تلوث التربة بالمبيدات
Soil Pollution by Pesticide

اعداد

المدرس المساعد

حسام الدين ذنون علي العبيـــدي

المحاضرة الثانية

تلوث التربة بالمبيدات

الأسباب، الآثار، والحلول

- **المقدمة:**

تعتبر التربة مكونًا أساسيًا للنظام البيئي، فهي الوسط الذي ينمو فيه النبات، وموطنٌ للكائنات الحية الدقيقة، ومخزنٌ للمغذيات والمياه. لكن الاستخدام المكثف **للمبيدات الكيميائية** (مبيدات الحشرات، الأعشاب، الفطريات) في الزراعة أدى إلى تلوثها، مما يهدد صحة الإنسان والبيئة. تُعد المبيدات سلاحًا ذا حدين: رغم فعاليتها في مكافحة الآفات، فإن إساءة استخدامها تُسبب كوارث بيئية طويلة الأمد.

أسباب تلوث التربة بالمبيدات

١. **الاستخدام المفرط للمبيدات:**

- زيادة الجرعات عن الحد الموصى به لضمان "فعالية أكبر"، مما يؤدي إلى تراكم المواد السامة في التربة.

٢. **أنواع المبيدات غير القابلة للتحلل:**

- بعض المبيدات مثل الدايوكسين والدي دي تي تبقى في التربة لعقود دون تفكك.

٣. **التطبيق الخاطئ:**

- رش المبيدات في ظروف مناخية غير ملائمة (مثل الرياح الشديدة أو الأمطار) يؤدي إلى انتشارها خارج المنطقة المستهدفة.

