

الفصل الثاني

التلوث البيئي

الفصل الثاني

التلوث البيئي

يعتبر تلوث البيئة Environmental Pollution من المشكلات الهامة التي تواجه الإنسان في العصر الحديث، وقد بدأت هذه المشكلة بدخول الإنسان عصر الصناعة والتعدين ومعرفته بمصادر الطاقة كالفحم والبتروول بما ينطلق منها من غازات ونفايات. ذلك بالإضافة لكثير من المركبات الكيميائية التي إستحدثها الإنسان والتي لم تكن موجوده طبيعيا في البيئة مثل المنظفات الصناعية والمبيدات بأنواعها المختلفة والمخصبات الزراعية وأنواع البلاستيك واللدائن الصناعية .

ويمكننا تعريف التلوث Pollution بأنه التغير الكمي والكيفي في مكونات البيئة سواء الحيه أو الغير حيه، على أن يكون هذا التغير خارج مجال التذبذبات الطبيعيه لهذه المكونات بحيث يؤدي هذا التغير إلى حدوث إختلال ما في إتزان البيئه الطبيعي . وتعرف التذبذبات التي تحدث لجماعة ما من الكائنات بأنها سلسلة متواصله من الزيادة والنقصان في عدد أفراد هذه الجماعه، وقد تكون موسميه متعلقه بالمناخ الموسمي أو غير موسميه تكون إما دوريه حيث يصل حجم الجماعه إلى الحد الأقصى ثم يأخذ في النقصان نتيجة زياده عدد الوفيات أو الهجره أو تكون عشوائيه نتيجة عوامل خارجية مؤقتة مثل إنتهاك المناطق الطبيعيه والصيد الجائر أو استعمال المبيدات الكيماوية .

وتعرف الملوثات Pollutants على أنها أية مواد غازية أو سائلة أو صلبه أو جزئيات دقيقة أو ميكروبات أو عوامل أخرى تؤدي لحدوث الخلل في إتزان البيئه. ويختلف خطر التلوث تبعا لكميته ونوع الماده المسببه له ، فأولى درجات التلوث هي درجة محدوده تصاحبها أخطار محدوده يظهر تأثيرها على مظاهر الحياه البيئيه

وتعتبر مجرد ظاهره لاتصل إلى حد المشكله، أما الدرجة التالية لها فهي التلوث الذى يعتبر خطرا على البيئة ويؤدى إلى إختلال نظامها الحيوى نتيجة عدم قدرة البيئة على القيام بالتنقيه الذاتية لأن كميته التلوث قد زادت على قدرة النظام على الاستيعاب وهذا ما حدث نتيجة الثورة الصناعية التى بدأت هذا القرن. أما التلوث القاتل فهو أخطر درجات التلوث حيث يصل إلى الحد المدمر للكائنات الحيه، وهو ما يمكن حدوثه لبعض البحيرات أو التجمعات المائية المغلقة أو شبه المغلقة التى تلقى فيها مخلفات المناطق الصناعية الصلبه والسائلة . واستمرار إلقاء هذه المخلفات فى المحتوى المائى يسبب تغيرات كبيره فى المحتوى الحيوى بسبب نقص الأوكسجين الذائب فى الماء وعدم وصول الضوء الكافى للبيئة المائيه مما يتسبب فى موت الأحياء المائيه ونمو الكائنات الأوليه الغير هوائيه .

ويمكن تحديد مصادر التلوث عموما فى مصدرين رئيسيين :

- ١- مصادر طبيعية : وهى المصادر التى لادخل للإنسان فيها ولكنها تنتج عن ظواهر طبيعية مثل الغازات والأبخرة والحمم البركانية المنفعه من البراكين، وأكاسيد النيتروجين الناتجة من حدوث الشراره الكهربيه بين السحب عند حدوث البرق.
- ٢- مصادر صناعية : وهى كثيرة وترتبط بشكل مباشر أو غير مباشر بالتقدم البشرى وزيادة عدد السكان وما ينتج عن ذلك من ملوثات ومخلفات للمصانع ووسائل النقل البريه والبحريه والجويه، وبقايا المواد الكيماويه المستخدمه فى الزراعه والزائده عن حاجة النبات. ولا يفوتنا ذكر الملوثات الاشعاعيه والمخلفات النوويه الناتجة من المفاعلات النوويه ومن التفجيرات الذريه التى تتسابق إليها بعض الدول.

