

جوانب الاختلال  
في النظام البيئي

obeikandi.com

يظل النظام البيئي متزنًا ما لم يتدخل فيه الإنسان مغيراً من وضع الاتزان البيئي القائم، وذلك من خلال إضافته مواد تؤثر على التركيب البيئي المتزن. .  
ومن أسباب حدوث الاختلال فى النظام البيئي ما يلي:

### (أ) نواتج احتراق الوقود:

تعمل معظم الآلات والمصانع والسيارات والطائرات وسائر المركبات بالطاقة الناتجة عن احتراق المواد البترولية، والتي ينتج عن احتراقها العديد من المواد الكيميائية، والتي تمثل ملوثات بيئية شديدة الخطورة والضرر على الأنسجة البشرية، مما يسبب أمراضاً عديدة تختلف فى درجة خطورتها وتأثيرها على الصحة العامة للإنسان، وسائر الكائنات الحية التى تعيش فى النظام البيئي، ومن هذه المواد ما يلي:

#### ١ - أول أكسيد الكربون (CO):

غاز يتكون من الكربون والاكسجين بنسبة (١:١)، وهو عديم اللون والرائحة، وينتج عن الاحتراق غير التام للوقود، ويتضح ذلك تماماً بتحليل عادم بعض السيارات، حيث لوحظ وجود تركيز غير طبيعى فى مكونات عادم السيارات، والنظام البيئي المحيط بالعادم.

يتصاعد أول أكسيد الكربون أيضاً من نواتج الاحتراق غير التام للوقود المستخدم فى المصانع، ومن غاز الاستصباح، ومن موقد الكيروسين المستخدم فى المنازل، وبخاصة فى المناطق الريفية.

يؤثر أول أكسيد الكربون على كفاءة الجهاز العصبي، مما يؤثر على سرعة نقل الرسائل العصبية من المخ إلى سائر الأعضاء، ومن الأعضاء إلى المخ، كما تتأثر الخلايا العصبية المركزية في المخ بزيادة تركيز أول أكسيد الكربون، وذلك لكونه غازاً ساماً.

يتحد أول أكسيد الكربون بالهيموجلوبين الدموي، حيث يكون مركب كربوكسي هيموجلوبين، مما يقلل من كفاءة الهيموجلوبين في نقل الأكسجين، ويتضح ذلك من خلال المعادلات التالية:



تتعطل هذه الميكانيكية عند اتحاد أول أكسيد الكربون بهيموجلوبين الدم، مما يؤثر على كفاءة عملية التنفس، والأكسدة، والحصول على الطاقة داخل الخلايا الحية:

أول أكسيد الكربون + هيموجلوبين الدم ← كربوكسى هيموجلوبين

لقد تم قياس الكفاءة التنفسية، من خلال قياس معدل نقل الأكسجين من الرئتين إلى الخلايا لإنسان يعيش فى بيئة نظيفة، وإنسان آخر يعيش فى بيئة موبوءة بتركيزات عالية من أول أكسيد الكربون، ووجد من عمليات القياس أن الكفاءة التنفسية للإنسان المتعرض لتركيزات عالية من أول أكسيد الكربون قد انخفضت لدرجة ملحوظة، كما انخفضت الكفاءة العملية للحصول على الطاقة، حيث يقل معدل وصول الأكسجين للغذاء، ومن ثم تقل عمليات الأكسدة التى تؤدى إلى الحصول على الطاقة.

٢ - ثانى أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>):

غاز عديم اللون، يتكون من الكربون والأكسجين بنسبة (١ كربون إلى ٢ أكسجين)، له القدرة على تعكير ماء الجير الراقق، لكنه غير سام. تؤدى الزيادة فى تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى رفع درجة حرارة النظام البيئى، كما يؤثر على حيوية خلايا الكائنات الحية.

قد ينتج ثانى أكسيد الكربون عن اتحاد أول أكسيد الكربون بالأكسجين المتوافر فى النظام البيئى، تحت ظروف خاصة، وطبقاً للمعادلة التالية:

أول أكسيد الكربون + أكسجين ← ثانى أكسيد الكربون

٣ - أكاسيد النيتروجين:

تعتبر أكاسيد النيتروجين من أخطر الملوثات الموجودة بالجو، والتى تنتج عن الاحتراق غير المثالى للوقود المستخدم فى السيارات والطائرات، وسائر المركبات.

