

# Soil pollution

---

Soil pollution : Heavy Metals – Nuclear  
Pollution- Pesticide

[environmental  
protection]

# تلوث التربة

**تلوث التربة:** هو تواجد الملوثات في التربة بكميات تسمح بشكل مباشر أو غير مباشر بالإضرار بالصحة العامة للإنسان، أو تخريب الأنظمة البيئية، أو التأثير على الأوساط النباتية أو الحيوانية، أو التأثير على المياه السطحية أو الجوفية. وأهم ملوثات التربة هي: المعادن الثقيلة، والمواد المشعة، والمبيدات، والنفايات الصلبة ومياه الصرف الصحي.

تقسم ملوثات التربة حسب طبيعتها إلى:

## A. التلوث بالمعادن الثقيلة

تملك المعادن الثقيلة كالرصاص والكاديوم والزنك والزرنيخ وغيرها تأثيراً كبيراً على التربة، وتملك بعض المعادن الأخرى كالكروم والنحاس والحديد وغيرها تأثيراً محدوداً على التربة ينحصر غالباً في أماكن انتشارها. يحدث تسمم الإنسان بالمعادن الثقيلة بفعل دخولها المباشر مع الهواء أو المياه أو الغذاء إلى الجسم كمركبات بيوكيميائية، أو بتراكمها في الجسم البشري عبر تراكيز منخفضة خلال فترات زمنية طويلة (تسمم مهني)، أو بدخولها العرضي بتركيز عالي جداً يفوق التراكيز المسموحة في المواصفات. ومن أشكال تلوث التربة بالمعادن الثقيلة:

1- **التلوث بالرصاص:** يوجد الرصاص بشكل طبيعي في البيئة على شكل فلز رمادي اللون.

### مصادر التلوث بالرصاص:

الوقود الحاوي على الرصاص: حيث يضاف مركب رابع إيثيل الرصاص للبنزين لتحسين صفاته ولرفع كفاءة المحركات حيث أنه يرفع الرقم الأوكتيني للوقود ويمنع ظهور صوت الفرقة التي تنتج عن اشتعال خليط الوقود والهواء داخل المحرك. وعند تأكسده أثناء الاحتراق ينتج أكسيد الرصاص مع غازات العادم الساخنة. تسقط الجزيئات الكبيرة من الرصاص مباشرة على الأرض وتلوث التربة والمياه السطحية، أما الجزيئات الأصغر حجماً فتجتاز مسافات طويلة عبر الغلاف الجوي وتبقى في الهواء.

- **الصناعة:** يدخل الرصاص في الكثير من الصناعات الكهربائية وصناعة الطلاء واللحام والمطاط وتعتبر صناعة المدخرات والنفايات الناتجة عنها من أهم مصادر التلوث

بالرصاص، كما ينتج الرصاص بتراكيز كبيرة نسبياً عن محارق النفايات الصلبة وصناعة المنتجات المعدنية.

- المصادر الطبيعية تشارك البراكين في عمليات تلوث البيئة بالرصاص كما تساهم ظواهر التعرية للتربة في هذا التلوث.

### التأثيرات الصحية للرصاص :

ويتعرض الانسان للتلوث بالرصاص عن طريق استنشاق الهواء (على شكل جسيمات عالقة في الهواء أو الغبار)، أو تناول الطعام الملوث بالرصاص أو مشرقاته، مما يؤدي إلى تراكم الرصاص في الدم عن طريق الجهاز التنفسي، ويؤثر الرصاص على الجهاز الهضمي وجهاز المناعة والكلية والكبد والأوعية الدموية، كما ثبت أن أجسام الأطفال تمتص الرصاص بنسب أعلى من البالغين مما يعرضها لمخاطر أكبر. ومن أعراض التسمم بالرصاص: وجوده في البول؛ ألم تحت وحول السرة؛ خط أزرق على اللثة؛ مغص معوي مع إمساك مترافق مع برودة وشحوب اللون وتصبب العرق وقيء في بداية المغص. ويتراكم الرصاص غالباً في عظام الإنسان ، ويجري الكشف عنه من خلال تحليل الدم.

