تلـــوث التـــربة

د. عصمت محمد عمر
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

تعرف التربة انها تلك الطبقة السطحية من الأرض والتي تكونت عبر ملايين السنين تحت تأثير العوامل المناخية المختلفة وهذه الطبقة السطحية ــ والتي يبلغ سمكها عدة سنتيمترات ــ هي التي تحدد خصوبة الأراضي وصلاحيتها للزراعة حسبما تحتويه من مواد عضوية وعناصر وأملاح معدنية وحسب خواصها الطبعية والكيميائية ، كما انها المسئولة عن امداد المجموع الجذري بالعناصر المختلفة اللازمة للنبات خلال مراحل نموه المختلفة .

وما نود ان نؤكد عليه هنا هو مصادر التلوث ومخاطرها في التربة الزراعية ولكن وبصفة عامة إذا حدث تلوث لأي نوع من الترب حتى تلك الموجودة في مناطق نائية ، فهناك احتمال ان هذا التلوث سوف يجد طريقة ــ ان آجلا أو عاجلا ــ إلى الأراضي الزراعية فيما لو تعرضت هذه الأراضي النائية لهطول بعض الأمطار أو عند تحلل هذه الملوثات في التربة وما يصاحب ذلك من انتاج بعض الماء وبذلك تنتقل هذه الملوثات أو بعضها إلى الماء الجوفي والذي يعد مصدراً لمياه الري في بعض المناطق ، ويفسر هذا كيفية انتقال بعض الملوثات إلى أماكن بعيدة عن التي وضعت فيها وقد تصل إلى بلدان أخرى مجاورة حسب طبيعة مخزون الماء الجوفي وما إذا كان ذا مساحة محدودة أو غير محدودة .

ويؤدي تلوث التربة إلى تدهور وانخفاض انتاج الأراضي إضافة إلى تأثيره الضار على المزروعات بما قد تحويه من مواد وعناصر تضر بصحة الإنسان الذي يتغذى عليها مباشرة ، أو بطريقة غير مباشرة عن طريق انتقال هذه الملوثات إلى المنتجات الحيوانية (نتيجة لتغذية الحيوانات على نباتات ملوثة) مثل الحليب والبيض وعندما يتناول الإنسان هذه المنتجات فانه يصبح عرضة لأخطار هذه الملوثات .

ومن أهم مصادر تلوث التربة المبيدات والأسمدة الكيميائية ، نفايات المصانع ، مخلفات الإنسان ، النفايات الذرية والمواد المشعة ، وفيما يلي نلقي بعض الضوء على هذه الملوثات :

المبيـدات :

كان المزارعون يتبعون قديماً طرقاً بسيطة للوقاية والتخلص من الآفات التي تصيب زراعاتهم مثل : اقتلاع النباتات المصابة ، التنقية اليدوية للآفات ، اقتلاع الحشائش والأعشاب الضارة وحرقها . ومع تطور أساليب الزراعة واتباع النظم المكثفة للحصول على أقصى انتاج ممكن من الأراضي الزراعية بدأت المبيدات الكيميائية تلعب دورها في الزراعة ويزداد الاعتماد عليها عاماً بعد آخر ، وقدرت القيمة الاجمالية للمبيدات على المستوى العالمي في عام ١٩٨٤م بأكثر من ١٣ مليار دولار .

