

تلوث التربة

تلعب التربة دوراً هاماً في نمو النباتات وحياتها ، وتعد الأساس الذي تقوم عليه عمليات الإنتاج الزراعي والحياة الحيوانية ، كما تحوي التربة على كثير من الكائنات الحية الدقيقة ، والديدان ، والحشرات . وتكمن أهمية التربة في كونها وسطاً استنادياً للنباتات تنمو فيها الجذور ، وعن طريقها تمتص النباتات الماء والأملاح المنحلة التي تحتاجها . ويتوافر في التربة الشروط البيئية المختلفة من الجفاف والرطوبة والتهوية والحرارة والملوحة وغيرها . وتعد كذلك أحد المكونات الرئيسية لدورات العناصر الأساسية الطبيعية وذلك لأن مكونات التربة تعتمد على مكونات الهواء والماء وتركيب الهواء يعتمد على التربة والماء وهكذا كما تعد التربة من أعقد الأنظمة الطبيعية ، لأنها تؤلف نظاماً خاصاً متعدد الأطوار وغير متجانس فهي تتكون من طور صلب ، وطور سائل ، وطور غازي .

وتعرف التربة بأنها الطبقة السطحية من الأرض ، وقد تكونت خلال سلسلة من العمليات المعقدة خلال ملايين السنين وتلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية ، الأمر الذي يؤدي إلى تغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة ، وهذه المواد يطلق عليها ملوثات التربة وقد تكون مبيدات أو أسمدة كيميائية أو أمطار حمضية أو نفايات (صناعية - منزلية - مشعة) وغيرها (وتعتبر 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 على حساب الأراضي الزراعية أو المياه السطحية والجوفية 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.

مكونات التربة

من المكونات الحيوية للتربة نذكر : الأملاح المعدنية والمواد العضوية والكائنات الدقيقة والماء والهواء.

وتختلف نسبة الأملاح الذوابة في الماء من تربة إلى أخرى ، فمن الأملاح المعدنية الشاردية الموجبة نجد أملاح الكالسيوم والصوديوم والمغنيزيوم وغيرها . ومن الشوارد السالبة الرئيسية : الفحومات الفوسفات والنترات وغيرها المتواجدة في محلول التربة وتكون بشكل ممدد ، ومن أكثر المحاليل المعدنية انتشاراً في التربة كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وأكاسيد الحديد والألمنيوم.[٣]

وتحتوي التربة على كميات كبيرة نسبياً من الغضار ذو الأهمية الكبيرة لنمو النباتات، حيث أن وجود الغضار يعطي التربة قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء، والتربة المتوازنة هي تلك التي تتألف من الغضار والكلس والرمل وهي أفضل الترب الملائمة للزراعة.[٣]

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 والخصوبية والحيوية ، وتشكل المواد العضوية في التربة المحور الأساسي لمعظم العمليات الحيوية التي تقوم بها الكائنات الحية من جراثيم وفطور في التربة ، كما تعمل على ربط مكونات التربة الحبيبية وجمعها معاً ، وينتج عن فقر التربة بالمواد العضوية تحولها إلى ترب صحراوية وشبه صحراوية .[٤]

وتشتمل أحياء التربة Soil Organisms على الجراثيم والفطور والأحياء الدقيقة الأخرى التي تعمل على تفكيك السليلوز والمواد المشابهة لتشكل الدبال. وهناك حيوانات التربة وحيدة الخلية الحيوانية والديدان والحشرات وغيرها التي تعيش في التربة، التي تفيد في خلخلة التربة مما يسهل دخول الهواء وتوزع الماء.

طبقات التربة

يمكن تمييز ثلاث طبقات متتالية في التربة وهي:

الطبقة السطحية: Surface Soil وهي الطبقة التي تغلف الأرض وعمقها لا يتجاوز عدة 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. [٥]

مصادر تلوث التربة]

يمكن تصنيف ملوثات التربة حسب منشئها إلى ملوثات طبيعية وملوثات بشرية، ويمكن تقسيمها حسب طبيعتها إلى ملوثات حيوية وملوثات كيميائية.