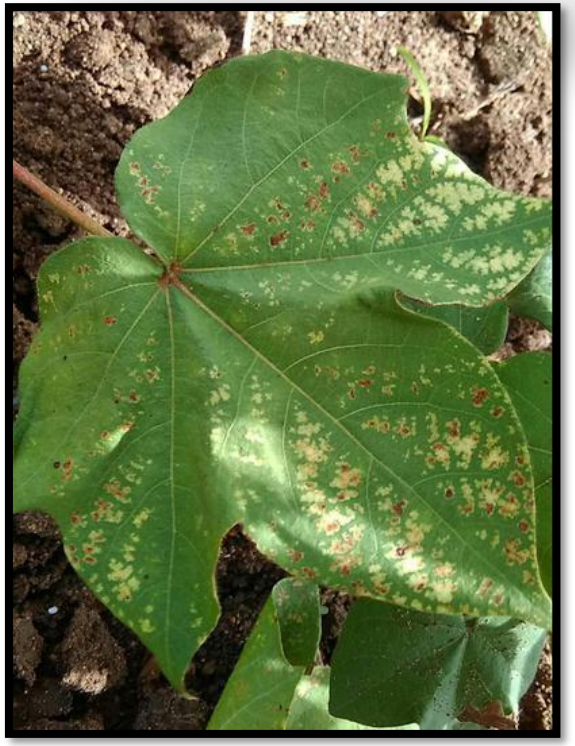
٤. **التخلص غير الآمن من النفايات:**

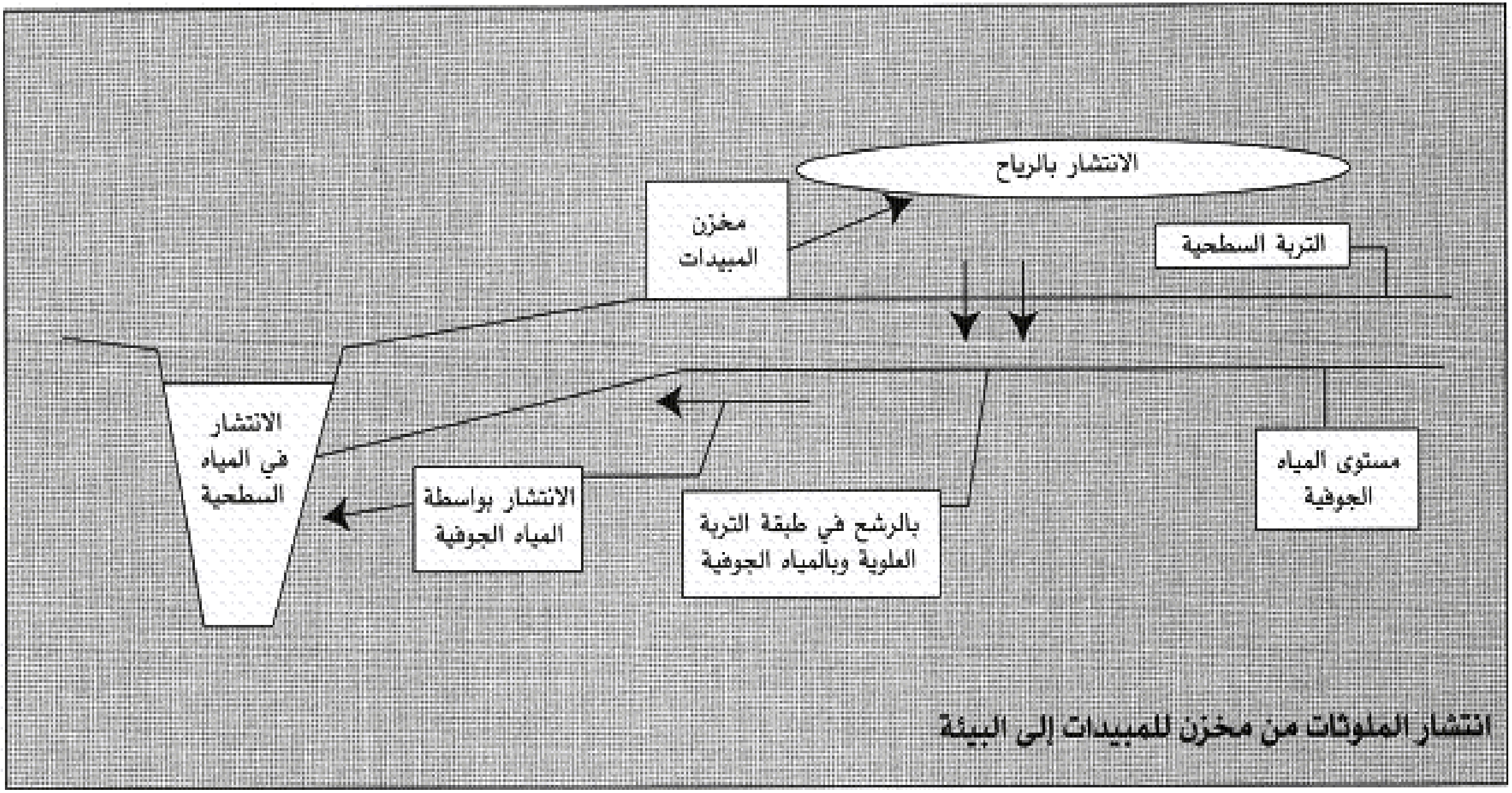
- إلقاء عبوات المبيدات الفارغة أو المخلفات الكيميائية في التربة مباشرة.

٥. **الزراعة الأحادية:**

- الاعتماد على محاصيل واحدة يزيد من استخدام المبيدات بشكل متكرر، مما يفاقم التلوث.

Lethal
Super 505
Success
2.5%
QUARIDE
UPL





انتشار الملوثات من مخزن للمبيدات إلى البيئة

الاستخدام المفرط للمبيدات

- **آلية تلوث التربة:**

. **الامتصاص والتراكم:**

  ◦ تلتصق جزيئات المبيدات بجزيئات التربة (خاصة الطينية والعضوية) وتتراكم مع الاستخدام المتكرر.

. **التحلل البطيء:**

  ◦ تعتمد سرعة تحلل المبيدات على عوامل مثل:

    . نوع التربة (التربة الرملية أقل احتفاظًا بالمبيدات).

    . درجة الحرارة والرطوبة.

    . نشاط الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا، الفطريات).

. **التسرب إلى المياه الجوفية:**

  ◦ المبيدات الذائبة في الماء تتسرب عبر مسام التربة إلى الخزانات الجوفية، خاصة في المناطق ذات الأمطار الغزيرة.

