

## تلوث التربة بالمواد العضوية

تلعب التربة دوراً هاماً في نمو النباتات وحياتها ، وتعد الأساس الذي تقوم عليه عمليات الإنتاج الزراعي والحياة. وتعد كذلك أحد المكونات الرئيسية لدورات العناصر الأساسية الطبيعية.

يمكن تمييز ثلاث طبقات متتالية في التربة وهي:

- الطبقة السطحية Surface Soil: وهي الطبقة التي تغلف الأرض وعمقها لا يتجاوز العدة سنتيمترات، كما أنها تحوي على المواد العضوية، وتعيش فيها معظم الكائنات الحية الدقيقة والديدان والحشرات، وهذه الطبقة معرضة للانجراف والتخريب أكثر من غيرها.

- الطبقة تحت التربة Subsoil: تقع مباشرة تحت الطبقة السطحية وفيها قليل من الدبال والكائنات الحية الدقيقة مقارنة بالطبقة السطحية.

- طبقة الصخر الأم Solid: وهي الطبقة الأصلية التي تكونت منها التربة وهي أقل عرضة لعوامل تكوّن التربة مثل الحرارة والرطوبة والرياح.

تلوث التربة يصيب الغلاف الصخري والقشرة العلوية للكرة الأرضية والذي يعتبر الحلقة الأولى والأساسية من حلقات النظام البيئي، وتعتبر أساس الحياة وسر ديمومتها. ولا شك أن الزيادة السكانية الهائلة التي حدثت في السنوات القليلة الماضية أدت إلى ضغط التربة وزيادة تلوثها .

وتعد المادة العضوية من المكونات المهمة في التربة والتي تأتي بشكل أساسي نتيجة التفكك الجزئي للبقايا النباتية، وتحلل بقايا جثث الحيوانات، وتشكل السماد الطبيعي المفيد للتربة. وعند تواجدها في التربة تعمل على تحسين خواص التربة المختلفة الفيزيائية والكيميائية والحيوية والخصوبة ، وتشكل المواد العضوية في التربة المحور الأساسي لمعظم العمليات الحيوية التي تقوم بها الكائنات الحية من جراثيم وفطريات في التربة ، كما تعمل على ربط مكونات التربة الحبيبية وجمعها معاً ، وينتج عن فقر التربة بالمواد العضوية تحولها إلى ترب صحراوية وشبه صحراوية.

تعتبر التربة ملوثة باحتوائها على مادة أو مواد بكميات أو تركيزات على غير العادة سواء بالزيادة أو النقصان فتسبب خطر على صحة الإنسان والحيوان والنبات أو المنشآت الهندسية او المياه السطحية او الجوفية على حساب الأراضي الزراعية ، وتعتبر من أبرز مشكلات البيئة وأكثرها تعقيداً وأصعبها حلاً . ويؤدي تلوث التربة إلى تلوث المحاصيل الزراعية ، الأمر الذي يؤدي إلى الإضرار بصحة الإنسان الذي يتغذى عليها مباشرة ، وعن طريق انتقال الملوثات إلى المنتجات الحيوانية كالحليب والبيض واللحم.

ومصادر تلوث التربة عديدة منها الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الحيوي بما في ذلك الإنسان وأنشطته كنواتج المجازر ومصانع الألبان، مصانع الأسبستوس، مصانع الاسمنت، المصانع الكيميائية والمستشفيات، الأعمال الهندسية، مصانع تكرير الزيوت النفطية، معامل التصوير، محطات الكهرباء، المطابع، مصانع الورق، محطات الوقود والورش، مصانع النسيج، مخلفات حفر آبار النفط، الأسمدة الكيميائية والمبيدات، الري بمياه رديئة، مياه الصرف الصحي والقمامة.