ومن الواضح أن مصادر التلوث المستنول عنها الإنسان تفوق في تأثيرها المصادر الطبيعية ، وأن أى اختلال في البيئة المحيطه به سوف يعود عليه بالضرر بصوره أو بأخرى . وقضية حماية البيئة أصبحت من القضايا الهامه التي تمثل تحديا حقيقيا لحياه الإنسان على الأرض .

وصدق الله العظيم إذا يقول في كتابه العزيز **ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ** (الآية ٤١ ، سورة الروم).

ويمكن تقسيم الملوثات تبعا لنوعيتها إلى ملوثات كيميائية وهي في مجملها إما أن تكون غازية أو سائلة أو صلبة ، وملوثات فيزيائية مثل التلوث الصوتي (الضوضاء) أو التلوث الكهرومغناطيسي الناتج من الأسلاك الكهربائية وخصوصا ذات الضغط العالي بما يتولد عنها من مجالات كهرومغناطيسية قوية تؤثر على العمليات الفسيولوجية في أجسام الكائنات الحيه . أما النوع الثالث من أنواع التلوث فهو التلوث البيولوجي ويشمل الكائنات الحيه الدقيقة كالبكتيريا والفيروسات والطفيليات والفطريات والتي يسبب إنتشارها أضرارا بالغه بصحة الإنسان، كما يصيب بعض أنواعها النباتات والحيوانات بأمراض مختلفة . وقد تتسبب بعض هذه الكائنات في حدوث أوبئة قاتله للإنسان مثل الفيروسات المسببه لمرض الانفلونزا ومرض الأيدز، أو البكتيريا التي تسبب أمراض الطاعون والكوليرا.

وسوف يدور حديثنا في الجزء القادم عن التلوث الكيميائي وأنواع المواد الكيميائية التي تسبب هذا التلوث وما ينشأ عنها من أضرار تصيب الإنسان والبيئة المحيطه به. ولنبدأ أولا بالتعرف على الفرق بين المصادر التي ينتج عنها التلوث الكيميائي .

التلوث المركزي والغير مركزي

من الأشياء الهامة التي يجب ملاحظتها عند الحديث عن تلوث البيئة المصدر الذي يسبب هذا التلوث، وهل يتركز في نقطة معينة تنشر العواد الملوثة لما حولها أم هو عبارة عن مصادر صغيرة متفرقة غير محددة. وبهذا المفهوم يمكن تصنيف مصادر التلوث الكيماي إلى مصدرين :

١- مصادر التلوث المركزي Point Source Pollution

تعتبر صناعة استخراج المعادن من خاماتها الطبيعية مثلا واضحا لشرح التأثير الناتج من تركيز مصدر التلوث في نقطة معينة. فمن الخطوات الأساسية في هذه الصناعة عملية صهر المعدن بعد تفتيت خامته الأولية إلى الأحجام المطلوبه، وهذه العملية تتسبب في إطلاق دقائق مختلفه الأحجام من المعدن بالإضافة للعديد من الغازات السامه من أهمها غاز ثاني أكسيد الكبريت . وبالنسبة للدقائق المعدنية الكبيره نسبيا فإنها تسقط لتستقر بالقرب من مكان الصهر نظرا لثقل وزنها. أما الدقائق المتوسطة التي يزيد قطرها على ١٠ ميكرومتر فإنها تترسب في مجال قد يصل إلى كيلومتر بعيدا عن نقطة الانصهار، بينما الدقائق التي تقل عن ٢٥ ميكرومتر فإنها تنتقل إلى مسافات بعيدة عن مصدر التلوث وقد تصل هذه المسافات إلى ٢٥ كيلومترا.

