بسم الله الرحمن الرحيم
إنه من سليمان وإنه بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة ديالى
كلية الزراعة
قسم التربة والموارد المائية
المرحلة الثالثة

تلوث التربة والمياه والنبات

أ.د. فارس محمد سهيل
مدرس المادة

مفردات مادة تلوث التربة والمياه

1- مقدمة، النظام البيئي، تعريف التلوث ، اسباب ومصادر التلوث .
2- دورات العناصر (النتروجين، الفسفور،الاوكسجين، الكربون ، الكبريت) .
3- تلوث المياه السطحية ، تلوث المياه الجوفية ، تلوث مياه البحار .
4- تلوث المياه البكتيري والفايروسي والديدان .
5- الملوثات الصناعية للمياه ، معامل البطاريات، معامل الاسمدة .
6- سلوك المبيدات في المحيط المائي ، سلوك المبيدات على الاحياء السائبة .
7- التلوث البيولوجي، مخلفات الصرف الصحي ، سلوك التسميد في تلوث المياه
8- تقسيم المياه حسب صلاحيتها للاستعمالات المختلفة .
9- تلوث التربة البيولوجي : التلوث بفضلات المدن ، الفضلات السائلة، الصلبة
10- تلوث التربة بالمبيدات : سلوك المبيدات في الانواع المختلفة للتربة، التحلل الحيوي للمبيدات في التربة.
11- التحكم الكيميائي والطبيعي للمبيدات في التربة، امتصاصها من قبل النبات .
12- الاحتباس الحراري، تأكل طبقة الأوزون، التلوث الحراري، التلوث الاشعاعي .

المصادر

تلوث البيئة – د. فليح حسن احمد ألحديثي ، د. بهاء عبد الجبار – جامعة بغداد 2013

التلوث البيئي

قبل التطرق إلى موضوع التلوث البيئي علينا أن نتعرف على البيئة ومكوناتها وأنظمتها بهدف المحافظة عليها من التلوث وأساليب المحافظة عليها. أن لفظ البيئة يرتبط مدلولها بنمط العلاقة بينها وبين مستخدمها فنقول البيئة الزراعية والبيئة الصناعية والبيئة الصحية والصحراوية وبيئة المدينة والبيئة الاجتماعية، وكل ذلك يعني علاقة النشاطات البشرية المتعلقة بهذه المجالات. أن مفهوم البيئة يشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتؤثر في العمليات الحيوية التي تقوم بها .

لقد ترجمت كلمة Ecology إلى اللغة العربية بعبارة (علم البيئة) التي وضعها العالم الألماني Ernest Haeckel عام 1866 بعد أن دمج كلمتين يونانيتين هما Oikes وتعني مسكن ولـ Logos ومعناها علم وعرفها بأنها :

العلم الذي يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذي تعيش فيه ويهتم هذا العلم بالكائنات الحية وتغذيتها وطرق معيشتها وتواجدها في تجمعات سكنية أو مجتمعات أو شعوب كما يدرس العوامل غير الحية في البيئة التي تؤثر في حياة الكائن الحي كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء والضغط والتضاريس والإشعاعات والغازات والمياه والهواء وخصائص الأرض الكيميائية والفيزيائية .

وتضم البيئة بشكل عام:

1-البيئة الطبيعية : وهي المظاهر التي لا دخل للإنسان في وجودها وتشمل الصحراء, البحر, الهواء, المناخ. التضاريس, المياه السطحية, المياه الجوفية, النباتات, الحيوانات, الضوء, الغابات .

2-البيئة المشيدة : وهي البيئة التي شيدها الإنسان وتدخل في مواصفاتها ومؤسساتها وتضم المزارع, المدن, المصانع, المدارس, المراكز التجارية وغيرها .

النظام البيئي

البيئة هي لفظ يطلق على جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتؤثر في العمليات الحيوية التي تقوم بها.

اما النظام البيئي فهو:

مصطلح حديث استخدم لأول مرة في الثلاثينات من القرن الماضي ، واقترح من قبل عالم البيئة تانسلي Tansley عام 1935 . ويقصد به : أية مساحة من الطبيعة وما تحوية من تداخل فعل الكائنات الحية مع البيئة غير الحية وتأثير بعضها على البعض الأخر ويشمل الكائنات الحية والمكونات غير الحية المحيطة بها .

www.freeimages.co.uk

فهو قد يتركز في أي منطقة صغيرة تتواجد وتستمر فيها الحياة على الكرة الأرضية ، لذلك فان البركة والمستنقع والبحيرة والحقل الزراعي والمدينة والقارة والحديقة المنزلية كل واحدة من هذه يمكن ان تعتبر وحدات لأنظمة بيئية . يشكل العالم نظاما بيئيا ضخما ومتوازنا وهو ما يدعى بالمحيط البيئي Ecosphere ويدعى كذلك الغلاف الحياتي Biosphere.

www.freeimages.co.uk

بصورة عامة تقسم الأنظمة البيئية إلى نوعين رئيسيين هما :

1- الأنظمة البيئية الأرضية (اليابسة) Terrestrial Ecosystems وتضم :

ا- بيئة الجبال ب - بيئة الهضاب جـ - بيئة التلال

د – بيئة السهول هـ - بيئة الصحاري .

2- الأنظمة البيئية المائية Aquatic Ecosystems وتضم:

أ-البيئة البحرية ب- بيئة المصبات

جـ - بيئة المياه العذبة

تركيب النظام البيئي Structure of Ecosystem :

يتكون النظام البيئي من مكونين رئيسين هما :

أولا : المكونات غير الإحيائية A biotic components :

تقسم هذه المكونات إلى :

1- التربة Soil

2- المياه Water

3-الغازات Gases

4-الطاقة الشمسية Solar energy

5- عوامل فيزياوية مختلفة ، منها المناخية وغير المناخية التي تؤثر في النظام البيئي كالحرارة والامطار والرياح والغبار والحرائق والهزات الارضية .

ثانيا : المكونات الإحيائية biotic components :

تشمل الكائنات الحية كافة المتواجدة في النظام البيئي بأنواعها المختلفة وأعدادها وأحجامها وطرق تغذيتها . ويمكن تقسيم المكونات الإحيائية اعتمادا على مصادر تغذيتها إلى ثلاث مكونات هي :

1- الكائنات الحية المنتجة Preducer organisms :

وتسمى كائنات ذاتية التغذية Autotrophic organisms

: مثل النباتات الخضراء وبعض أنواع البكتريا والطحالب .

www.freeimages.co.uk

2-الكائنات الحية المستهلكة

Consumer organisms : وتسمى هذه الكائنات غير ذاتية التغذية Hetrotrophic organisms (الأبقار ، الأغنام، الإنسان)

3- الكائنات الحية المحللة Decomposer organisms : وهي غير ذاتية التغذية رمية أو طفيلية تشمل (البكتريا ، الفطريات) .

www.freeimages.co.uk

التلوث البيئي Ecological pollution

وجهت انتقادات كثيرة إلى تدخلات الإنسان في التوازن البيئي الطبيعي ، وتزايد القلق بسبب استعمال الإنسان للوسائل المؤثرة والناجمة من التطور الهائل للتكنولوجيا والصناعة ، مما أصبح يهدد توازن الطبيعة فعلا .

ونتيجة لتداخل عوامل عديدة في مقدمتها: 1- الانفجار السكاني الهائل 2- تطور صناعي وزراعي لسد الحاجات المتزايدة لملايين البشر 3- استنزاف الموارد الطبيعية 4- استغلال أراضي الغابات والأراضي الزراعية في إنشاء المصانع والمعامل وكذلك في إنشاء المباني السكنية وشق الطرق ومد خطوط المواصلات والاتصالات وغيرها ،

لذا فان أهم المشكلات التي تواجه الانسان هي كيفية الحفاظ على التوازن البيئي الطبيعي في بيئته لأجل الحصول على مقومات حياته ، وان الإخلال بتوازن البيئة قد يحولها الى بيئة غير صالحة لمعيشة الانسان .

