

# الباب الرابع التردد

مكونات البيئة والتلوث  
ووسائل التحكم فيها



## الباب الرابع مكونات البيئة والتلوث ووسائل التحكم فيها

وتشمل هذه المكونات (ماء / هواء / أرض / مناخ / حياة برية / موادخام / تراث طبيعي وثقافى) . وسوف نتعرض لأهم مكونات البيئة الثلاثة :

(١) الهواء

(٢) الماء

(٣) التربة

من حيث أهم ملوثاتها ووسائل التحكم فى هذه الملوثات .

### تلوث الهواء

يعتبر تلوث الهواء بالمواد الكيميائية أشد انواع التلوث البيئى ضرراً بأنواع الحياة المختلفة . يضاف إلى ذلك أن لتلوث الهواء آثاراً ضارة أخرى بمختلف المواد التى نستعملها وبخصائص التربة والبيئة المائية .

وقد نشأ تلوث الهواء منذ اكتشاف الإنسان للنار فى سالف العصور ، ولكن هذه المسألة لم تدخل فى عداد المشكلات البيئية إلا فى أعقاب التطور الصناعى والتكنولوجى للإنسان المعاصر - حيث بدأ الإنسان المعاصر فى استخدام الفحم والبترول كمصادر للطاقة ، كما أقام الكثير من الصناعات الكيميائية بالقرب من المناطق الأهلة بالسكان . كذلك أقسام المفاعلات النووية للأغراض السلمية والحربية .

ويمكن أن يعزى التلوث الكيميائى للهواء إلى عديد من المواد منها أول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت ، والنيتروجين والهيدروكربونات والجسيمات الغريبة .

ويوضح الجدول الآتي ، جدول (٤-٢) مصادر تلوث الهواء المختلفة ، وأنواع ونسب مكونات الهواء الكيميائية التي يطلقها كل نوع .

### نوعيات وكميات المكونات الأولية للهواء

( الكمية بالمليون طن كل عام )

في الولايات المتحدة الأمريكية .

الوزن الكلى للمكونات التي يطلقها كل مصدر	وزن كل مكون من مكونات التلوث					مصادر التلوث الهوائى
	هيدروكربونات	أكاسيد النيتروجين	أكاسيد الكبريت	أول أكسيد الكربون	هيدروكربونات غيرية	
٩٠,٥	١,٢	١٦,٦	٨,١	٠,٨	٦٣,٨	وسائل النقل
٤٥,٩	٨,٩	٠,٧	١٠,٠	٢٤,٤	١,٩	احتراق الوقود
٢٩,٣	٧,٥	٤,٦	٠,٢	٧,٣٠	٩,٧	عمليات صناعية
١١,٢	١,١	١,٦	٠,٦	,١	٧,٨	المخلفات الصلبة
٣٧,٣	٩,٦	٨,٥	١,٧	٠,٦	١٦,٩	مواد متنوعة أخرى
٢١٤,٢	٢٨,٣	٣٢,٠	٢٠,٦	٣٣,٢	١٠٠,١	الوزن الكلى لكل ملوث من الملوثات

ويتضح من الجدول السابق أن أول أكسيد الكربون من أهم ملوثات الهواء ، وأن وسائل النقل من أهم مصادر التلوث للهواء .

#### (١) أول أكسيد الكربون : يتكون أول أكسيد الكربون أثناء الاحتراق غير

الكامل للفحم ومشتقات البترول ومنها الجازولين ، كما يتكون نتيجة لتكسير ثانى أكسيد الكربون عند درجات الحرارة العالية . وقد وجد أن أكثر المناطق تلوثاً بأول أكسيد الكربون هي أكثرها ازدحاماً بالسيارات ، كما يتواجد في الطبيعة في الغاز الطبيعى ، ويتولد أثناء العواصف الرعدية ويتضاعف

تركيز أول أكسيد الكربون في المحيط الحيوى للإنسان فى كل أربع أو خمسة أعوام .

إلا أن هناك عدة عمليات تتم فى الطبيعة ، تساعد فى التقليل من تلوث الهواء بأول أكسيد الكربون نورد منها على سبيل المثال الأوكسدة الضوئية لأول أكسيد الكربون بأكسجين الهواء الجوى لتكوين ثانى أكسيد الكربون فى ضوء الشمس ، وقد أثبتت البحوث الجارية أن هذا التفاعل ينزع نسبة ( ١ , ٠ ٪ ) من أول أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى لكل ساعة من ساعات النهار المشمس .

(٢) أكاسيد الكبريت : تعتبر أكاسيد الكبريت ( ثانى أكسيد الكبريت ) من أخطر الملوثات الغازية ، وتنشأ أكاسيد الكبريت فى الهواء الجوى ، إما صناعياً عن طريق نشاطات الإنسان المختلفة ، أو من مصادر طبيعية مثل البراكين .

وتتولد أكاسيد الكبريت عند احتراق المواد التى تحتوى على الكبريت ، وتتوقف نسبة كل منهما فى ناتج الاحتراق على كمية الأوكسجين . وحتى فى وجود زيادة من الأوكسجين ، فإن ثانى أكسيد الكبريت يتكون بنسبة أكبر من ثالث أكسيد الكبريت ؛ حيث لا تقل نسبته فى الخليط عن ( ٩٠ ٪ ) ولا يتواجد ثالث أكسيد الكبريت فى الهواء الجوى كغاز إلا فى تركيزات بخار الماء المنخفضة ) . أما فى التركيزات العالية فإن ثالث أكسيد الكبريت يذوب فوراً فى بخار الماء مكوناً حمض كبريتيك .

