الفصل الرابع

تلوث التربة

إن التربة التي تعتبر مصدراً للخير والثمار، من أكثر العناصر التي يسئ الإنسان استخدامها في هذه البيئة فهو قاس عليها لا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الغذاء الأساسي له ولعائلته، وينتج عن عدم الوعي والإدراك لهذه الحقيقة إهماله لها .

أسباب تلوث التربة :

- تمليح التربة والتشبع بالمياه التطبيل فالاستخدام المفرط للمياه الري مع سوء الصرف الصحي يؤدي إلى الإضرار بالتربة .

- وجود ظاهرة التصحر،ويساعد في هذه العملية عدم سقوط الأمطار والرياح النشطة التي تعمل علي زحف الرمال أيضا ً إلى الأرضي الزراعية

- استخدام المبيدات والكيماويات علي نحو مفرط .

-التوسع العمراني الذي أدي إلى تجريف وتبوير الأرضي الزراعية.

التلوث بواسطة المواد المرسبة من الهواء الجوي في المناطق الصناعية .

-التلوث بواسطة المواد المشعة .

-التلوث بالمعادن الثقيلة .

-التلوث بواسطة الكائنات الحية .

-التلوث بالنفايات

من أنواع التلوث البيئي التلوث بالنفايات والتي تشتمل على:

أولا: القمامة .

والمقصود بها هنا مخلفات النشاط الإنسان في حياته اليومية ونجد أن نسبتها تتزايد في البلدان النامية وخاصة في ظل التضخم السكاني، وقد تؤدي هذه النفايات مع غياب الوعي الصحي إلى جانب ضعف نظم جمعها والتخلص منها إلى الأضرار الجسيمة الآتية

-انتشار الروائح الكريهة .

-اشتعال النيران والحرائق .

-بيئة خصبة لظهور الحشرات مثل الذباب والناموس والفئران .

-تكاثر الميكروبات والتي تسبب الإصابة بـ :

-الإسهال الكوليرا ،الدوسنتريا، الأميبية ، الالتهاب الكبدي الوبائي, . التيتانوس،السل الاضطرابات البصرية ، انتشار أمراض جراثيم الماشية

النفايات العسكرية :

ما زال النقاش يدور حول كيفية التعامل والتخلص من النفايات الإشعاعية التي لم يتم الوصول إلى حل مرضى يصددها على الرغم من إيقاف البرامج النووية الخاصة بدول العالم ولم تعد هناك دولة ما تخفى نشاطها الإشعاعي، فالأمر لم يعد سراً لكن ما زال هناك من التحديات التي نراها جميعاً واضحة جداً، فالمشكلة لا تكمن في صناعة المزيد من الأسلحة النووية وإنما في طريقة التخلص منها الذي يزيد الأمور تعقيداً

ويضيف بعداً آخر للمشكلة، أو استخدام الطرق الصحية في تخزينها إلي جانب المشاكل المالية الضخمة المتطلبة في تغطية تكاليف إزالة التلوث التي بدأت تحدثه بالفعل هذه النفايات .

ولا تقتصر النفايات الإشعاعية على العسكريين فقط وأسلحتهم المدمرة لكنها تمتد أيضاً للمدنيين حيث تتمثل في - : توليد الكهرباء التي تصدر نفايات إشعاعية من الصعب التعامل معها وغيرها من الوسائل السليمة التي لا تستخدم في الحروب، كما يسئ المدنيين إلي البيئة من خلال طريقة التعامل مع النفايات الإشعاعية عن طريق *الدفن وينظرون إليها علي أنه الخيار الوحيد أمامهم للتخلص منها، لأنه بالرغم من محاولة كافة الدول لإيجاد مخرج آمن، فقد فشلوا في تحقيقه ولا تقتصر حجم الكارثة على دفن هذه النفايات لأنها ستمتد إلي البيئة المحيطة بها وخاصة الأطعمة التي يتم زراعتها في هذه الأرض الملوثة والتي ستؤثر بالطبع على جودة حياة الإنسان وتدمر جيناته أي أن آثارها ستدوم وتستمر ولا يمكن محوها ولن يكون ذلك حلاً على الإطلاق بل إضافة مشكلة جديدة لمشاكل تلوث البيئة .