يحدث تلوث التربة بالمبيدات عند استخدامها في معاملة المزروعات المصابة

بالآفات ، أو عند استخدامها في معالجة التربة عندما تكون الآفات موجودة في التربة نفسها . وتشمل المبيدات كافة المواد الكيميائية المستخدمة في مقاومة الآفات الزراعية والتي من أهمها الحشرات والاعشاب والفطر وبعض الأحياء الأخرى مثل النيماتودا وغيرها . وبعض هذه المبيدات يتعرض للتلف بفعل عوامل المناخ مثل الأكسدة والحرارة أو بفعل الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة فتحللها وتحولها إلى مركبات أخرى أقل ضرراً في حين ان البعض الآخر يقاوم ذلك ، ويمكن ان يستمر تأثيره السام في التربة لعدة سنوات . ومن أمثلة ذلك : المبيد الحشري المعروف باسم د.د.ت والذي كان يستعمل على نطاق واسع في وقاية المزروعات من اخطار الحشرات في الأعوام الماضية إلى ان حرم كثير من الدول استعماله الآن نظراً لما لوحظ من وجوده بكميات كبيرة في التربة والنباتات المعاملة ووصوله إلى أجسام الحيوانات التي تتغذى على هذه النباتات ، وكانت تركيزاته في شحوم وأنسجة هذه الحيوانات كبيرة وصلت أحياناً إلى عدة آلاف قدر تركيزه في التربة أو النباتات حيث ان المبيد لا يتم افرازه خارج الجسم إلا بكميات ضئيلة جداً ، وتشير بعض الدراسات إلى ان الكثير من المبيدات الكيميائية يمكن ان تحدث أوراماً سرطانية في الجسم إذا زادت تركيزاتها في أنسجة الجسم أو تعرض لها الإنسان لفترات زمنية طويلة .

ومما يزيد من حجم المشكلة بالنسبة للمبيدات واستخدامها ان الآفات لم تعد تموت بجرعات كانت تعد قاتلة لها من قبل ، وزادت مقاومة الآفات للمبيدات فمثلاً في عام ١٩٦٥م كان عدد الآفات المقاومة للمبيدات ١٨٢ نوعاً وارتفع هذا العدد ليصل إلى ٢٦٤ نوعاً في عام ١٩٧٤م . وبذا فقد أصبح من الضروري للحصول على نفس الدرجة من وقاية المزروعات والتي كنا نحصل عليها في الماضي من أن نزيد من جرعة المبيد أو نستعمله على فترات أقصر أو استعمال مبيد آخر معه .

وبذلك فان الاعتماد على المبيدات الكيميائية في مقاومة الآفات ينتج طريقاً لا نهاية له لاستمرار تطور قدرة الآفات على مقاومة هذه المبيدات وقد ينتهي الأمر بعدم وجود مبيدات فعالة للقضاء على بعض الآفات مما قد يقتضي عدم زراعة المحصول الذي تهاجمه هذه الآفة كما حدث في المكسيك وبعض دول امريكا اللاتينية عندما اكتسبت دودة اللوز الأمريكية صفة المقاومة لكل المبيدات الفوسفورية المتاحة في أواخر الستينات وأوائل السبعينات وأدى ذلك إلى إيقاف زراعة القطن .

كما تؤثر المبيدات على الأحياء الدقيقة التي تعيش في التربة فتهلك بعضها ، بينما يمكن للبعض الآخر تحمل مستويات أعلى من هذه المبيدات وتحللها وتقلل من فاعليتها . ومن المعروف ان التربة نظام ديناميكي متوازن حيث توجد الكائنات في حالة اتزان مع بعضها ، وتؤدي هذه الكائنات دوراً هاماً بالنسبة للتربة حيث تزيد من خصوبتها وخاصة المادة العضوية ، كما تحسن من نفاذها وتزيد من تهويتها . ويؤدي تلوث التربة بالمبيدات إلى هلاك معظم هذه الكائنات مثل : النمل والديدان وبعض الحشرات والأحياء الأخرى والتي تعد اعداءا طبعية للعديد من الآفات التي تصيب المزروعات .

ولذلك فان العلماء المهتمين بالبيئة يدعون إلى تطوير أساليب وطرق المقاومة الحيوية للتغلب على هذه الآفات ، ويقصد بالمقاومة الحيوية استخدام الأعداء الطبعية لهذه الآفات لافتراسها والقضاء عليها ، مثل استخدام حشرات غير ضارة بالنبات لتتغذى على الحشرات التي تصيب هذا النبات ، أو استخدام فطر أو بكتيريا لتصيب هذه الآفة وتقضي عليها ، وبذلك نحافظ على الاتزان البيئي في التربة ويقل الاعتماد على المبيدات مما يقلل من أخطار التلوث .

