

## تصنيف الملوثات العضوية

### 1- المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي السريع. (DOM) Readily-Decomposed Organic Matter

معظم المواد العضوية التي تصل الى البحار تكون من النوع القابل للتحلل الحيوي السريع بواسطة الفطريات والبكتيريا التي تستخدم هذه المواد كمصدر للحصول على الطاقة وعلى الجزيئات العضوية التي تحتاجها في عملية البناء الحيوي Biosynthesis التي تقوم بها . وتشمل مصادر المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي السريع الاتي:-

ا- مياه الانهار وما تحمله من مواد عضوية.

ب- مياه المجاري في المناطق الساحلية.

ج- دفن نواتج الحفر في البحر.

د- المخلفات الصناعية العضوية الناتجة عن صناعات الورق ودباغة الجلود والانسجة والمجازر والاسمدة .

هـ- المخلفات الزراعية والعمرائية.

و- مخلفات السفن والناقلات التجارية.

### 2- المواد العضوية الثابتة (POPs) Persistent Organic Pollutants :

الملوثات العضوية الثابتة هي مجموعة من الملوثات العضوية الكيماوية عالية الخطورة والتي تهدد صحة الانسان والنظام البيئي. ومن هذه الملوثات المبيدات والكيماويات المستخدمة في الصناعة والتي تنتج بغير قصد نتيجة احتراق بعض الكيماويات الصناعية. وتدرج الكيماويات والتي تعد من الملوثات العضوية الثابتة في ثلاث فئات او اكثر فهناك بعض الملوثات العضوية الثابتة والتي يتم إنتاجها عن قصد وتستخدم كمبيدات مثل المبيدات الحشرية ومبيدات الافات ومبيدات الفطريات وهناك فئة اخرى يتم إنتاجها لتستخدم في اغراض صناعية. وهناك فئة ثالثة يتم إنتاجها من دون قصد في بعض الصناعات الكيماوية او يتم إنتاجها خلال عمليات الاحتراق وفي وجود غاز الكلور او الهالوجينات الاخرى (كالبرومين او الفلورين). وهي مركبات عضوية مقاومة للانحلال البيئي من خلال بعض العمليات الكيماوية والبيولوجية، بالإضافة إلى عملية الانحلال الضوئي وتنسم بالسمية العالية والتحلل البطيء في البيئة. كما تنسم بقابليتها للتراكم الحيوي خاصة في الأنسجة الدهنية للانسان التي تنتقل إليه عن طريق السلسلة الغذائية. ونتيجة لذلك، فقد لوحظ أن هذه المركبات توجد في البيئة بشكل مستمر كما أنها قادرة على الانتقال طويل المدى والتراكم البيولوجي داخل الأنسجة البشرية والحيوانية والتركيز البيولوجي داخل سلاسل الغذاء، هذا بالإضافة إلى ملاحظة إمكانية تأثيراتها الخطيرة على صحة الإنسان والبيئة بشكل عام.

اهم هذه الملوثات المبيدات (مثل ال د.د.ب.ت)، المواد الكيميائية الصناعية (مثل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCBs) المستخدمة في معالجة الافات الزراعية والصحية، مركبات ثنائي الفينيل متعدد البروم) والانتاج غير المقصود (مثل الديوكسين والفيوران). تنتقل هذه الملوثات عن طريق الهواء والماء والأنواع المهاجرة عبر الحدود الدولية، لتستقر بعيداً عن مكان إطلاقها، حيث تتجمع في النظم الأرضية والمائية. وتشمل مصادر المواد العضوية الثابتة الآتي:-