وتلعب التربة دوراً هاماً في نمو النباتات وحياتها ، وتعد الأساس الذي تقوم عليه عمليات الإنتاج الزراعي والحياة الحيوانية ، كما تحوي التربة على كثير من الكائنات الحيةالدقيقة 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 (١) 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(٢) 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 ـ منزلية ـ مشعة وغيرها) وغيرها وتعتبر التربة ملوثة باحتوائها على

١ ـ البيئة التطبيقية والتلوث ــ د٠ محمد غسان سلوم ، د٠عدنان نظام ، (الجزء النظري) صفحة ٣٤٥

٢ ـ كيمياء التلوث ، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني ، المملكة العربية السعودية صفحة ٨٢

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 وطبقاتها

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 والمغنسيوم وغيرها ومن الشوارد السالبة الرئيسية : الفحم الفوسفات والنترات وغيرها المتواجدة في محلول التربة وتكون بشكل ممدد ، ومن أكثر المحاليل المعدنية انتشاراً في التربة كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وأكاسيد الحديد والألمنيوم وتحتوي التربة على كميات كبيرة نسبياً من الغضار ذو أهمية

كبيرة لنمو النباتات(١)، 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 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 وتشتمل أحياء التربة على الجراثيم والفطريات والأحياء الدقيقة الأخرى التي تعمل على تفكيك السليلوز والمواد المشابهة لتُشكل الدبال وهناك حيوانات التربة وحيدة الخلية الحيوانية والديدان

١- البيئة التطبيقية والتلوث د. محمد غسان سلوم ، د. عدنان نظام مصدر سابق صفحة ٣٤٥ وما بعدها

والحشرات وغيرها التي تعيش في التربة، التي تفيد في خلخلة التربة مما يسهّل دخول الهواء وتوزع الماء ويمكن تمييز ثلاث طبقات متتالية في التربة وهي:

الطبقة السطحية: 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: 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.(١)

مصادر تلوث التربة

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

١-مصدر سابق ٨٣

الملوثات الطبيعية:

التجريف

وهو ظاهرة طبيعية تتمثل في تعرية وتآكل الطبقة السطحية من التربة ونقلها بفعل العوامل المناخية وأهمها الرياح والمياه ويمكن تقسيمه إلى انجراف هوائي 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 سمكها ١٨ سم تحتاج إلى زمن قدره ٥٠٠٠ عام حيث أن تشكل التربة يجري بسرعة تقدّر بـ ٠.٥ ـ ٢ سم لكل مئة عام، وإن تخريب هذه الطبقة التي سمكها ٠.٥ ـ ٢ سم بسبب العواصف المطرية أو الهوائية يحتاج إلى ٢٠ ـ ٣٠ سنة (١) وتقدر الأراضي الزراعية التي خربت في العالم في المائة سنة الأخيرة بفعل الانجراف بأكثر من ٢٣% من الأراضي الزراعية (٢) ، كما أن للإنسان دوراً في زيادة انجراف التربة يتمثل في:

ـ تخريب وإزالة الغطاء النباتي

١ - مصدر سابق ص ٣٥٣ ٢ - مصدر سابق ص ٨٣

- 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

التصحر :التصحر 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(٢) بحيث ينتهي شكل الأرض الزراعية والرعوية 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:

نفايات صلبة تنتقل للتربة فتسهم في هدم النظام البيئي، وتختلف هذه المخلفات في النتائج المترتبة على تلويثها؛ فالمخلفات الصلبة النباتية

١ -مصدر سابق ص ٣٥٥ ٢ - مصدر سابق ص ٣٧٣

(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، ألمنيوم، بلاستيك ومطاط صناعي) فهي مواد غير قابلة للتحلل بيولوجياً أو أن تحللها بطيء جداً ويحتاج لمئات 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، 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 كما أن التزايد السريع للسكان ساهم في ظهور نفايات منزلية صلبة بحاجة للتخلص منها كالزجاج والعلب المعدنية الفارغة.