من أخطر أكاسيد النيتروجين: أول أكسيد النيتروجين (NO) والذى يتكون من

النيتروجين والأكسجين بنسبة (١:١)، وأكسيد النيتروز (NO<sub>2</sub>) والذي يتكون من  
النيتروجين والأكسجين بنسبة (١ نيتروجين إلى ٢ أكسجين).

يتحلل أكسيد النيتروز ضوئياً ليتحول إلى أول أكسيد النيتروجين، والأكسجين،  
ما يعطى الفرصة لتكوّن «مواد هيدروكربونية» سامة وقاتلة للخلايا الحية  
كالفورمالدهيد (الفرد الأول فى قائمة الألدهيدات الأليفاتية) "HCHO" والذي  
يتكون من الهيدروجين والكربون والأكسجين بنسبة (١:١:٢) على التوالي.

تؤثر أكاسيد النيتروجين على كفاءة عملية التنفس، حيث تتأثر شعبيات الرئة  
كثيراً بأكاسيد النيتروجين، كما تتأثر الأغشية المبطنّة للمسالك التنفسية، والتي تعمل  
على ترطيب الممرات التنفسية. وتسبب التركيزات الزائدة من أكاسيد النيتروجين  
التهابات وتهيجات للعين وللطبقة المخاطية المبطنّة للأنف.

قد يتحد الأكسجين الذرى الناتج عن تحلل أكسيد النيتروز مع الأكسجين  
الجزئى، ليتكون غاز الأوزون (O<sub>3</sub>) طبقاً للمعادلة:



تؤدى الزيادة فى غاز الأوزون إلى تهيج الطبقة المخاطية فى صدر الإنسان،  
وبخاصة فى وجود وفرة من الأشعة فوق البنفسجية.

#### ٤ - ثانى أكسيد الكبريت:

يتكون غاز ثانى أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) من الكبريت والأكسجين بنسبة (٢:١)  
على التوالي، وهو غاز نفاذ الرائحة، وينتج عن احتراق الوقود المحتوى على  
الكبريت (S)، كما ينتج عن بعض المصانع التى تستخدم أو تنتج الكبريت.

تكمن خطورة الكبريت فى تأثير خلايا المخ كثيراً به، مما يسبب صداعاً مستمراً،  
كما يسبب التهابات حادة بالأغشية المبطنّة للمسالك التنفسية كالأنف والحنجرة، وقد  
أظهرت الدراسات الرمدية الحديثة تأثير الغدد الدمعية كثيراً بزيادة تركيز ثانى أكسيد  
الكبريت، كما قد يؤدى ذلك إلى حدوث التهابات خفيفة فى العين.

## ٥ - أكاسيد الرصاص:

يعتبر المصدر الرئيسى للتلوث بأكاسيد الرصاص: عوادم السيارات، والتي تشكل (٩٤٪) من نسبة الرصاص الموجود فى الجو، لكن توجد مصادر تلوث إضافية بأكاسيد الرصاص كأصباغ الشعر والمواد المستخدمة فى مساحيق التجميل والبخور والبوليات وعمليات الطلاء والدهان، وعمليات صهر الرصاص.

من أخطر مركبات الرصاص رابع ميثيل الرصاص " $CH_3(Pb)_4$ "، ورابع إيثيل الرصاص " $C_2H_5(Pb)_4$ "، ويتصاعد كل منهما أثناء احتراق وقود السيارة، ليخرجا من عادم السيارة إلى الجو الخارجى.

تكمن خطورة أكاسيد الرصاص فى قدرتها على الوصول إلى الدم محدثة حالة من التسمم تُعرف «بالتسمم الرصاصى»، مما يؤثر على عمليات الأيض الخلوى داخل الخلية.

