جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية العلوم / قسم الكيمياء

الدراسات المسائية

تلوث المركبات العضوية واللاعضوية

بحث قدم إلى مجلس قسم الكيمياء / كلية العلوم كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس علوم في الكيمياء

من الطالب

سلام شامل حمزة

بإشراف

د. حسن شمران

٢٠١٩ م ١٤٤٠ هـ

الآية القرآنية

بسم الله الرحمن الرحيم

(قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ)

صَدَقَ اللهُ العَلِيُّ العَظِيمْ

سورة البقرة أية ٣٢

الاهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك .. ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ..

ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ..

ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

الله جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. إلى نبي الرحمة وشافع الأمه ..

محمد صلى الله عليه وآلة وسلم

إلى أئمة الهدى .. واعلام التقى .. والعروة الوثقى ..

الاثني عشر معصوم عليهم السلام

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار ..

إلى من أحمل أسمه بكل افتخار ..

أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار ..

أبي العزيز

إلى ملاكي في الحياة .. ودعوتي في النجاة .. نبع الحنان .. وملكة الجنان ..

إلى من كان دعائها سر نجاحي .. وحنانها بلسم جراحي ..

أمي الحبيبة

إلى سندي في شدتي .. وبهم اقوى على دنيتي ..

اخوتي الاعزاء

الباحث

شكر وتقدير

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين ..

وبعد لمن دواعي سروري بعد الانتهاء من انجاز البحث بحول الله وتعالى وقوته ، أن اتقدم بجزيل الشكر و الأمتنان الى استاذي الفاضل المشرف الاستاذ (حسن شمران) لما قدمهُ من آراء وافكار قيمة وتوجيهات سديدة وبناءة فضلا عن تواصله الدائم في اثناء مسيرة الكتابة مما اضفى عليه أسس الرصانة العلمية السليمة متمنياً له دوام الصحة والعافية والتوفيق

الباحث

المحتـويـات

ت	الموضوع	الصفحة
١	الآية القرآنية	أ
٢	الاهداء	ب
٣	الشكر والتقدير	ج
٤	المستخلص	د
٥	المقدمة	١
٦	المبحث الاول منهجية البحث	٢
٧	المبحث الثاني :الاطار النظري أولا : صناديق الاستثمار ثانيا : تجارب بعض الامم العربية	٤ - ١١
٨	المبحث الثالث الجانب العلمي	١٢ - ١٣
٩	الاستنتاجات	١٤
١٠	التوصيات	١٥
١١	المصادر	١٦ - ١٨

مفهوم التلوث (Concept of pollution) :

يقصد بالتلوث بأنه تدخل الأنشطة الانسانية في موارد وطاقات البيئة بحيث تعرض تلك الموارد والطاقات صحة الانسان او رفاهيته او المصادر الطبيعية للخطر او تجعلها في وضع يتحمل معه تعرضها للخطر بشكل مباشر او غير مباشر . ويعرف التلوث بوجود مادة او مواد غريبة في اي مكون من مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال او يحد من استعمالها .

- تقسم الملوثات تبعاً لصفاتها (Classification by properties) :

١- القابلية لذوبان في الماء والزيت والدهون .
٢- معدل الانتشار والتخفيف .
٣- التحلل البيولوجي ،
٤- الثبات في الهواء والماء والتربة والكائنات الحية .
٥- قابليته لتفاعل مع يغيره من المواد.

- تقسيم تبعاً لنوع النظام البيئي (Classification by sectors of environment) :

١- ملوثات المياه العذبة .
٢- ملوثات مياه البحار .
٣- ملوثات التربة .

- تقسيم الملوثات تبعاً لمصدر التلوث (Classification by source) :

١- نواتج احتراق الوقود :
أ- مصادر منزلية .
ب- مصادر صناعية .
ج- مصادر زراعية .
٢- نواتج ذات اصول صناعية :

تقسم وفقاً لنوع الصناعة مثلاً صناعة البلاستك ، الاسمنت ، صهر المعان .....الخ .

٣- منتجات منزلية وخدمية :

مثل نفايات المنازل ، نفايات المستشفيات ، نفايات المعامل .

٤- نواتج ذات اصول زراعية :

مثل مخلفات الحيوانات الزراعية ، مخلفات الاسمدة ومتبقيات المبيدات الكيميائية .

٥- نواتج الأنشطة العسكرية .
٦- نواتج النشاط البكتيري والفطري .

- التقسيم تبعاً لنمط الاستخدام (Classification by pattern of use) :

١- الاستخدامات في الصناعة :

مثل المواد الاولية ، المذيبات ، المثبتات ، الملونات ، المواد الحافظة ، مواد التشحيم ....الخ

٢- الاستخدامات في المنزل والمستشفيات :

مثل المنظفات ، الملطفات ، مواد الطلاء ، المطهرات والمبيدات الكيميائية ،

٣- الاستخدامات الزراعية :

الأسمدة ، المبيدات الكيميائية ، الوقود ، المعقمات .

٤- الاستخدامات في النقل :

الوقود ، مواد التشحيم و التنظيف و الدهانات ومعادن الجلفنة .

٥- الاستخدامات في الحروب .

- التقسيم تبعاً للآثار الناتجة (Classification by effects) :

١- ملوثات تؤثر على الانسان
٢- ملوثات تؤثر على الحيوانات
٣- ملوثات تؤثر على النباتات ،
٤- ملوثات تؤثر على مكونات الجو مثل طبقة الأوزون .
٥- ملوثات تؤثر على العمليات الحيوية الطبيعية في الماء .

كما يمكن تقسيم الملوثات الى الاقسام الاتية :

١- **ملوثات طبيعية :** وهي الملوثات التي لا يدخل الانسان في احداثها مثل الغازات والابخرة التي تتصاعد من البراكين او تأثير الانفجارات الشمسية على اضطرابات الطقس او احتراق الغابات بشكل طبيعي جراء ارتفاع الحرارة او انتشار حبوب اللقاح في الجو ، او الكائنات الحية الدقيقة (بكتريا وفطريات وفيروسات) .

٢- **ملوثات صناعية :** وهي الملوثات التي استحدثها الانسان من خلال ناطه الصناعي ، كالغازات والابخرة والمواد الصلبة التي تنتج من مداخن المصانع وعوادم السيارات وايضا المخلفات الناتجة من نشاط الناس وبعيشتهم .

٣- **ملوثات كيميائية :** وهي المواد الكيماوية التي يتعامل معها الانسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة (حشرية وفطرية ونباتية) والمنظفات الصناعية والمعقمات الكيماوية ونواتج الصناعات البترولية وصناعات الغزل والنسيج والحديد والصلب والاسمدة وغيرهـا.

٤- **ملوثات حيوية :** وهي الكائنات الحية التي تنتشر بشكل كبير في البيئات المختلفة مسببة اضراراً خطيرة بصحة الانسان وزراعته وحيواناته ومقتنياته المختلفة وتشمل هذه الكائنات الحية البكتريا والفطريات والفيروسات والانواع المختلفة من الكائنات الاخرى .

الغـــلاف الجـــــــوي :

يعرف الغلاف الجوي او ما يعرف ايضاً بالغلاف الهوائي : بأنه تلك الغلالة الشفافة التي تحيط بالأرض (يابسها ومائها) إحاطة تامة . وتفصل سطحها عن الفراغ الكوني ممتداً بدلك بعيداً عن سطحها بعضة مئات او الآلف الكيلومترات . وان كان حده العملي يستمر حتى 1000 كم . حيث يبلغ اقصى عمقه عند خط الاستواء ويتضاءل تدريجياً عن القرب من القطبين ، كما يتواجد 99.9 % من كتلة هذا الهواء دون الارتفاع 50 كم و 0997% تتواجد بين ارتفاع 50 – 100 كم .

وفيما يلي نستعرض بعض وظائف الغلاف الجوي والتي تبرز أهميـــــته :-

١- يعد الغلاف الجوي من أهم عوامل استمرار الحياة على سطح الارض ، وذلك لاحتوائه على جميع الغازات اللازمة لجميع الكائنات الحية لكي تقوم بوظائفها الحيوية .
٢- يعمل كـــدرع واقٍ لسطح الارض وما عليها من أحياء يحجز الإشعاعات الضارة والصادرة من الشمس وبشكل خاص الأشعة الفوق البنفسجية .
٣- يعمل على المحافظة على ثبات درجات الحرارة اليومية على سطح الارض ، وتقليل مدى الاختلاف بين درجاتها في الليل والنهار .
٤- يعمل على حفـظ حرارة الارض ليلاً ، ومنعها من التسرب الى الفضاء الخارجي .
٥- تتكون فيه السحب والرياح والامطار ، كمـــا انه وسيلة انتقال الصـوت .

ونظراً لاختلاف نسبة المكونات الهوائية ودرجة تركيزه مع الارتفاع كما يختلف مع ذلك كثافة الهواء وحركته ودرجة حرارته ونوعية المكونات الغازية السائدة فقد تم تقسيم الغلاف الجوي الى عدة طبقات رئيسية وهـــــي :-

١- <u>طبقة الغلاف السفلي (التربوسفير) Troposphere :</u>

كما تعرف هذه الطبقة بالغلاف المتغير وتشمل الجزء الاسفل من الجو الممتد من مستوى سطح البحر وحتى ارتفاع متوسط قدره 12 كم ، حيث تبلغ اقصى سماكة عند خـط الاستواء (16 كم) و أقل سماكة عند المنطقتين القطبيتين (8 كم) ، كما تزداد سماكتها في الفصول الحارة من السنة ، وتقل في الفصول الباردة ، تحتوي هذه الطبقة على ما يقارب 80 % من إجمالي كتلة الغلاف الجوي وتتكون من خليط من الغازات أهمها النتروجين وبنسبته(78 % تقريباً) والأكسجين (20 % تقريباً) .

٢- <u>طبقة الغلاف الزمهريري Stratosphere :</u>

وهي الطبقة التي تلي طبقة الغلاف السفلي ، وتبدأ من ارتفاع متوسط 14كم وحتى 50 كم من مستوى سطح البحر ، وتتميز هذه الطبقة باحتوائها على نسبة ضئيلة جداً من بخار الماء ، لذا لا يتكون فيها سحب . كما تتميز باحتوائها على نسبة عالية من غاز الأوزون O_3 الذي يبلغ اقصى كثافة له عند ارتفاع 22 كم . حيث يشكل جزءاً كبيراً من هذه الطبقة مما ادى الى تسميتها بطبقة الأوزون ، وينشأ الأوزون من الأكسجين بفعل الأشعة فوق البنفسجية التي تصل إليها مع أشعة الشمس والتي تتسبب في

حدوث تفاعلات كيموضوئية Photochemical Reactions اذ يتحول الاكسجين الجزيئي الى اكسجين ذري بفعل الطاقة الشمسية :

$$O_2 + hv \rightarrow O + O$$

ثم يتفاعل الاكسجين الذري الجزيئي ويشكل الأوزون :

$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

وللأوزون المتشكل أهمية كبيرة في حماية المحيط الحيوي Biosphere وما فيه من كائنات حية وذلك لأنه يمتص الاشعة الفوق البنفسجية قصيرة الموجة ويمنعها من الوصول الى سطح الارض .

٣- طبقة الغلاف المتوسط (Mesosphere) :

تنحصر هذه الطبقة بين 50 و80 كيلو متر فوق سطح الأرض ، لا تحتوي على بخار الماء ولكنها تحتوي على نسبة عالية من الأوزون ، ومكوناتها شديدة التخلخل وخفيفة (هيدروجين ، هيليوم). وتقل درجة الحرارة فيها مع الارتفاع لتصل الى حوالي 90 درجة تحت الصفر عند سقفها .

٤- طبقة الغلاف الحراري (Thermosphere) :

تبدأ هذه الطبقة من ارتفاع 80 كم تقريباً من سطح الارض وحتى ارتفاع 400 كم وفيها تكون الغازات بحالتها الذرية ، والهواء فيها قليل الكثافة ، تكثر ذرات الهليوم والأكسجين والنتروجين في الجزء السفلي من هذه الطبقة وحتى ارتفاع 115 كم من سطح الارض بينما تكثر ذرات الهيدروجين في الجزء العلوي منها .

٥- طبقة الغلاف الخارجي (Exosphere) :

وتبدأ من ارتفاع 400 كم وق سطح الأرض وتنتهي عند حافة الفضاء للكرة الأرضية . وتكون فيها حركة جزيئات الهواء سريعة جداً ، ويحدث في هذه الطبقة ان بعض الجزئيات الهواء تتحرر من تأثير الجاذبية الأرضية وتخرج بالتالي من الغلاف الجوي الى الفضاء وهذا ما يحدث بالنسبة للهيدروجين وهو الغاز الرئيسي في هذه الطبقة .

الهـــواء والتلـــوث The Atmosphere and Pollution :

يتكون الهواء غير الملوث من عناصر رئيسة هي الأكسجين والنتروجين وثنائي أكسيد الكربون والهيدروجين و بخار الماء . كمـــا يحتوي الهواء على نسب ضئيلة من الهيليوم والنيون والنشادر والأوزون و أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وجسيمات الغبار ودقائق لأملاح عضوية وغير عضوية كمـــا في الجدول رقم (١) .

جدول رقم (١) التركيب الطبيعي للهواء الجـاف النقـــــــي :

المكونات الغازية	الرمز	الحجم %	الكمية (جزء في المليون)
النتروجين	N_2	78.08	780840
الأكسجين	O_2	20.94	209476
الأرغن	Ar	0.93	9340
ثاني أكسيد الكربون	Co_2	0.03	314
النيون	Ne	0.0018	18
الهيليوم	He	0.0005	5.2
الأوزون	O_3	0- 0.00002	0.01
الهيدروجين	H_2	0.00005	0.5
الكريبتون	Kr	غاز نادر	1.0
الزينون	Xe	غاز نادر	0.087
الميثان	CH_4	غاز نادر	2.0

كمـا يمكن ان ينقسم التلوث الهوائي الى عدة أقسام كمـــا يلـي :

١) **تلوث محلي Local :** وهو التلوث الهوائي الذي يرتبط بأماكن محددة ، كالتلوث الذي يحدث لمدينة او لمنطقة صناعية محددة وغيـــرهـــــا .
٢) **تلوث إقليمي Regional** : وهو التلوث الهوائي الذي يشمل منطقة اكبر تضم عدة دول او حتى قارة بأكملها مثل تلوث حوض البحر الأبيض المتوسط او تلوث قارة أوربا .
٣) **تلوث عالمي Universal :** وهو التلوث الهوائي الذي تنتشر الملوثات فيه على مساحات كبيرة وتصل الى مناطق بعيدة عن مصادرها .مثل التلوث بالإشعاعات الذرية الذي يتجاوز الإقليم الذي يحدث فيه ، او التلوث الناشئ عن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في جوة الكرة الارضية أو تآكل طبقة الأوزون في طبقات الجو العلوية والمتوسطة وغيرهـــا .

مصادر تلوث الهواء :

تنقسم مصادر تلوث الهواء إلى قسمين رئيسين ، وهي إما مصادر طبيعية ليس للإنسان أي تدخل فيها ، أو مصادر بشرية بفعل نشاطات الإنسان المختلفة .

أولاً : المصادر الطبيعية لتلوث الهواء :

وهي المصادر التي تنجم عن الطبيعة دون تدخل الإنسان فيها ، وهي إما أن تكون صلبة ، أو سائلة أو غازية ، وتنحصر مصادر التلوث الطبيعي للهواء بالآتي :

١- البراكين
٢- الغبار والأتربة المثارة بفعل الرياح .
٣- حرائق الغابات .
٤- حبات (غبار) الطلع .
٥- الجراثيم من البكتريا وخلافها .

ثانياً : المصادر البشرية لتلوث الهواء :

إن استعمالات الإنسان المختلفة من خلال أنشطته المتنوعة في البيئة التي يعيش فيها تعتبر من المصادر البشرية لتلوث الهواء، سواء كانت تلك الاستخدامات في المجالات الصناعية، أو الاستخدامات المنزلية، أو الحياتية اليومية. ذلك أن الإنسان الذي يعيش في القرن العشرين اندفع اندفعا محموماً لم يسبق له مثيل من أجل إشباع رغباته من كل ما هو جديد ، منبهراً بوسائل التقنية الحديثة ، فأسرف باستغلالها غير مكترث بنتائجها ، فانعكس ذلك سلباً على نظام حياته ، وكان هو أكثر المتضررين من جراء التلوث الذي أحدثه .

أما أهم المصادر البشرية لتلوث الهواء فهي كما يلي :

١- الملوثات الناتجة عن حرق الوقود لإنتاج الطاقة
٢- الملوثات الناتجة عن انبعاث العوادم من وسائل النقل المختلفة .
٣- الغازات التي تنطلق من النفايات البشرية بجميع انواعها .
٤- الغازات ومركباتها المختلفة وجزيئات الغبار والحرارة المتولدة من المواقع الصناعية المختلفة .
٥- الملوثات الغازية والجزيئية التي تنتج من اعمال التعدين المختلفة .

جدول رقم (٢)

التوزيع العام للمادة الغازية والبركانية

المادة الغازية	الرمز	نسبته %
بخار الماء	H_2O	70.75
ثاني أكسيد الكربون	Co_2	14.07
هيدروجين	H	0.33
نيتروجين	N	5.45
أرجون	Ar	0.18
ثاني أكسيد الكبريت	SO_2	6.40
ثالث أكسيد الكبريت	SO_3	0.10
كلور	Cl	0.05

أهم ملوثات الهواء :

ينطلق إلى الهواء إما من المصادر الطبيعية ، أو البشرية ، العديد من الملوثات الصلبة ، والسائلة ، والغازية ، بنسب وتركيزات متفاوتة ، وهذه من شأنها أن تلحق ضرراً بالإنسان ، والحيوان ، والنبات ، وحتى الجماد ، فالصناعات المختلفة ووسائط النقل تساهم في إنتاج قدر كبير من ملوثات الهواء ، إضافة إلى الملوثات التي تنطلق من محطات توليد الطاقة ، والغازات المنبعثة من أماكن حرق النفايات الصلبة ، هذه كلها وغيرها تساهم في تركيز بعض العناصر في الهواء .

وتنقسم ملوثات الهواء إلى عدة أقسام :

- تلوث الهواء بالغازات .
- تلوث الهواء بالعناصر الثقيلة .
- تلوث الهواء بالجسيمات .
- الملوثات الثانوية للهواء .

وسنتناول كل عنصر من هذه العناصر على حدة .

أولاً : تلوث الهواء بالغازات :

١) أكاسيد الكربون :

أ- غاز اول اكسيد الكربون CO :

يتميز هذا الغاز أنه لا لون ولا طعم ولا رائحة له، وينحل في بلازما الدم بقدر ما ينحل في الماء، ودرجة انحلاله في الماء قليلة، يمكنه أن يحترق، لكنه لا يساعد على الاحتراق.
ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة ، وترجع خاصية السمية إلى قوة اتحاده مع هيموجلوبين الدم ، حيث يحل محل الأكسجين ، مما يحد من قابلية الدم لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم مما قد يسبب الموت . ويعد هذا الغاز من أكثر الغازات الملوثة للهواء سميّة ، وتقدر كمية أول أكسيد الكربون المنتجة عالمياً بحوالي ٣٠٠ مليون طن ، وتعتبر الصناعة ، والسيارات ، وتدفئة المنازل المصادر الرئيسة لتركز أول أكسيد الكربون في الجو .
ويوجد في الهواء الطبيعي غير الملوث عند تركيز لا يزيد عن ٠.١ جزء في المليون ، وعندما يتعرض الإنسان إلى جو يحتوي على ١٥ جزء في المليون من هذا الغاز ، فإن طاقة جهاز الدوران على حمل الأكسجين تقل بمعدل ١٥% أما إذا كانت حركة المرور في بعض الشوارع كثيفة ، وارتفع تركيز هذا الغاز إلى ٢٠-٣٠ جزء في المليون ، فإن الإنسان غالباً ما يصاب بالصداع ، وضعف الرؤية ، والغثيان والإرهاق .

ب- غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 :

أما غاز ثاني أكسيد الكربون فهو عديم اللون ، والرائحة ، وذو طعم غير مقبول ، يتراوح تركيزه في الهواء الطبيعي الجاف غير الملوث ٣٠٣-٣٢٠ جزء في المليون ، وبسبب إطلاق كميات كبيرة من هذا الغاز من مصادر مختلفة على مستوى عالمي، فقد وصل تركيزه في الغلاف الجوي عام ١٩٨٨م حوالي ٣٤٦ جزءاً في المليون، وخلال الفترة ما بين ١٩٧٠-١٩٨٧م كان معدل إطلاق الغاز إلى الهواء بمعدل ١٦٠٠٠-٢٩٠٠٠ مليون طن سنوياً . ويعتقد أنه توجد زيادة سنوية في تركيز هذا الغاز في الهواء تصل إلى حوالي ٠.٧ جزءاً في المليون بسبب احتراق الوقود المستخدم مثلاً في التدفئة ، ووسائل المواصلات ، وتوليد الكهرباء ، والصناعات المختلفة ، وحرق الفضلات .

٢) أكاسيد النيتروجين :

أكاسيد النيتروجين عديدة أشهرها غاز ثاني أكسيد النيتروجين (NO2) ، وغاز أول أكسيد النيتروجين (NO) ، وتتكون هذه الأكاسيد عند اتحاد الأكسجين والنيتروجين ، تحت درجات حرارة عالية ، كاحتراق البنزين ، والسولار في المركبات، وهذه الغازات تعتبر سامة، أما إذا وصلت نسبتها في الهواء إلى (٠.٠٧%) فإنها تؤدي إلى الموت خلال نصف ساعة .
ويعتبر عادم المركبات ، ومصانع حامض النيتريك ، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية من أهم مصادر أكاسيد النيتروجين . وتساهم غازات أكسيد النيتروجين مع المركبات الهيدروكربونية في تكوين الغيوم السوداء التي نشاهدها في سماء المدن الصناعية .

٣) أكاسيد الكبريت :

أكاسيد الكبريت عديدة ، وأشهرها على الإطلاق غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO2) ، ويتصف هذا الغاز بأنه عديم اللون ، قابل للاشتعال ، له رائحة نافذة إذا تجاوز تركيزه ٣ جزء في المليون .
يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت من حرق الكبريت ، أو الكبريتيد ، أو مركبات الفحم ، والبترول المحتوي على مركبات الكبريت ، حيث يوجد الكبريت في الفحم ، والبترول بنسب متفاوتة ، وقد وجد أن احتراق الفحم يعطي حوالي ٦ مليون طن من ثاني أكسيد الكبريت في السنة في بريطانيا وحدها ، لذا فإن انتزاع الكبريت من الفحم له دور فعال في الحد من مشكلة التلوث .
ويؤثر ثاني أكسيد الكبريت على الأغشية المخاطية ، ويسبب التهاباً في الجهاز التنفسي ، كما يسبب الكحة وعدم الراحة ، وإذا وجد هذا الغاز بتركيز ٥ جزء في المليون فإن هذا مؤشر لوجود تلوث خطير ، كما يؤثر هذا الغاز على النباتات، وقد وجد أن هذا الغاز إذا وصل إلى ٠.٠٢ جزءاً في المليون فإنه يؤثر على بعض النباتات .
وبصفة عامة يمكن القول إن غازات الكبريت ، وما ينتج عنها من ملوثات ثانوية ، من أخطر ملوثات الهواء على النظام البيئي ، فهي شديدة الخطورة لكل من الإنسان والحيوان والنبات على حد سواء .
أما الحد المسموح به كمعدل يومي لتركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت حسب قياسات الفدرالية الأمريكية فهو ٠.١ جزءاً في المليون ٢٨٥ ميكرو غرام/م^{٣}

٤) غاز كبريتيد الهيدروجين (H2S) :

يتصف هذا الغاز برائحته الكريهة التي تشبه رائحة البيض الفاسد ، ينتج من تخمر المخلفات البشرية السائلة ، ومن احتراق المواد التي تحتوي على الكبريت ومن الصناعات الجلدية ، وتكرير البترول ، وصناعة المطاط ، وهو من الغازات شديدة السمية يدخل في الجسم إما عن طريق التنفس أو عن طريق الجلد ، وهو بهذا يؤثر على الجهاز العصبي المركزي ، مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات في التنفس ، والحد من قدرة التفكير ، كما يسبب التهابات في الحنجرة ، والقصبات الهوائية، أما الحد الأعلى المسموح به فهو يتراوح ما بين (٠.٠٠٣-٠.٠٠٨ جزء في المليون) وإذا زاد مثلاً إلى ١٠٠ جزء في المليون لعدة دقائق فإنه يتلف حاسة الشم فوراً .

٥) الأوزون (O3) :

يتواجد هذا الغاز بصورة طبيعية في المستويات المنخفضة في الجو ، وتتزايد درجة تركيزه نتيجة الملوثات المتزايدة المنطلقة من عوادم السيارات ، يتواجد في الهواء الطبيعي بنسبة ٠.٠٢ جزءاً في المليون، أما إذا بلغت درجة تركيزه ١.٥-٢.٠ جزءاً في المليون ، فإنه سيترك آثاراً مرضية متمثلة في التهاب العيون، والحنجرة ، والرئتين ، ويلعب هذا الغاز في طبقات الجو العليا دوراً هاماً في حماية الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية، ويتفاوت تركيزه في الطبقات السفلى تبعاً لساعات اليوم، حيث يرتفع عند الظهر في المدن والضواحي السكنية . كما يؤثر الأوزون في النباتات ، فيسبب تبقع الأوراق ، ويظهر التأثير جلياً في نباتات البرسيم ، والقمح ، والبطاطا ، وغيرها

ثانياً : تلوث الهواء بالعناصر المعدنية :

١) الرصاص :

يعد الرصاص من أكثر المعادن السامة انتشاراً في الهواء ، وهو أخطرها على الإطلاق ، لذا فإن هذا المعدن جدير بأن يهتم به أكثر من غيره ، لما له من أضرار بالغة ، والسبب في ذلك أن المعادن لا توجد بنسب عالية إلا في بعض المناطق ، أي أن انتشارها محدودٌ ، بينما الرصاص يعتبر معدناً واسع الانتشار ، ويعتبر ملوثاً عالمياً ، وللسيارات الدور الأساسي في ذلك .
ويستخدم الرصاص ومركباته كمواد خام ، كما هو الحال في صناعة مبيدات الحشرات ، والدهانات ، وصناعة البطاريات ، إذ إن هذه المصانع (مصانع البطاريات) تقذف إلى الهواء معدلات عالية جداً ، فبينما حددت منظمة الصحة العالمية الحدود القصوى لتركيز هذا العنصر في الجو (٠.٠٥-١) ميكرو غرام/م^{٣} كمعدل سنوي ، نجد أن بعض مصانع البطاريات السائلة في الأردن ينتج ٤٠ ميكروجرام/م^{٣} متجاوزة الحد المسموح به بحوالي ٤٠ ضعفاً ، كما أن قطاع النقل في الأردن ينتج حوالي ٤٠ طناً من الرصاص سنوياً جراء احتراق البنزين الذي يحتوي على عنصر الرصاص .

وقد حددت منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى لتركيز الرصاص في مياه الشرب ٠.٠٥ جزءاً في المليون ، وفي الدم ٠.٧ جزءاً في المليون غير أن العديد من الهيئات الطبية أقرت بأنه من الواجب ألا تزيد المستويات العظمى للرصاص في الدم على ٠.٤ جزءاً في المليون عند البالغين ، و٠.٣ جزءاً في المليون عند الأطفال ، أما المستوى العادي للرصاص في دم البالغين فبلغ ٠.٢-٠.٣ جزءاً في المليون ، يدخل إلى الجسم إما عن طريق الطعام والشراب ، أو عن طريق التنفس .

وينطلق إلى الجو سنوياً في بريطانيا وحدها حوالي ١٠٠٠٠ طن من الرصاص ، وفي العالم حوالي ٥٠٠ ألف طن ، وفي العام ١٩٦٩م أطلقت السيارات إلى الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها حوالي ٢٠٠ ألف طن .

٢) الزئبق :

يعتبر الزئبق المعدن الوحيد الموجود في حالة السيولة ، ويتبخر عند درجات الحرارة العادية ويدخل الهواء على شكل بخار الزئبق ، ويستخدم هذا العنصر في صناعة الأدوات الكهربائية ، وصناعة الكلور ، ومحطات الطاقة الكهربائية العاملة على الفحم الحجري ، ومعامل تصنيع الزئبق ، ويستخدم كمبيد للفطريات .
ويعتبر بخار الزئبق أخطر أشكال الزئبق ، حيث إنه ينفذ إلى الرئتين، ثم ينتقل ليتراكم في الدماغ وأجزاء أخرى من الجسم مسبباً بذلك تسممات مختلفة تظهر على هيئة التهاب اللثة ، وإلى تلف الكلية ، والتعرض لفترة طويلة لتركيزات منخفضة من بخار الزئبق يؤدي إلى تشوهات جنينية ، وإلى التخلف العقلي عند الأطفال . أما الحد المسموح به في الاتحاد السوفيتي مثلاً خلال ٢٤ ساعة لا يزيد عن ٠.٠٠٠٣ مليجرام/م^{٣} .

٣) الكادميوم :

تنطلق جسيمات الكادميوم إلى الهواء بسبب استخدامه في صناعات متعددة، فمركبات الكادميوم تستخدم كعوامل مضادة للاحتكاك، كما يستخدم في الصناعات الكهربائية، وتكمن خطورة هذا العنصر

في خاصية التراكم الحيوي لهذا العنصر، حيث تتساقط جسيماته، وتغسل من الهواء مع الأمطار، ثم تتركز في أنسجة النباتات، ومنها إلى الحيوانات، ومنه إلى جسم الإنسان.
هذا وقد يسبب تركيز الكادميوم بعض أنواع السرطان ، ونظراً لخطورته فقد حددت الولايات المتحدة الأمريكية الحد الأعلى المسموح به ، كما حددته هيئة حماية البيئة وهو ٠.١ مليجرام/م^3 على هيئة أبخرة ، أما إذا كان على هيئة جسيمات حاملة للكادميوم فإن الحد الأعلى المسموح به هو ٠.٢ ميكروغرام/م^3 .

أضرار تلوث الهواء :

في الماضي كانت العوامل الداخلية الوراثية هي المسئول الأول والوحيد عن صحة الإنسان، ولكن مع التطور الصناعي والتكنولوجي وما صاحبها من تلوث للبيئة ، أصبحت العوامل الخارجية البيئية هي المسئول الأول والمباشر عن صحة الإنسان .

أما تلوث الهواء فهو أحد العناصر والمصادر الرئيسة التي تؤثر على صحة الإنسان ، إذ إن أي تغير كمي أو كيفي في مكونات الهواء التي يتنفسها الإنسان سواء في مكان عمله ، أو سكناه ، يؤدي إلى أمراض خطيرة واضطرابات فسيولوجية ، وتتأثر صحة الإنسان بجميع الغازات والمعادن الثقيلة ، والجسيمات العالقة في الهواء ، وحتى الملوثات الثانوية للهواء .

أولاً : الأضرار التي تلحقها الغازات بصحة الإنسان :

١) أول أكسيد الكربون :

يعتبر غاز أول أكسيد الكربون من أشد الغازات السامة الملوثة للهواء ، ويتراوح تأثير هذا الغاز على صحة الإنسان تبعاً لتركيزه ، حيث يؤدي إلى الصداع ، والشعور بالغثيان ، والإعياء ، والتقيؤ ، وصعوبة التنفس ، وارتخاء العضلات وقصور في الشريان التاجي ، وقد يصل الأمر إلى الغيبوبة أو الموت. وإذا ما بلغت درجة تركيزه في الهواء إلى ١٠٠٠ جزء في المليون ، فستكون المحصلة هي الموت المحتم ، وإذا ما بلغت التركيزات معدلات منخفضة خلال فترة طويلة ، فإن هذا يؤدي إلى اضطراب بنظام القلب والتنفس . أما إذا وصل تركيزه إلى ٥٠ جزء في المليون لمدة ستة أسابيع ، فإن ذلك يؤثر على عمل القلب والدماغ، وتقل القدرة على التركيز ، وتضعف قدرة الإنسان على العمل ، كما يؤثر على حدة الرؤية . أما إذا وصل تركيزه إلى ٨٥ جزءاً في المليون ، فإن فاعلية الدم لنقل الأكسجين تقل بمعدل ١٥% .
ويعتبر غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة ، وترجع خاصية السمية إلى قوة اتحاده مع هيموجلوبين الدم ، حيث يحل محل الأكسجين ، مما يحد من قابلية الدم لنقل الأكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم مما قد يسبب الموت .

٢) ثاني أكسيد الكبريت :

يؤثر غاز ثاني أكسيد الكبريت بشكل كبير على الصحة العامة ، إذ يؤدي إلى ضيق في التنفس ، وتساقط الشعر ، والتهاب الكلي والتهاب المجرى الأنفي والرئوي ، ويسبب السعال الشديد . وإذا وصل تركيز هذا الغاز إلى ٠.٥٢ جزءاً في المليون ، فإن عدد الوفيات سوف يزداد ولكن عند تركيزات منخفضة من هذا الغاز تصل إلى ٠.٩٢ جزءاً في المليون ، فإن هذا سيؤدي إلى الزيادة

المرضية في الجهاز التنفسي، وعند التعرض لفترات طويلة لهذا الغاز إلى (١) جزء في المليون ، فإن ذلك يسبب انقباضاً في القصبات الهوائية ، مما يزيد في مقاومة مرور الهواء إلى داخل الرئة .
ولا تقتصر سمية ثاني أكسيد الكبريت على الإنسان فحسب، بل تتعداه لتصل إلى النباتات أيضاً، ويظهر واضحاً في اصفرار الأوراق وظهور البقع ، ثم تجعد الورقة وموتها وسقوطها.

٣) أكاسيد النيتروجين :

يسبب غاز ثاني أكسيد النيتروجين عدة آثار على صحة الإنسان ، منها تهيج العيون ، وبطانة الجيوب الأنفية، والجهاز التنفسي، وإلى احتقان رئوي، والتهاب القصبات الهوائية. ويرجع سبب خطورة هذا الغاز إلى أنه عند استنشاقه يتحول داخل الجسم إلى حمض نيتريك مخفف ، فيؤثر مباشرة على أنسجة الرئة، ويتسبب في تهيج بطانتها وتليفها، وتسبب التهاب رئوي حاد. وعندما يصل تركيزه إلى ٣ جزء في المليون، فإنه يؤدي إلى تهيج العيون ، والأنف ، والتعرض لتركيز ٥ جزء في المليون لمدة دقيقة واحدة يسبب احتقاناً رئوياً ، كما أن التعرض لتركيز ٢٥ جزءاً في المليون لمدة خمس دقائق يسبب اضطرابات في التنفس .

ثانياً : الأضرار التي تلحقها العناصر الثقيلة بصحة الإنسان :

١) الرصاص :

تعتبر العناصر الثقيلة من المواد السامة للجسم ، وحتى التراكيز المنخفضة منها ، ويعتبر الرصاص واحداً من أخطر هذه العناصر ، حيث يدخل الرصاص الجسم عن طريق الرئتين ، أو عن طريق الجهاز الهضمي .
ويؤدي التعرض للهواء الملوث بجسيمات الرصاص لفترات طويلة إلى ترسيب الرصاص في معظم أنسجة الجسم ، ويسبب تأثيرات بالغة تشمل الأنيميا ، وتلف أنسجة الدماغ ، واختلال وظيفة الكلية ، وشلل الأطراف ، ويحل الرصاص محل الكالسيوم في العظام ، كما يسبب فقدان الشهية ، وعسر الهضم ، والتقلصات المعروفة باسم المغص الرصاصي ، كما يسبب أيضاً ألم المفاصل (النقرص الرصاصي) ويؤثر على الجهاز التناسلي ، والتشوهات الخلقية للأجنة .
وتزداد نسبة الرصاص في المواد الغذائية المعلبة ، إذ يُحكم إغلاق هذه العلب بالرصاص ، فيتسرب قسم منه إلى داخل العلبة وينتقل منها إلى جسم الإنسان .

ثالثاً : الأضرار التي تلحقها الجسيمات العالقة بصحة الإنسان :

تعتبر الجسيمات التي قطرها بين ٠.٠١ و١٠ ميكرون أكثر الجزيئات تأثيراً، وتلويثاً للهواء وذلك لأنها:

١- تشكل القسم الأكبر من الجسيمات الملوثة للهواء .
٢- تحوي جزيئات دقيقة تحدث أكبر الضرر للجهاز التنفسي ، وخاصة عند الأطفال ؛ لأنها تستطيع اختراق دفاعات الأنف بشكل يسهل الوصول إلى أعماق بعيدة في الرئتين .
٣- أنها تحتوي على الأتربة والدخان، والهباب، وجزيئات المبيدات، والأبخرة الناتجة من تكثف المواد الطيارة.

وتؤثر الجسيمات في الإنسان لوحدها أو متحدة مع الملوثات الهوائية الأخرى ، وذلك من خلال ملامستها للجلد والعيون وتوغلها داخل الجهاز التنفسي ، وتسبب الأمراض المختلفة ، وخاصة التهاب الشعب الهوائية ، والانتفاخ الرئوي ، والربو ، وتستأثر الجزيئات الصغيرة التي قطرها أقل من ٣ ميكرون بمعظم الأضرار التي تلحق بالجهاز التنفسي ، وخاصة الالتهاب الرئوي الذي يصيب القصبات الرئوية الدقيقة، ويعيق مرور الهواء، مما يجعل التنفس صعباً ، إضافة إلى الإصابة بالانتفاخ الرئوي.

جدول رقم (٣)

الأعضاء والأنسجة في جسم الإنسان والملوثات التي تستهدفها

العضو	الملوثات التي تؤثر عليه
الجهاز التنفسي	غاز أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، أكاسيد الكبريت، الأوزون، جسيمات الأسبستوزات، جسيمات الغبار العالق، جسيمات الهيدروكربونات، النيكل، الكادميوم، البريليوم .
الكبد	الكربونات الهالوجينية ، الزرنيخ ، المواد المشعة .
العظام	المواد المشعة ، الرصاص .
الدماغ	الرصاص ، الزئبق ، الكوبالت .
الغدة الدرقية	اليود المشع .
الطحال	الكادميوم ، الزئبق .
الجلد	جسيمات الغبار المتراكم ، جسيمات الأسبستوزات ، الزرنيخ .
الكلية	الكادميوم .
الدم	غاز أول أكسيد الكربون ، غاز أول أكسيد النيتروجين ، الرصاص .
العيون	رذاذ المطر الحمضي ، جسيمات الغبار العالق ، جسيمات الغبار المتساقط ، أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين ، الضباب الدخاني .

المصدر : سليمان العقيلي ، بشير جرار ، ١٩٩٠ .

كما يلحق الجسم العديد من الأمراض نتيجة لتركيز بعض العناصر في الجو أو في الجسم ، والجدول رقم (٤) يبين الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي قد تصيب الإنسان

جدول رقم (٤)

بعض الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي قد تصيب الإنسان

ت	نوع الملوث	التأثير
١	الجسيمات	مرض التحجر الرئوي ويعرف أيضاً بمرض الغبار الحجري ، مرض الغبار ، مرض الالتهاب الأسبستوزي .
٢	غاز أول أكسيد الكربون	نقص في قدرة الهيموجلوبين على نقل الأكسجين إلى أجزاء الجسم ، حيث يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين مكوناً كروبكسيد الهيموجلوبين الذي لا يستطيع حمل الأكسجين مما ينتج عنه آثاراً جانبية متعددة في الجسم تشمل الضعف العام وارتخاء العضلات وسرعة التنفس وغيرها .
٣	غاز ثاني أكسيد الكبريت	يسبب تهيج للبطانة المخاطية في الجهاز التنفسي مما يؤدي إلى سعال شديد وضيق في التنفس ، كما يعطل غاز ثاني أكسيد الكبريت عمل الأهداب الدقيقة المبطنة لمجرى الجهاز التنفسي ويسبب التهاباً بالقصبات والشعيبات الهوائية .
٤	غاز أول أكسيد النيتروجين	يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً الميثاجلوبين مما يسبب نقص وصول الأكسجين إلى أنسجة الجسم ، وعند التركيز العالي لهذا الغاز فإنه يسبب شللاً مميتاً ، كما أن التعرض لتركيزات منخفضة من هذا الغاز يسبب ما يعرف بظاهرة الطفل المزرق بسبب تكون الميثاجلوبين .
٥	غاز ثاني أكسيد النيتروجين	يسبب تهيج في البطانة المخاطية ، للجهاز التنفسي بسبب رائحته المخرشة والمسببة لحساسية معينة وعند التركيز العالي يسبب مرض التربل .
٦	غاز الأوزون	يسبب الأوزون تهيج في البطانة المخاطية ، وعند التركيز العالي فإنه يسبب اختناقاً رئوياً والتهاباً في الشعيبات الهوائية ومرض التربل ومرض انتفاخ الرئة .
٧	الزئبق	يهاجم الزئبق أنسجة الجهاز العصبي المركزي ويسبب آثاراً نفسية وعصبية ، كذلك يسبب تلوث الهواء ببخار وجسيمات الزئبق اضطرابات في الجهاز التنفسي والتهابات متنوعة وتشنج العضلات.
٨	الرصاص	يسبب تلف لجهاز البصر المركزي وخصوصاً الدماغ وقد يصيب الإنسان بالتخلف العقلي .
٩	النيكل	يسبب التقيؤ والصداع وسرعة التنفس كتأثير مباشر كما ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات ومركبات النيكل حروق بالجلد ، وقد يسبب أيضاً كل من سرطان الرئة وسرطان الجيوب الأنفية .
١٠	الزرنيخ	يسبب تلوث الهواء بالزرنيخ كل من سرطان الجلد وسرطان الكبد وسرطان الرئة كما قد يؤدي تلوث الهواء بالزرنيخ إلى تشويهات خلقية .

المصدر : سليمان العقيلي ، بشير جرار ، ١٩٩٠

اتباع الطرق الوقائية :

حيث أنه باتباع هذه الطرق الوقائية يمكن التخفيف من حدة التلوث و أضراره على البيئة ، ويمكن ان يتم ذلك باتباع بعض مما يلي :

١- اتباع التخطيط العلمي عند إنشاء اية صناعة لها تأثير ملوث معروف ، وضرورة الاخذ بعين الاعتبار الظروف المناخية (درجة الحرارة ، سرعة الرياح و اتجاهها ، نسبة الرطوبة ...الخ) والتضاريس وابعاد المنشآت الصناعية عن مراكز التجمعات البشرية .
٢- اتباع تنظيم مروري بيئي يتمثل في :
أ- ضبط السيارات التي تصدر عادماً بنسبة كبيرة تتجاوز الحدود المسوح بها .
ب- طلب الفحص الفني على السيارات عند تجديد رخص السير .
ج- العمل على فك الاختناقات المرورية في الطرق المزدحمة و أثناء ساعات الذروة .
د- إنقاص حجم الحركة المرورية في المجتمعات المدنية .
٣- التخطيط العمراني السليم ، ومراعاة ارتفاع المباني واتساع الشوارع ونسبة الحدائق العامة والمنتزهات وتوزع الخدمات العامة . والأخذ بالاعتبار النظرة المستقبلية لتزايد السكان واتساع العمران في المدن .
٤- وضع تشريعات ولوائح ومقاييس خاصة بالتراكيز القصوى للملوثات المسموح بوجودهـا في الهواء .
٥- استخدام مقالب القمامة المغطاة .
٦- الاهتمام بزراعة الاشجار والمسطحات الخضراء لدورها في تنقية الهواء ، حيث تتصف بعض النباتات بقدرتها الكبيرة على امتصاص بعض الملوثات ، كما تلعب الغابات والاحزمة الخضراء والمناطق المشجرة في المدن وحول المناطق الصناعية دوراً مهماً في تنقية الهواء من الغبار المعلق والمثار مع الرياح .
٧- العمل على توعية المواطن من خلال وسائل الاعلام المختلفة (تلفزيون ، اذاعة ، صحف ، مجلات)والمؤسسات التعليمية (مدارس ، معاهد ، كليات) عن طريق عرض البرامج التثقيفية وإقامة الندوات والمؤتمرات والتشجيع على الحوار و النقاش حول المواضيع البيئية ، وتوزيع الملصقات التحذيرية التي توضح أخطار التلوث وضرورة مكافحته والتحكم فيه .

تلوث الماء

عرفت مشكلة تلوث الماء منذ زمن بعيد ، ومع زيادة عدد السكان وزيادة النشاط الصناعي وتنوعه ازداد تلوث مياه الانهار والبحار والمحيطات حتى وصول الى درجة ان الكثير من الانهار والبحيرات وشواطئ البحار لم تعد قادرة على التنقية الذاتية ، ويقال ام الماء ملوث اذا ما تغير تركيب عناصره او تغيرت حالته بطريقة مباشرة بفعل نشاط الانسان ، بحيث يصبح الماء أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة له او بعضها .

مصادر ملوثات المـــــــــاء :

تصاب المياه بالتلوث من مصادر متعددة تتوقف على نوعيات ومواقع هذه الخزانات المائية ومن مصادر تلوث المياه مـــــا يلـــي :

١- **التلوث الطبيعي :** ينتج التلوث الطبيعي للمياه من وجود مخلفات طبيعية نباتية او حيوانية في هذه البيئات المائية ، بشرط الا يكون الانسان دخل في هذا النوع من التلوث ، وتشمل هذه المخلفات على الاجسام الميتة للكائنات الحية او المواد العضوية المتخلفة عنها وغير ذلك من المصادر ، ومما يساعد على انتشار هذا النوع من التلوث الدمار الذي لحق بالغطاء النباتي على الكرة الرضية .

٢- **التلوث الحراري :** وينتج هذا النوع من التلوث من استعمال كميات كبيرة من المياه لتبريد المفاعلات النووية او الحرارية في محطات الطاقة ، ثم إعادة صرفها الى البحر مرة ثانية ، وهذا من شأنه ان يؤدي الى إحداث تغير واضح في التوازن الحيوي في هذه البيئات نتيجة ارتفاع درجة حرارة المياه عدة درجات مئوية .

٣- **تلوث المياه بالنفط ومشتقاته :** وينتج هذا النوع من التلوث من انتشار البترول ومشتقاته على مساحات شاسعة من المياه والذي يؤدي الى تقليل التبادل الغازي بين الوسط المائي والهوائي المحيط به . مما يترتب عليه تقليل نسبة الأكسجين الذائب في الماء وبطبيعة الحال فإن هذا يؤثر بدوره على الكائنات البحرية ، كما ان للنفط ومشتقاته سمية واضحة على الكائنات الحيوانية والنباتية الدقيقة العالقة في الماء والتي تعد الغذاء الأولي للأسماك كما تقتل بقع التلوث بالنفط الكثير من الأحياء البحرية الاخرى ، وتقتل كذلك الطيور البحرية التي تتلامس اجسامها مع التلوث البترولي في المياه ، وفيما يلي نورد أهم الاسباب التي تؤدي الى تلوث المياه بالنفـــــــــط :

- حوادث ناقلات النفط غير المتعمدة .
- تفريغ مياه التوازن التي تعبأ بها الناقلات وهي فارغة .
- تسرب النفط اثناء تحميل وتفريغ الناقلات .
- النفط المس رب نتيجة الحفر في قيعان البحار والمحيطات وما يصاحبها من حوادث .
- مصافي النفط ومصانع البتروكيماويات ومعامل التكرير الشاطئية .
- النفايات والمخلفات النفطية التي تلقيه ناقلات النفط .

٤- **الامطار الحامضية :** تعتبر احماض الكبريتيك والنيتريك المكونين الرئيسين للأمطار الحمضية ، والتي تعمل على تغيير الرقم الهيدروجيني للمسطحات المائية مما يؤثر على الكائنات الحية المائية وقد تؤدي الى موتها احياناً . وتعتبر الأمطار حمضية اذا انخفض رقمها الهيدروجيني الى 5 فما دون . كما ان هناك ما يعرف بالأمطار القاعدية التي يصل الرقم الهيدروجيني لها الى 8 فما فوق وعادة ما تكون غنية بالكالسيت وغيرهـــــا من المواد كالكربونات المذابة وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبه الجافة ولا تشكل اخطاراً مقارنة بالأمطار الحمضية .

٥- **تلوث المياه بالمخلفات الصناعية :** تشكل المخلفات الصناعية واحدة من اخطر ملوثات البيئات المائية ، فقد يترتب على صرف هذه المخلفات في البحيرات والأنهار والمحيطات والبحار نتائج سيئة جداً على الكائنات الحية فيها . او المرتبطة بها ومن اخطر انواع التلوث البحري بالمخلفات الصناعية تلك التي تنتج من الصناعات الكيماوية مثل صناعة الورق او البويات او لنسيج او صناعة المبيدات ومستحضرتها ، فمخلفات هذه الصناعات تلوث البيئات المائية بمركبات كيماوية شديدة الخطورة والسمية او بمعان ثقيلة سامة مثل الزئبق و الرصاص والكادميوم والزرنيخ وغيرهـــــــــا .

وتتمثل خطورة هذه الملوثات في :

- التأثير المباشر على الحياة البحرية وما يترتب عليه من اخلال في التوازن الحيوي فيها
- ان بعض هذه الملوثات صفة التراكم داخل اجسام الكائنات البحرية الحية كالزئبق مما يهيئ الفرصة لانتقالها للإنسان من خلال السلاسل الغذائية .
- كثرة عدد مثل هذه الضارة وزيادة المنتجات المركبة الجديدة بصورة اسرع من تطور الدراسات التي تدور حول معرفة اضرارها .

٦- **التلوث بالمواد المشعة :** تتلوث المياه المواد المشعة لسقوط الأمطار الملوثة بها . او من مياه التبريد لمحطات القوى النووية بالإضافة لردم النفايات المشعة في اعماق البحار او تفريغ السائل منها بشكل مباشر في مياه البحار والمحيطات ، مما ادى الى زيادة نسبة المواد المشعة في المياه .

٧- **التلوث بالمبيدات :** تلوث البيئات واحدة من اخطر انواع التلوث ، بسبب ان للمبيدات تأثيرات شديدة السمية على البيئات المائية ، وعلى الكائنات الحية بها ، وللمبيدات انواع عدة فمنها المبيدات الحشرية ، ومبيدات الحشائش ومبيدات الفطريات ومسقطات الاوراق النباتية ومبيدات القوارض ومبيدات الرخويات ومبيدات الطيور وغيرها . وتتكون المبيدات من مركبات كيماوية متباينة .

تلوث التربة

إن التلوث بمعناه العام :- هو تواجد أي مادة من المواد الملوثة في البيئة بكميات تؤدى بطريق مباشر أو غير مباشر وبمفردها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الإضرار بالصحة ، أو تسبب في تعطيل الأنظمة البيئية حيث قد تتوقف تلك الأنظمة عن أداء دورها الطبيعي على سطح الكرة الأرضية.

ويعرف تلوث التربة :- بأنه الفساد الذي يصيب التربة فيغير من صفاتها وخواصها الطبيعية او الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تأثر سلبا بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من إنسان وحيوان ونبات.

كما يمكن تعريف تلوث التربة بأنه أي تغير فيزيائي أو كيمياوي للأرض و الذي يتسبب عنه عرقلة في استغلالها.

يقصد بالتربة تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي توجد وتنمو فيها جذور النباتات فضلا عن الحيوانات والكائنات الأخرى كالبكتيريا والفطريات ، وتعد التربة قاعدة الأنظمة البيئية على اليابسة والوسط الطبيعي لنمو جذور النباتات العليا المسئولة عن تثبيت الطاقة وإنتاج الغذاء في عملية التركيب الضوئي كما وان التربة إلى جانب أنها مصدر الماء والعناصر الغذائية للنبات وسنده الميكانيكي فهي ملجئ لعدد هائل من الكائنات الحية لأنظمة البيئة على اليابسة.

وتتعرض الترب إلى التلوث من خلال النشاطات المختلفة في الزراعة مثل استخدام المبيدات للآفات الزراعية المختلفة وتشير إحصائيات منظمة الغذاء الزراعي الدولية بان هناك أكثر من ألف مستحضر كيميائي يستخدم كمبيد ويباع مئات ألآلاف من الأطنان سنويا حيث يستعمله المزارعون في مكافحة الآفات مثل مادة الادرنين والكلودين ودي دي تي وغيرها ويؤدي تأثيرها التراكمي في التربة إلى انقراض لعدد من الحيوانات كالطيور أو موت ألأسماك التي تعيش في المسطحات المائية القريبة.

أسباب تلوث التربة :

١- التسرب من الخزانات والأنابيب مثل أنابيب النفط ومنتجاته.

٢- تخزين ونقل المواد الخام والنفايات .

٣- انبعاث الملوثات من أماكن تجميعها إلى البيئة المحيطة بها .

٤- انتقال المواد الملوثة مع مياه السيول أو المياه الجوفية.

٥- انتقال الغازات الخطرة من المناطق المجاورة .

٦- تمليح التربة والتشبع بالمياه ، فالاستخدام المفرط لمياه الري مع سوء الصرف يؤدي إلى الإضرار بالتربة .

٧- التوسع العمراني الذي أدى إلى تجريف وتبوير الأراضي الزراعية.

الخلل الذي يصيب التربة جراء التلوث الكيميائي

التلوث الكيميائي يقصد به كل أشكال التغيرات الكمية أو الكيفية في مكونات التربة من حيث صفاتها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية والتي تنتج بسبب استخدام بعض المواد الكيميائية سواء بقصد أم بغير قصد وبالتالي إفساد مكونات التربة ألأساسية وتغير تركيبها بحيث لم تعد تصلح للزراعة أو إن إنتاجها قد قل أو إنها تنتج غداءا ملوثا ضارا بالإنسان أما مصادر التلوث الكيميائي فهمي كثيرة ومن أهما التلوث بالمبيدات والمخصبات الزراعية والتلوث بالمنظفات الصناعية والتلوث بالمركبات العضوية الهالوجينية والتلوث بالأسلحة الكيماوية والتلوث الناتج عن الحوادث الصناعية .

ويمكن تصنيف أنواع الخلل التي تصيب التربة إلى:-

أولا:- خلل فيزيائي ويشمل

١- بناء التربة
٢- إزالة مواد غروية.
٣- تكوين طبقة غير نفاذة للجذور.
٤- صرف الماء الزائد.

ثانيا :- خلل كيميائي

١- تغيير الأس الهيدروجيني PH بشكل متطرف .
٢- تغير ملوحة التربة (قابلية التوصيل الكهربائي) .
٣- تجوية كيميائية لمعادن الطين .
٤- وجود معادن ثقيلة
٥- نقص الأوكسجين .

ثالثا :- خلل حيوي

١- انخفاض أعداد حيوانات التربة .
٢- وجود مسببات مرضية.

ويمكن تقسيم ملوثات التربة الكيميائية إلى

أولا:- ملوثات عضوية Organic Pollutants

١- هيدرو كاربونات عطرية حلقية Aromatic Polycyclic Hydrocarbons ومصادرها

- احتراق الفحم والبترول والخشب
- إسفلت
- قطران الفحم
- انبعاثات عوادم السيارات-الشحوم

٢- النترو العطرية Nitro Aromatic
ومصادرها (القنابل-المبيد الحشري-المبيد البكتيري)

٣- الفينولات وانيلينات Phenols, Anilines
ومصادرها:- (المبيدات البكتيرية،مياه الصرف للمصانع،مواد الصباغة،مبيدات الادغال)

٤- الهالوجينات العطرية Halogenated Aromatic
ومصادرها :--(مبيدات الحشائش،حرق المخلفات الطبية والمخلفات الصلبة ، احتراق البترول والفحم و الإطارات ،مناجم الرصاص) .

٥- الهالوجينات الأليفاتية Halogenated Aliphatic
ومصادرها :- صناعة البلاستك.

٦- المبيدات Pesticides
ومصادرها :- (الزراعة،صناعة المبيدات) .

٧- منتجات البترول
ومصادرها :- (صناعة تكرير البترول،السيارات ووسائل النقل،الصناعة)

ثانيا:- ملوثات غير عضوية Inorganic Pollutants وتشمل

١-العناصر الثقيلة والنادرة.

٢-النتروجين.

٣-النظائر المشعة.

ثالثاً : التلوث الحيوي للتربة :-

هذا النوع من التلوث آثاره الكبيرة على صحة الانسان والحيوان فالتربة تتلوث بكائنات حية دقيقة ناتجة عن افرازات الانسان عن طريق ري المحاصيل بمياه المجاري ، وتصل الى الانسان اما

مباشرة عن طريق التربة او بطريقة غير مباشرة من خلال الفواكه والخضروات المزروعة في التربة الملوثة .

رابعاً : التلوث الاشعاعي للتربة :

تعرف ظاهرة النشاط الاشعاعي بانها عبارة عن انطلاق لأنواع مختلفة من الاشعاعات (مثل اشعة الفا وبيتا وجاما) من انوية بعض النظائر اما بشكل طبيعي (النشاط الاشعاعي الطبيعي) او عن طريق استحثاث هذه الأنوية صناعياً (النشاط الاشعاعي الصناعي)

خامساً : ملوثات متنوعة :-

وهذه تشمل مخلفات المصانع المختلفة مثل مصانع تكرير النفط او مصانع صهر وسباكة المعادن التي تحتوي فضلاتها على معادن سامة مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والكادميوم وغيرها . وكذلك مخلفات المبازل الصلبة منها والسائلة (مياه الصرف الصحي) بما تحتويه من اوراق ومواد تغليف وعلب معدنية ومواد بلاستيكية .... الخ .

التلوث بالمخصبات(ألأسمدة)

١- الأسمدة العضوية

وهي تلك الناتجة من مخلفات الحيوانات والطيور والإنسان وكما هو معروف علميا ان هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

٢- الأسمدة غير العضوية

وهي تلك التي يصنعها الإنسان من مركبات كيميائيه وهي تؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من إن الغرض منها هو زيادة إنتاج الراضي الزراعية ولقد وجد المهتمون بالزراعة في بريطانيا إن زيادة محصول الفدان الواحد في السنوات الأخيرة لا تزيد على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيميائية إذ إن الاستعمال الواسع للأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تغطية التربة بطبقه لا مساميه أثناء سقوط الأمطار الغزيرة بينما تقل احتمالات تكون هذه الطبقة في حالة الأسمدة العضوية.

المبيدات :-

إن الاستعمال الخاطئ للمبيدات بأنواعها قد خلف كميات هائلة من هذه المبيدات في التربة ذلك ان نباتات والمحاصيل عامة لا تمتص من المبيدات ألا الكمية التي تتناسب وقدرتها ومعلوم ان المبيدات مع هطول الأمطار أو الري تتسرب إلى طبقات الأرض مسببة بذلك تلوث للمياه السطحية والجوفية ويمكن أن تتبخر بفعل حرارة الشمس وتسبب تلوث الهواء المحيط .علاوة على ذلك فان هذه المبيدات تقتل الكائنات الحية الدقيقة النافعة في التربة مخلة بذلك التوازن الدقيق والهام في بيئة التربة كما تحدث المبيدات تغيرا في الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة وتؤثر بذلك على ألإنتاجية الزراعية وبدلا من تحسين الزراعة وتطوير المنتجات الزراعية ينقلب الحال الى إضعافها ورداءه منتجاتها كي تساهم المبيدات في تحويل الآفات الثانوية إلى آفات رئيسية وتعاني العديد من دول العالم الثالث من مشكلة الاستعمال الخاطئ للمبيدات حيث يضن الكثير من المزارعين انه بزيادة استعمال المبيدات يمكن القضاء على الآفات الزراعية بشكل أفضل وبالتالي زيادة الإنتاجية ،فضلا عن أن بعض المبيدات تبقى في التربة لمدة طويلة قد تزيد على عشرين عاما ولنا هنا أن نتخيل تأثيرات هذه المبيدات على التربة نفسها وعلى ما ينمو فيها من نباتات فالمركبات العضوية للمبيدات تستطيع البقاء سنوات عديدة في الأراضي بسبب ثباتها البيولوجي وتنتقل المبيدات عالية الثبات من مكان إلى أخر من خلال الماء والرياح.

المصادر :

١- أرناؤوط محمد السيد ١٩٩٦ ، الانسان وتلوث البيئة ، الدار المصرية اللبنانية ، مصر .
٢- الحفيظ ، عماد محمد ذياب ١٩٨٦ ، الآفات الزراعية وسبل مكافحتها في العراق وزارة الزراعة ، العراق .
٣- الحفيظ ، عماد محمد ذياب ١٩٩٢ ، تأثيرات الفطريات والسموم الفطرية على الحبوب والبذور المؤثر ، العربي الاول للصناعات الغذائية ، الاتحاد العربي للصناعات الغذائية بغداد .
٤- الحفيظ ، عماد محمد ذياب ١٩٩٣ ، البيئة والغذاء في ظل الحصار بالعراق ، وزارة الثقافة والاعلام ، العراق
٥- الحفيظ ، عماد محمد ذياب٢٠٠٠ ، محاضرات تكنولوجيا التلوث ، جامعة التحدي ، ليبيا .
٦- الحفيظ ، عماد محمد ذياب٢٠٠١ ،حقائق جديدة عن العراق في ظل الحصار ، دار الياقوت ، الاردن
٧- الحفيظ ، عماد محمد ذياب٢٠٠٢ ،دراسات عن الزراعة والمياه في أغوار الاردن ، دار الياقوت الاردن
٨- الحفيظ ، عماد محمد ذياب ٢٠٠٣ ، شعب بين مطرقتين ، دار الياقوت ، الاردن
٩- الحفيظ ، عماد محمدذياب ٢٠٠٤ ، واقع شعب خلال الحرب وفترة ما بعد الحرب دار الياقوت ، الاردن .
١٠-الحفيظ ، عماد محمد ذياب ، عيسى عبدالحسين ١٩٧٧ ، تأثير رش المبيدات بالطائرات على الاعداء الطبيعية ، المؤتمر العربي الاول لأبحاث المبيدات ، جامعة طنطا ، مصر
١١-الراوي عبد الرزاق ومظفر سلمان ١٩٩٤ ، حالات التشوهات الخلقية في الاغنام الندوة العلمية الدولية حول بيئة العراق ، بغداد
١٢-السامرائي ، عدنان ومحمد ذياب الحفيظ ، ١٩٨٩ ، دراسات عن متبقيات مبيد الاكتلك في التمور مجلة علوم المبيدات ،العدد٤ ، بريطانيا .
١٣- سليمان العقيلي ، بشير جرار ، تلوث الهواء ، مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض ، ١٩٩٠ .
١٤-عبدالواحد ، نور محمد ،١٩٨٢ ، مكافحة تلوث التربة ، تقرير الجمعية الكيمياوية الامريكية (ترجمة) ، القاهرة .
١٥-عثمان ، ابراهيم وشوقي ياسين صبرة ،١٩٩٧ ، مستوى التلوث بالعناصر المعدنية والغازات في مدينة دمشق ، مجلة أبحاث البيئة والتنمية المستدامة ، العدد ١ ص ٢٩ -٥٢ .
١٦-عطية ، فليب ،١٩٩٢ ، امراض الفقر ، المشكلات الصحية في العالم الثالث ، عالم المعرفة ، الكويت .
١٧-العمر ، مثنى ،١٩٩٧ ، تقييم الحالة البيئية للمركبات الكلورية العضوية في البيئة والغذاء مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة ، العد ١ ،ص ٥٣-٧٢ .
١٨-العمر ، مثنى .٢٠٠٠ ، التلوث البيئي ، دار وائل . الاردن .
١٩-عوض ، عادل ومحمد ابو العلا ،١٩٩٧ ، حماية البيئة المائية من التلوث بمركبات الفسفور بتطوير وحدات المعالجة البيولوجية ، مجلة ابحاث البيئة المستدامة ،العدد١ ،ص٧٣-٨٦ .
٢٠-منظمة الغذاء والزراعة الدولية ،١٩٩٦ ، الانتاج الغذائي وتأثيره على البيئة ، روما ، ايطاليا