لقد بذلت الدول جهودا كبيرة للحد من تفاقم مشكلة التلوث البيئي التي أصبحت تهدد كوكب الأرض. وتمثلت جهود دول العالم في :

1- عقد المؤتمرات والندوات العلمية

2- دعم البحوث والدراسات والمؤلفات التي تساهم في الحد من أخطار التلوث عالميا .

www.freeimages.co.uk

فضـلا عـن اتخـاذ الإجـراءات المناسـبة ووضـع التشـريعات القانونيـة لحمايـة البيئـة والمحافظـة علـى التـوازن الطبيعـي المتمثل بتكامل مقومات الطبيعة الثلاث التالية :

- القشرة الارضية (اليابسة)
- الغلاف الهوائي
- الغلاف المائي

واليوم ما نشاهده في بيئتنا, في الريف أو المدينة من انتشار واسع لمظاهر التلوث بأشكاله المختلفة وهذه المظاهر كثيرا" ما تشوه منظر الحياة وتبعث في النفس الأسى والمخاطر التي تكمن ورائها فتاكة. وليس لدينا اختيار إلا أن ننبه عن مخاطرها أو نعمل على مواجهتها, وأن المقياس الحضاري اليوم للدول والشعوب يقوم على مدى اهتمامها في البيئة وحرصها على مقومات الحياة فيها ومقاومة كل أسباب تلويثها بدأ" بالتلوث النفسي للفرد الذي يشكل حجر الزاوية في بناء المجتمع الإنساني المتحضر والمسؤول الأول عن كل ما يحدث في البيئة إذ انه النافع المضر في بيئته والمسبب المستلم لناتج فعله. فإذا صح الفرد صح المجتمع وبيئته ومن هنا الاهتمام بالفرد ومنهاج تربيته وتعليمه هو على رأس الاولويات في مواجهة جميع أسباب وأشكال التلوث فى المجتمعات المتحضرة.

تعريف التلوث البيئي

قال الله تعالى بسم الله الرحمن الرحيم (أنا كل شيء خلقنه بقدر) وفي سورة أخرى قال (وإذا قيل لهم لا تفسدوا الأرض قالوا أنما نحن مصلحون ألا أنهم هم المفسدون ولكن لا يشعرون) هكذا بداء القرآن الكريم يصف لنا دقة مكونات النظام البيئي وكيفية ديمومة هذا النظام وكيف خلقه الله بشكل متوازن كما أن طبيعة هذا الخلق كفيلة بالحفاظ على استمرار توازن النظام البيئي ومكوناته كما أوصى الإنسان بالمحافظة على هذا الخلق وعدم التدخل في تغيير مكوناته المتوازنة التي إذا تغيرت نسبتها سوف يختل التوازن البيئي .

ولكن الإنسان يعتقد أن أعماله أو نشاطاته تصلح البيئة ومكوناتها ولكن الحقيقة هي عكس ذلك فمثلا الهواء الجوي يتكون من 78% نتروجين و 21% أوكسجين و 0.5هيدروجين و 0.003هي غاز ثاني اوكسيد الكربون فإذا تغيرت هذه النسب بسبب النشاطات الصناعية أو الزراعية لكثير من الدول المتقدمة فسوف يؤدي ذلك إلى حدوث كوارث لا يمكن السيطرة عليها من قبل الإنسان كالفيضانات والأعاصير وتغيرات الحرارة والرطوبة والجفاف والتصحر وتملح الأراضي وغيرها.

يعرف علماء الحياة (البايولوجيين) **التلوث** : بأنه أي تغيير أو تأثير في التوازن الطبيعي لأي نظام بيئي مما يغير او يؤثر في مكونات ذلك النظام البيئي . أو اعتبار التلوث هو الحالة التي توجد فيها مادة او مواد غريبة او أي مؤثر في إحدى مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال او يحد من استعمالها .

إما العاملين في الصحة فيعرفون **التلوث** بأنه أي تأثير ضار على صحة الإنسان بما يشمل غذاؤه أو نشاطه الفسيولوجي .

ويعتبر الجغرافيون إن مشكلة التصحر هي إحدى مشاكل التلوث البيئي المهمة .

www.freeimages.co.uk

وعرف هولستر وبورتوز التلوث تعريفا شاملا من خلال تعريف الملوث ، فالملوث هو مادة او اثر يؤدي الى تغير في معدل نمو الأنواع في البيئة يتعارض مع سلسلة الطعام بإدخال سموم فيها او يتعارض مع الصحة او الراحة او مع قيم المجتمع .

يعرف التلوث بمفهومه العام :

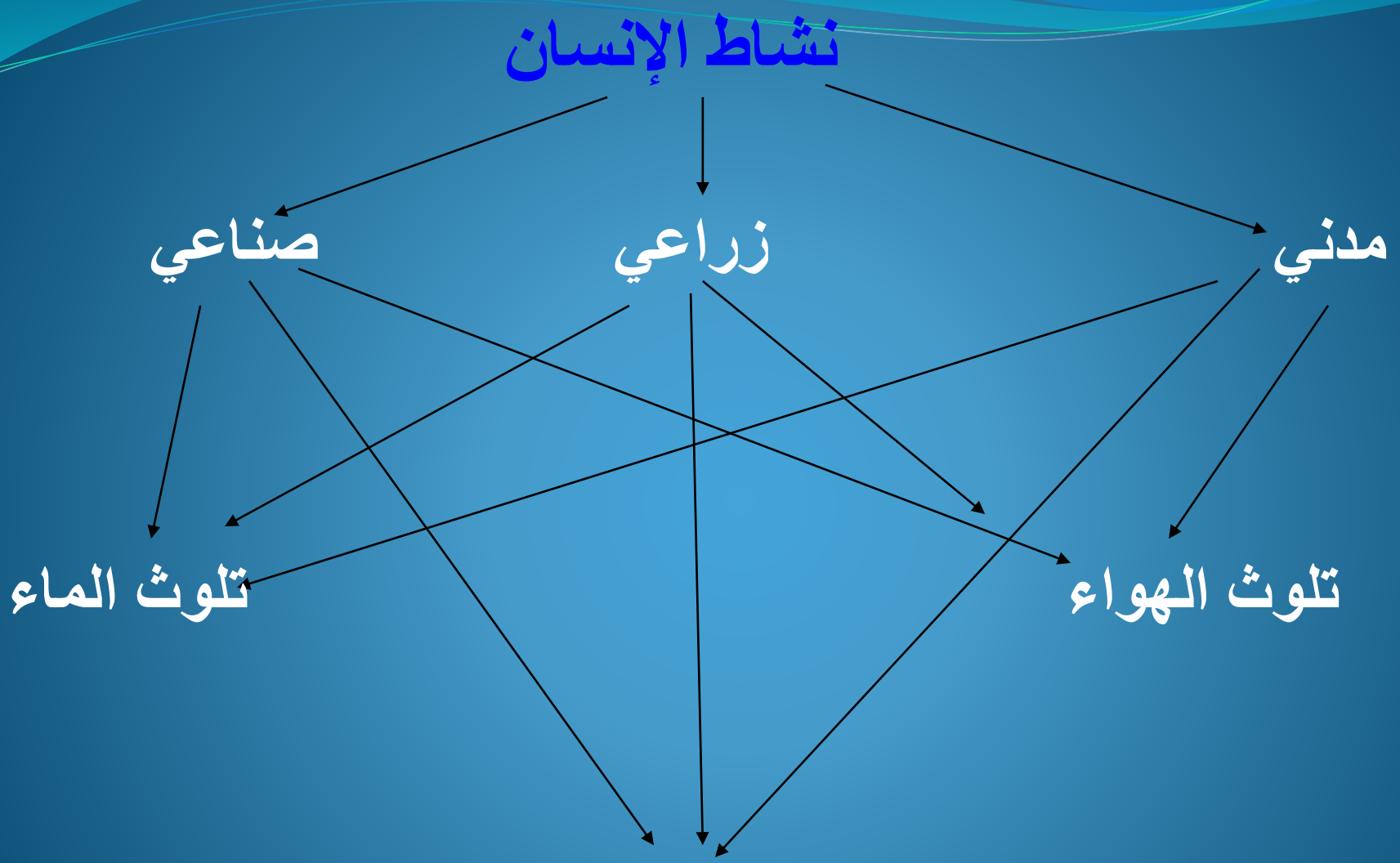
التلوث Pollution : هو تعكير أو اضطراب في البيئة يعمل على تغيير صفاتها الطبيعية ويجعلها رديئة الاستغلال والمنفعة وغير مناسبة بشكل أو بأخر للحياة .

www.freeimages.co.uk

في الشكل أعلاه لو نظرنا إلى العناصر الحية في مكونات البيئة نلاحظ أن الكائنات الحية المنتجة لمصادر الطاقة لبقية الأحياء الأخرى هي إحياء ذاتية التغذية تضم النباتات والطحالب التي تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مخزونة على شكل كاربوهيدرات أو أحماض امينية أو بروتينات أو دهون أو شحوم وغيرها والتي تستهلكها الأحياء غير القادرة على تصنيع غذائها وتشمل الإنسان والحيوان كمستهلك أولي أو ثانوي وبالتالي فأن جميع النباتات والحيوانات وكافة المخلوقات تعود إلى التربة ألام وتبداء الأحياء المجهرية المتباينة التغذية دورها في تحليل كل ما يدخل إلى داخل

التربة من نبات أو حيوان لأعادتها إلى مصادرها الأولية ومن ثم يعود النبات امتصاصها ثانية وهكذا تكون هذه الدورة مغلقة close system والتي يتم فيها إعادة ثاني اوكسيد الكربون المستهلك من قبل النبات في تصنيع المنتجات إلى البيئة ثانية والى الهواء الجوي. وبهذه الدورة تحافظ البيئة على نفسها من التلوث.

كما أن نشاطات الإنسان المتعددة المدنية والزراعية والصناعية التي تؤدي إلى تلوث عناصر البيئة الأساسية التربة والماء والهواء وكما موضح في الشكل التالي الأمر الذي يؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي وحدوث تغيير كبير في الدورة البايوجيوكيميائية.


نشاط الإنسان
صناعي
زراعي
مدني
تلوث الماء
تلوث الهواء
لوث التربة

المصادر الرئيسية للتلوث البيئي

هناك مصدران رئيسيان للتلوث البيئي هما :

1- مصادر طبيعية أو التلوث الطبيعي .

2- مصادر من أنشطة الإنسان أو التلوث الصناعي والبشري .

أولا : التلوث الطبيعي Natural pollution

يقصد به ليس للإنسان أي تدخل فيه . إذ إن الطبيعة عرضة إلى التغير المستمر بسبب عدة عوامل كالرياح والأمطار والسيول وحرائق الغابات وثورات البراكين والزلازل والمد والجزر في البحار وما تفرزه من ملوثات منها :

www.freeimages.co.uk

1- الدقائقيات في الهواء
2- المواد العالقة
3- حالات التعرية
4- زيادة تركيز الأملاح في المياه والتربة
5- الغازات السامة المنبعثة من البراكين أو العيون المعدنية .

ثانيا : مصادر التلوث الناتجة من أنشطة الإنسان

من المصادر التي يزداد تأثيرها بازدياد تقدم الإنسان العلمي والتكنولوجي والحضاري وتشمل :

www.freeimages.co.uk

1- المخلفات المنزلية : تشمل المخلفات الناتجة عن النشاطات المنزلية لمخلفات الوقود المنزلي كالفحم والكيروسين والغاز والمنظفات المنزلية .

2- المخلفات الصناعية : تشمل الصناعات الكيمياوية مثل صناعة الأسمدة والورق والنفط والمطاط والاسمنت واستخراج المعادن من خاماتها وصناعة الحديد والصلب والكبريت والفوسفات والإطارات .

3- مخلفات العمليات الزراعية : تشمل بقايا المحاصيل والمخلفات الحيوانية والأسمدة الكيميائية والمبيدات الكيميائية .

www.freeimages.co.uk

4- مخلفات وسائط النقل المختلفة : تطرح عوادم السيارات بالإضافة إلى الرصاص ملوثات أخرى مثل أول اوكسيد الكربون واكاسيد النتروجين والهايدروكاربونات .

5- المواد المشعة : الإشعاع الصادر من المواد المشعة الناتجة من المفاعلات النووية وتجارب الانفجارات النووية يؤدي إلى تلوث البيئة .

6- الضوضاء : يؤثر الضوضاء على الإنسان / إذ يجعله سريع الغضب وقليل القدرة على التركيز الفكري وقد ينجم عن ذلك الإصابة بالقرحة وقد يؤدي الضوضاء الشديد إلى الصم .

www.freeimages.co.uk

أنواع التلوث البيئي

هناك ثلاثة أنواع رئيسية للتلوث البيئي :

1- تلوث الهواء Air pollution

2- تلوث المياه Water pollution

3- تلوث التربة Soil pollution

أنواع الملوثات البيئية

- 1- ملوثات طبيعية : مثل الأتربة والغبار ، الإشعاع ، الضوضاء والدخان .
- 2- ملوثات كيميائية : مثل الأبخرة والغازات ، الحوامض والقلويات ، العناصر الثقيلة والمبيدات .
- 3- ملوثات إحيائية : مثل ، الفيروسات ، البكتريا ، الطفيليات والفطريات

طبيعة المواد الملوثة Nature of pollutants

من اجل دراسة المواد الملوثة والتعرف عليها يجب الأخذ بنظر الاعتبار المواصفات التالية :

أولا: تركيبها الكيميائي

تقسم المواد الملوثة حسب تركيبها الكيميائي إلى نوعين :

أ- مواد عضوية : تشمل مواد عضوية غنية بالكلور مثل بعض المبيدات الحشرية كالكلوريدين والـ DDT .

ب- مواد غير عضوية :

إمـــا ان تكـــون علـــى هيئـــة ايونـــات كالايونـــات الموجبـــة مثـــل Zn^{++} ، Cu^{+} ، Fe^{+++} والايونـــات الســـالبة مثـــل NO_3^{-} ، PO_4^{-3} .

تشمل نوعين :

أ- مواد قابلة للتحلل : تشمل المواد التي يمكن تحللها أو تكسيرها في البيئة من قبل المحللات كالبكتريا والفطريات . تكون اقل خطورة في تلوث البيئة .

ب- مواد غير قابلة للتحلل : تشمل المواد الكيميائية والصناعية ذات التأثير التراكمي في البيئة والتي لا يمكن تحللها ، مثل العناصر الكيميائية الثقيلة ومواد البلاستيك والنايلون وبعض المنظفات .

ثالثا : درجة سميتها :

بعض المواد تعد سامة للكائنات الحية ، ويقصد بالمواد السمية ، بأنها تلك المواد التي تسبب شللا لحركة الكائنات الحية وتثبط نموها وتؤدي إلى موتها من خلال تأثيرها المباشر والفعال على إيقاف وعرقلة الفعاليات الايضية .

أضرار التلوث البيئي

1- أضرار تلحق بصحة الإنسان من خلال تلوث الهواء والتربة والغذاء بمواد كيميائية وأخرى مشعة .