## المركبات العضوية في التربة:

يمكن تصنيف ملوثات التربة حسب منشئها إلى ملوثات طبيعية وملوثات بشرية:

### • الانجراف (Weathering)

الانجراف هو ظاهرة طبيعية تتمثل في تعرية وتآكل الطبقة السطحية من التربة ونقلها بفعل العوامل المناخية وأهمها الرياح والمياه. ويمكن تقسيمه إلى انجراف هوائي (أو ريحي) وآخر مائي وهي من أخطر العوامل التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية، ويترتب على التعرية انجراف المواد الخصبة (العضوية) اللازمة لنمو النباتات. وتكمن خطورة الانجراف في سرعة حدوثه حيث يتم ذلك خلال عاصفة مطرية أو هوائية واحدة فيما نجد أن إعادة التوازن إلى التربة يتم بسرعة بطيئة جداً ويتطلب زمناً طويلاً. وعلى سبيل المثال فإن تشكل طبقة تربة سماكتها 18 سم تحتاج إلى زمن قدره 5000 عام حيث أن تشكل التربة يجري بسرعة تقدر بـ 0.5 - 2 سم لكل مئة عام، وإن تخريب هذه الطبقة التي سماكتها 0.5 - 2 سم بسبب العواصف المطرية أو الهوائية يحتاج إلى 20-30 سنة، كما أن للإنسان دوراً في زيادة انجراف التربة يتمثل في:

- تخريب وإزالة الغطاء النباتي

- حرث التربة في أوقات غير مناسبة مثل الفترات الجافة من العام مما يفكك حبيبات الطبقة السطحية منها.

- الرعي الجائر وخاصة في الفترات الجافة، الأمر الذي يؤدي إلى تقليل الغطاء النباتي ويفكك التربة السطحية ويجعلها أكثر عرضة لتأثير الرياح.

## الملوثات البشرية (الصناعية):

### • التلوث بالمخلفات الصلبة:

إن التقدم الذي عرفته الصناعة وما تقدمه المصانع من نفايات عضوية صلبة تنتقل للتربة فتسهم في هدم النظام البيئي، وتختلف هذه المخلفات في النتائج المترتبة على تلويثها؛ فالمخلفات الصلبة النباتية (خشب أو ورق) أو الحيوانية (عظام أو جثث) في التربة، تقوم الكائنات الدقيقة بتحليلها للحصول على الطاقة معطية المواد المعدنية التي تعود للتربة. أما المخلفات الصلبة الصناعية (بلاستيك ومطاط صناعي) فهي مواد غير قابلة للتحلل بيولوجياً أو أن تحللها بطيء جداً ويحتاج إلى مئات السنين، وبالتالي فإنها تتراكم تدريجياً وتضر بالأنظمة البيئية، وكذلك هناك المخلفات الصلبة الزراعية الناتجة عن كافة الأنشطة النباتية والحيوانية ومن أهمها (إفرازات الحيوانات وجيف الحيوانات وبقايا الأعلاف ومخلفات حصاد النبات) وعموماً لا

تشكل هذه المخلفات مشكلة بيئية إذا ما أعيدت إلى دورتها الطبيعية مثل استعمال إفرازات الحيوانات كسماد للتربة الزراعية ، كما أن التزايد السريع للسكان ساهم في ظهور نفايات منزلية صلبة بحاجة للتخلص منها .

## • التلوث بالمبيدات:

من الناحية الكيميائية نجد أن المبيدات العضوية تنتمي إلى مجاميع مختلفة تذكر أهمها وأخطرها:-