ويمكن القول بأن حوالي ٥٠٪ من المواد الناتجة من أماكن صهر المعادن تترسب قريبا من مصدر التلوث . ويظهر تأثير هذا النوع من مصادر التلوث على سطح التربة وبخاصه القريبه ويقل تأثيره كلما ابتعدنا عن المصدر . ويتسبب هذا التلوث في تدمير البيئة النباتية المحيطة به نتيجة السقوط المباشر للملوثات المعدنية على الأسطح الخارجية للنباتات فتسد الثغور Stomata التي يعتمد عليها النبات في

التنافس ويظهر ذلك التلوث بوضوح على الأسطح الخشنة للنبات وتلك التي تحتوى على شعيرات دقيقة . كما تتأثر النباتات بطريق غير مباشر عند إمتصاصها لهذه الملوثات من التربة وتراكمها داخل أنسجتها . ونتيجة هذا التلوث يقل التنوع النباتى وتقل غزارة النباتات بشكل ملحوظ فى المنطقة القريبة من مركز الانصهار ولايتبقى إلا النباتات التي لها قدرة تحمل عالية لهذه الملوثات المعدنية . كما يتأثر كذلك وجود ونشاط بقيه عناصر البيئة من الكائنات اللافقارية والتجمعات الميكروبية والفطرية .

٢- مصادر التلوث الغير مركزى Non-Point Source Pollution

بعكس التلوث المركزى فإن التلوث الغير مركزى يصيب البيئة بتركيزات أقل ولايظهر تأثيره على المجتمع النباتى والحيوانى إلا بمرور الوقت وزيادة تراكم المواد المسببه للتلوث فى المجال الحيوى . وكمثال لهذا النوع ما يحدث للبحار والبحيرات المفلقة وشبه المفلقة من تلوث نتيجة لما يصب فيها من مياه الأنهار ومايصل إليها بطريق غير مباشر من مياه الصرف الصحى والزراعى وكذلك ما يلقي فيها من مخلفات المصانع القريبة.

التنبؤ بالأضرار البيئية الناتجة عن الملوثات الكيميائية

مع إتساع مجالات البحث فى العلوم المتصلة بالبيئة وزيادة معرفة الإنسان بالمواد المسببة للتلوث وخطورتها على صحة الإنسان ، ومع التقدم المتزايد فى وسائل قياس تركيزات الملوثات أصبح فى الإمكان التنبؤ بالآثار التى تحدثها الملوثات للبيئة. وتوجد العديد من الدراسات البيئية التى تعنى بدراسة نوعيات الملوثات الكيميائية وكمياتها وطريقة توزيعها على البيئة ، وهذه المواد متعددة فهى إما عناصر أو مركبات بسيطة أو معقدة فى تركيبها ، عضوية أو غير عضوية وقد تكون طبيعياً المصدر أو صناعية .

ولكى ندرك مدى أهمية هذه التنبؤات يجب أن نعرف أنه يوجد حوالى ٦٣.٠٠٠ نوع من الكيماويات تستعمل على المستوى العالمى ، كما يتم تصنيع ما بين ٢٠٠ إلى ١٠٠٠ نوع جديد كل عام ، وهذه المواد تستخدم فى أغراض متعددة وبكميات متفاوتة. ومن بين هذا العدد الضخم من المواد لا يتسنى الإلمام بالأضرار الناتجة إلا عن عدد قليل منها. وعند إنتاج مركب جديد يتوقع استخدامه بكميات كبيرة تجرى بعض القياسات الهامة التى تنور حول النقاط التالية :

١- أين وبأى قدر يحدث التلوث للبيئة .

٢- العلاقة بين تركيز المادة والتركيز الذى يتراكم فى أنسجة الكائنات الحية.

٣- تأثير المادة المتراكمة على الكائن الحى أو ما يعرف بالسمية (Toxicology).

٤- تأثير هذه المادة على بقية عناصر الطبيعة (Ecotoxicology) .

ويكتفى أحياناً بعد معرفة خواص المركب الكيميائى بمقارنته بمركبات أخرى مشابهة له فى التركيب والخواص ، وبناء على ذلك يمكن تقدير مدى توزيعه على

المكونات الرئيسية للبيئة الغير حيه وهى الهواء والماء والتريه .

والتنبؤ بأضرار المواد الكيماويه له إتجاهين، الأول كفى Qualitative وهو يعنى بكيفية إصابة مكونات البيئة بهذا الملوث واحتمالات حدوثه معتمدا على الخواص الطبيعية لهذا المركب، والثانى كمي Quantitative ويعنى بمدى الإصابه التى تحدث لعناصر الطبيعة معتمدا على تركيز هذه الماده وتوزيعها على عناصر البيئة المختلفة .

التنبؤات الكيفية Qualitative Predictions

إذا نظرنا للبيئة اجمالا على أنها نظام مغلقة يحتوى على أربعة مكونات رئيسية هى الهواء والماء والتريه والكائنات الحيه ، أصبح فى الإمكان وضع أسس توزيع المواد الكيمايائية بين هذه المكونات الأربعة . وهذه الأسس تعتمد على الخواص الطبيعية والكيمايائية لهذه المواد، والتي يمكن عرضها فى النقاط الآتية :

١- القابلية للذوبان فى الماء Water Solubility

تختلف المركبات الكيمايائية فى قابليتها للذوبان فى الماء ، فالمركبات التى لها قابليه كبيره للذوبان (أكثر من ١٠٠٠ جزء فى المليون) تكون لها فرصة أكبر فى الانتقال خلال المحتوى البيئى كما تكون معرضه أكثر لاحتتمالات التكسر الحيوى Biodegradation والايض Metabolism بواسطة الكائنات الحيه الدقيقه ، بعكس المركبات قليلة الذوبان (أقل من ١٠ أجزاء فى المليون) فقدرتها على الانتقال محبوه ولها مقاومة أعلى لعمليات التكسر الحيوى، كما تتميز بتجمعها على الاسطح المختلفة .

٢- معامل التوزيع بين الأوكتانول والماء

Octanol-Water Partition Coefficient

يمكن تعريف معامل التوزيع لمادة ما بين الأوكتانول والماء (K_{ow}) على أنه النسبة التي تتوزع بها هذه المادة بين طبقتين من الأوكتانول العادي n-octanol وهو مذيب عضوي والماء عند حالة الإتزان (أي عندما تكون هذه النسبة ثابتة لا تتغير مع الوقت). وترجع أهمية قياس هذه النسبة إلى التشابه بين الأوكتانول والليبيدات Lipids الموجوده داخل الخلايا الحيه من حيث قدره على إذابة المواد الكيميائية المختلفة. أو بمعنى آخر كلما زادت قابلية المادة الملوثه للنويان في الأوكتانول كلما زادت قدرتها على إختراق الخلايا الحيه والنويان داخل مكوناتها. وقد أثبتت الدراسات التي أجريت على الخلايا النباتية والحيوانية أن زيادة سمية المركبات العضويه تزداد بزيادة قيمة معامل التوزيع (K_{ow}).

٢- معدل التحلل المائي Rate of Hydrolysis

تعتبر سرعة تحلل المركب العضوي في الماء من العوامل الهامة التي تؤثر على عملية تكسره ، وتعتمد هذه السرعة على عوامل مختلفة مثل التركيب الكيميائي للمادة الملوثه ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة والنويانية وقابليه المركب للتطاير. ويعرف معدل التحلل المائي للماده بأنه الوقت اللازم لتحلل نصف كميه هذه الماده في الظروف البيئية . والمركبات التي لها معدل تحلل أقل من ثلاثين يوما تكون المخاطر البيئية المتوقعه منها بعيده الاحتمال نظرا لسرعة تحللها إلى مواد أخرى أبسط منها، إلا إذا كانت موجوده بتركيزات كبيره أو كان أحد نواتج تحللها في الماء ساماً .

4- التحلل الضوئي Photolysis

بعض المركبات الكيميائية يتأثر تركيبها بالتعرض للضوء، ويحدث لها ما يسمى بالتحلل الضوئي منتجة بذلك مركبات أخرى تختلف عن المركبات الأصلية. وهذه العملية لها تأثير كبير في خفض تركيز المواد العضوية الذائبة في المياه الطبيعية والمعرضة لضوء الشمس، فكلما كانت المادة حساسة للضوء كلما زاد معدل تكسرها واختفائها من البيئة. ويعرف معدل التحلل الضوئي بأنه الفترة التي تتحلل فيها نصف كمية المادة المعرضة للضوء. وهذا المعدل يعتبر مقياسا يمكن على أساسه المقارنة بين تأثير المواد العضوية المختلفة على البيئة.

5- التطاير Volatilization

تعتمد سرعة المادة في التطاير على الضغط البخاري Vapour pressure لهذه المادة، فالمواد التي لها ضغط بخاري كبير تعتبر من المواد المتطايرة وتتحول بسرعة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وبسبب ذلك انتشارها بمعدلات كبيرة في البيئة. وتتأثر هذه المواد تأثرا كبيرا بدرجة الحرارة المحيطة بها، فكلما زادت درجة الحرارة زاد معدل التطاير وزاد بالتالي معدل إنتشارها في البيئة.

6- قدرة التربة على الاحتفاظ بالمادة الملوثة:

عند وصول مياه ملوثة بمادة كيميائية مذابة إلى التربة تظهر قدرتها في الاحتفاظ بهذه المادة إما عن طريق إمتزازها على سطح الحبيبات المكونة للتربة أو عن طريق إرتباط هذه المادة كيميائيا بأنواع مختلفة من الروابط مع مكونات التربة، ويتوقف ذلك على تركيب المادة الكيميائية ونوعية التربة ودرجة حموضتها أو قلويتها. كما أن للتربة القدرة على العمل كمرشح للمواد قليلة الذوبان في الماء والاحتفاظ بها بين طبقاتها، ويعتمد ذلك على مدى مسامية التربة.

ويمكن قياس قابلية التربة للإحتفاظ بالمواد الكيميائية عمليا بتعيين تركيز المادة في كل من التربة والماء المحيط بها بعد الوصول إلى حالة الإتزان الكيميائي. ويعتبر هذا القياس مؤشرا هاما لمدى قدرة التربة على الإحتفاظ بالمواد الملوثة عند تعرضها لمياه تحتوي على هذه المواد .

التنبؤات الكمية Quantitative Predictions

التنبؤ الكمي هو ببساطه دراسة نسبة توزع المادة التي تسبب التلوث على المكونات المختلفة للبيئة ، ويتم هذا التنبؤ بإقامة نماذج مصغره تحاكي البيئة الطبيعية، وهذه النماذج تكون إما مغلقة أو مفتوحة . في النماذج المغلقة تكون كمية المادة الملوثة ثابتة لاتتعرض لأى تغير خارجى ، وتظل محصورة هي ومكونات تكسرها الحيوى فى هذا النطاق المحدود . أما فى النماذج المفتوحة فتكون معرضه للعوامل الخارجية الطبيعية والكيميائية .

والنماذج المغلقة تبدأ فى أبسط صورها من حوض زجاجى يحتوى على مياه من مصدر طبيعى وتربيه وبعض الأسماك والأحياء المائية الدقيقة ، أو قد تكون هذه النماذج مصطنعه بمعنى أنها تحتوى فقط على كائنات معينة يتم اختيارها ووضعها جميعا فى هذا المحتوى الزجاجى بحيث تكون ممثله لسلسلة غذائية متكاملة . وقد تصل النماذج المغلقة إلى أحجام كبيرة من الأشجار (يصل إرتفاعها إلى مترين) وبعض أنواع النباتات الصغيره والحيوانات التي تمثل البيئة الطبيعية وتوضع فى صوبات زجاجية تعزلها عن البيئة الخارجية.

ويتم بوريا تحليل المكونات البيئية لهذه النماذج سواء كانت حيوانية أو نباتية بواسطة أجهزة القياس الدقيقة لمعرفة مدى تاثر هذه الكائنات بالمادة أو المواد الملوثة والأماكن التي تتجمع فيها فى أجسامها .

ظاهرة التجمع الحيوى.

تحتوى أجسام الكائنات الحيه فى حالتها الصحية على بعض المواد السامة ولكن بكميات ضئيلة جدا بعضها من العناصر الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكاديوم والبعض الآخر من المواد العضوية مثل المبيدات الحشرية والأكوان الصناعية التى تضاف لبعض الأغذية. وهذا التلوث لا يظهر تأثيره إلا بعد تراكمه ليصبح ساماً للخلايا الحيه، ويحدث هذا التراكم نتيجة زيادة معدل دخول الملوث فى نسيج الكائن الحى عن معدل التخلص منه. وتدخل الملوثات إلى جسم الكائن عن طريق إمتصاصها من خلال الأوراق والجذور فى النباتات، أو الرئتين والخياشيم فى الحيوانات بالإضافة لما يدخل أجسامها عن طريق الطعام . والعديد من المواد الكيميائية الموجوده فى البيئة كملوثات توجد بكميات ضئيلة جدا لدرجة أنها تكون أقل من الحد الأدنى الذى يمكن قياسه بوسائل القياس المختلفة، ولكن هذه المواد بعد تجمعها فى جسم الكائن الحى تصبح فى مدى التركيز الذى يسهل قياسه بدقه متناهية بواسطة أجهزة التحليل الكيميائية الحديثة . وقد يصل تركيز المواد السامة فى الأنسجة لأكثر من ألف إلى مليون مره ضعف تركيزها فى البيئة المحيطة بالكائن الحى، غير أن هذا التراكم قد يستغرق حياه الكائن كلها . ولا يظهر تأثير الملوثات إلا بعد وصولها إلى تركيزات حرجه أو عند وقوع الكائن تحت ضغط ما يسبب خلا داخليا يظهر معه تأثير هذه المواد المتراكمة.

ويمكن التعبير عن هذا التجمع عمليا بأنه النسبه بين تركيز المادة الملوثة فى جسم الكائن الحى وبين تركيز المادة فى البيئة المائية المحيطة به ، ويجب الإنتباه فى سياق الحديث عن هذه الظاهرة إلى ثلاثة تعبيرات هامه هى الأكثر دقه للتفريق بين ثلاثة أنواع من هذا التجمع، أولها يمكن أن نطلق عليه التركيز الحيوى Bioconcentration ، أما النوع

الثانى فيسمى التراكم الحيوى Bioaccumulation ويحدث أيضا للكائنات المائية ويقصد به تجمع المادة الملوثة فى أنسجة الكائن عن طريق البيئه مباشرة بالإضافة الى ما يدخل جسمه عن طريق الغذاء .

ويتأثر التجمع الحيوى فى الماء عموما بعدة عوامل طبيعية ترجع للبيئه المائية مثل طبيعة التركيب الرسوبى لقاع المجرى المائى أو البحر وسرعة المياه والعمق الذى يعيش فيه الكائن الحى ودرجة الحرارة ودرجة حموضة الماء ، ذلك بجانب تركيز المواد العضويه المخليبيه Chelating ligands التى لها القدره على تكوين مترابجات Complexes ، وكذلك نوعيه وتركيز أيونات المعادن الأخرى.

أما التعبير الثالث فيمكن أن نطلق عليه اسم التكسد الحيوى Biomagnification وهو يعنى زيادة تركيز المادة السامه فى جسم الكائن الحى من خلال الغذاء فقط ، وهذا النوع هو الوحيد المعبر عن زيادة تركيز الملوثات فى البيئتين المائيه والأرضيه. ويعتمد مدى التلوث هنا على كمية المواد الملوثة فى الطعام وكذلك المعدل الذى يتم به أيض Metabolism هذه المواد السامه داخل جسم الكائن الحى .

وترجع خطورة المواد العضويه التى تعتبر سامه مثل مبيدات الكلوريد العضويه Organochloride pesticides لقدرتها على النفاذ من خلال الأغشيه الخارجيه للخلايا الحيه فهى تصنف على أنها من المركبات الباحثه عن الليبيدات Lipophilic وتعتمد قدرتها على النفاذيه على حجم جزيئاتها وعلى قابليتها للنويان فى الليبيدات المكونه للخليه.

ويعتبر الكبد فى الكائنات الحيه الراقيه هو العضو الذى يتم فيه القضاء على السموم وأيضاها، فإذا كان معدل امتصاص الجسم للسموم يساوى معدل الأيض

لا يحدث التجمع الحيوى فى الأنسجه، أما إذا كان معدل الإمتصاص أكبر من معدل الأيض يحدث تجمع ماده الملوثه فى أغشيه الكائن الحى ويعاد توزيع هذه الماده على أجزاء الجسم بتأثير نوعية الإنزيمات التى يفرزها الكبد لأيض الماده المسببه للتلوث . ويمكن بسهولة ملاحظة أثر كثير من الملوثات على البيئة نتيجة ما تسببه من تغيرات ظاهره على بعض الكائنات الحيه الموجوده فى البيئة وخاصه النباتات، وقد استخدمت بعض هذه الكائنات كمقياس لمستويات التلوث لكثير من المواد الكيمائية وهى ما يعرف بالكواشف البيولوجية.

الكواشف البيولوجية

Biological Detectors

هي كائنات حيه حساسه Sentinel organisms يتم إيجادها فى البيئة إذا لم تكن موجوده وتستخدم كتنظام بيولوجى تحذيرى لقياس مدى التلوث الذى تتعرض له البيئة الموجوده فيها . وهذه الكائنات تتأثر قبل غيرها من الكائنات الحيه بنوع واحد أو أكثر من أنواع الملوثات ويظهر عليها أثر هذا التلوث بشكل واضح بحيث تعطى إنذارا مبكرا للمبادره بمكافحة هذا النوع من التلوث قبل استفحال خطره. وتعتبر الأسماك عموما من أكثر الكائنات الحيوانية التى تستخدم لإختبار مدى تلوث المياه حيث يظهر عليها أثر التلوث فسيولوجيا على معدل تنفسها وكفاءة القلب، كما يؤثر على حركة سبحاتها فى الماء. كما تعتبر أيضا بعض التغيرات الظاهرية التى تطرأ على النبات مؤشرا على وجود تلوث ما ، مثل البقع التى تظهر على أوراق نبات التبغ نتيجة تركيز غاز الأوزون فى الجو ، كما يتسبب غاز الإيثيلين فى ذبول أزهار أشجار نبات السطيه عند زيادة وجوده فى الجو إلى بضعة أجزاء محدوده فى المليون . وكذلك فإن غاز ثانى أكسيد الكبريت عندما يوجد بتركيزات عالية يسبب ظهور بقع على أوراق بعض المحاصيل ذات الأوراق الرقيقه مثل البرسيم والشعير والكروم ويستخدم نبات الزهر السحاوى المفترس ونبات الكابوك فى إكتشاف التلوث بغاز الكلور، كما تستطيع نباتات الطماطم والقطن وأشجار الخوخ الكشف عن تلوث الهواء بفلوريد الهيدروجين لسرعة تأثرها به .