2- أضرار تلحق بالمحاصيل الزراعية والنباتات والمياه والتربة والحيوانات .

3- أضرار تلحق بالنواحي الجمالية للبيئة مثل الدخان والغبار والضوضاء والفضلات والقمامة .

4- الأضرار التي لا يظهر أثرها إلا في المدى البعيد ولكنها ذات اثر تراكمي ، مثل السرطانات والمواد المشعة والضوضاء .

دورات العناصر وأثرها في التلوث البيئي

من خلال تتبع دورة العناصر الرئيسية مثل الكربون والأوكسجين والهيدروجين والنتروجين والفسفور والكبريت نستطيع تفهم العديد من مبادئ النظم البيئية بين المكونات الحية وغير الحية للنظام البيئي .ان خمسة عناصر (الكربون والأوكسجين والهيدروجين والنتروجين والفسفور تمثل أكثر من (97%) من تركيب البروتوبلازم في معظم أنواع الكائنات الحية .

إن انتقال هذه العناصر من الحالة اللاعضوية إلى الحالة العضوية وبالعكس قد تسبب الاختلاف والتباين بين عدد الكائنات الحية وأنواعها من منطقة إلى أخرى حسب سرعة انتقال هذه العناصر من حالة إلى أخرى .

إن هذه العناصر والمواد يجري تدويرها في النظام البيئي بصورة مستمرة .

وتمر هذه العناصر والمواد في مسارات متعددة تشمل الكائنات الحية والمياه والهواء والتربة والصخور .

إن تحليل دورات العناصر ضمن النظام البيئي هو الوسيلة الصحيحة لفهم النظام البيئي ، وقد تقسم الدورات الكيميائية الأرضية الحياتية اعتمادا على مصدر هذه العناصر الى نوعين رئيسيين :

1- الدورات الغازية :

إذ إن الغلاف الجوي هو المصدر والمستودع الأساسي لها .

2- الدورات الرسوبية : حيث يكون سطح الأرض هو المستودع الأساسي لها (الصخور والتربة) .

أولا :الدورات الغازية Gaseous cycles

من أهم الغازات ذات العلاقة الوثيقة بحياة الكائنات الحية وبيئتها ودورانها في البيئة هي :

1- دورة الكربون Carbon cycle

الكربون من أهم العناصر الموجودة في النظام البيئي الأرضي ، وهو من العناصر المهمة في بناء الخلية ، اذ يدخل في تركيب البروتوبلازم وتتراوح نسبته في خلايا الكائنات المجهرية حوالي (40% – 50%) من الوزن الجاف . إذ تحصل عليه من غاز CO_2 الموجود بكمية محدودة تبلغ حوالي (0.03%) من مكونات الهواء الجوي .

لماذا تعد دورة الكربون من الدورات الكاملة في الطبيعة

تعد دورة الكربون من الدورات الكاملة في الطبيعة

وذلك بسبب:

1- تميز مكوناتها الأساسية .

2- لان الكربون يعود إلى المحيط البيئي بنفس السرعة التي يزال فيها من المحيط الجوي (المخزن الرئيسي)

تتم دورة الكربون في النظام البيئي الأرضي بالعمليتين التاليتين :

أولاً : إزالة ثاني أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي :

يتم تحويل الكربون اللاعضوي الذي هو على هيئة CO_2 إلى كربون عضوي في النباتات من خلال عملية البناء الضوئي وهذه المركبات العضوية تنتقل إلى الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات .

ثانياً: تحرر ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي :

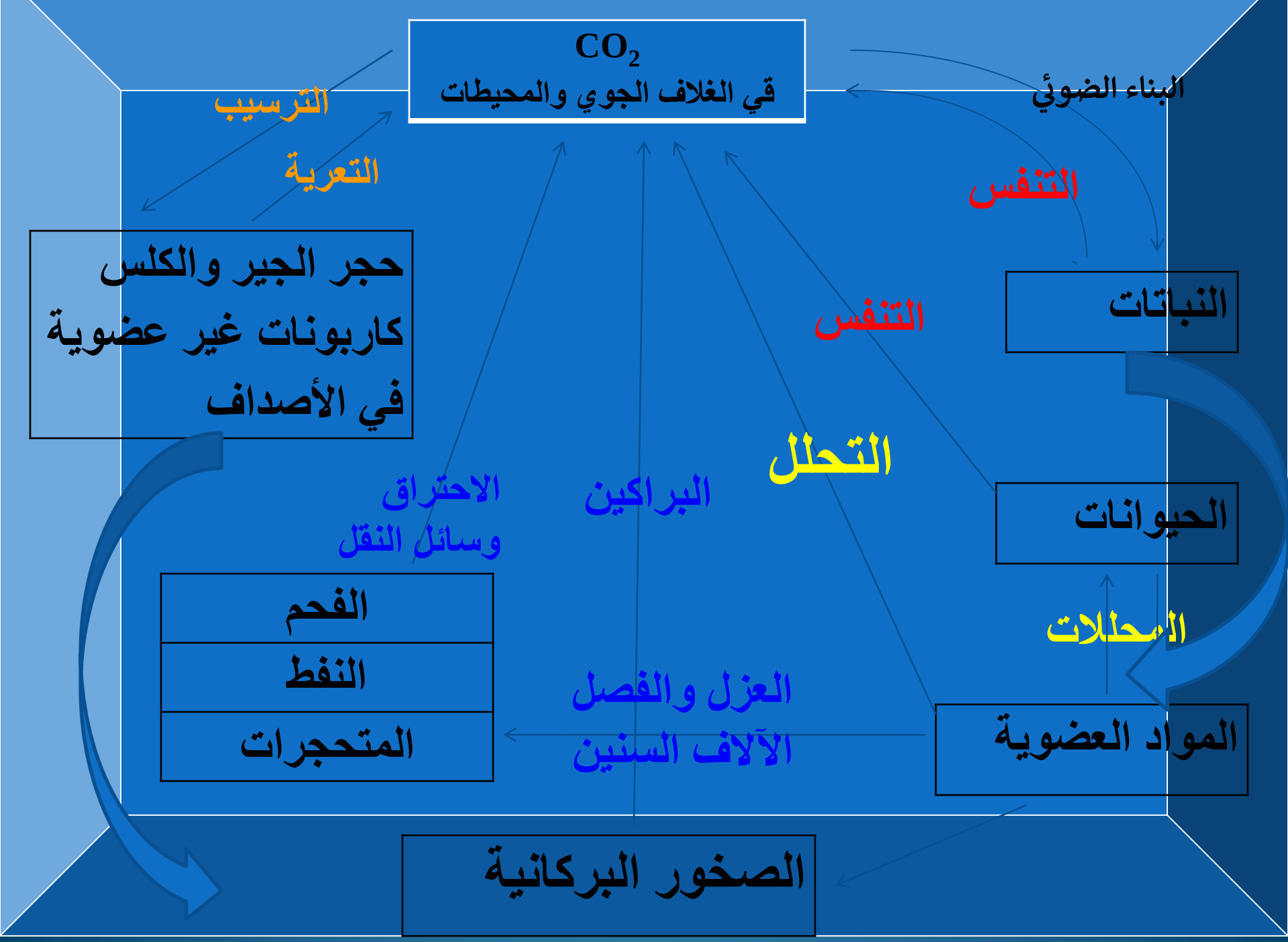
أ- بالتنفس : يعود الكربون إلى الجو على هيئة غاز CO_2 من خلال عملية التنفس للكائنات الحية المختلفة .

ب- بالتحلل :

عندما تموت الكائنات الحية ومن خلال عملية التحلل التي تقوم بها الكائنات المحللة مثل البكتريا و الفطريات تتحلل المادة العضوية وتتحول إلى غاز ثاني أكسد الكربون .

