Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

## 14-1: المقدمة

تتكون التربة من عناصر أربعة رئيسة وهي الماء والهواء والمعادن والمواد العضوية والتي تكون مرتبة بنظام فيزياوي وكيماوي معقد وبشكل يجعل من التربة قاعدة أساسية صلبة لتثبيت النباتات فضلاً عن ترويدها بما تحتاجه من الماء والعناصر الضرورية.

وتحصل النباتات على العناصر الأساسية كافة لنموه من التربة عن طريق جذورها التي يتم امتصاصها من جزيئات التربة. كما أن التربة تعد موطنا للعديد من الأحياء المجهرية المختلفة كالبكتيريا وكذلك بعض الحيوانات كالديدان وانواع من الحشرات وغيرها.

لذا تعد التربة عنصرا مهما للحياة إذا ما أخذ بنظر الاعتبار احتضانها جذور النباتات وبالتالي توفر بداية السلسلة الغذائية التي تتمثل بالمنتجات التي تعتمد عليها الحيوانات من العواشب ومن ثم تكون هذه العواشب غذاء إلى الحيوانات من المفترسات، ويقع الإنسان في قمة الهرم البيئي الذي يعتمد غذائه على النباتات والحيوانات. لذا فالمحافظة على التربة سليمة ونظيفة هي أساسا للحفاظ على الحياة للكائنات الحية التي تعيش عليها.

## 14-2: مصادر تلوث التربة

إن من أهم ملوثات التربة هي ما يأتي:

### 14-2-1: أولاً: الكيماويات الزراعية

وتشمل مجموعتين رئيسيتين وهما:

1- الأسمدة الكيماوية

2- المبيدات

إن الاستخدام الخاطئ وبكميات كبيرة من الاسمدة الكيماوية قد أثّر سلباً في خصوبة التربة. فقد وجد أن معظم الأسمدة النتروجينية على سبيل المثال لها تأثير في زيادة حموضة التربة في حين أن الأسمدة الفسفورية والبوتاسيوم لا تترك أثراً على

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

حموضة التربة وقاعديتها. وأن الإفراط في استخدام هذه الأسمدة يؤدي إلى الإخلال بالتوازن الطبيعي لأحياء التربة المختلفة فقد يؤدي إلى موت جذور النباتات أو موت الحيوانات كالحشرات.

أما عن المبيدات فقد أشارت الإحصائيات الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO إلى وجود أكثر من 1000 مادة كيماوية تستعمل لإبادة الآفات الزراعية والتي تشمل مبيدات فطرية وحشرية وأدغال وغيرها. وتمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في جزيئات التربة مما قد يؤدي إلى موت أو انقراض عدد كبير من الاحياء كالطيور وحيوانات أخرى. فضلاً عن تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات الحية. فعلى سبيل المثال عند استخدام DDT أحد المبيدات واسعة الانتشار فإن بعضاً منها يسقط على سطح التربة ويجري امتصاصه من قبل ديدان الأرض التي تركزها في جسمها. وعند استهلاك عصافير الشحرور المهاجرة لديدان الأرض فقد سبب إبادة أعداد كبيرة منها نتيجة تسممها بالمبيد DDT الذي يؤثر في جهازها العصبي ويسبب لها التشنج والشلل.

لذا تكمن الخطورة للمبيدات من خلال بقائها في البيئة مدة قد تتجاوزعدة سنوات. ويوضح الجدول (14–1) الثبات البيئي لمجاميع مختلفة من المبيدات وسمية كل منها محسوبة كجرعة متوسطة مميتة $LD_{50}$ (Median lethal dose) ويقصد بها كمية المبيد اللازمة لقتل 50% من حيوانات التجارب (الفئران) العائدة لنوع واحد ومن فئة عمرية واحدة. وكلما صغر الرقم دل ذلك على ارتفاع السمية. ويقصد بالثبات البيئي Environmental persistance بالمدة الزمنية اللازمة لتحويل 75% من المادة الفعالة للمبيد إلى مركبات غير سامة وبمعنى آخر زوال 75% من فعاليته.

## 14-2-2: ثانياً: الفضلات المنزلية والصناعية

من خلال أنشطة الإنسان المختلفة بما يشمل ذلك في المجمعات السكنية والصناعية والتجارية، يلاحظ أن التربة تصلها فضلات متنوعة أغلبها مواد قابلة على

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

**الجدول (14-1)**

**أنواع مختلفة من المبيدات والثبات البيئي لها وسمية كل منها محسوبة كجرعة متوسطة . المميتة (LD50) والمقدرة بالملغم/ كغم من وزن الجسم للجرذان (العمر 2000)**

| المجموعة الكيماوية | المبيد | الجرعة المتوسطة المميتة | الثبات البيئي |
|---|---|---|---|
| المبيدات الكلورية العضوية | الدرين Aldrin | 60 | 3 سنوات |
| | كلوردين Chlordane | 430 | 5 سنوات |
| | دي دي تي DDT | 118 | 4 سنوات |
| | ديلدرين Dieldrin | 46 | 8 سنوات |
| المبيدات الفسفورية العضوية | ديازنون Diazinon | 76 | 13 أسبوعا |
| | ملاثيونMalathtio | 1000 | 1 أسبوع |
| | براثيون Parathion | 3.6 | 1 أسبوع |
| المبيدات الكارباماتية | سفن Seven | 500 | 3 أيام |
| المبيدات البيرثرويدية | اللثرينAllethrin | 920 | عدة ساعات |

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

التحلل والتفسخ. وهناك فضلات صناعية خطرة بيولوجياً أو كيماوياً أو إشعاعياً يتوجب التخلص منها بأسلوب سليم بيئيا. وعند تراكم مثل هذه الفضلات تسبب أضراراً صحية متنوعة حيث تكون مرتعاً للحشرات بخاصة تلك التي تنقل الأمراض للإنسان والأحياء الأخرى. وقد نشطت الدراسات البيئية حديثاً في مجال تدوير المخلفات Waste recycling وإعادة استخدامها وتضم هذه المخلفات الفضلات الصلبة أو السائلة.

تتكون الفضلات الصلبة من خليط من عدة مواد مصدرها المنتجات الزراعية أو مخلفات صناعة الورق أو الزجاج أو البلاستيك أو المعادن وغيرها وتشمل الفضلات الصلبة حسب مصدرها ما يأتي:

1. القمامة المنزلية Garbage
2. النفايات المختلفة Rubbish
3. فضلات الشوارع Street refuse
4. المعادن Metals
5. فضلات العمليات الانشائية Demolition wastes
6. فضلات الصناعات الغذائية Wastes of food industry
7. فضلات المصانع Factory wastes

ويتم التخلص من الفضلات الصلبة بعدة طرق منها:

1. الطمر الارضي Land filling
2. الحرق Incineration
3. التحويل إلى أسمدة عضوية
4. إعادة الاستخدام Recycling
5. الطمر البحري Sea filling
6. الانحلال الحراري Pyrolysis

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

### 1-14116-2-3: ثالثاً: الأمطار الحامضية Acid rains

تصاعد غازات الأكاسيد المختلفة إلى الجو مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت يؤدي إلى تفاعلها مع جزيئات بخار الماء Water vapor وبالتالي تتكون الأمطار الحامضية وتتساقط على شكل حامض الكربونيك وحامض النتريك وحامض الكبريتيك. وتؤدي هذه الأمطار إلى إحداث تغير في طبقَة التربة الزراعية وتذيب عددا من العناصر والمركبات التي تسري إلى جوف التربة. وقد تظهر نتيجة لذلك في المياه الجوفية التي قد تستخدم في الشرب أو ري المزروعات.

تعمل الأمطار الحامضية على زيادة الحموضة في التربة مما يؤثر في حياة أحياء التربة ويلحق الضرر في خصوبتها وتؤدي إلى موت جذور النباتات. كما يمكن أن تحتوي هذه الأمطار عند تسربها في جوف التربة على عناصر ذائبة خطرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والنحاس.

### 1-14117-2-4: رابعا: المعادن الثقيلة Heavy metals

يقصد بالمعادن الثقيلة Heavy metals كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن 5 غم/ سم$^3$ ، وما يقل عنها تدعى بالمعادن الخفيفة Light metals. فضلاً عن وجود بعض المعادن النادرة أو النزرة Trace التي تتواجد في القشرة الأرضية بتراكيز مساوية أو أقل من 0.1%.

وتؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الأحياء وفعاليتها البايولوجية المختلفة . فالحديد له أهمية معروفة في تركيب الدم والأنزيمات. وتعد كل من عناصر المنغنيز والزنك والنحاس محفزات أنزيمية. ولكن تكون هذه المعادن سامة وخطرة في تراكيز معينة رغم كونها ضرورية للحياة في تراكيز واطئة جداً قد لا تتجاوز قسماً منها عن 0.05 ملغم/ لتر. ومما يزيد خطورة المعادن الثقيلة في البيئة هو عدم إمكانية تفسخها بوساطة البكتيريا والعمليات الطبيعية الأخرى فضلاً عن ثبوتيتها والتي تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشوئها أو مصادرها. ولعل أخطر ما فيها يعود

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

إلـى قابليـة بعضـها علـى التـراكم الحيـوي Bioaccumulation فـي أنسـجة وأعضـاء الكائنات الحية سواء في الحيوانات أم النباتات أم غيرها في البيئة المائية أو بيئة اليابسة.

لقد ساهمت المعادن الثقيلة في تطور الحضارات البشرية واستخدمها الإنسان منذ أقدم العصور، الأمر الذي أدى إلى مثابرته في استخراجها وتعدينها مما عرضها إلى ظروف التأكسد والتعرية الجوية حتى تسربت إلى البيئة عن طريق الهواء والمياه بعد احتراق كازولين المركبات والطائرات كما هي الحالة بالنسبة للرصاص الموجود كرابع اثيلات الرصاص المنظم لخواص القرقعة في أثناء حرق الكازولين أو تسرب خلات فينايل الزئبق Phenyl mercuric acetate المستخدم في تعفير الحبوب كمبيد، فضلاً عن أن بعضها يتسرب نتيجة لاحتراق الوقود الثقيل مثل الفناديوم والنيكل إلى البيئة مباشرة.

تقذف الصناعات المختلفة أعداداً وبكميات مختلفة من المعادن الثقيلة بهيئة نفايات غازية وصلبة وسائلة ولكنها في النهاية تستقر في بيئة اليابسة وتجد طريقها بسرعة إلى البيئات المائية. ويمكن أن تتضاعف تراكيز المعادن الثقيلة بوساطة السلاسل الغذائية Food chains حيث تستقر في أجسام الأحياء مدة تختلف حسب عمرها النصف الزمني. ومن هذه المعادن الباريوم والكادميوم والنحاس والرصاص والمنغنيز والنيكل والزنك والفناديوم والقصدير وغيرها.

لبعض المعادن الثقيلة خواص إشعاعية، أي أنها تكون بمثابة نظائر مشعة Radioactive isotopes ، لذا فإن هذه المعادن ستحمل مخاطر مزدوجة من حيث كونها سامة ومشعة في نفس الوقت كما هو الحال على سبيل المثال في الزنك 65 المشع واليورانيوم 235. وقد تتواجد مثل هذه العناصر المشعة طبيعياً في القشرة الأرضية وتنتقل مع عوامل الانجراف والتعرية والسيول إلى مصادر المياه. كما أن بعضها يتساقط مع الغبار النووي للقنابل النووية والانبعاثات الناتجة من الاستعمالات الصناعية للطاقة النووية. ومن بين أكثر من 450 نظير مشع يمكن أن توجد كمنتجات انشطارية. إلا أن قلة من هذه النظائر ذات أهمية بيئية مثل الكوبلت 60 والسيزيوم 137 والستراتيوم 90 التي تستطيع الدخول إلى جسم النباتات أو الحيوان كالحشائش والعلف

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

والفئران وحيوانات الرعي. ومنها ينتشر إلى جسم الإنسان خلال الحليب الذي يتناوله على سبيل المثال وذلك لقدرة هذه العناصر التبادلية مع العناصر الموجودة في أجسام الأحياء مثل الكالسيوم والصوديوم. لقد أصبحت دراسة العناصر المشعة في البيئة علماً قائماً بذاته يدعى علم البيئة الإشعاعي Radiation Ecology الذي أخذت أهميته في إنتاج الطاقة.

يمكن توضيح خطورة وأهمية المعادن الثقيلة في تلويث البيئة خلال دراسة بعض هذه المعادن بخاصة تلك التي كانت وراء العديد من الكوارث التي حلت في البيئة بضمنها الأحياء ومنها الإنسان، وكما يأتي:

1- الزئبق Mercury

يعد هذا المعدن من المعادن التي تعامل معها الإنسان منذ فجر التاريخ ويعد هذا المعدن السائل الوحيد وله درجة انصهار -39ْ م ودرجة غليانه 357ْ م. وله قابلية تطاير أعلى من جميع المعادن الأخرى، كما أنه من أحسن الموصلات الكهربائية.

للمعدن القدرة على تذويب معادن أخرى. كما أن هذا المعدن وجميع مركباته يعد ساماً للأحياء. علماً بأن للمعدن استعمالات عديدة، إذ يقدر مجموع استعمالاته بحوالي 3000 استعمال على شكله الحر أو مركباته العضوية أو اللاعضوية . وتتراوح مجالات الاستعمال ما بين صناعية مثل إنتاج مواد كغاز الكلور وصناعة الورق، وكهربائية مثل إنتاج المصابيح والبطاريات، وكيماوية صناعة الأصباغ والذهب، وصيدلانية مثل صناعة العقاقير وفي طب الاسنان، وعلمية مثل المحارير والبارومترات، ولإنتاج مبيدات الفطريات. وتتلوث البيئة بملوثات الزئبق خلال هذه الطرق.أما فيما عدا ذلك فهو ينطلق إلى البيئة نتيجة حرق الوقود الاحفوري. إذ يحتوي النفط والفحم المستخرج من بعض مناطق العالم،على تراكيز ضئيلة منه تصل إلى الهواء بعد الاحتراق فتسبب تلوث الهواء بالزئبق ومنه تترسب على المياه والتربة فيما بعد.

كما يتسرب الزئبق إلى البيئة عن طريق مواد الخام الحاوية عليه مثل كبريتيد الزئبق HgS أثناء عمليات التنجيم واستخراج المواد الخام. كما أنه قد يخرج من خامات

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004
For Evaluation Only.

أخرى غير زئبقية عندما يكون ممزوجاً معها. ويوجد أيضاً في الفحم الحجري وينتج أيضاً من عمليات تعرية الصخور.

وتتحول بعض مركباته بايولوجياً في الجسم أو البيئة إلى مركبات زئبقية أكثر سمية من الزئبق نفسه مثل ميثايل الزئبق. وتعمل السموم الزئبقية على إيقاف بعض الأنزيمات ومنعها من العمل محدثة تثبيطها. كما أن له آثاراً تدميرية على مستوى البنية الخلوية Cellular damage.

إن للزئبق ميلاً شديداً إلى التراكم في الجسم ويستهدف الأنسجة الدهنية في ذلك أو الأعضاء الغنية بالدهون كالدماغ نظراً لميله الشديد إلى الذوبان في الدهون، فيؤدي إلى حدوث أعراض مرضية خطيرة في الجهاز العصبي ومؤلمة تعرف بالبكاء الزئبقي Mercury cry. كما أن لأبخرة الزئبق القدرة على الانتقال إلى الدم خلال جدران الرئة حيث تتراكم بالدماغ وتحدث أضراراً للجهاز العصبي تؤدي إلى الموت. ومن مركباته الخطيرة أريلات الزئبق Arylmecurials والكيلات الزئبق Alkylmercurials وثنائي ميثايل الزئبق $(CH_3)_2 Hg$ الذي له قابلية تطاير عالية. كما تم الكشف عن أن مركبات الزئبق اللاعضوية تتحول إلى ألكيل الزئبق بخاصة في الأوحال وقيعان الأنهار والبحيرات وغيرها بفعل أنواع من البكتيريا اللاهوائية.

من الكوارث العالمية للتسمم بالزئبق ما حصل في اليابان عام 1953 من ظهور مرض سمي باسم المدينة التي ظهر فيها المرض Minimata disease والذي أدى إلى وفاة 44 شخصاً من بين صيادي الأسماك وأصيب المئات منهم بدرجات مختلفة من الشلل. كما امتدت الاصابات إلى الطيور البحرية والقطط في المنطقة. وقد تبين فيما بعد احتواء الأسماك المصادة واللافقاريات البحرية على نسب عالية منه ألكيل الزئبق التي كان يطرحها معمل للورق في المنطقة مع فضلات المياه المصروفة إلى خليج مياناتا. كما أدى استعمال البذور المعفرة بمركبات الزئبق في نهاية الخمسينات من القرن الماضي وأوائل الستينات في السويد إلى موت العديد من الطيور بسبب استعمال مركب زئبقي عضوي يمنع نمو الاشنات في الاحواض المائية التي تحفظ فيها جذور الأشجار لإنتاج عجينة الورق من أخشاب الغابات. ولعل حادث التسمم الزئبقي في

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com



Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:48 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310