يسبب الرصاص العديد من التأثيرات غير المرغوبة مثل :

- خفض نسبة هيموغلوبين الدم في الجسم
- ارتفاع ضغط الدم .
- تضرر الكلية مما يؤدي إلى إفراز حمض البوليك وتراكمه في المفاصل والكلية .
- يحل الرصاص محل الكالسيوم في أنسجة العظام
- يؤثر الرصاص على الأنظمة العصبية وقد يؤدي إلى القلق النفسي.
- قد يسبب الرصاص الضرر الدماغي إذ يسبب التخلف العقلي لدى الأطفال.
- يسبب هبوط خصوبة الرجال وضرر للحيوانات المنوية .
- يسبب الصداع والضعف العام، وقد يؤدي للغيبوبة وإلى حدوث تشنجات قد تؤدي للوفاة
- يمكن تراكمه في الأجنة مما قد يؤدي إلى تشوه الجنين وقد يسبب حالات الإجهاض

### التأثيرات البيئية للرصاص :

يتجمع الرصاص في أجسام الكائنات الحية في المياه والتربة مما يسبب التسمم بالرصاص .

وتتأثر وظائف التربة بوجود الرصاص في الترب وخصوصاً تلك القريبة من الطرق السريعة مما قد ينقل هذا التلوث إلى الكائنات الحية.

2- **التلوث بالكروم:** يسبب التسمم بالكروم احتقان الوجه وحكة وتقرحات في ظهر القدم وعلى الأطراف وقد يؤدي إلى التهاب المفاصل.

3- **التلوث بالزئبق:** يعتبر الزئبق من المعادن التي قد تختلط مركباته بالتربة بفعل التخلص من نفايات ومخلفات المصانع الملوثة بالزئبق، ويسبب التسمم بمركبات الزئبق إلى إصابة الإنسان باضطرابات في الجهاز العصبي المركزي وأعراض مثل الأرق والاكتئاب والنسيان والتهاب اللثة والكلية. ويعتبر ميثيل الزئبق أكثر مركباته خطورةً. وقد تسبب إلقاء أحد مصانع البلاستيك لنفاياته التي تحتوي على عنصر الزئبق في خليج مينا ماتا الياباني مرضاً سمي بمرض مينا ماتا نتج عن تحول الزئبق بواسطة الميكروبات إلى مركب ميثيل الزئبق الذي انتقل إلى الأسماك ومن ثم إلى الإنسان. وقد يؤدي تلوث التربة بهذا المركب إلى انتقاله للمحاصيل الغذائية.

4- **التلوث بالكاديوم:** يدخل عنصر الكاديوم في صناعات عديدة مثل الصناعات البلاستيكية وصناعة البطاريات، كما قد يخطئ الكاديوم ببعض المعادن الأخرى مثل الزنك والنحاس والرصاص. ويعتبر الكاديوم من المعادن التي تنتقل عبر تلوث التربة إلى بعض المحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح ومن ثم إلى الإنسان وتسبب مرض إيناي إيتاي كما يؤدي إلى إصابته الإنسان بأمراض الكلية والرئة والقلب والعظام.

5- **التلوث بالزرنخ:** ينتقل الزرنخ إلى التربة من مصانع صهر المعادن كالنحاس والرصاص والزنك، ويعتبر احتراق الفحم واستخدام المبيدات الحاسوبية على الزرنخ من أهم مصادر تلوث التربة بالزرنخ. يسبب تراكم الزرنخ في جسم الإنسان وهن العضلات وإصابات جلديه وأمراض الجهاز الهضمي والكبد الكلية والأعصاب. ويعتبر الزرنخ العضوي أقل تأثيراً لصحة الإنسان من الزرنخ غير العضوي فهو لا يسبب السرطانات أو خلل في الصفات الوراثية.