تصل أكاسيد الرصاص إلى الدم عن طريق دخولها مع هواء الشهيق، ومن ثم تسلك المر التنفسى لتصل للدم من خلال الدورة الدموية، أو من خلال سطح الجلد حيث تخترق سطح الجلد لتصل إلى الأوعية الدموية السطحية، أو من خلال الجهاز الهضمى حيث تسلك القناة الهضمية حتى تصل إلى المعدة، فتذوب فى السوائل المعدية لمتنص بعد ذلك فى الأمعاء، حيث تصل للأوعية الدموية؛ لتصل بعد ذلك إلى العديد من خلايا الجسم.

قد تصل أكاسيد الرصاص إلى الكبد من خلال الدورة البابية الكبدية، مما يحدث تلقاً لأنسجة الكبد، وذلك لتسممها، وقد تصل إلى العظام حيث يترسب بها الرصاص "Pb" مع الكالسيوم "Ca" مما يؤثر كثيراً على التجانس العظمى، وتماسك البنية العظمية للعظام.

تعمل أكاسيد الرصاص عند وصولها إلى الأوعية الدموية على تكسير كرات الدم الحمراء، وتخفض نتيجة لذلك نسبة الهيموجلوبين، مما يسبب حدوث أنيميا «فقر دم»، ويؤثر ذلك على معدل إمداد الخلايا والأنسجة بحاجتها من الأكسجين، وقد

تصل درجة الخطورة إلى حالة تسمم دموى يؤدي إلى الموت .

لقد شملت الدراسات التي أجريت لفهم التأثير البيولوجي لأكاسيد النيتروجين على المخ، قياس معدل النمو الخلوي لخلايا المخ في المرحلة الجنينية، وقد اتضح من خلال تلك الدراسات حدوث بطء في معدل نمو الخلايا المخية للجنين الذي تعيش أمه في بيئة ملوثة بالرصاص، ولكي تتضح المقارنة أكثر تم تعميم التجربة لتشمل أمهات حوامل يعشن في المدن، وأخريات يعشن في الريف، وفي جو خالٍ تمامًا من أكاسيد الرصاص .

أظهرت نتائج هذه الدراسات وجود معدل نمو خلوي في خلايا المخ للجنين الذي تعيش أمه في البيئة الريفية الخالية من أكاسيد الرصاص أكبر من الجنين الذي تعيش أمه في بيئة ملوثة بأكاسيد الرصاص، ويؤثر ذلك على نسبة الذكاء، ومعدل نقل الرسائل العصبية من المخ للأعضاء والعكس .

عند حدوث زيادة مفرطة في أكاسيد الرصاص بالبيئة، مع زيادة فترات التعرض لها، فإن ذلك يؤثر على المادة الوراثية للكائن الحي، حيث يحدث تلف في بعض الأماكن الدناوية، نتيجة لدخول بعض مركبات الرصاص في البنية الكيميائية الدناوية؛ ويؤدي ذلك إلى إصابة الدنا الوراثي بالطفور، والذي يؤدي تراكمه إلى إصابة الخلايا السليمة بالسرطان، كما يؤدي إلى عمليات تأثير غير متجانسة في عمليات التكوين الجنيني للكائن الحي؛ ويؤدي ذلك إلى حدوث تشوهات عديدة في التركيب الحيوي لأنسجة الجنين، كما يزيد ذلك من حالات التخلف العقلي .

## (ب) المواد الكيميائية:

رغم ما تقدمه الصناعات الكيميائية من خدمات جليلة للبشرية تتمثل في إنتاج العديد من المواد المخلقة كيميائياً، والضرورية لحياة الإنسان، وإنتاج بعض الكيمياء التي تستخدم في المعالجة، إلا أن التأثيرات السلبية التي بدأت تظهر نتيجة لاستخدام المواد الكيميائية، جعلت الباحثين يحذرون من الأضرار الواقعة والمتوقعة للمواد الكيميائية .

تؤدى الغازات المتصاعدة من أديخنة المصانع إلى حدوث تسمم دموى، وزيادة حدوث أمراض القلب، وإصابة المجرى التنفسى بالحساسية، كما يحدث التهاب للعين، والعديد من الأمراض الجلدية.