الملوثات الطبيعية:

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 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 ١٨ سم تحتاج إلى زمن قدره ٥٠٠٠ عام حيث أن تشكل التربة يجري بسرعة تقدر بـ ٠.٥ - ٢ سم لكل مئة عام، وإن تخريب هذه الطبقة التي سماكتها ٠.٥ - ٢ سم بسبب العواصف المطرية أو الهوائية يحتاج إلى ٢٠ - ٣٠ سنة [٦] ، وتقدر الأراضي الزراعية التي خربت في العالم في المائة سنة الأخيرة بفعل الانجراف بأكثر من ٢٣% من الأراضي الزراعية. [٧] ، 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. [٨]

التصحّر Desertification

التصحّر يعني التدهور في النظم البيئية أي الإخلال بمكوناتها وتدهور خصائصها الحيوية، وقلة إنتاجها إلى درجة عجز هذه النظم عن توفير متطلبات الحياة الضرورية للحيوان والإنسان [٩] ، بحيث ينتهي شكل الأرض الزراعية والرعية وتميل إلى أن تكون صحراوية. وقد ينتج التصحر بسبب عوامل مناخية (مثل الجفاف وندرة الأمطار) أو بسبب ازدياد نسبة الملوحة أو زحف الرمال أو بسبب تدخل البشر (مثل عمليات الرعي الجائر أو تحويل الأراضي إلى عمرانية أو صناعية)

الملوثات البشرية (الصناعية):

التلوث بالمخلفات الصلبة:

إن التقدم الذي عرفته الصناعة وما تقدمه المصانع من نفايات 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 (حديد، ألومنيوم، بلاستيك ومطاط صناعي) فهي مواد غير قابلة للتحلل بيولوجياً أو أن تحللها بطيء جداً ويحتاج لمئات السنين، وبالتالي فإنها تتراكم تدريجياً وتضر بالأنظمة البيئية [١٠] ، 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، وهناك المخلفات الناجمة عن الإنشاءات والبناء وهي عبارة عن نفايات خاملة لا تسبب خطراً على صحة الإنسان وتنتج عن هدم وبناء المنشآت نظراً لعدم احتوائها على مواد ضارة في البيئة ويمكن استعمالها في عمليات الردم المختلفة وفتح الطرق العامة وتسوية المنحدرات على جوانب الطرق وغيرها [١١] ، كما أن التزايد السريع للسكان ساهم في ظهور نفايات منزلية صلبة بحاجة للتخلص منها كالزجاج والعلب المعدنية الفارغة.

طرائق التخلص من المخلفات الصلبة: [١٢] [١٣]

١- دفن المخلفات الصلبة ضمن التربة في حفر خاصة بعيداً عن النطاق العمراني للمدن ثم يتم تغطيتها بالتراب ويسوى بعد ذلك سطح التربة. ولتجنب تأثيرات هذه الطريقة في تلوث المياه الجوفية والتربة من جراء هذا الدفن فإنه يجب اتباع عدة طرق فنية. وهذه الطريقة مستخدمة في مدينة دمشق وغيرها للتخلص من النفايات المنزلية، ولهذه الطريقة عدة عيوب.

٢- إحراق المخلفات: تقوم بعض الدول بحرق 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 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.

٣- جمع وإعادة استخدام المخلفات: فالنفايات الورقية يعاد تدويرها واستعمالها كمصدر للصناعة، أما المواد الزجاجية فتستخدم كمواد أولية لصناعة الزجاج، والعلب المعدنية الفارغة يعاد تصنيعها مرة ثانية، وغيرها من المخلفات الزراعية والبلاستيكية. وتساعد هذه الطريقة على التخلص من جزء كبير من مخلفات المدن بجانب أن لها بعض القيم الاقتصادية. فنجدهم مثلاً في اليابان أن ٤٠% من إنتاجها الورقي يعتمد على النفايات الورقية وفي الولايات المتحدة ٥٠% من العلب المنتجة يعتمد إنتاجها على نفايات العلب المعدنية الفارغة.

٤- تحويل المواد العضوية إلى سماد عضوي لاستخدامه في تحسين الإنتاج الزراعي.

٥- إلقاء المخلفات الصلبة في البحار والمحيطات: وهذه الطريقة غير سليمة وغير مقبولة لأنها تسبب إخلالاً كبيراً في البيئة المائية وإفساداً للحياة في ذلك القطاع الحيوي.