## B. التلوث بالمواد المشعة

مر تاريخ الإشعاع بأربعة مراحل بدأت بالبحوث الأساسية والتي بدأت مع الفرنسي هنري بيكرل ثم البولونية ماري كوري واستمرت حتى العام 1939 لتبدأ بعدها مرحلة تصنيع واختبار القنبلة

الذرية حتى العام 1952 ليكتشف الإنسان إمكانية استخدام المواد المشعة للأغراض السلمية كبديل لمصادر الطاقة الأحفورية وللأغراض الطبية والهندسية والزراعية.

### مصادر الإشعاع:

يمكن تصنيف مصادر الإشعاع إلى:

مصادر طبيعية (النشاط الإشعاعي الطبيعي) كالأشعة الكونية مثل التريتيوم  $3\text{H}$  والكربون  $14\text{C}$  والبريليوم  $10\text{Be}$  والفسفور  $32\text{P}$ - $33\text{P}$  والكبريت  $35\text{S}$  والكلور  $39\text{Cl}$ ، والنظائر المشعة الأخرى المنتشرة في الصخور والمياه وفي بعض الغازات.

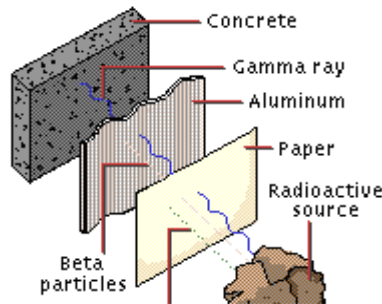
مصادر اصطناعية وهي المصادر التي تنتج عن نشاط الإنسان خلال أعمال تعدين وتصنيع وتحويل وتنقية العناصر المشعة وكذلك النفايات الصلبة والسائلة والغازية التي تنتج عن العمليات السابقة. ويمكن تصنيف هذه المصادر إلى :

- النفايات الناتجة عن معالجة الوقود النووي
- النفايات الناتجة عن استخدام الوقود النووي في محطات توليد الطاقة وفي المصانع العسكرية.
- النفايات المخبرية لمخابر الطاقة النووية.
- نفايات المشافي التي تستخدم النظائر المشعة (اليود  $32\text{I}$  ، الفوسفور  $32\text{P}$ ).
- النفايات الصناعية المشعة في العديد من الصناعات التعدينية.
- التفجيرات النووية.

### أنواع الإشعاعات الناتجة عن المواد المشعة:

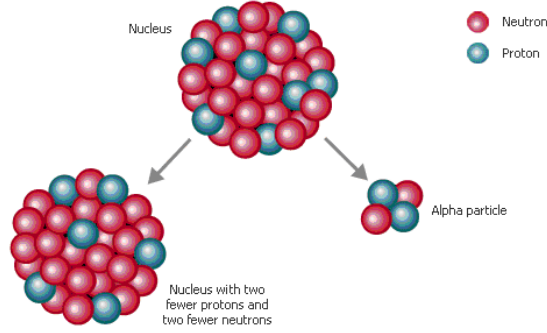
اعتقد الإنسان في البداية أن الإشعاع الناتج عن المواد المشعة له شكل أو حالة واحدة كما

في حالة أشعة إكس، ثم تبين أن هناك ثلاثة أنواع من هذه الأشعة هي:

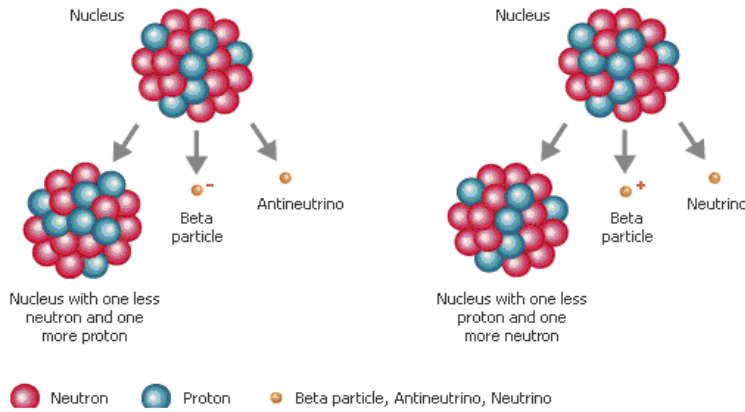


أشعة ألفا  $\alpha$ : وهي جسيمات مادية عبارة عن أيونات الهيليوم موجبة الشحنة تنحرف نحو القطب السالب في المجال المغناطيسي، سرعتها حوالي 200م/ثا ورغم سرعتها العالية فهي عاجزة عن

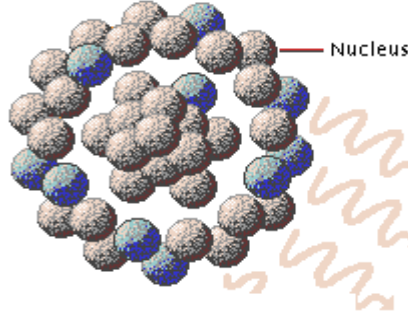
قطع أكثر من 10 سم في الهواء بعد صدورها من المادة المشعة. تأين هذه الأشعة الهواء عند مرورها فيه، ويمكن أن تحتجز بقطعة من الورق أو بجلد الإنسان.



أشعة بيتا  $\beta$ : وهي جسيمات سالبة الشحنة (الكترونات) تنطلق بسرعات مختلفة حسب المادة الأم تتراوح بين 30% و 99% من سرعة الضوء. يعتبر تأين الهواء بهذه الأشعة محدود. تختلف قدرة هذه الأشعة على اختراق المواد حسب سرعة انطلاقها، فتستطيع اختراق الهواء لمسافة حوالي 200 – 300 m واختراق جسم الإنسان، ويمكن لرقيقة ألمنيوم بسماكة بضع ميليمترات حجب هذه الأشعة، ، فلذلك لابد للحماية من هذه الأشعة من استخدام الخشب أو البيتون أو المعادن كالألومنيوم.



أشعة غاما  $\gamma$ : وهي أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) كأشعة إكس أو كالأشعة الضوئية سرعتها هي سرعة الضوء وطول أمواجها أقصر من طول أمواج أشعة إكس العادية، وهي أشعة لا تتأثر بالمجال المغناطيسي، وتعتبر أكثر الأشعة نفاذاً للمواد. يمكن حجب هذه الأشعة بسماكة عدة سنتيمترات من الرصاص وبسماكة مترين من البيتون، فلذلك لابد للحماية من هذه الأشعة من استخدام الفولاذ أو البيتون أو الرصاص.



## التأثيرات البيئية للإشعاع النووي

### تأثيره على الإنسان:

يكون التأثير الإشعاعي على الإنسان إما خارجياً نتيجة تعرض جسمه للإشعاع بشكل خارجي، أو داخلياً نتيجة استنشاقه أو ابتلاعه للمواد المشعة، أو كلاهما معاً، وقد تمتد آثار التلوث الإشعاعي إلى الأجيال القادمة لعقود عديدة . تؤثر أشعة غاما وبيتا على الإنسان عند تعرضه لهذه الأشعة بينما لا تؤثر أشعة ألفا عليه نظراً لإمكانية حجزها من الطبقات الخارجية للجلد.

تقاس الجرعة التي تدخل إلى جسم الإنسان من المادة المشعة بوحدة الـ  $\text{grays}$  أو  $\text{rads}$ ، حيث  $100 \text{ rads} = 1 \text{ gray}$ .

