النظام البيـئــي Ecosystem

يمثل النظام البيئي Ecosystem وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وغير حية تتفاعل مع بعضها وتؤدي الى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية.لذا فالنظام البيئي، بما يشمل من جماعات ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة، مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية.وهو تفاعل هذا المجتمع مع العوامل غير الحية، التي تحيط به في منطقته البيئية. ويسمى أكبر نظام بيولوجي على وجه الأرض بالكرة الحية Biosphere والتي تحتوي جميع العوامل الحية وغير الحية الموجودة في اليابسة والهواء والماء.
ويمثل الموطن البيئي Habitat وحدة النظام البيئي، حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة، من معالم فيزيائية وكيميائية وحيوية، بينما تعتبر المواطن الدقيقة Microhabitates أصغر الوحدات البيئية المأهولة، وتوجد مصطلحات أخرى، مثل المناخ الدقيق Microclimate والحيز الوظيفي Niches لتحددا المتغيرات الدقيقة المتداخلة ووظيفة الكائن الحي ضمن النظام البيئي.
ويتكون النظام البيئي إجمالاً في أبسط صورة من مكونات غير حية Abiotic Components ومكونات حية Biotic Components تشكلان معاً نظاماً ديناميكياً متزناً.

التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية The Biotic Structure of Ecosystems

ينظر علم البيئة الى النظام البيئي الطبيعي Ecosystem بوصفه أية مساحة طبيعية وما تحتويه من كائنات حية نباتية أو حيوانية أو مواد غير حية، بل ويعتبره بعض الباحثين بأنه الوحدة الرئيسية في علم البيئة. والنظام البيئي قد يكون بركة صغيرة، أو صحراء كبيرة.
ويمكن تعريف النظام البيئي كتجمع للكائنات الحية من نبات وحيوان وكائنات أخرى، كمجتمع حيوي، تتفاعل مع بعضها في بيئتها في نظام بالغ الدقة والتوازن، حتى تصل إلى حالة الاستقرار، وأي خلل في النظام البيئي قد ينتج عنه تهديم وتخريب للنظام .

تقسيمات النظم البيئية ومكوناتها الحيوية

تُقسم النظم البيئية،بوصفها وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية، الى أنواع Types of Ecosystems،من حيث توفر المكونات الحية والمكونات غير الحية، الى قسمين:
نظام بيئي طبيعي أو متكامل 2- ونظام بيئي غير متكامل.

أولاً- النظام البيئي الطبيعي أو المتكامل
ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المفتوح Open Ecosystem، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية: مكونات حية Biotic components ومكونات غير حية Abiotic components.

1-المكونات أو العوامل غير الحية**Abiotic components or Factors**
المكونات غير الحية تشمل المواد العضوية وغير العضوية، مثل الماء وثاني أوكسيد الكاربون والأوكسجين والكالسيوم والنتروجين والهيدروجين والماء وأملاح الفوسفور وأحماض أمينية والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية، والدبال Humus.وكذلك نوع التربة والتضاريس،والغابة والمستنقع والنهر والبحيرة،وعناصر المناخ، كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء.وعناصر فيزيائية، كالجاذبية والإشعاع الشمسي.علماً بأن جزءاً بسيطاً من هذه التراكيب تستفيد منه الكائنات الحية، وهو الذي يكون ذائباً في الماء.اما الجزء الأكبر فهو مُخزن في الرواسب القاعدية.

2-المكونات او العوامل الحية **Biotic Components or Factors**
تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعني بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة. وتشمل: النباتات- كالأشجار، والحيوانات- كالحشرات القاريات، والكائنات المجهرية (الميكروبات) كالبكتريا والفطريات..الخ.
مع ان للنظم البيئية الطبيعية إختلافات كبيرة فيما بينها، لكنها تشترك في صفة واحدة مهمة،وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات التغذية بين الأعضاء المختلفة. فكل نظام بيئي طبيعي يحتوي على 3 أنواع من الكائنات الحية مرتبطة غذائياً مع بعضها بعضاً، وهي: كائنات تصنع المواد وتسمى المنتجات،وأخرى تلتهم الغذاء وتسمى المستهلكات، وثالثة نعيش متطفلة وتحل المواد او تفترس الكائنات الأخرى،وتسمى المفككات أو آكلات الفتات والمحللات.
حيث تقسم المكونات الحية الى ثلاثة اقسام رئيسية :-

أ-المنتجات **Produceres**
كائنات حية توفر الغذاء لنفسها وللأحياء الأخرى التي تُعرف بالمستهلكات.هي غلباً من النباتات الخضراء والطحالب التي تقوم بصنع غذائها بنفسها، وتسمى أيضاً الكائنات الحية ذاتية الإغتذاء Autotrophs التي بإمكانها أن تصنع الغذاء في عملية البناء أو التمثيل الضوئي، وفي هذه العملية تأخذ المنتجات غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الجو بوجود أشعة الشمس، وتحتاج الى الماء والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة لكي تبقى حية،وهي تنتج سكر الغلوكوز الذي يزود المنتجات بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية، وتطلق غاز الأوكسجين.ثم تقوم المنتجات بتحويل سكر الغلوكوز الى مركبات عضوية Organic Compounds معقدة تشمل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها، تبني بها أنسجتها وأجزاءها، بوجود العناصر الغذائية الأخرى Mineral Nutrients كالنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت، التي تقوم بإمتصاصها من التربة أو من الماء مباشرة... المنتجات تحصل على المواد الأولية اللازمة لعملية البناء الضوئي من البيئة.
وتكون الكائنات المنتجة في البركة على نوعين: نباتات ذات جذور Rooted aquatica ونباتات طافية Floating aquatica كبيرة الحجم وأخرى دقيقة الحجم، وتمثلها الطحالب، وتسمى الهوائم النباتية Phytoplankton وتتوزع في المنطقة المضاءة من ماء البركة لتقوم بعملية التركيب الضوئي.
وتعد جميع النباتات الخضراء، بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية، كائنات منتجة (ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية التركيب الضوئي. ويعد البناء الضوئي المنبع الرئيس للحياة، فهو يمثل القدرة الإنتاجية لجميع النظم البيئية المحتوية على النباتات الخضراء، كما هو الوسيلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية.ولا يتم البناء العضوي

ببساطة، وإنما يتضمن سلسلة متكاملة من التفاعلات الكيمياوية التي تحتاج الى الأنزيمات والعديد من المركبات الوسيطة المعقدة.

ب- المُستهلكات**Consuners**
كائنات حية تعتمد في غذائها على غيرها، مستهلكة ما تنتجه الكائنات الحية المنتجة،أو تتغذى على بعضها، مستعملة المواد العضوية المُنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية، سواء بصورة مباشرة او غير مباشرة. وبذلك تسمى أيضاً كائنات حية غير ذاتية الإغتذاء Heterotrophs، لأنها غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية.وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتريا.وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي الى:

اَكلات الأعشاب	Herbivores
اَكلات اللحوم	Carnivores
اَكلات الأعشاب واللحوم	Omnivores

الحيوانات المستهلكات الأولية تسمى Primary Consumers ، ويمكن تسميتها بالعواشب أو اَكلة الأعشاب Herbivores.أما الحيوانات التي تتغذى على المستهلكات الأولية فتسمى مستهلكات ثانوية Secondary Consumers ، فالغزال الذي يقتات على العشب يعد مستهلكاً أولياً، والذئب مستهلكاً ثانوياً عندما يتغذى على الغزال. وتسمى المستهلكات الثانوية والأعلى منها باَكلات اللحوم أو اللواحم Carnivores أو المفترسات (الضواري) Predators .أما المستهلكات التي تتغذى على النباتات والحيوانات معاً فتسمى مستهلكات إختيارية Omnivores .
وهناك مجموعة خاصة من المستهلكات هي الطفيليات Parasites وهي كائنات قد تكون نباتية او حيوانية تعيش في داخل الكائن الحي أو عليه، والذي يدعى العائل Host وتتغذى عليه خلال فترة من الزمن، ولكن لا تؤدي الى قتله مباشرة، بل الى إضعافه.

ج- المُحللات**Decomposers**
كائنات حية تقوم بتحليل الجثث والفضلات العضوية، معيدة للبيئة موادها،مثل البكتريا، والفطريات، التي تتجمع في قاع البركة، مثلاً، حيث تتراكم بقايا النباتات والحيوانات، وعندما تكون درجة الحرارة مناسبة يبدأ التحلل بسرعة وتعود المواد الأولية الى رواسب البركة أو قد تذوب في الماء لتغذي المنتجات، ولتستمر الحياة في هذا النظام البيئي.
وهذه الكائنات لا يمكن إعتبارها ذاتية التغذية، حيث أنها لا تصنع غذائها من مواد لا عضوية، ولا يمكن أيضاً ان نعتبرها كائنات مُستهلِكة، حيث أنها لا تتناول طعاماً جاهزاً، بل إنها تقوم بتحليل الكائنات الحية بعد إنتهاء عملية التحليل الذاتي Autolysis (والتي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموث مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها، وتشمل المحللات البكتريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية مُحلَلة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة

ثانيا- النظام البيئي غير المتكامل
ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المغلق Closed Ecosystem وهو الذي يفتقر الى واحد او أكثر من المكونات الأساسية، مثل الأعماق السحيقة للبحر، والكهوف المغلقة، حيث تشترك في كونها لا تحتوي الكائنات المنتجة لعدم توفر مصدر للطاقة الشمسية.ولذا تعيش اَكلات القمامة والكائنات المُحللة على ما يسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من

الطبقات العليا للمكان.وقد تتواجد قلة من البكتريا ذات البناء الكيميائي، لكنها لا تستطيع أن تنتج كمية فعلية من المادة العضوية.

حجم النظام البيئي الطبيعي

النظام البيئي الطبيعي يُعرف بأنه مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة، وتتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية، ومع بعضها بعضاً، بحيث تحافظ هذه الكائنات على إستمرارية وجودها.ويمكن تعريفه أيضاً بأنه مجتمع من الكائنات الحية يتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية المحيطة به من خلال دخول وخروج المادة (العناصر الكيميائية) والطاقة.
ويتفاوت حجم النظام البيئي الطبيعي بشكل كبير، إذا أنه يتراوح ما بين بركة ماء صغيرة، أو حتى السطح الخارجي لجلد الإنسان، الى غابة كبيرة، وينتهي بالغلاف الحيوي الأرضي.وتتفاوت النظم البيئية الطبيعية أيضاً في تنوع الكائنات الحية وإختلاف المكونات غير الحية فيها، وما يؤثر في كل ذلك من تغيرات زمنية ومكانية.وقد تكون حدود النظام البيئي الطبيعي واضحة، مفصولة عن النظام المجاور له، كالإنتقال من شاطئ محيط صخري الى غابة،أو من بركة الى الغابة المحيطة بها. وفي حالات أخرى يكون الحد متدرج،كالإنتقال من منطقة الأعشاب الى المنطقة العشبية(السفانا)، ثم الى الغابات في جنوب شرق أفريقيا مثلاً.وقد يكون النظام البيئي إصطناعياً، فالبحيرة خلف السد مثال مختلف عن البحيرة الطبيعية.
أن ما هو مشترك في ما بين النظم البيئية الطبيعية ليس حجمها أو شكلها أو حدودها، وإنما أيضاً عمليات دخول الطاقة وخروجها، وتدوير العناصر الكيميائية من خلال التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية.
ومن أهم العلاقات بين المكونات الحية للنظم البيئية الطبيعية هي إعتماد بعضها على بعض في التغذية،إذ يوجد العديد من مسارات التغذية في النظم البيئية الطبيعية، منها أن الكائن الحي يمكن ان يتغذى على كائن حي ثاني، وفي الوقت نفسه يمكن ان يتغذى عليه (يأكله) كائن حي ثالث.وهكذا ويسمى كل مسار من هذه المسارات بالسلسلة الغذائية Food Chain.ومع أنه بالإمكان تتبع كل مسار او كل سلسلة غذائية لوحدها، إى أنه في الواقع تتشابك او تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض، مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية Food Web.

أنواع التلوث

1- التلوث الغذائي:
أدى الاستخدام الجائر للمخصبات الزراعية والمبيدات إلى حدوث العديد من الأضرار الصحية والاقتصادية بالمواد الغذائية التي يستهلكها الإنسان ،ونشأ نتيجة لذلك التلوث الغذائي.
2- التلوث الهوائي:
يحدث التلوث الهوائي من المصادر مختلفة والتي قد تكون طبيعية أو من الأنشطة المختلفة للإنسان ، فالطبيعية مثل :العواصف والرعود والإمطار والزلازل والفيضانات .
.ويسهم الإنسان بالجزء الأكبر في حدوث التلوث الهوائي عن طريق مخلفات الصرف الصحي والنفايات والمخلفات الصناعية والزراعية والطبية والنفط ومشتقاته والمبيدات والمخصبات الزراعية والمواد المشعة،وهذا يؤدي إلى إلحاق العديد من الأضرار بالنظام البيئي.

3- التلوث المائي: -
ينزل الماء إلى الأرض في صورة نقية ،خالية من الجراثيم الميكروبية أو الملوثات الأخرى لكن نتيجة للتطور الصناعي الهائل يتعرض للعديد من المشكلات مما يحوله إلى ماء غير صالح للشرب والاستهلاك الآدمي . ومن أكثر الأمثلة على ذلك تلوث ماء المطر بما تطلقه المصانع من أبخرة وغازات ، ونتيجة لذلك نشأ ما يسمى بالمطر الحمضي . كما يتلوث الماء بالعديد من الملوثات المختلفة فيتلوث على سبيل المثال بمخلفات الصرف الصحي وبالمنظفات الكيميائية المختلفة وببعض العناصر المعدنية مثل : الرصاص والزئبق والفوسفات والنترات والكلور والنفط.

الدورات البايوجيوكيميائية Biogeochemical Cycles

تعتمد الكائنات الحية في عملية بناء أجسامها على العناصر الطبيعية الخمسة (N,P,C,H,O) وهذه العناصر تمثل نقطة ارتباط بين المكونات الحية والغيرحية في النظم البيئية ، وتحصل الأحياء على هذه العناصر بواسطة السلسلة الغذائية وتبدأ النباتات بامتصاصها من التربة او المياه او الهواء .

سميت هذه الدورات بهذه التسمية أي الدورات البايوجيوكيميائية بسبب ان هذه العناصر اغلبها ذات منشأ ارضي وتتحول بعمليات كيمياوية ثم تدخل أجسام الكائنات الحية مكونة جسم الكائن الحي .

هنالك ثلاثة أنواع رئيسية من الدورات التي يمكن ملاحظتها في النظام البيئي وهي :-

دورة المياه Hydrologic Cycle .

الدورة الغازية Cycle Gaseous .

الدورة الرسوبية Cycle Sedimentary .

يتبع النظام البيئي دورات تدويرية، كالدورة الكيماوية الحيوية، حيث تأخذ الكائنت الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

المعروف ان قشرة الأرض تحوي كافة عناصر الجدول الدوري الطبيعية،غير المصنعة في المختبرات.وتتفاوت نسبة وجود هذه العناصر في الطبيعة، فمنها الشائع، ومنها النادر.والعناصر التالية هي الأكثر شيوعاً، وتشكل أكثر من 99 % من مكونات صخور قشرة الأرض:الأوكسجين،السيليكون، اللمنيوم، الحديد، المغنيسيوم،الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم.غير ان العناصر الرئيسية في النظام البيئي الحيوي هي:الأوكسجين والكاربون والنيتروجين والفوسفور والكبريت.وتدخل هذه العناصر في تكوين المادة الحية (الكتلة الحية) في الكائنات على شكل مركبات كيميائية مختلة،مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات، وغيرها.

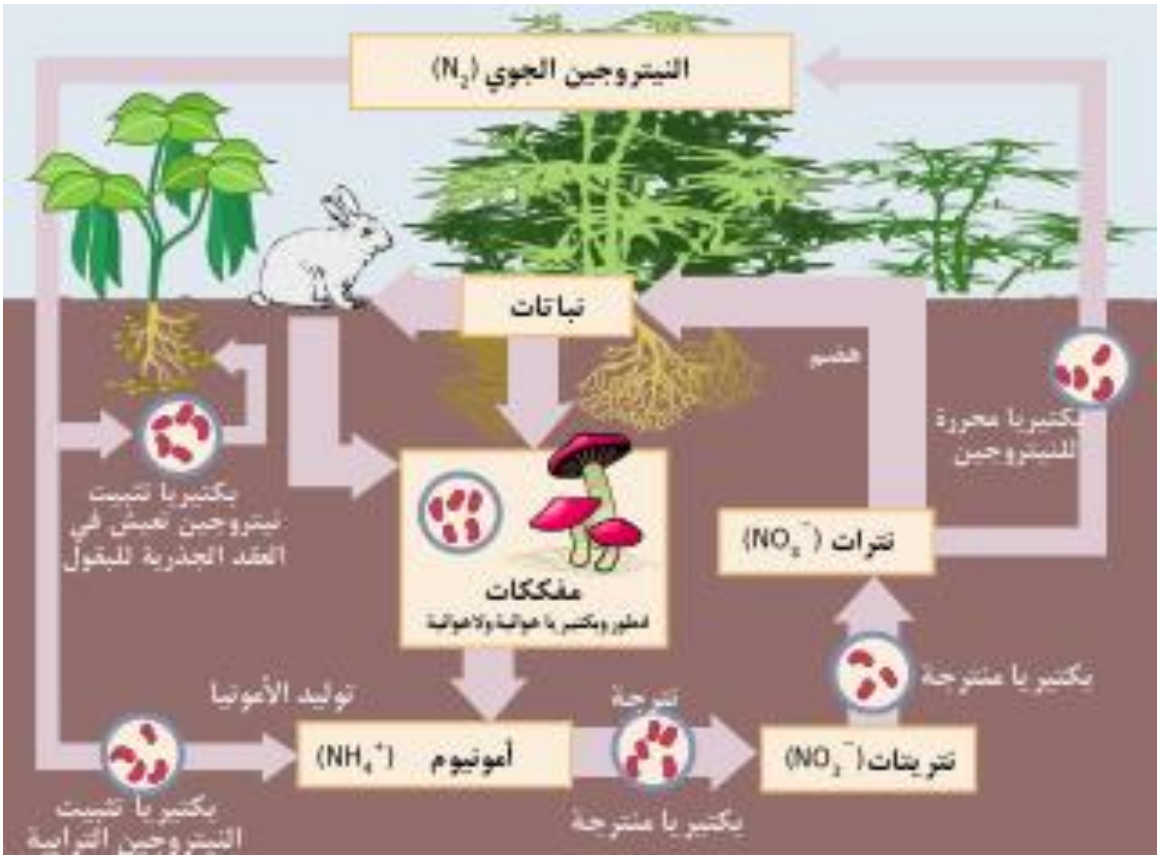
وبما ان هذه المواد الكيميائية تنتقل من العالم الحيوي الى العالم الجيولوجي وبالعكس،تسمى هذه الدورات بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (الدورات البيوجيوكيميائية) Biogeochemical Cyrcles ولكل مركب او عنصر كيميائي دورته الخاصة به.كما ان هنالك أشياء مشتركةبين جميع الدورات.ففي كل دورة هنالك أجزاء منها تسمى مستودعات Reservoirs حيث يتم إحتجاز العناصر فيها لفترة طويلة من الزمن،وبالمقابل هنالك أيضاً خزانات Pools تحجز فيها العناصر لفترة قصيرة من الزمن.والفترة الزمنية التي يستغرقها المركب او العنصر في

المستودعات او الخزانات تسمى فترة المكوث Residence Time فالمحيطات على سبيل المثال مستودعات للماء، بينما تمثل الغيوم خزانات.كذلك بالنسبة للمجتمعات الحيوية، فان الأنواع الحية فيها تمثل خزانات.ومعظم الطاقة اللازمة لإنتقال المركبات او العناصر من مستودع او خزان لآخر تزودها الشمس أو تأتي من جوف الأرض.

دورة النتروجين

تحتاج جميع الكائنات الحية الى عنصر النتروجين،الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية (Deoxyribonucleic Acid (DNA.ومع ان غاز النيتروجين 22N يشكل 78 % من الغلاف الجوي،إلا ان المنتجات والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع إستخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والإستفادة منه.غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة الى اَيونات الأمونيوم 4NH أو النترات 3NO وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين Nitrogem Fixation التي يمكن ان تتم بطرق:التثيست الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الأصطناعي.وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الإستفادة منه وإستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي.

وهذه التحولات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق أو النشاطات البركانية أو عن البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين الى نيترات ومن ثم تتحول الى أحماض أمينية وبروتينات.هذا وتعتبر فضلات الكائنات الحية وتحللها مصدرا مهما للنيتروجين، حيث تقوم البكتيريا بتحويلها الى نيتريت 2NO ثم الى نيترات 3NO ، وبعد ذلك إما يتم امتصاصها عن طريق الجذور أو تتحول الى غاز النيتروجين 2N الذي يعود الى الجو.



شكل يوضح دورة النتروجين في الطبيعة

صور النيتروجين بالأراضى الزراعية Nitrogen forms in soils

وبصفة عامة يمكن تقسيم صور النيتروجين في التربة الى :-

1- الصورة العضوية Organic form

وهى الصورة الثابتة القليلة الصلاحية بالنسبة للنبات وذلك لوجود النيتروجين بها على صورة مجموعة أمين – NH_2 والتى تدخل فى تكوين الأحماض الأمينية والبروتينات .

وكثير من المركبات العضوية مثل : الأحماض النووية والفيتامينات وغيرها من المعقدات العضوية ذات التركيب غير المتجانس . وتمثل هذه الصورة حوالى 99% من النيتروجين الكلى بالأراضى الزراعية فى معظم فترات السنة . ويمكن معرفة كمية النيتروجين بالأرض بمجرد تقدير المادة العضوية بالتربة الزراعية ، حيث تُعتبر المخزن والرصيد الأساسي الذى يحتوى على معظم النيتروجين .

وعموماً فإن المادة العضوية تحتوى على 5% نيتروجين ، فمثلاً لو كان محتوى الأرض من المادة العضوية 3% تكون النسبة المئوية للنيتروجين بالأرض مساوية لحاصل

ضرب الـ % للمادة العضوية × النسبة المئوية للنيتروجين بالمادة العضوية (أى أن النسبة المئوية للنيتروجين بالأرض = 3 × 5 ÷ 100 = 15%).

ومعنى ذلك أن أى عامل يؤدى إلى زيادة المادة العضوية بالتربة يُزيد من محتوى النيتروجين بالتربة الزراعية .

ويمكن إيجاز العوامل المؤثرة على كمية المادة العضوية بالتربة وبالتالى النيتروجين فيما يلى :

1- نوع وكثافة الغطاء النباتى (الفلورا) : تزداد المادة العضوية بزيادة الغطاء النباتى وهذا يزيد من كمية النيتروجين بالتربة .

2- طوبغرافية الأرض ومدى استوائها وانحدارها :-

فكلما كانت الأرض مستوية كلما زادت كمية الماء النافذة وبالتالى يزداد محتواها من الرطوبة مما يزيد من الغطاء النباتى. بينما إذا كانت منحدره فإن الانجراف السطحى بفعل المياه والرياح يؤدى إلى انخفاض محتوى التربة من النيتروجين . كذلك قد تتجمع المادة العضوية وتقل عملية المعدنة للنيتروجين العضوى تحت ظروف رداءة الصرف وتجمع الماء فى المناطق المنخفضة بسبب عدم توفر التهوية الملائمة لنشاط الأحياء الدقيقة المحللة للمادة العضوية .

حيث إن تحسين ظروف الصرف تقلل من تراكم المادة العضوية على سطح التربة نتيجة لزيادة النشاط الميكروبى .

3- درجة الحرارة ومعدل سقوط الأمطار (المناخ) : مع ثبات كمية المطر تزداد نسبة النيتروجين (المادة العضوية) فى الأرض ذات المناخ البارد عنها فى الأراضى ذات المناخ الحار . وفى حالة ثبات درجة الحرارة تزداد نسبة النيتروجين فى الأراضى الرطبة عنها فى الأراضى الجافة .

4- قوام الأرض وعمق القطاع الأرضى : تقل كمية النيتروجين فى الأراضى الرملية خفيفة القوام عنها فى الأراضى الثقيلة (الطينية) ويرجع ذلك إلى سرعة تحلل المادة العضوية وفقد النيتروجين. تزداد كمية النيتروجين فى طبقة الأرض التى تتراكم فيها المادة العضوية كطبقة سطح الأرض الثقيلة، ثم تقل كلما تعمقنا فى قطاع التربة .

تُعتبر دورة النيتروجين فى الأرض من الدورات المعقدة كما يتضح ذلك من الشكل السابق حيث تشمل عدد من العمليات الأساسية يمكن إيجازها فيما يلى :

1- تثبيت النيتروجين الجوى Nitrogen fxation.

2- معدنة النيتروجين العضوى وتكوين الأمونيا Nitrogen mineralization Ammonification

3- الأكسدة البيولوجية للأمونيا فيما يُعرف بعملية النترجة Nitrification

4- التمثيل Immobilization تمثيل النيتروجين المعدنى فى أجسام الكائنات الحية الدقيقة والنبات

ج- Denitrification اختزال النترات إلى أمونيا أو نيتروجين جوى أثناء عملية عكس النترجة.