التلوث بالمخلفات السائلة:

يقصد بالمخلفات السائلة مياه المجاري، ومخلفات المصانع والدباغات، ومياه المنظفات الكيميائية والزيوت المعدنية المستعملة، وينتج تأثيرها الملوثة من تسربها بواسطة المياه خلال الطبقات المسامية للتربة، وتعمل على قتل الكائنات الحية فيها، وتصل إلى المياه الجوفية فتلوثها وتمنع بذلك استخدامها في الشرب. بالإضافة لذلك فإن المخلفات السائلة وعند اختلاطها بالمياه الملوثة تصبح بؤرة لانتشار الجراثيم والطفيليات الممرضة، وتنتقل هذه الكائنات إلى الإنسان من خلال المزروعات وخاصة تلك التي تؤكل مباشرة دون طبخ. وتؤدي المخلفات السائلة إلى تملح التربة وهدم بنيتها الفيزيائية. وخير مثال على تلوث التربة بالمخلفات السائلة ما يشاهد في قرى دمشق وغوطتها الواقعة على نهر بردى الملوثة بمختلف أنواع الملوثات المائية والتي تنتقل إلى الأراضي المزروعة وتقلل من إنتاجيتها. [١٤]

التلوث بالمبيدات:

المبيدات عبارة عن مركبات كيميائية متفاوتة السمية تحقق 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 [١٥]. وتكمن خطورة المبيدات الكيميائية في بقائها بالتربة لعدة سنوات وأثرها التراكمي أو ما يسمى التراكم الحيوي (بالإنجليزية: 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 فيزيولوجية في العضوية [١٦]. 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 ٥٠% من المبيد المستعمل. ويؤدي الإسراف في استخدام المبيدات إلى فقدان التوازن الطبيعي القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعيين. ويتأثر الإنسان كذلك بهذه المبيدات، فالعمال الذين يعملون في مصانع هذه المبيدات يتأثرون بها بطريقة مباشرة إما عن طريق الملابس، وإما عن طريق استنشاق أبخرتها، كما يتعرض لهذا الخطر العمال الذين يقومون برش هذه المبيدات في الحقول. والأمثلة على ذلك كثيرة: ففي الهند بلغت حالات التسمم بالمبيدات نحو ١٠٠ حالة عام ١٩٥٨، وفي سوريا بلغت هذه الحالات نحو ١٥٠٠ حالة أوائل الستينيات، كما تسمم أيضاً نحو ٣٣٦ فرداً في اليابان منذ عدة سنوات [١٧]. 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 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 مُنع استخدامه أو حُدّد في العديد من الدول كأمريكا وكندا والسويد نظراً لاحتوائه على مركبات 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 [١٨].

التلوث بالأسمدة الكيميائية:

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 ذائبة سهلة الامتصاص ، وبكميات تفي باحتياجات النبات ، وبزيادة عدد السكان وتوسع الرقعة الزراعية اتجه المزارعون إلى استخدام الأسمدة الكيميائية التي 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 ، 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 منها :

١- تؤدي إلى تسمم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الحوية على كمية زائدة من النتروجين.

٢- كما أن حفظ النباتات في الصوامع يؤدي إلى تخمرها ، وبالتالي تصاعد غاز ثاني أكسيد النتروجين H₂S الذي يؤثر بدوره على صحة العاملين .

٣- 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 .

٤- يعد الماء الذي يزيد محتواه من النترات عن ١٠ ppm غير صالح للشرب ، وفي حال تناول الإنسان لهذه المياه فإن البكتريا الموجودة في الجهاز الهضمي تقوم باختزال النترات إلى نترات والذي بدوره ينتقل إلى الدم و يتحد مع الهيموغلوبين ، فيفقد الهيموغلوبين قدرته الطبيعية على امتصاص غاز الأكسجين ونقله إلى الخلايا وهذه الحالة يطلق عليها اسم حالة تسمم الدم ، وهي حالة خطيرة تمنع وصول غاز الأكسجين إلى الخلايا ، فتموت هذه الخلايا ، مما يؤدي إلى وفاة الكائن الحي [١٩][٢٠]

٥- وقد لوحظ أن تركيز النترات في المجاري المائية يزداد يوماً بعد يوم ، وأوشك أن يصل في تركيزه في بعض البحيرات إلى مستويات تنذر بالخطر ، وقد فقدت عدد من البحيرات صلاحيتها لأخذ مياه الشرب منها ، كما أصبحت معرضة لظاهرة التشبع الغذائي ، فمركبات النترات تشترك مع مركبات الفوسفات في تحويل مثل هذه البحيرات إلى مستنقعات تنعدم فيها الحياة .