- **.الآثار طويلة الأمد:**

. **تدمير البنية الدقيقة للتربة:**

◦ تقلل المبيدات من تنوع الكائنات الدقيقة (مثل الفطريات الميكوريزية) المسؤولة عن تماسك التربة وتغذية النباتات.

. **ظاهرة "التربة الميتة:"**

◦ مع تراكم المبيدات، تفقد التربة قدرتها على دعم الحياة النباتية والحيوانية.

. **التأثير على الأمن الغذائي:**

◦ تلوث المحاصيل الغذائية (مثل القمح، الأرز) بالمبيدات يهدد جودة الغذاء وصحة الإنسان.

- **تقسم المبيدات حسب طول فترة البقاء**

- مبيدات دائمة البقاء Permanent هي المبيدات التي يستمر تواجدها في التربة إلي ما شاء الله.

- مبيدات طويلة البقاء Long Persistent هي المبيدات التي يستمر بقاءها في التربة من عدة شهور إلي ٢٠ عام .

- مبيدات متوسطة البقاء Moderately persistent هي المبيدات التي يستمر بقاءها في التربة من شهر إلي ١٨ شهر .

- مبيدات غير باقية Non – Persistent هي المبيدات التي يستمر بقائها في التربة من عدة أيام إلي أربع أسابيع.

- **أنواع المبيدات الأكثر تهديدًا للتربة:**

. **المبيدات الكلورية العضوية** مثل الـDDT، والكلوردان

- تبقى في التربة لعقود بسبب مقاومتها للتحلل البيولوجي.
- تتراكم في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية وتُسبب اضطرابات هرمونية.

. **المبيدات الفوسفاتية العضوية** مثل الباراثيون، والكلوربيريفوس

- سامة للأعصاب، وتُستخدم بكثرة في الزراعة، لكنها تتحلل أسرع من الكلورينات.

. **مبيدات النيونيكوتينويد** مثل الإيميداكلوبريد

- تؤثر على الجهاز العصبي للحشرات، لكنها تهدد النحل والملقحات الأخرى.

. **مبيدات الأعشاب** مثل الغليفوسات

- تُستخدم لإبادة الحشائش، لكنها تقتل الكائنات الدقيقة المفيدة وتُضعف خصوبة التربة.

- **تقنيات حديثة لمعالجة التربة الملوثة**

1. **العلاج البيولوجي:(Bioremediation)**
   - استخدام كائنات حية (بكتيريا، فطريات) لتفكيك المبيدات إلى مواد غير سامة.
2. **الزراعة باستخدام النباتات المُطهِّرة:(Phytoremediation)**
   - زراعة نباتات مثل القطن وتباع الشمس التي تمتص المبيدات من التربة وتخزنها في أنسجتها.
3. **التكنولوجيا النانوية:**
   - استخدام جزيئات نانوية (مثل أكاسيد الحديد) لتحطيم المبيدات في التربة.
4. **التعقيم الشمسي:(Solarization)**
   - تغطية التربة الملوثة بالبلاستيك لرفع حرارتها وتفكيك المبيدات بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.

- **الحلول والبدائل المستدامة:**

١. **الزراعة العضوية:**

- الاعتماد على الأسمدة الطبيعية (الكومبوست) ومكافحة الآفات بالطرق البيولوجية (مثل استخدام الحشرات المفترسة).

٢. **المبيدات الحيوية:**

- استخدام مبيدات مصنوعة من كائنات حية مثل بكتيريا (*Bacillus thuringiensis*)الآفات دون الإضرار بالتربة.

٣. **التناوب الزراعي:**

- تغيير المحاصيل الموسمية لتقليل اعتماد التربة على مبيدات محددة.

٤. **التقنيات الحديثة:**

- استخدام الزراعة الدقيقة (Precision Agriculture) لتحديد الكميات المطلوبة من المبيدات بدقة عبر الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار.

٥. **تشريعات صارمة:**

- حظر المبيدات عالية الخطورة (مثل الباراكوات) وفرض عقوبات على المخالفين.

٦. **توعية المزارعين:**

- تدريبهم على إدارة متكاملة للآفات (IPM) تجمع بين الطرق الكيميائية والطبيعية.

الآثار البيئية والصحية

١. **تدمير التنوع البيولوجي:**
   - المبيدات تقضي على الكائنات النافعة (مثل ديدان الأرض، والبكتيريا المحللة) التي تحافظ على خصوبة التربة.