1. عمليات الإنتاج الكيميائي، كإنتاج مركبات الفينول المكلورة، والمذيبات المكلورة، وإنتاج عجينة الورق باستعمال عنصر الكلور للتبييض الكيميائي.
  2. العمليات الحرارية والاحتراق، ويشمل ذلك ترميد النفايات (البلدية والخطرة ونفايات المشافي)، واحتراق الوقود الصلب والسائل، والعمليات الحرارية على المعادن، والحرائق.
  3. عمليات التوالد، حيث تتشكل هذه المركبات من طلائع مثل بنتا كلوروفينول.
  4. المصدر الرابع يتعلق بتشكيل سابق في المقابل القديمة للنفايات والتربة والرسوبيات الملوثة، حيث تراكمت فيها هذه المركبات على مدى من الزمن.
- وتعتبر الملوثات ال 12 الآتية أكثر الملوثات العضوية الثابتة خطورة وضرراً وانتشاراً في البيئة والغذاء والتي يطبق عليها الحظر العالمي وفقاً لاتفاقية استكهولم الخاصة بهذه الملوثات والتي تسمى بالدرزينة الفدرة:
- 1- الألدرين: وهو مبيد حشري استخدم لحماية محاصيل القطن والذرة ولمقاومة النمل الأبيض والجراد وسوس الأرز وبعض طفيليات الماشية... الخ
  - 2- الكلوردان أوكتا كلور (فلسيكول): وهو مبيد حشري واسع الطيف استخدم لمقاومة حشرات المحاصيل والخضراوات والحبوب وحماية محاصيل القطن وقصب السكر والفاكهة، ولمقاومة النمل الأبيض والخنفس.
  - 3- الديلدرين (أندوكس) هو مبيد حشري استخدم لحماية محاصيل الذرة والقطن والفاكهة، ولإبادة ديدان الجذور والخنفس والنمل الأبيض. كما استخدم لحماية الحبوب عند التخزين.
  - 4- الاندرين: وهو مبيد للقوارض والحشرات، كما استخدم لحماية القطن والأرز والذرة والقصب ولحماية أوراق الأشجار.
  - 5- هيتا كلور (هيتاجران): وهو مبيد حشري استخدم لمقاومة حشرات القطن والجراد البعوض، ولمقاومة حشرات التربة والنمل الأبيض، وخصوصاً لحماية الأخشاب والكابلات الأرضية ضد النمل.

6- هكسا كلورو بنزين :وهو مبيد فطري استخدم لحماية محاصيل الحبوب والبصل والقمح ، كما استخدم لحماية الأخشاب والمطاط الصناعي، واستخدم في تحضير الأصباغ والذخيرة.

7- ميركس :وهو مبيد حشري استخدم للقضاء على القمل والنمل والبق والدبابير، كما استخدم في تصنيع بعض الأدوات الكهربائية ، وكمثبط للاشتعال في البلاستيك والمطاط.

8- ال د.د.ت :استخدم في الحرب العالمية الثانية لحماية الجنود والمدنيين من انتشار أمراض عدة كالمالاريا والتيفود ولقتل الحشرات الحاملة للأمراض وللقضاء على البراغيث، وعلى الرغم من منع إنتاجه مازال ينتج منه بحدود 50,000 طن سنوياً.

9-التوكسافين :وهو مبيد حشري استخدم ضد آفات القطن والحبوب والفاكهة والخضراوات والفاكهة، كما استخدم لمقاومة السوس والقرا د.

10 - ثنائي فينيل متعدد الكلور PCBs :وهو عبارة عن مركب استخدم في المحولات والمكثفات الكهربائية. ديفينيل متعدد الكلور والأنظمة الهيدروليكية وأنظمة نقل الحرارة والمبردات وأنظمة العزل ، كما استخدم في صناعة المواد اللاصقة والملونات والشحوم.

11- الديوكسينات: وهي عبارة عن مركبات تنتج عن العمليات الحرارية للمواد التي تشمل مواد عضوية وكلور كنتيجة للإحتراق غير التام أو كنتيجة للتفاعلات الكيميائية في الكثير من العمليات الصناعية. ويجري امتصاصها عن طريق الجلد أو بالاستنشاق أو من خلال تناول طعام أو شراب ملوث. يعتقد أن 96 % من سكان الأرض يتعرضون لجرعات من الديوكسينات في الغذاء.

12 - الفيورانات : وهي عبارة عن مركبات تترافق عادةً مع الديوكسينات.

إن المركبات التسعة الأولى من الملوثات العضوية الثابتة السابقة هي من مبيدات الآفات القديمة، وهي مواد تحظر البلدان إنتاجها أو استخدامها وتفرض على ذلك ضوابط صارمة. تسبب هذه المركبات الأضرار الآتية:

الصداع وفقدان الذاكرة و ضعف المفاصل و نقص الخصوبة والعقم و شلل الجهاز التنفسي و الغثيان و الغيبوبة و الإسهال و التقلصات و الشد العضلي و ارتفاع ضغط الدم و الحساسية و تهيج الجلد والعين والأنف و ضيق التنفس و الحمل الكاذب والإجهاض وتشوه المواليد و تلف المخ و ضعف جهاز المناعة و ضمور الأجهزة التناسلية و الإصابة بالسرطان و تلف الجهاز العصبي المركزي وانهيار وظائف الكبد و ضعف الإبصار الهرموني و الحمى و سرعة ضربات القلب و الضعف العام و الوفاة.

أما الملوثات الثلاثة الأخرى من الملوثات العضوية الثابتة فهي مواد كيميائية صناعية واسعة الانتشار على الرغم من فرض ضوابط صارمة بخصوص تصنيعها وتخفيض مستويات انبعاثها من عمليات الاحتراق، ويشكل المتبقي من هذه المواد خطراً كبيراً على البيئة المحيطة، فعلى الرغم من أن إنتاج بيفينيل متعدد الكلور مثلاً قد حُظر على نطاق واسع منذ سنوات، إلا أن

هذه المواد الكيميائية لا تزال موجودة في المحولات الكهربائية وغيرها من المعدات وتشكل خطراً كبيراً وصعوبة في التخلص منها. و للملوثات العضوية الثابتة خطورة كامنة على الانسان والمخلوقات الاخرى, وهناك العديد من الادلة الطبية التي تؤكد تسبب الملوثات العضوية الثابتة في الاعاقة والامراض التالية:

- 1- امراض السرطان والاورام الخبيثة وخاصة سرطان الثدي والبنكرياس والدم.
  - 2- اضطراب الاعصاب والقدرة على التركيز ومشاكل السلوك مثل العنف والجرائم وصعوبات التعلم وضعف الذاكرة.
  - 3- امراض نقص المناعة
  - 4- مشاكل الانجاب وتشوه الاجنة والولادات المبكرة والاطفال الخدج ونقص لبن الامهات وتأثيره على الاطفال الرضع
  - 5- بعض الامراض الاخرى زيادة مرض السكري والالتهاب الكبدي وتليف الكبد .
- وتؤثر الملوثات العضوية الثابتة على نمو الاجنة وخاصة نمو الاعصاب وتسبب التشوهات.

#### الخصائص الشائعة المشتركة لكل الملوثات العضوية الثابتة:

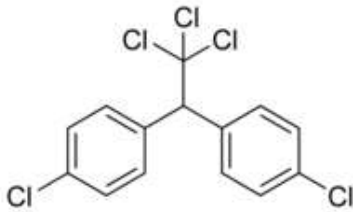
هناك بعض الخصائص المشتركة والشائعة بين مبيدات ال DDT , PCBs والديوكسين وقد استخدم لفظ " الملوثات العضوية الثابتة POP لوصف هذا النوع من الكيماويات والتي تحمل نفس الخصائص. وهي مركبات كيميائية عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين. وتشارك في اربع خصائص:

- 1- **ثابتة:** الملوثات العضوية الثابتة هي ملوثات كيميائية تقاوم التحلل الكيميائي والفيزيائي والبيولوجي لذا بمجرد دخولها للبيئة تستقر لمدة طويلة.
  - 2- **تتراكم إحيائياً:** الملوثات العضوية ضعيفة الانحلال في الماء، إلا أنها سهلة الانحلال في الشحوم والدهون، مما يساعد على تراكمها في السلسلة الغذائية، وخصوصاً في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية البحرية والبرية، كما يسهل امتصاصها في المواد الغذائية كالخضراوات والفاكهة والألبان، وتعتبر التراكم الضئيلة منها عالية السمية.
  - 3- **احتمال إنتقالها بعيد المدى:** يمكن للملوثات العضوية الثابتة الانتقال لمسافات طويلة وتسبب ضرر في الاماكن البعيدة عن مواقع اصدار المادة الكيميائية ويمكن ان تنتقل عن طريق الماء والهواء والانواع المهاجرة.
  - 4- **اثارها الضارة:** الملوثات العضوية الثابتة هي كيميائيات يحتمل ان تسبب الضرر للانسان والبيئة.
- يعتبر ثبات هذه المركبات من أهم مساوئها، حيث أنها تقاوم التحلل الكيميائي والضوئي والبيولوجي، تتراكم الملوثات العضوية الثابتة في السلسلة الغذائية ويتراوح نصف عمرها من عدة شهور حتى عدة سنوات. يمكن لهذه الملوثات أن تتطاير وتنتشر في الهواء لمسافات طويلة.

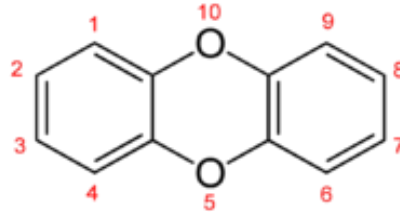
من اخطر الملوثات العضوية الثابتة هي:

الديوكسينات والفيورانات:

هي مركبات عطرية Dibenzofurans والفيورانات Chlorinated Dibenzo-p-dioxins إن الديوكسينات ثلاثية الحلقات، تتكون من حلقتين من البنزين موصولتين بواسطة ذرتي أوكسجين في ثنائي بنزوبارا ديوكسين متعدد الكلور ، والتي يمكن أن تكون ذراتها الهيدروجينية مستبدلة بذرات من الكلور قد يصل عددها إلى ثمانية.



**DDT**



**Dioxins**

إن مواد الديوكسينات والفيورانات (Dioxins) (Furans) هي إحدى الملوثات العضوية الثابتة) المركبات الكلور وعضوية، وقد استخدم مصطلح الديوكسينات والفيورانات للإشارة إلى مجموعة الملوثات العضوية الحاوية على ديبينزو بارا ديوكسين متعدد الكلور) الديوكسينات (، وديبنزوفيورانات متعدد الكلور) الفيورانات (المترافة دوماً مع الديوكسينات . وقد جرى التركيز نظراً لتأثيرها الشديد على الصحة العامة من خلال تأثيرها على معظم الأجهزة الحيوية للإنسان، وتداخلها مع الهرمونات.

#### مصادر الديوكسينات:

تنتج الديوكسينات كمادة ثانوية في عدة صناعات كيميائية عضوية: كصناعة مركبات الكلورين؛ و صناعة المبيدات الحشرية؛ و صناعة البلاستيك؛ وفي خطوط تبييض الورق بالكلور في صناعات الورق؛ وعن أفران الأسمت والزجاج، وعن أفران إنتاج المعادن و مسابك النحاس والألمونيوم والرصاص... الخ. وتتشكل أيضاً بفعل احتراق المركبات الهيدروكربونية) حرق الزيوت والكابلات والوقود المحتوي أو الخالي من الرصاص (و بفعل احتراق النفايات الصلبة التي تحتوي على الكلورين و احتراق المواد البلاستيك التي تحتوي على بقايا المبيدات واحتراق المخلفات الطبية، وعن دخان التبغ. وقد تنجم الديوكسينات أيضاً عن العمليات الطبيعية، مثل حالات الثوران البركاني وحرارة الغابات.

#### أضرار الديوكسينات:

تأتي الديوكسينات في المرتبة الثانية من حيث الخطورة بعد النفايات المشعة، فأغلب مركباتها يمكن أن تسبب نمو وانتشار السرطان كما أشار تقرير الأكاديمية الوطنية للعلوم كانون الثاني عام 2008 ، إلا أن سميته ليست مباشرة، بل على المدى