٦- وقد تصل النترات إلى الإنسان عن طريق الأطعمة المعلبة ، حيث يستخدم قليل من مركبات النترات والنتريت بهدف حفظها من الفساد والتلف ، باعتبار أن لهذه المركبات خواص مضادة للجراثيم [٢١] .

ولزيادة مركبات الفوسفات (أو مركبات الفوسفور) في المياه الجوفية في باطن الأرض تأثيراً على المجاري المائية ، وتؤدي زيادة نسبتها في هذه المجاري إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية ، التي تعيش في مختلف المجاري المائية .

ومركبات الفوسفات مركبات ثابتة من الناحية الكيميائية ، ولذلك 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 زيادتها في المجاري المائية أو في المياه الجوفية التي تؤخذ منها مياه الشرب يعتبر أمراً غير صحي . وكذلك تتسبب زيادة نسبة مركبات الفوسفات في مياه البحيرات إلى حدوث نمر زائد للطحالب وبعض النباتات المائية الأخرى ، الأمر الذي يؤدي إلى وصول هذه البحيرات إلى حالة التشبع الغذائي وهي ظاهرة تحدث لكثير من البحيرات التي تلقى فيها مياه الصرف الصحي ، فتتحول هذه البحيرات مع مرور الزمن إلى مستنقعات خالية من الأكسجين ، وكذلك تخلو تماماً من الأسماك وغيرها من الكائنات الحية .

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.

المعادن الثقيلة : Heavy Metals

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن ٥ غم/سم^٣ ، وما يقل عنها تدعى بالمعادن الخفيفة [٢٢]

تؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الأحياء وفعاليتها البيولوجية 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 . ومما يزيد من خطورة هذه المعادن في البيئة هو عدم إمكانية تحليلها بواسطة البكتريا والعمليات الطبيعية الأخرى فضلاً عن ثبوتيتها والتي تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشونها أو مصادرها ، ولعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها إلى التراكم الحيوي في أنسجة وأعضاء الكائنات الحية في البيئة المائية أو اليابسة . ولبعض المعادن الثقيلة خواص إشعاعية ، أي أنها تكون بمثابة نظائر مشعة **Radioactive Isotopes** ، لذا فإن هذه المعادن ستحمل مخاطر مزدوجة على البيئة من حيث كونها سامة ومشعة في نفس الوقت ، كما هو الحال في الزنك ٦٥ المشع ، واليورانيوم ٢٣٥ [٢٣].

تصاب التربة بتلوث المعادن الثقيلة كالرصاص والزنك والكاديوم ، التي تصل إلى التربة مع النفايات التي يتم دفنها في التربة ، أو مع مياه الري الملوثة ، أو نتيجة لتساقط المركبات العالقة في الهواء لهذه المعادن ، وهي معادن شديدة السمية ، وتتركز بصورة كبيرة في أنسجة النباتات والثمار ، حيث تنتقل بدورها عبر السلسلة الغذائية للإنسان .

الأمطار الحمضية:

تعتبر غازات أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت المتصاعدة المكون الرئيسي للأمطار الحمضية وذلك عند تفاعلها مع جزيئات بخار الماء **Water Vapor** وبالتالي تتكون هذه الأمطار وتتساقط على شكل حمض النتريك وحمض الكبريتيك ، وتعتبر الأمطار حمضية إذا انخفض رقمها الهيدروجيني إلى ٥ فما دون ، كما أن هناك ما يعرف بالأمطار القاعدية التي يصل رقمها الهيدروجيني إلى ٨ فما فوق وعادة ما تكون غنية بالكالسيوم وغيرها من المواد كالكربونات المذابة وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبه الجافة ولا تشكل أخطاراً مقارنة بالأمطار الحمضية . [٢٤]

وتؤدي الأمطار الحمضية إلى إحداث تغير في طبقة التربة الزراعية وتذيب عدداً من العناصر والمركبات التي تسري إلى جوف التربة ومن ثم إلى المياه الجوفية التي قد تستخدم في الشرب أو ري المزروعات . كما تعمل الأمطار الحمضية على زيادة حموضة التربة مما يؤثر على أحياء التربة ويلحق الضرر في خصوبتها وتؤدي إلى موت النباتات ، كما يمكن أن تحتوي هذه الأمطار عند تسربها في جوف التربة على عناصر ذائبة خطيرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزنك.