يقود تعرض الإنسان لجرعة حاوية على أكثر من  $40 \text{ gray}$  إلى تلف النظام الوعائي بشدة، وتسبب هذه الجرعة وذمة مخية كما تؤدي إلى اضطرابات عصبية فيحدث الموت خلال 48 ساعة. وتقود الجرعة الحاوية على  $10-40 \text{ gray}$  إلى خسارة السوائل في الفراغات الخلوية والمنطقة المعوية وإلى تضرر حاد في نخاع العظم بحيث يحدث الموت خلال عشر أيام كنتيجة لاختلال توازن السوائل. بينما تسبب الجرعة  $1.5-10 \text{ gray}$  دمار نخاع العظم ويحدث الموت بعد حوالي أربعة إلى خمسة أسابيع من التعرض الإشعاعي.

يؤدي التعرض الموضعي من الجسم إلى ضرر النسيج الخلوي، وقد يسبب التعرض لجرعة خفيفة أمراضاً سرطانية وضرراً في الجهاز المناعي ومشاكل في الخصوية، وقد يسبب هذا التعرض الإجهاض أو ولادة الجنين ميتاً، كما أنه قد يسبب تشوهات خلقية، أما التعرض الشديد للنشاط الإشعاعي فيسبب الوفاة الفورية كما أنه قد يسبب أضراراً وراثية. وليس للتعرض الداخلي لمصادر الإشعاع تأثيرات حادة مباشرة على الجسم البشري لكنه يسبب ظواهر متأخرة قد تنتهي بالإصابة بالسرطان. وترتبط هذه التأثيرات بمواصفات مصدر الإشعاع كنصف العمر المشع، وخصائص الإشعاع، والسلوك الكيميائي الحيوي.

### تأثيره على البيئة :

تؤثر الانفجارات النووية بشكل هائل على المناخ، حيث أنها تلقي بكميات هائلة من الغبار النووي إلى الجوّ يمكن أن تكون كافية لسدّ نور الشمس لعدّة أشهر، خصوصاً في النصف الشمالي للكرة الأرضية (الشتاء النووي) ، كما أنها تسيء بشكل كبير للغلاف اليابس، وتسبب تضرر طبقة الأوزون. وتؤدي الانفجارات النووية إلى تحطّم حياة النبات نتيجة ترسبها على سطوح النباتات لتمتصها الأوراق والجذور. وتعتبر النباتات الخضراء عريضة الأوراق كالخس والسبانخ والفواكه التي تؤكل دون نزع قشرتها كالعنب والتين والتوت من أكثر النباتات تأثراً بالتلوث الإشعاعي. يمكن للتلوث الإشعاعي أن ينتقل من النباتات إلى الحيوانات التي تتغذى عليها ومن ثم إلى لحوم ، وألبان هذه الحيوانات مما قد ينقل التلوث إلى المستهلكات من المرتبة الأعلى.

وتعتبر الحوادث المفاجئة في محطات الطاقة النووية (كحادثة تشيرنوبل) وعمليات التخلص من النفايات النووية المشعة الخطر الأساسي من التلوث الإشعاعي على البيئة المحيطة. فعلى الرغم من أن البعض يعتبر الطاقة النووية طاقةً نظيفةً كونها لا تطلق ملوثات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي، إلا أنه هنالك دوماً قلق كبير من الخطر المحتمل الناجم عن الحوادث الطارئة في هذه المحطات وعن النفايات النووية الناتجة عنها.

#### التخلص من النفايات المشعة:

تتراكم كميات هائلة من النفايات المشعة على سطح الأرض، وقد اقترحت العديد من الإجراءات للتخلص من هذه النفايات كإبعادها عن المحيط الحيوي لفترة زمنية تعادل الفترة الزمنية اللازمة لتحويلها إلى عناصر غير سامة، وقد تجاهلت مؤسسات التصنيع النووي في جميع أنحاء العالم العواقب البيئية للمواد المشعة، حيث جرى في الولايات المتحدة إغراق السوائل المشعة في أراضي ومياه منطقة هانفورد النووية، وتم تلويث نهر كولومبيا وبحيرة كراتشي في روسيا، وانخفض منسوب المياه الملوثة ليصل إلى المياه الجوفية في سيلافيلد في إنكلترا. ويعتبر الإجراء البيئي المناسب للتخلص من هذه النفايات هو خلطها مع مادة مكلسة ثم صهرها بدرجة حرارة عالية ثم حفظها في أوعية من الحديد الصلب الغير قابل للصدأ ضمن مواد عازلة من الرصاص والبيتون أو الخزف أو الزجاج من نوع البوروسيليكات ثم دفنها على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض بعيداً عن احتمال تلوث المياه والهواء والتربة، آخذين بعين الاعتبار عدم وقوعها تحت تأثير الهزات الأرضية وغيرها من العوامل الجيولوجية، ومع ذلك فإننا قد لا نضمن عدم قيام أحفادنا بحفر مواقع الدفن بعد مئات أو آلاف السنين وذلك بدافع الفضول أو الإفتقاد للمعلومات.