الأسمدة :

بدأ الإنسان منذ القدم في استخدام الأسمدة في الزراعة لما لاحظه من تأثيرها الحسن على خصوبة الأراضي وزيادة المحصول ، وكانت الأسمدة قديماً من النوع العضوي أي مخلفات الحيوان وبقايا النباتات ، حيث كان يجرى حرثها في التربة وتصبح جزءا من الطبقة السطحية ، وتتحلل المادة العضوية في هذه المخلفات والبقايا ببطء بفعل الكائنات الدقيقة بالتربة ، وتنتج مواد ذائبة سهلة الامتصاص بكميات كافية تفي باحتياجات النبات ، إلا انه مع اتباع أسلوب الزراعة المكثفة فقد أصبح هناك استنزاف مستمر للعناصر الغذائية الموجودة بالتربة وخاصة عنصر النيتروجين ، ومع قلة استخدام الأسمدة العضوية في الوقت الحاضر والاتجاه أكثر نحو الأسمدة الكيميائية وخاصة النيتروجينية لكي تمد النباتات باحتياجاتها من هذا العنصر بدأ يظهر خطر لم يكن معروفاً من قبل ألا وهو التلوث بالنترات حيث انه اضافة إلى النترات الموجودة في الأسمدة النيتروجينية فالبكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى بالتربة تقوم بتحويل المواد النيتروجينية في هذه الأسمدة إلى نترات وهذا يزيد من خطر تلوث التربة بالنترات ففي حين يمتص النبات جزءا من هذه النترات يتبقى جزء أكبر منها في التربة ومائها ومنها يصل إلى الماء الجوفي أو المياه السطحية مثل الترع والأنهار .

ويعد الماء المحتوي على نترات بتركيز أعلى من ١٠ أجزاء في المليون غير صالح للشرب ، كما تنص على ذلك احدى وثائق منظمة الصحة العالمية ، وتنشأ خطورة النترات من ان تناول الإنسان أو الحيوان لمياه أو أغذية بها كمية من النترات أكثر من المسموح بها فان البكتريا الموجودة بالجهاز الهضمي تقوم باختزال شق النترات إلى نيتريت الذي يمتصه الدم ، ويتحد النيتريت

مع الهيموجلوبين ، وبذلك تقل قدرته على حمل الاكسجين ، وقد يؤدي ذلك إلى نفوق الحيوانات الصغيرة ووفاة الأطفال الرضع الذين لا تتعدى أعمارهم الستة أشهر ، كما ان زيادة النترات في التربة يزيد من نشاط بعض أنواع البكتيريا التي تختزلها إلى نيتريت ، وهذه قد تتفاعل مع بعض المركبات الأخرى الناتجة من تحلل أنواع من المبيدات ، وتنتج مادة « نيتروزامين » وهي مادة مسببة للسرطان ، ووجود هذه المادة في التربة يعني امكان انتقالها للحيوان أو الإنسان عن طريق النباتات التي تحتويها أو التي تتلوث بها وفي ذلك خطر كبير يهدد صحة وحياة الإنسان .

نفايات المصانع :

ويقصد بها المخلفات الصلبة التي تنتج من المصانع ولا يمكن الاستفادة منها بالوسائل المتاحة حالياً ، ومن المشاكل التي يواجهها المهندسون البيئيون في الوقت الحاضر ازدياد احجام المخلفات الصناعية وقلة الأراضي المخصصة كمواقع للتخلص من هذه المخلفات . وتشمل نفايات المصانع أيضاً مخلفات تكرير البترول مثل الحمأة الزيتية Oil Sludge الناتجة أساساً من تنظيف مستودعات النفط بغرض اعادة تعبئتها ، كما تنتج بكميات أقل عند تنظيف بعض الأجهزة المستخدمة في عمليات التكرير الأخرى . وتبلغ كمية الحمأة الزيتية الناتجة من مصانع تكرير البترول في شركة أرامكو بالمملكة العربية السعودية عدة آلاف من الأمتار المكعبة سنوياً ، وخلال السنوات الخمس الماضية بدأت هذه الشركة في التخلص من هذه المخلفات عن طريق اضافتها للتربة بعمق ١٥ ــ ٣٠ سم والاستفادة من فعل الأحياء الدقيقة الموجودة في التربة لتحلل مكونات الحمأة وتقليل آثارها الضارة بالبيئة بدلاً من حرق الحمأة أو القائها في التربة مكونة بركاً ومستنقعات حيث يكون خطرها البيئي أعظم ، ويجرى حالياً تقويم لهذه الطريقة لمعرفة آثارها على تلوث التربة والبيئة .