التلوث الإشعاعي:

بدأت مشكلة التلوث بالمواد المشعة تبرز بعد اكتشاف النشاط الإشعاعي في بداية القرن ولم تظهر المشكلة إلا بعد ١٩٤٥ حينما تمكن الإنسان من تفجير القنابل النووية والقنابل الهيدروجينية ، وتقدر العناصر المتكونة من تفجير قنبلة نووية واحدة بحوالي ٢٠٠ عنصر مشع ، حيث يتصاعد الغبار الذري الناتج عن الانفجار في العادة إلى عدة كيلومترات ثم يتساقط على الأرض أو ينتشر في الهواء ولا يلبث أن يتسرب الغبار الذري بطريقة ما إلى المياه الجوفية والأنهار والبحار [٢٥] . وفي حالات الانفجارات الهائلة التي تزيد على خمسين ميكا طن (أي أن قوة انفجارها تعادل تفجير خمسين مليون طن من مادة **T.N.T**) فإن الغبار الذري الناتج قد يدور عدة مرات حول الأرض قبل أن يتم نزول جميعه إلى سطح الأرض ، وهذا هو السبب الرئيسي الذي دعا الدول الكبرى لتوقيع معاهدة تحريم التفجيرات النووية في الجو عام ١٩٦٣ ، إلا أنها لا تمنع التفجيرات في باطن الأرض [٢٦] .

وتأتي خطورة العناصر المشعة من كونها ذات صفة تراكمية أي أنها تنتقل من الوسط إلى الكائنات النباتية والحيوانية مع زيادة في التركيز في كل مرحلة من مراحل انتقالها عبر السلسلة الغذائية ، وإذا تلقى الجسم أو أي عضو من أعضائه دفعات متقطعة حصلت فيه أضرار مختلفة ، وحتى الجرعات القليلة جداً من الإشعاعات يمكن أن تؤثر على خلية واحدة ، وإن كانت الخلايا المتضررة هي الخلايا الجنسية ، فيمكن أن يحدث خلل وراثي **Genetic injury** والذي من الممكن أن ينتقل إلى الأجيال القادمة ، أو ظهور تشوهات عند الأطفال الذين يولدون في مناطق تعرضت إلى مصدر إشعاعات كما هي الحال عند الأطفال اليابانيين الذين ولدوا بعد إلقاء القنابل الذرية على هيروشيما وناغازاكي سنة ١٩٤٥ [٢٧] .

الإجراءات الممكنة لحل مشاكل التربة[عدل]

- وقف قطع الأشجار والحفاظ على المراعي الطبيعية وتنظيم الرعي فيها حتى تستعيد النباتات قدرتها على التكاثـر .
- زراعة الكثبان الرملية ببقايا النباتات أو رشها بالمواد المطاطية للحد من تحركها وانتقالها .
- حماية التربة من الانجراف بإقامة الجدران الاستنادية وخاصة في المناطق المنحدرة .
- إقامة السدود للتقليل من قوة السيول والتخفيف من الانجراف .
- حماية الغابات وخاصة من الرعي الجائر والتحطيب والحرائق .
- التخلص من النفايات الصلبة بالطرق السليمة .
- عدم استخدام مياه الصرف الصحي ومياه صرف المصانع في ري النباتات إلا بعد معالجتها .
- تنظيم وترشيد استعمال المبيدات الكيميائية حتى إيجاد البديل المثالي .
- المكافحة الحيوية باستعمال الكائنات الحية في سبيل خفض نسبة الأضرار التي تسببها أحياء أخرى ضارة بالإنسان والحيوان والمزروعات .
- 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 التلوث على جميع المستويات .