تسبب بعض المواد الكيماوية إصابة بعض الخلايا السليمة بمرض السرطان، وتختلف درجة الإصابة طبقاً لنوع المادة الكيماوية، ودرجة تركيزها، والفترة الزمنية للتعرض للمادة الكيماوية، ومن هذه المواد ما يلى:

المادة الكيماوية	التأثير المسرطن
* الزرنينخ	- سرطان الرئة، والجلد.
* الإسبتوس	- سرطان الرئة.
* البنزين	- سرطان ابيضاض الدم.
* المواد الكيماوية الناتجة عن احتراق الديزل	- سرطان الرئة.
* المواد الكيماوية الموجودة فى أصباغ الشعر	- سرطان الجلد، والمثانة.
* الزيوت المعدنية	- سرطان الجلد.
* المبيدات الحشرية	- سرطان الرئة.
* مواد الطلاء والدهان	- سرطان الرئة.
* الفورمالدهيد	- سرطان الأنف، والبلعوم.
* ثنائيات الفينيل عديدة الكلورين	- سرطان الكبد، والجلد.
* المنظمات والهرمونات التناسلية المخلفة	- سرطان الخصية، والمبيض.
* الكلور الزائد فى المياه	- سرطان المثانة.
* المواد الكيماوية المحتوية على الكلورين.	- سرطان الثدي.

* موانع الحمل التي تؤخذ عن طريق الفم	- سرطان الكبد.
* أدوية معالجة مرض هودجكين	- سرطان ابيضاض الدم، والمثانة.
* أدوية المناعة	- سرطان الخلايا اللمفية.
* الستيرويدات	- سرطان الدم، والكبد.
* التاموكسيفين	- سرطان بطانة الرحم.
* أدوية الإخصاب	- سرطان المبيض.
* هرمونات النمو	- سرطان ابيضاض الدم.
* الادوية الخافضة للكوليسترول	- سرطان القولون والمستقيم.

من المواد الكيميائية الخطرة في تأثيرها على الأنسجة الحوية: الغبار الناتج عن العديد من الصناعات الكيميائية، والتي ترفع نسبة حدوث أمراض الحساسية والقلب، وقد تؤدي في بعض الحالات إلى الوفاة، وتختلف هذه المواد في نوع مصدرها كما يتضح من الجدول التالي:

المادة الكيميائية «الغبار الكيميائي»	مصدرها
* سيليكات الرمل الناعم	- تنقلها الرياح من الصخور السليكية.
* دقائق الحديد	- مصانع الحديد.
* غبار القطن	- مصانع حلج القطن.
* غبار التبغ	- مصانع التبغ.
* أبخرة الزرنينخ	- مصانع المبيدات الحشرية.
* أبخرة الكاديوم	- مصانع البطاريات والسباتك.

• غبار الاسمنت	- مصانع الاسمنت .
• كلوريد الفينيل	- مصانع البلاستيك .
• غبار الخشب	- مصانع الاخشاب .
• غبار المركبات الهيدروكربونية	- مصانع الطوب اللين .

تؤثر المواد الكيميائية والغازات الناتجة عن المصانع على طبقة «الأوزون»، والتي تتكون من الاكسجين الثلاثي، وتحمى الأرض من اختراق الأشعة فوق البنفسجية، والتي يؤدي وصولها - بكثافة عالية إلى سطح الأرض - إلى الإصابة بأمراض السرطان، وبخاصة سرطان الجلد، حيث تؤثر الأشعة فوق البنفسجية على التركيب الجزيئي للمادة الوراثية، محدثة ارتباطاً بين القاعدة الأزوتية «الثايمين» وقاعدة «ثايمين»، لتكون «ثنائي الثايمين»، مما يؤدي إلى طفور الدنا الوراثي، ومع تراكم هذا الطفور تحدث الإصابة بأمراض السرطان.

يؤثر تآكل طبقة «الأوزون» على كمية الإشعاع الكلى الواصل إلى الأرض، حيث تزداد كميته بشكل ملحوظ، مما ينبئ بوقوع كارثة للأرض، تتمثل في ذوبان ثلوج القطبين، وتحرك المياه وطغيانها على اليابسة.