كما يعتبر ظهور نوع من الطحالب يسمى الطحلب الأخضر Chlorela فى المجارى المائية دليلا على تلوثها، أما ظهور الطحلب الأخضر المزرق فى هذه المجارى فيدل على وصول التلوث إلى درجة خطيره. كما ينبئ وجود بعض النباتات البريه بوفره على نوعية التربه مثل إزدهار نبات البرعم الأحمر كدليل على وجود أملاح كربونات الكالسيوم والماغنسيوم بكميات كبيره فى التربه .

الإختبارات البيولوجية

Bioassays

تجرى هذه الإختبارات بوضع مجموعة من الكائنات الحية المتماثلة فى ظروف معينة يمكن التحكم فيها لتعيين كلا من التأثير السريع بجرعات كبيرة من المواد الملوثه Acute effect والتأثيرات التى تحدث على المدى البعيد نتيجة التعرض لتركيزات ضئيلة من الملوثات Chronic effect وقد تم الإتفاق على معيار ثابت لقياس درجة سمية المواد المختلفة بالنسبة للكائنات الحية، وهو مايسمى بالجرعة المميتة للنصف LD₅₀ أو Lethal Dose 50 ، وهى الجرعة التى تتسبب فى قتل ٥٠٪ من مجموعة الكائنات التى تجرى عليها تجربة إختبار السمية . كما يمكن من التجارب المعملية كذلك معرفة أقل تركيز يسبب موت نوع معين من الكائنات الحية بحيث إذا قل تركيز المادة عن هذه التركيز فلا يحدث موت لأى من أفراد كائنات التجربة، ولكن تحدث تأثيرات أخرى يمكن تتبعها معمليا، ويسمى هذا التركيز عتبه التأثير Threshold effect ويمكن تطبيق هذه الاختبارات فى المعمل حيث يمكن التحكم فى جميع الظروف المؤثرة على الكائن من حيث الغذاء كميًا وكيفيًا ودرجة الحرارة والرطوبة والضوء، وكذلك يمكن القيام بهذه الإختبارات فى البيئة الطبيعية حيث تكون عرضه لمختلف التغيرات والمؤثرات الطبيعية. وتتنوع الكائنات التى يتم إختبارها مثل هذه التجارب بدءاً من أبسطها كبعض أنواع البكتيريا إلى بعض أنواع الأسماك والثدييات.

ولابد عند إختيار كائنات الإختبار أن تكون حساسه لنوع الملوث أو الملوثات التى تتعرض لها بحيث يظهر تأثيرها عليها بشكل واضح وأن تكون دورة حياتها مستمره على مدار فصول السنه، كما يجب مراعاة أن تكون متماثله فى النوع والحجم

والعمر وأن تكون كذلك سليمة صحياً عند بداية التجربة، وبالطبع يجب إختيار الكائنات سهلة التربيـه في المعمل . ويتم ملاحظة أى تغيرات نتيجة التعرض للماده السامه بقياس ومتابعة عدة مؤشرات تختلف بإختلاف كائنات التجربه، ومن هذه المؤشرات ملاحظة التغير في السلوك والتغيرات التشريحيـة والفسيوولوجية والهستولوجية وكذلك ما يحدث من تغير في الكيمياء الحيويه داخل جسم الكائن .

وتستخدم نتائج هذه الإختبارات في :

- ١- إختبار مدى تأثير نوع واحد أو أكثر من الملوثات في نفس الوقت على نوع واحد من الكائنات أو جنس من أجناس الكائنات .
- ٢- معرفة عتبات التأثير السام للماده الملوثة .
- ٣- مقارنة تأثير الماده أو المواد السامه بالنسب القياسيه المعرفه لمعرفة درجة سميتها .
- ٤- الإسهام في تطوير وسائل القضاء على التلوث البيئي .
- ٥- التأكد من حساسية كائن معين لنوع معين من المواد ومعرفة تأثيرها عليه .
- ٦- تقديم تحذيرا مبكرا للأخطار التي تسببها الملوثات.