دورة الفوسفور Phosphorus cyrcle

تختلف دورة الفوسفور عن دورات العناصر المارة في كون الغلاف الجوي لا يشكل أحد خزاناته. إنه يوجد في القشرة الأرضية كعنصر على شكل فوسفات، حيث تتحد 4 ذرات من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الفوسفور مشكلة اَيون الفوسفات الذي يتحد بدوره مع اَيون موجب، كاَيون الكالسيوم، مكوناً معدن الأبتايت (فوسفات الكالسيوم) والموجود في كثير من صخور القشرة الأرضية النارية منها والرسوبية وعندما تتجوى الصخور الحاوية على الفوسفات ينتقل اَيون الفوسفات الى الماء ومن ثم الى النباتات (المنتجات) عبر التربة ، وبعد ذلك الى الكائنات الحية (المستهلكات) حيث يصبح مكوناً رئيسياً من مكونات أغشية الخلايا و DNA و RNA و ATP ثلاثي فوسفات الآدينوسين ومع موت النباتات والحيوانات يعود الفوسفات الى الماء والتربة وبهذه الطريقة، بالإضافة الى تحلل النباتات والحيوانات الميتة، يتم إيصاله للتربة ومن ثم الى النباتات.

ويوجد الفسفور بكمية كبيرة في فضلات الإنسان والحيوانات،التي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات.

وأصبح الفسفور يدخل في تركيب مساحيق الغسيل مما أدى الى إرتفاع نسبته في المياه العادمة، وبالتالي الى حدوث تلوث في الأنهار والبحار والمياه الجوفية.

وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في إيصاله للأنهار والبحار، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل الى الطيور التي تعتاش على هذه النباتات وتترسب الكميات التي تصل الى البحار والمحيطات في قيعانها لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور.

دورة الكبريت sulfate cyrcle

يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية الحيوانية والنباتية. لذا يعد من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية. وتبدأ دورته بخروجه من بعض أنواع الصخور التي تحتويه، مثل صخور الجبس،التي تتكون من معدن الجبس 4CaSO وخام الكبريت الحر Native Sulfar خلال عملية التجوية الكيميائية وينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبة 4SO مع المياه السطحية أو الجوفية الجارية، حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات.

وجزء أقل يصل الى التربةوينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة في البحار والمحيطات الى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل الى صخور، مثل صخور الجبس والآنهيدريت.

وبذلك تغلق دورة الكبريت على هذا الوجه.

أما الكبريت الذي يصل الى التربة، فيمكن للنباتات أن تمتصه على شكل كبريتات ذائبة، حيث يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية، وخاصة البروتينات النباتية ويمكن ان ينتقل هذا الكبريت الى المستهلكات برتبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحللات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت إما هوائياً أو لا هوائياً وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة الكبريت الى التربة لتعود فتمتصه نباتا أخرى أو ينتقل خلال غسل التربة بواسطة مياه الأمطار الراشحة خلالها الى المياه السطحية الجارية او المياه الجوية وهذه بدورها تصل في النهاية الى البحار والمحيطات لتترسب بعد ذلك وتكون الرسوبيات، ومن ثم الصخور الرسوبية المحتوية على الكبريت خلال الزمن الجيولوجي الطويل.

وتمتاز دورة الكبريت عن دورة الفوسفور بتكون طور غازي للكبريت لا تجد مثله في دورة الفوسفور إذ يمكن ان يصل الكبريت الى الغلاف الجوي على شكل عدة أنواع من الغازات، ومنها ثاني أوكسيد الكبريت 2SOوكبريتيد الهيدروجين H2S وينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود المحتوي أصلاً على الكبريت بإحدى أشكاله

مثل معدن البايريت 2FeSاو المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجودة في الفحم الحجري.

وعادة يتفاعل الغاز المذكور مع الماء ليكون حامض الكبريتيك 4H2SOالذي يسهم في تكوين المطر الحمضي Acid Rain والذي يهطل على سطح الأرض ويسبب العديد من المشكلات البيئية. وأيضاً يمكن ان ينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت *Thiobacillus spp.* ذاتية التغذية الكيميائية.

أما مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين،الذي يصل الى الغلاف الجوي، فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت. وغاز كبريتيد الهيدروجين واحد من ملوثات الجو وهو غاز سام وله رائحة كريهة تشبه رائحة البيض الفاسد.

وقد يصل غاز ثاني أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين الى الغلاف الجوي عن طريق البراكين

دورة الاوكسجين
يعتبر الأكسجين احد أكثر العناصر انتشارا في الطبيعة فيحتوي الهواء على 21% حجمه من الأكسجين ، ويحتوي الماء على 88,8% كتله منه . وفي النباتات والحيوانات يتواجد الأكسجين متحدا مع النيتروجين والهيدروجين والكربون . وبالرغم من أن الأكسجين يستهلك في عملية التنفس والاحتراق إلا انه ينطلق في عملية البناء الضوئي في النبات وبذلك تبقى نسبته ثابتة في الجو .
ويعتبر العالم لافوازييه هو أول من أطلق على هذا العنصر اسم أكسجين وتستخدم النباتات الأكسجين وتصنِّع خلايا النباتات الأكسجين في عملية التركيب الضوئي. وتستخدم الخلايا في هذه العمليّة طاقة ضوء الشّمس لتصنيع السّكر من ثاني أكسيد الكربون والماء، ويتكوّن الأكسجين كناتج غير رئيسي ويطلق إلى الجو.

دورة الأوكسجين في الطبيعةِ
أن دورة للأوكسجين في الطبيعةِ تبدأ من النباتاتِ على الأرضِ والطحالب في البحرِ أثناء عملية التمثيل الضوئي ولأن الأوكسجينَ أخفُ مِنْ الهواءِ فهو يصعد في الجوِّ إلي ارتفاع 20-30 كيلومترِ، وبتأثير الأشعة الفوق بنفسجية القوية من 185-200 نانوميتر يَقْصفُ الأوكسجينَ ويُتحوّلَ البعض مِنْه إلى الأوزونِ، وهذا الأوزون يكون طبقةً في الجوِّ وهى التي تحْجبُ جزءَ منَ الأشعة الفوق بنفسجية من أن تصل الأرض.
وإنتاج الأوزون في طبقات الجوِّ العليا يعتمد على كميةِ الطاقةِ القادمةُ مِنْ الشمسِ. ففي أثناء قُمَمِ النشاطِ الشمسي، يكون إنتاج الأوزون بنسبة أعظم من أثناء فتراتِ الهدوء في دورةِ البقعة الشمسيةَ وتكون طبقة الأوزونَ رقيقة إلى حد ما. وقد تم قياس الحدّ الأدنى في عام 1962 ليلا على الجانبِ المُظلم من الأرض ولوحظ أن طبقة الأوزونَ اختفت خلال بضعة ساعات ولكن يعاد بنائها ثانية عندماَ تَرتفعُ الشمسَ في الصباحِ، كما انه ليس هناك أوزون على قطبي الأرض في الشتاءِ لعدم تواجد ضوء الشمس. أي انه يُنتَجُ بشكل ثابت في الجوِّ الأعلى طالما الشمس تُشرقُ. ولان الأوزون أثقلُ مِنْ الهواءِ فانه يَبْدأُ بالهبوط نحو الأرض مقابلا في طريقه أي تلوث فيَندمجُ به ويتفاعل معه حيث انه مؤكسد قوى جدا وهذا هو نظام الطبيعةِ الرائع في التنظيف الذاتيَ. وعندما يقابل الأوزون أثناء سقوطه بخارِ الماءِ يُشكّلُ بيروكسيدَ الهيدروجينِ،2O3+H2O=H2O2+O
وهذا البيروكسيدَ(يسمى أيضا ماء الأوكسجين) ينزل مذابا في ماء المطر، وحيث انه مؤكسد قوى ونشط كيميائيا مثل الأوزون فانه يتفاعل مع أي تلوث عالق في الجو ومن ثم فهو يلعب دورا هاما فى التنظيف الذاتيَ للطبيعة.

علاقة دورة الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون
خذ نفساً عميقاً ثم ازفره تكون قد اسهمت في دورة الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون ، عندما استنشقت الهواء أخذت الهواء الذي يحتوي على الأوكسجين ، ماذا حدث عندما أخرجته ؟ أطلقت ثاني أوكسيد الكربون إلى الهواء الجوي مرة أخرى .
خلال عملية البناء الضوئي يمتص النبات ثاني أوكسيد الكربون من الهواء ويُطلق الأوكسجين إلى الهواء ، النباتات هي المصدر الرئيسي للأوكسجين في الهواء الجوي ، ويتوفر الأوكسجين كثيراً في الهواء الجوي الذي يحيط في البيئة الأرضية قليلة الارتفاع ، ويصبح قليلاً عند قمم الجبال العالية (يحمل متسلقو الجبال اسطوانات هواء مضغوط لمساعدتهم على التنفس) . يكون الأكسجين قليلاً أيضاً في باطن الأرض في التربة المشبعة بالماء .
تستخدم معظم الكائنات الحية الأوكسجين الموجود في الهواء ، خلال عملية التنفس حيث يحترق الطعام ، يزود التنفس الكائات الحية بالطاقة ويزود الجو بكميات من ثاني اكسيد الكربون .

يدخل ثاني اكسيد الكربون ، وهو مكون رئيس في هذه الدورة ، إلى الهواء الجوي من عدة مصادر ذكرنا منها التنفس ، ونذكر منها تحلل أجسام الكائنات الحية بعد موتها .
وفي بعض الأحيان لا تتحلل أجسام الكائنات الميتة ، وخلال آلاف السنين تكون هذه الأجسام مضغوطة في باطن الأرض وتتحول إلى الفحم أو النفط أو الغاز ، يستخدم هذا كوقود بعد استخراجه من باطن الأرض لاحتياجات الطاقة ، وعندما تحترق هذه المواد فإنها تطلق ثاني أكسيد الكربون في الهواء مجدداً .

تلوث الماء

الماء سائل ضروري للحياة ولا غنى عنه لجميع الكائنات الحية، فقد قال تعالى في كتابه الكريم : "وجعلنا من الماء كل شئ حي". إن الماء موجود في الخلية الحية بنسبة من ٦٠ -٥٠% من وزنها ويوجد بنسبة ٧٠% من الوزن الكلى من الخضروات ويزيد في الفاكهة إلى ٩٠% من وزنها، أي أن الماء موجود في كل شيء ينبض بالحياة. وتأتى أهمية الماء لإنسان بعد أكسجين الهواء مباشرة وبالتالي يجب أن يكون الماء نقيا في حدود معقولة و إلا أصيب الإنسان عن طريقه بكثير من الأضرار، لكن و للأسف نقاء الماء بات شيئا شبه مستحيل في ظل الملوثات الكثيرة و المنتشرة في البيئة ، و مما يعرفه الكثير من الناس أن الماء مرتبط بالكائنات الحية لذا فان تلوث الماء سيرتبط أيضا بالكائنات الحية ، ومما لا شك فيه أن تلوث المياه يشكل مشكلة خطيرة تهدد حياة الكائنات الحية ولا يقل خطورة عن تلوث الهواء حيث أنهما يشتركان في الطبيعة الخاصة لنمط التلوث السائد في البلدان النامية . وبما إن الماء هو عنصر أساسي في حياة الفرد من هنا تأتي أهمية الحفاظ عليه ومنع تفشي الأمراض الخطيرة . ولنتعرف أكثر على هذه المشكلة الخطيرة سنلقي نظرة سريعة و مختصرة على أهم محاور هذه الكارثة البيئية:-

. أولا : أنواع الملوثات المائية

1- التلوث الطبيعي

وهو موجود وجوداً دائماً، فالمخلفات العضوية وجدت في الماء منذ ظهور الكائنات الحية النباتية والحيوانية على سطح الأرض، إذ تأخذ المخلفات الطبيعية الناتجة عن أجسام الكائنات الحية والمواد العضوية الميتة طريقها إلى الماء في كل مرة تتدفق فيها المياه الجارية، وخصوصاً لدى هطول الأمطار فوق التربة والصخور والرواسب المعدنية والفضلات العضوية. ومع ذلك، فربما يكون الإنسان مسئولا في كثير من الحالات عن زيادة التلوث الطبيعي، نتيجة لتعدياته على الغابات وأشكال الغطاء النباتي المختلفة.

٢-التلوث الحراري

ويحدث عادة حيثما توجد محطات توليد الطاقة الكهربائية والمصانع التي تستخدم الماء للتبريد، إذ تضيف هذه المنشآت إلى المسطحات المائية ماء ذا درجة حرارة مرتفعة، وهو ما يسبب في كثير من الأحيان أضراراً للحياة النباتية والحيوانية أكثر مما تسببه المواد الملوثة التي تقذفها المصانع ذاتها، فكل زيادة عن درجة الحرارة الطبيعية في الكتل المائية تخل بالتوازن الطبيعي

3- التلوث البكتيري

ويقصد به وجود ميكروبات في الماء وهي تسبب عدداً من الأمراض المعدية مثل الدوسنتريا والكوليرا والبلهارسيا و غيرها من الأمراض

٤- التلوث بالنفط

ويعد هو ومشتقاته واحداً من أهم الملوثات المائية المتميزة بانتشارها السريع، فقد يصل إلى مسافة تبعد ٧٠٠ كم عن منطقة تسربه. ويصدر هذا التلوث عن حوادث ناقلات النفط الخام أو المكرر، كما تُعد المصافي النفطية واحدة من المصادر الهامة لتلوث الماء بالنفط، لأن المصافي تستهلك كمية من الماء، ثم تلقيه في البحار أو الأنهار مع مقدار من النفط. وقد قُدرت كمية النفط

الملقاة في مياه البحر المتوسط من خمسين مصفاة تقع على شواطئه بنحو ٢٠ ألف طن سنة ١٩٧٨ وحدها، كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أم الإنتاج يشكل مصدراً إضافياً للتلوث بالنفط عن طريق التسرب، وتقدر كمية التسرب من البئر النظيف بنحو ٥ بالألف من كمية الإنتاج. كما يتسرب النفط أيضاً أثناء تحميل وتفريغ الناقلات، وتُقدر كمية النفط المتسربة سنوياً إلى البحار والمحيطات من مصادر التلوث بالنفط بنحو ١٠ ملايين طن.

٥- المخلفات الصناعية

ويعد تلوث الماء بالمواد الكيميائية الناتجة عن الصناعات المختلفة واحدة من أعقد المشكلات التي تواجه الإنسان. ومن أهم هذه الملوثات الكيميائية المعادن الثقيلة : الرصاص ، الزئبق ، الكادميوم والنحاس والزنك و غيرهم من معادن و مواد

٦- المواد المشعة

والتلوث بها واحد من صور التلوث الشديدة الخطورة. فالمواد المشعة تصل إلى المياه نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهروذرية، وبسبب حفظ النفايات المشعة في أعماق البحار والمحيطات، وهو ما يؤدي إلى رفع تركيز هذه المواد في المياه.

٧- المبيدات

وهي تصل إلى المياه بكميات كبيرة، فقد رش خلال ٣٥ سنة فقط أكثر من ١,٥ مليون طن من مادة DDT. وبينت الدراسات وجود المبيدات، وخاصة المادة الآنفة الذكر، في مناطق مختلفة من بحري البلطيق والشمال وشواطئ إنكلترا وأيسلندا والبرتغال وأسبانيا. وقد أدى تلوث البحر المتوسط والمحيط الأطلسي إلى انخفاض احتياطي الأسماك فيهما. وجدير بالذكر أن جميع الأبحاث العلمية تثبت أن مياه البحر النظيفة لها أهمية كبيرة على الصحة العامة للإنسان. كما إنها مصدر رئيسي للمعادن وارتفاع نسبة ملوحتها يقتل البكتيريا والطفيليات، إلا أن عمليات التعدي على مياه البحر تشكل خطراً على الكائنات البحرية والإنسانية في النهاية نتيجة التلوث الكيميائي لمخلفات البترول والمصانع المتنوعة. بناء عليه فان هذه الموارد المائية الضئيلة يجب المحافظة عليها بجانب ضرورة دراسة الموارد المائية المتجددة مثل تحلية مياه البحر، تطهير مياه المجاري . وتمثل المياه بالرغم من أساسياتها للحياة وسيطاً أولياً للأمراض المائية كالكوليرا والبلهارسيا ...الخ . وتعتبر المياه ملوثة عندما يتغير تركيبها أو تتغير حالتها بحيث تصبح أقل ملائمة لأي استخدام من استخداماتها المتعددة ويشمل ذلك التغيرات في الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للمياه من خلال عمليات تفريغ مواد سائلة أو صلبة أو غازية فيها أو تغيرات ملموسة في درجة الحرارة وهناك قلق متزايد في الوقت الحاضر بشأن زيادة نسبة العناصر الكيميائية في مياه الشرب والتي من شأنها التسبب بأمراض سرطانية أو تأثيرها المحتمل في تغيير الصفات الوراثية للأبناء نتيجة حدوث تحولات طارئة في الكروموسومات أو المورثات كما يمكن أن يؤدي وجود معادن ثقيلة في مياه البحر إلى تلوث الثروة السمكية وهو ما يمكن أن يؤثر فيما بعد على الإنسان

. ثانيا : إجراءات وقاية الماء من التلوث

و هذه الإجراءات تهدف إلى الإبقاء على المياه في حالة كيميائية لا تسبب الضرر للإنسان والحيوان والنبات. و من هذه الإجراءات:

1- بناء المنشآت اللازمة لمعالجة المياه الصناعية الملوثة ومياه المخلفات البشرية السائلة، والمياه المستخدمة في المدابغ والمسالخ وغيرها، قبل تصريفها نحو المسطحات المائية النظيفة
2- مراقبة المسطحات المائية المغلقة، مثل البحيرات وغيرها، لمنع وصول أي رواسب ضارة أو مواد سامة إليها
3- .إحاطة المناطق التي تُستخرج منها المياه الجوفية المستخدمة لإمداد التجمعات السكانية بحزام يتناسب مع ضخامة الاستهلاك، على أن تُمنع في حدود هذا الحرم الزراعة أو البناء أو شق الطرق، وزرع هذه المناطق بالأشجار المناسبة

4- تطوير التشريعات واللوائح الناظمة لاستغلال المياه، ووضع المواصفات الخاصة بالمحافظة على المياه، وإحكام الرقابة على تطبيق هذه اللوائح بدقة وحزم
5- الاهتمام الخاص بالأحوال البيئية في مياه الأنهار وشبكات الري والصرف والبحيرات والمياه الساحلية، ورصد تلوثها، ووضع الإجراءات اللازمة لحمايتها من التلوث الكيميائي
6- تدعيم وتوسيع عمل مخابر التحليل الكيميائي والحيوي الخاصة بمراقبة تلوث المياه، وإجراء تحاليل دورية للمياه للوقوف على نوعيتها
7- نشر الوعي البيئي بين الناس و تعويد الصغار قبل الكبار على المحافظة على المياه من التلوث

المصادر الرئيسية لتلوث المياه:

1. مصادر صناعية
2. مصادر الصرف الصحي
3. تممصادر زراعية

المصادر الصناعية

تحتوي مياه المصانع وفضلاتها ما نسبته 60 بالمائة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار. ويصدر أغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغة والرصاص والزئبق والنحاس والنيكل ومصانع الدهانات والإسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر. بالإضافة إلي التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول.

إن معظم المصانع في الدول النامية وحتى الدول المتقدمة لا تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في المياه. ففي الولايات المتحدة وجدت مخلفات سامة في مياه الأنهار والبحار المحيطة بالمصانع. وفي القاهرة أجريت دراسة علي اثني عشر محطة لمعالجة مياه الشرب ووجدت جميعها تعاني من عدم انضباط في تصريف النفايات السائلة الصناعية.

وتجدر الإشارة إلي أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي علي الملوثات الصناعية (مثل الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة. وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية متسرطنة. ومن أشكال التلوث الصناعي هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في التبريد، وما ينتج عنة من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية.

مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل علي الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، بل في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي وأكبر مثال علي ذلك مدينة جدة. والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة. كما أن استخدام الحفر الامتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره علي الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض

والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلي استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها علي صحة الإنسان.
تحتوي مياه المجاري علي كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية. وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأوكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأوكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها. عند موتها تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا أخر إلى السابق ،تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيتها للاستعمال علي عدة عوامل منها:

1. سرعة تيار الماء في المجري المائي
2. كمية الأوكسجين الذائب في الماء
3. السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتريا تحليل هذه الشوائب والفضلات
4. مدي حجم الشوائب والفضلات التي تلقي في هذا المسطح المائي البحر ونوعيتها

مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة تحتوي مياه الصرف الصحي علي نسبة عالية من الماء 99.9 و الباقي مواد صلبة علي هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة. وهذه المركبات هي:

1. الكربوهيدرات:وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز
2. أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك، بروبونيك وغيرها
3. أملاح أحماض عضوية
4. الدهون والشحوم
5. المركبات العضوية النتروجية وتشمل البروتينيات
6. الأصباغ
7. الأملاح المعدنية
8. مواد أخري

طريق معالجة مياه الصرف الصحي

تتم معالجة مياه الصرف الصحي علي عدة خطوات:

1. المعالجة الأولية: يتم فيها التخلص من المواد العالقة والصلبة بطريقة الترشيح والترسيب
2. المعالجة الثانوية: وفيها تستخدم الطرق البيولوجية مثل البكتريا التي تؤكسد المواد العضوية
3. المعالجة الثلاثية: وهي المعالجة النهائية وفيها يتم التخلص من البكتريا والفيروسات والمواد العضوية

بعد معالجة مياه الصرف الصحي يمكن استخدامها في الأغراض الزراعية أو الصناعية.

المصادر زراعية

زاد في الآونة الأخيرة استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية في الزراعة، ينجرف قسم من هذه المواد مع مياه الأمطار مياه الري لتصل إلى المياه السطحية والجوفية مسببا تلوث كيميائي خطيرا للمصادر المائية.

تلوث المياه الجوفية

يعود تلوث المياه الجوفية لمصدرين أساسيين هما التلوث الطبيعي الناتج عن انحلال مكونات الصخور من الفلزات المكونة لصخور الخزان الجوفي، وتلوث صناعي ناتج عن نشاطات الإنسان كافة التي تسيء لنوعية المياه، فالنشاط الزراعي وما يسفر عن استخداماته للأسمدة والمبيدات الحشرية وكذلك مخلفات الحيوانات تتسرب عبر مياه الصرف الزراعي إلى المياه الجوفية.

أما مخلفات النشاطات الصناعية المسببة لتلوث المياه الجوفية منها ملوثات السيانيد الناتجة عن صناعات التعدين والورق، والزئبق الناتج عن صناعات الأجهزة الكهربائية وكذلك المواد الصلبة الناتجة عن الصناعات البتروكيمائية. يضاف إليها مخلفات مياه الصرف المنزلي التي أغلب ملوثاتها من الكبريتات، الكلوريدات، النترات، والفينولات حيث تعمل على خفض قيمة الطلب الكيماوي والحيوي للأوكسجين في المياه.

وبالنظر لمحدودية القدرة الذاتية للتنقية في المياه الجوفية للتقليل من الآثار السلبية للتأثيرات السمية للملوثات المختلفة، فإن تأثيراتها السرطانية على الإنسان والحيوان تبدو جلية. وتؤشر تلك الملوثات لمدى تلوث المياه المترسبة نحو الخزان الجوفي، وكذلك لمدى هشاشة قوام التربة أعلى منطقة الخزان الجوفي التي تمتاز بالنفوذية العالية التي تسمح لمرور الملوثات عبرها دون أن تخفف من تأثيراتها بالعمليات الحيوية في النطاقين غير المشبع والمشبع.

كما أن الاستخدام الجائر لمياه الخزانات الجوفية يؤدي لتلوثها بالأملاح نتيجة تداخل مياه البحار مع مياه الخزان الجوفي، ويسبب التلوث البيولوجي الناتج عن البكتريا المرضية والأحياء العضوية الدقيقة التي تنتج مواد كيماوية سامة بالإضافة إلى الفيروسات والبكتريا الممرضة الناتجة عن مخلفات الإنسان المختلطة مع مياه الصرف المنزلي.

أما أسباب التلوث الإشعاعي في المياه الجوفية فيعود للراديوم الناتج عن ذوبان مكونات صخور الخزان الجوفي، والرادون 222 الذي يعتبر شديد الذوبان في الماء. وهناك النويدات المشعة الناتجة عن تحلل اليورانيوم والثوريوم والصخور الغرانيتية والرسوبية التي تنتج مواد مشعة حيث يرجع تشكل الصخور الرسوبية للدور الكريتاسي المتآخر الغني باليورانيوم، والمنتشرة على رقعة واسعة.

وتسبب التراكيز العالية لليورانيوم والرادون والراديوم في مياه الشرب طفرات جينية وولادات مشوهة وأمراض سرطانية خطيرة للإنسان. يضاف إلى ذلك الملوثات الإشعاعية الناتجة عن عمليات الانشطار النووي لإنتاج اليورانيوم أو مخلفات معالجة الوقود النووي في محطات الطاقة النووية، وكذلك ملوثات الاستخدام الإشعاعية في المختبرات الطبية. ومعظمها يحتاج لمئات السنيين لينعدم تأثيرها السلبي على حياة الإنسان.

إن طبوغرافية التربة أعلى منطقة الخزان الجوفي لها دور كبير في تخفيف أو زيادة التلوث في المياه الجوفية، فالقدرة الذاتية للتربة على تنقية المياه المترسبة من الملوثات متعلقة بنوعية التربة. فهناك ترب

ذات تنقية عالية تسهم (بشكل كبير) في تنقية المياه من ملوثاتها قبل وصولها للمياه الجوفية، وترب ذات تنقية متوسطة تسمح لحد ما لمرور بعض الملوثات إلى المياه الجوفية. وترب ذات تنقية متدنية (خاصة التربة الغضارية) حيث تسمح للملوثات للنفاذ من خلالها إلى المياه الجوفية.

وتتعلق القدرة الذاتية للتربة على التنقية على خصائصها (القوام، السماكة، النفاذية، التراص، النوعية – غضارية أو عضوية، خشنة، وناعمة) التي تسمح أو تعيق حركة الملوثات نحو المياه الجوفية. وهي المحددة لسرعة وصولها إلى الخزانات الجوفية.

" يتطلب تقييم إمكانية تخفيف التلوث في المياه الجوفية النظر لمكونات التربة أعلى منطقة الخزان الجوفي ومدى قدرتها على إزالة بعض الملوثات أو التقليل من تركيزها (التنقية الذاتية للتربة) المتمثلة بقدرة نظام المياه الجوفية والأوساط التي تعلوه على الادمصاص والتشتت والإعاقة، وتأخير حركة الملوثات من خلال جملة من العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تعمل وتنشط في نظام (التربة، الصخور، والمياه الجوفية). وهناك تباين في هذه العمليات وشدتها تحت سطح الأرض، ففي نطاق الجذور تتحطم كميات ملموسة من الكيميائيات بواسطة العضويات الدقيقة أو بالعمليات الكيميائية والفيزيائية حيث تمتصها النباتات. أما النطاق غير المشبع فإنه يلعب دوراً مهماً في تأخير وصول الملوثات إلى الخزان الجوفي، نتيجة عمليات الانحلال وتحديد المحاليل والتشتت (التبعثر) الهيدروديناميكي ذو الفاعلية العالية ".

أهم العمليات المؤثرة على سرعة انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية :

أولاً– " العمليات الجيوكيميائية: هي كافة التغيرات التي تطرأ على تركيز الملوثات في المياه قبل وصولها إلى المياه الجوفية ومن أهمها :

1– عملية الادمصاص وإزالته :

من أهم خصائصها التوازن بين عدد أواصر المواد المتفاعلة مع المحلول من خلال عملية الادمصاص فزيادة تركيز المحلول يزيد من عملية الادمصاص ونقصانه يسبب إزالته، فمكونات صخور الفلزات اوالزيوليت وهيدروكسيل وهيدرات الحديد والمنغنيز، وهيدروكسيل الألمنيوم والمركبات العضوية خاصة منها المركبات الهيومية تتأثر بشكل أكبر بعملية الادمصاص. ويلعب التأثير الادمصاصي لجذور النباتات العضوية الصغيرة المجهرية، والبكتريا العنصر الأساس في عملية الادمصاص.

إن عملية التبادل بين المحلول والأيونات الادمصاصية تسمى (التبادل الأيوني) ويتأثر اتجاهه وكميته وسرعته بعدة عوامل أهمها : أنواع وخصائص المكونات الصخرية، نوعية الأيونات الادمصاصية، نوع وتركيز الأيونات المنحلة والأيونات المستبدلة، والتبادل الأيوني بين الأيونات الادمصاصية والأيونات المنحلة خاصة في عملية الإرجاع. وتسبب التفاعلات المستمرة للادمصاص وإزالته إعاقة الملوثات للوصول إلى المياه الجوفية وتقاس بعامل الإعاقة (نسبة سرعة المياه الجوفية إلى سرعة الملوثات).

2- عملية الانحلال والترسيب :

تتوقف على قابلية الملوثات المنحلة على (الانحلال، التفكك) وتقسم الملوثات حسب درجة انحلالها وتفاعلها في الماء إلى : ملوثات الكتروليتة (أملاح، أحماض)، وملوثات غير الكتروليتة (مركبات استقطابية، وغير استقطابية).

وتتحكم بعملية الانحلال والترسيب قيم الـ PH ودرجة الحرارة، وجهد الأكسدة (Eh)، فالمركبات الالكتروليتة تتفكك إلى أيونات، أما المركبات العضوية الاستقطابية (السكر، الكحول، والغازات) فتشكل محاليل حقيقية بشكل جزيئات. والمركبات العضوية غير الاستقطابية (الزيوت المعدنية ومنتجاتها، والهيدروكربونات الهالوجينية) تشكل محاليل ضعيفة.

تتلخص آلية العمل بـ : تترسب المواد المنحلة خلال مسارات جريان المياه نحو الخزانات الجوفية فيزداد تركيزها بفعل التبخر والنتح ليصل الماء الملوث فوق درجة الإشباع (في المناخات الجافة) إلى المياه الجوفية ويتفاعل معها ليشكل مركبات كيميائية وأيونات ضعيف الانحلال.

3- عملية الأكسدة والإختزال : تتلخص آلية عملها بـ : ترسب الأيونات القابلة للأكسدة والإرجاع (عند قيم PH محددة) كـ $Fe^{+2}O_2$ في المياه الجوفية حيث يتغير كمون الأكسدة والإرجاع وفقاً لمسارات جريان المياه الجوفية ومكونات صخور الخزان الجوفي. وتعمل على تفكك المواد العضوية في نطاقات مرجعة خالية من الأوكسجين وبوجود الحديد والمنغنيز والنترات تترسب المعادن الثقيلة.

ثانياً – العمليات البيوكيمائية (الحيوية) : يتم خلالها تفكك المركبات العضوية الرئيسية بواسطة البكتريا إلى كربون وهيدروجين، لاستخدامها كطاقة في تفاعلاتها لتفكيك مركبات ثاني أو كسيد الكربون وجزئية الماء.

ثالثاً– العمليات الفيزيائية :

1- عملية التشتت أو التبعثر : هناك اتجاهين لتشتت الملوثات الذائبة (أفقياً وعمودياً) فالمياه الملوثة تتمدد عند اختلاطها مع المياه الجوفية النقية بسبب التشتت الهيدروديناميكي حتى يصل تركيز الملوثات إلى المستويات العادية، وبسبب عملية الاختلاط يحدث نقصاً في تراكيز الملوثات مع الزمن تبعاً لمسار جريان المياه، وبنفس الوقت تزداد كتلة الملوثات في نهاية المطاف.

2- عملية الإعاقة : تعمل وفقاً لآليات فيزيائية – كيميائية على إعاقة (أو بطئ) حركة إعادة المواد المنحلة ضمن مسار الماء حيث تنقسم المواد المنحلة لفئتين : فئة محافظة وهي المواد المنحلة التي لا تتفاعل مع التربة أو المياه الجوفية مثل الكلور، وفي الغالب تكون حركتها سريعة. وفئة فعالة : فالمواد المتفاعلة (كيميائياً وبيولوجياً) مع التربة غالباً تكون حركتها بطيئة. وتتلخص آلية عمل الإعاقة بـ : التأثير المتعاقب للادمصاص وإزالته الذي يعيق انتقال الملوثات في مسار الماء، وتحديد المحلول والترشيح والتفاعل الكيميائي والتغيير البيوكيميائي.

3- عملية الترشيح : هي التفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في مكونات التربة بغرض إزالة الجزيئات الكبيرة بالإجهاد المكانيكي وادمصاص الجزيئات الصغيرة المعلقة (البكتريا، الجراثيم، وبقايا

هيدروكسيل الحديد...) وتعتبر عملية الترشيح الميكانيكية في الطبقات المائية الحصوية غير فعالة بسبب صغر حجم جزيئات هيدروكسيل الحديد لنحو 10 ميكرومتر وحجم جزيئات البكتريا لنحو (0.2- 5) ميكرومتر والفيروسات لنحو (0.25-0.02) ميكرومتر.

4- عملية انتقال الغازات : تجتاز الغازات أثناء انتقالها من المياه الجوفية إلى الجو نطاقين فاصلين الأول يفصل بين النطاق غير المشبع والمياه الجوفية والثاني يقع بين النطاق غير المشبع والجو. حيث تتأثر حركة وانتشار الغازات في النطاقين غير المشبع والمشبع بـ : تأثير درجة الحرارة واختلاف درجات الضغط الجوي، تأثير التشتت وكمية وفعالية امداد الأوكسجين من الجو في الشروط الهوائية أو اللاهوائية في المياه الجوفية، وتعمل الحركة العكسية للغاز على إزالة النواتج الغازية كالنتروجين وثاني أوكسيد الكربون والملوثات الطيارة من المياه الجوفية.

رابعاً- العمليات البيوفيزيائية : تتسرب الجراثيم الممرضة إلى المياه الجوفية عن طريق التغذية المائية وسرعتها تتعلق بـ : المسافة الأفقية لفتحة الترسب، مصدر التلوث، والطبيعة الطبوغرافية للتربة أعلى منطقة الخزان الجوفي حيث يقدر متوسط الفترة الزمنية اللازمة لوصول الجراثيم إلى المياه الجوفية بين (20- 400) يوم ".

التلوث الإشعاعي للمياه :

يعتبر أخطر أنوع التلوث على الإطلاق لما يشكله من خطورة مباشرة على حياة الكائنات الحية في الطبيعة، ويعرف النشاط الإشعاعي على أنه تفكك نواة المادة تحريضاً لنواة ذات قيم أقل تعرف بالنظائر المشعة. ويحدد التلوث الإشعاعي بمصدرين (طبيعي وصناعي) : المصدر الطبيعي (كوني، وارضي) فالأشعة الكونية مصدرها الفضاء الخارجي يضعف تأثيرها عند اصطدامها بالغلاف الجوي للأرض.

والأشعة الأرضية مصدرها القشرة الخارجية للكرة الأرضية الحاوية على كميات ضئيلة من اليورانيوم والثوريم والراديوم ونظائرها المشعة التي تختلف نسبها تبعاً لنوع الصخور، ففي مكونات الصخور الغرانيتية يزاد تركيزها وتقل في مكونات الصخور الرسوبية. أما مصادرها الصناعية فهي :

1- تساقط الغبار الذري : نتيجة التفجيرات النووية في الجو أو تحت سطح الأرض، فقوة التفجير ودرجة حرارته العالية تحت الأرض يؤدي لتلوث المياه الجوفية بالعناصر المشعة التي يقدر عمرها الزمني من عدة ثوانٍ إلى عدة آلاف من السنيين.

2-المفاعلات الذرية : فعند إنتاج الوقود الذري في المفاعل يتسرب جزءً من المواد المشعة إلى الوسط الخارجي عن طريق مياه التبريد للمفاعل الذري التي تلقى فيما بعد في مجاري الأنهار والبحار، وهي محملة بكميات محدودة من المواد المشعة التي تسبب أمراض بالغة للإنسان.

3- استخدام النظائر المشعة : في أغلب الأبحاث العلمية ومحطات الطاقة الكهربائية والمستشفيات تستخدم بعض النظائر المشعة التي يتسرب جزءً منها عبر مياه الصرف إلى المجاري العامة ومن ثم إلى المسطحات المائية.

" يستخدم الوقود الذري في المحطات الكهروحرارية، فالمفاعل الذري يسخن الماء وبخاره المنطلق يعمل على تدوير توربينات بخارية موصلة مع مولدات لإنتاج التيار الكهربائي. إن الوقود الأساس للمحطة الكهروحرارية هو اليورانيوم (كل غرام منه ينتج طاقة حرارية تعادل ما ينتجه 3 أطنان من مادة الفحم، أي أن الطاقة الحرارية لغرام يورانيوم يعادل 3 ملايين طاقة حرارية لثلاثة أطنان من الفحم). إما المحطات الكهروذرية فإنها تعمل على تحويل الطاقة الناتجة عن إنشطار نوى الذرات بشكل مباشر لطاقة كهربائية من دون الحاجة لتوربينات بخارية ومولدات التيار الكهربائي، لكنها تحتاج لضعف كمية مياه التبريد لمفاعلها في المحطات الكهروحرارية. "

4- النفايات النووية : يتم دفنها في باطن الأرض أو أعماق البحار مما يؤدي لتسرب بعض الإشعاعات للمياه الجوفية ومياه البحار وتسبب أضرار على الكائنات الحية خاصة عند حدوث هزات أرضية أو تفجيرات نووية في باطن الأرض قد تؤدي لتسرب المواد المشعة للمياه. بالإضافة إلى ذلك أصبح لإستخدامها كأسلحة فتاكة (قذائف اليورانيوم المنضب) لتدمير الدروع والتي استخدمتها الولايات المتحدة الأمريكية في حربها مع العراق في حرب الخليج الثانية التي تسببت بإصابة آلاف من السكان المدنيين والجنود ومازالت آثارها السلبية ماثلة في الولادات المشوهة في منطقة جنوبي العراق، وتأثيراتها على المياه الجوفية ستمتد لمئات السنيين.

أهم الإشعاعات الخطرة على الكائنات الحية :

1- " أشعة ألفا : عبارة عن نواة الهيليوم المكونة من بروتونين ذات شحنة موجبة وسرعتها عالية حيث تفقد جزءً من طاقتها عند اصطدامها بجسم ما لتمتصها نواته.

2- أشعة بيتا : تعتبر أخف وزناً من أشعة ألفا ولها شحنة سالبة، وتمتاز بصغر حجمها وقدرتها على اختراق المجال بين النوى والإلكترونات المكونة للمادة. وبالتالي فإن قدرتها للنفوذ داخل الأنسجة الحية تفوق أشعة ألفا في المدارات الإلكترونية، وتعمل على تحريض الإلكترون فتأين ذراته.

3- أشعة غاما : هي النواة المحرضة الناتجة عن تأثير أشعة ألفا وبيتا على النواة الطبيعية (المستقرة) فتزداد طاقتها المشعة (الكهرومغناطسية) التي تعرف بأشعة غاما. وتمتاز بقصر عمرها الزمني وسرعتها تساوي سرعة الضوء وتعمل على تأين المادة بشكل غير مباشر عن طريق تحرير الإلكترونات التي تصطدم بها ".

:التلوث البحري

تعيش الكائنات البحرية في مجموعات تعتمد كل منها على الأخرى في تسلسل يضمن استمرارية حياتها.وتعتمد معظمها على الأكسجين المذاب في الماء. ولقد تنبه العالم في وقت ليس بالبعيد إلى ضرورة المحافظة على البيئات البحرية والشاطئية والتنوع البيولوجي بها من التدمير والتلوث والصيد الجائر والذي هو في تزايد لاستمرار الحياة على كوكب الأرض. ويعتبر تلوث البحار

والمحيطات من أهم المشاكل البيئية العالمية فهو وإن كان يحدث في بعض الأحيان داخل الحدود الإقليمية لبلد معين إلا أن تأثيره قد يمتد إلى العديد من البلاد الأخرى المجاورة. وبشكل عام فإن التلوث البحري يقضي على مصادر بحرية متجددة يستفاد منها في الصناعات والطب وقد يكون بعضها لم يتم استكشافها بعد.إضافة إلى أن التلوث يقضي على مصادر غذائية قيمة تصل آثارها إلى الإنسان لكونه يشكل قمة السلسلة الغذائية بهذا الكون. كذلك فإن أنواع التنمية والشاطئية تضر بالبيئات البحرية الساحلية. ولتخفيف هذه الأضرار إذا لم يوجد البديل بنقل المنشآت المختلفة وإقامتها بعيدا عن الشاطئ هو إقامة المنتزهات والمحميات البحرية المتنوعة حيث تعتبر أنجح الطرق لتفادي التضارب الحاصل بين التنمية وخاصة السياحة وحماية البيئة. ومن أهم وسائل التلوث هى الردم – الجرف – التلوث النفطي – التلوث الكيميائي – الصرف الصحي – التلوث الحراري – النفايات – الصيد الجائر – ارتفاع مستوى سطح البحر

التلوث الفيزيائي والكيميائي والبايولوجي للمياه

التلوث الفيزيائي :-هو تغيير المواصفات القياسية للماء ، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته ، او ازدياد المواد العالقة به ، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي .

ومن اهم انواعه :-

التلوث الحراري)Thermal pollution(إفساد البيئة المائية عند صب مخلفات المياه الجارية في الانهار و البحيرات والبحار و اي جسم مائي آخر.

تعمل هذا المخلفات المائية الجارية على رفع درجة حرارة الجسم المائي فوق مستواها العادي وبذلك يمكن ان تؤذي الحيوانات والنباتات التي تعيش في الماء. . فالمياه الدافئة قد تعيق نمو وتكاثر الاسماك وتؤثر على مواردها الغذائية وفي بعض الاحوال قد تموت الاسماك بسبب الارتفاع المفاجئ والسريع في درجة الحرارة الناتجة عن صب مخلفات المياه الحارة.

و تتعرض المصادر المائية إلى تغيير مفاجيء في درجات حرارتها نتيجة قيام بعض الصناعات وبالاخص صناعة توليد الكهرباء والصناعات النفطية بطرح المياه الساخنة الى هذه المصادر.

حيث تسحب هذه الصناعات كميات كبيرة من مياه المصدر المائي لأغراض التبريد ويعود معظم هذه المياه الى المصدر المائي بعد ان يسخن . ونظرا لضخامة كمية المياه الساخنة المصروفة فانها تؤدي الى رفع درجة حرارة المصدر المائي بضع درجات مسببة بذلك اختلاف في التركيبة الحياتية والطبيعية للمصدر المائي . ويؤدي رفع درجة حراري المصدر المائي إلى تغيير الخصائص الطبيعية والكيميائية للماء كما تؤثر درجة الحرارة المرتفعة على النشاط البيولوجي للاحياء المائية.

المصادر الرئيسية للتلوث الحراري

1- مصادر توليد الطاقة الكهربائية

تنشأ هذه المحطات على مقربة من الموارد المائية وذلك لعظم كميات المياه التي تحتاجها هذا المحطات للتبريد. ويتم استخدام مياه البحر بجميع المبادلات الحرارية لغرض تكثيف البخار بالمحطات البخارية ولأغراض التبريد بالمحطات البخارية والغازية وتكتسب هذا المياه الداخلة في عملية التبريد درجة حرارية عالية عند خروجها وتصرف إلى البحر وهذا يسبب ظاهرة التلوث الحراري لمياه البحر.

2- الصناعات النفطية والمصافي :-

تستخدم المصافي النفطية كميات كبيرة من المياه في التبريد والعمليات الصناعية المختلفة وتطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى ألاخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطئ البحر .

حيث تؤدى هذا المياه إلى خفض كميات الاوكسجين الذائب مما يسبب خلل في الاحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك ان المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت و شحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطئ البحر بالزيت .

3- صناعة الحديد والصلب:-

صناعة الحديد والصلب من اكثر الصناعات استهلاكا للطاقة وبالتالي من اكثرها تلويثا للبيئة ومن المعروف انه لانتاج طن واحد من الحديد والصلب نحتاج إلى صرف 460متر مكعب من الغاز 59جراما من الزيت واستهلاك 1400ك.و.س من الكهرباء.

التلوث الكيميائي للمياه

تلوث الماء كيميائيا: تلوث الماء بالمواد الكيميائية يمكن أن يكون خطرا علي البيئة وعلي صحة الإنسان. ويمكن تلخيص أهم المركبات التي تلوث الماء:

1- مركبات حامضية أو قلوية:

تغير كل من المركبات الحمضية أو القلوية درجة PH للماء. إذا تلوث الماء بالأحماض فإن ذلك يسبب الصدأ للأنابيب وتآكلها هذا ناهيك عما تسببه من آثار علي صحة الإنسان حسب نوع الحامض الملوث.

أما التلوث بالقلويات فهي تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات. وتسبب كربونات وبيكربونات الكاليسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء.

2- مركبات النترات والفوسفات:

تسبب هذه المركبات ظاهرة إخضرار الماء أو ما يعرف بالازدهار Eutrophication .

وتظهر علي شكل طبقة خضراء من الأعشاب علي سطح مياه الخزانات والبحيرات وشواطئ البحار والمياه الراكدة وقد تغطي سطح الماء مما يمنع الأوكسيجين من الدخول للماء مما يؤثر علي الحياة المائية . وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب Algae وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيموجلوبين وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق.

3- المعادن الثقيلة:

أكثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص والزئبق .ويمن أن يتسرب الرصاص أيضا من أنابيب المياه ويلوثها وقد يسبب تلف الدماغ Encephalopathy وخاصة للأطفال .

الزئبق يوجد في الماء علي هيئة كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد علي شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى.

أما في الأسماك فإن مثيل الزئبق يتواجد داخلها بتركيزات عالية وكذلك وجد في علب التونة.

4- الحديد والمغنيسيوم:

يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء إلي أشبه بالصدأ rust-colored ولا يسبب ضررا إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية.

5- مركبات عضوية:

كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية Fungicides وغيرها من الكيماويات الصناعية.

6- الهالوجينات :

يستخدم الكلور والفلور لتنقية المياه من الميكروبات الضارة وساهم كثيرا في تنقية المياه ولكن الكلور يتفاعل مع الهيدروكربونات إذا وجدت مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة . وهناك قول أن الكلور يمكن أن يسبب سرطان لكن ذلك لم يثبت بعد . في الولايات المتحدة يستخدم الفلور لتنقية المياه ووجد أنه يحمي الأسنان من لتسوس بتركيز 10 مليجرام/ لتر.

7- المواد المشعة:

مثل الراديوم Radium تسبب سرطان وخاصة سرطان العظام.

إن التلوث الكيميائي يفوق أحيانا التلوث الميكروبي بسبب كثرة المصانع وازديادها وعدم التخلص من فضلاتها بالطريق الصحيحة .

التلوث البيولوجي للمياه

يقصد بالتلوث البيولوجي وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية بالعين المجردة- نباتية كانت أو حيوانية في البيئة المائية العذبة أو المالحة – السطحية أو الجوفية. والتلوث الذي يحدث للماء غالبا يكون بفعل بعض انواع الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات والطحالب والاوليات . أو بفعل الكائنات الحية المائية النباتية والحيوانية التي تتواجد في المياه . وتنتج الملوثات من الكائنات الممرضة في الغالب عن اختلاط فضلات الأنسان والحيوان بالماء بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة. أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي. ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث، إلى الإصابة بالعديد من الأمراض. لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة، مثل الكلور والاوزون والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة.

كما قد يوجد داخل البيئة المائية مراحل (اطوار) دقيقة (بويضات – يرقات – اطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات النباتية أو الحيوانية مثل بعض الطفيليات كالبلهارزيا والدودة الكبدية

وديدان القناة الهضمية ، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره. اما التلوث بالنباتات والحيوانات المائية فينتج غالبا نتيجة تغير الانظمة والتراكيب البيئية الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية فتنمو انواع وتتكاثر بدرجة اكبر من اللازم وتطغي علي انواع اخري ، أو تختفي انواع كانت موجودة وسائدة في البيئة المائية ، وقد يحدث التلوث بالاحياء المائية عندما تنتقل انواع الي مواطن غير مواطنها الاصلية مثل انتقال بعض الانواع الغريبة الغازية خلال ماء توازن ناقلات البترول من اماكن الي اماكن اخري وقد تتفاعل الكائنات الحية الموجودة في الماء مع البيئة المائية بدرجة ما تؤدي الي حدوث خلل معين (عدم اتزان) بهذه البيئات وهو ما يعرف بالتلوث البيولوجي داخل البيئة المائية . والكائنات الحية المسببة للتلوث البيولوجي منها ما يري بالعين المجردة كبعض الطحالب والنباتات المائية مثلا ، ومنها لا يري الا باستخدام المجهر كالبكتريا واغلب الفطريات ، والاوليات الحيوانية (البرتوزوا) ، ومنها لا يري الا باستخدام الميكرسكوبات الالكترونية لدقة حجمها مثل الفيروسات .

ومن هذه الكائنات ما ينتشر بصورة اكبر من غيره في بيئات معينة ويرجع ذلك الي طبيعة وحجم تلك الكائنات وانتشار أو ندرة اعداؤها الطبيعين بالاضافة الي التنافس بين الكائنات في البيئة الواحدة .

فكلما كان الكائن دقيقا كلما كان انتشاره في العديد من البيئات امر سهلا ويتضح ذلك جليا في حالة البكتريا والفيروسات والفطريات التي تنتشر في الماء والهواء والتربة .

فمثلا الجرام الواحد من التربة الزراعية قد يحتوي علي اكثر من 200 مليون خلية بكتيرية بجانب 300 الف فطر .

ومياه الصرف الصحي الخام يحتوي الستتيمتر المكعب منها علي اكثر من مليون خلية بكتيرية والالاف من الفيروسات والطفيليات بصرف النظر عن كون هذه الكائنات ضارة أو نافعة.

ويأتي علي العكس الاوليات الحيوانية والمراحل المختلفة من دورة حياه العديد من الطفيليات .. ففي هذه الحالة تكون احجام هذه الكائنات كبيرة نسبيا ولها طبيعة حياه مختلفة ولذلك فمن الصعب ان توجد هذه الكائنات في الهواء ، ولكن وسطها البيئي المفضل هو المياه والتربة الرطبة .

ويأتي علي العكس الاوليات الحيوانية والمراحل المختلفة من دورة حياه العديد من الطفيليات .. ففي هذه الحالة تكون احجام هذه الكائنات كبيرة نسبيا ولها طبيعة حياه مختلفة ولذلك فمن الصعب ان توجد هذه الكائنات في الهواء ، ولكن وسطها البيئي المفضل هو المياه والتربة الرطبة .

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الكيميائي

للتلوث الكيميائي علاقة بالتلوث البيولوجي فالكائنات المائية النباتية والجيوانية والكائنات الدقيقة تتأثر بصورالتلوث الكيميائي الموجودة في البيئة المائية .

فالملوثات الكيميائية علي اختلاف صورها وانواعها تؤثر علي نمو وتكاثر وانتشار الكائنات المائية داخل بيئاتها .

وعموما فقد يتداخل التلوث البيولوجي مع التلوث الكيميائي في النقاط الهامة الاتية

1- ان التلوث الكيميائي قد يضيف الي البيئة المائية عناصر جديدة قد تؤدي الي زيادة وانتشار التلوث البيولوجي بالكائنات الدقيقة الحية وبالنباتات المائية .

وخير مثال التلوث بالمركبات الفوسفاتية والنتروجينية للمسطحات المائية يعمل علي النمو الزائد للطحالب المائية بصورة قد تؤدي في النهاية الي تحلل الأنهار والبحيرات وموتها بيولوجيا مسببا خللا بيئيا جسيما .

2- ان بعض الملوثات الكيميائية العضوية تزيد من تكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة.

فالمركبات العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا تعد من مصادر الكربون للكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة مما قد يسبب تلوثا بيولوجيا للبيئة المائية الموجود فيها الملوثات الكيميائية .

3- ان التلوث البيولوجي قد يضيف الي البيئة المائية سموما كيميائية وعناصر ضارة منتجة بالكائنات الحية الدقيقة .

(مثل بعض انواع الطحالب) والتي يؤدي تراكمها وزيادتها الي انتاج عناصرغريبة تحدث خللا بيئيا للبيئة المائية .

4- التلوث الكيميائي قد يقلل من عمليات التنقية الذاتية للمسطحات المائية .

مما قد يؤدي الي تراكم بعض الملوثات والتي قد تزيد من معدلات نمو بعض الكائنات المائية بدرجة قد تسبب تلوثا بيولوجيا واضحا بتلك البيئات.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الفيزيائي

التلوث البيولوجي هو تلوث بملوثات حية كالكائنات الدقيقة الممرضة او بالنباتات والحيوانات المائية الضارة ، وتتمثل العلاقة بين التلوث البيولوجي للماء والتلوث الفيزيائي من خلال المظاهر الاتية :

1- وجود الملوثات البيولوجية في الماء من شأنها ان تغير من الصفات القيزيائية الطبيعية للماء محدثة تغيرا أو تلوثا فيزيائيا

ومن امثلة ذلك تلوث الماء بكميات كبيرة من الطحالب التي تؤدي الي زيادة عكارة الماء وبالتالي تغير وتقلل من نفاذ الضوء خلال طبقات الماء .

2- التلوث الفيزيائي للماء مثل التلوث الحراري من شانه ان يؤثر علي الكائنات الحية الموجودة في الماء ومن ثم يؤثر علي الاتزان البيولوجي الموجود به .

فالماء الملوث حراريا قد يعمل علي هجرة بعض الكائنات الي اماكن اخري ملائمة حراريا .

لذا فإن تعرض الأحياء لحرارة عالية سوف يؤدي إلى تغيرات في معدلات التكاثر والتنفس والنمو وقد يؤدي إلى موت هذه الأحياء .

ويتناسب هذا التأثير مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة وفترة التعرض لهذه الحرارة.

3- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة مثل المخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل البيولوجي بشكل خاص (Nonbiodegradable) ، والتي لها القدرة على الثبات داخل البيئة .

وهذه المخلفات قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت ، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر تتعرض لها الطيور فتموت فيها .

أو أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها.

وتعد الجيوانات والطيور النافقة داخل البيئات المائية من صور التلوث البيولوجي لهذه البيئات.

4- التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة القابلة للتحلل بيولوجيا او كيميائيا قد تتحلل الي مركبات كيميائية تؤثرعلي الاتزان البيولوجي للبيئة المائية عن طريق تأثيرها علي معدلات النمو والتكاثر للكائنات المائية.

ومن اهم الاسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في المياه الملوثة بمخلفات الصرف الصحي والصناعي هو:-

صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية الي شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي الي انتشار الامراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

الاضرار الناجمة عن تلوث المياه

1- تسمم الاحياء المائية الموجودة في الماء نتيجة تزايد كمية المواد الكيميائية الملوثة للماء

2- تناقص الاوكسجين المذاب في الماء مما يؤدي الى تناقص الاحياء المائية نتيجة التلوث من الصرف الصحي والكيماويات الصناعية والزراعية .
3- ازدياد وكثرة الطفيليات والبكتيريا يجعل هذه المياه غير صالحة للشرب او السباحة او الري او حتى التنظيف .
4- صعوبة اختراق الضوء لسطح الماء نتيجة تغطية السطح بالملوثات يؤدي الى تضرر الاحياء المائية تحت سطح الماء .
5- ظهور الكثير من الامراض الناتجة عن التلوث مثل الربو والحساسية في الصدر وامراض السرطان والامراض الجلدية وامراض العيون واضطرابات المعدة وتضخم الكبد وفقدان الذاكرة والخمول والتبلد والنزلات المعوية والتيفوئيد والاسهال والجفاف والكوليرا والتسمم .
6- ظهور اطفال مشوهين بسبب تدمير خلايا الوراثة .
7- وهناك عناصر تؤثر على الدم والمخ والعظام ومنها الرصاص والزئبق والزرنيخ والحديد والكلور والفلور والكاديوم والامطار الحمضية والمفاعلات النووية والمواد الكيماوية والنفط ومياه الصرف الصحي والمبيدات الحشرية والبلاستيك .
8- امتداد مدة مكوث المخصبات الزراعية الكيميائية الى مدى طويل في التربة مما يؤثر في تلوث المياه .
9- زيادة نمو الطحالب والنباتات المائية في المسطحات المائية كالبحيرات الملوثة بالصرف الصحي يؤدي الى انتهاء الاوكسجين مما يقضي على الاسماك والكائنات البحرية .

تقسيم المياه بالنسبة لصلاحيتها للاستخدام

تقسم المياه حسب صلاحيتها للاستخدام الى :-

1- مياه نقية صالحة للاستخدام safe water

ماء خالي من الجراثيم او المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا او تجعله غير صالح للاستعمال او غير مستساغ الطعم والرائحة.

2- مياه غير نقية polluted water مياه ملوثة تلوثا طبيعيا

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية اكسبتها تغيير في اللون والطعم والرائحة او العكارة نظرا لوجود مواد غريبة عضوية او عالقة في الماء .

3- مياه غير صالحة للاستعمال contaminated water

وهي المياه التي تحتوي على احياء مجهرية مرضية او غير مرضية او مواد كيمياوية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظرا لما تسببه من امراض مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب او ري المزروعات .

من المواد التي تتواجد في المياه الطبيعية من مصادر مختلفة :-

1- مياه الامطار:- يمكن ان يتواجد فيها مواد عالقة مثل بعض الشوائب او الغبار في الهواء الجوي او تكون مواد ذائبة مثل CO_2 , O_2 , NO_2 , NO

2- المياه السطحية :- يمكن ان تتواجد فيها مواد عالقة مثل الطين ، الطمى ، احياء مجهرية ، مواد عضوية او تتواجد فيها مواد ذائبة مثل
$4CO_2, N_2, O_2, NO_3, NH_4, CO_3, HCO_3, SO$ واحماض عضوية واملاح كلوريدات وكبريتات ونترات وفوسفات او قد تحتوي على مواد عالقة غروية مثل المواد الملوثة واحماض عضوية ومواد عضوية على شكل دقائق صغيرة

3- المياه الجوفية توجد في المياه الجوفية مواد عالقة مثل دقائق اطيان وسبورات الاحياء المجهرية

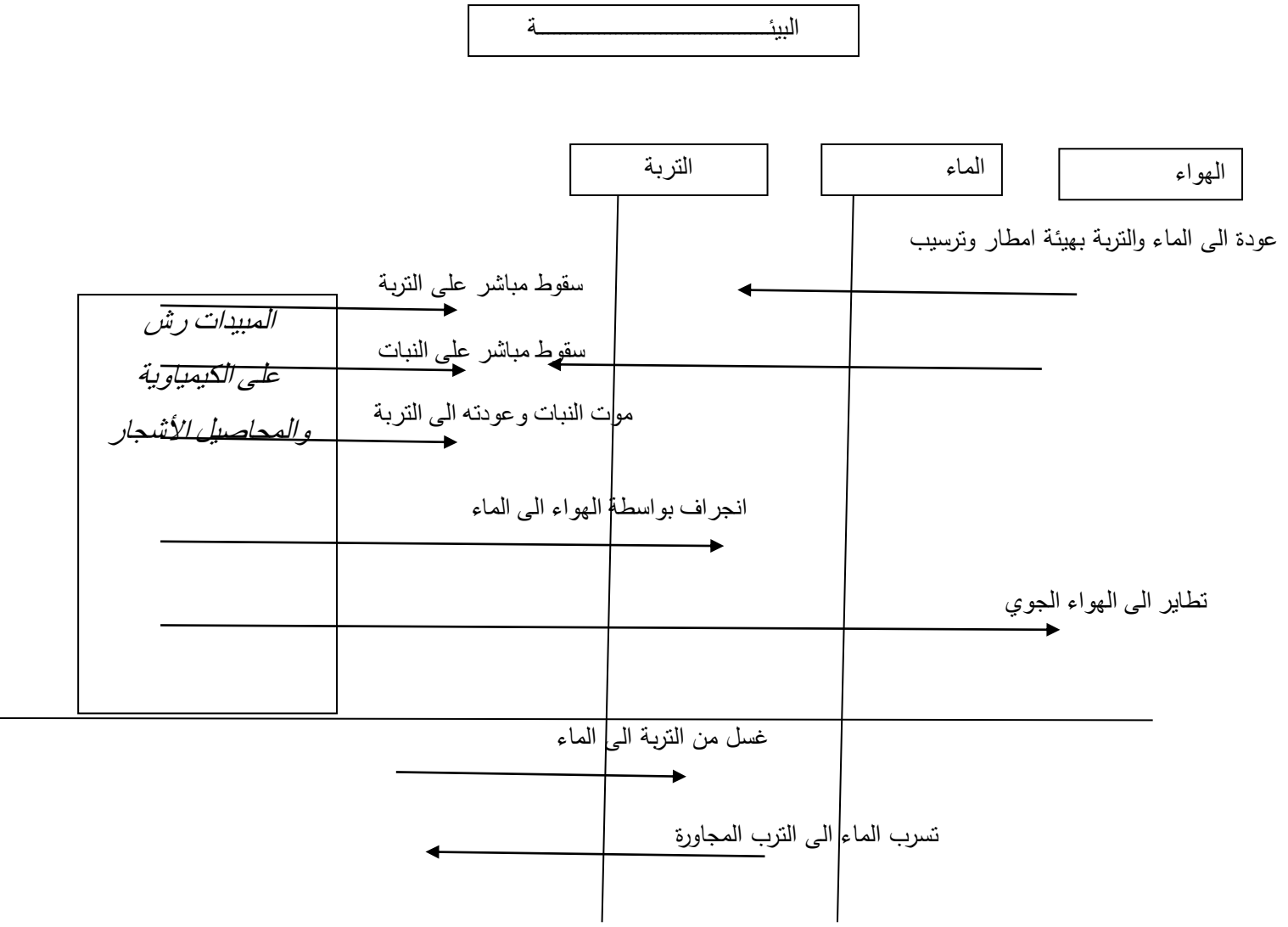
التلوث بالمبيدات الكيميائية **Pesticide**

احد وسائل تلوث التربة الكيميائي الناتج عن النشاط الزراعي بأستخدام مركبات او مواد كيمياوية عضوية او غير عضوية بهدف القضاء على الاحياء الضارة التي تشارك الانسان والحيوان في غذائه وتهدد الإنتاج الزراعي بالتدهور وانخفاض الإنتاجية وتسبب خسائر هائلة في المنتجات الزراعية وتشمل هذه المركبات الاتي :-

1- مبيدات الحشرات insecticides
2- مبيدات الفطريات fungicides
3- مبيدات الادغال herbicides
4- مبيدات البكتريا bactericides
5- مبيدات النيماتودا nematicides

وهذه المركبات الكيمياوية تستخدم بطرق مختلفة تبعا لموقع او مكان ونوع الإصابة التي تحدث فمنها ما يضاف الى سطح التربة مباشرة والأخر يحقن تحت سطح التربة وقسم منها يرش بشكل رذاذ على سطح أوراق النباتات او الادغال والأخر تتعامل البذور به بشكل مباشر قبل الزراعة وقسم يرش على النباتات بشكل غبار (العفير) . ان سوء استخدام هذه المبيدات من ناحية النوعية والكمية والتراكيز المستخدمة وطريقة الرش ووقت اضافته أدى الى تلوث البيئة سواء كانت التربة او المياه او الهواء وينتج عن هذا تأثيرات جانبية ضارة للإنسان والحيوان والنبات والاحياء المجهرية في التربة والمياه التي تئدي دورا مهما في دورات العناصر الغذائية وتحولاتها المهمة في البيئة وتحليل كافة المواد والفضلات العضوية النباتية والحيوانية او تحليل المركبات الملوثة للتربة . كما ان دورها كبير في تحسين خصائص التربة الكيمياوية والفيزياوية والخصوبية ومهما اتخذ الانسان من احتياطات ضرورية فلا يمكنه ان يمنع حدوث التلوث بشكله النهائي. شهدت السنوات الأخيرة من القرن الماضي تزايداً ملحوظاً لإنتاج المبيدات الكيميائية في العالم، وأصبحت المبيدات بصورة عامة والحشرية منها بصورة خاصة، إحدى الوسائل التكنولوجية المعتمدة لزيادة الإنتاج الزراعي ومكافحة الأمراض المميتة للإنسان والحيوان. والمبيدات عبارة عن مادة كيميائية تقتل أو تمنع أو تحدّ من تكاثر وانتشار الكائنات الحية التي تنافس الإنسان في غذائه وممتلكاته وصحته.

ويمكن ملاحظة توزيع المركبات الملوثة في التربة والماء والهواء بالشكل التالي:-



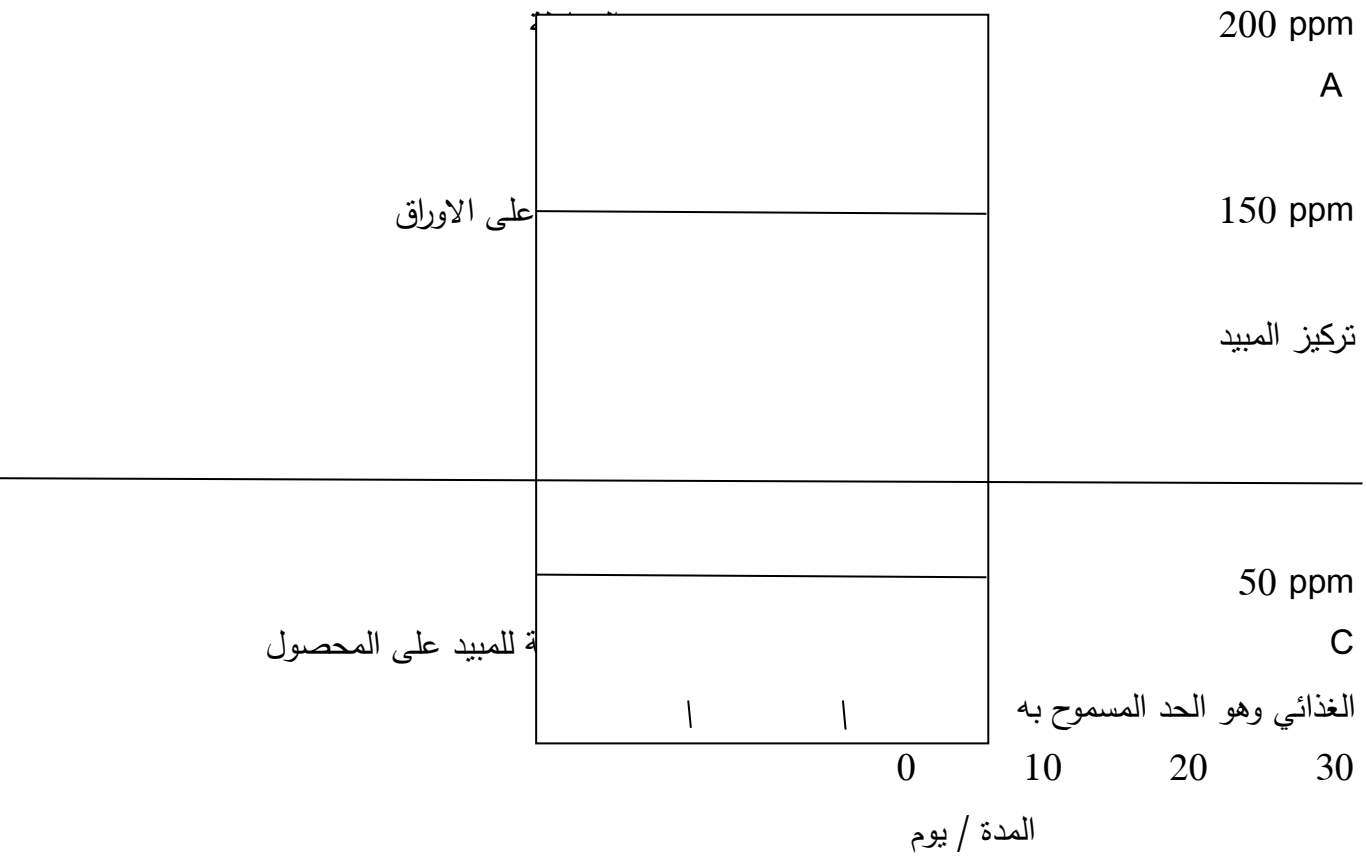
(شكل يوضح توزيع المبيدات في البيئة بعد القيام بعملية الرش على الأشجار او المحاصيل)

منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) نبهت الى المخاطر الصحية الناجمة عن استخدام المبيدات على نطاق واسع في مكافحة الافات الزراعية والحشرات المنزلية والقوارض . هذا الامر دفع البحوث العلمية الى الاستمرار في الكشف عن بقايا المبيدات Pesticide residues في أجزاء المحيط الحيوي ومختلف الأغذية وانسجة الحيوان والنبات . ان مدة بقاء المبيد قد تطول وتقصر تبعا لقدرة الاحياء المجهرية في تحليل المبيد عند توفر الظروف البيئية الملائمة لذلك من حرارة ورطوبة وتهوية ومصدر كربوني عليه اتجهت بعض الدول الى الحيود عن استخدام المبيدات ذات الاعمار الطويلة في مقاومة الافة ومنها المركبات الكلورية العضوية والزئبقية العضوية ، كما حرمت بعض المبيدات الخطرة مثل مبيد الـDDT بعد ان ثبت بقاءه لمدة طويلة في النظام البيئي .

لذلك بدأ استخدام منحني التلاشي لكل مبيد على انفراد Dissipation curve الذي يوضح طول

عمر المبيد او مدة بقاء المبيد في البيئة ، والمقصود به هو الفترة المحصورة بين معاملة المبيد ووصول بقاياه الى الحد المسموح به او المستوى الذي يتحمله الكائن الحي Tolerance وحجم التلوث الذي قد ينجم عن استخدامه . لذلك يوجد منحني تلاشي لكل مبيد تبعا لمكوناته الكيمياوية وتركيز استخدامه وطريقة اضافته ونوع الاحياء التي تعمل على تحلله . والشكل التالي يبين منحني التلاشي لمبيد كيمياوي .

مخطط يوضح منحني التلاشي لمبيد كيمياوي بعد الرش



اعند استخدام المبيد او رشه على النباتات فأن ما لا يقل عن 25% من الكمية المستخدمة تفقد مباشرة في الهواء الجوي وتحمل بواسطته الى مناطق قد تكون بعيدة او قريبة ويساهم هذا الجزء في تلوث التربة والماء والهواء الجوي ، وتمثل هذه الكمية الفقرة (A) في المخطط أعلاه وهي الفرق بين مستوى المعاملة ومستوى الكمية الساقطة على الأوراق فعلا . وبعدها يخضع المبيد لعملية تلاشي ديناميكية اذ تؤدي الظروف المناخية من حرارة ورطوبة وضوء دورا كبيرا في تحلل المبيد . اذ يتأثر قسم كبير منه اذا كانت درجة الحرارة مرتفعة والرياح شديدة كما قد تغسل كمية منه من التربة عند سقوط الامطار الغزيرة ، اما المبيد الذي ينفذ الى داخل النبات فيخضع الى عمليات حيوية (Metabolism) كما يخضع المبيد المترسب على الأوراق والساقط على التربة الى عمليات

تحلل بواسطة او من قبل الاحياء المجهرية في التربة ، وبهذا تصبح بقايا المبيد بعد مدة قد تطول او تقصر بمستوى تركيز مسموح به وليس له تأثيرات ضارة على البيئة والاحياء الأخرى ، ونلاحظ كمية المبيد في الفقرة B في منحنى التلاشي تمثل نسبة كبيرة من المبيد المستخدمة وتساهم هذه الكمية في تلوث الماء والتربة والهواء الجوي.

اما الكمية C فتمثل المستوى المسموح به وليست خطرة على الانسان والحيوان والبيئة ، كل هذا دفع الباحثين الى التفكير في إيجاد طريقة بديلة في مكافحة الآفات الزراعية والمنزلية اقل خطرا على الحياة والبيئة فكان برنامج الإدارة المتكاملة للآفات الضارة (IPM) Integrate pest management والذي يهدف الى إدارة مجتمع الافات بأستخدام الطرق المتوافرة الأخرى كالاعداء الحيوية والعوائل والاصناف المقاومة لتقليل سكان الافة الى المستوى غير الضار اقتصاديا وتجنب استعمال المبيدات ما امكن ذلك كونها تسبب التلوث البيئي وخطورتها على الانسان والحيوان والنبات والتغيرات البيئية الأخرى كالاحتباس الحراري والتغيرات المناخية الأخرى في المحيط الحيوي.

مدة بقاء المبيد في التربة

تعتبر التربة المستودع الرئيسي لكميات المبيدات المستخدمة والتي تصل اليها بعد سقوطها مباشرة من الرش او من النباتات المعاملة بعد عودتها الى التربة او معاملة التربة نفسها بالمبيدات لمكافحة الافات الضارة او الادغال قبل الانبات . ان تراكم المبيدات ذات الاعمار الطويلة في التربة لا سيما الكلورية والزئبقية العضوية والزرنيخية يؤثر بشكل مباشر في اعداد المجتمع الميكروبي ويوقف نموه ونشاطه في تحليل المواد العضوية التي تعيد للتربة خصوبتها ، وتعتبر مبيدات الالدرين والديالدرين والـDDT من اكثر المبيدات الكلورية العضوية في تلوث التربة وذلك بسبب طول عمرها او مدة بقائها وتكرار استخدامها في التربة المستخدمة لانتاج الفواكه والخضر ، ومن اضرارها هو تجمع المبيدات في الأجزاء الدهنية لاجسام الخلايا الميكروبية وتراكم تركيزها في جسم الكائن الحي خلال انتقالها في السلسلة الغذائية والجدول ادناه يوضح ذلك :-

جدول يوضح عمر المبيدات الكلورية العضوية في التربة

اسم المبيد	التركيز كغم .هكتار$^{-1}$	الوقت اللازم لاختفاء 50% من الجرعة (أسبوع)	الوقت اللازم لاختفاء 90% من الجرعة (أسبوع)
الدرين	1.1-3.4	0.3	3
كلوردرين	1.2 – 2.2	1.0	4
DDT	1.1 – 2.8	2.8	10
دي الدرين	1.1 – 3.4	2.5	8

التحولات الحيوية للمبيدات في التربة

المبيدات مواد كيمياوية قد تكون عضوية او لا عضوية صممت للقضاء على الاحياء التي تهدد حياة الانسان والحيوان والنبات وتشمل مبيدات الحشرات والفطريات ومبيدات الادغال والبكتريا والنيماتودا ولهذه المبيدات استخدامات مختلفة فمنها ما يضاف على سطح التربة مباشرة والاخر يحقن تحت سطح التربة او تعامل البذور به قبل الزراعة او قبل الخزن ومنها ما يرش على الاوراق او على النباتات والادغال او الاشجار وجميعها سوف تصل الى التربة في نهاية الموسم ، ان دخول هذه المبيدات الى التربة وبمستويات عالية التركيز سوف تهدد حياة المجتمع المايكروبي في التربة التي قلنا عنها انها معدة الارض التي تهضم جميع المركبات العضوية واللاعضوية التي تدخل بوسائل مختلفة . وذكرنا اهمية هذا المجتمع المتكون من احياء مجهرية مختلفة في الحجم والشكل والوظائف وطريقة المعيشة والنمو والتكاثر والتي لها اهمية اقتصادية كبيرة في دورة العناصر الغذائية والتوازن البيئي وتحسين خصائص التربة الكيمياوية والفيزياوية والخصوبية فضلا عن كون المبيدات مركبات عضوية قد تستعمل مصدرا للكربون والطاقة للاحياء المجهرية في التربة .

العلاقة بين احياء التربة المجهرية والمبيدات

هناك عوامل عديدة تتحكم بمدى التأثيرات السلبية لاي مبيد على احياء التربة المجهرية اهمها نوع المبيد والتركيز المستعمل وطريقة اضافته ومدى بقاء المبيد بحالته السمية. قسم من المبيدات تؤثر في الاحياء المجهرية الحساسة في حالة استعمالها بتراكيز واطئة . من اكثر انواع بكتريا التربة تأثرا عند استعمال المبيدات هي بكتريا النترجة Nitrosomonas التي تقوم بأكسدة الامونيوم NH_4 الى نتريت NO_2 ثم تليها بكتريا Nitrobacter التي تؤكسد النتريت الى نترات NO_3. ان عدم تأكسد النتريت بواسطة هذه الاجناس البكتيرية يعني تجمعها بتراكيز عالية تؤثر في جذور النباتات الحساسة للامونيا كغاز .كذلك ان قسما من النباتات تفضل امتصاص النترات على الامونيوم وقسم

منها لا يمتص الا النترات ، وهذه الامونيا او النترات اما ان تمتص من قبل النباتات او تغسل من التربة الى المسطحات المائية او الأنهار القريبة او قد تتطاير بأرتفاع درجة الحرارة على شكل غاز الامونيا NH_3 لا سيما في الترب القاعدية او تثبت في التربة او تحصل عملية عكس النترجة في ظروف الاغداق او الظروف اللاهوائية واغلب هذه الاليات لا يستفاد منها النبات . ان مبيدات الادغال والحشرات بصورة عامة لها تأثير قليل في احياء التربة عدا الطحالب مقارنة بمبيدات الفطريات التي يكون لها تأثيرات سلبية كبيرة ويعود السبب لان استخدامها يكون بتراكيز واطئة اما الثانية فتستخدم بتراكيز عالية ، كما يؤثر استخدام المبيدات على بكتريا تثبيت النيتروجين الجوي بصورة تعايشية او حرة . ان التربة تحتوي على اعداد لا حصر لها من الاحياء الدقيقة وقسم منها يتأثر قليلا عند استخدام المبيدات ثم يبدأ العمل على تحويل المبيد الى مركبات اقل سمية وخطورة على الاحياء الأخرى واحيانا يحصل العكس وهو ان الاحياء الدقيقة تقوم بتحويل المبيد من الحالة الطبيعية الى الحالة الخطرة الأكثر سمية لهذه الأسباب اتجهة الباحثون الى التربة مباشرة لتقييم التاثيرات السلبية لاي مبيد اذ تضاف تراكيز مختلفة من المبيد الى عينات التربة ويدرس مدى تاثير كل تركيز في العمليات الحيوية داخل التربة ومنها معدنة الكاربون العضوي ومعدنة النتروجين العضوي ونشاط الانزيمات واستهلاك الاحياء الدقيقة للاوكسجين .

ماذا يحدث للمبيد الذي يصل الى التربة

المبيد الذي يصل الى التربة مباشرة او يصل اليها بعد الرش بواسطة الهواء اوالمياه او المياه او على سطوح النباتات والتي تسقط على التربة بعد موتها يتعرض الى عمليات فيزياوية او كيمياوية او حيوية .

من الناحية الفيزياوية:-

1- يمكن للمبيد ان يتحرك على سطح التربة بواسطة الرياح اوالماء او قد يغسل الى اعماق التربة ويصل الى الماء او المسطحات المائية المجاورة وبالتالي تلوث هذه المياه ويتوقف مقدار التلوث على نوع المبيد المستخدم وتركيزه.

2- قد يتطاير المبيد من سطح التربة فيصل الى طبقة الاوزون الذي يؤدي الى تاثيرات خطرة وهي تدمير طبقة الاوزون وبالتالي وصول الاشعة فوق البنفسجية الى سطح الارض والى اجسامنا وتسبب اضرار فادحة للانسان والحيوان والنبات .

اما من الناحية الكيمياوية:-

1- قد يتحلل المبيد بواسطة ضوء الشمس Photochemical decomposition لاسيما القريب من سطح التربة ومنها D-2,4 والاترازين.

2- قد يحصل تفاعل بين المبيد وجزيئات التربة التي تمدص (Adsorption)المبيدات على

سطوحها او على سطوح المادة العضوية من خلال الشحنات السالبة والموجبة وبهذه العملية يصبح المبيد اقل سمية واقل خطورة على البيئة والمحيط الحيوي.

3- قد يصبح المبيد غير جاهز للتحلل الحيوي مدة من الزمن كونه ممدص بقوة على سطوح غرويات الطين او المادة العضوية ولكن بعملية التبادل الايوني قد يتحررثانية الى محلول التربة ويتعرض الى تحولات فيزيائية او حيوية .

التحلل الحيوي للمبيدات

تقسم الاحياء التي تقوم بتحليل المبيدات الى مجموعتين :-

1. المجموعة الاولى هي الاحياء التي تحلل المبيدات دون ان تستعملها كمصدر للكربون والطاقة Co metabolism او الاكسدة المرافقة Co oxidation فمثلا هناك بكتريا تابعة للجنس Aerobacter وبالأخص بكتريا *A. aerogenes* بأمكانها تحليل المبيدات المقاومة للتحلل مثل الـ DTT الى P-chlorophenyl acetic acid دون الاستفادة منه مصدرا للكربون.
2. المجموعة الثانية الاحياء المجهرية التي تستعمل المبيدات مصدرا للكربون والطاقة والنتروجين واحيانا الكبريت لتحليلها بطرق مختلفة وكما يأتي :-

1- Detoxication عملية تحويل المبيد من الحالة السامة الى الحالة غير السامة او ما يسمى بأزالة السمية Detoxication كتحويل مبيد الـ D-2,4 بواسطة بكتريا جنس Arthrobacter الى dichlorophenol-2,4 وكما يأتي

2- التنشيط Activation يمكن لقسم من الاحياء المجهرية ان تحول مواد معينة غير سامة او قليلة السمية الى مبيد حقيقي وسام ومنها تحويل مبيد الادغال قليل السمية 2,4-DB الى مبيد ادغال اخر اكثر سمية هو D-2,4 وكما يأتي :-

3- تحويل مجال السمية:- تقوم بعض الكائنات الدقيقة بتحويل مبيد معين يستعمل ضد

نوع معين من الاحياء الى نوع اخر او مبيد اخر يقوم بقتل انواع اخرى تختلف عن الاولى مثل تحويل المبيد الفطري Pentachlorobenzyl alchohol الى مبيد يقوم بقتل النباتات وهو Pentachloro benzoic acid كما موضح ادناه:-

4- تعقيد المبيد Conjugation اي تضاف الى حلقة البنزين الداخلة في تركيب الكثير من المبيدات مجموعة المثيل او حامض اميني عضوي او ربط المبيد مع مركبات اخرى تجعله اكثر تعقيدا وفي معظم الحالات سوف يتحول المبيد من الحالة السامة الى غير السامة كتحول الـ Propanil في التربة بالطريقة التالية :-

5- تحليل المبيدات الى مصادرها الاولية Degradation تقوم الاحياء المجهرية ومن اجناس معينة من البكتريا والفطريات بتحليل المبيدات الى غاز $2CO$ والعناصر المعدنية الاصلية المكونة له . وقسم من الكربون المكون للمبيد سوف يستعمل في بناء خلايا جديدة وان خطوات التحلل تختلف من مبيد الى اخر.

كيفية انتقال المواد السامة

على ضوء بحوث عدة، تجمّع الكثير من الحقائق حول تأثير المبيدات، وخاصة الـDDT" و"H.C.C.H" وغيرها، على الخلايا العصبية، وعلى الهرمونات الجنسية للحيوانات الفقارية، ومن ضمنها الإنسان؛ ولذلك يعتبر بعض الباحثين أن هذه المواد يجب ألا تستعمل أكثر من مرتين، كما أنه لا بد من استبدالها بطرق أخرى غير ملوثة للبيئة أو الوسط الذي نعيش فيه.
وتؤدي هذه المواد الى تطوّر غير طبيعي لكثير من الكائنات الحية ذات الأهمية الإقتصادية والتي تعيش في الماء، كما تؤدي الى تقليل نسبة التركيب الضوئي بشكل كبير الذي يؤدي بدوره الى اضطراب التوازن الغازي في الماء (نقص كمية الأوكسيجين).
ويعتقد الباحثون أنه نتيجة لازدياد تركيز هذه المواد في جسم الإنسان فسوف تظهر عليه آثارها السلبية عند انتقالها بالسلسلة الغذائية. لقد استعمل مبيد الـDDT للقضاء على البعوض في المستنقعات حيث رشت به هذه المستنقعات لعدة سنوات متتالية. واستعمل المبيد بتركيز منخفض كي لا يؤثر على الكائنات المائية المتواجدة هناك، ولكن غاب عن اذهان الباحثين أن هذه المواد صعبة التفكك، وتبقى لفترة زمنية طويلة محتفظة بسميتها، وهكذا انتقلت المواد المذكورة عبر السلسلة الغذائية الى النباتات ومن ثم الأسماك. فالحيوانات والطيور التي تعيش على الأسماك، ونتيجة لما يعرف بظاهرة التكبير الحيوي البيولوجي، بات تركيزها عالياً لدى الفئة الأخيرة، فماتت جماعات منها. إن ازدياد تركيز هذه المواد يؤدي الى نتائج خطيرة منها:

1- التأثير على البناء الضوئي في النباتات المائية، ومع أن ذلك لا يؤثر على كمية الأوكسيجين في الجو لكنه قد يؤثر على المصادر الغذائية للإنسان حيث أن هذه الكائنات توجد في أسفل السلسلة الغذائية.

2- يؤثر المبيد الحشري الـ DDT على تكاثر بعض الحيوانات، كالطيور البحرية عن طريق التأثير على هرمونات الجنس، مما يؤدي الى وضع هذه الطيور بيضاً رقيق القشرة، وبالتالي الى نقص في تعداد بعض أجناس هذه الحيوانات الى حد الإنقراض.

3- يوجد المبيد الحشري الـ DDT في بعض أسماك البحار بكميات تقترب من الكميات التي تسبب قتلاً جماعياً لهذه الأسماك. ويعتبر تحريم أو منع استيراد مثل هذه المبيدات أمراً هاماً، حيث أنها لا تتحلل في المحيط الحيوي بسهولة.

مصادر تلوث البيئة بالمبيدات

تتعدد مصادر تلوث البيئة في البلدان النامية المستوردة لتلك المبيدات، وسوف نحصر أهمها في النقاط التالية:

1- استخدام وتداول المبيدات عشوائياً: كثيراً ما يستخدم المزارعون تلك المبيدات من دون علمهم بنوع المبيد ولا الإسم التجاري المستخدم. بالإضافة الى ذلك لا يعتمدون على الجرعة الموصى بها

من قبل الشركات المنتجة مما يزيد من تلوث البيئة.

2- المبيدات المحظور استخدامها محلياً ودولياً: هذه الظاهرة ذات شهرة ورواج كبير في البلدان النامية، حيث أن هذه البلدان تعتبر سوقاً لتصريف المركبات الكيميائية السامة. ومع أن بعض هذه الدول تقوم بتحريم تداول هذه المبيدات إلا أن المنع والتحريم لا يجد طريقه الى الإتجار بالمواد الكيميائية القاتلة، مما قد يسبب حالة تسمم ووفاة بين مستخدميها، ويؤدي الى أضرار بالغة ومدمرة للبيئة.

3- الحالات الطارئة أو المفاجئة: هي الحالات التي يتم فيها انتشار المبيدات في البيئة بسبب حدوث انفجارات، ما يؤدي الى إصابة الكثيرين بالعاهات والأمراض المزمنة.

تأثير المبيدات الحشرية على البيئة

أشارت جميع الدراسات العلمية الى خطر التسممات الناشئة عن المبيدات الحشرية وتأثيرها على البيئة اذ تؤدي عمليات الرش الى انتشار المبيد الحشري الى مسافات تتعدى كثيراً المواقع المطلوب رشها. وينتشر الرذاذ في الهواء قبل أن يتسرب مع الغبار أوالأمطار الى النباتات والتربة والماء، وقد يتأكسد المبيد المترسب بفعل أشعة الشمس والحرارة... تعتبر المبيدات الحشرية من أهم ملوثات البيئة لتأثيرها الشامل على جميع مكوناتها الحية، بما في ذلك تأثيرها على التوازن البيئي. حيث كثرت في السنوات الأخيرة الحوادث الناتجة عن التلوث. خصوصاً في دول العالم الثالث، والتي تعتبرها البلدان الصناعية الكبرى مدفناً لنفاياتها وسوقاً لسلعها، وقد أدى ذلك الى تلوث خطير للغذاء الذي نتناوله والماء الذي نشربه والهواء الذي نتنشقه والتربة التي نأكل خيراتها...

تلوث الغذاء:- يعتبر استخدام المبيدات الزراعية والحشرية أمراً ضرورياً لحماية المحاصيل الزراعية وبالتالي الى زيادة الإنتاج وخفض ثمنه. وحسب آراء الباحثين فإن تعرض الإنسان لمتبقيات المبيدات الحشرية يؤدي الى مخاطر السمية المزمنة والإصابة بالأمراض الخطيرة، كما أن بعض المبيدات الفوسفورية العضوية تؤدي الى السمية العصبية المتأخرة التي تنتهي بالشلل المزمن.

لقد لوحظ خلال السنوات الأخيرة أن معظم حوادث التلوث بالمبيدات تحدث نتيجة لعدم احترام التحذيرات الأولية عند استخدام تلك المواد. لذلك فإن وجود يافطة تحوي التعليمات الواضحة والتحذيرات التي يتوجب اتخاذها عند استعمال تلك المبيدات يعتبر أمراً ضرورياً وخاصة في البلدان النامية، كما أن فرض رقابة مشددة وقيام الهيئات العامة بوضع المقاييس والمعايير للتأكد من نقاوة تلك المركبات وبيان طرق استخدام كل مادة لها علاقة بتلوث الغذاء، يعد من الأمور الأساسية للوقاية منها.

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 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. تعتبر 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 أوالمياه 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.

تلوث التربة الزراعية يعرف بأنه الفساد الذى يصيب التربة الزراعية فيغير من صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلباً بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من انسان وحيوان ونبات.

يتوقف التلوث بالتربة الزراعية على نوع التلوث ، صفات التربة ، الظروف المناخية والعوامل الطبيعية. وقد يكون بصورة فورية مثل الزلازل والبراكين أو بصورة تدريجية مثل استخدام المبيدات والأسمدة المعدنية وإعادة استخدام المياه العادمة فى رى الأراضى.

الملوثات التى تختلط بالتربة الزراعية تفقدها خصوبتها حيث تسبب قتل البكتريا المسئولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النتروجين بها. بل قد تحتوى التربة على مكونات بيولوجية قد تكون مسببات أمراض من كائنات دقيقة بكترية وفطرية وبروتوزويه وفيروسيه.

وقد تحتوى التربة على مصادر العدوى بديدان الأمعاء من بيض ويرقات والتى قد تصل إلى التربة مباشرة عن طريق الأنسان أو عن طريق مياه الرى الملوثة بمياه الصرف الصحى وبعض تلك الديدان تسبب أمراض خطيرة مثل الأنيميا وأمراض الكبد والكلى والأمعاء.

المحافظة على التربة من التلوث والتدهور ضرورة حتميه من ضروريات العصر لارتباطها بصحة ووجود الانسان. ويعتبر الوعى البيئى هو أهم الطرق للحفاظ على التربة من التلوث ويتحقق ذلك عن طريق رفع المستوى التعليمى والثقافى وتعليم الافراد كيفية التعامل مع التربة بحيث يصبح جزء من سلوك الفرد حيث ان المحافظة على التربة من التلوث هى مسئولية جماعية تتطلب الاقتناع التام بمسئولية الافراد تجاه التربة بحيث يصبح الحفاظ عليها أمرا واقعيا.

مصادر تلوث التربة الزراعية

وتختلف مصادر تلوث التربة حيث يمكن تقسيمها الى:-

1- مصدر مباشر:

يقصد به مصدر محدد ومعلوم يمكن قياس كمية الملوثات الصادرة منه مثل انابيب الصرف الصناعى والصرف الصحى.

-2مصدر غير مباشر:

هى المصادر التى من الصعب قياس كمية الملوثات الناتجة عنها وذلك لانتشارها على مساحات كبيرة.. مثل التلوث الناجم من الاسمدة الكيماوية والمبيدات التى تحملها المياه السطحية إلى الاراضى الزراعية . وتلوث الهواء الجوى الناتج من عوادم السيارات والمصانع.

وتعتمد حركة الملوثات فى التربة على الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة ويتوقف معدل انتقال الملوثات على خواص التربة الفيزيائية وبالتحديد التوزيع الحجمى للحبيبات والكثافة الظاهرية ولأنهما يؤثران على حركة الماء والهواء خلال التربة. رقم pH يؤدى الى ترسب العناصر الثقيلة.. فالزرنيخ والسلينيوم يكونا اكثر حركة فى الظروف القاعدية بينما الرصاص والزنك والكادميوم فى الظروف الحامضية. تصبح العناصر اقل حركة فى الاراضى الخفيفة عنه فى الاراضى الطينية.

تقسيم الملوثات

يمكن تقسيم الملوثات تبعا للتركيب الكيميائى لها أو استخدامها الى:-

أولا: ملوثات عضوية **Organic Pollutants** . وتشمل:

1- هيدروكربونات عطرية حلقية Polycyclic aromatic hydrocarbons ومصادرة:-

احتراق الفحم والبترول والخشب، اسفلت ، قطران الفحم، انبعاث عوادم السيارات ، الشحوم.

2.النيتروالعطرية Nitroaromatic ..ومصادرة (القنابل – المبيد الحشرى – المبيد البكتيرى).

3.الفينيولات وانيلينات Phenoles,anilines ..ومصادرة (المبيدات البكتيرية – مياه صرف مصانع – مواد الصباغة – مبيدات الحشائش).

4.الهالوجينات العطرية Halogenated aromatic مصادرة (مبيدات الحشائش – حرق المخلفات الطبية والمخلفات الصلبة والمخلفات الخطرة – احتراق البترول والفحم والاطارات – مناجم الرصاص).

5.الهالوجينات الاليفاتية Halogenated aliphatic ..ومصادرة (صناعة البلاستيك).

6.المبيدات Pesticides ..ومصادرة (الزراعة – صناعة المبيدات).

7.منتجات البترول .. ومصادرة (صناعة تكرير البترول – السيارات ووسائل النقل – الصناعة).

ثانيا: ملوثات غير عضوية **Inorganic Pollutants** وتشمل:

أ.العناصر الثقيلة والنادرة.

ب.النتروجين.

ج.النظائر المشعه.

أ. العناصر الثقيلة والنادرة

مصادرها فى التربة تنقسم الى:

1-مصادر طبيعية:- حيث التربة خليط من معادن نتجت من ملوثات التجوية الفيزيائية والكيميائية والحيوية لصخور القشرة الارضية مكونة مادة الاصل ومن ثم فإنها تتواجد طبيعيا فى التربة لانها جزء من مكوناتها. ويبين الجدول التالى محتوى بعض المعادن الخام من العناصر الثقيلة والنادرة.

العنصر	المعدن الخام	العناصر الثقيلة به
الفضة (Ag)	Ag_2 S, PbS	Cu,Sb,Zn,Pb,Se
الزرنيخ (As)	Fe As S,As S	Ag,Hg,Bi,Mo,Sn
باريوم (Ba)	Ba SO_4	Pb,Zn
كادميوم (Cd)	Zn S	Zn,Pb,Cu
كروم (Cr)	Fe Cr_2 O_4	Ni,Co
نحاس (Cu)	Cu Fe S_2,Cu_2 S,Cu_3 As S_4	Zn,Cd,Pb,As,Ni,Mo
نيكل (Ni)	$(Ni,Fe)_9$,S_8,Ni As	Co,Cr,As,Se
رصاص (Pb)	Pb S	Ag,Zn,Cu,Cd,Sa
زنك (Zn)	Zn S	Cd,Cu,Pb,As,Sa

Rose et al. (1979).

2- مصادر ناتجة عن النشاط الانسانىAnthropogenic Sources :- وتشمل:-

1. استخراج المعادن من المناجم .. وماينتج عنها من مخلفات تصبح مصدر للتلوث فى الاراضى المحيطة.
2. مخلفات الصرف الصحى والصناعى ... ان جميع انواع الحمأه تحتوى على تركيزات عالية من العناصر السامة الا ان الحمأه الناتجة من الصرف الصناعى تحتوى على ملوثات غير عضوية بتركيزات اعلى بكثير من الحمأه الناتجة من الصرف الصحى. وتعتبر عناصر Cd,Cu,Ni,Zn من اهم العناصر التى تسبب مشاكل فى الانتاج الزراعى عند اضافة الحمأه الى التربة.
3. التخلص من المخلفات الصلبة والسامة.. مخلفات المنازل والمصانع والمستشفيات يمكن ان تؤدى الى تلوث التربة بالعناصر الصغرى والثقيلة فالتخلص منها سواء بإلقائها او دفنها فى التربة يؤدى الى تلوث التربة وانتقالها الى المياه الجوفية.

4.احتراق الوقود (فحم – بترول).. ينتج عنه عدد كبير من العناصر الثقيلة والصغرى تشمل Mn,Cu,Ba,Se,Sb,As,Zn,Cr,Cd,Pb,V,U والتى تترسب على الاراضى المحيطة كما ان احتراق البترول الذى يحتوى على اضافات من الرصاص يعتبر من اهم مصادر تلوث التربة.

5.الصناعات التعدينية. وذلك بعدة طرق منها:-

أ- انبعاث الايروسولات والغبار المحتوى على هذه العناصر ويترسب على التربة والنبات.
ب- المخلفات السائله.
ج- وتستخدم العديد من العناصر فى صناعة السبائك والصلب والتى ينتج منها مخلفات تؤدى الى تلوث التربة.

6- المواد والكيماويات المستخدمة فى الزراعة بالممارسات الزراعية الغير رشيدة.
والمصادر الرئيسية لهذه الممارسات تشمل:-
1- الشوائب والعناصر الثقيلة السامة الموجودة فى الاسمدة الكيماوية.
2- اسمدة طبيعية من مخلفات المجازر والخنازير والدواجن والتى تحتوى على تركيزات عالية من الزنك والنحاس وتسبب سمية النبات.
3- المبيدات الكيماوية.
4- الاسمدة الطبيعية المصنعة من المخلفات.

ويوضح الجدول التالى ان الاسمدة المعدنية والاسمدة المصنعة من المخلفات تعتبر من اهم مصادر التلوث التربة بالعناصر السامة.

العنصر	الاسمدة الفوسفاتية	الاسمدة النيتروجينية	الاسمدة العضوية	الاسمدة المصنعة من المخلفات
	ملجم/كجم سماد			
الزرنيخ	2-1200	2.3-120	3-25	2-52
البورون	2-115	-	0.3-0.6	-
الكادميوم	0.1-170	0.05-8.5	0.1-0.8	0.01-100
الكوبلت	1-12	5.4-12	0.3-24	-
الكروميوم	66-245	3.1-19	0.01-0.36	0.09-21
النحاس	1-300	-	2-172	13-3580

الزئبق	0.01–1.2	0.3–2.9	0.01–0.36	0.09–21
المنجنيز	40.2000	–	30–969	–
المولبيديوم	0.1–60	1–7	0.05–3	–
النيكل	7–38	7–34	2.1–30	0.9–279
الرصاص	7–225	2–27	1.1–27	1.3–2240
القصدير	>100	–	–	–
السيلنيوم	0.5	–	2.4	–
يورانيوم	30–300	–	–	–
الفانديوم	2–1600	–	–	–
الزنك	50–1450	1.42	15–566	82–5894

Kabata-Pendias, and Adriano (1992).

7.الحروب والتدريبات العسكرية... تتلوث الاراضى التى حدثت بها المواقع الحربية بعنصر الرصاص الناتج من الذخيرة وعنصرى النحاس والزنك الناتجين من فوارغ الذخيرة وايضا بالعديد من الملوثات العضوية الناتجة من زيوت المدرعات والشحوم.

ب. النتروجين **Nitrogen**

المصدر الرئيسى للنيتروجين فى التربة هو الأسمدة النيتروجينية وتشمل الأسمدة النتراتية واليوريا والاسمدة الامونيوميه والاسمدة المخلوطة. النتروجين الموجود فى التربة معظمه فى صورة عضوية وبالتالى يكون غير صالح للنبات ولذلك تحدث عمليات بيولوجية فى التربة يتم فيها تحويل النتروجين من صورة عضوية الى صورة غير عضوية (NH4–N , NO3–N) صالحة للامتصاص بواسطة النبات أو يفقد بالتطاير أو الغسيل أو يتحول الى مكونات عضوية فى أجسام ميكروبات التربة. ونتيجة الاستخدام المتزايد للأسمدة النيتروجينية يؤدى فقد جزء كبير منها عن طريق الغسيل والنترات المفقودة من التربة عن طريق الغسيل سوف تؤدى إلى تلوث المياه الجوفية ومياه الصرف الزراعى.

وتتوقف كمية النترات المغسولة من قطاع التربة على عدة عوامل أهمها :-

i)) كمية المياه المتخللة التربة.

ii)) كمية النترات فى التربة.

iii)) نوع التربة.

iv)) نظام الزراعة.

ويكون الفقد أكبر مايمكن فى الأراضى الرملية وقليلً فى الأراضى المزروعة بالأعلاف(حشائش) وكبيراً عند زراعة محاصيل ذات نمو قصير . وعموماً توجد علاقة قويه بين كميه النترات القابلة للغسيل فى التربة ونظم إضافتها لسماد.

ج. النظائر المشعة **Radionuclides**

تشمل مصادر النظائر المشعة المصنعة اختبارات الأسلحة النووية السائلة للمفاعلات النووية ومحطات الطاقة – حوادث نقل الوقود الذرى والمخلفات السائلة للمفاعلات النووية.

تلوث التربة بالنظائر المشعة عند اجراء أول اختبار نووى عام 1950 حيث تسربت كميات هائلة من عنصرى Cs^{137} (Cesium) و Sr^{90} (Strantium) الى البيئة وما يتبع ذلك من دخول (Cs^{137}) فى السلسلة الغذائية. العنصر المشع Sr^{90} له فترة نصف عمر 28 سنة ويتسرب الى البيئة ويلوثها نتيجة لاختبارات الاسلحة النووية ولحوادث محطات الطاقة النووية ولذلك يلقى تلوث التربة بالسترنشيوم كثير من الاهتمام لان سلوكه يشابه سلوك الكالسيوم فى السلسلة الغذائية وبالتالى يمكن أن يترسب فى العظام نتيجة لوجوده فى منتجات الالبان والاغذية الاخرى. التخلص من النفايات النووية الناتجة من مصانع الاسلحة النووية ومحطات الطاقة النووية بالقائها فى التربة أدى الى تلوث التربة بالنظائر المشعة الناتجة من تحلل اليورانيوم والبلوتونيوم مثل Pu^{239}، Am^{241} حيث يمكن أن تدمص هذه النظائر المشعة على سطوح حبيبات التربة وترتبط بالمادة العضوية فى التربة.

تسرب الاشعاعات النووية من المفاعل النووى فى تشرنوبيل عام) 1986)أدت إلى تلوث المناطق الزراعية فى روسيا وأوكرانيا. وتعدى التركيز الاشعاعى فى هذه الاراضى الحد المسموح به عالميا وادى الى خروج هذه الاراضى من الانتاج الزراعى كله.

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 :

1- ونقله إلى الخلايا وهذه الحالة يطلق عليها اسم حالة تسمم الدم ، وهي حالة خطيرة تؤدي إلى تسمم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الحاوية على كمية زائدة من النتروجين.

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

3- 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 .

4- يعد الماء الذي يزيد محتواه من النترات عن 10 ppm 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 الهيموغلوبين ، فيفقد الهيموغلوبين قدرته الطبيعية على امتصاص غاز الأكسجين تمنع وصول غاز الأكسجين إلى الخلايا ، فتموت هذه الخلايا ، مما يؤدي إلى وفاة الكائن الحي.

5- 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 .

6- 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.

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 .

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.

تلوث الهواء ((Air Pollution

الهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الأقرب إلى سطح الأرض والذي عندما يكون جافاً وغير ملوث فانه يتكون من عدة غازات أهمها غاز النتروجين الذي يؤلف 78.09% منه وغاز الأوكسجين الذي يؤلف ما نسبته 20.94% والاركون بنسبة 0.93% وثاني أوكسيد الكاربون بنسبة قليلة جدا لا تزيد في الهواء النقي على 0.032% وهذه الغازات الأربعة تكون في مجموعها 99.99% من حجم الهواء. إضافة إلى غازات أخرى كالنيون والهليوم وغيرها وهذا ما يوضعه الجدول التالي ، عندما يستنشق الهواء يدخل الحويصلات الهوائية ، ويحمل للخلايا الأوكسجين الذي تحتاج اليه باستمرار . والهواء الملوث بالدخان وغازات الاحتراق التي ترسلها مداخن المصانع والمدافئ المنزلية وعوادم وسائط النقل ومصادر اخرى عديدة يفتقر إلى الأوكسجين وهو مضر بسبب السموم التي يحتويها فقد يتعرض الإنسان وخاصة على المدى الطويل لامراض القصبات والرئة (التهابات رئوية مزمنة، عجز التنفس ، تسممات ، سرطان) ويؤثر بصفة سيئة وخطيرة في القلب والدم. فالهواء يمكن عده ملوثاً عند اختلال التركيب أو التركيز لواحد أو أكثر من المكونات الطبيعة الغازية للهواء الطبيعي سواء كان هذا التغير أو التركيز لواحد أو أكثر من المكونات الطبيعية الغازية للهواء الطبيعي سواء كان هذا التغير بالزيادة أو النقصان ، أو ظهور غازات أو أبخرة أو جسيمات عالقة عضوية وغير عضوية ، أو غيرها تشكل إضرارا على عناصر البيئة وتحدث خللاً في نظامها الايكلوجي. وقد عرف خبراء منظمة الصحة العالمية تلوث الهواء بأنه الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتركيزات تعد ضارة بالإنسان أو بمكونات بيئته. وعرف تلوث الهواء من الجمعية الاجتماعية الطبية الأمريكية للصحة الصناعية (بأنه وجود شوائب أو ملوثات في الهواء وقعت فيه سواء بفعل الطبيعة أو الإنسان ، وبكميات ولمدد تكفي لإخلال راحة الكثير من المعرضين لهذا الهواء أو للأضرار بالصحة العامة أو بحياة الإنسان والحيوان والنبات والممتلكات أو تكفي مع الاستمتاع المناسب المريح بالحياة أو الممتلكات في المدن والمناطق التي تتأثر بهذا الهواء.

جدول: مكونات الهواء الجاف غير الملوث والنسب الحجمية (التراكيز)

الغاز	الرمز الكيمائي	التراكيز %	الغاز	الرمز الكيمائي	التراكيز %
النتروجين	N_2	78.09	الكربتون	KR	1 ج.م
الأوكسجين	O_2	20.94	الهيدروجين	H_2	0.5 ج.م
الاركون	Ar	0.93	أول أوكسيد النتروجين	N_2O	0.25 ج.م
ثاني أوكسيد	CO_2	0.032	أول أوكسيد	CO	0.1 ج.م

الكاربون			الكاربون		
النيون	Ne	18 ج.م	الأوزون	O_3	0.02 ج.م
الهليوم	He	5.2 ج.م	ثاني أوكسيد الكبريت	SO_2	0.001 ج.م
الميثان	CH_4	1.3 ج.م	ثاني أوكسيد النتروجين	NO_2	0.0001 ج.م

ج.م : جزء بالمليون

كما يعرف التلوث الهوائي بأنه (خلل في النظام الايكلوجي الهوائي نتيجة اطلاق كميات كبيرة من العناصر الغازية والصلبة مما يؤدي إلى حدوث تغير كبير في خصائص وحجم عناصر الهواء ، فيتحول الكثير منها من عناصر مفيدة وصانعة للحياة إلى عناصر ضارة (ملوثات) تحدث الكثير من الاضرار والمخاطر تصل إلى حد الموت والهلاك للكائنات الحية والتدمير والتخريب للمكونات غير الحية وقد اتسعت دائرة مفهوم التلوث الهوائي ليشمل الضوضاء التي اصبحت تفسر طبيعة الهواء الهادئة وتحوله إلى هواء مزعج ومؤلم مسبباً الكثير من الامراض.

مصادر تلوث الهواء **Air Pollution Sources:**

1) المصادر الطبيعية:

وتشمل البراكين، حرائق الغابات، رذاذ البحر، العواصف والرياح التي تثير الأتربة، والتحلل الحيوي والنشاط البكتيري والمستنقعات التفاعلات الضوء كيماوية في طبقة الجو العليا (طبقة الأوزون) والبرق الذي يؤدي إلى تكون أكاسيد النتروجين

2) المصادر الصناعية أو التي بفعل نشاطات الإنسان المختلفة مثل:

- مداخن الصناعات المختلفة.
- وسائل المواصلات والنقل.
- محطات توليد الطاقة.
- محطات تكرير ومصافي البترول.
- محطات تحلية المياه.
- محارق النفايات.

تلوث الهواء مشكلة كبيرة لان جزء كبير من امراض الجهاز التنفسي ترتبط بتلوث الهواء وتنوع مصادر تلوث الهواء لان غالبيتها ناتج عن مصادر صناعية كصناعة النفط وانتاج الطاقة الكهربائية والصناعات الانشائية فضلاً عن انتشار الاليات والسيارات.

ملوثات الهواء وآثارها في الصحة والبيئة :-

ان زيادة تراكيز الغازات أو نقصانها عن التراكيز الطبيعية اصلاً يعد ظاهرة غير طبيعية ويجب ان يكون لها مسبباتها ، وتأثيرها في النظم أو حياة الإنسان ، وهو ما اصطلح على

تسميته بتلوث الهواء ، ومثل هذا الامر اصبح شائعاً في الوقت الحاضر خصوصا في هواء المدن أو المناطق الصناعية ، اذ يلاحظ كثرة حالات زيادة الغازات الناتجة عن احتراق الوقود في السيارات والمعامل ومحطات توليد الكهرباء فضلاً عن حرق الوقود في المنازل لإغراض الطبخ والتدفئة يضاف إلى هذه الغازات ما يتطاير في الهواء من دقائق ترابية ورملية وغبار مختلف التركيب ناتج عن العمليات الصناعية مثل صناعة الاسمنت وفي قطاعات الصناعات الكيماوية والبتر وكيماوية والمعدنية والمبيدات الكيماوية المستخدمة لرش الحقول الزراعية

المخاطر الكيمائية ومخاطر الإشعاعات الضارة الصادرة عن المعدات التقنية الحديثة في الصناعة والزراعةويضاف إلى ذلك نوع اخر من الملوثات هو الضوضاء أو الضجيج ، حيث يعد التلوث الضوضائي صورة من صور التلوث الهوائي من منطلق ان الضوضاء عبارة عن موجات صوتية تنتقل عبر الهواء. ومن التأثيرات الصحية الاخرى لتلوث الهواء حدوث حالات الاختناق أو التسمم والتأثير الصحي نتيجة تركز الملوثات في الهواء والتي في معظمها ناتجة من تزايد استهلاك الطاقة من مصادرها الملوثة مع حدوث الضباب الذي يتفاعل مع هذه الملوثات منتجة مواد سامة أو انها تؤدي إلى حدوث حالات الاختناق وقد تتفاعل مع هذه الملوثات منتجة مواد سامة أو انها تؤدي إلى حدوث حالات الاختناق.

يمكن تقسيم ملوثات الهواء إلى قسمين رئيسين هما:-

1- الجسيمات أو الدقائق العالقة (suspended particulates) sp.

2- الغازات وتشمل :-

1. اكاسيد الكاربون oxides of carbon (co_x)
2. اكاسيد النتروجين oxides of nitrogen (No_x)
3. اكاسيد الكبريت sulphur oxides (so_x)
4. الهيدروكاربونات hydrocarbons

معامل الانبعاث Emission Factors

معامل الانبعاث هو كمية الملوثات المنبعثة من استهلاك كمية من الوقود وهو معامل محسوب في ظروف متحكمة لانواع المركبات المختلفة حسب نوع الوقود المستخدم وكميته وظروف التشغيل (من سرعة وحالات المحرك المختلفة) ويكون على شكل جداول. والوحدة المستخدمة لقياس معامل الانبعاث هي كجم/ طن (كتلة/كتلة) للمصادر الثابتة في الغالب، و كجم / 1000كم (كتلة / مسافة) للمصادر المتحركة (المركبات).

جدول 1 بين معامل الانبعاث لبعض الغازات المنبعثة من المركبات وهي الكمية المنبعثة بالجرام عندما تسير المركبة 1000كم.

جدول (1) معامل الانبعاث للملوثات من المركبات.

نوع المركبة	الوحدة	الجسيمات	ثاني أكسيد	أكسيد	الهيدرو-	أول أكسيد

		جم / للوحدة	الكبريت جم / للوحدة	النتروجين جم / للوحدة	كربون جم / للوحدة	الكربون جم / للوحدة
مركبات البنزين	1000كم	2	0.54	10.3	14.5	377
مركبات الديزل	1000كم	2.4	19(الكبريت)	11	2.6	43.5

كما أن هناك معامل انبعاث لكل وقود يحرق ولكل صناعة وتكون الوحدة كجم من الغاز أو الملوث لكل طن من المادة الوقود المحترق فمثلا احتراق طن من الزيت ينتج 20.1(نسبة الكبريت) كجم من ثاني أكسيد الكبريت.

الآثار البيئية الناتجة عن الغازات الدفيئة الملوثة

إن تأثير الصوبة الزجاجية هو ظاهرة تقوم بواسطتها الغازات الدفيئة . غازات توجد في الغلاف الجوي تتميز بقدرتها على امتصاص الاشعة التي تفقدها الأرض . بتهيئة حالة معينة في الغلاف الجوي العلوي يتسبب عنها ارتفاع درجة الحرارة كما تؤدي إلى زيادة درجات الحرارة في السطح وطبقة التروبوسفير السفلية. ويعد ثاني أكسيد الكربون الناتج من احتراق الوقود الحفري هو المشكلة الأساسية. وتوجد أنواع أخرى من الغازات الدفيئة تتضمن الميثان
ومركبات الهيدروفلوروكربون والبرفلوروكربون والكلوروفلوروكربون وأكاسيد النيتروجين وغاز الأوزون. ولقد تعرف العلماء على تأثير هذه الغازات منذ ما يقرب من القرن. وفي هذه الفترة ساعد التقدم التكنولوجي في زيادة اتساع وعمق البيانات المتعلقة بهذه الظاهرة. وحاليًا، يقوم العلماء بدراسة التغيرات الطارئة على تركيب الغازات الدفيئة الناتجة عن المصادر الطبيعية أو النشاط البشري من أجل معرفة تأثير ذلك على تغير المناخ. وهناك أيضًا عدد من الدراسات الأخرى التي تقوم بالبحث في احتمالية ارتفاع درجة حموضة مياه المحيطات نتيجة لارتفاع مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على المدى الطويل، بالإضافة إلى التأثيرات المحتملة على النظم الإيكولوجية المائية فلذا علينا المحافظة على البيئة المحيطة بنا.

تلوث الهواء بالشوائب

تحتوي الغازات المتدفقة من مداخن المصانع على كثير من الشوائب والأبخرة والمواد المعلقة. وتحتوي هذه الغازات في كثير من الأحيان على أبخرة مركبات شديدة السمية مثل: مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والسلينيوم كما قد تحمل معها بعض مركبات الفلزات الثقيلة مثل: مركبات الزئبق والرصاص والكادميوم وما إليها وتبقى هذه الشوائب معلقة في الهواء على هيئة أيروسول أو ضباب خفيف. وتظهر آثار هذا النوع من التلوث بوضوح فوق مناطق التجمعات

الصناعية ولكنه قد يمتد إلى مناطق أخرى. فبالنسبة للرصاص مثلا وجد أن نسبته حول المنشآت الصناعية والمدن نحو ١،٤ ميكروجرام في المتر المكعب كما وجدت نسبة منه كذلك في هواء المناطق الريفية وفوق الجبال تصل إلى نحو ٠،٠٠٣ ميكروجرام في المتر المكعب .

ويشبه الغلاف الجوي مياه المحيطات في بعض خواصها، فالهواء يستطيع أن ينقي نفسه من بعض الشوائب العالقة فيه إذا وجدت هذه الشوائب بكميات صغيرة فيه ولكن الأمر يختلف كثيرا إذا زادت نسبة هذه الشوائب على حد معين وتصبح إزالة هذه الشوائب بالطرائق الطبيعية عسيرة إلى حد كبير. وتشترك مياه البحار في دفع الكثير من الشوائب في الهواء فعند هبوب ريح قوية على سطح البحر فإنها تحمل معها رذاذا دقيقا من الماء المحتوي على بعض الأملاح الذائبة في مياه البحر ولا يزيد حجم هذا الرذاذ الدقيق على ١- ١٠ ميكرون، وتحمل الرياح القوية هذا الرذاذ معها إلى داخل الشواطئ لمسافة قد تصل إلى عدة كيلومترات وعندما يتبخر هذا الرذاذ تبقى الأملاح الذائبة فيه معلقة بالهواء وتحملها التيارات الهوائية إلى كل مكان وتملأ طبقة التروبوسفير ثم تعود لتسقط على سطح الأرض مع الأمطار أو الجليد.

ومن المقرر أن الرياح تحمل كل عام نحو مليار طن من هذه الأملاح من مياه البحر وعند تحليل الجليد القطبي تبين أنه يحتوي على كثير من الأملاح منها: الكلوريدات والنترات والكبريتات لعديد من الفلزات مثل: الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم بالإضافة إلى قليل من أملاح الحديد والكوبالت وغيرهما ، وهي الأملاح التي تتوفر في مياه البحار والتي يعتقد أن الرياح دفعتها على هيئة أيروسول في الهواء ثم سقطت على سطح الأرض مع الجليد. وقد لوحظ أن بعض هذه الشوائب تحمل نسبة كبيرة من الفلزات الثقيلة تزيد على ما يوجد منها في مياه البحار. ومن أمثلتها شوائب النحاس والحديد والزنك والكوبالت والرصاص ولا بد من أن هذه الشوائب نتجت من النشاط الصناعي للإنسان. ويشترك بعض العوامل الطبيعية الأخرى في تكوين الشوائب التي تعلق بالهواء. ومن أمثلة هذه العوامل البراكين أو العواصف الترابية والرملية التي تهب على بعض البقاع. وتخرج من بعض البراكين كميات هائلة من الرماد والدخان. وعند درجة ١٠٠٠ مئوية يتطاير أغلب الكلوريدات في الهواء .

ويطلق كذلك آلاف الأطنان من الحديد والألومنيوم وعشرات الآلاف من الأطنان من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم ويبقى أغلب هذه الكلوريدات معلقا بالهواء على هيئة شوائب. كذلك تشترك التجارب النووية في إطلاق كميات من الشوائب المشعة في الهواء وعند انفجار قنبلة نووية تتبخر مكوناتها وجزء من الأرض المحيطة بها وبعد انقضاء عدة ثوان تتصاعد هذه الأبخرة في طبقات الجو العليا وبعد أن تبرد تتحول إلى شوائب مشعة تبقى معلقة بالهواء وتغطي عدة كيلومترات حول مكان الانفجار. وغالبا ما تحمل الرياح هذه الشوائب لتمتد في كل اتجاه وتصل إلى أماكن بعيدة جدا

عن مكان الانفجار. ولا تجب الاستهانة بكمية الشوائب التي تتصاعد من المنشآت الصناعية ومحطات القوى. فمن المقدر أن محطة الكهرباء التي تصل قدرتها إلى١٠٠٠ ميجاوات وتعمل بالفحم تطلق في الهواء كل ساعة نحو ٢٠ طنا من غاز ثاني أكسيد الكبريت و ٣,٥ طن من أكاسيد النتروجين ونحو ٤٥ طنا من الرماد المتطاير.

معالجة المياه

مصطلح لوصف العمليات التي تتم لجعل المياه بعد معالجتها صالحة لغرض معين. يتضمن هذا استخدامها كمياه للشرب، وكذلك في المجالات الصناعية، الطبية، والاستخدامات الأخرى. بشكل عام الغرض الرئيس من معالجة المياه هو إزالة أو تقليل أي عوالق أو ملوثات حتى تصبح هذه المياه مناسبة للغرض المستخدمة فيه.

تختلف عمليات المعالجة بحسب الغرض من استخدام المياه فمثلا مياه الشرب تركز كثير على تنقية المياه من الشوائب، المواد العالقة، وإعادة ضبط كمياه الأملاح المعدنية، أو إجمالي المواد المذابة. بالمقابل تحتاج المياه الصناعية إلى التخلص تماما من الأملاح.

تنقية المياه

تركز عملية تنقية المياه على التخلص من المواد الملوثة من المياه المراد معالجتها للحصول على مياه صالحة للشرب نقية بما يكفي لاستعمالها في الاستهلاك الشخصي. من المواد المزالة في هذه العملية البكتيريا، الفيروسات، الطحالب، وبعض المعادن مثل الحديد، المنغنيز، والكبريت بالإضافة إلى الملوثات البشرية مثل بمافي ذلك الأسمدة. تعتبر عملية معالجة مياه الشرب في غاية الأهمية وهذا ما جعل منظمة الصحة العالمية تصدر مقاييس وإرشادات يتم التعامل معها عالميا.

في الحقيقة تفتقر الكثير من البلدان النامية ودول العالم الثالث بما فيها العربية لعمليات معالجة المياه وهذا ما ساعد على انتشار الأوبئة المزمنة مثل التايفوئيد، وفيروس الكبد الوبائي أ في كثير منها.

عمليات معالجة مياه الشرب

العمليات التالية تمثل تبسيطاً لعمليات معالجة مياه الشرب المتبعة عالمياً:

1. عملية حقن الكلور التمهيدية للحد من تكاثر الطحالب.
2. التهوية مع حقن الكلور لتفتيت الحديد والمنغنيز الذائب (بالأكسدة) ثم إزالتها.
3. التخثر أو التجلط لتجميع المواد العالقة.
4. الترسيب لفصل المواد الصلبة أو المواد العالقة.
5. الترشيح – للتخلص من المواد المتسربة.
6. قتل البكتيريا بالمضادات.

معالجة مياه الصرف الصحي

معالجة مياه الصرف الصحي تختص بشكل رئيسي في إزالة ملوثات مخلفات المياه أو الصرف الصحي وخلق مجرى مناسب لتوجيهها إلى البيئة الطبيعية والوحل. تتم هذه العملية في منشآت خاصة بإعادة معالجة مياه الصرف الصحي.

تكنولوجيات المعالجة

وبالنسبة لمعظم أنواع التلوث يمكن تطبيق تكنولوجيات المعالجة لتنقية المياه وإتاحتها للاستهلاك البشري. وتوجد تكنولوجيات كثيرة مختلفة وغالبا ما يتم الربط بينها لتحقيق تنقية فعالة. وفي معظم المناطق الحضرية، تطبق المعالجة عند المصدر في مرافق معالجة المياه وإذا ما تمت صيانة نظام التوزيع بصورة جيدة، فإنه يمكن توفير المياه النظيفة للآلاف أو الملايين من الناس في المناطق الريفية التي تفتقد أنظمة التوزيع الجيدة، يمكن تطبيق المعالجة عند موقع الاستخدام باستعمال تكنولوجيات المعالجة بالمنازل. تتميز بعض هذه التكنولوجيات بتكلفة منخفضة كثيرا وتستخدم في مناطق عبر العالم وتشمل بعض طرق المعالجة المستخدمة في العالم النامي التنقية بالكلور والترشيح والتطهير الشمسي ومع توفر الكثير من خيارات المعالجة، لا يوجد حل واحد صالح لجميع المشكلات. إن تعاون الناس لتطبيق الحلول في مجتمعاتهم يمكن أن يؤدي إلى تحسينات سريعة في نوعية المياه ويحقق حياة أفضل صحة. ويجب معالجة المياه الملوثة قبل أن تستخدم للاستهلاك الآدمي. ويمكن أن تتم معالجة المياه في مكانين محددين: في محطة مركزية لمعالجة المياه وعند نقطة الاستخدام. وحيثما تتم المعالجة، تستخدم طائفة منوعة من التكنولوجيات لتطهير مياه الشرب. وتختار تكنولوجيات المعالجة وتطبق بتحديد عدة عوامل من بينها مصدر المياه، ونوع الملوث والتكلفة.

وبالنسبة لأكثر المعالجات فعالية، يستخدم مزيج من التكنولوجيات لضمان تطهير المياه بالكامل.

عادة ما تعمل محطات المعالجة التقليدية للمياه السطحية عن طريق سلسلة متتابعة من عمليات المعالجة. فبعد أن تغربل أجساما كبيرة كالأسماك والأعواد، تضاف كيماويات تخثير إلى الماء حتى تجعل الجسيمات الدقيقة العالقة التي تعكر المياه تنجذب إلى بعضها البعض وتشكل "لبادات" صغيرة. ويتم اندماج الدقائق المترسبة– تشكيل لبادات أكبر ومتى أصبحت اللبادات كبيرة وثقيلة بما يكفي لرسوبها، تدفع المياه إلى أحواض ترسيب أو ترويق هادئة. وعندما تستقر معظم الأجسام الصلبة، تتم عملية ترشيح من نوع ما إما بالرمل أو الأغشية. وعادة ما يكون التطهير هو الخطوة التالية. والخطوة التالية تكون عادة التطهير. وبعد التطهير، قد تضاف أيضا كيماويات مختلفة pH، لمنع التآكل في شبكة التوزيع، أو لمنع تسوس الأسنان. وقد يستخدم تبادل الأيونات أو الكربون المنشط خلال جزء من هذه العملية للتخلص من الملوثات العضوية أو غير العضوية. وبصورة عامة، فإن مصادر المياه الجوفية تتميز بنوعية أعلى مبدئيا ولا تحتاج سوى معالجة أقل من مصادر المياه السطحية. وعادة ما تكون أجهزة الترشيح عند نقاط الاستخدام ونقاط الدخول أبسط وتستعين بعدد محدود من التكنولوجيات. ، فإن عددا كبيرا من المستهلكين في الدول المتطورة يختار تركيب أجهزة ترشيح عند نقطة الاستخدام أو نقطة الدخول كإجراء احترازي أو لتحسين الخصائص الجمالية للمياه في شبكة المياه العامة. غير أنه في كثير من أجزاء العالم النامي، لا تتوفر أنظمة المياه العامة التي تزود مياه خالية من مسببات الأمراض ويقاس النجاح

أساسا بمقدار الحد من خطر الإسهال أو الأمراض الأخرى. لذلك، فإن التكنولوجيا المستخدمة عند نقطة الاستخدام التي تكون ملائمة لموقع ما لا تصلح بالضرورة لموقع آخر. التخثر و اندماج الدقائق المترسبة عمليتان ضروريتان تسبقان عملية المعالجة في الكثير من أنظمة تنقية المياه.

ففي عملية الترسيب التقليدية بالتخثر والتلبد، تضاف مادة تخثير إلى مياه المصدر لإثارة قوي انجذاب بين الجسيمات العالقة. ويجري تقليب المزيج ببطء لحفز الجسيمات على الالتصاق ببعضها البعض على شكل "لبادات". عندئذ تدفع المياه في حوض ترسيب هادئ حيث تترسب الأجسام الصلبة.

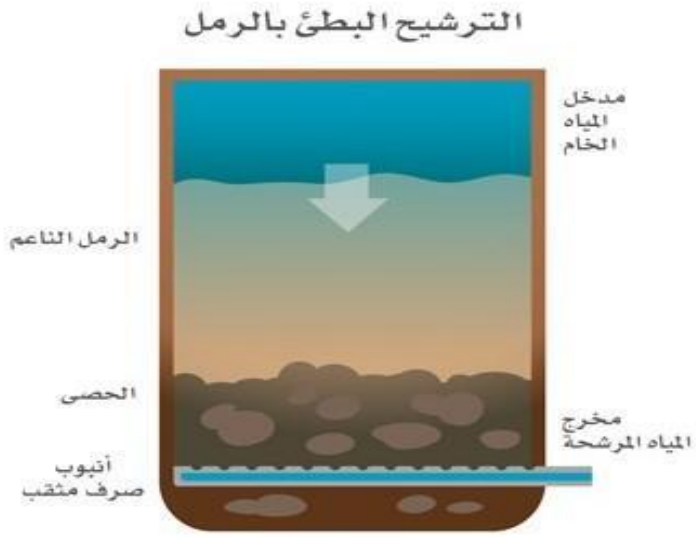
كما تضيف أنظمة تعويم الهواء المذاب مادة تخثير لتلبيد الجسيمات العالقة؛ ولكن بدلا من استخدام الترسيب، فإن فقاعات الهواء المضغوط تدفعها إلى سطح الماء حيث يمكن كشطها.

وقد تم تطوير نظام للتلبد والتطهير بالكلور كتكنولوجيا عند نقطة الاستخدام، لا سيما بالنسبة للدول النامية. وهو يستخدم عبوات صغيرة من الكيماويات وأدوات بسيطة مثل الدلاء ومرشح قماش لتنقية المياه. وأخيرا، عادة ما يستخدم تخفيف العسر الجيري تكنولوجيا " لتيسير" المياه– أي لإزالة الأملاح المعدنية كالكالسيوم والمغنيسيوم. وفي هذه الحالة، لا تكون المواد المترسبة جسيمات عالقة وإنما أملاحا مذابة. ومن انظمة المعالجة :-

اولا:- انظمة الترشيح بالرمل

تعالج أنظمة الترشيح المياه بتمريرها من خلال مواد حبيبيه (مثل الرمل) لتفصل الملوثات وتحجزها. وجميع أنظمة الترشيح التقليدية، والمباشرة والبطيئة بالرمل والمسحوق الصخري الأحفوري كلها تؤدي وظيفة جيدة في إزالة معظم الكائنات أحادية الخلايا، والبكتيريا، والفيروسات (في حال استخدام مادة تخثير). وبصورة عامة فإن مرشحات الأكياس والاسطوانات لا تزيل أي فيروسات وتزيل قليلا من البكتيريا. والترشيح التقليدي عملية متعددة المراحل. أولا، تضاف إلى مياه المصدر مادة تخثير كيماوية مثل أملاح الحديد أو الألمنيوم. ثم يقلب المزيج لحفز الجسيمات العالقة على التجمع لتشكيل جلطات أو "لبدات" أكبر ليكون من الأسهل إزالتها. ويسمح لهذه الكتل المتخثرة، أو "اللبدات" بالرسوب خارج المياه، جارفة معها الكثير من الملوثات. ومتى استكملت هذه العمليات، تمرر المياه عبر المرشحات حتى تلتصق بقية الجسيمات بمادة المرشح.

ويشبه الترشيح المباشر الترشيح التقليدي، باستثناء أنه بعد إضافة مادة التخثير وتقليب المزيج، لا توجد مرحلة منفصلة للترسيب. وبدلا من ذلك، فإن مادة التخثير هي التي تدفع الجسيمات العالقة إلى الترسيب والالتصاق، من ثم، مباشرة بمادة المرشح عند ترشيح المياه.



وأنظمة الترشيح البطيء بالرمل لا توجد بها مادة تخثير، وعادة لا تكون هناك خطوة للترسيب. وتدفع المياه لتمر ببطء من خلال طبقة الرمل بعمق (0.6 إلى 1.2متر). وتتشكل طبقة بيولوجية منشطة على طول السطح العلوي لطبقة الرمل، فتحصر الجسيمات الصغيرة وتضعف بعض الملوثات العضوية. والترشيح الرملي البيولوجي هو صورة للترشيح البطيء عند نقطة الاستخدام، ولكن فعاليته أقل بكثير من الترشيح التقليدي. ويستخدم الترشيح بالمسحوق الصخري الأحفوري أصدافا أحفورية لكائنات بحرية دقيقة كوسيلة ترشيح تمرر مياه المصدر الخام من خلالها. والأرض تقوم عمليا بترشيح المياه من جزيئات الملوثات.

أما مرشحات الأكياس والأسطوانات فهي أنظمة بسيطة وسهلة الاستعمال تستخدم في الترشيح كيسا من النسيج أو اسطوانة بمرشح شاش أو مرشحا متعدد الطبقات لتصفية الميكروبات والترسبات من مياه المصدر. وتستخدم مرشحات الخزف في معظمها عند نقطة الاستخدام. وفي الدول النامية، يتم تصنيعها محليا – وأحيانا كمشروع صغير يمول ذاتيا.

ثانيا:- عمليات الاغشية

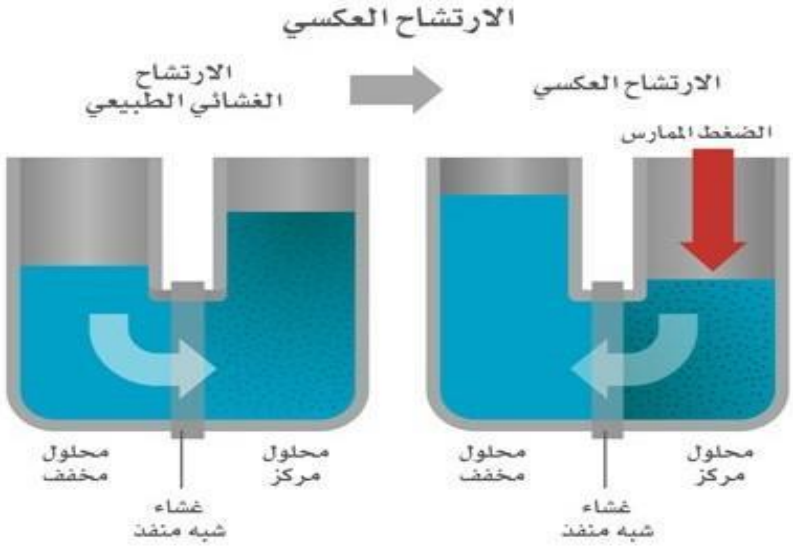
استخدمت أنظمة المعالجة الغشائية للمياه في الأصل في مشاريع تحلية المياه فقط. غير أن التحسينات التي أدخلت على تكنولوجيا الأغشية جعلتها باطراد خيارا مطلوبا لإزالة الكائنات الدقيقة، و الجسيمات العالقة ، والمواد العضوية الطبيعية التي تعطي الماء مذاقا عفنا وتعكر صفاءه.

وأغشية معالجة المياه عبارة عن رقائق من مادة قادرة على فصل الملوثات المبنية على خصائص مثل الحجم أو الشحنة. وتمر المياه عبر الغشاء؛ ولكن حسب حجمها، فالجسيمات الأكبر، والكائنات الدقيقة، وغيرها من الملوثات تفصل بعيدا. وبعض هذه الأنظمة تدفع بالضغط، ويتوقف ذلك على ضغط المياه لفصل الجسيمات حسب حجمها. ويستخدم الترشيح الدقيق أكبر حجم من المسام، ويمكن أن يزيل الرمل، والغرين، والطمي، والطحالب، والبكتيريا،. ويمكن أن يزيل الترشيح الفائق

أيضا الفيروسات. وتوفر أنظمة الترشيح البالغ الدقة حماية كاملة تقريبا ضد الفيروسات، وتزيل معظم الملوثات العضوية، ويمكن أن تقلل من عسر الماء. وأنظمة الارتشاح العكسي عبارة عن أغشية كثيفة تزيل تقريبا جميع الملوثات غير العضوية وجميع الجزيئات العضوية باستثناء أصغرها.

وتمزج الديلزة الكهربائية التكنولوجيا الغشائية باستخدام التيار الكهربائي، لفصل الملوثات على أساس شحنتها. وبخلاف العمليات الغشائية الأخرى، لا تمر مياه المصدر مطلقا من خلال الأغشية أثناء عملية الديلزة الكهربائية. وهي لا تستخدم في المحطات الكبرى لمعالجة المياه بنفس الكثرة التي تستخدم بها بعض التكنولوجيات الأخرى المذكورة هنا. وبدلا من ذلك، فإنها تستخدم في الأغلب في التطبيقات الطبية والمختبرات التي تحتاج مياه فائقة الصفاء.

ويمكن للأغشية، لا سيما الارتشاح الغشائي العكسي والترشيح البالغ الدقة، أن يكون خيارا جيدا لأنظمة المعالجة الصغيرة النطاق التي تصادف طائفة واسعة من الملوثات. ومع ذلك، فإنها كثيرا ما تنتج كميات من المياه الأسنة (أو "المركزة") أكثر مما تخلفه معظم أنظمة المعالجة الأخرى؛ نحو 15 في المائة من حجم المياه المعالجة؛ ويمكن أن تسد بالطمي أو المواد العضوية إذا لم يتم ترشيح المياه الغنية بالجسيمات أولا. والصيانة ليست صعبة بصورة عامة، ولكن يمكن أن تكون باهظة التكاليف بالنظر إلى أن العمل الرئيسي المطلوب هو تغيير الغشاء إذا دعت الضرورة. وتتركز معظم مشاكل الصيانة في تسرب الماء وانسداد الغشاء.



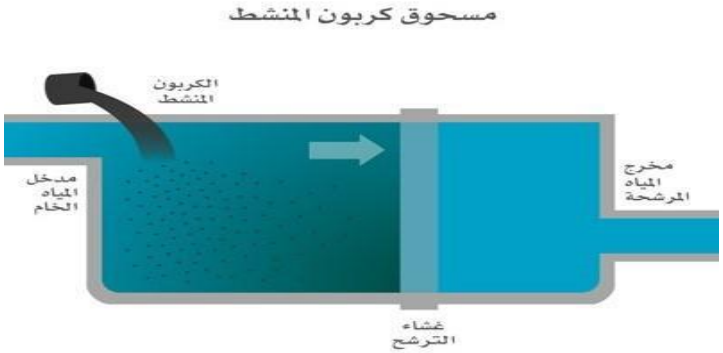
ثالثا:- المطهرات الكيمياوية/ المؤكسدات

تستخدم أنظمة التطهير لمكافحة الأمراض التي تحملها المياه والتي تسببها البكتيريا أو الفيروسات. وتتخلص هذه العمليات مسببات الأمراض بعلاج مياه المصدر بمضيفات كيماوية، أو عن طريق تعريضها لضوء فوق البنفسجي. وكثيرا ما تكون أنظمة المعالجة هذه رخيصة ويمكن خفضها لتلائم محطات المعالجة الصغيرة. ومن المطهرات الشائعة الكلور الحر، والكلورامينات، وثاني أكسيد

الكلور. ويعد التطهير بالكلور أكثر (وأقدم) نوع من المضافات الكيماوية الشائعة. كما أنه مؤكسد، ولذلك يساعد في إزالة الحديد، وكبريتيد الهيدروجين، ومعادن أخرى. ويعالج الأوزون، وهو غاز عديم اللون، الملوثات العضوية وغير العضوية بنفس طريقة المعالجة بالكلور بل إنه أكثر فعالية ضد البكتيريا والجراثيم الأخرى. وأنظمة الأوزون غير شائعة في كثير من دول العالم لأنها تنطوي على بنية تحتية مكثفة، ويمكن أن يكون تنفيذها باهظ التكاليف. وعادة ما ينتج الضوء فوق البنفسجي، وهو جزء خفي من الطيف الكهرمغناطيسي الذي يقتل البكتيريا والفيروسات في المياه المعرضة لأشعته، باستخدام مصابيح زئبقية. واستخدام الأشعة فوق البنفسجية رخيص ورائج في المحطات الصغيرة ولكنها ليست فعالة مثل المطهرات الأخرى في إمدادات المياه السطحية التي تحتوى على الكثير من الجسيمات العالقة

رابعا:- انظمة الامتزاز وتبادل الايونات

تعالج أنظمة الامتزاز المياه بإضافة مادة، مثل الكربون المنشط أو أكسيد الألومنيوم، إلى إمدادت المياه. وتجذب الممتزات (المواد النشطة سطحيا) الملوثات بعمليات كيماوية وفيزيائية تجعلها "تلتصق" بأسطحها للتخلص منها فيما بعد. وحتى الآن، فإن أكثر الممتزات الشائعة الاستخدام هو الكربون المنشط – وهي مادة تشبه الفحم لكنها مسامية إلى حد كبير. وكثيرا ما يستخدم مسحوق الكربون المنشط عندما تنشأ مشاكل مؤقتة تتعلق بجودة المياه؛ فيمكن ببساطة إضافته إلى الماء والتخلص منه مع المخلفات الطينية. وكثيرا ما يتم ترتيب الكربون الحبيبي المنشط في القاع لتمر مياه المصدر ببطء أو ترشح من خلاله. وتستخدم المعالجة بأكسيد الألومنيوم المنشط لجذب وإزالة الملوثات، مثل الزرنيخ والفوراید، اللذين يحملان أيونات سالبة الشحنة. ومع ذلك، يمكن أن يكون هذا الخيار مكلفا وقد يتطلب نظام صيانة معقدا. كذلك، فإن المياه قد تحتاج إلى تعديل مستوى رقم الحموضة –pHقبل عامود الامتزاز، كما أن تخلف بقايا كبيرة من الألمنيوم يعتبر مشكلة شائعة. وتحتاج عملية التجديد إلى كل من الأحماض وعناصر التفاعل.



و يعتمد نظام تبادل الأيونات راتينج يزيل الملوثات غير العضوية المشحونة مثل الزرنيخ، والكروم، والنترات ، والراديوم، واليورانيوم، والفلوراید الزائد عن طريق مبادلتها على سطحها بالذرات المشحونة

غير الضارة. وهو يعمل على أفضل ما يكون في المياه الخالية من الجسيمات العالقة ويمكن خفضه ليلائم حجم أى محطة معالجة. وتبادل الأيونات هو أكثر الوسائل المستخدمة لإزالة العسر (ذرات الراتينج الموجبة الشحنة) أو النيترات (ذرات الراتينج السالبة الشحنة). وفي كلتا الحالتين، يمكن إعادة تجديده بمياه مالحة. وأما استخدام تبادل الأيونات لإزالة النويدات المشعة فهو عملية معقدة إذ أن هذه المواد تتجمع في الراتينج وتحدث على مستويات عالية في مادة التجديد، مما يعقد العمليات بدرجة كبيرة. ويفضل الكربون المنشط بصورة عامة لإزالة الملوثات العضوية، في حين كثيرا ما يكون استخدام تبادل الأيونات أفضل لإزالة الجزيئات غير العضوية القابلة للذوبان.

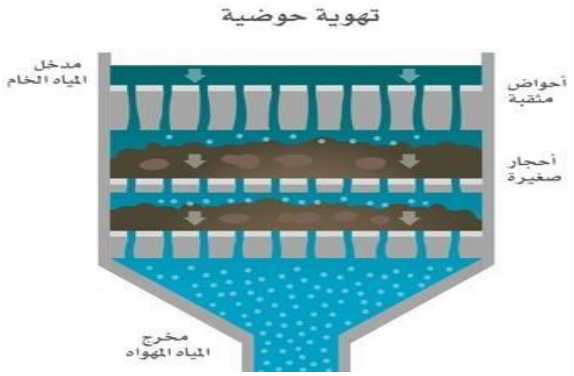
خامسا:- أنظمة حقن المياه بالهواء لتبخير الملوثات

تقوم أنظمة حقن المياه بالهواء، المعروفة أيضا بأنظمة التهوية، بخلط الهواء بإمدادات المياه. والهدف هو توليد أكبر مساحة ممكنة من احتكاك الهواء بالماء حتى تنتقل الكيماويات العضوية المتطايرة والغازات المذابة مثل الرادون وكبريتيد الهيدروجين من الماء إلى الهواء.

ويستخدم نظام تهوية البرج المعبأ موزعا يجعل المياه تمر بصورة متساوية عبر قمة برج معبأ بأجسام من البلاستيك، أو الخزف، أو المعدن تم تصميمها على نحو يزيد احتكاك الهواء بالماء إلى أقصى درجة. ويدفع الهواء أو يسحب إلى أعلى من خلال البرج في عكس اتجاه تيار المياه.

وترتب أنظمة التهوية بالصواني المواد المعبأة في صواني رأسية وتقطر المياه من خلالها.

وتدفع أنظمة حقن المياه بالهواء، الهواء المضغوط عبر موزعات في قاع الحوض. وتستخدم أنظمة التهوية الميكانيكية خلاطا في استثارة سطح المياه بشدة.



ومع أن أنظمة نشر الهواء المضغوط بسيطة من حيث المبدأ، فإنها تميل إلى الانسداد بسبب الجسيمات العالقة ، والبكتيريا المولدة للصدأ، وترسبات كربونات الكالسيوم. وترتفع تكاليف المعالجة كثيرا إذا كان يتعين معالجة المياه سلفا أو إذا كان يتعين تنقية هواء النظام قبل إطلاقه في الجو.

ولا يوجد من بين أنظمة نشر الهواء المضغوط ما هو مصمم لأن يكون فعالا ضد الكائنات الدقيقة. وتحتاج جميعها لمصدر كهربائي يعتمد عليه، باستثناء أنظمة التهوية على هيئة صواني، المصممة لاستخدام الهواء الطبيعي بالحمل الحراري والجاذبية، ومن ثم، كثيرا ما يمكن تشغيلها بدون كهرباء.

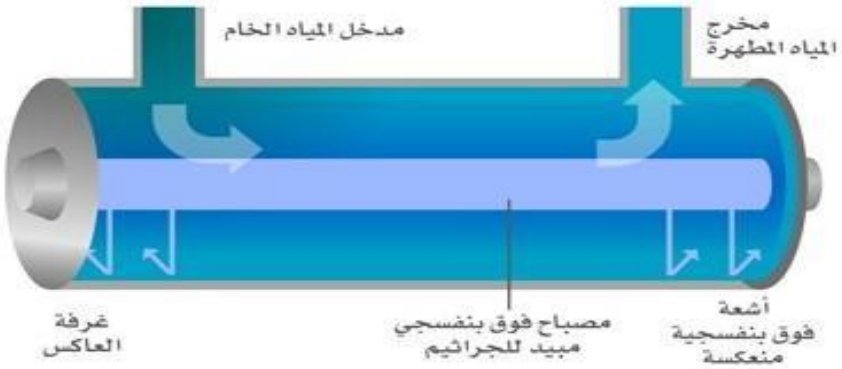
سادسا:- المعالجة الشمسية للمياه

تستغل المعالجات الشمسية للمياه عمليات تطهير طبيعية توجد في الطبيعة وتسفر الطبيعة وتعزز تلك المعالجات لتسفر عن نتائج أكثر كفاءة. وتحظى الوحدات الشمسية الصغيرة بل والمحمولة بالشعبية على مستوى البيوت. فهي قد تمثل خيارا جيدا لمعالجة المياه في الدول النامية التي تتمتع بعدد كبير من الأيام المشمسة لأنها رخيصة ولا تحتاج تقريبا لأي استثمار في البنية التحتية .

وينطوي التقطير الشمسي على وضع المياه غير النقية في حاوية، وتبخيرها باستخدام أشعة الشمس، وتكثيفها في حاوية منفصلة. وتتخلف معظم الملوثات مثل الأملاح، والمعادن الثقيلة، والميكروبات في حاوية المياه غير النقية، التي يمكن التخلص منها دوريا.

ويستخدم التطهير الشمسي أشعة الشمس فوق البنفسجية لقتل مسببات الأمراض. ويوضع كوب من الزجاج أو البلاستيك مليء بمياه غير معالجة فوق سقف أو سطح حديد مموج. وبعد تعريضها لأشعة الشمس فترة كافية، يقوم الضوء فوق البنفسجي بالتضافر مع درجة الحرارة العالية بقتل معظم الفيروسات، والبكتيريا، والكائنات والكائنات أحادية الخلايا .

الإشعاع فوق البنفسجي



تلوث التربة الزراعية

مفهوم تلوث التربة الزراعية :

تلوث التربة الزراعية يعرف بأنه الفساد الذى يصيب التربة الزراعية فيغيرمن صفاتها وخواصها الطبيعية أو الكيميائية أو الحيوية بشكل يجعلها تؤثر سلباً بصورة مباشرة أو غير مباشرة على من يعيش فوق سطحها من انسان وحيوان ونبات. يتوقف التلوث بالتربة الزراعية على نوع التلوث ، صفات الأرض ، الظروف المناخية والعوامل الطبيعية.وقد يكون بصورة فورية مثل الزلازل والبراكين أو بصورة تدريجية مثل استخدام المبيدات والأسمدة المعدنية وإعادة استخدام المياه العادمة فى رى الأراضى. الملوثات التى تختلط بالتربة الزراعية تفقدها خصوبتها حيث تسبب قتل البكتريا المسئولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النتروجين بها. بل قد تحتوى التربة على مكونات بيولوجية قد تكون مسببات أمراض من كائنات دقيقة بكترية وفطرية وبروتوزويه وفيروسيه. وقد تحتوى التربة على مصادر العدوى بديدان الأمعاء من بيض ويرقات والتى قد تصل إلى التربة مباشرة عن طريق الأنسان أو عن طريق مياه الرى الملوثة بمياه الصرف الصحى وبعض تلك الديدان تسبب أمراض خطيرة مثل الأنيميا وأمراض الكبد والكلى والأمعاء. المحافظة على التربة من التلوث والتدهور ضرورة حتميه من ضروريات العصر لارتباطها بصحة ووجود الانسان. ويعتبر الوعى البيئى هو أهم الطرق للحفاظ على التربة من التلوث ويتحقق ذلك عن طريق رفع المستوى التعليمى والثقافى وتعليم الافراد كيفية التعامل مع التربة بحيث يصبح جزء من سلوك الفرد حيث ان المحافظة على التربة من التلوث هى مسئولية جماعية تتطلب الاقتناع التام بمسئولية الافراد تجاه التربة بحيث يصبح الحفاظ عليها أمرا واقعيا.

مصادر تلوث التربة الزراعية

وتختلف مصادر تلوث التربة حيث يمكن تقسيمها الى:-

- مصدر مباشر:

يقصد به مصدر محدد ومعلوم يمكن قياس كمية الملوثات الصادرة منه مثل انابيب الصرف الصناعى والصرف الصحى.