٢. **التلوث التراكمي (البيولوجي):**
   - تتراكم المبيدات في السلسلة الغذائية عبر امتصاصها من النباتات، ثم انتقالها إلى الحيوانات والإنسان، مسببة أمراضًا مثل السرطان واضطرابات الغدد الصماء.

٣. **تدهور جودة التربة:**
   - تقليل خصوبة التربة بسبب تدمير الميكروبات المسؤولة عن تحويل المواد العضوية إلى مغذيات.

٤. **تلوث المياه الجوفية:**
   - تسرب المبيدات إلى الطبقات السفلية للتربة يلوث مصادر مياه الشرب.

٥. **مقاومة الآفات:**
   - الإفراط في استخدام المبيدات يؤدي إلى تطور سلالات آفات مقاومة، مما يدفع المزارعين لزيادة الجرعات، وتتفاقم المشكلة.

- **.نصائح عملية للحد من التلوث:**

. **اختبار التربة بانتظام:**

  ◦ تحليل عينات التربة كل موسم زراعي لقياس تركيز المبيدات.

. **استخدام بدائل طبيعية:**

  ◦ مثل: الثوم، الفلفل الحار، أو الزيوت النباتية (زيت النيم) لمكافحة الآفات.

. **إدارة النفايات الكيميائية:**

  ◦ تخصيص مراكز تجميع عبوات المبيدات الفارغة لمنع إعادة استخدامها أو دفنها.

دراسات حالة واقعية

الهند :تسبب الاستخدام المكثف لمبيدات الكلوربيريفوس في تلوث التربة والمياه، مما أدى إلى ارتفاع معدلات التشوهات الخلقية.

أمريكا اللاتينية :استخدام مبيدات النيكوتينويد في زراعة القهوة أثر على النحل والملقحات، مما هدد التنوع البيولوجي.

- **دور الأفراد والمجتمعات:**

. **الاستهلاك الواعي :**شراء المنتجات العضوية لدعم الزراعة المستدامة.

. **التطوع في حملات تنظيف التربة** من النفايات الكيميائية.

. **نشر الوعي** عبر وسائل التواصل الاجتماعي حول مخاطر التلوث.

- تلوث التربة بالمبيدات ليس مشكلة زراعية فحسب، بل هو تهديد للصحة العامة والاستقرار البيئي. الحل يكمن في الموازنة بين الاحتياجات الزراعية وحماية البيئة، عبر تبني تقنيات مبتكرة وتعزيز التعاون بين الحكومات والعلماء والمزارعين. كما قال العالم **راشيل كارسون** في كتابها "الربيع الصامت" :"*الطبيعة ليست مكانًا نزوره، إنها بيتنا*".

- **.دراسات علمية حديثة:**

. **تقرير منظمة الأغذية والزراعة:(FAO)**

  - 30%من الأراضي الزراعية العالمية متدهورة بسبب التلوث الكيميائي، بما في ذلك المبيدات.

. **دراسة في الصين:(2022)**

  - اكتشف العلماء أن ٢٠% من عينات التربة الزراعية تحتوي على مستويات خطيرة من مبيدات النيونيكوتينويد.

. **تقرير الاتحاد الأوروبي:**

  - حظر استخدام الغليفوسات في عدة دول أوروبية بعد اكتشاف تأثيره المسرطن.

- **حقائق صادمة:**

. وفقًا لـ **منظمة الصحة العالمية(WHO)** ، يتعرَّض ٣ ملايين شخص سنويًّا للتسمم الحاد بالمبيدات، ويموت ٢٠٠ ألف منهم.

- **مبيد الـ DDT**المُحظور منذ السبعينيات لا يزال موجودًا في تربة القارة القطبية الجنوبية بسبب الانتقال الجوي!

- **الخلاصة:**

- تلوث التربة بالمبيدات ليس مشكلةً عابرةً، بل هو قنبلة موقوتة تهدد التوازن البيئي والأمن الغذائي. الحل يتطلب نهجًا متكاملًا يشمل:

. تطوير مبيدات صديقة للبيئة.

. تعزيز الزراعة الذكية مُناخيًّا.

. تضافر جهود الحكومات والمجتمعات والأفراد.

التشريعات الدولية لمكافحة التلوث:

- **اتفاقية ستوكهولم:(2001)**
  - تحظر ١٢ مادة كيميائية خطيرة) بما في ذلك الـ (DDTبسبب تأثيرها البيئي التراكمي.
- **برنامج الأمم المتحدة للبيئة:(UNEP)**
  - يُشجع الدول على تبني إدارة متكاملة للآفات (IPM) لتقليل الاعتماد على المبيدات.
- **نظام التتبع الإلزامي في الاتحاد الأوروبي:**
  - يُلزم الشركات بتسجيل جميع كميات المبيدات المستخدمة ومراقبة تأثيرها على التربة.

أسئلة للنقاش:

١. كيف يمكن تشجيع المزارعين على تقليل استخدام المبيدات الكيميائية؟

٢. ما دور التكنولوجيا في مراقبة تلوث التربة؟

٣. هل تعتقد أن الزراعة العضوية قادرة على تغطية الاحتياجات الغذائية العالمية؟

تلوث التربة بالأسمدة
الأسباب، الآثار، والحلول

- مقدمة
- يُعد تلوث التربة بالأسمدة أحد التحديات البيئية الخطيرة الناتجة عن الاستخدام المكثف وغير المدروس للأسمدة الكيميائية في الزراعة. يؤدي هذا التلوث إلى تراكم مواد ضارة مثل المعادن الثقيلة (كالكادميوم والرصاص) والنيتروجين والفوسفور في التربة، مما يؤثر على جودتها ويهدد السلسلة الغذائية وصحة الإنسان .

الأسباب الرئيسية لتلوث التربة بالاسمدة

- الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية: يؤدي الإفراط في استخدام الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية إلى تراكم العناصر مثل النيتروجين والفوسفور في التربة، مما يفوق قدرة النباتات على الامتصاص، ويتسرب إلى المياه الجوفية والأنهار، مسببًا التلوث .

- المعادن الثقيلة : تحتوي بعض الأسمدة على معادن مثل الكادميوم والرصاص والزئبق، بالإضافة إلى النويدات المشعة (اليورانيوم والثوريوم)، والتي تتراكم في التربة وتدخل السلسلة الغذائية .

- الممارسات الزراعية غير المستدامة: مثل الري المفرط الذي يزيد من تملح التربة، أو عدم تناوب المحاصيل، مما يفاقم فقدان الخصوبة

الآثار البيئية الناتجة عن تلوث التربة بالاسمدة

- تدهور خصوبة التربة: يؤدي تراكم الأملاح والمعادن إلى تغيير التركيب الكيميائي والبيولوجي للتربة، مما يقلل من قدرتها على دعم الحياة النباتية والكائنات الدقيقة.

- تلوث المياه الجوفية: تتسرب النترات والفوسفات إلى المياه الجوفية، مسببة ظاهرة التخثث Eutrophication (نمو الطحالب الضارة) في المسطحات المائية، مما يهدد الحياة البحرية .

- انبعاث الغازات الدفيئة: تحلل الأسمدة النيتروجينية يطلق غاز أكسيد النيتروز N_2O الذي يساهم في الاحتباس الحراري بشكل يفوق ثاني أكسيد الكربون بـ ٣٠٠ مرة .

What Is Eutrophication?

Eutrophication is the excessive nutrient enrichment of water, leading to algal blooms and ecological imbalance.

Waste and fertilizer runoff and leaching

Nitrogen
Phosphorus

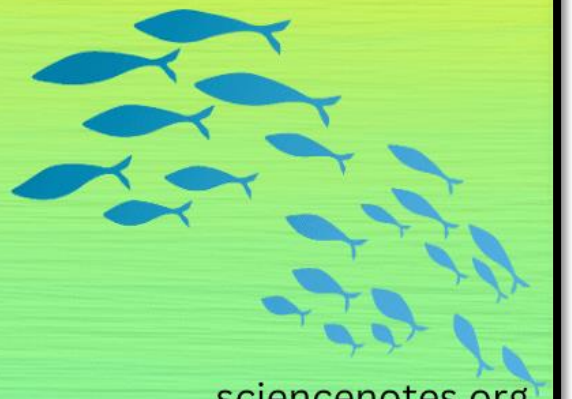
Abundance of nutrients causes algae bloom

Algae blocks sunlight

Bacteria use up oxygen to break down decaying matter

Decay

Lack of oxygen suffocates fish



sciencenotes.org

استراتيجيات الحد من التلوث

حلول زراعية

- الزراعة العضوية: استخدام الأسمدة العضوية (السماد الطبيعي، الكومبوست) لتحسين بنية التربة وتقليل الاعتماد على الكيماويات.

- التسميد المتوازن: تحليل التربة لتحديد الاحتياجات الفعلية للمحاصيل، وتجنب الإفراط .

- الأسمدة الحيوية: استخدام كائنات دقيقة لتعزيز امتصاص العناصر الغذائية، مثل بكتيريا التثبيت الحيوي للنيتروجين.

سياسات وتشريعات للحد من تلوث التربة بالاسمدة

- فرض قيود على استخدام الأسمدة: مثل تحديد كميات النيتروجين المسموح بها، كما في سياسات الاتحاد الأوروبي.

- تشجيع التكنولوجيا الخضراء: مثل أجهزة الاستشعار لمراقبة جودة التربة، وأنظمة الري الذكية لتقليل الهدر.

- توعية المزارعين: عمل تدريبية لتعليم المزارعين الممارسات المستدامة، مثل تناوب المحاصيل وزراعة الغطاء النباتي.

الابتكارات التكنولوجية

مثل التسميد الذكي واستخدام تقنيات النانو لتطوير أسمدة بطيئة التحلل، تقلل من التسرب إلى البيئة .

- المعالجة البيولوجية: استخدام الكائنات الدقيقة لتحليل الملوثات في التربة الملوثة.

- الطاقة المتجددة في الصناعة: تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري خلال تصنيع الأسمدة .

تلوث التربة بالعناصر الثقيلة

مقدمة عن العناصر الثقيلة:

عناصر كيميائية ذات كثافة عالية (مثل: الرصاص، الكادميوم، الزئبق، الزرنيخ، النيكل، الكروم).
- مصادر طبيعية: انحلال الصخور البركانية، التعرية الطبيعية.
- مصادر بشرية (أنثروبوجينية):

- الأنشطة الصناعية (مصانع البطاريات، التعدين).
- المبيدات والأسمدة الزراعية.
- النفايات الإلكترونية والمخلفات الطبية.
- عوادم المركبات وانبعاثات الوقود.

آلية تلوث التربة بالعناصر الثقيلة

طرق الانتقال:

- الترسيب الجوي من الانبعاثات الصناعية.
- تسرب المياه الملوثة (مثل مياه الصرف الصحي أو الصناعي).
- الاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات المحتوية على معادن ثقيلة.

- عوامل زيادة تركيزها في التربة:
- انخفاض درجة الحموضة (pH) يزيد من ذوبان المعادن.
- نقص المواد العضوية التي تعمل على تثبيتها.

الآثار البيئية والصحية

على التربة:

- تدهور خصوبة التربة وتدمير البنية الميكروبية.
- تراكم المعادن في النباتات (التراكم الحيوي) وانتقالها عبر السلسلة الغذائية.

على الإنسان:

- أمراض مزمنة مثل الفشل الكلوي (الكادميوم).
- تلف الجهاز العصبي (الرصاص والزئبق).
- سرطانات (الزرنيخ).

تقييم تلوث التربة

طرق التحليل:

- تقنيات مختبرية: مطيافية الامتصاص الذري (AAS)، البلازما المقترن حثيًا (ICP-MS).
- مؤشرات التلوث: حساب معامل التراكم (Igeo) ومؤشر التلوث (PI).
- المعايير العالمية: مقارنة التركيزات مع حدود منظمة الصحة العالمية (WHO) والوكالات البيئية المحلية.