إن التأثيرات السلبية التي اتضح من خلال الدراسات العلمية لاستخدام المواد الكيميائية، قد جعلنا حذرين في تعاملنا مع المبيدات الحشرية، والتي شهدت انتشاراً واسعاً في الآونة الأخيرة، وذلك بهدف مكافحة الإصابة الحشرية وغيرها من الإصابات المرضية التي تصيب العديد من النباتات، مما ينقص المحصول ويسبب خسارة كبيرة.

لذلك نلجأ إلى استخدام المبيدات الحشرية، وهي عبارة عن مواد كيميائية مخلّقة لقتل الآفات التي تصيب النباتات، كمركب الـ (D.D.T)، والذي ثبت تماماً أنه من المسببات السرطانية الخطيرة.

تؤثر المبيدات الحشرية على النباتات كما تؤثر على الحشرات، ويمثل ذلك مشكلة

كبيرة للنظام البيئي، وبخاصة فى المنظومة الحيوية (الكائنات الحية) التى تعيش فى البيئة.

### (ج) الإشعاع:

تتأثر الموجات والإشعاع الفضائى الكونى، لكن ذلك يتم من خلال منظومة متزنة، مما يؤدى إلى خفض معدل الكوارث الكونية.

من أنواع الأشعة الكونية: الأشعة السينية، وأشعة جاما، وأشعة ألفا، والجسيمات المشعة... إلخ، وتؤثر هذه الأشعة على الخلايا الحية عند زيادة الجرعة التى يتعرض لها الكائن الحى.

أضاف التقدم الصناعى زيادة فى درجة الخطورة الناتجة عن التعرض للأشعة، وذلك لاستحداث وسائل صناعية لتوليد الأشعة، وزيادة كمية الأشعة المنتشرة فى جو الأرض، نتيجة للاستخدام المتعدد للأجهزة المولدة للعديد من الموجات الإشعاعية، ومن أمثلة ذلك:

### أجهزة البث الصوتى والمرئى:

أحدثت أجهزة البث الصوتى كالمذياع (الراديو)، والبث المرئى كالتلفاز (التلفزيون)، وأجهزة الهاتف (التليفون) المنزلى والمحمول: ثورة فى عالم الاتصالات، حيث جعلت من العالم الممتد الشاسع المتعدد الأطراف قرية صغيرة، يمكننا أن نعيش الأحداث التى تقع بعيداً عنا، فى لحظة وقوعها، ونتابع سير الأمور الخاصة بتلك الأحداث بمجرد وقوعها.

ورغم الإيجابيات المتعددة التى حققتها ثورة الاتصالات، إلا أن الأبحاث الحديثة قد أوضحت وجود مخاطر عديدة ناجمة عن استخدام تلك الأجهزة، نتيجة لانبعاث موجات كهرومغناطيسية من تلك الأجهزة، كما تنبعث الأشعة السينية من التلفزيون، وتؤثر هذه الأشعة على كفاءة عضلة القلب، والكفاءة الوظيفية للشبكية فى العين، كما تسبب بعضها فى إحداث السرطان.

من أخطر أنواع الإشعاع تأثيراً على الخلايا الحية: الإشعاع الذرى، والذي ينتج عن عمليات التسرب النووى من المفاعلات الذرية، والتفجيرات النووية، والتي زادت مؤخراً بدرجة غير عادية، وتتسابق العديد من الدول لإجرائها بطريقة معلنة أو غير معلنة، مما يشكل خطراً كبيراً على الأمن الدولى.

لقد أحدث التدمير النووى فى هيروشيما ونجازاكى باليابان تدميراً كاملاً للنظام الحياتى الموجود فى البيئة، حيث ماتت معظم عناصر النظام الحياتى، وما بقى حياً عانى من الطفور الكبير الذى أصاب الدنا الوراثى للكائنات الحية، مما أحدث تغييراً كبيراً فى التركيب الجزيئى لها، مما أدى إلى تغير غير طبيعى فى نظام تعبير الجينات عن نفسها، ويحدث ذلك تغييراً فى الصفات الوراثية التى تتحكم فيها تلك الجينات.