·مصدر غير مباشر:

هى المصادر التى من الصعب قياس كمية الملوثات الناتجة عنها وذلك لانتشارها على مساحات كبيرة.. مثل التلوث الناجم من الاسمدة الكيماوية والمبيدات التى تحملها المياه السطحية إلى الاراضى الزراعية . وتلوث الهواء الجوى الناتج من عوادم السيارات والمصانع.وتعتمد حركة الملوثات فى التربة على الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة ويتوقف معدل انتقال الملوثات على خواص التربة الفيزيائية وبالتحديد التوزيع الحجمى للحبيبات والكثافة الظاهرية ولأنهما يؤثران على حركة الماء والهواء خلال التربة. رقم pH يؤدى الى ترسب العناصر الثقيلة.. فالزرنيخ والسلينيوم يكونا اكثر حركة فى الظروف القاعدية بينما الرصاص والزنك والكادميوم فى الظروف الحامضية. تصبح العناصر اقل حركة فى الاراضى الخفيفة عنه فى الاراضى الطينية

التلوث بالمبيدات :

المبيدات أصطلاح يطلق على كل مادة كيميائية تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية أو الفطرية أو العشبيه وآيه آفه أخرى تلتهم المزروعات اللازمة للأنسان فى غذائه وكسائه. و ترش المحاصيل بالمبيدات للقضاء على الآفات والحشرات بل قد يصل الأمر فى بعض الحالات إلى رش التربة نفسها. وتؤثر المبيدات على الأحياء الدقيقة التى تعيش فى التربة فتهلك بعضها مثل النمل والديدان وبعض الحشرات والأحياء والتى تعد أعداء طبيعية للعديد من الافات التى تصيب المزروعات. ومن الناحية الكيميائية نجد أن المبيدات تنتمى إلى مجاميع مختلفة تذكر أهمها وأخطرها:-

1-المبيدات الفوسفورية العضوية ومنها الباراثيون والمالاثيون ودايكلوروفوس وديازيفون وهى مبيدات شديدة متوسطة الثبات فى الطبيعة وهى تؤدى إلى تسمم الأنسان.

2-المبيدات الهيدروكربونية المكلورة وتشتمل على مبيدات الحشرات مثل الدرين وأندرين ومركب DDT وديلدرين وكيبون وهبتاكلور وكلوردين وجامسكان وجميعها مبيدات سامه شديدة الثبات تذوب فى الدهون وحافزه لأمراض السرطان.

3-المبيدات الكارباماتيه ومنها السيفين والتميك والبايجون وتشبه هذه المبيدات فى مفعولها عمل المبيدات الفسفورية العضوية.

4-مبيدات القوارض وتشمل فوسفيد الزنك ومانعات التجلط وتحدث إلتهاب فى الجهاز التنفسى للأنسان وحدوث بول دموى واورام دموية.

5-مبيدات أخرى متنوعة وتشمل زرنيخات الرصاص وزرنيخات الكالسيوم وأكاسيد النحاس ومبيدات زئبقية وجميعها مركبات شديدة السمية.

كذلك يأتى الضرر البيئى لهذه المبيدات من أن أغلبها مركبات حلقية بطيئة التحلل ولاحتواء بعضها على العناصر الثقيلة ذات درجة سمية عالية للنبات كما أن زيادة نواتج تكسرها يزيد من تركيز وتراكم كميات من عناصر الكلور والفوسفور والنترات عن الحد المسموح به فى البيئة الزراعية ويتأثر بها الحيوانات أو الأنسان (راجع التلوث المائى).

وتزداد فرص التلوث بالمبيدات فى الزراعات المحميه: وذلك أن النباتات المنزرعة داخل الصوب تكون محاطة ببيئة حرارة مرتفعة ورطوبة جوية عالية. فالبيئة بالصوب تشجع على النمو السريع للنباتات و فى نفس الوقت تشجع على نمو وتكاثر الآفات مما يضطر معه المزارع إلى رش النباتات بمبيد الآفات على فترات قصيرة. وأن فرص تلوث التربة والنباتات بالمبيدات فى جو الصوب المغلق يزداد عنه فى الجو المفتوح. ونظراً لأن المحاصيل التى داخل الصوب مثل الخيار والطماطم والكوسة والفراولة والكانتلوب تجمع على فترات متقاربة وترش فى نفس الوقت على فترات متقاربة فإنها تجمع بعد مرور فترات قصيرة على رشها وتكون حينئذ ملوثه بشدة بالمبيد المرشوش وغالباً فان غسيل الثمار لا يتخلص من المبيد بل يكون جزء من المبيد أمتص بالأنسجة الخارجية للمحصول.

ومن أهم عوامل وأسباب التلوث بالمبيدات هى :

(1) نوع المبيد : يختلف تأثير المبيد الملوث للتربة باختلاف نوع المبيد ذاته كما تختلف فتره بقاء المبيد فى التربة حسب نوع المبيد وتركيبة. والجدول التالى يوضح بعض أنواع المبيدات الشائعة الاستخدام وفترات بقائها فى التربة.

المبيد	نوعه	الوقت اللازم لاختفاء نصف كمية المبيد
الدرين كاربارىل(سيفينى)	هيدروكربون مكلور كربانات	شهران شهر

فورات (ثيمبت)	فسفورى عضوى	شهر
بارانيون	فسفورى عضوى	20يوم
مثيل باراسيون	فسفورى عضوى	20يوم
مالاثيون	فسفورى عضوى	20يوم

(2) درجة ذوبان المبيد :

- تميل المبيدات قليلة الذوبان فى الماء إلى البقاء فى التربة فتره أطول من المبيدات كثيرة الذوبان.
- فعلى سبيل المثال يمكن لمبيد D.D.T يبقى فى الأرض 30سنة بسبب قله درجة ذوبانه على العكس يمكث مبيد الكاربو فوران فى الأرض لمدة أسبوع لان درجة ذوبانه فى الماء عالية.

(3) كمية المبيد وأسلوب استخدامه :

- كلما زادت كمية المبيد المضافة إلى التربة الزراعية كلما زادت درجة تلوثة للتربة والنبات.
- كما أن طريقة إضافة المبيد فى حالة سائلة أم صلبة تلعب دور كبير فى تحديد مدة بقاءه فى الأرض. · كذلك فان طريقة أضافته سواء أكانت مباشرة للأرض أو عن طريق رش النبات تؤثر على درجة تلويث المبيد للتربة والنبات.

تأثير إسلوب الاستخدام ونوع تركيبة المبيد على بقاءها لتربة

تركيب المبيد	% الكمية المتبقية من المبيد بعد مرور عام	
	عند إستخدام المبيد على سطح التربة	عند إدخال المبيد فى التربة
مركز قابل للاستحلاب	6.5%	44%
حبيبى	13%	62%

(4) حرث التربة : يؤدى حرث التربة إلى زيادة سرعة اختفاء المبيدات منها.

المبيد	الأرض محروثة	غير محروثة
D . D . T	55.9%	74.2%
الدرين	29.3%3	46.9%

(5) رطوبة التربة : لمقدار الرطوبة فى التربة تأثير على مكث المبيدات فيها فقد أتضح أن الماء يزيح الالدرين من حبيبات التربة مما يؤدى إلى تبخير مقدار كبير منه وبالتالى سرعة هروبه وهكذا يعتبر التبخر أحد منافذ الهروب الرئيسية لكل من الالدرين والهبتاكلور.

(6) درجة حرارة التربة : تؤثر درجة حرارة التربة تأثير إيجابيا على سرعة تبخر المبيد وعدم بقاءه بين حبيبات التربة فكلما زادت درجة حرارة التربة زادت سرعة تبخر المبيد وهروبه من التربة.

(7) العوامل الجوية : يتأثر تراكم المبيد وبقاءه فى التربة بحالة الجو مثل الضوء ودرجة الحرارة ودرجة الرطوبة والرياح حيث يعتمد تحلل المبيد على كمية الضوء والحرارة اللذان يؤثران على تفاعلات الأكسدة والاختزال والتحلل المائى. كما أن درجة رطوبة الجو والرياح تعملان على تعجيل أو إبطاء سرعة تحلل المبيد حسب نوع المبيد ونوع التربة.

ويحتوى الجدول التالى على بيانات مقارنة صادرة من المنظمة العالمية للأغذية والزراعة حول استخدام الأسمدة والمبيدات فى مصر وبعض الأقطار الأخرى.

التلوث بالنفايات الصلبة

إن الزيادة المطردة فى أعداد سكان الأرض مع التقدم التكنولوجى الكبير والتحسين فى مستويات المعيشة أدى الى زيادة فى الاستهلاك اليومى مما وجب التخلص من المخلفات الصلبة.

ويعد تجميع النفايات الصلبة مشكلة حيث أنها تحتوى على القمامة والورق والبلاستيك والزجاج والعلب الفارغة وبقايا المأكولات وعندما تتعرض للأمطار أو أى مصدر رطوبى تتحلل وتتسرب الى التربة أو الى المياه السطحية أو الجوفية ومن ثم تعمل على تلوث الماء الجوفى والتربة بالإضافة الى الغازات المتخلفة الناتجة عن تحللها والتى تلوث الهواء كما أنها تسبب كثير من الأمراض.

ومن أهم عوامل وأسباب التلوث الناتج من النفايات المختلفة:-

1) النفايات البلدية من المناطق الحضرية والشبة حضرية أو الريفية.

2)النفايات الضارة من المستشفيات.

3)النفايات الصناعية الغير الضارة.

4) النفايات الصناعية الضارة.

5)النفايات الزراعية.

وتقدر نسبة تولد المخلفات الصلبة من الأنشطة المختلفة كما يلى :

- نفايات منزلية (68%).
- تسرب الشوراع ومخلفات خضراء (12%).
- نفايات القطاع التجارى (11%).
- الأنشطة الصناعية (5%).
- نفايات الفنادق والمستشفيات(4%) وتحتوى على 20% من المكونات المعدية والمسببة للأمراض .

تحولات وأسلوب تأثير وتقدير مبيدات الحشائش

تدخل المبيدات إلى النبات خلال الجذور أو عن طريق انتقالها من الأسطح الخضرية كما ذكر، وعقب دخولها مباشرة قد تبقى مركزة قرب الأماكن التى دخلت منها أو تنتقل إلى أجزاء أخرى من النبات. ومعرفة الأسلوب الذى تنتقل به مبيدات الحشائش داخل أجزاء النباتات المعاملة من الأهمية بمكان حيث يعطى فكرة عن أسلوب تأثير هذه المبيدات، واحتمالات وجود هذه المبيدات فى صورة مُتَبَقٍّ residue قد يصل إلى الإنسان بتغذيته على نباتات أو ثمار تحتوى عليه، واحتمالات وجود أثار متخلفةhangover قد تضر بالمحصول التالى.

وقد دُرست عملية الهدم داخل الحيوان أكثر من النباتات وإن كانت العملية متشابهة إلى حد كبير، وتشمل التحلل المائى بالإضافة إلى عمليات الأيض المختلفة مثل الأكسدة والاختزال وإزالة الألكيل وإزالة الهالوجين، وتتم هذه خلال طرق أيض عديدة.

ومن العوامل الطبيعية التى تساعد على هدم المبيدات تطاير أبخرتها، وإن كان هذا ليس عاملاً هاماً فى معظم الأحوال، أما الأمطار فهى عامل هام. وهناك مبيدات تخترق أسطح النباتات فى دقائق معدودة مثل مركب الباراكوات، فلا يتأثر بالأمطار بعكس مركب مثل الدالابون فهو بطئ النفاذية لدرجة أنه إذا تساقطت أمطار بعد 12 ساعة من المعاملة فقد تزيل جزءاً من هذا المبيد، ولكن سقوط أجزاء من النبات خصوصاً الأوراق الجافة تساعد على التخلص من نسبة من المبيد داخل النبات.

اليوريا المستبدلة **Substituted ureas**

من المعروف أن هذه المركبات تبقى فى التربة لفترة طويلة، بالرغم من حقيقة أن مجموعة بكتيريا السيدوموناس Pseudomonas مثلاً يمكنها استخدام مركب المونيورون monuron كمصدر فريد للكربون، إضافة إلى أن هذه المركبات قليلة الذوبان فى الماء مما يساعد على بقائها فى التربة لفترة طويلة.

وتؤدى مركبات اليوريا عملها بتثبيط عملية البناء الضوئى خلال تأثيرها على تفاعل هِل Hill reaction كما ذكر. وقد وجد أن التدهور الجزئى لهذه المبيدات فى التربة يعزى أساساً إلى الأشعة فوق البنفسجية والامتزاز على معادن الطين والغرويات العضوية، أما التحرك مع الماء إلى أسفل التربة leaching والتغير الكيميائى فهما محدودان تحت الظروف العادية. وقد ذُكر الهدم بواسطة الأحياء الدقيقة فى دراسات عديدة، ووجد أن مركب المونيورون ليس له تأثير سيىء على مجموعة بكتيريا السيدوموناس Pseudomonas كما ذكر، وتتشابه كذلك بكتيريا السارسيانا Sarciana والباسيللس Bacillus والزانثوموناسXanthomonas. وتكون احتمالات تدهور المبيدات على هيئة تكوين مركبات هيدروكسى فينيل hydroxy phenyl أو مركبات ميثوكسى methoxy.

فقد مبيدات الحشائش بالتربة

عند معاملة المبيدات إلى التربة فإنها تتعرض عقب ذلك إلى الفقد بعامل أو أكثر. وقد يكون الفقد بطريقة طبيعية أو هدماً كعملية كيميائية. وتشمل الطرق الطبيعية التطاير فى الجو، والانتقال فى التربة مع مياه الرى أو المطر، أو الامتصاص عن طريق النبات، أو الامتزاز على غرويات التربة.

1- الامتزاز **adsorption**

يتم ذلك عن طريق امتزاز جزء من المبيد على سطح غرويات التربة، فيقل تركيز المبيد المتاح فى بقية أسطح التربة. وينقسم الامتزاز إلى نوعين: طبيعى عن طريق قوى غير محدودة وقصيرة الأجل "Van der Waals type"، وعن طريق هذه القوى ترتبط مبيدات مثل مركبات الترايازين واليوريا بالتربة. والنوع الثانى هو الامتزاز الكيميائى وينشأ عن قوى تبادل الأيونات وتكوين روابط بين المبيد كمادة يحدث لها الامتزاز وبين التربة وهى سطح الامتزاز. وتحتوى أسطح التربة على مواقع ذات شحنات سالبة وأخرى موجبة. ولهذا يكون الامتزاز الكيميائى للمركبات القابلة للتأين، وذلك عن طريق عملية تبادل الأيونات، مثل مركبات الأمينوتريازين وثنائية البيريديل. ولما كانت التربة على درجة الحموضة العادية تحتوى على شحنات سالبة سائدة، فإن الحصيلة النهائية للتربة هى تلك الشحنات، ولهذا لا تمتز المبيدات ذات الشحنات الأنيونية مثل مبيد الدالابون.

على أنه غالباً ما يسود الامتزاز الطبيعى، لذلك فإن المواد العضوية تلعب دوراً كبيراً فى امتزاز المبيدات المعاملة على التربة، وتعتبر مؤشراً تقريبياً لقوة الامتزاز فى التربة. إلا أن هذه العلاقة لا تسرى بالنسبة للمبيدات التى يتم فيها الامتزاز الكيميائى كما فى مركبات ثنائية البيريديل لوجودها فى صورة أيونية "كاتيونية"، وحينئذ يكون لغرويات الطين أهمية أكبر.

وامتزاز المبيدات عموماً ذو تأثير رجعى reversible أى إن المبيدات التى تم امتزازها تكون متاحة ثانية. ولكن هناك حالات تكون فيها الحالة غير رجعية وتصبح المبيدات عندها غير متاحة نهائياً، وذلك ما يحدث فى مركبات ثنائية البيريديل عند وصولها للتربة، وحينئذ تفقد كفاءتها كمبيدات للحشائش.

وامتزاز المبيدات عملية سريعة بالمقارنة بعمليات أخرى تتم فى التربة. وعملية التخلص من الامتزاز تكون عادة أبطأ من عمليات الامتزاز. ويمكن القول بأن الامتزاز فى التربة عملية عامة، حيث يتم امتزاز عديد من محتويات التربة بدءاً بالماء الأرضى، الأمر الذى يؤدى إلى تنافس المحتويات العديدة لإتمام الامتزاز فى مواقعه. والمادة التى لها السيادة فى الامتزاز هى الماء وبالتالى فهذه لها تأثيرها على امتزاز التربة للمبيدات. ومن المعلوم أن الماء هو المسئول عن توصيل

المبيدات إلى المواقع التى يتم فيها امتزاز المبيدات قريباً من الجذور حيث تصبح المبيدات بعد ذلك متاحة لكى تنتقل لجذور النباتات.

والعوامل التى تؤثر على امتزاز التربة للمبيدات عديدة ومعقدة، أهمها كمية ونوعية النظام الغروى فى التربة "المواد العضوية والطين" بالإضافة إلى درجة حموضة pH التربة ونوعية تكوين التربة وقوامها.

2- القابلية للتطاير **volatilization**

تعتبر مجموعة مركبات الثيوكرباميت من أكثر المجموعات قابلية للتطاير. وقد قدر أن مركب EPTC يفقد نصفه خلال نصف ساعة بعد المعاملة وذلك من سطح التربة الطينية المحتوية على رطوبة كافية. على أنه يمكن تخفيض هذا الفقد فى مثل هذه المركبات إذا تم تقليب التربة عقب معاملتها مباشرة لتغطيتها. ومن الطبيعى أن الفقد من المحببات يكون أقل من المعاملة السائلة. وعند معاملة التربة الجافة بالمبيد فإن الفقد يكون أقل من مثيله فى التربة المبللة، لأن التربة الجافة يكون فرصتها أكبر لامتزاز المبيد عن التربة المبتلة. كما أن الرى أو المطر الغزير بعد المعاملة يساعد على انتقال المبيد إلى داخل التربة فيساهم فى تقليل الفقد، ويساعد ارتفاع الحرارة على زيادة الفقد.

3- انتقال المبيدات لأسفل التربة **leaching**

يتوقف احتمال انتقال المبيد فى التربة بالماء على عدة عوامل – إضافة إلى كمية مياه الرى أو الأمطار التى تهبط إلى داخل التربة – منها درجة ذوبان المبيد فى الماء. فمركب السيمازين مثلاً يذوب بنسبة خمسة أجزاء فى المليون وأغلب المبيدات أعلى من ذلك فى درجة ذوبانها.

وترتبط عملية انتقال المبيد لأسفل التربة بالامتزاز إلى حد كبير، فكمية المبيد التى تهبط مع ماء التربة هى التى لم يتم امتزازها على أسطح مكونات التربة. ولهذا فإن النسبة العالية من الامتزاز ونسبة الذوبان المحدودة تؤخران انتقال المبيدات مع المياه إلى أعماق التربة. وحيثما كان انتقال المياه من أسفل إلى أعلى، كما يحدث أحياناً، يكون انتقال المبيدات أيضاً معها. ومن المعروف أن لمركبات الفينوكسى بصفة عامة، ومركبات الأحماض الأليفاتية المكلورة مثل TCA، سرعة الانتقال لأسفل التربة بعكس مركبات اليوريا ومركبات الترايازين.

4- الامتصاص بواسطة النبات **absorption**

من الطبيعى أن جزءاً من المبيدات المعاملة على التربة يمتص بواسطة النبات عن طريق انتقاله خلال الجذور. وبالطبع فإن امتصاص نباتات المحصول للمبيد يعد فقداً، إلا أن امتصاص الحشائش الحساسة للمبيد يعد إيجابياً من زاوية المكافحة على رغم أنه من عوامل خفض كمية المبيد بالتربة.

هدم مبيدات الحشائش داخل التربة

تعتبر الكائنات الدقيقة والهدم الكيميائى الضوئى والهدم الكيميائى من أهم العوامل التى تساعد على هدم المبيد.

. الهدم البيوكيميائى عن طريق الكائنات الدقيقة

تتعرض المبيدات لمهاجمة الأحياء الدقيقة المختلفة التى تستخدمها فى الحصول على طاقتها، وتزيد عملية الهدم بارتفاع درجة الحرارة والرطوبة. ويعتبر هذا الهدم هو أهم العوامل التى تؤثر على هدم المبيدات فى التربة

. الهدم الكيميائى الضوئى

من المعروف أن عديداً من المبيدات تهدم بتعرضها للأشعة فوق البنفسجية. وكلما قصرت الموجات الضوئية كان الهدم سريعاً.

. الهدم الكيميائى

تحتوى كثير من المبيدات على مجاميع كيميائية يمكن أن تتعرض للتحلل المائى hydrolysis، وإن كان لمثل هذا أهمية محدودة تحت ظروف التربة العادية.

سلوك المبيدات على كائنات التربة الدقيقة

تتنوع مبيدات الحشائش فى تركيبها كما ذُكر من مركبات غير عضوية بسيطة مثل كلورات الصوديوم إلى مركبات عضوية معقدة مثل D-2,4، ومع ذلك فتأثيرها جميعاً محدود إزاء الأحياء الدقيقة مما يوضح مدى تأقلم هذه الأحياء فى التربة، وفيما يلى نماذج من تأثير مجموعات المبيدات على الأحياء الدقيقة :

1- الأميدات (CDAA و diphenamid)

لها تأثير انتخابى على ثانى أكسيد الكربون الناتج من التربة، وكذلك بصفة مؤقتة ومحدودة على تجمع النيترات فى التربة.

2- البنزونيتريلات (ioxynil و bromoxynil)

ليس لها تأثير بالجرعات الحقلية المعتادة على الأحياء الدقيقة.

3- الكربواميت (propham و chloropropham)

لها تأثير مُثَبِّط مؤقت على الأحياء الدقيقة التى لا تلبث أن تعود لأعدادها وكثافتها العددية ثانية. وفى التركيز العالى يحدث تثبيط لعملية التأزت فى التربة soil nitrification.

4- الأحماض الأليفاتية المكلورة (dalapon و TCA)

يعتبر TCA مثبطاً للأحياء الدقيقة النباتية microflora لفترة محدودة. ومركب الدالابون منشط لأحياء التربة مع تثبيط محدود لعملية التأزت.

5- الفينولات (DNOC و dinoseb)

الجرعات الحقلية العادية تنشط الأحياء الدقيقة. وقد وجد أن تركيز 25 جزءاً فى المليون يثبط عملية التأزت لبضعة أشهر.

6- مركبات الفينوكسى أستيك والفينوكسى بيوتريك والفينوكسى بروبيونيك

هذه المركبات لا تؤثر عادة على أحياء التربة الدقيقة.

7- المركبات ثنائية البيريديل (paraquat و diquat)

ليس لها تأثير على أحياء التربة مع تأثير محدود على الطحالب الدقيقة.

8- مركبات الترايازين (simazine و atrazine)

ليس لها تأثير على إنتاج ثانى أكسيد الكربون أو عملية التأزت.

9- مركبات اليوريا (monuron و fenuron)

لا تؤثر على أحياء التربة عموماً.

سلوك المبيدات على لافقريات التربة

لا يوجد تأثير سيئ مباشر على لافقريات التربة ما عدا بعض المركبات مثل DNOC الذى له بعض التأثير على يرقات رتبتى حرشفية الأجنحة وذات الجناحين علاوة على الديدان الأرضية، وكذلك مركب السيمازين الذى تبين قدرته على خفض أعداد بعض لافقريات التربة إلى النصف "الديدان الأرضية ويرقات ذات الجناحين وغمدية الأجنحة". وبصفة عامة فإنه لا خطورة من معظم مبيدات الحشائش على حيوانات التربة.

الاختبارات الحيوية لتقدير متبقيات المبيد بالتربة

تجرى هذه الاختبارات للتأكد من أن المبيد لا يضر بالمحصول الاقتصادى الذى يتخذ كنبات اختبار، أو لمعرفة وجود متبقيات فى التربة. وفى كل الأحوال يستخدم أكثر النباتات حساسية للمبيد. ويمكن إجراء الاختبار بالحقل إذا سمحت الظروف بذلك أو جلب عينات من التربة وتوضع فى إصص لإجراء الاختبار. ولما كان المبيد لا يتوزع عادة بانتظام فى الحقل فإنه يجرى الاختبار على مناطق عديدة بالحقل أو بجلب عينات عديدة من مناطق مختلفة إذا كان الاختبار بالمعمل.

وأغلب العينات المعملية عبارة عن الجزء العلوى من التربة بسمك 5-10 سنتيمتر فى حالة المبيدات العادية، أما المبيدات التى يسهل غسيلها لأسفل فيؤخذ لها عينات إضافية حتى 30 سنتيمتر. ومن المفضل عمل مقارنة control بنباتات مماثلة للنباتات المختبرة وذلك على تربة لم تعامل بالمبيد من قبل، مع ضرورة تجفيف التربة قبل وضعها فى الإصص.

التقدير الكيميائى

يجرى هذا التقدير عند الرغبة فى التعرف الكمى بدقة على متبقيات مبيدات الحشائش سواء فى التربة أم النبات أم بالمياه السطحية أم الجوفية أم الأنسجة الحيوانية. ويستخدم لذلك بعض الطرق الطيفية مثل الاسبكتروفوتومترى spectrophotometry وهى تعتمد على قياس الألوان الناتجة من

تفاعل مُتَبَقِّى المبيد مع بعض المركبات باستخدام أجهزة خاصة مثل الاسبكتروفوتوميتر ثنائى الحزمة doublebeam spectrophotometer، كما تستخدم طرق متنوعة من الكروماتوجرافى مثل كروماتوجرافى الغاز GC" gas chromatography" وكروماتوجرافى السائل عالى الأداء high performance liquid chromatography "HPLC" ويفيد تقدير المبيد كمياً فى التعرف على متبقياته بنواتج المحاصيل وبالتربة وفى مكونات البيئة الأخرى مما يسمح بالإلمام بمستويات وجوده ومدى تجاوزه للحد المسموح الذى تعنى به بعض الدول حفاظاً على البيئة ومكوناتها.