- المبيدات الفوسفورية العضوية ومنها الباراثيون والمالاتيون ودايكلوروفوس وديازيفون وهي مبيدات شديدة- متوسطة الثبات في الطبيعة وهي تؤدي إلى تسمم الإنسان.
  - المبيدات الهيدروكربونية الكلورة وتشتمل على مبيدات الحشرات مثل الدرين وأندرين ومركب DDT وديلدرين وكيبون وهبتاكلور وكلوردين وجامسكان وجميعها مبيدات سامه شديدة الثبات تذوب في الدهون وحافزه لأمراض السرطان.
  - المبيدات الكرباماتيه ومنها السيفين والتميك والبايجون وتشبه هذه المبيدات في مفعولها عمل المبيدات الفوسفورية العضوية.
- المبيدات عبارة عن مركبات كيميائية متفاوتة السمية تحقن في المحيط الحيوي لعلاج حالات عدم التوازن التي حلت به ، وتحظى التربة دون غيرها من الأوساط البيئية بالجزء الأكبر من هذه المواد السامة، حيث تستخدم تلك المواد في مقاومة الآفات الزراعية التي من أهمها الحشرات والحشائش والفطريات وبعض الأحياء الأخرى التي تقطن التربة. والمبيد المثالي هو ذلك المبيد الانتقائي الذي يؤثر فقط على الآفة التي يستعمل من أجل مكافحتها دون أن يؤثر على أعدائها من الحشرات النافعة والذي يتحلل بسهولة وفي زمن قصير نسبي إلى مواد غير سامة والذي لا يتركز في السلسلة الغذائية، أما عكس ذلك فيعتبر ملوثاً خطراً على البيئة وهي كثيرة ، وفي الواقع فإن معظم المبيدات لا تكون انتقائية في عملها. وتكمن خطورة المبيدات الكيميائية العضوية في بقائها بالتربة لعدة سنوات وأثرها التراكمي أو ما يسمى التراكم الحيوي (Bioaccumulation) أي انتقال العناصر السامة وتراكمها بواسطة السلسلة الغذائية. إن الاستعمال المستمر للمبيدات يؤدي إلى زيادة في تركيز العناصر السامة في نسج النباتات والمحاصيل الزراعية التي تنتقل بدورها إلى الحيوانات (أبقار وأغنام) التي تتغذى على هذه المحاصيل، ثم تنتقل للإنسان عن طريق تناوله للخضار والفواكه واللحوم والأسماك كل ذلك يؤدي إلى أضرار فسلجية .

وقد تحمل الأمطار هذه المبيدات من التربة إلى المجاري المائية؛ فتسبب كثيراً من الأضرار على الكائنات الحية الموجودة في هذه الأوساط. وفي بعض الحالات ترش هذه المبيدات في الحقول بواسطة الطائرات من الجو، ولا تؤدي هذه الطريقة إلى تلوث التربة فقط بل تؤدي أيضاً إلى تلوث الهواء بقدر كبير قد يصل أحياناً إلى 50% من المبيد المستعمل. ويؤدي الإسراف في استخدام المبيدات إلى فقدان التوازن الطبيعي القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعيين. ويتأثر الإنسان كذلك بهذه المبيدات، فالعمال الذين يقومون برش هذه المبيدات في الحقول يتأثرون بها. ومما يزيد من مشكلة استخدام المبيدات أن مقاومة الآفات للمبيدات قد زادت إلى درجة أن الآفات قد اكتسبت مناعة ضد هذه الأنواع من المبيدات وبالتالي فهي لم تعد تموت بجرعات كانت قاتلة لها من قبل.

ومن المبيدات الحشرية نذكر منها: مركب D.D.T وهو أكثر المبيدات العضوية شهرة وأكثرها انتشاراً حتى الآن. ويعرف الـ D.D.T كيميائياً باسم ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان ، وبدأ استعماله في الحرب العالمية الثانية كمبيد حشري، وقد مُنِع استخدامه أو حُدِد في العديد من الدول كأمريكا وكندا والسويد نظراً لاحتوائه على مركبات عضوية كلورية سامة، ومن خواص هذا المبيد أنه شديد الثبات يبقى دون أن ينحل زمنياً طويلاً ويقال أن هناك نسبة ما من هذا المبيد في جسم كل إنسان على سطح الأرض مهما كانت هذه النسبة ضئيلة.

### • التلوث بالأسمدة العضوية الصناعية:

لقد كان الإنسان قديماً يستخدم الأسمدة في الزراعة لما لها من تأثير جيد على خصوبة التربة وبالتالي زيادة في المحصول ، وكانت الأسمدة قديماً من النوع العضوي (أي من مخلفات الحيوان وبقايا النبات) حيث تتحلل في التربة ببطء بفعل الأحياء الدقيقة وينتج عن ذلك مواد ذاتية سهلة الامتصاص ، وبكميات تفي باحتياجات النبات ، وبزيادة عدد السكان وتوسع الرقعة الزراعية اتجه المزارعون إلى استخدام الأسمدة العضوية المصنعة والتي تحوي على مركبات الفوسفات والنترات لزيادة خصوبة التربة وزيادة إنتاجها من المحاصيل الزراعية . وإن الاستخدام المفرط لهذه الأسمدة بكميات تزيد عن حاجة النبات الفعلية ( وخاصة زيادة الأسمدة النتروجينية ) فإن جزءاً كبيراً من هذه الأسمدة يبقى في التربة وهو الجزء الذي يزيد عن حاجة النبات . ويمثل هذا الجزء المتبقي إسرافاً من الناحية الاقتصادية ، وهو أحد عوامل تلوث التربة بالمواد العضوية ، وعند ري هذه التربة فإن جزء من هذه الأسمدة النتروجينية يذوب في مياه الري حتى تصل في نهاية الأمر إلى المياه الجوفية في باطن الأرض ، الأمر الذي يؤدي إلى أضرار عديدة .

أما مركبات الفوسفات العضوية الثابتة من الناحية الكيميائية فإن آثارها تبقى في التربة زمنياً طويلاً ، ولا يمكن التخلص منها بسهولة . كذلك فإن هذه المركبات تتصف بأثرها السام على كل من الحيوان والإنسان وبالتالي فإن وصولها إلى المجاري المائية أو في المياه الجوفية التي تؤخذ منها مياه الشرب يعتبر أمراً غير صحي ..ويتضح مما سبق أنه يجب أن يكون هناك توازن بين ما تحتاجه النباتات من هذه المخصبات ، وما يضاف منها إلى التربة الزراعية ، حتى لا تتسبب الكميات الزائدة من هذه المخصبات في الإضرار بعناصر البيئة المحيطة بهذه التربة ، أو استعمال مواد أخرى أقل ضرراً بصحة الإنسان وباقي الكائنات.

### • التلوث بالمخلفات السائلة:

يقصد بالمخلفات السائلة مياه المجاري، ومخلفات المصانع والدباغات، ومياه المنظفات الكيميائية والزيوت العضوية المستعملة ، وينتج تأثيرها الملوث من تسربها بواسطة المياه خلال الطبقات المسامية للتربة ، وتعمل على قتل الكائنات الحية فيها ، وتصل إلى المياه الجوفية .

## أسباب تلوث التربة بالمواد العضوية:

- التسرب من الخزانات والأنابيب مثل أنابيب النفط ومنتجاته.
- تخزين ونقل المواد الخام والنفايات الصلبة.
- انبعاث الملوثات من أماكن تجميعها إلى البيئة المحيطة بها.
- انتقال المواد الملوثة مع مياه السيول أو المياه الجوفية.
- انتقال الغازات الخطرة والدقائق العضوية من المناطق المجاورة وترسيبها على التربة.
- استخدام مياه الصرف الصحي في ري المزروعات.



خندق نفطي



## الاضرار الناتجة عن تلوث التربة بالمواد العضوية :-

1. إن التعرية سبب أساسي في خراب التربة التي تؤدي بدورها إلى انخفاض كبير جدا في الإنتاج الغذائي. وخير دليل على ذلك... الهند... لقد تأثرت الهند بتعرية التربة وفقدت بين 25-30% من إجمالي الأراضي الزراعية. وكذلك أخذ إجمالي مساحة الأراضي الزراعية في أمريكا اللاتينية وآسيا وإفريقيا ينقلص بحوالي 544 مليون هكتار على المدى البعيد بسبب تعرية التربة وفقدانها لخصوبتها.
2. نقص المواد الغذائية اللازمة لبناء الإنسان ونموه، وعلى نحو أعم مسؤولة عن حياته على سطح الأرض.
3. اختفاء مجموعات نباتية وحيوانية أو بمعنى آخر انقراضها، نتيجة تسمم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الحاوية على كمية زائدة من النتروجين نتيجة استخدام الاسمدة العضوية المصنعة. أدى التلوث إلى انقراض عدد من أنواع النباتات المهددة بالانقراض في الدول المدارية مثل دولة ماليزيا التي عرفت انقراض 681 نوع والاتحاد الهندي 244 نوع.
4. زيادة النتروجين تؤدي إلى تزايد أعداد البكتريا الضارة في التربة، التي تعمل على تحويل المواد النتروجينية الموجودة في الأسمدة إلى نترات و بالتالي تزايد التلوث بالنترات.
5. تلوث المياه الجوفية بفعل تسرب المبيدات والاسمدة العضوية المستعملة في الزراعة.
6. تأثيرات صحية على الانسان وذلك من خلال ملامسة التربة الملوثة للجلد أو ابتلاع التربة الملوثة أو شرب المياه التي قد يكون تسربت إليها الملوثات العضوية من التربة أو إستنشاق الغازات السامة والغبار الذي يحتوي على مواد ضارة أو تناول المنتجات الزراعية من المناطق الملوثة.
7. تعتبر (الأميبيا والإسكارس) من الطفيليات المعوية الموجودة في مياه المجاري وتنقل للإنسان نتيجة تناوله الخضروات الملوثة بمياه المجاري.

## سبل حماية التربة من التلوث العضوي :

- وقف قطع الأشجار والحفاظ على المراعي الطبيعية وتنظيم الرعي فيها حتى تستعيد النباتات قدرتها على التكاثر.
- حماية التربة من الانجراف بإقامة الجدران الإسنادية وخاصة في المناطق المنحدرة.
- حماية الغابات وخاصة من الرعي الجائر والتحطيب والحرائق.
- عدم استخدام مياه الصرف الصحي ومياه صرف المصانع في ري النباتات إلا بعد معالجتها.
- تنظيم وترشيد استعمال المبيدات الكيميائية حتى إيجاد البديل المثالي.
- دفن المخلفات العضوية الصلبة ضمن التربة في حفر خاصة بعيداً عن النطاق العمراني للمدن ثم يتم تغطيتها بالتراب ويسوى بعد ذلك سطح التربة. وهذه الطريقة مستخدمة في مدن عديدة للتخلص من النفايات المنزلية، ولهذه الطريقة عدة عيوب.
- إحراق المخلفات: تحرق بعض المخلفات الصلبة بهدف التخلص منها، ويستفاد من الطاقة الحرارية الناتجة عن الحرق في إنتاج البخار الذي قد يستعمل في التدفئة أو في توليد الكهرباء. وتعتبر هذه الطريقة مناسبة من وجهة نظر المهتمين بالتخلص من المخلفات العضوية الصلبة ولكنها لا تعتبر مناسبة تماماً من وجهة نظر المهتمين بمقاومة التلوث وذلك لأن إحراق هذه المخلفات يسبب تلوثاً في الجو عن طريق الغازات المنطلقة والدقائق المعلقة والدخان. ولذلك يجب أن تكون الأفران التي تحرق فيها هذه المخلفات بعيدة كل البعد عن المناطق السكنية وبعيدة أيضاً عن مهب الرياح.
- جمع وإعادة استخدام المخلفات: فالنفايات الورقية يعاد تدويرها واستعمالها كمصدر للصناعة، أما المواد البلاستيكية فتستخدم كمواد أولية لصناعة اللدائن، وغيرها من المخلفات الزراعية والحيوانية. وتساعد هذه الطريقة على التخلص من جزء كبير من مخلفات المدن بجانب أن لها بعض القيم الاقتصادية. فنجد مثلاً في اليابان أن 40% من إنتاجها الورقي يعتمد على النفايات الورقية .
- تحويل المواد العضوية إلى سماد عضوي لاستخدامه في تحسين الإنتاج الزراعي.
- العودة إلى استخدام الأسمدة العضوية لأنها تعتبر من أهم عوامل خصوبة التربة وتحسين خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، مع قصر استخدام الأسمدة الكيميائية على التربة التي تحتاج إلى أنواع معينة من العناصر.
- عدم السماح للمصانع بتصريف مخلفاتها نهائياً الى الترب المجاورة وتحريم ذلك نهائياً.
- سن القوانين والتشريعات التي تحد من التلوث عامة سواء في الهواء أو الماء أو التربة وإجبار أصحاب المصانع على اتباعها.
- تشجيع البحوث العلمية المتعلقة بمكافحة تلوث التربة على جميع المستويات .