وينبعث من بعض المناطق غاز «الرادون»، وهو مادة مشعة شديدة الخطورة، ومن أخطر المسببات السرطانية، ويؤثر على الكائنات الحية التى تعيش فى البيئة ذات معدل الإشعاع العالى من «الرادون»، مما يعرض بعض الكائنات النادرة للانقراض.

### (د) التدخين:

يشارك التدخين بنسبة فى تلوث البيئة الخارجية بما يضيفه إليها من نواتج احتراق «السجائر» - وأنواع التبغ الأخرى - فى الهواء، بينما يعمل على تدمير البيئة الداخلية للجسم بما يحدثه فيها من آثار سيئة وأعراض مرضية قاتلة.

لقد أثبتت الدراسات السرطانية أن التدخين مسئول عن (٣٠٪) من حالات الإصابة السرطانية، ومن أنواع السرطان التى يسببها التدخين: سرطان الرئة والمسالك التنفسية والمثانة والكلية والقصبة الهوائية، وتصل نسبة الوفاة للمصابين بسرطان الرئة أكثر من (٦٠٪) ومن ثم وضع التدخين ضمن أخطر المسببات السرطانية متساوياً فى ذلك مع الإفراط فى تناول الدهون، والإشعاع الذرى.

من الأمراض الخطيرة الأخرى التى يسببها التدخين: الالتهابات المزمنة بالرئة والقصبة الهوائية، كما يسبب فقدان الشهية للطعام، وله دور أساسى فى تكوين

التجمعات الدموية داخل الأوعية الدموية مما يؤدي لحدوث الجلطات الدموية، والتي قد تحدث داخل الأوعية الدموية المغذية للأحشاء، مما يشبط مرور الدم ووصوله إليها، ويمنع ذلك الإمداد الغذائي والأكسجيني للعضو الذى يغذيه الوعاء الدموى المصاب بالجلطة، لكن حدوث الجلطة فى الشريان التاجى الذى يغذى عضلة القلب يؤدي إلى توقف عضلة القلب عن الضخ، مما يودى بحياة الإنسان، بينما إذا حدثت الجلطة الدموية داخل الأوعية الدموية التى تغذى خلايا المخ، فإن ذلك يؤدي إلى التأثير على عمل مراكز التحكم فى المخ، فلا تستطيع تلقى أو إرسال الرسائل العصبية بنفس الكفاءة التى تقوم بها مراكز التحكم السليمة، ومن أعراض حدوث هذا النوع من الجلطات: فقدان القدرة على الحركة إذا كان المركز المتأثر بحدوث الجلطة هو مركز الحركة بالمخ، ويحدث فقد القدرة على الكلام عند تأثر مركز الكلام فى المخ، بينما يفقد الإنسان القدرة على الإبصار عند إصابة مركز الإبصار فى المخ بالعطب.

تختلف درجة الإصابة طبقاً لحجم الجلطة المتكوّنة، وموضع حدوث الجلطة، والاستعداد الوراثى للإصابة عند الشخص.

يؤثر التدخين على كفاءة وقدرة المواد والسوائل المناعية على احتواء الميكروبات الغازية للجسم، مما يعطى فرصة للميكروبات لغزو الأنسجة وتدميرها وإبادة بعضها.

### (هـ) المسببات الفيزيائية:

تمثل الموجات - بمختلف أنواعها - جواهر فيزيقية (فيزيائية) متحركة عبر الكون، مما يجعلها وسائل أساسية للتأثير على النظام الحياتى القائم فى البيئة.

من تلك الموجات: «الموجات الكهرومغناطيسية» التى تصدر عن المجالات الكهربائية المتكوّنة حول أسلاك الحمل الكهربائى، كما يمكن أن تنبعث من الأجهزة التى تستخدم التيار الكهربائى فى صورة طاقة كهربائية للتشغيل.

تحمل الكائنات الحية قيماً محددة من المجالات الكهربائية، لكن عند تجاوز هذه القيم، فإن ذلك يؤدي إلى التأثير على الوظائف الحيوية للجسم، وقد يودى ذلك

بحياة العديد من الأشخاص عند زيادة المجالات الكهربائية عن القيم الطبيعية لها، ومن أكثر الأفراد تعرضاً لذلك: العاملون في مجال اللحام الكهربائي، حيث يستخدمون الكابل الكهربائي المفرد في اتجاه واحد، مما يعرضهم لتجاوز خط الأمان للمجالات الكهربائية، وقد تؤدي زيادة قيم المجالات الكهربائية في هذه الحالة إلى تعرض القائمين بعملية اللحام للوفاة، وذلك بسبب تعرض عضلة القلب للتوقف، ويمكن تلافى حدوث ذلك بشئ الكابل الكهربائي في اتجاه مضاد للاتجاه الأول، مما يلاشى المجال الكهربى الناشئ في الكابلين، ويمكن استخدامه في هذه الحالة دون خوف.

من المسببات الفيزيائية للاختلال في النظام البيئي: التعرض لموجات صوتية عالية الشدة، لا يمكن للأجهزة السمعية للكائنات الحية تحملها، مما يؤدي إلى إصابتها بالعطب والاختلال.

إننا نتعرض يومياً لسيال من المجالات الكهربائية والمغناطيسية، ولاسيما إذا كنا نعيش بالقرب من خطوط الضغوط الكهربائية عالية الشدة، مما يعرضنا للخطر، الذي قد يصل في كثير من الأحيان إلى الوفاة.

لقد أثبتت الدراسات التي أجريت بهدف المقارنة الصحية بين المقيمين بالقرب من مناطق الضغوط الكهربائية المرتفعة، والمقيمين بعيداً عن هذه المناطق: ارتفاع حالات الهبوط الوظيفي لعضلة القلب، وحدوث حالات توتر عصبي - بصفة مستمرة - بالنسبة للمقيمين بالقرب من المناطق ذات المجالات الكهربائية العالية.

من المسببات الفيزيائية لحدوث الاختلال في النظام البيئي: التعرض لمستوى عالٍ من الموجات الصوتية عالية الشدة، مما يؤثر على القدرات السمعية للكائنات الحية، والتي تستطيع تحمل درجات محددة من الموجات الصوتية تتراوح بين (٨٠ - ٩٠ ديسبل) أما إذا زادت شدة الموجة الصوتية على ذلك، فإن هذا يمثل خطورة كبيرة على الجهاز السمعي.

توجد مصادر عديدة يمكنها تعريض الإنسان لموجات صوتية ذات درجات فائقة الشدة، لا يستطيع الإنسان أن يتحملها، ومن هذه المصادر ما يلي:

### مصادر طبيعية:

توجد هذه المصادر بصورة طبيعية في النظام البيئي، وتسبب - بحدوثها - موجات صوتية عالية الشدة، ومن تلك المصادر الطبيعية: البراكين والتي يعقب حدوثها انفجارات عالية، والزلازل، والرعد.

### مصادر صناعية:

لا توجد هذه المصادر طبيعياً في النظام البيئي، بل تم إضافتها، بعد التقدم الصناعي الذي شهدته البشرية، ومن أمثلة ذلك: أصوات وسائل المواصلات، والأجهزة الكهربائية، ومكبرات الصوت، وأنواع الموسيقى الصاخبة.

### التأثيرات الناتجة عن التلوث الضوضائي:

يؤدي تعرض الإنسان وغيره من الحيوانات إلى موجات صوتية عالية الشدة إلى التأثير على النظام الدقيق لنقل الرسائل العصبية من المخ إلى مختلف الأعضاء، ومن الأعضاء إلى المخ، كما أن تعرض الإنسان لضغط نفسي عالٍ يؤثر على الحالة المناعية له، مما يجعله ضحية للمهاجمة الميكروبية، ويؤدي ذلك إلى انخفاض الصحة العامة للإنسان، وانخفاض مجهوده الذهني والبدني.

لقد أثبتت الدراسات الحديثة تأثير الجنين - وهو في مراحل تكوينه الجنيني - بتعرض الأم لموجات صوتية عالية، ويتأثر الطفل في بداية حياته كثيراً بالتعرض للموجات الصوتية العالية.