١- مصدر سابق ص ١١٨

- **التلوث بالمخلفات السائلة:**

يقصد بالمخلفات السائلة مياه المجاري، ومخلفات المصانع والمدابغ، ومياه المنظفات الكيميائية والزيوت المعدنية المستعملة، وينتج تأثيرها الملوث 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 الملوث بمختلف أنواع الملوثات المائية والتي تنتقل إلى الأراضي المزروعة وتقلل من إنتاجيتها(١)

التلوث بالمبيدات:

المبيدات عبارة عن مركبات كيميائية متفاوتة السمية تحقن في

١-البيئة التطبيقية والتلوث - د. عدنان نظام ص ٣٥١

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(١) وتكمن خطورة المبيدات الكيميائية في بقائها بالتربة لعدة سنوات وأثرها التراكمي أو ما يسمى التراكم الحيوي 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

١- مصدر سابق ص ٨٦

فيزيولوجية في العضوية(١) 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 الملامسة، 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(٢) ومما يزيد من مشكلة استخدام

١- مصدر سابق ص ٣٥٢ ٢- التلوث مشكلة العصر - د. أحمد مدحت إسلام - سلسلة عالم المعرفة المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت ٠ ص ١٢٦

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 حدّد في العديد من الدول كأمريكا وكندا والسويد نظراً لاحتوائه على مركبات كلورية سامة، ومن خواص هذا المبيد أنه شديد الثبات يبقى دون أن ينحل زمناً طويلاً ويقال أن هناك نسبة ما من هذا المبيد في جسم كل إنسان على سطح الأرض مهما كانت هذه النسبة ضئيلة (١)

- **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

١- مصدر سابق ص ١٢٧

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 خاصة 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 الحاوية على كمية زائدة من النتروجين.

٢- كما أن حفظ النباتات في الصوامع يؤدي إلى تخمرها ، وبالتالي تصاعد غاز ثاني أكسيد النتروجين 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 غير صالح للشرب ، وفي حال تناول الإنسان لهذه المياه فإن البكتريا الموجودة في الجهاز الهضمي تقوم باختزال النترات إلى نتريت والذي بدوره ينتقل إلى الدم و يتحد مع الهيموجلوبين ، 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(١)

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 .

١- كيمياء التلوث ص ٨٥ - التلوث مشكلة العصر ص ١٤١-

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 (١) 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 زمناً 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 .

١- التلوث مشكلة العصر ص ١٣٧

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:

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن ٥ جم/سم٣ ، وما يقل عنها تدعى بالمعادن الخفيفة (١) تؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الأحياء وفعاليتها البيولوجية المختلفة ، فالحديد له أهمية معروفة في تركيب الدم والأنزيمات ، وتعد كل من عناصر المنجنيز والزنك والنحاس أنزيمات محفزة ، 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 ثبوتها والتي تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشوئها أو مصادرها ، ولعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها إلى التراكم الحيوي في أنسجة وأعضاء الكائنات الحية في البيئة المائية

١- علم البيئة د. حسين السعدي ص ٤٢٣

أو اليابسة ولبعض المعادن الثقيلة خواص إشعاعية ، أي أنها تكون بمثابة نظائر مشعة ، 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 (١) تصاب التربة بتلوث المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والكادميوم ، 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 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

١- علم البيئة -مصدر سابق- ص ٤٢٤

الهيدروجيني إلى ٨ فما فوق وعادة ما تكون غنية بالكالسيت وغيرها من المواد كالكربونات المذابة وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبه الجافة ولا تشكل أخطاراً مقارنة بالأمطار الحمضية (١) 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 خطرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق.

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 الهيدرجينية ، وتقدر العناصر المتكونة من تفجير قنبلة نووية واحدة بحوالي ٢٠٠ عنصر مشع ، حيث

١- كيمياء التلوث -مصدر سابق -ص ٦٩

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 (١) وفي حالات الانفجارات الهائلة التي تزيد على خمسين ميجا 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(٢) 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

١- البيئة حمايتها وصيانتها- وائل الفاعوري ومحمد الهروط ص ١٤٣

٢- تلوث التربة-د٠ فاضل شهاب وفريد عيد ص ١٦٩

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 (١)