### (٣) الملوثات الهوائية الأخرى :

الهيدروكربونات وأكاسيد النيتروجين تنتج من الاحتراق غير الكامل فى المواقف والأفران ومحركات السيارات وحرق النفايات ؛ وفى داخل المدن المزدحمة بالسكان والسيارات تخرج هذه الغازات ، وفى وجود أشعة الشمس ( فوق البنفسجية ) تتحد الغازات الهيدروكربونية مع أكاسيد النيتروجين ، وأكسجين الهواء الجوى ، مكونة عدداً كبيراً من الغازات التى تسبب الضباب الأسود ، الذى يكثر فى المدن المزدحمة ؛ خصوصاً أثناء فصل الشتاء . وقد أدى الضباب الأسود فوق مدينة لندن إلى وفاة ٤٠٠٠ شخص ( عام ١٩٥٤ ) .

### (٤) الجسيمات الغريبة :

ينشأ معظمها عن نشاطات الإنسان المختلفة ، فمع تقدم علم الكيمياء نشأت صناعات كثيرة ، وأخذت مداخن المصانع تقذف بدخان يحتوى على جسيمات دقيقة من الكربون والرماد المتطاير والشحم والزيت . وقد تكون هذه الجسيمات ثقيلة بالقدر الكافى فسقط على الأرض مسببة تلوث الأجسام والملابس والمعادن وخلافه .

### الآثار الضارة لملوثات الهواء على الإنسان :

تأثير أكسيد الكربون يعمل على تقليل قدرة الدم على حمل الأكسجين ، وهذا يعنى وضع إجهاد إضافى على القلب فى أداء وظيفته ، كما يعنى وضع جهد أكبر على الجهاز التنفسى . وتوجد شواهد على حدوث تسمم مزمن بأول اكسيد الكربون على بعض السائقين وعساكر المرور وساكنى المناطق المزدحمة بالمرور .

ويصيب ثانى أكسيد الكبريت الرئتين وأجزاء من الجهاز التنفسى ويعمل على تقليل التنظيف الذى تقوم به الخلايا الهدبية التى تبطن الجهاز التنفسى ، كما أنه يعمل زيادة الإصابة بالربو والزكام المزمن وضيق التنفس . وقد وجد أن تركيزه جزء فى المليون أو أعلى من ذلك يسبب التهاب الجهاز التنفسى .

كما أن ارتفاع نسبة السناج فى الهواء وارتفاع حالات الالتهاب الرئوى ، وأمراض الحساسية ناتجة من أنواع هذه الجسيمات فى الجو ، وقد أثبتت نسبة جسيمات الرصاص من عادم السيارات .

### الآثار الفيزيوكيميائية لملوثات الهواء :

تتفاعل ملوثات الهواء مع كثير من المواد وتعمل على تأكلها وتلفها ؛ مما يتسبب عنه خسارة اقتصادية كبيرة . وأخطر هذه الملوثات هى الأتربة والغازات الحمضية والقلووية وتزداد نسبة الرطوبة فى الهواء مما يؤدى إلى :

(١) تآكل العوازل والأسلاك الكهربائية ؛ خصوصاً المستخدمة فى خطوط الجو العالى .

(٢) صدأ المعادن وتأكلها وخاصة المصنوعات الحديدية والنيكلية والنحاسية .

- (٣) تلف وتآكل المواد العضوية كالأخشاب والأقطان نتيجة لتفاعل بعض الملوثات مع المواد البروتينية الموجودة في هذه المواد .
- (٤) اتساخ وفقدان القيمة الجمالية لكثير من المباني والطلاءات .
- (٥) الملوثات العالقة بالهواء تحجب ضوء الشمس الطبيعي ، وكثيراً من الأشعة فوق البنفسجية .

### وسائل التحكم في ملوثات الهواء :

إن تنقية الهواء تنقية تامة من الملوثات العالقة أمر مستحيل ، بل وباهظ التكاليف ، وليس في الواقع من الأمور الضرورية ، إذ إنه يمكن خلق بيئة صحية بالتقليل فقط من كمية الملوثات في الجو إلى الحدود المتعارف عليها . ويجدر بالذكر أن وسائل التحكم في الملوثات - وإن كانت باهظة التكاليف - إلا أنها على المدى الطويل قد تثبت أنها وسائل اقتصادية ، ولا يمكننا أن نزعم أن لدينا من المعلومات أو من الوسائل ما يجعل حل مشاكل التلوث جميعاً أمراً هيناً . وقد أوصت مجموعة من خبراء منظمة الصحة العالمية بالاهتمام بتحصيل معلومات عن تلوث الهواء والتحكم فيه ، وجعل هذه المعلومات في متناول القائمين على الصناعة ، وكافة الهيئات المعنية بهذه الامور ، وأن يكون ذلك مصحوباً بسن التشريعات المناسبة للحد من التلوث ( وسنتناول ذلك في المبحث الثالث ) إن شاء الله .

كما أن التقدم العلمي التقني مكّن الإنسان المعاصر من الحد من التلوث الهوائي بعدة وسائل ، أهمها :

(١) استبدال انواع الوقود التي تنتج عنها التلوث كالفحم والجازولين بأنواع أخرى ، تعطى نسبة أقل من الملوثات مثل الغاز الطبيعي .

(٢) التحكم في الملوثات الناتجة عن عادم السيارات ، ويشمل ذلك الخطوات الآتية :

أ - استخدام الوسائل التكنولوجية للتحكم ، وذلك بتعديل المحركات لتحقيق الاحتراق الكامل للوقود ، عن طريق التحكم في خليط الهواء والوقود . ومن أحدث الطرق المستعملة ضبط تركيب مزيج الوقود والهواء إلكترونياً بحيث يؤدي إلى احتراق كامل للوقود ، وإلى انبعاث أقل قدر من الملوثات .

- ب - تركيب فلتر أو مفاعل قبل نهاية ماسورة عادم السيارة ، تكتمل فيه عملية الاحتراق ، وذلك بتحويل أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون .
- (٣) التحكم فى الملوثات الناتجة عن الصناعات الكيماوية ، وذلك باستخدام الوسائل والأجهزة المنظفة للهواء ، وتشمل :
- أ - الوسائل الخاصة بتنقية الغازات من الملوثات الصلبة ، ومنها :
- ب - وسائل تعتمد على ترسيب الملوثات بالتقليل من سرعتها بإمرارها فى غرفة متسعة حيث يتغلب تأثير الجاذبية الأرضية اندفاعها بترسيبها .
- ج - وسائل تعتمد على القوة الطاردة المركزية ، والتي يتسبب عنها انفصال الملوثات الصلبة عن تيار الهواء المحمل بها ، وارتطامها بحواجز موضوعة فى طريق الهواء الملوث .
- د - المرسب الكهربائى : ويعتمد على إمرار الهواء الملوث بين قطبين كهربائيين بينهما جهد كهربى عال ، فتعطى الملوثات الصلبة شحنة كهربائية أثناء مرورها ، ومن ثم تلتصق بأحد الاقطاب وترسب عليه .
- هـ - المرشحات : حيث يمر بها الهواء الملوث فتحتجز الجسيمات الصلبة ، ومنها ما يتخذ شكل الحبيبات أو الأنسجة المختلفة او الصرف الزجاجى أو أوراق الترشيح . وهى ذات كفاءات مختلفة تعتمد على نوع المادة المستعملة وحجم مسامها .
- و - ترطيب أو غسل الهواء الملوث بواسطة رذاذ أو قطرات من الماء .
- ز - استخدام المداخن المرتفعة إذا لم يكن هناك بد من انبعاث الملوثات ، مع مراعاة أن ارتفاع المدخنة يساعد على تخفيف الملوثات بتوزيعها على مساحة أكبر .
- ح - استخدام مصادر أخرى للطاقة ، لا ينشأ عنها تلوث بيئى ، مثل مساقط المياه والطاقة الشمسية .

### تلوث المحيط المائى

لنظم البيئية علاقات مباشرة وغير مباشرة بحياة الإنسان ، فمياها التي تتبخر ثم

تسقط في شكل أمطار ضرورية للحياة اليابسة . ومنذ القدم اتخذ الانسان من البحار مكاناً مفضلاً لرمى فضلاته ، وقد ازداد ذلك بتقدم الصناعات الكيميائية ؛ حيث أصبحت البحار مجعماً لكل ما تطرحه هذه الصناعات ، وغيرها من فضلات إما بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الأنهار .

ومن خصائص النظام البيئي البحري « التنقية الذاتية » حيث تفرز الكائنات المجهرية مواد كيميائية مضادة للبكتريا التي تلوث البحار عن طريق إلقاء الفضلات فتقتلها ، إلا أن البترول أو المواد السامة التي تصل إلى البحار تعوق إفراز هذه المواد . وإذا زادت نسبتها في الوسط البحري فإنها تسبب موت الكائنات المجهرية ، وبذلك تنعدم قدرة النظام البيئي البحري على التنقية الذاتية . وتعدد مصادر التلوث الكيمائي وأثره كما يتضح فيما يلي :

### (١) استخدام المنظفات الصناعية غير القابلة للتفكك الحيوى :

ازدادت حاجة الإنسان المعاصر لاستخدام المنظفات الصناعية بتعدد أنشطته ، ويتقدم علم الكيمياء ، وأنتجت الآلاف من المنظفات الصناعية تحت أسماء مختلفة . وأخذت مياه الغسيل المحتوية على المنظفات طريقها إلى مياه الترع والأنهار . وبعض هذه المنظفات غير قابل للتفكك الحيوى فيقلل من الأكسجين المذاب فى الماء ؛ مما يؤثر على الأحياء الدقيقة والأسماك التي تعيش فيه ، كما يضر بالبكتريات المحللة فيتعفن الماء ويفقد قدرته على إعاشة الكائنات الحية الأخرى .

وقد أثبتت منظفات الفوسفات أنها أقل المنظفات ضرراً على البيئة ؛ لأنها غير سامة للأحياء المائية - أو الإنسان - كما أنها سهلة التحلل وسهلة الإزالة من المياه عند معالجتها لأغراض الشرب .

### (٢) التلوث بالمواد الصلبة غير القابلة للتفكك حيويًا كالنيلون والبلاستيك

#### وغيرها من البتروكيميائيات :

حيث لم يهتد العلم بعد إلى وسيلة للتخلص منها ، ولا تستطيع بكتريا التحلل المتنوعة هضم تلك المواد الصناعية وتحليلها .

**(٣) المواد المشعة :**

ومن مصادرها الإشعاعات الواردة من الفضاء الخارجي ، أو من الخامات المشعة الموجودة في الأرض ، ويستطيع الإنسان التعايش مع هذه الإشعاعات ، ولكن النوع الوحيد من الملوثات الإشعاعية التي يجب التخلص منها بقدر المستطاع - هي تلك الناتجة عن الانفجارات ، أو الاختبارات النووية انفجار مفاعل شانوييل بالاتحاد السوفيتي في إبريل ١٩٨٦ ، وقد تسبب عنه تهديد جميع المناطق المحيطة وجميع أوروبا وبلاد آسيا حيث أثر على المياه والتربة والهواء ؛ حيث تتراكم الملوثات وتنتقل من أماكن صدورها مع الهواء إلى مناطق بعيدة عبر الحدود التي انبعثت منها وتسقط مع الأمطار مسببة تلوث مياه الأنهار والبحيرات والتربة .

**(٤) المخلفات البترولية**

الصادرة عن البواخر وعن تصادم أو تنظيف ناقلات البترول أو التنقيب عن البترول في مياه البحار . ويصحب اندفاع أو تسرب زيت البترول على سطح الماء عزل اكسجين الهواء عن الماء مهلكاً الكثير من الكائنات الحية البحرية وبخاصة الأسماك !

**(٥) المخلفات الصناعية الحاوية لمركبات الزئبق والرصاص والكاديوم :**

يلاحظ أنه رغم قلة تركيز هذه المواد في المياه إلا أن أثرها خطير جداً على الإنسان . ويرجع ذلك إلى أن الكائنات المجهرية تمتص هذه المواد ، وتجمعها في جسمها ، ثم تتركز هذه المواد من جديد في جسم الأسماك التي تتغذى على هذه الكائنات ؛ فإذا تغذى الإنسان على هذه الأسماك أصابته بالتسمم .

**(٦) التلوث بمبيدات الآفات :**

مع تقدم علم الكيمياء تم اكتشاف كثير من المبيدات العضوية المخلقة صناعياً ، وقد استخدمت الطائرات في رش المبيدات ، ونظراً لقرب المناطق الزراعية من المناطق السكانية ومجاري الأنهار فقد نشأ عن ذلك ظهور مشاكل بيئية حادة نتيجة للتلوث بهذه الكيماويات الغريبة على مكونات البيئة .

ويمكن تقسيم المبيدات الحشرية العضوية المخلقة طبقاً لتركيبها إلى :

- (١) مبيدات عضوية هالوجينية ومنها ( د . د . ت )  
 (٢) مبيدات عضوية فسفورية ومنها ( المالاتايونى )  
 (٣) مبيدات الكاربامات ومنها ( البايجون )

وهناك عاملان هامان يجب تداركهما عند استخدام أى مبيد فى بيئة ما ، وهما درجةسمية هذا المبيد ومدى قابليته للتحلل . وتعتمد درجةسمية المبيد الحشرى على نوع المبيد ، كما أنها تختلف داخل النوع الواحد من مبيد لآخر .

وأما بالنسبة لقابلية المبيد الحشرى للتحلل . . فقد أثبتت البحوث أن المبيدات الحشرية الفوسفورية والكاربامات أكثر قابلية للتحلل من المبيدات العضوية الهالوجينية . ويوضح جدول ( ٤ - ٢ ) : فترة نصف العمر للكاربامات ومبيد عضوى فسفورى وآخر هالوجينى . فترة نصف العمر لكل نوع من الأنواع الثلاثة السابقة :

م	نوع المبيد الحشرى	فترة نصف العمر بالسنوات
١	الكاربامات	٠,٢ ( اسبوع تقريبا )
٢	عضوى فسفورى	٠,٢ - ٠,٢ ( ١ - ١٠ اسبوعا تقريبا )
٣	عضوى هالوجينى	٢ - ٤ تقريبا

وبالإضافة الى عامل تركيب المبيد ، هناك عوامل أخرى تتحكم فى درجة تحلل المبيدات منها فوق التربة ودرجة حرارة الجو . ومن الجدول السابق يتضح أن المبيدات العضوية الهالوجينية تظل فى التربة لأعوام قبل التحلل .

كما أن هناك مثلاً واضحاً يدل على أن ( د . د . ت ) يحدث خللاً فى التوازن الطبيعى للاحياء فى النظام البيئى . فقد حدث فى جزيرة بورنيو بأندونيسيا أن استعمل هذا المبيد على نطاق واسع لمكافحة بعوض الملاريا ، التى كانت تنتشر فى هذا الوقت ، وانتهت بفضلها مشكلات الملاريا بموت البعوض الناقل لها .

ولكن بعد قليل ظهر وباء الطاعون ، وهدد الحياة ، وبتحليل الوقت علميا وجد أن سلاسل الغذاء فى البيئة قد اختلت على النحو التالى :

فقد أصاب ( د . د . ت ) صراصير المنازل أيضاً ، ولكنها لم تمت كالبعوض بل هبط

نشاطها فأمكن للأبراص الموجودة بالمنازل أن تلحق بها وتأكلها بدلاً من البعوض ، وبذلك استقبلت الأبراص كمية من المبيد ، ولكنها لم تمت بل هبطت سرعتها ، وتمكنت القطط من اصطيادها بدلاً من الفئران ، وبذلك تركز قدر عال من المبيد فى القطط ، فأنتى عليها . مما زاد عدد الفئران أيضاً ففضى المبيد على الطيور ومَنها ( البوم ) التى كانت كل ليلة تأكل كمية كبيرة من الفئران فكثرت الفئران ، وبذلك تسبب فى انتشار الطاعون بفضل ما تحمله تلك الفئران من براغيث ناقله للمرض .

ومن الآثار المعروفة حالياً للمبيدات الحشرية اكتساب الحشرات مناعة تدريجية لها جيلاً بعد جيل ، فتزداد مقاومتها لها وتقل فعاليتها وكفائتها بعد وقت من استخدامها ؛ مما يدفعنا إلى تغييرها بمبيدات جديدة كل مدة زمنية دون دراسة متأنية عن أثر دخول هذه المبيدات على البيئة .

وكان من أثر رش المبيدات على المزروعات فى مصر موت كثير من الطيور النافعة للفلاح كأبى قردان والهدهد . كما هلك كثير من الحشرات المفيدة للمحاصيل مثل نحل العسل وغيرها من الحشرات التى كانت تساعد على التلقيح الخلطى للمحاصيل فتزيدها إنتاجاً ، وظهرت آفات لم تكن معروفة فى مصر مثل البقعة الخضراء وغيرها .

وبسبب تلك المشاكل الناتجة عن استخدام المبيدات الحشرية . . فقد قررت بعض الدول المتقدمة وقف استخدامها نهائياً ، والبحث عن وسائل أخرى لمقاومة الحشرات .

### وسائل التحكم فى ملوثات المياه :

(١) إجراء المسوحات اللازمة لمعرفة نوع وكمية الملوثات ، التى تطرح فى الأنهار والبحيرات .

(٢) ضرورة معالجة مياه المجارى قبل تصريفها فى الأنهار والبحيرات ( وفعلاً تقوم الدول حالياً بتغيير شبكة الصرف الصحى لمعالجة مياه المجارى قبل إلقائها فى الأنهار والبحار ) .

(٣) ضرورة معالجة المخلفات الصناعية قبل إلقائها فى الأنهار والبحيرات .

(٤) استعمال مبيدات أكثر قابلية للتحلل ، ودراسة طرق التخلص منها متى وصلت لمياه الشرب .

## تلوث التربة :

تلوث التربة الزراعية بعدد من المركبات الغريبة على مكوناتها المعدنية والعضوية . ويتم ذلك عن طريق المواد الكيميائية التي تتواجد في البيئات الهوائية والمائية . إلا أن التلوث المركز المباشر يأتي عن طريق استخدام المخصبات الكيميائية ومبيدات الفطريات والقوارض والأعشاب والآفات الزراعية . ويتج حالياً على المستوى العالمى الآلاف من هذه المركبات العضوية المختلفة صناعياً ، كما أننا لانزال نستخدم بعض المبيدات السامة غير العضوية . ويزيد من أضرار هذه المواد قابليتها للتبخر وميلها للذوبان ومقاومتها لعمليات التحلل المختلفة . وعموماً تتوقف المدة التي تظل فيها بقايا هذه المواد في التربة على عدة عوامل ، أهمها :

- (١) نوع المبيد وكيفية استخدامه .
  - (٢) نوع التربة ودرجة حرارتها ورطوبتها .
  - (٣) نوع المحصول الزراعى .
  - (٤) طريقة حرث الأرض .
  - (٥) أنواع الكائنات الدقيقة الموجودة بالتربة .
  - (٦) العوامل المناخية وخاصة الرياح والأمطار .
- وينعكس أثر الملوثات على الكائنات الحية في التربة ، وبالتالي على خصوبتها ، وعلى النبات والحيوان ؛ مما ينعكس على الإنسان في نهاية المطاف . وعلى الرغم من أن موضوع تلوث التربة قد حظى باهتمام كثير من الدول المتقدمة إلا أنه لم يحظ بالاهتمام لدى الدول النامية ، ومنها مصر .

## أهم ملوثات التربة :

- (١) المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات .
- (٢) الملوثات العالقة في الهواء والتي تسقط على التربة .
- (٣) الأسمدة المعدنية .
- (٤) إلقاء مخلفات المصانع والمخلفات الزراعية في الأراضي الزراعية .

## (٥) إلقاء النفايات المشعة في التربة .

وفي الواقع . . إن تلوث التربة في مصر أصبح من المشاكل البيئية الملحة ، التي تحتاج إلى علاج سريع . إلا أن المناطق الصناعية أصبحت متاخمة للأراضي الزراعية . كذلك توجد شبكة كبيرة من الطرق الزراعية يسير عليها عدد هائل من وسائل النقل ، تقذف بملوثات عديدة على التربة الزراعية .

وقد قامت عدة بحوث في مصر لدراسة أثر ملوثات التربة على نمو بعض النباتات . وقد أثبتت نتيجة هذه الأبحاث أن نبات القمح يتأثر نموه ، وكذلك امتصاصه لبعض المخصبات بملوثات التربة الناشئة عن مياه الري ؛ حيث إن ماء الري المحتوى على حمض النيتريك يؤثر على امتصاص النبات لغذائه من التربة .

كذلك وجد أن العناصر الثقيلة وخصوصاً الرصاص تكون في أعلى معدلاتها بالقرب من الطرق الزراعية . فقد وجد بتحليل عينات من التربة الزراعية في المناطق المتاخمة للطرق الزراعية أن نسبة الرصاص فيها تتراوح ما بين ( ٢٢٦ الى ٣٢٥ ) جزءاً في المليون . وقد وجد أن نسبة الرصاص في التربة وبالتالي في النبات تقل كلما ابتعدنا عن المناطق المتاخمة للطرق الزراعية . وقد أثبتت البحوث أن هناك ١٥,٠٠٠ فدان ملوثة بمعدن الرصاص حول طريق مصر الإسكندرية الزراعى وحده .

وليس معنى أن التربة تكون خالية من معدن الرصاص كلية ، بل هناك دراسات أثبتت أن التركيز العادى لمعدن الرصاص فى دلتا نهر النيل يتراوح ما بين ٢٨-٥ جزءاً فى المليون .

وأما معدن الكاديوم فقد وجد أن متوسط تركيزه فى التربة بالمناطق غير الملوثة أقل من ١,٥ جزء فى المليون ، بينما تركيزه فى المناطق المتاخمة للطرق الزراعية يصل إلى ٢,٥ جزء فى المليون .

**أثر ملوثات التربة على الكائنات الحية :**

(١) تتحلل بعض ملوثات التربة ببطء ، بينما يذوب البعض الآخر فى مياه الري ، وتمتصها النباتات عن طريق جذورها ، ثم تصل إلى أوراقها وثمارها ، وتعمل على تلوثها ، ثم تنتقل إلى الحيوانات وبواسطة لحومها والبانها تصل تلك الملوثات إلى الإنسان .

(٢) بعض الملوثات يعمل على تسمم التربة وقتل الكائنات الدقيقة بها ، مثل مركبات الزرنيخ والرصاص والكلور وغيرها من المركبات الناتجة عن المبيدات الخاصة بالآفات أو عادم السيارات .

(٣) قد تبقى بعض الملوثات لعدة أعوام فى التربة ؛ فتؤثر فى إنتاجيتها وخصوبتها ، وتقلل من وجود من وجود كل من الأكسجين والنيتروجين فى حبيباتها .

(٤) مع تزايد استخدامات المواد المشعة والتطبيقات النووية فى الحرب والسلام . . فإن بعض النظائر المشعة التى تنتج من هذه الاستخدامات تتساقط فى التربة الزراعية ، ويمتصها النبات ، ويوصلها إلى الحيوان ثم الإنسان . وقد تبين أن نسبة وجود الإشعاعات فى أجسام كثير من اليابانيين والأوروبيين تفوق نظائرها فى الدول النامية بكثير .

وينتج عن التلوث تأثيرات ضارة للإنسان والحيوان والنبات والتربة ، وهذه التأثيرات تضر أيضاً بالاقتصاد وبالمجتمع .

### - مشكلة التلوث الصناعى الناجم عن المخلفات الصناعية .

بعد التصنيع إحدى طرق التنمية الاقتصادية لرفع مستوى المعيشة وزيادة الدخل ، وينجم عن عملية التصنيع وجود مخلفات غازية وسائلة وصلبة ، تنبعث عنها ملوثات قد تلوث البيئة .

#### والتلوث كما سبق ووضح هو :

كل ما يؤدي مباشرة أو بطريقة غير مباشرة الى التأثير سلباً على سلامة الوظائف المختلفة لكل الأنواع أو الكائنات الحية على الأرض (إنسان- حيوان- نبات ) وبالتالي فالتلوث كظاهرة يشمل تلوث كل من الهواء والتربة والمياه ، وكذا التلوث الناجم عن الإشعاع والضوضاء .

#### وتنقسم الملوثات عموماً إلى

أ - ملوثات قابلة للتحلل عضوياً .

ب - ملوثات غير قابلة للتحلل العضوى .

ج - ملوثات سامة بطبيعتها .

أ- يقصد بالأولى تلك الملوثات ، والتي هي عبارة عن مواد يمكن للأجهزة الطبيعية أن تقوم بتفكيكها عضويا وامتصاصها ( وذلك فى الأحوال التى تكون فيها كمية الملوثات المنبعثة أكبر من الطاقة الاستيعابية لقدرة الأنظمة الطبيعية على التنقية الذاتية ، لأنه فى الأحوال التى تكون فيها الملوثات فى حدود هذه الطاقة . . فلا يكون هناك تلوث ؛ حيث تقوم الأنظمة الطبيعية بالتحكم فى الملوثات والقضاء عليها ) ومن هذه المواد غاز ثانى أكسيد الكربون ومركبات النترات .

ب- ويقصد بالمجموعة الثانية من الملوثات كل المواد التى لا يمكن أن تتفكك عضويا ، أو التى يستغرق تفكيكها فترة زمنية طويلة جداً . وعلى ذلك فإن مثل هذه المواد تظل عالقة فى الأنظمة الطبيعية ، وتؤدى إلى تلوثها مما يمنع أو يحد من استخدام الإنسان لها . ومن أمثلة هذه المواد المخلفات المعدنية والزجاج والمطاط والمواد المخلفة صناعيا مثل منتجات البلاستيك ومساحيق ومواد النظافة المنزلية والكيمائيات المختلفة .

ج- والمجموعة الثالثة من الملوثات ، هى كل المواد التى تسبب التسمم ، ومن أمثلتها مركبات المعادن الثقيلة من رصاص ، كادميوم ، زئبق ، والمواد المشعة وبعض الغازات والمركبات الكيميائية الأخرى ، وهذه الملوثات شديدة الخطورة على الإنسان .

وتعد الصناعة وخاصة التحويلية من أهم مصادر الملوثات غير القابلة للتحلل العضوى والملوثات السامة ، بالإضافة إلى الملوثات القابلة للتحلل العضوى ، إذا كانت كمياتها كبيرة . . . وهكذا تتضح مشكلة التلوث الصناعى ؛ حيث يصاحب كل عملية إنتاجية استهلاك مواد خام وطاقة ، تنجم عنها مخلفات ينبعث منها الملوثات ، والجدير بالذكر هنا أنه ليس بمجرد انبعاث الملوثات يحدد التلوث ، فكما وضح من قبل ، فإن للأنظمة الطبيعية القدرة على التنقية الذاتية وتفادى أضرار الملوثات ، وكل نظام بيئى طبيعى له القدرة على مواجهة أى تغيرات فى عناصر بيئته الخارجية ، ويعتبر التلوث تغييراً فى عناصر هذه البيئة ؛ فإذا استطاعت الأنظمة الطبيعية القضاء على الملوثات وتنقية نفسها منه « فإننا لا نكون بصدد مشكلة تلوث ، إما إن لم تستطع ذلك وفاق حجم الملوثات أو خصائصها ( سامة أو غير قابلة للتحلل العضوى ) حدود تلك القدرة » فإننا نكون بصدد مشكلة التلوث .

والجدول التالي (٤ - ٣) يوضح بعض الملوثات الغازية التي تنتج عن أنشطة صناعية

مختلفة :

جدول رقم (٤ - ٣) :

**أخطار الملوثات الغازية والانشطة الصناعية مصدر انبعاثها .**

النشاط	الملوث الغازى
١ - إنتاج الصلب	(جسيمات) أو دقائق ، غاز أول أكسيد الكربون (ك أ) الفلوريدات ، دخان .
٢ - الصناعات غير الحديدية	جسيمات - ثانى وثالث أكسيد الكبريت - مركبات كبريتية أخرى .
٣ - مصافى البترول	جسيمات - ثانى وثالث أكسيد الكبريت - مركبات كبريتية ، روائح ، دخان ، هيدروكربونات .
٤ - مصانع الأسمت البورتلندى	جسيمات - ثانى وثالث أكسيد الكبريت - مركبات الكبريت .
٥ - مصانع حمض الكبريتيك	ثانى وثالث أكسيد الكبريت - مركبات الكبريت ، ضباب حمض الكبريتيك .
٦ - مسابك الصلب وحديد الزهر الرمادى	جسيمات ، دخان ، روائح .
٧ مصانع السبائك الحديدية	جسيمات .
٨ - مصانع الورق	جسيمات - روائح - ثانى وثالث أكسيد الكبريت - مركبات الكبريت
٩ - مصانع حمض الهيدروكلوريك	ضباب حمض الهيدروكلوريك وغاز .
١٠ - مصانع حمض النيتريك	أكاسيد النيتروجين

النشاط	الملوث الغازى
١١ - الصابون والمنظفات الصناعية	الجسيمات والروائح
١٢ - الصودا الكاوية والكلور	غاز الكلور
١٣ - صناعة كريد الكالسيوم	جسيمات
١٤ - صناعة الأسمدة والفوسفات	الفلوريدات ، الجسيمات ، الأمونيا
١٥ - قماين حرق الجير	جسيمات
١٦ - صناعة الألومنيوم	الجسيمات ، الفلوريدات
١٧ - صناعة حمض الفسفوريك	ضباب حمض الفسفوريك ، الفلوريدات .

### المصدر

Helmi , I . : The state of the Environment 10 years after Sttockholm - Industrial Production and Environment " a drafte Report , Cairo 1980 , Part IV , Tabel 2 .

وهذه الملوثات الغازية يمكن أن تكون لها تأثيرات ضارة على كل من الكائنات الحية والمباني والمعادن والمنسوجات ، وتؤدي إلى ظاهرة تآكل الغلاف الجوى خصوصا طبقة الأوزون ، والجدول التالى رقم (٤ - ٤) يوضح الاثار الضارة لبعض المواد الغازية ، بالإضافة إلى مصدر انبعاثها ، ومنه يتضح أن الصناعة هي أهم مصدر للملوثات الغازية :

جدول رقم (٤ - ٤) :  
تأثيرات بعض الملوثات الغازية .

التأثير	مصدر الانبعاث	الملوث الغازي
<p>- يؤثر تأثيرات ضارة على الجهاز التنفسي للإنسان مؤدياً إلى الإصابة بالأمراض الصدرية ، أو إلى زيادة حدتها . كذا يؤثر على الأعين ويؤدي إلى تهيج أغشيتها .</p> <p>- له تأثير ضار على النباتات ، ويؤدي إلى تكون المطر الحمضي</p> <p>- كذالته تأثير ضار على المباني والمعادن والمنسوجات والجلود والأسلاك الكهربائية .</p>	<p>- إشمال المصادر الحجرية للوقود (فحم- بترول )</p> <p>- صهر المعادن التي تحتوي على شوائب كبريتية - بعض العمليات الصناعية</p> <p>- من البراكين بفعل الطبيعة .</p>	<p>١ - ثاني أكسيد الكبريت ك ب أ ٢</p>
<p>يساهم في تكوين ظاهرة الضباب المصحوبة بالدخان Smog ، وكذا يؤثر على المرمر وأحجار البناء الرملية ( ظاهرة التآكل والحث )</p> <p>- يؤثر على الصحة ويتسبب في الشعور بالكسل والصداع .</p> <p>- كذالته تأثير في ظاهرة التآكل أو الحث .</p> <p>- يؤثر سلبياً على الجهاز التنفسي للإنسان ؛ مما يؤدي إلى زيادة حدة الإصابة بالأمراض الصدرية .</p> <p>- كما يؤثر على عملية نقل الأوكسجين في الدم .</p> <p>- تؤدي إلى بهتان ألوان الطلاءات الخارجية .</p> <p>- تؤثر سلبياً على نمو النباتات .</p>	<p>- صناعة حمض الكبريتيك</p> <p>- عادم السيارات</p> <p>- عادم عمليات إشعال الفحم</p> <p>- عادم السيارات</p> <p>- من مصادر الصناعية حرق الغاز الطبيعي</p>	<p>٢ - ثالث أكسيد الكبريت الكبريتية ك ب أ ٣</p> <p>٣ - أول أكسيد الكربون أ</p>
		<p>٤ - أكاسيد النيتروجين</p>

التأثير	مصدر الانبعاث	الملوث الغازى
<ul style="list-style-type: none"> <li>- احتمال التأثير على طبقة الأوزون المحيطة بالغلاف الجوى .</li> <li>- يؤثر سلبياً على الحيوانات أكلة العشب ( مرض الفلورس الذى يصيب عظام وأسنان هذه الحيوانات ) .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إنتاج حمض الفلوريك</li> <li>- صناعة الألمونيوم</li> <li>- صناعة الزجاج</li> <li>- والسيراميك</li> <li>- حرق قوالب</li> <li>- طوب البناء</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>٥ - مركبات الفلوريد</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- يوجد شك كبير فى علاقتها بالأمراض السرطانية .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدم الاحتراق الكامل لمصادر الوقود والمواد الأخرى المحتوية على الكربون .</li> <li>- عادم السيارات</li> <li>- توزيع واستخدام منتجات ومشتقات البترول (</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>٦ - الهيدروكربونات</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعد سبباً فى الإصابة بالأمراض الصدرية ، أو زيادة حدة هذه الأمراض .</li> <li>- خفض الإشعاع الشمسى وتكوين الضباب .</li> <li>- التأثير على عملية التمثيل الضوئى للنبات .</li> <li>- التأثير سلبياً على الحيوانات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الصناعة - المرور</li> <li>- عمليات البناء والهدم</li> <li>- الزراعة - نحر التربة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>٧ - الأتربة</li> </ul>

## المصدر :

Environmental ; Considerations for the industrial Development Sector , World Bank , Washington , D . C . 1978 , P . 2 . PP .

## الطبيعة الاقتصادية لمشكلة التلوث الصناعى :

تحدد الطبيعة الاقتصادية لمشكلة التلوث الصناعى فى تحديد كمية التلوث ، التى تتلاءم مع التوزيع الأمثل للموارد الاقتصادية ، فكل زيادة فى النشاط الإنتاجى يترتب عليها زيادة الرفاهية البشرية من ناحية ، ولكن تصاحبها زيادة تلوث البيئة ، التى يعيش فيها الإنسان ، وبالتالي إنقاص رفاهيته من ناحية أخرى . فلا بد إذن من تحقيق توازن ما بين الأثنين ، وهذا هو جوهر المشكلة الاقتصادية للتلوث الصناعى .

فالتوسعات الصناعية الضخمة ، وما ينتج عنها من استخدام متزايد للوقود بأنواعه المختلفة وزيادة المخلفات الصناعية من أدخنة وكيميائيات ، والتوسع فى صناعة واستعمال الأسمدة الكيماوية والمبيدات الحشرية ، كان لها أكبر الأثر فى تلوث مياه الأنهار والبحيرات ؛ مما أدى إلى تلوث التربة والتأثير على الثروة السمكية .

أى إن التقدم الاقتصادى تصاحبه زيادة فى التكاليف ، التى يلزم تحملها للإبقاء على البيئة نظيفة ، ويفرق الاقتصاديون بين التكلفة الخاصة ، والتكلفة الاجتماعية للتلوث الصناعى ، هذا من ناحية . ومن ناحية أخرى يبدو أن التخلص تماماً من التلوث أمر غير ممكن ؛ فهناك قدر معين من المخلفات يجب أن تستوعبه البيئة .

وأى محاولة للحفاظ على بيئة سليمة نظيفة تحتاج إلى جزء من الموارد الاقتصادية المتاحة ، وهذا يعنى حرمان بعض أوجه النشاط الاقتصادى الأخرى من هذه الموارد بمعنى أن محاولة تحاشى أو إقلال من التلوث لاتتم إلا على حساب كميات أقل من السلع الأخرى .

فلو فرض أنه طلب من جميع محطات القوى الكهربائية تركيب مرشحات لتنقية الدخان المتخلف عن عمل تلك المحطات « فى هذه الحالة ستنخفض المخلفات التى تلوث الهواء ، ولكن سترتب على ذلك تحول بعض الموارد ، التى تلزم لتصنيع وتركيب تلك المرشحات من صناعات أخرى » فيحصل المجتمع على كميات أقل من تلك السلع ، التى انخفض إنتاجها نتيجة لسحب بعض الموارد منها ، بالإضافة إلى التكلفة المباشرة لتصنيع تلك المرشحات ، التى تحملتها هذه المحطات ؛ فتقل أرباحها أو ربما تحملها المستهلك برفع الأسعار ، وإذا كانت هذه المحطات حرة فى إلقاء مخلفاتها بالهواء . . فقد يلجأ الأفراد إلى استخدام أجهزة تكييف أو تنقية بمنازلهم وسياراتهم ومكاتبهم لتلاقي الآثار

الضارة للهواء الملوث ، وهذا يعنى أيضاً تحول بعض الموارد لصناعة وتركيب أجهزة التكييف والتقية للهواء ، وسيتم هذا على حساب الصناعات التي انطلقت منها هذه المواد .

### الحجم الأمثل للتلوث الصناعي :

إن محاولة منع التلوث أو تقليله تؤدي إلى زيادة التكاليف ، ومن ثم « فإنه يجب مقارنة تكاليف منع التلوث أو تقليله بالمنافع التي يتوقع أن يحصل عليها المجتمع نتيجة لهذا المنع أو التقليل . فإذا فاقت تكاليف المنع أو التقليل منافعه ؛ أى إن تقدير المجتمع للنقص في السلع والخدمات الأخرى يفوق تقييمه للهواء النقي ؛ فلن تكون سياسة المنع أو التقليل هدفاً في حد ذاتها ، وعلى العكس إذا كان تقييم المجتمع النقي يفوق قيمة النقص المقابل الذي سيحدث نتيجة لمنع التلوث ، أو تقليله في السلع والخدمات « هنا يلزم تحمل تكاليف منع أو تقليل التلوث . وفي أغلب الحالات سيواجه المجتمع تناقص الغلة ، إذا ما سار في أحد الطريقتين دون الآخر ، فكلما قطع المجتمع شوطاً جديداً في مراحل المنع أو التقليل ، قلت المنفعة الحدية للمراحل التالية ، وهذا يعنى زيادة التكلفة الحدية لكل مرحلة من مراحل المنع أو التقليل ، وهذه التكاليف الحدية تعكس مقدار النقص في إشباع الأفراد المقابل لنقص التلوث ، والممثل في التنازل عن بعض السلع والخدمات الأخرى . ومن هنا « فإن سياسة منع التلوث أو تقليله لأقصى حد ممكن للبيئة كلها غير ممكن اقتصادياً ، ومن ناحية أخرى « فإن ترك محاولات التخلص من المخلفات الملوثة للبيئة يسير بلا ضوابط يؤدي إلى آثار ضارة جداً بالبيئة ، لا يستطيع المجتمع تحملها .

ومن هنا . . فإن الحجم الأمثل للتلوث يتحدد ، عندما تتساوى التكلفة الحدية لمنع أو تقليل التلوث مع منافعه الحدية .

وعما سبق . . يتضح أن مشكلة التلوث الصناعي هي في أساسها عملية اجتماعية اقتصادية ؛ فالتلوث يعنى انبعاث ملوثات ، وهذه الملوثات في الأصل ما هي إلا مواد وطاقة لم يستفاد منها الاستفادة المثلى والقصى ، ووفقاً لتقديرات رويستون يفقد من المواد الخام ٤٠ ٪ وحوالي ٦٠ ٪ من الطاقة المستخدمة في الدول الصناعية ، وتظهر هذه المخلفات على هيئة ملوثات لعناصر البيئة . وبما أن انبعاث المخلفات أثناء تدوير المواد واستخدام الطاقة أمراً حتمياً ، فالمطلوب هو أن تكون تلك المخلفات

أقل ما يمكن من ناحية النوع والكمية ؛ حتى تتمكن الأنظمة البيئية الطبيعية من تحليلها عضويًا ، بالإضافة إلى أن تقليل كمية الملوثات يعنى الاستفادة بمواد وطاقة ، كان مصيرهما الضياع .

من العرض السابق . . يتضح لنا مشكلة التلوث البيئى الذى يصيب البيئة بأنواعها من هواء وتربة وماء ، وهذا يعرضنا إلى تعريف قياس تكاليف هذه الملوثات الصناعية على البيئة ، والتعرض للدراسات التى تناولت ذلك فى الفكر الاقتصادى ، وهذا ما سيتناوله الباحث فى الفصول والمباحث القادمة .