الفصل الثالث

الأبعاد البيئية والصحية لتلوث الهواء

قد قدرت تكلفة الآثار الهدامة الناتجة عن تلوث هواء المدن بالمطر الحامضى على المستوى العالمى بما يقارب بليون دولار. إذ يؤدى تلوث هواء المدن بالمطر الحامضى Acid Rain إلى سرعة تآكل الحديد، الزنك، النحاس، الألومنيوم والنيكل. فضلاً عن تأثيره فى سرعة إتلاف خطوط الطاقة ووسائل المواصلات وكذلك المنسوجات الصناعية خاصة النيلون والألياف الصناعية وكذلك سرعة إتلاف وبر الحيوان وصوف الأغنام.وقد امتد هذا التأثير السلبى إلى الكتب فى المكتبات الكبيرة التى يصيبها التلف سريعاً.

ومن أمثلة الخسائر بفعل التلوث على المستوى العالمى:

- تسبب مركبات الكبريت والغبار فى الهواء خسارة سنوية فى الدهانات بما يقارب بليون دولار.
- التآكل الذى يصيب المعادن خسارته تقدر بحوالى ١,٥ بليون دولار سنوياً.
- تؤدى أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والعناصر المؤكسدة الأخرى إلى تلف المنسوجات بما يقدر سنوياً بحوالى ٠,٦ بليون دولار. وتؤدى أيضاً إلى سرعة تلف المطاط بما يقارب ٠,٥ بليون دولار سنوياً.
- تفقد إنجلترا ٥٠ مليون جنيه إسترليني بسبب أضرار الدخان.
- وخسرت الولايات المتحدة خلال الفترة ١٩٥٠-١٩٥١ حوالى ١٥٠٠ مليون دولار.
- وخسرت إنجلترا خلال الفترة ١٩٥٠-١٩٥١ حوالى ١٠٠ مليون جنيه إسترليني.
- وتنفق الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً (٢٤٥٠) مليون دولاراً لمكافحة التلوث حيث تبين لها أن كل دولار تنفقه لمكافحة التلوث يوفر لها ١٦ دولاراً يمكن أن تخسرها بسبب الأضرار الاقتصادية للتلوث فضلاً عن أضراره على صحة العاملين.

- أنفقت الولايات المتحدة الأمريكية ٧٠٠ مليون دولار سنة ١٩٧٦ بهدف الحد من أخطار التلوث.

يضاف إلى ما سبق أثاره الهدامة فى المبانى المصنوعة من الحجر الجيرى والمرمر حيث تتحول كربونات الكاسيوم بسرعة إلى بيكربونات الكالسيوم سريعة الذوبان مما يفسد المبانى. وتؤدى ارتفاع الحرارة داخل المدن خاصة فى المناطق المزدحمة بالسكان وبوسائل النقل إلى إفساد الأسطح العازلة داخل المبانى.

أثر التلوث على صحة سكان المدن:

يرتفع مستوى تركيز ملوثات الهواء Air Pollutants فوق المناطق الحضرية مقارنة بتلك الريفية. وينتج عن ذلك ارتفاع معدلات إصابة سكان المدن بالعديد من الأمراض وارتفاع عدد الوفيات. فقد أثبتت الأبحاث وجود علاقة طردية قوية بين ارتفاع نسبة تركيز ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء وارتفاع معدلات الوفيات بسبب أمراض الجهاز التنفسي. ومن أشهر الأمثلة على ذلك وفاة أربعة آلاف شخص فى مدينة لندن خلال أربعة أيام فى شعر ديسمبر سنة ١٩٥٢. وقد أثبتت وزارة الصحة فى الولايات المتحدة الأمريكية وجود علاقة طردية بين ارتفاع الكادميوم وبين ارتفاع عدد الوفيات خاصة من مرضى القلب.وتؤدى الأتربة إلى ارتفاع معدلات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي خاصة بين سكان المباني القريبة من خطوط المواصلات الرئيسية وكذلك الأطفال الذين يلعبون فى الطرقات بسبب ارتفاع تركيز الأتربة التى تخترق الجهاز التنفسي.