وتجري الأبحاث مؤخراً لتحسين إمكانية إعادة استخدام النفايات المشعة ومعالجتها قبل دفنها في باطن الأرض.



## C. التلوث بالمبيدات

المبيدات هي المواد الكيميائية التي تقتل أو تمنع أو تحد من تكاثر أو انتشار الكائنات الحية التي تنافس الإنسان في غذائه أو ممتلكاته أو تؤثر على صحته. وقد جرى استخدام المبيدات لأغراض متنوعة مثل إبادة الآفات الزراعية والأعشاب الضارة وإبادة الحشرات والقوارض والديدان التي تؤذي الإنسان بشكل مباشر أو غير مباشر، وبذلك فالمبيدات تفيد في زيادة رفاهية الإنسان إلا أن أبرز مخاطرها تنشأ عن عشوائية استخدامها مما قد يسبب ضرراً كبيراً للبيئة المحيطة على المدى البعيد. تلحق المبيدات الضرر بالبيئة نظراً لأن أغلب مركباتها هي مركبات حلقية بطيئة التحلل ولاحتماء بعضها على عناصر ثقيلة ذات سمية عالية مثل الكلور والفسفور والنترات، فهناك العديد من المبيدات التي تلوث التربة وتستقر فيها لفترة طويلة دون أن يطرأ عليها أي تغيرات كيميائية، وأخرى تستقر فيها لفترة قصيرة حيث تتغير كيميائياً بفعل الحرارة والرطوبة والتفاعلات الضوئية والميكروبات والعوامل البيئية الأخرى. وتتميز مركبات الكلور العضوية بأنها مركبات تتحلل بيولوجياً بدرجة قليلة وبدرجة أقل بواسطة التفاعلات الكيميائية والضوئية وتستقر هذه المركبات في التربة لفترة طويلة لذلك فهي تعتبر من أخطر المركبات على الإنسان والنبات والحيوان، بينما تتميز بعض مبيدات الأعشاب الضارة مثل مركبات التريازين ببقاءها في التربة فترة زمنية أقل من المجموعة السابقة لتتحلل كيميائياً بعد ذلك بتأثير التفاعلات الكيميائية والتفاعلات الضوئية، ولذلك فإن هذه المركبات تعتبر أقل خطراً من المجموعة السابقة، وتستقر مركبات الكاربامات وبعض مركبات الفوسفور العضوية لفترات قصيرة تتراوح بين عدة ساعات إلى عدة أسابيع أو شهور قبل أن تتحلل كيميائياً، إلا أن بعضها قد يتحول في التربة إلى مواد مسببة للسرطان.

### مصادر تلوث البيئة بالمبيدات:

1. الاستخدام العشوائي للمبيدات: يعتقد بعض المزارعين أن ازدياد تركيز المبيدات يزيد من تأثيرها وفعاليتها مما يزيد من تلوث البيئة .
2. المبيدات المحظورة محلياً ودولياً : تعتبر البلدان النامية سوقاً كبيراً لتصريف المبيدات المحظورة عن طريق عصابات التهريب بسبب الجهل.
3. التسربات والانفجارات: هنالك حوادث كثيرة في العالم جرى فيها انتشار المبيدات في البيئة بفعل حدوث انفجار أو تسرب للمبيدات من أماكن إنتاجها أو تخزينها .
4. المبيدات التالفة أو منتهية الصلاحية.

