات (وسائط النقل) حيث يشعر راكبو السيارات في أوقات الازدحام بالصداع وآلام المعدة ، وقد تصل إلى فقدان الوعي في الحالات الخطرة .

وإذا تجاوزت نسبة CO في الهواء المستنشق عن 30ppm يصاب الإنسان باضطرابات وبإغماء بعد نصف ساعة من الاستنشاق ، ومن ثم يموت بعد ساعة من استنشاقه ، ويزداد تأثير CO عند الأشخاص الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي وفقر الدم ، وغيرها .

٢ـ غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 :

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة نسبة ٠,٠٣٪ من حجم الهواء الجوي ، وهو من المكونات الغازية الأساسية للهواء ، ويؤدي دوراً مهماً عند الأحياء ، وخاصة النباتات الخضراء عن طريق التركيب

الضوئي ، فالنباتات الخضراء تستهلك كل عام نسبة عالية من CO_2 تصل إلى ١/ ٣٠ من الكمية الموجودة في الجو ؛ لذلك لابد من تجديد هذا الغاز باستمرار بغية استمرار الحياة على الأرض ، ويتم ذلك عن طريق تنفس جميع الأحياء ، واحتراق المواد العضوية ، وتحلل عضويات التربة بفعل الجرائيم والفطريات .

عندما تقل نسبة غاز الفحم في الجو عن ٠,٠١٪ تنعدم عملية التركيب الضوئي حتى لو توافرت الشروط الأخرى المناسبة من ضوء وحرارة ، أما في التراكيز العادية فإنه يُنشِّط النمو ويُسرّع استطالة الأوراق ، وفي التراكيز العالية يصبح له أثر سلبي على النباتات ، مثلاً أوراق نبات البندورة وُجد عليها آثار سلبية عند تعريضها لعشرة أمثال التركيز الجوي من CO_2 .

وفي التراكيز العالية يصبح النمو ضئيلاً أيضاً ؛ حيث تدّخر النسج النباتية كمية كبيرة من هذا الغاز مما يسبب تسممها من حمض الفحم المتشكِّل فيها .

تختلف نسبة غاز CO_2 في الهواء بحسب المكان والزمان :

فتزداد وتقل كميته في الحالات الآتية :

١ـ تزداد نسبته في الأوقات التي تقلّ أو تتوقف فيها عملية التركيب الضوئي ، كما في فصلي الخريف والشتاء .

٢ـ تزداد نسبته في الليل أكثر من النهار بسبب توقف التركيب الضوئي .

٣ـ تزداد نسبته في الهواء الملامس لسطح التربة الغنية بالدّبال والسماد العضوي عندما يزداد تنفس الكائنات الدقيقة في التربة مطلقة CO_2 في الهواء القريب منها .

٤ـ تقل نسبته في الغابات والمراعي (المسطحات الخضراء) عنها في

الهواء العادي وذلك بسبب نشاط عملية التركيب الضوئي .

٣ـ غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 :

يوجد هذا الغاز في الهواء المجاور للمدن والمناطق الصناعية التي تطلقه ، ويسهم إسهاماً أساسياً في تشكيل الضباب الدخاني smog . ويزداد تأثيره في الأجواء الرطبة والملوَّثة بالغازات والجزيئات المعلّقة ، وتؤدي الرياح واتجاهاتها دوراً كبيراً في نقل هذه الغازات السَّامة إلى النبات والحيوان والإنسان .

إن غاز SO_2 ذو أثر سام على النباتات حتى لو وجد بكميات قليلة ؛ حيث إن معظم النباتات تتأثر عند تعريضها لمدة ساعة لأجواء تحوي تراكيز بأجزاء من المليون ppm من هذا الغاز .

ويزداد ضرر SO_2 في حال استمراره في الهواء الخارجي ، فهو يؤدي إلى تخثّر المواد الغروية في السيتوبلاسما مما يسبب سقوط الأوراق في النهاية ، كما يظهر أثره أيضاً في زوال لون الأوراق وتخريب الصانعات الخضراء .

ومن تأثيرات SO_2 أيضاً :

نجد أن الأراضي المجاورة للمصانع المطلقة لكميات كبيرة منه في الهواء الخارجي تكون جرداء تقريباً من النباتات ، كما وجد أن الأنواع النباتية لا تتأثر به بشكل متساوٍ ، فالأشجار ساقطة الأوراق تتحمل تأثير SO_2 أكثر من الأشجار دائمة الخضرة كالصنوبريات مثلاً ، والتي تبقى أوراقها مدة زمنية أطول فيكون تأثير SO_2 عليها مستمراً .

ولهذه الدراسة أهمية كبيرة في اختيار الأنواع النباتية الأكثر تحمُّلاً للغازات السامة ، فيمكن تشجير المدن بها مثل نبات الحور Populus والقيقب Acer .

يسبب غاز SO_2 في الأجواء الرطبة تلوثاً كبيراً في الهواء نتيجة تشكل المياه أو الأمطار الحمضية Acid rains (حمض الكبريت وحمض الآزوت) التي تؤدي إلى إتلاف حجارة الأبنية خاصة الأثرية والقديمة منها . والمياه الحمضية أصبحت من أكثر مشكلات تلوث البيئة التي تقلق الدول الصناعية .

تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت في الإنسان :

يسبب غاز SO_2 التهابات في الجهاز التنفسي ؛ إذ يدخل إلى الرئة بالتنفس ، ويتلف غشاءها الداخلي ، ويعدّ المسبب الرئيسي للربو والنزلات الصدرية وانتفاخ الرئة التي تلحظ في الأماكن المعرّضة لتلوث الجو بهذا الغاز ، كما أن التعرض لمدة طويلة ـ ولو لتركيز منخفض منه في الهواء ـ يسبب ظهور أعراض نقص حاستي التذوق والشم ، والتهاب القصبات المزمن ، بالإضافة إلى ذلك فإن غاز SO_2 يسبب إعاقة عملية التنظيف التي تقوم بها الشعيرات المبطّنة للأجزاء الرئيسية من الجهاز التنفسي ، كما يسبب في تهيج الغشاء المخاطي للعيون ، ويهيج الجلد مُسبّباً آثاراً طويلة الديمومة .

٤ـ أكاسيد الآزوت NO_2 ، NO :

تنتج غازات أول أكسيد الآزوت وثاني أكسيد الآزوت الملوِّثة للهواء عن الاحتراق بشتى أشكاله وعن مصانع حمض الآزوت والسماد الآزوتي ، وتزداد نسبتها أثناء الغيوم السوداء ؛ حيث تبلغ ١ , ٠ـ١ جزء من المليون .

ولها في التراكيز الأعلى تأثيراتٌ سيئة في الجهاز التنفسي مشابهةٌ لتأثيرات غاز SO_2 .

وهذه الغازات سامة جداً ومسرطِنة ، ويكمُن أثرها السيِّىء في تحولها إلى حمض الآزوت الذي يسبب التهابات مختلفة للقصبة الهوائية ، ويؤدي تراكم أكاسيد الآزوت في الهواء إلى خلل في وظائف النباتات نتيجة تعطيل عمل الصانعات الخضراء وعرقلة التركيب الضوئي .

أما في التراكيز المنخفضة لأكاسيد الآزوت فإن النباتات تمتصها وتدخل في بناء الحموض الأمينية ، فتساعد بذلك في إمداد النبات بالآزوت اللازم . وإذا وجدت بتراكيز عالية وخاصة NO_2 ولمدة طويلة فإنها تسبب إعاقة نمو النباتات وتقلل من إنتاجها السنوي .

٥ـ غاز كبريت الهيدروجين H_2S :

ينتشر غاز كبريت الهيدروجين من مصافي البترول وآباره (له رائحة البيض الفاسد) ، وعند انفجار البراكين ، ومن مصانع المطاط ، ومن احتراق المواد التي تحتوي على الكبريت .

وهو غاز سام للإنسان يدخل عن طريق جهازه التنفسي ، ويؤثر في الجهاز العصبي المركزي بالإضافة إلى تهيج أغشية الطرق التنفسية وتخريشها ، كما يؤدي إلى التهاب الحنجرة والقصبة الهوائية ، ولكن انتشاره على مساحات واسعة في الفضاء يقلل من تركيزه ودرجة سميته .

٦ـ غاز النشادر NH_3 :

وهو غاز ينتج عن تفكك بعض الفضلات العضوية وخاصة في المستنقعات . وله تأثيرات سلبية في صحة الإنسان ، ولا يشكل هذا الغاز خطراً كبيراً وذلك لقلة نسبته في الجو بالحالة الطبيعية (أقل من 0.01ppm) .

٧ـ غاز الفلور F :

ينتشر هذا الغاز من مداخن مصانع الألمنيوم والأسمدة الفوسفاتية وصهر المعادن ، ويلحق ضرراً كبيراً في النبات ؛ لأنه يُمتص من قبل أوراق النبات ، ويتراكم في الأنسجة النباتية ويؤدي إلى موت جزئي للأوراق حيث تحترق قمة الأوراق وأطرافها ، وعندما تصل لمساحة ثلث الورقة تموت .

كما يؤثر غاز الفلور في الهواء المنتشر قرب المصانع المطلقة له على موت أشجار الصنوبر ، وحتى مساحة ٢كم ، ويؤثر غاز الفلور على الحيوانات بهزال شديد من جراء الالتهابات العظمية الناتجة عن مرض يدعى Fluorosis .