تختلف التأثيرات الناتجة عن التعرض للموجات الصوتية من كائن حي لكائن آخر، ومن إنسان لآخر، ويعتمد ذلك على عوامل عديدة منها المدة الزمنية التي يتعرض الإنسان خلالها للتلوث الضوضائي، حيث تزداد التأثيرات الجانبية بزيادة فترة التعرض، ويمكن صياغة ذلك في صورة العلاقة التالية:

## درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية > فترة التعرض

وهى تعنى: وجود علاقة طردية بين فترة التعرض للموجات الصوتية والتأثيرات الضوضائية الناتجة عنها.

تؤثر شدة الموجات الصوتية التى يتعرض لها الإنسان على درجة خطورة التأثيرات الضوضائية الناتجة، حيث تزداد درجة خطورة التأثيرات الضوضائية بزيادة شدة الموجات الصوتية، ويمكن صياغة ذلك فى العلاقة التالية:

### درجة خطورة التأثيرات الضوضائية > شدة الموجات الصوتية

وهى تعنى: وجود علاقة طردية بين شدة الموجات الصوتية ودرجة الخطورة المترتبة على ذلك، وكذلك المسافة بين مصدر الموجات الصوتية والإنسان، حيث تزداد درجة الخطورة بصغر المسافة، ومن ثم فالعلاقة عكسية، والتى يمكننا صياغتها فى الصورة التالية:

1  
درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية >  $\frac{\text{شدة الموجات الصوتية} \times \text{فترة التعرض}}{\text{المسافة بين الإنسان ومصدر الضوضاء}}$

ويمكننا صياغة علاقة عامة تجمع العلاقات الثلاث السابقة كما يلى:

درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية >  $\frac{\text{شدة الموجات الصوتية} \times \text{فترة التعرض}}{\text{المسافة بين الإنسان ومصدر الضوضاء}}$

والتي تعنى: وجود علاقة طردية بين درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية وشدة الموجات الصوتية وفترة التعرض، وعلاقة عكسية بين درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية والمسافة بين الإنسان ومصدر الضوضاء.

ويمكن الاستعاضة عن العلاقة الطردية فى العلاقة السابقة بإدخال ثابت فى العلاقة لتتحول إلى معادلة يمكن صياغتها فى الصورة التالية:

درجة الخطورة للتأثيرات الضوضائية =

$\frac{\text{ض} \times \text{شدة الموجات الصوتية} \times \text{فترة التعرض}}{\text{المسافة بين الإنسان ومصدر الضوضاء}}$

المسافة بين الإنسان ومصدر الضوضاء

حيث نعنى بـ(ض): المعامل الضوضائى، والذي تؤدي زيادته إلى زيادة درجة الخطورة الناتجة عن التأثيرات الضوضائية.

## (و) المسببات البيولوجية للاختلال فى النظام البيئى:

المقصود «بالمسببات البيولوجية»: الكائنات الحية المحدثة للاختلال فى النظام البيئى، والذي يحدث من خلال إتلافها للخلايا والأنسجة الحية عن طريق إفرازها للعديد من السموم المؤثرة على العمليات الحيوية المختلفة.

لا يقتصر تأثير المسببات البيولوجية على إتلاف الخلايا الحية فقط، بل قد تسبب فساداً أو تسمماً للأغذية المحفوظة، مما يجعلها غير صالحة للاستخدام.

تعتبر المسببات البيولوجية من أخطر المسببات المحدثة للاختلال فى النظام البيئى الخلوى، حيث تكون موجهة تماماً إلى إتلاف البنية الخلوية وتحويلها إلى أشلاء لا حركة فيها.

تتسم المسببات البيولوجية للاختلال فى النظام البيئى بالتعدد الواسع، فهى تشمل: الفيروسات، والبكتيريا، والأوليات الحيوانية، والديدان، ومفصليات الأرجل، والرخويات، والثدييات، والطحالب، والفطريات، لكن يختلف تأثير كل منها عن الأخرى.

وسوف نكتفى - فى كتابنا هذا - بالإشارة إلى تلك المسببات البيولوجية، لكننا ننوه إلى أننا سوف نفرّد لذلك كتاباً مستقلاً. . وذلك لمدى أهمية وخطورة المسببات البيولوجية.