وقد أثبتت الدراسات أن سكان الطوابق السفلية من المبانى على الطرق الرئيسية التى يرتفع فيها انبعاث أول أكسيد الكربون من السيارات ووسائل النقل المختلفة أن ٥% من كمية الهيموجلوبين فى الدم قد تحولت إلى كربوكسى هيموجلوبين Carboxyhemoglobin (CoHb) ، وتعد هذه النسبة كافية للإصابة بأمراض القلب.أما سكان الطوابق العليا من المباني وعلى مسافة كافية من الطرق الرئيسية يعانون بشكل مستمر من حالات القلق. وقد أثبت العالم Ferris

سنة١٩٧٨ أنه حينما يبلغ تركيز أول أكسيد الكربون ٢٠ جزء فى المليون يؤدى إلى تحويل ما نسبته ٠,٨% من الهيموجلوبين إلى كربوكسى هيموجلوبين بعد ساعة واحدة من التعرض لهذا التركيز، بل وترتفع هذه النسبة إلى ٢,٨% بعد التعرض لذات التركيز بعد ٨ ساعات ويصيب ذلك الإنسان بالصداع والكسل واضطرابات صحية مؤكدة. هذا ويمكن استعراض بعض الآثار السلبية لملوثات الهواء على النحو التالي:

١- أول أكسيد الكربون Co:

إن وجود أول أكسيد الكربون Co بتركيز ١٠ جزء فى المليون يؤدى إلى تكوين مادة كربوكسى هيموجلوبين بنسبة ٢% فى الدورة الدموية إذا تعرض له الإنسان لمدة ٨ ساعات، وحينما ترتفع هذه النسبة إلى ٥% تقل كفاءة انتقال الأكسجين فى الدورة الدموية وذلك حينما يبلغ تركيز Co ٣٠جزء فى المليون فى الهواء . وعند الأخذ فى الاعتبار أن تركيز Co يصل غالباً فى الهواء إلى ٥٠ جزء فى المليون بل ويرتفع إلى ١٤٠ جزء فى المليون فى ساعات الذروة المرورية ندرك مدى خطورته على صحة الإنسان.

تأثير Co على صحة الإنسان:

$$Hb + Co_2 \longrightarrow CoHb$$

كربوكسى هيموجلوبين ⟵ أول أكسيد الكربون + هيموجلوبين

وتكون CoHb تحول دون تكون أوكسى هيموجلوبين O_2Hb.

$$Hb + O_2 \longrightarrow O_2Hb$$

وحيث أن Co_2Hb ينتقل من الرئتين إلى الشعب أو الشرايين الدموية لأنه ضرورى لبناء وتكوين الخلايا فإنه ينقسم إلى الأكسجين والهيموجلوبين على النحو التالي:

$$O_2Hb \longrightarrow Hb + O_2$$

وحينما يصل تركيز Co إلى ٢٥٠ PPm يصبح من الصعب التخلص من CoHb في الدم بواسطة العمليات الطبيعية إذ يستمر حينئذ في الدم لعدة ساعات. وإذا حدث ووصل تركيز Co إلى ١٠٠٠ PPm فإن الموت يصبح سريعاً. ولعل سائقي التاكسي من أكثر الناس عرضة لارتفاع نسبة CoHb خاصة إن كان من المدخنين، ويختلف تركيزه في دمهم باختلاف ساعات النهار على النحو التالي:

تأثير ثاني أكسيد الكربون Co (تركيز كاربوكسي هيموجلوبين في الدم)

التركيز%	التأثير
١	لا يلاحظ أي أثر.
١-٢	تغير في تصرفات الأشخاص.
٢-٥	تأثير في الجملة العصبية، عدم الإحساس بالزمن، نقص في الرؤية، تأثيرات عصبية ونفسية وإرهاق، تأثير في القلب والجهاز التنفسي، وآلام في الرأس، وحساسية كبيرة للنوم.

هذا ، وفي حال تعرض الإنسان لمدة ٨ ساعات لهواء يحتوي على أول أكسيد الكربون بتركيز ٨٠ جزء في المليون ، فان كمية الأكسجين في الدم تنقص بنسبة ١٥ % أي أن الإنسان حينئذ يخسر ما يعادل ثلث لتر من الدم .

ومما يذكر أن ، نسبة أول أكسيد الكربون في الشوارع الضيقة في مدينة لندن الإنجليزية على سبيل المثال تبلغ ٣٠٠ جزء في المليون ، كما تبلغ في مدينة نيويورك الأمريكية ١٠٠ جزء في المليون . وفي مثل هذه الحالات ، يشعر الإنسان بالصداع والغثيان وآلاما في المعدة وارتخاء في العضلات .

ويوضح الجدول التالي مستويات تركيز أول أكسيد الكربون في دم سائقي التاكسي في مدينة لندن حيث ترتفع كثيراً بين المدخنين خاصة في أثناء ساعات النهار .

مستوى Co فى دم سائقى سيارات الأجرة فى مدينة لندن

السائق	العدد	المتوسط	المدى PPm	الوقت
لا يدخن	٨	٢,٣	٣,٠-١,٤	نهاراً
يدخن	١٩	٥,٨	٩,٧-٢,٠	نهاراً
لا يدخن	١٢	١,٠	١,٨-٠,٤	ليلاً
يدخن	١٠	٤,٤	٨,٧-٤,٤	ليلاً

وجدير بأن زيادة نسبة Co فى الهواء تؤدى إلى اتحادها مع هيموجلوبين الدم فيتكون كربوكسى هيموجلوبين HbCo ويتبع ذلك انخفاض الأكسجين فى الهيموجلوبين فينخفض تركيز الأكسى هيموجلوبين HbO_2 ويصيب ذلك الإنسان بمرض الأنوكسيميا Anoxia أى نقص كمية الأكسجين فى الأنسجة.

٢- أكاسيد الكبريت So_x:

تشمل أكاسيد الكبريت أول أكسيد الكبريت So وثانى أكسيد الكبريت SO2 وثالث أكسيد الكبريت So_3 وكبريتيد الهيدروجين H_2s وهى تعتبر غازات سامة وتسبب حالات الاختناق التى قد تؤدى إلى الوفاة خاصة بالنسبة للأطفال وكبار السن ومرضى الجهاز التنفسي.

وندرك خطورتها حينما نعرف أن كمية So وSo_3 المضافة سنوياً إلى الغلاف الجوى تقدر بحوالي ٢٤ مليون طن على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال.

أخطار التلوث بثاني أكسيد الكبريت : -

١- يؤثر على المواد والمبانى والممتلكات خاصة بسبب تفاعلاته التى ينتج عنها حمض الكبريتيك.

٢- يؤثر بشكل كبير على الحجر الجيرى والرخام.

٣- يؤدى إلى تآكل العديد من المعادن خاصة الحديد والصلب والزنك.

٤- يؤثر على بعض المنتجات الصناعية خاصة القطنية والنـــايلون والجلـد والورق.

٥- يؤثر في الزراعة عندما يصل تركيزه إلى أقل من ٠,٠٣ PPm.

٦- ارتفاع تركيزه خلال فترات زمنية قصيرة يمكن أن يؤثـر علـى الأوراق والحشائش.

٧- عند سقوطه في صورة الأمطار الحمضية يؤثر على المحاصيل الزراعيـة والغابات والإنسان.

الآثار الصحية السلبية لتأثير ثاني أكسيد الكبريت : -

١- التعرض الطويل لتركيزات منخفضة من So_2 يؤدى إلى ظهور أعـراض نقص حاسة التذوق وحاسة الشم والتهاب القصبـة الرئويـة والتصلـب الرئوي.

٢- من دراسة فى نيويورك سنة ١٩٧٤ تبين أن الأطفال مـا بيـن سـنة-١٢سنة الذين يعيشون فى المدن خاصة بالقرب من مصادر انبعاث ثـانى أكسيد الكبريت يعانون من التهاب القصبة الهوائية بنسبة تزيـد بمعـدل ٢٠% عن غيرهم ممن يعيشون فى بيئات أكثر نقاءً.