أنواع المبيدات وتأثيرها السمي على الإنسان :

### 1) مجموعة مبيدات الحشرات الكلورية العضوية (Organochlorine insecticides):

تكون هذه المجموعة في الغالب على شكل مسحوق لا يذوب في الماء لكنه يذوب في المحلات العضوية ولذلك فهي تتراكم في الأنسجة الدهنية لجسم الإنسان، وهي مركبات شديدة الثبات في الطبيعة وتسبب اعتلالات في كل من الجملة العصبية المركزية والدماغ والجهاز الكلوي والكبد. ومن مركباتها :

D.D.T. , dieldrin, toxaphene, chlordane, lindane, and endosulfan

### 2) مجموعة المبيدات الفوسفورية العضوية: Organophosphates

تستخدم مركبات هذه المجموعة لإبادة الآفات الزراعية والأعشاب الضارة وكذلك الحشرات كما تستخدم أيضاً للقضاء على القوارض والديدان الضارة. أغلب مركباتها سائلة أو زيتية القوام قائمة اللون تميل إلى الاسوداد لها رائحة نفاذة وكريهة تذوب في المحلات العضوية لكنها قابلة للذوبان في الماء، وهي مركبات متوسطة الثبات في الطبيعة شديدة السمية وتكمن سميتها في تأثيرها على إنزيم الكولينستيراز (cholinesterase) الموجود في جسم الإنسان وتثبيطها لعمله مسببة التأثير على الجهاز العصبي. ومن مركبات هذه المجموعة : parathion and malathion

### 3) مجموعة الكاربامات (Carbamate):

تستخدم مركبات هذه المجموعة لإبادة الآفات الزراعية والحشرات. تمتلك مركبات هذه المجموعة صفات مشابهة للمركبات الفوسفورية العضوية فهي سوائل بعضها زيتي القوام كريحه الرائحة وبعضها يذوب في الماء وفي المحلات العضوية، كما تملك هذه المركبات تأثير سمي مشابه لتأثير مركبات الفوسفور العضوية وتختلف عنها بأن تأثيراتها عكوسة. ومن مركبات هذه المجموعة: Isolan, Carbaryl, Sevin....

### 4) مجموعة البايروثريدات (Pyrethroids):

تملك هذه المركبات تركيباً فيزيائياً وكيميائياً مناسباً يجعلها ذات سمية عالية جداً لأكثر الحشرات بما فيها ذبابة النوم tsetse وأقل خطراً على الكائنات غير المستهدفة، وهي ذات سمية منخفضة بالنسبة للإنسان وذوات الدم الحار مقارنة مع الأنواع السابقة. ومن مركبات هذه المجموعة: deltamethrin, alpha-cypermethrin...

### 4-مبيدات القوارض:

وتشمل فوسفيد الزنك ومانعات التجلط وتحدث إتهاب في الجهاز التنفسي للإنسان وحدوث بول دموي واورام دموية.

#### 5-مبيدات تحوي الزرنيخ والسيانيد والزرنيق:

وتشمل زرنيخات الرصاص وزرنيخات الكالسيوم وأكاسيد النحاس ومبيدات زنبقية وجميعها مركبات شديدة السمية.

#### مصطلح " الدزينة القذرة " :

تعتبر الملوثات العضوية الثابتة أكثر الملوثات خطورةً وضرراً وانتشاراً في البيئة والغذاء والتي يطبق عليها الحظر العالمي وفقاً لاتفاقية استكهولم الخاصة بهذه الملوثات والتي وقعت عليها الجمهورية العربية السورية والتي تسمى بالدزينة القذرة:

1. الألدرين: وهو مبيد حشري استخدم لحماية محاصيل القطن والذرة ولمقاومة النمل الأبيض والجراد وسوس الأرز وبعض طفيليات الماشية...الخ

2. الكلوردان (أوكتا كلور) فليسكول: وهو مبيد حشري واسع الطيف استخدم لمقاومة حشرات المحاصيل والخضراوات والحبوب وحماية محاصيل القطن وقصب السكر والفاكهة، ولمقاومة النمل الأبيض والخنافس.