مخلفات الانسان :

ان القاء مخلفات الإنسان ومياه الصرف الصحي في التربة بدون معالجة يؤدي إلى الكثير من المشاكل الصحية والبيئية نظراً لما تحتويه هذه المخلفات من كميات كبيرة من الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض والتي يمكن ان تلوث النباتات النامية في هذه التربة ، وبذلك تنتقل هذه الأحياء الدقيقة إلى الحيوان والإنسان ، ولذلك فانه من المهم معالجة هذه المخلفات قبل القائها في التربة أو استعمالها في ري المزروعات ، وتتم هذه المعالجة عادة في وحدات خاصة في الأماكن التي يجرى فيها تنقية مياه الصرف الصحي ، وفي الماضي كان يجرى التخلص من الفضلات والمخلفات بالقائها في أماكن مفتوحة داخل المدن مما نتج عنه توالد الجرذان باعداد كبيرة ونمو الحشرات عليها من براغيث وغيرها مما أدى إلى تفشي وباء الطاعون في عام ١٣٩٤م والذي أودى بحياة أكثر من نصف سكان أوروبا . أما الطريقة المتبعة حالياً في بعض الدول للتخلص من المخلفات بردمها في حفر داخل الأرض فانه يقلل من أخطار التلوث البيئي ، ولكن يجب ان يتم عمل الحفر بطريقة سليمة وأبعاد مناسبة وبعيدة عن مستوى الماء الأرضي حتى لا تصل السوائل المترشحة والناتجة من تحلل هذه المخلفات إلى الماء الجوفي والذي يمكن ان يعيد التلوث مرة أخرى إلى التربة عند استخدامه كماء للري .

وفي احدى الدراسات حول أهمية التخلص من الفضلات بطرق تحافظ على صحة البيئة لوحظ ان معدل الوفيات قد انخفض في مدينة نيويورك من ٢,٦٧٪ عام ١٨٨٢م إلى ١,٩٦٪ عام ١٨٩٧م عندما صدر قانون ينظم كيفية التخلص من الفضلات على ان يمكن ان تساهم النفايات والفضلات الناتجة من الاستهلاك الآدمي في رفع المادة العضوية وتحسين الخواص الطبعية والكيميائية لبعض أنواع الترب وخاصة الرملية ، وفي احدى التجارب التي أجريت في الكويت على استعمال السماد المحضر من المخلفات المنزلية والمعروف باسم « دبال » وجد ان استخدام هذا السماد في ارض بكر ادى إلى زيادة المحصول مع عدم احتواء النباتات الناتجة على تركيزات خطرة من العناصر الثقيلة .

النفايات الذرية والمواد المشعة :

النفايات الذرية وهي المخلفات والمواد الثانوية الناتجة من صناعة الوقود النووي ، والمواد المشعة نقصد بها بقايا النظائر المشعة المستعملة في الأغراض الصناعية والطبية والحيوية الزراعية ، ويجرى عادة دفن هذه المواد في التربة بعد وضعها في أوعية محكمة عادة من الرصاص غير القابل للصدأ ، ويراعى في الحفرة التي يتم فيها دفن هذه المخلفات ان تكون جدرانها وقاعها من الخرسانة وبسمك كاف لمنع تسرب الاشعاع إلى التربة وان تكون الحفرة بعيدة عن مستوى الماء الأرضي .

ومن المعروف ان التربة تحتوي على مواد مشعة طبعية كأحد مكونات الصخور وهي تزيد في التربة الصخرية عن الرملية وهذه المواد المشعة الطبعية الموجودة في التربة والتي توجد بتركيزات خفيفة للغاية تتكون أساساً من عنصري اليورانيوم والثوريوم ونواتجهما الوليدة بالإضافة إلى الكلسيوم ــ ٤٨ وهي تمثل مصادر تلوث طبعي للتربة . ومن العوامل الأخرى التي تساهم في تلوث التربة ما تتعرض له بعض الأراضي الزراعية من سقوط الأمطار الحمضية وتأثيرها على إتزان التربة بما تحويه من مواد حمضية وتأثير ذلك على الكائنات الدقيقة في التربة ، وكذلك فقدان بعض الأملاح والعناصر الهامة في التربة بتفاعلها أو اذابتها في مياه الأمطار الحمضية وهجرتها من التربة إلى الماء الجوفي أو المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات .