تلوث الهواء Air pollution:- يعتبر الهواء من اساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافيا لهلاك الانسان لذا اصبح موضوع تلوث الهواء في مقدمة الموضوعات التي تثير الاهتمام ليس في اوساط العلماء المختصين فحسب بل في الاوساط والمؤسسات الحكومية كافة وحتى بين المواطنيين .وقد انشغل العديد من المشرعين في بلدان العالم في سن القوانين المتعددة من اجل المحافظة على نظافة الهواء والوقاية من تلوثه وبالتالي حماية البيئة من التلوث .ان ما يزيد موضوع تلوث الهواء خطورة تاتي من ضعف الوسائل العلمية والتقنية المستخدمة للاقلال او التخلص منه رغم التقدم الكبير الحاصل اخيراً .

لقد اصبحت مشكلة التلوث اكثر وضوحا عندما ازدادت معدلات نمو السكان والمدن وزيادة التقدم الصناعي والتكنولوجي - تكمن خطورة الهواء عند تلوثه في كونه لا يرئ ولكن الانسان ياخذه عن طريق جهاز التنفسي وهذا يعني امكانية وصوله الى الدم ومن ثم المراكز الحساسة في الجسم خلال عده ثوان واحداث تاثير بايولوجي فيه ومن دون ادراك الانسان لذلك .

ان الاثار الضارة للتلوث الهوائي لا تعود الى كمية المواد المنبعثة بقدر ما تعود الى تركيزها في هذه الاجواء فقد تنتشر كميات قليلة وبتراكيز عالية ضمن مساحة محدودة فتحدث تلوثا كبيرا تفوق اضراره على الحالة التي لو تنتشر فيها لمساحات اوسع.

طبيعة الغلاف الجوي :-

يتكون الغلاف الجوي من مزيج من الغازات التي تغلف الكرة الارضية بارتفاع يصل بين **(80-100)** كم فوق سطح الارض وتتركز معظم كتلة الغلاف الغازي **(99.9%)** دون ارتفاع حوالي **(50 كم).**

فالهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الاقرب الى سطح الارض والذي عندما يكون جافا وغير ملوثا فانه يتالف من عدة غازات اهمها من حيث النسبة هو غاز النتروجين الذي يؤلف(**78.9%**) ويلية غاز الاوكسجين الذي يؤلف(**20.94%**) ثم مجموعة كبيرة من الغازات بنسب ضئيلة علما ان بخار الماء وغاز ثاني اوكسيد الكربون يختلفان كميا حسب ظروف عوامل معينة حيث تبلغ نسبة غاز CO_2 حوالي (**0.032 %**) وغاز الهيدروجين تبلغ نسبته (**0.5**) جزء بالمليون ونسبة غاز الاوزون O_2 هي (**0.02**) جزء بالمليون

مكونات الغلاف الجوي Structure of atmosphere:-

كلنا نعرف حاجة الكائنات الحية للهواء فهو عنصر اساسي من عناصر الحياة ويتالف الهواء من 78% نتروجين و 21% اوكسجين وحوالي1% غازات خاملة (هيليوم ،اركون ،نيون، كريبتون) اما كمية ثاني اوكسيد الكربون فتصل الى (0.33%) ويحتوي ايضا على بخار ماء وغازات تتغير حسب الشروط المحلية ،اذ يظهر غاز SO2 في الاجواء القريبة من مصانع التعدين ، ويظهر غاز الامونيا في الاماكن التي تتفكك فيها الفضلات العضوية كما وتنتشر ايضا كميات من الغبار والدقائق الصلبة والاحياء المجهرية وحبوب اللقاح .... الخ .

يعتبر علماء البيئة تلوث الهواء من الظواهر السلبية الناتجة من التقدم والتنمية عدا الضرر البالغ الذي يلحق بالتربة والماء نتيجة تلوث الهواء . اما اذا تحدثنا عن تاثيره على صحة الانسان فاوله ما يتذكر المرء بشكل واضح الضباب الكبريتي الذي اصاب لندن عام 1962،1952 ونيويورك عام 1966،1963،1953 حيث ادخل الاف الاشخاص الى المستشفيات نتيجة الاصابات في الجهاز التنفسي .

يقسم الغلاف الجوي الى الطبقات التالية :-

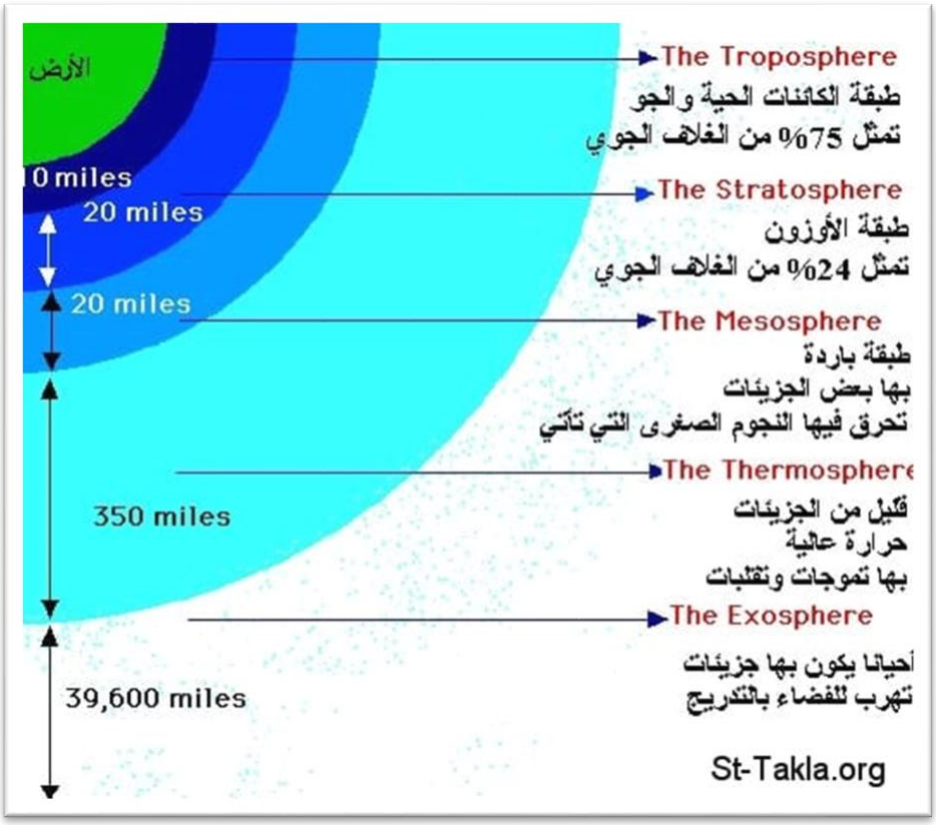
1-طبقة الجو الادنى Troposphere (وهي طبقة الهواء الضروري لحياة الانسان وتضم حوالي 75بالمئة من كتلة الهواء).

2- طبقة الجو الاعلى Stratosphere (وتضم حوالي 24 % من كتلة الهواء).

3-طبقة الجو الاوسط mesosphere

4- طبقة الجو الحراري Thermosphere

5- طبقة الجو الخارجي exosphere



طبقات الغلاف الجوي

الملوثات الرئيسية للهواء major pollutants of air

1- المادة الدقائقية particulate matter :- يشار الى الهباء السائل والمادة الصلبة العالقة في الجو بالمادة الدقائقية – وتشمل الدقائق الكبيرة كلا من الحبيبات الرملية grit والرماد ash والغبار dust في حين تشمل الدقائق الصغيرة كلا من الدخان smoke والضباب mist والهباء الجوي aerosol يتراوح قطر هذه الدقائق بين 0.001 - 1000ميكرون ، تتطاير في الهواء وتحملها الرياح الى مصادر بعيدة عن مصادرها بينما تتساقط الجزئيات الكبيرة في منطقة قريبة من مصدرها .

مصادرها :- ان الغالبية العظمى منها ذات منشا طبيعي مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الاراضي الجرداء والصحاري ، اما المصادر الغير طبيعية فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة ومعامل الاسمنت وطحن الحبوب ومعظم الفعاليات الصناعية الاخرى فضلا عن وسائل المواصلات التي تنبعث منها الدقائق الكربونية .

تاثيرها :- 1 - يتناسب مدى الرؤية عكسيا مع المادة الدقائقية وذلك لان بامكانها ان تشتت وتمتص ضوء الشمس وبصورة عامة تتسلم المدن اشعاعا شمسيا اقل من المناطق الريفية ب 15-20%.

2 - تحدث ضررا للاجهزة التنفسية كنتيجة لاستنشاقها مع الهواء وممكن ان تؤدي الى اربعة اعتلالات بشرية رئيسية وهي :

أ-التهاب القصبات المزمن chronic bronchitis
ب- ربو قصبي bronchial asthma
ت-انتفاخ الرئة emphysema
ث-سرطان الرئة lung cancer

3-تاكل الفلزات عند كون الهواء رطبا وتوسيخ البنايات .
4- تسبب ضررا للنباتات وخاصة الخضراوات نضرا لوزنها الثقيل .

انواع المجاميع الرئيسية للدقائقيات في الهواء هي :

1-**الرمال او الحبيبات الرملية grit** : وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن 500ميكرون أي (0.5) ملم.

2- الغبار dust : وهي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين 25- 200 ميكرون .

3- **الدخان smoke** : وهو عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق لا يزيد قطرها عن (2)ميكرون ويشكل الكاربون غالبيته العظمى .

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

5-**الضباب Mist** :- يشمل الضباب كل من القطيرات السائلة والعالقة في الهواء التي تصل قطرها الى( )100ميكرون ويدعى كذلك بالضباب الدخاني (السديم) smog= (smoke +frog)

6- السخام Soot :- وهو عبارة عن جزئيات الكاربون المتناهية الدقة التي تتجمع بصورة سلاسل طويلة .

7-حبوب اللقاح Pollen grains :- يلاحظ في الربيع تكثر جسيمات تنطلق من النباتات الزهرية التي هي حبوب اللقاح وتمتاز دقائقها بكبر حجمها وقد يتعرض بعض السكان الى اعراض مثل الحساسية الجلدية او تورم العينين او رشح الانف وغيرها .

2--**الملوثات الغازية gases pollutants** وتشمل :-

ا- اكاسيد الكبريت Sox :- تعتبر اكاسيد الكبريت SO_3,SO_2 احد مصادر تلوث الهواء الجوي ويعد ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 (غاز عديم اللون ، غير قابل للاشتعال) وهو الاهم من بين مركبات الكبريت اذ تبين ان 75% من الكبريت المنتشر في الجو هو عبارة عن SO_2 .

مصادرها :

1- مصادر طبيعية :- متمثلة في تحلل المواد العضوية وكذلك نواتج البراكين النشطة التي تعتبر المصدر الاساسي لغاز كبرتييد الهيدروجين H2S الذي يتحول بالاكسدة الى غازات اكاسيد الكبريت(SOx) .

2-احتراق الفحم :- يحتوي الفحم الحجري على ما بين 0.2-7% من وزنة كبريت مما يجعله المسؤول بشكل اساسي عن انبعاثات غازات اكاسيد الكبريت عند احتراقه حيث وجد ان حوالي 87% من غازات (Sox) المنبعثة الى الجو يرجع الى احتراق الفحم بصفة عامة .

3-العمليات الصناعية المختلفة :- تساهم العمليات الصناعية المختلفة مثل استخلاص المعادن وصناعة حامض الكبريتيك وعمليات تكرير النفط بشكل ثانوي في انبعاثات هذه الغازات .

تاثير غازات اكاسيد الكبريت:Sox:- تعتبر غازات اكاسيد الكبريت من الغازات ذات الميل الحامضي والتي تعطي مع الماء حامضا قويا هو حامض الكبريتيك H_2SO_4 مما يجعل هذه الغازات ذات خطورة وضرر بالبيئة ويتمثل هذا الضرر في الاتي :

1-الامطار الحامضية :- كما اشرنا ان غازات اكاسيد الكبريت(SO_X) ذات ميل حامضي حيث يتحد غاز ثاني اوكسيد الكبريت في طبقات الجو العليا مع الاوكسجين في وجود ضوء الشمس مكونا ثالث اوكسيد الكبريت الذي يتحد مع بخار الماء مكونا حامض الكبريتيك حسب المعادلات التالية

$O_3 \longrightarrow O_2+O$

$SO_2+{}^1/_2O2 \longrightarrow SO_3$

$SO_3+H_2O \longrightarrow H2SO_4$

عندما يصبح الجو مهيئا لسقوط الامطار فان هذا الحامض يذوب في ماء المطر ويسقط على الارض على هيئة مطر حامضي والذي بدوره يؤثر على خواص التربة وخواص المياه الموجودة على سطح الارض وبالتالي يؤثرعلى الكائنات الحية البحرية والنباتية والحيوانية وكذلك يتلف مواد البناء ويؤدي الى تاكل معظم الفلزات وفقدان اللون في الاقمشة وتدمير الغابات بالاضافة لتخريب الاثار التاريخية .

2-زيادة امراض الجهاز التنفسي :- حيث يعمل غاز ثاني اكسيد الكبريت على تخديش الاغشية المخاطية مسببا السعال والالم بالصدر والتهاب القصبات وضيقا في التنفس ويعد مسئولا والى حد كبير عن زيادة معدلات الربو والالتهابات الرئوية.

3-التاثير على النباتات:- لوحظ ان لغاز ثاني اوكسيد الكبريت تاثيرات مختلفة على نبات فهو يزيل اللون الاخضر لورقة النبات ويتحول لونها بالتدريج الى الاصفر كما ينخفض معدل البناء الضوئي بدرجة كبيرة قد تصل الى التوقف .

ب-اكاسيد النتروجين :- عندما ترتفع درجة حرارة الهواء الى اكثر من 110م تتكون اكاسيد النتروجين وخاصة اول اوكسيد النتروجين NO وهذا يحصل عادة بمحركات السيارات ومحطات توليد الطاقة الكهربائية . يحتوي الجو على مزيج من اكاسيد النتروجين والتي يطلق عليها عموما في دراسات التلوث البيئي NOX والتي تعطي النسب المئوية لكل من اول اوكسيد النتروجين No وثاني اوكسيد النتروجين NO_2 واوكسيد النتروز N_2O بمستوى غير معروف بالضبط اما زمن بقائها في الجو فيتراوح بين 3- 4 ايام هذه الغازات سامة جدا وتوجد بنسبة 20- 30جزء من مليون في الجو الطبيعي وتساهم ايضا في تكوين الامطار الحامضية .

تاثير غازات اكاسيد النتروجين Nox :- يظهر تاثيرها عادة على القصبة الهوائية حيث تتحول هذه الغازات الى حامض النتريك 3HNO الذي يحدث التهابات مختلفة في القصبة الهوائية – عندما تكون الشمس مشرقة يتحول NO الى 2NO الذي يعتبر اكثر الغازات خطورة على حياة الانسان وهو ذو رائحة كريهة جدا وسام لكل انواع الحيوانات والنباتات – حيث يسبب تلف الاوراق في النباتات وانخفاض في معدل النمو ، اما تاثيره على المواد فيسبب بهتان لون اصباغ النسيج وتلف القطن وتاكل الفلزات .

ج- اول اوكسيد الكاربونCO: وهو احد الغازات السامة الخطرة التي تنبعث من وسائط النقل ، اذا ينشا من الاحتراق غير الكامل للمواد الكربونية وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة وزمن بقائه في الجو قصير(شهر او اقل) ويزال هذا الغاز من الجو بعدة فعاليات منها :-

1-قد يمتز او يؤكسد.
2-تستخدمه الحيوانات او النباتات .
3-تشترك عمليات كيميائية وضوئية في ازالته.
4-قد يزال عن طريق التربة بسبب فعاليات بعض الاحياء المجهرية التي تعيش في التربة .

تزداد كمية هذا الغاز نسبيا في الشوارع المزدحمة بالسيارات وقد يسبب وفاة كثير من الناس سنويا لما له من ميل للاتحاد مع هيموكلوبين الدم فينتج عنه مركب كاربوكسي هيمو كلوبين Carboxy- Hb الذي يعيق انتقال الاوكسجين . ان للهيموكلوبين الفة لاول اوكسيد الكاربون اكبر بكثير من الفتة للاوكسجين كما ان هذا الغاز يقلل من انفصال الاوكسي هيموكلوبين الى اوكسجين وهيموكلوبين بحيث يمكن ان ينتج جوع اوكسجيني (لا اوكسية anoxia) رغم ان الدم يحمل كمية من الاوكسجين تفوق احتياجات الجسم.وان اعراض التسمم بـ CO تختلف حسب التراكيز حيث تبدا بصعوبة التنفس وصداع وضعف عضلي وغثيان ودوار وكلام غير واضح وتصل في الحالات الخطرة الى فقدان الوعي والموت.

د- الهيدروكاربونات :- هي مركبات كيميائية عضوية تحوي كاربون وهيدروجين فقط تنتج من مصادر طبيعية من تحلل بعض مواد الطبيعية وقد تكون ذات:-

1-سلاسل مفتوحة (غير حلقية) مشبعة مثل البروبان والميثان (وهو المكون الرئيسي للغاز الطبيعي وهو عديم الرائحة واللون وتعزى رائحة الغاز الطبيعي الى مركبات الكبريت المضافة)، او غير مشبعة مثل الاثلين .
2-سلاسل حلقية (البنزين)

التاثيرات :- من تاثيراتها على النباتات وجد ان للاثنين دور مثبط لنمو النبات / بينما وجد ان الميثان يؤدي الى الاختناق في الانسان بالتراكيز العالية * كما ان بعض المركبات الهايدروكاربونية تكون مهيجة للضباب الدخاني الكيمو ضوئي .

هـ-التلوث بالرصاص Lead pollution: يستعمل الرصاص في الصناعة في مجالات عديدة منها تمديدات المياه في المنازل – مواد الدهان –مصانع الحديد والصلب ، المنظفات الكيمياوية والبطاريات ، واشد مشتقات الرصاص ضررا (رابع اثيل الرصاص ورابع مثيل الرصاص) اذا يضاف احدهما الى البنزين ليلطف من حدة الانفجار في المحرك لذا فقد شاع انتشار هذه الملوثات في العالم كافة واختلفت نسبتة في الجو اعتمادا على كثافة سير المركبات - وتزداد نسبته في المواد الغذائية المعلبة اذ يحكم اغلاق هذه العلب بالرصاص فيتسرب قسم منه الى داخل العلب وينتقل منها الى الانسان . ومن اعراض التسمم في الرصاص اسهال وتعب وارق وعصبية كما يحدث الهذيان اذا تجاوز الاغشية المخاطية بالدماغ .

و. ملوثات هواء أخرى:لاتقتصر ملوثات الهواء على ماذكر سابقا فهناك ملوثات أخرى مثل الأبخرة العضوية والدخان وبعض أنواع اللقاحات النباتية والفلوريدات والكلوريدات والامونيا والمبيدات والإشعاع..... الخ.