استراتيجيات الإصلاح والعلاج

الطرق الفيزيائية: إزالة التربة الملوثة ودفنها في مواقع آمنة.
الطرق الكيميائية: تثبيت المعادن بإضافة مواد مثل الفوسفات أو الكربونات.
الطرق البيولوجية:
- التبطين النباتي (Phytoremediation): استخدام نباتات مُترَمِّمة مثل عباد الشمس لامتصاص المعادن.
-استخدام الكائنات الدقيقة (Bioremediation).
-الوقاية: تشديد الرقابة على النفايات الصناعية، وتحسين ممارسات الزراعة المستدامة.

تلوث التربة بعنصر الكادميوم

الكادميوم Cd هو معدن ثقيل سام لا يوجد بشكل حر في الطبيعة، بل يرتبط عادةً بخامات الزنك أو الرصاص.

يُستخدم في الصناعات مثل البطاريات (بطاريات النيكل - كادميوم)، والطلاء، والبلاستيك، ولكنه يُمثل خطرًا بيئيًا وصحيًا عند تراكمه في التربة.

مصادر تلوث التربة بالكادميوم:

الأنشطة الصناعية:*

- التعدين وصهر المعادن (خاصة الزنك والرصاص).
- تصريف النفايات الصناعية غير المُعالَجة.

الزراعة:

- استخدام الأسمدة الفوسفاتية (تحتوي على شوائب الكادميوم).
- مبيدات الآفات الملوثة.
- الري بمياه الصرف الصحي أو الملوثة.

مصادر أخرى:

- انبعاثات عوادم السيارات (من الإطارات والمحركات).
- التخلص غير الآمن من البطاريات والإلكترونيات.

الآثار السلبية للكادميوم على التربة والنباتات

- تدهور خصوبة التربة عبر تقليل نشاط الكائنات الدقيقة المفيدة.
- تثبيط نمو النباتات وتقليل امتصاص العناصر الغذائية (مثل الحديد والكالسيوم).
- تراكم الكادميوم في المحاصيل (خاصة الأرز، والتبغ، والخضروات الورقية).

على صحة الإنسان:

- التسمم المزمن
- أمراض الكلى (ترسب الكادميوم في الكلى).
- هشاشة العظام (يتداخل مع امتصاص الكالسيوم).
- السرطان (مصنف كمادة مسرطنة من الفئة ١ حسب منظمة الصحة العالمية).

سلوك الكادميوم في التربة:

الحركية والامتصاص:

- تزداد ذوبانيته في التربة الحمضية (pHمنخفض) مما يزيد امتصاصه بواسطة النباتات.
- تقلل المواد العضوية والطين من حركته عبر الارتباط به.

التراكم:

- نصف عمره في التربة يصل إلى قرون، مما يجعله ملوثًا مستدامًا.

- استراتيجيات المعالجة:- العلاج الفيزيوكيميائي

- التثبيت: إضافة الجير أو المواد العضوية لتقليل امتصاص النبات.
- الغسيل الكيميائي: استخدام محاليل حمضية لاستخلاص الكادميوم (مكلف وفعال في التربة الطينية).

- العلاج البيولوجي: الاستخلاص النباتي Phytoremediation استخدام نباتات مُتراكمة للكادميوم مثل نبات التبغ.
- الميكروبات: بكتيريا أو فطريات تقلل سمية الكادميوم
- إزالة التربة الملوثة ودفنها في مواقع آمنة (مكلف لكن سريع)

الوقاية والتنظيم

- فرض قيود على استخدام الأسمدة والمبيدات الملوثة.
- معالجة مياه الصرف الصناعي قبل تصريفها.
- تطبيق معايير منظمة الصحة العالمية WHO لحدود الكادميوم في التربة (عادة ١-٣ ملغم/كغم حسب الاستخدام).

اتجاهات بحثية حديثة:

- تطوير نباتات مُهندسة وراثيًا لزيادة كفاءة الاستخلاص النباتي.
- استخدام الجسيمات النانوية (مثل أكاسيد الحديد) لتثبيت الكادميوم في التربة.

الخلاصة:

تلوث التربة بالكادميوم يُشكل تهديدًا خطيرًا للبيئة والصحة العامة، ويتطلب إدارة متكاملة تشمل:- المراقبة الدورية للتربة.

- تطبيق تقنيات المعالجة المناسبة حسب طبيعة التربة.
- التوعية بخطورة التلوث وتعزيز الزراعة المستدامة.

شكرًا لإصغائكم