جـ - بالاحتراق:

يزداد محتوى الغلاف الجوي بالتدريج من ثاني أوكسيد الكربون نتيجة لحرق كميات هائلة من البترول والكربون الفحمي والغاز الطبيعي وتحرير تلك الكميات الضخمة من ثاني أوكسد الكربون إلى الجو.


CO_2
في الغلاف الجوي والمحيطات
البناء الضوئي
الترسيب
التعرية
التنفس
حجر الجير والكلس
كاربونات غير عضوية
في الأصداف
النباتات
التنفس
التحلل
البراكين
الاحتراق
وسائل النقل
الحيوانات
الفحم
النفط
المتحجرات
الإحللات
العزل والفصل
الآلاف السنين
المواد العضوية
الصخور البركانية

الأهمية البيئية لدورة الكربون:

1- لو توقفت تلك الدورة لتوقفت معها عملية تثبيت ثاني أوكسد الكربون الجوي وعملية تحرير ثاني أكسد الكربون .

2- لو اختلت عمليتا أخذ ثاني أوكسد الكربون وإطلاقه وتزايد محتوى الغلاف الجوي وهو ما يمثل تهديداً للحياة على الأرض ، اذ أن زيادة ثاني أكسد الكربون في الغلاف الجوي سوف يزيد من حرارة البيئة وتصبح الأرض أكثر دفئاً مما يؤدي إلى ظاهرة الاحتباس الحراري بتأثير ظاهرة البيوت المحمية Greenhouse effect وهذا يؤدي إلى ذوبان الجليد القطبي او الجبال الثلجية وارتفاع مستوى البحر بمقدار يتراوح من 75 إلى 150 متراً وهو ارتفاع يكفي بغرق معظم المدن الساحلية في العالم ، كما قد يؤدي الى الإخلال بمستوى انتشار النباتات وإحداث التصحر .

2- دورة النتروجين Nitrogen cycle

يعد النيتروجين أكثر العناصر الغذائية عرضة للتحولات الميكروبية ويدخل مكونا رئيسا في بناء البروتين،فهو احد المكونات الأساسية لبروتوبلازم النباتات والحيوانات والأحياء المجهرية ، ويعتبر الهواء الجوي المخزن الرئيسي للنتروجين الجوي، اذ يكون حوالي 78% من الهواء المحيط بالكرة الأرضية . ولذا فان دورته الشاملة توفر بديلا ثابتا تقريبا لما يثبت من قبل الأحياء المجهرية التي توفر كل ما يحتاجه النبات في حياته تقريبا .

يعتبر النتروجين من أكثر العناصر الغذائية شيوعا في التربة ، وأكثر نقصا في التربة ، وأكثرها امتصاصا من قبل النبات .

مصادر النتروجين يمكن تقسيمها إلى أربعة مصادر وهي :

1- المعادن الأولية والصخور أو مادة الأصل التي تكونت منها التربة .

2- عملية تثبيت النتروجين الجوي بواسطة الكائنات الحية المجهرية .

3-المادة العضوية الناتجة من تحلل مخلفات النباتات والحيوانات .

4- إضافة الأسمدة الصناعية (المصدر الصناعي) .

إن دورة النتروجين تبدأ بواسطة بعض أنواع

البكتريا والطحالب التي تثبت النتروجين من حالته الغازية إلى صورة أملاح النتريت والنترات ، **فتعرف عملية تثبيت النيتروجين الجوي Nitrogen fixation**: بأنها عملية اختزال النتروجين الجوي N_2 إلى آمونيا بمساعدة أنزيم النتروجينيز **Nitrogenase** وتوفر مصدرا للطاقة **ATP** وايون موجب ثنائي مثل Mg^{++} أو Mn^{++} مع وجود عامل مختزل .

الأحياء التي تساهم في تثبيت النتروجين الجوي في التربة :-

أ - البكتريا غير التعايشية المثبتة للنتروجين

A Symbiotic N_2 fixation bacteria

أو تسمى البكتريا حرة المعيشة مثل

Azotobacter ,Clostridium

ب- أنواع البكتريا التعايشية المثبتة للنتروجين

Symbiotic N_2 fixation bacteria

وهي البكتريا التكافلية المثبتة للنيتروجين والموجودة على العقد الجذرية لنباتـــات العائلة البقولية ،أهم أجناس هذه البكتريا هو جنس الرايزوبيومRhizobium التابع لعائلة Rhizobiaceae .

جـ - بعض الطحالب الخضراء المزرقة Blue green algae :

تثبت النتروجين مثل طحالب الانابينا Anabaena في حقول الرز وطحلب النوستوك Nostoc .

لا تقتصر عملية تثبيت النتروجين على الأحياء بل تساهم الطبيعة في تثبيت كميات منه بواسطة التفريغ الكهربائي أثناء الزوابع الرعدية حيث يتحد النتروجين مع الأوكسجين مكونا اكاسيد النتروجين وهذه الاكاسيد سوف تنزل مع مياه الأمطار إلى التربة لتتحد مع مركبات أخرى وتمتص من قبل النباتات .

إن للبكتريا دورا مهما في عمليات التحلل للمركبات النتروجينية خلال ثلاث عمليات وهي :

1- النشدرة Ammonification

2- النترجة Nitrification

3- عكس النترجة Denitrification

إذ تساعد بكتريا النشدرة مثل *Pseudomonas* في تحلل الأحماض الامينية وتكوين الامونيا NH_3 ، ثم تتأكسد الامونيا وتتحول إلى نتريت NO_2 (بعملية النترجة) بسرعة بواسطة بكتريا النتريت (Nitrosomonas) ومن ثم تتحول الى نترات NO_3 (عملية النترجة) بواسطة بكتريا النترات (Nitrobacter) .

يكمل النيتروجين دورته عندما يعاد إلى الجو على صورة غاز أو اكاسيد النيتروجين من خلال عملية عكس النترجة Denitrification تحت ظروف لاهوائية (تغدق) ، وهي عملية اختزال مايكروبي للنترات او النتريت الى غاز النيتروجين يفقد ويتطاير في الجو بفعل بعض أنواع البكتريا التابعة لاجناس , *Pseudomonas* *Thiobacillus* وأنواع أخرى من بكتريا التربة .

Pseudomonas **Nitrosomonas** **Nitrobacter**

$R\text{-}NH_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$

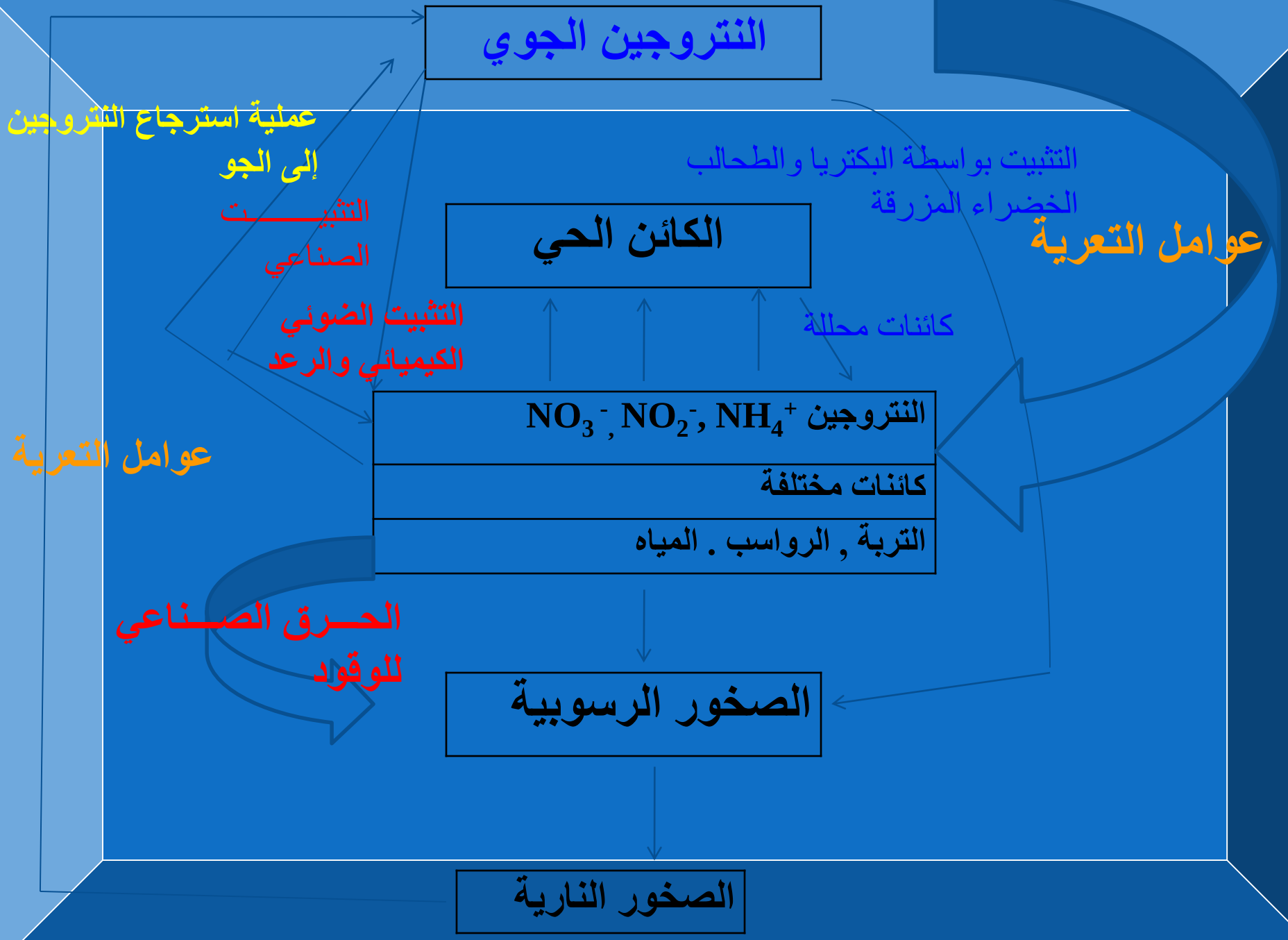
حامض أميني — آمونيا — نتريت — نترات

Ammonification النشدرة **Nitrification** النترجة

Pseudomonas , Thiobacillus

N_2O , NO_2 الى الجو

Denitrification عكس النترجة


النتروجين الجوي
عملية استرجاع النتروجين إلى الجو
التثبيت بواسطة البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة
التثبيـــــت الصناعي
الكائن الحي
عوامل التعرية
التثبيت الضوئي الكيميائي والرعد
كائنات محللة
النتروجين NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+
كائنات مختلفة
التربة , الرواسب . المياه
عوامل التعرية
الحـــرق الصـــناعي للوقود
الصخور الرسوبية
الصخور النارية

على الرغم من إن النترات تعتبر مادة ضرورية للتغذية ، إلا إنها تعد من أهم المواد الملوثة للبيئة ، إذ إنها تغسل إلى أعماق التربة ومن ثم الى مياه الأنهار فتلوثها ، وان هذه الحالة تؤدي الى :

1- ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication .

2- مرض زرقة العيون Methemoglobinmia عند الأطفال .

3- تكون مركبات النتروز أمين Nitrosamine وهي مادة مسرطنة .

ثانيا : الدورات الرسوبية Sedimentary cycles

1- دورة الفسفور Phosphorus cycles

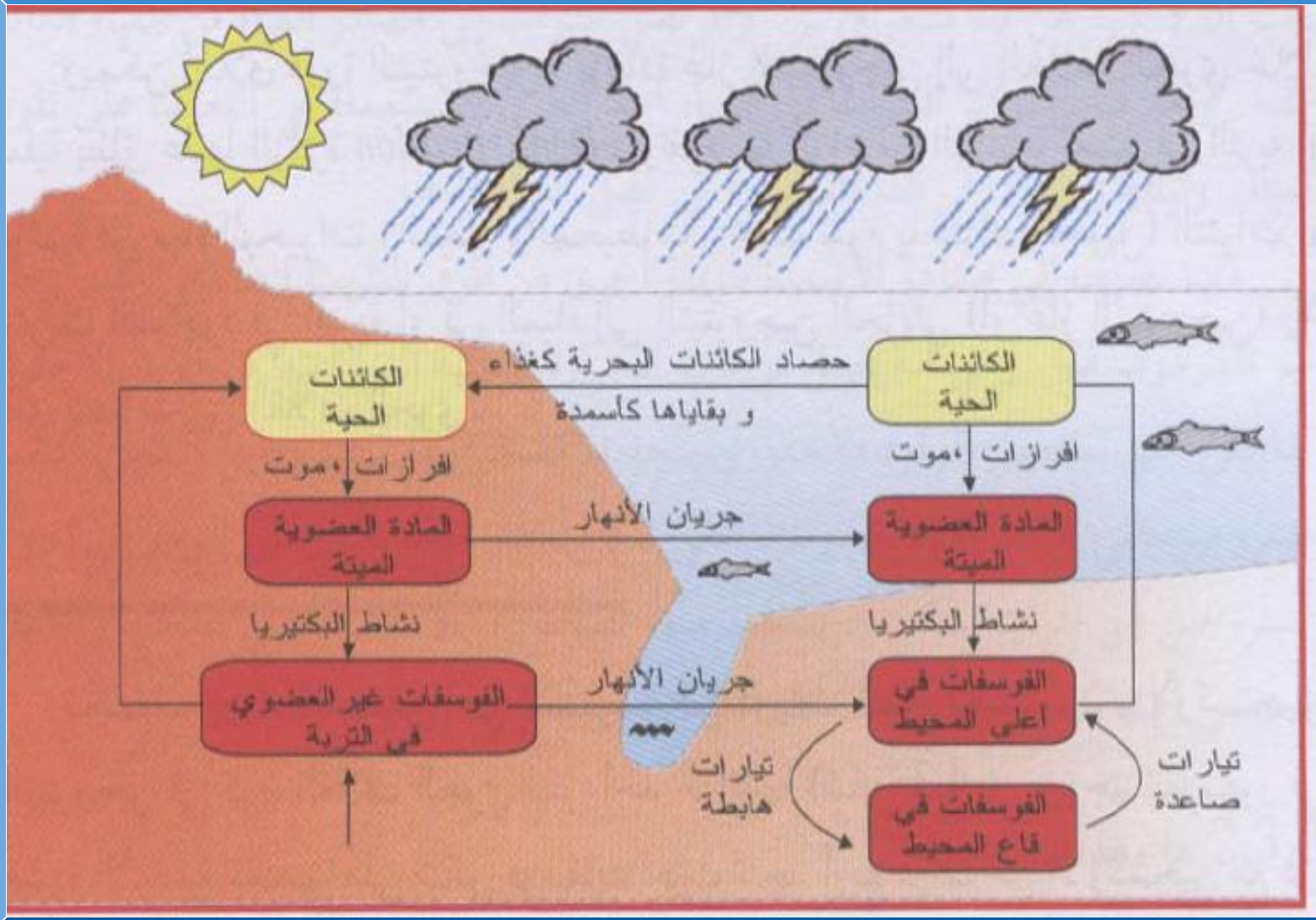
الفسفور يعد عنصرا ضروريا للحياة حيث انه يعد من العناصر الأساسية لجزيئة DNA و RNA ويدخل في تركيب العظام وفي الأغشية الخلوية وفي مركب الطاقة ATP ثلاثي فوسفات الادينوسين .

أما الفسفور اللاعضوي فيكون على هيئة ايونات الفسفور PO_4^{---} , HPO_4^{--} , $H_2PO_4^{-}$ والتي تمتصها النباتات وتثبت في الخلايا خلال العمليات الايضية .

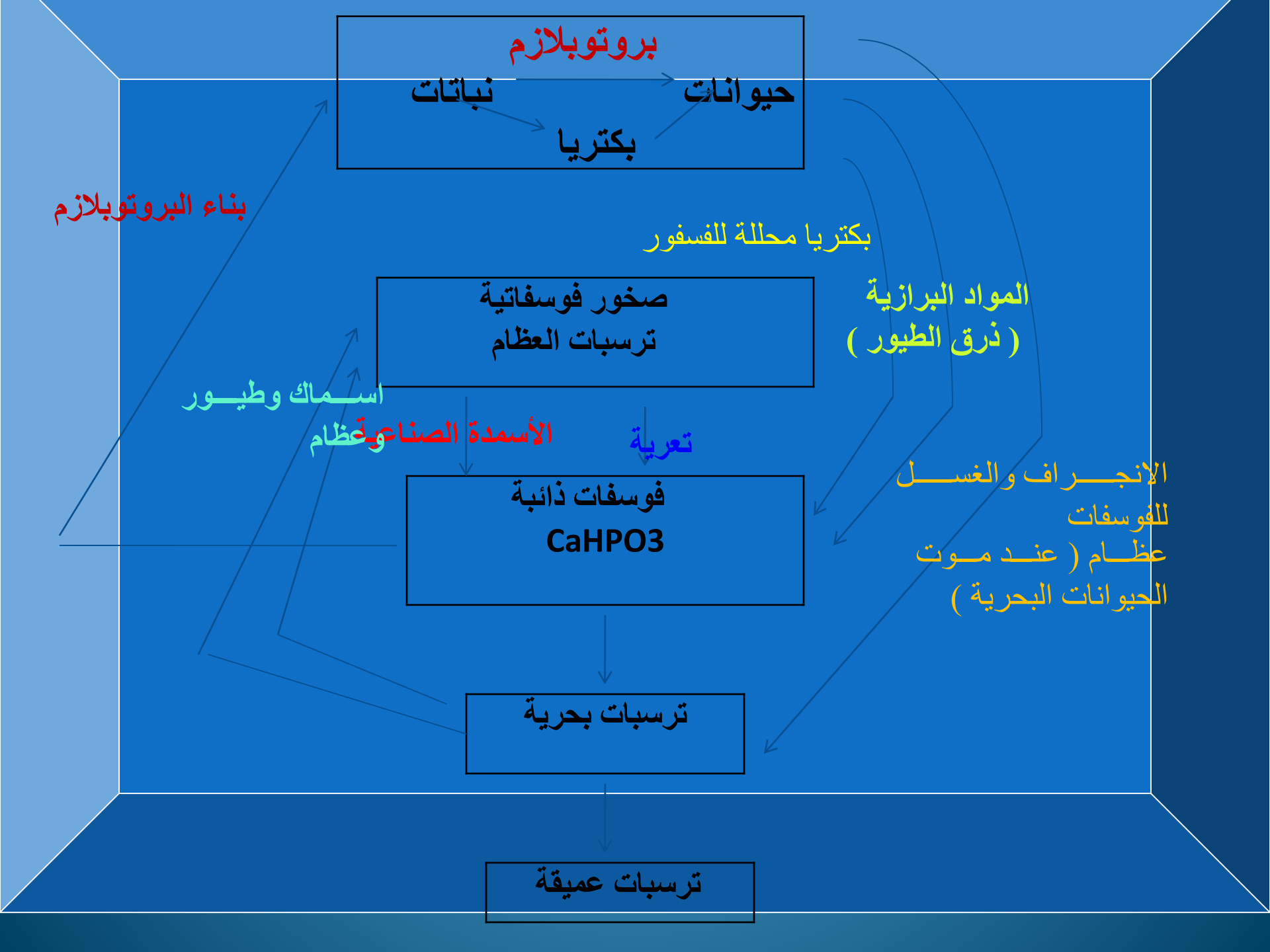
أما الخزين الأساسي للفسفور في الطبيعة فهو الصخور الفوسفاتية (معدن الابتايت Apatite) وبقايا ذرق الطيور وفضلات الأسماك والعظام .

تتعرض الصخور الفوسفاتية الى عوامل التجوية الطبيعية فيتحرر الفسفور من هذه المصادر عن طريق عمليات التآكل والتعرية والانجراف فضلا عن عمليات التنقيب وغيرها , وان بعض هذه العمليات تحرر الفسفور على شكل الفوسفات الى التربة حيث يمتص من قبل النباتات وبذا تدخل الى الأجزاء الحية من النظام البيئي من خلال المستويات الاغتذائية المختلفة قبل رجوعها الى التربة مرة اخرى .

إن الدورة الكيميائية الأرضية الحياتية للفسفور تبدأ بالنباتات التي تمتص الفسفور اللاعضوي كأحد المغذيات الرئيسية ويتحول الى الحالة العضوية ومنها ينتقل الى الحيوانات التي تتغذى عليها وعند موت هذه الكائنات تعمل المحللات في التربة أو الماء على إرجاع الفسفور الى حالته اللاعضوية فضلا عن ما يخزن ضمن الرواسب والصخور الرسوبية التي بدورها تطلق الفسفور اللاعضوي خلال عمليات التعرية .



دورة الفسفور في الطبيعة


بروتوبلازم
حيوانات
نباتات
بكتريا
بناء البروتوبلازم
بكتريا محللة للفسفور
صخور فوسفاتية
ترسبات العظام
المواد البرازية
(ذرق الطيور)
اسماك وطيور
وعظام
الأسمدة الصناعية
تعرية
فوسفات ذائبة
CaHPO3
الانجراف والغسل
للفوسفات
عظام (عند موت
الحيوانات البحرية)
ترسبات بحرية
ترسبات عميقة

2- دورة الكبريت Sulfur Cycle

يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية النباتية والحيوانية ، لذا يعد من العناصر الاساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية .

تبدأ دورة الكبريت بخروج الكبريت من بعض أنواع الصخور الذي تحتويه مثل الجبس $CaSO_4.2H_2O$ وخام الكبريت خلال عملية التجوية الكيميائية . ينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبة SO_4^{-2} مع المياه السطحية الجارية أو الجوفية حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات وجزء اقل يصل إلى التربة . وينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة بالبحار والمحيطات إلى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل إلى صخور مثل صخور الجبس والانهيدرايت وبذلك تغلق دورة الكبريت .

أما الكبريت الذي يصل إلى التربة فيمكن للنبات إن يمتصه على شكل كبريتات ذائبة ، اذ يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية وخاصة البروتينات النباتية ويمكن ان ينتقل الى المستهلكات برتبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية . وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحللات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت إما هوائيا أو لاهوائيا ، وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة الكبريت الى التربة لتمتصه نباتات اخرى او ينتقل خلال غسيل التربة بواسطة مياه الامطار الراشحة خلالها الى المياه السطحية الجارية او المياه الجوفية .