3. الديلدرين (أندوكس): وهو مبيد حشري استخدم لحماية محاصيل الذرة والقطن والفاكهة، ولإبادة ديدان الجذور والخنافس 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. هبتا كلور (هبتا جران): 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 كالمالريا 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 والبق والخضراوات والفاكهة، كما استخدم لمقاومة السوس والقراد .

10. ديفينيل متعدد الكلور PCBs: وهو عبارة عن مركب استخدم في المحولات والمكثفات الكهربائية 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. يُعتقد 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 وتقرض على ذلك ضوابط صارمة. تسبب هذه المركبات الأضرار الآتية: الصداع وفقدان الذاكرة وضعف المفاصل ونقص الخصوبة والعقم وشلل الجهاز التنفسي والغثيان والغيبوبة والإسهال والتقلصات والشد العضلي وارتفاع ضغط الدم والحساسية وتهيج الجلد والعين والأنف وضيق التنفس والحمل الكاذب والإجهاض وتشوه المواليد وتلف المخ وضعف جهاز المناعة وضمور الأجهزة التناسلية والإصابة بالسرطان وتلف الجهاز العصبي المركزي وانهيار وظائف الكبد وضعف الإبصار الهرموني والحمى وسرعة ضربات القلب والضعف العام والوفاة.

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، فإن المتبقي من هذه المواد يشكل خطراً كبيراً على البيئة المحيطة، فعلى الرغم من أن إنتاج بيفينيل متعدد الكلور مثلاً قد حُظِرَ 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.

### الوسائل البديلة للحد من استخدام المبيدات الكيميائية

1. **المكافحة الميكانيكية:** مثل مكافحة دودة القطن بجمع لطخ البيض عند توفر الأيدي العاملة وتكسيروها.
2. **المكافحة الطبيعية:** مثال ذلك استخدام الحرارة المرتفعة لأكثر من 58 درجة مئوية لعدة دقائق لقتل يرقات ديدان اللوز الشوكية والقرنفلية الساكنة في بذور القطن وأيضاً المصائد الضوئية لجذب الفراشات.
3. **التعقيم بالإشعاع للذكور** لمنع تكاثر الآفة الحشرية
4. **طرد الحشرات بعيداً عن النبات:** وذلك باستخدام تقنية الأجهزة فوق الصوتية أو بعض المواد الطاردة غير الملوثة للبيئة.
5. **استخدام الجاذبات الجنسية** في مصائد مخلوطة مع مادة سامة أو مادة معقمة للذكور.
6. **الطرائق الزراعية:** مثل العناية الأرض وتعريض عذارى الحشرات ويرقاتها الموجودة في التربة لحرارة الشمس وللطيور وللأعداء الحيويين الطبيعيين، والتخلص من الحشائش التي تلجأ إليها بعض الآفات الحشرية، وكذلك إنتاج بعض أصناف من النباتات ذات المقاومة العالية للإصابة الحشرية.
7. **المكافحة الحيوية:** وذلك باستخدام المفترسات والمتطفلات (الأعداء الحيويين)، وتحتاج طرائق مكافحة الحيوية إلى وقت طويل لتربية هذه الأعداء بأعداد كافية .
8. **المكافحة الميكروبية:** وذلك باستخدام الفيروسات والفطور وغيرها كمرضات للحشرات.
9. **الاهتمام بأعمال النظافة العامة:** وذلك من خلال الإدارة الجيدة للنفايات الصلبة وكذلك من خلال مكافحة الحشرات في أماكن تولدها مثل حاويات تجميع النفايات الصلبة وسيارات نقلها، وفي أماكن تجميعها مثل المستنقعات والمياه الراكدة الأخرى.