الطويل، فهذه المواد ثابتة أي أنها تبقى لفترات طويلة دون أن تتحلل، كما أنها تملك القدرة على التراكم في الأنسجة الحية للإنسان والحيوان. توجد التراكم البيئية الأعلى للديوكسينات السامة عادةً في التربة والرواسب، بينما توجد التراكم البيئية الأخفض في الهواء والمياه. تنتقل هذه الملوثات إلى الإنسان والحيوان عن طريق الغذاء الملوث وخصوصاً الحبوب والبطاطا والفواكة والخضروات واللحوم الملوثة كالأسمك والمأكولات البحرية والطيور، ومنتجات الألبان، وأهم مواقع تراكم هذه المواد السامة هي الأنسجة الدهنية، حيث أن هذه الملوثات تذوب في الدهون وتبقى فيها لعدة أشهر أو حتى لعدة سنوات، كما تنتقل هذه الملوثات إلى الإنسان والحيوان عن طريق الاستنشاق أو عبر الجلد، ويعتقد أن انتقال الديوكسينات عن طريق المياه الملوثة نادر، نظراً لندرة تواجد هذه الملوثات في المياه. تعتبر الديوكسينات قادرة على الارتباط بسيتوبلازما الخلية، وقادرة على الاتحاد مع الحامض النووي وتغيير الطبيعة الجينية، وقد يؤدي تعرض الإنسان على المدى المتوسط لمستويات عالية من الديوكسينات إلى إصابته بأفات جلدية وهو مرض جلدي أشبه ببثورات شبيهة بحبوب الشباب الحادة؛ أو استمرار الجلد اللطخي؛ وتلون الأظافر باللون الأسود؛ وقد يؤدي هذا التعرض إلى الشعور بالضعف والصداع، وإلى الإصابة بمشاكل السمع وتشوهات الأسنان، أو اختلال وظيفة الكبد، أما التعرض لتلك الديوكسينات على المدى الطويل فقد يقلل من أعداد الحيوانات المنوية ويعيق عمل المبيض، وقد يسبب الإجهاض، وقد يؤدي إلى الإصابة بمرض السكر، وقد يؤدي إلى اختلال الجهاز المناعي والجهاز العصبي والوظائف الإنجابية.

### الوقاية من التعرض للديوكسينات والحد منه

وعلى الرغم من أن تشكل الديوكسينات هو عملية محلية، إلا أن توزيعه في البيئة أصبح من الظواهر العالمية، فهذه المركبات موجودة في جميع أنحاء العالم وفي كل الأوساط البيئية تقريباً. وقد سجلت مستويات عالية لتركيزها في بعض أنواع التربة والأغذية. أما المستويات المنخفضة فتُسجَل في النباتات والماء والهواء. وهناك، على الصعيد العالمي، عدد كبير من مخازن الزيوت التي تحتوي على مركبات بيفينيل عديد الكلور، علماً بأن الكثير من تلك الزيوت يتضمن مستويات عالية من ديبينزوفوران عديد الكلور. والجدير بالذكر أن تخزين تلك المركبات أو طرحها بطرق غير سليمة قد يتسبب في إطلاق الديوكسينات في البيئة وتلوث الإمدادات الغذائية التي يستخدمها البشر والحيوانات. ولا يمكن التخلص بسهولة من النفايات التي تحتوي على هذه المركبات بيفينيل عديد الكلور دون التسبب في تلوث البيئة وإضرار بالبشر وعليه يجب معالجة تلك المواد بالطريقة التي تُعالج بها النفايات الخطرة، وأفضل طريقة للقيام بذلك هي حرقها في درجات حرارة عالية إن حرق المواد الملوثة بالطرق السليمة هو أفضل وسيلة للوقاية من التعرض للديوكسينات والحد منه. ويمكن حرق تلك المواد أيضاً من التخلص من الزيوت التي تحتوي على مركبات بيفينيل عديد الكلور. وتتطلب عملية الحرق درجات حرارة عالية، أي أكثر من 850 درجة سيليزيوس. وللتخلص من كميات كبيرة من المواد الملوثة قد تتطلب تلك العملية درجات أعلى - 1000 درجة سيليزيوس أو أكثر. فحرق بعض النفايات البلاستيكية بدرجات حرارة منخفضة يؤدي إلى تلوث الهواء بالديوكسينات وقد ينتقل هذا التلوث عبر السلسلة الغذائية إلى الإنسان.