تلوث التربة بمياه الصرف الصناعي

تحتوي مخلفات الصناعة على العناصر الثقيلة وهي من اخطر الملوثات التي تصيب التربة الزراعية والتي يتم صرفها في المجاري المائية ويعاد استخدامها في الري مرة أخرى واهم هذه العناصر (الكادميوم،الرصاص،الزئبق،النيكل،النحاس)وتلعب صفات التربة الطبيعية والكيميائية دور هام في ادمصاص كمية اكبر من تلك العناصر وان العناصر الثقيلة تميل إلى الذوبان في التربة الحمضية أكثر من ذوبانها في التربة القاعدية كما تتلوث التربة الزراعية خلال عمليات تصنيع بعض المعادن وخاصة في المناطق القريبة من المدن الصناعية مثال ذلك ما يتم في عمليات صهر النحاس الخام حيث يتسرب عنصر الزرنيخ السام والمختلط بالمعدن الخام إلى التربة الزراعية والماء إذا لم

١- تلوث التربة - د. فاضل شهاب وفريد عيد ص ١٧١

تكن هنالك إجراءات دقيقة لمنع تسربه.

كما تزداد نسبة الرصاص في التربة الزراعية ومصادر الماء القريبة من طرق النقل السريع وذلك بسبب وجود مركبات الرصاص في بنزين السيارات حيث تخرج هذه المركبات من عوادم السيارات لتلوث التربة الزراعية والمياه القريبة من الطرق وتتلوث التربة الزراعية أيضا بواسطة المواد التي تترسب من الهواء الجوي،إضافة إلى المواد المشعة التي تتسرب من مدافنها للتربة الزراعية ثم تنتقل إلى النبات ومنها إلى الإنسان مباشرة أو عند تناول الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات الملوثة بالرغم من ذلك فان تسرب فان تسرب المواد المشعة إلى التربة يستغرق وقتا طويلا.

وهناك أيضا مركبات الكلوروفينكول التي تستعمل في صناعة بعض المبيدات الحشرية كما يستخدم بعضها في صناعة الصابون ومزيلات الروائح الكريهة وتعتبر هذه المركبات أيضا من اخطر ملوثات التربة الزراعية كذلك فان هناك أنواعا أخرى من المواد الكيميائية التي تلوث التربة مثل المبيدات التي تستعمل لمقاومة الآفات التي تفتك بالمحاصيل الزراعية.

المعادن الصناعية التي تلوث التربة :-

١. الزئبق: يعتبر من المعادن التي قد تختلط مركباته بالتربة والماء بسبب التخلص من النفايات ومخلفات المصانع ويتسبب الزئبق بإصابة الإنسان باضطرابات في الجهاز العصبي المركزي.

٢. الكادميوم: يستعمل في عدة صناعات مثل صناعات البلاستك والبطاريات ويعتبر الكاديميوم من المعادن التي تلوث التربة والماء المحاصيل الزراعية التي تستعمل على نطاق واسع مثل الأرز والقمح وقد دلت الدراسات إن تلوث التربة بالكادميوم يؤدي إلى إصابة الإنسان بأمراض الكلية والرئة والقلب والعظام.

٣. الرصاص: من أهم مصادر تلوث التربة برصاص المصانع التي تنتج البطاريات كما يحدث من عوادم السيارات في الطرق السريعة حيث تلوث التربة ويؤدي الى تلوث المحاصيل الزراعية.

٤. الزرنيخ:تتلوث التربة بالزرنيخ في الأماكن القريبة من مصانع صهر المعادن مثل النحاس والرصاص الزنك ويعتبر احتراق الفحم واستعمال مبيدات الآفات التي تحتوي على عنصر الزرنيخ من أهم مصادر تلوث التربة.

التلوث بالنفايات الصلبة

إن الزيادة المطردة في أعداد سكان الأرض مع التقدم التكنولوجي الكبير والتحسين في مستويات المعيشة أدى إلى زيادة في الاستهلاك اليومي مما وجب التخلص من المخلفات الصلبة ويعد تجمع النفايات الصلبة مشكلة حيث إن القمامة تحتوي على مواد مختلفة كالورق ،البلاستك ،الزجاج ،العلب الفارغة وبقايا المأكولات وعندما تتعرض للأمطار أو أي مصدر رطوبة يتحلل بعضها وتتسرب إلى التربة أو إلى المياه السطحية أو الجوفية فضلا عن الغازات الناتجة من تحللها والتي تلوث الهواء كما إنها تسبب كثير من الأمراض،فضلا عن المناظر المقززة و المنافية للذوق السليم ومن مصادر المخلفات الصلبة :-

١- النفايات الصناعية الناتجة من المعامل و المصانع ومحطات إنتاج الطاقة وتقدر نسبتها بحوالي ٣%.

٢- القمامة و النفايات المنزلية و تقدر نسبتها بحوالي ٧%.

٣- المخلفات الناجمة من عمليات الحفر و الهدم و تقدر بحوالي ٣٠% وتختلف من بلد لاخر حسب نشاطها في هذا المجال .

٤- المخلفات الزراعية وتقدر بحوالي ١٥-٢٠ %

٥- مخلفات الحيوانات وفضلاتها .

٦- النفايات الضارة من المستشفيات.

ومن أهم الصناعات الملوثة للتربة

١. صناعة التعدين

٢. صناعة الاسمنت

٣. صناعة المعادن الصلبة

٤. الصناعات الكيمياوية

٥. صناعة التكرير والصناعات البتروكيمياوية

٦. صناعة المواد الغذائية

٧. صناعة النسيج

أثر تلوث التربة على الإنسان

١- العديد من الدراسات قدرت إن تلوث التربة الزراعية بالكيمياويات ومركبات المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم يسبب الإصابة بأمراض خطيرة حيث يؤدي تلوث التربة بالزئبق إلى الصداع المزمن والشعور بالإرهاق العام وتلف الكلى إضافة إلى اضطرابات بالجهاز الهضمي وقد ينتهي الأمر بحدوث الوفاة .

٢- تلوث التربة بالكادميوم فيؤدي إلى تلف الكبد وارتفاع ضغط الدم ويؤدي تلوث التربة بالرصاص إلى الإصابة بأمراض في الجهاز العصبي والجهاز الهضمي والدم والكليتين .

٣- تلوث التربة بالمركبات غير العضوية مثل السلفا والنتريت والنترات يؤدي إلى الإصابة بالإمراض الخبيثة والفشل الكلوي والاضطرابات الهضمية .

٤- تلوث التربة يؤدي إلى نقص كبير في الأراضي اللازمة لإقامة المنشئات الصناعية و المجمعات الصناعية التي تخدم الإنسان .

٥- أكوام الفضلات الصلبة على الأرض تكون مصدر للتلوث الكيمياوي عند احتوائها على المخلفات العضوية و الذي يحدث بفعل البكتريا حيث تؤدي إلى تحرر بعض الغازات الملوثة و المضرة بالصحة مثل الامونيا ،ثنائي اوكسيد الكاربون و أول اوكسيد الكاربون فضلا عن الرائحة الكريهة التي تصدر عن تلك الفضلات .

أثر تلوث التربة على النبات

ويؤدي تلوث التربة إلى ضعف خصوبتها وانخفاض إنتاج المحاصيل الزراعية وتؤثر بعض المواد الكيميائية الضارة في النبات وتكوينه الطبيعي مما يترتب عليه انخفاض في قيمته الغذائية.

١- أدى استخدام الأسمدة شبه السائلة بدلا من الأسمدة العضوية إلى أن تقل نسبة الدبال (المادة العضوية في التربة) وبالتالي قلت التغذية النباتية بالعناصر المغذية الكبرى و الصغرى و المعروفة أهميتها للنبات

٢- زيادة استخدام المبيدات وبشكل متكرر للقضاء على الآفات الزراعية أو الأدغال أدى إلى أن يزداد تركيز المواد الكيمياوية ويفوق الحد المقرر وهذا يؤدي إلى تداخل المبيدات مع الأنظمة البيولوجية للنبات وكذلك الحيوانات أكلة الأعشاب .

أثر تلوث التربة على الحيوان

١- تتناقص كثافة الأحياء المجهرية التي تعيش في التربة .

٢- وصول المبيدات والمواد السامة إلى القوارض والطيور الحيوانات اللبونة نتيجة لتناولها النباتات المكافحة بالمبيدات .