تأثير كبريتيد الهيدروجين:

١- أن كبريتيد الهيدروجين أكثر سمية من أول أكسيد الكربون لكونه يدخـل الجسم عن طريق الجهاز التنفسى وكذلك عن طريق الجلد.

٢- يؤثر فى الجهاز العصبى المركزى.

٣- يؤثر فى القدرة على التفكير.

٤- يهيج الأغشية المخاطية للمجارى التنفسية والتهاب الحنجرة.

٥- ويبدأ التأثير الضار عندما يتراوح تركيزه بين ٠,٠٠٣-٠,٠٠٨ جزء فى المليون.

٣- أكاسيد النيتروجين : -

تشمل أكاسيد النيتروجين غازات أول أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد النيتروجين. ويعتبر تأثيرها على عيون الإنسان من أكثر آثارها السلبية وضوحاً على صحة الإنسان لأنها تؤدى إلى احتقان العيون.وتؤثر أكاسيد النيتروجين فى القطن والنايلون وتساعد على سرعة تآكل المعادن، بالإضافة إلى تأثيرها السلبى فى بعض النباتات الحساسة خاصة حينما يصل تركيزها (No_2) ثانى أكسيد النيتروجين إلى ١PPm لمدة ٢٤ ساعة، أو حينما يبلغ تركيز ثانى أكسيد النيتروجين No_2 ٠,٣٥ PPm لمدة عدة شهور.

ويكمن التأثير السلبي لأكاسيد النيتروجين على صحة الإنسان فى:

١-يعتبر أول أكسيد النيتروجينNO غير ضار بصحة الإنسان ولكن خطورته تكمن فى سرعة أكسدته إلى No_2 . ومما يذكر أن الهيموجلوبين شديد الانجذاب إلى No (حوالى ١٥٠٠ مرة من انجذابه لـCo)، ولكن لحسن الحظ أن No الجوى غير قادر على دخول الشعيرات الدموية ليتفاعل مع الهيموجلوبين.

٢- وجود ثانى أكسيد النيتروجين No_2 بتركيز ١٠٠ PPm لعدة دقائق يؤدى إلى هلاك الإنسان وموته وكذلك الحيوان.

٣ - التعرض لـNo_2 بتركيز ٥ PPm لبضع دقائق فإنه يؤثر سلبياً على نظام الجهاز التنفسى.

٤ - التعرض لـNo_2 بتركيز ٠,٠٦ PPm يؤدى إلى إصابة الإنسان بالعديد من أمراض الجهاز التنفسى.

وإجمالاً فإن ارتفاع تركيزات No_2 له تأثير خطير على صحة الإنسان عموماً، وليس أدل على ذلك من موت ١٢٤ شخصاً خلال يوم واحد فى يوم ١٥ مايو سنة ١٩٢٩ فى أمريكا بسبب اندلاع النيران من أشعة X فانطلقت كمية كبيرة من No_2. هذا وقد يتعرض الإنسان للموت خلال نصف ساعة فقط حينما تبلغ نسبة حمض النيتريك في الهواء ٠,٠٧ % .

٤- الجزيئات العالقة بالهواء:

تؤثر الجزيئات في الجهاز التنفسي للإنسان حينما تترسب في داخله لما تحمله من مركبات كيميائية قد تكون سامة لذلك فإن أخطر هذه الجزيئات هي الدقيقة القابلة للاستنشاق خاصة وأنه من الصعب التحكم في انبعاثها بعكس الجزيئات ذات الأقطار والأحجام الكبيرة التي قد تترسب طبيعياً أو باستخدام وسائل التحكم في انبعاثها.ومن أهم الأمراض الناتجة عن ذلك سرطان الرئة Lung Cancer وانتفاخ الرئة Emphysema والربو الشعبي Bronchial Asthma.

٥- المواد الهيدروكربونية Hc:

يؤدي تعرض النبات لتركيز ٠,٠١ PPm لمدة ساعة لمادة الإثيلين إلى إحداث تأثير بالغ على النبات. ويعتبر غاز الميثان أحد المركبات الهيدروكربونية وهو غير سام في حد ذاته ولكن خطورته تكمن في أن وجوده بنسب مرتفعة يؤدي إلى سرعة اتحاده مع الأكسجين ويتبع ذلك حدوث انفجارات.أما المركبات الهيدروكربونية العطرية فإنها تؤدي إلى تهيج العيون والجلد.ويكمن تأثير مادة الفورمليد هايد HcHo التي ترجع أساساً إلى أكسدة غاز الميثان فيظهر تأثيرها الفسيولوجي حينما يبلغ تركيزها حوالي ٠,٠٦ PPm، وتؤدي إلى تهيج العيون عند تركيز يتراوح ما بين ٠,٠١ - ١,٠ PPm.

تكلفة التلوث في الولايات المتحدة الأمريكية:

تخسر الولايات المتحدة الأمريكية سنوياً بسبب التلوث حوالي ٥٠٠ مليون دولار بسبب تلف المحاصيل الزراعية، خسائر مادية ناتجة عن تآكل المباني والمنشآت والكتب، أمراض عمال المصانع، عيوب في الصناعات المرتبطة بالإنتاج الزراعي.

تأثير التلوث على صحة الكائنات الحية:

قد أثبتت الدراسات وجود علاقة ارتباطية بين صحة الإنسان ومستوى التلوث إذا اتضح أن سكان المدن أكثر إصابة بالعديد من الأمراض مقارنة بسكان الريف. وكذلك فإن العاملين في المناطق الحضرية الملوثة تكون قدرتهم الإنتاجية

أقل من غيرهم ، هذا فضلاً عن عزوف أغلب العمال عن العمل فى البيئات الملوثة مما يدفع أصحاب المصانع إلى مضاعفة الأجور لتحفيزهم على العمل. بل ويمتد تلوث الهواء إلى أسعار الشقق والوحدات السكنية إذ تنخفض كثيراً فى قلب المدن مقارنة بمناطق الضواحى البعيدة عن المصانع والكثافة المرورية الأقل تلوثاً فى هوائها.

علاقة التلوث بالوفيات : -

وقد أثبتت الدراسات التحليلية الإحصائية التى بحثت أبعاد العلاقة بين تلوث الهواء وعدد الوفيات وقام بها كل من العالم Lester Lave والعالم Eugene Sesltin فى دراسة بعنوان Air Pollution and Human Health أن أكثر ملوثات الهواء تأثيراً فى صحة الإنسان هى الجزيئات الصغيرة السابحة فى الهواء وأكاسيد الكبريت.ولذا اتجه القانون الفيدرالى الأمريكي إلى تحديد نوعية الهواء ومستويات التلوث المسموح بها كحدود للأمان التى تكفل الحفاظ على صحة الإنسان، وكذلك حدود الرفاهية مع الاهتمام بوضع التأثير السلبي العام لملوثات الهواء وفقاً لدرجة التعرض لكل منها كما يتضح فى الجدول التالي:

المستويات العالمية للهواء النقى وفق القانون الفيدرالى

جزء فى المليون = PPm

ميكروجرام/المتر المكعب = $\mu g/m^3$

الملوثات	معدل المدة	المستوى الأول	المستوى الثانى	التأثير العام
الأوزون O_3	ساعة واحدة	PPm٠,١٢ $\mu g/m^3$٢٤٠	PPm٠,١٢ $\mu g/m^3$٢٤٠	يؤثر فى العيون وخسارة فى المزروعات
أول أكسيد الكربون	٨ ساعات	PPm٩,٠ $\mu g/m^3$١٠,٠	PPm٩,٠ $\mu g/m^3$١٠,٠	يؤثر فى دورة الأكسجين
	ساعة واحدة	PPm٣٥,٠ $\mu g/m^3$٤٠,٠	PPm٣٥,٠ $\mu g/m^3$٤٠,٠	
ثانى أكسيد النيتروجين No_2	معدل سنوى (متوسط حسابى)	PPm٠,٠٥ $\mu g/m^3$١٠٠,٠	PPm٠,٠٥ $\mu g/m^3$١٠٠,٠	يؤثر فى الصحة العامة
ثانى أكسيد الكبريت So_2	معدل سنوى معدل سنوى	PPm٠,٠٣ $\mu g/m^3$٨٠,٠	– –	يؤدى إلى تهيج فى المستويين
	٢٤ ساعة	PPm٠,١٤ $\mu g/m^3$٣٦٥		
	٣ ساعات	–	PPm٠,٥ $\mu g/m^3$١٣٠٠	يسبب رائحة كريهة
الجزيئات العالقة	المتوسط الهندسى السنوى	$\mu g/m^3$٧٥	$\mu g/m^3$٦٠	يؤثر فى الصحة
	٢٤ ساعة	$\mu g/m^3$٢٦٠	$\mu g/m^3$١٥٠	
الهيدروكربونات	٣ ساعات	PPm٠,٢٤ $\mu g/m^3$١٦٠	PPm٠,٢٤ $\mu g/m^3$١٦٠	تؤدى إلى تناقص عمليات الأكسدة

ويقصد بالمستوى الأول (فى الجدول السابق) حد الأمان للمحافظة على الصحة العامة ، أما المستوى الثانى فيقصد به حد المحافظة على الرفاهية العامة والممتلكات العامة من أى تأثير معروف أو غير معروف للتلوث.

كوارث التلوث على صحة الإنسان:

من اشهر كوارث التلوث حالة التلوث التى وقعت فى لندن سنة ١٩٥٢ وكانت ترجع إلى ارتفاع معدل تركيز الدخان اليومي ليتراوح فيما بين ٢٠٠-٤٠٠ ميكروجرام/١٠٠م^3 فى وسط مدينة لندن فى يومي ٦و٧ ديسمبر وقد اقترن ذلك بارتفاع تركيز ثانى أكسيد الكبريت So_2 بنسبة ٥٠% أو أكثر فى معظم المواقع.

وكذلك حادثة وادي ميز Meuse Vally بالقرب من مدينة بيلجرام خلال أربعة أيام فقط من ارتفاع معدلات التلوث سنة ١٩٣٠ حين مات نتيجتها الآلاف من الأشخاص. وقد مات ١٧ شخصاً خلال ١٤ ساعة فى يوم ٣٠ أكتوبر سنة

١٩٤٨ بسبب ارتفاع التلوث فى مدينة دونورا فى ولايـــة بنســلفانيا. وتختلـف المستويات الخطيرة لملوثات الهواء على صحة الإنسان كما يتضح فـــي الجـــدول التالي : -

المستويات الخطيرة لبعض الملوثات

الغاز (الملوث)	التركيز	الآثار السلبية
ثانى أكسيد الكبريت	PPm ٠,٢	زيادة فى عدد الوفيات
بيروكسى بينزول نترات فى الضبخان	PPm ٠,٢	التهاب عيون الإنسان
فلوريد الهيدروجين	PPm ٠,٠٠١	أخطار شديدة فى الغابات الحساسية

وقد حدث أن ارتفع تلوث الهواء فى شهرى أغسطس وســبتمبر ســنة ١٩٦٦ فى قريتى الشعيبة والفحيحل بثانى أكسيد الكبريت النـــاتج عـــن تكريـــر البترول والصناعات البتروكيمائية فى منطقة الشعيبة الصناعية بالكويت فأثر ذلـك على صحة السكان مما دفع عربات الإسعاف إلى العمل بشـــكل متواصـــل لنقـــل المصابين إلى المستشفيات.

وحدث أيضاً أن تلوثت المياه فى الخليج العربى فى الكويت فى صبـــاح يوم ١٧ أغسطس سنة ١٩٦٦ أمام منطقة الشعيبة حين استيقظ السكان صباحـــاً على وجود ملايين الأسماك الميتة على سطح الماء بسبب ارتفـــاع تركـــيز غـــاز النشادر بمقدار ٥٥ PPm وقد انبعثت من مصانع الكبريت ووصلـــت إلـــى ميـــاه الخليج فى أثناء نسيم البر ليلاً. وقد وقعت حادثة أخرى فى المنطقـــة الصناعيـــة حول خليج طوكيو كان تركيز So_2 مرتبطاً بالمنطقة الصناعيـــة وليـــس بالمدينـــة نفسها أى أن تركيز So_2 مرتبطاً بالانبعاث من المنطقة الصناعية بشكل محدد. ثـم انتقلت الملوثات من المنطقة الصناعية حول خليج طوكيو بفعل نسيم البحـــر Sea Breeze من الساحل إلى قلب اليابس حيث تقع المنطقة السكنية فى المدينة. وقـــد صاحب هذه الظروف من التلوث العديد من الحالات المرضيـــة وحـــالات الوفـــاة خاصة فى كبار السن ومرضى الجهاز التنفسي. وفى حادثة أخرى بمدينة طوكيـــو

اليابانية خلال شهر يوليو ١٩٧٠ م ، ارتفع تركيز الغبار إلى درجة أدت إلى إصابة ٨٠٠٠ شخص بأزمات الربو والحساسية وأمراض الجهاز التنفسي الأخرى .

وتعاني مدينة حلوان المصرية من التركيزات الخطيرة للغبار ، إذ يبلغ متوسط تركيزه ١١٠ طن غبار / شهريا ، في حين يتحتم أن لا تتجاوز هذه الكمية ٢٥ طن غبار / شهريا .ومما يزيد من خطورته على صحة سكان القاهرة الكبرى، أن متوسط كمية المطر لا يتجاوز ١٥ ملليمترا ، وهكذا يفتقد هواء مدينة القاهرة إلى أهم وسائل الإزاحة الطبيعية . وتكمن خطورة هذا الغبار في إحتوائه على نسبة عالية من ثاني أكسيد السيليكون الذى يؤدى إلى الإصابة بالأمراض الرئوية . هذا بالإضافة إلى الأمراض الأخرى الناتجة عن محتواه من الكالسيوم والمواد الكربونية والكبريتية. كما تعانى السودان من مشاكل عديدة بسبب ارتفاع مستويات التلوث بالغبار إذ ينخفض العمر الافتراضي للآلات المستخدمة فى السودان ليتراوح بين ٤٠ - ٦٠% من عمرها الافتراضى إذا تم تشغيلها فى البيئات الأكثر نقاءً. ويؤثر التلوث بالغبار سلبيا في صحة الإنسان إذ يدخل الغبار المعدني أو الغبار الذى يحتوى على بعض الألياف العضوية أو بعض الرمال إلى جسم الإنسان عن طريق اللسان ثم إلى الرئتين ثم الجهاز التنفسى وينتج عن ذلك الإصابة بسرطان اللسان الذى ترتفع معدلات الإصابة به بين عمال المناجم فى السودان.هذا فضلاً عن دور الغبار فى نقل العدوى حيث تعلق به الجراثيم ثم يستنشقه الأصحاء فتصيبهم الأمراض.

المطر الحامضى Acid Rain:

يعتبر المطر الحامضى من أخطر مظاهر تلوث الهواء سواء بالملوثات الغازية أو بالجزيئات العالقة . ولا يحتوى المطر الحامضى فقط على حمض الكبريتيك Sulphuric Rain بل يحتوى أيضاً على حمض النيتريك Nitric Rain الناتج عن أكسدة النيتروجين. وتؤدى هذه الأمطار الحمضية إلى تآكل الهيكل الخارجى للسيارات وإتلاف الملابس وانخفاض الأس أو الرقم الهيدروجينى PH لمياه

الأنهار والبحيرات كما حدث فى أنهار شبه الجزيرة الاسكندينافية (السويد والنرويج) حيث انتقل المطر الحامضى من المناطق الصناعية فى بريطانيا وألمانيا ليسقط على أنهار السويد. ويحدث ذلك أيضاً حيث تتأثر كندا بالغازات الملوثة المنبعثة من المناطق الصناعية فى الولايات الأمريكية، ولعل سهولة انتشار وتشتت ملوثات الهواء وانتقالها لتصيب مناطق بعيدة عن مصدر انبعاثها ما دفع إلى ضرورة إنشاء مداخن مرتفعة كما حدث فى أونتاريو التى توجد بها أعلى مدخنة على مستوى العالم بارتفاع ٣٨١متراً وبالرغم من ذلك مازال ينبعث منها ٣% من كبريت العالم بل ويصل انبعاثها من الكبريت حتى ولاية فلوريدا فى أقصى جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية. ويرى البعض مثل (Levine 1984) أن ٣/١ الأحماض الموجودة فى الأمطار ترجع إلى حمض النيتريك HNo_3 أما ٣/٢ ترجع إلى حمض الكبريتيك. وقد أخذت خطورة المطر الحامضى فى الزيادة وانعكس ذلك على البيئة خاصة فى السويد. إذ أنه من تحليل عينات من مياه المطر اتضح أن مستوى PH (الأس الهيدروجينى لتعادل المياه = ٧) متشابه فى السويد والنرويج وهو مرتفع ويرجع مصدره إلى انتقال الأحماض النيتروجينية والكبريتية من المناطق الصناعية فى بريطانيا وغرب وشرق أوروبا إلى الشمال حيث السويد والنرويج. ويتوقع العالم Li Itens والعالم Borman من دراسة قاما بها سنة ١٩٧٤ أن كمية المطر الحامضى فى اتجاه مستمر نحو الزيادة بسبب الزيادة فى انبعاث الكبريت وأكاسيد النيتروجين التى سترتفع بنسبة تتراوح ما بين ١٢%-٦١% فى عام ٢٠٠٠ عما كانت عليه سنة ١٩٧٥.

وتظهر بوضوح مشكلة المطر الحامضى فى شرق الولايات المتحدة إذ ترتفع نسبة الحموضة فى المطر فى الجزء الشرقى من الولايات المتحدة الأمريكية نتيجة عدة عوامل من أهمها:

١- موقع هذا الجزء فى مهب معظم العواصف القادمة من المناطق الصناعية مثل وادى نهر تينسى ووادى نهر أوهايو (أهم الروافد الشرقية لنهر المسيسيبى).

٢- استخدام المداخن العالية بهدف التحكم في التركيزات المرتفعة لثاني أكسيد الكبريت بهدف تشتيتها بعيداً عن سطح الأرض.

٣- استخدام بعض وسائل مكافحة التلوث التي تهدف إلى خفض كمية الشظايا المتطايرة دون أن تؤدى هذه الوسائل إلى الحد من الغازات الحمضية مثل ثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد النيتروجين.

هذا وجدير بالذكر أن ، معظم الأمطار الحمضية هنا يمكن إرجاعها إلى أكسدة ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في جزيئات السحب أو قطرات الماء ، أو إرجاعها إلى امتصاص الغازات الحمضية الحرة Free Gaseous Acids بواسطة جزيئات السحب أو قطرات المطر، أو إزاحة الهباء الحمضي Acid Aerosol بسقوطه مع قطرات المطر.

وجدير بالذكر أن ، التركيب الكيميائي للمطر يرجع إلى التفاعلات الكيميائية والفيزيائية لأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت في ظل وجود الأوزون وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

هذا وينقسم الغلاف الجوى إلى قسمين:

القسم العلوي: حيث تتشكل فيه قطرات المطر في ظل وجود ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء.

القسم السفلي: ينتشر به بعض المركبات التي يتم على أساسها تحديد درجة حموضة المطر PH ومنها ثاني أكسيد الكبريت، الأوزون، ثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون.

وعند سقوط قطرات المطر من القسم العلوى إلى القسم السفلى الملوث بالغازات السابقة يحدث تفاعلات كيميائية ينتج عنها تكوين حمض الكبريتيك وحمض النيتريك.

وهكذا تصبح كل قطرة من المطر تحتوى في داخلها على كميات من O_3 ، So_2 ، Co_2 ، HNo_3 ، No ، No_2 بنسب قد تكون ثابتة تقريباً في جميع قطرات المطر في نفس المنطقة.

معادلات التفاعل الكيميائى فى قطرة المطر:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$Co_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

$$HCo_3^- \rightleftharpoons Co_2 + OH^-$$

$$So_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HSo_3^- \qquad (٢٠°م)$$

$$HSo_3^- \rightleftharpoons So_3^{2-} + H^+$$

$$HNo3 \rightleftharpoons H^+ + No_2^-$$

$$HNo_2 \longrightarrow H^+ + No_2^-$$