بماذا تمتاز دورة الكبريت عن دورة الفسفور؟

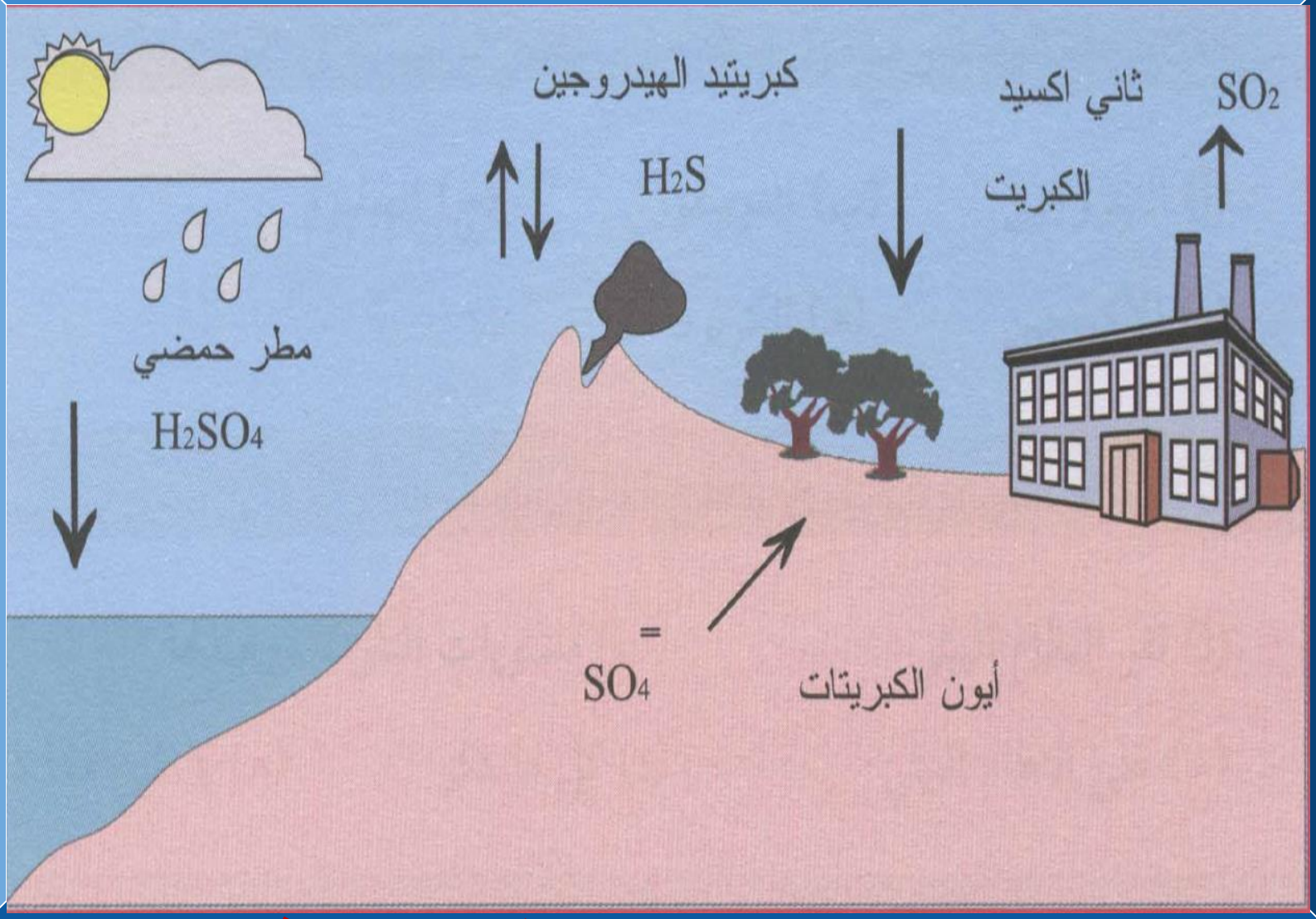
تمتاز بتكون طور غازي للكبريت لا نجد مثله في دورة الفسفور . إذ يمكن أن يصل الكبريت إلى الغلاف الجوي على شكل عدة أنواع من الغازات منها : 1- ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 2- كبريتيد الهيدروجين H_2S.

- ينتج ثاني اوكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود الاحفوري المحتوي أصلا على الكبريت أو المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجود في الفحم الحجري .
- يمكن أن ينتج ثاني اوكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت ذاتية التغذية كيميائية .

- عادة يتفاعل H_2S في الجو مع الماء ليكون حامض الكبريتيك H_2SO_4 الذي يساهم في تكوين المطر ألحامضي .

- مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يصل إلى الغلاف الجوي فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت . إذ تقوم بعض أنواع البكتريا مثل بكتريا Sporovibrio باختزال الكبريت في المناطق التي يقل الأوكسجين فيها كالتربة المشبعة بالمياه والمستنقعات الراكدة وشبكات نقل المياه العادمة وزرائب الأبقار ، وينتج عن هذا الاختزال غاز H_2S الذي يعتبر من ملوثات الجو لأنه غاز سام وله رائحة كريهة تشبه رائحة البيض الفاسد .

- مصدر أخر لهذه الغازات هو البراكين .



دورة الكبريت في الطبيعة

وبشكل عام : ما يمكن أن نستفيده من دراستنا للدورات البيوجيو كيميائية للعناصر ما يأتي :

1- معرفة المستودعات التي يختزن فيها العنصر.
2- معرفة العمليات التي تربط بين المستودعات.
3- معرفة المسارات التي يتبعها العنصر في حركته من مستودع إلى آخر.
4- التنبؤ بمعدل حركة العنصر في الدورة.
5- التنبؤ بعملية دخول العنصر إلى الدورة أو فقدانه.
6- معرفة الأشكال التي يوجد فيها العنصر.

واجب بيتي

س1: وضّح أهمية بكتريا النترجة في تزويد النبات بما يحتاجه من نتروجين ؟.

س2: علّل كلاً مما يأتي :

أ- زيادة خصوبة تربة زراعية زرعت بالباقلاء .

ب- تزايد نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو.

جـ -النباتات أكبر مطابخ للطعام على سطح الأرض.

س3 : صف ما يحدث لنسبة غاز (CO_2) في الغلاف الجوي في الحالتين التاليتين:

أ- الزيادة في التشجير (اتساع في المساحة الخضراء).

ب- احتراق واسع للغابات.

ثم وضح أثر ذلك في :

1) كمية الكربون التي تختزن في الرسوبيات.

2) حالة التوازن بين إنتاج الأوكسجين واستهلاكه.

تلوث المياه

الماء سائل ضروري للحياة ولا غنى عنه لجميع الكائنات الحية ، إذ بدون الهواء والماء لا توجد حياة ، تصل نسبته حوالي 60–90 من الوزن الطري لمعظم الأحياء ، وقد ترتفع إلى أكثر من 98 % في ثمار بعض النباتات كالخيار والرقي . يعتبر الماء الوسط الذي تحدث فيه جميع التفاعلات الحيوية والكيميائية داخل أجسام الأحياء ، وله أهمية خاصة في حياة الإنسان ، وهو متوفّر بكثرة في كوكبنا الأرضيّ :إذ أنه يغمر ¾ من مساحته الإجمالية تقريبا ، لكنّ أكثر من 97.5 % من هذه الكتلة المائية عبارةٌ عن مياه شديدة الملوحة في المحيطات والبحار ،

فالمياه العذبة الصالحة للاستعمال لا تشكل سوى 2.4 % من هذه الكتلة المائية، يجري أغلبها في الأنهار والبحيرات، والمياه في باطن الأرض. يمكن أن يتواجد الماء على شكل سائل أو صلب أو غاز في الغلاف الجوي ، إذ تبلغ نسبته في الغلاف الجوي أقل من0.001 % .

تقسيم المياه حسب صلاحيتها للاستعمالات المختلفة

يمكن تلخيص بعض مجالات استعمال المياه من قبل الإنسان بما يلي :

1- يستعمل ثلثي الماء المجهز بواسطة اسالات الماء للأغراض المنزلية المختلفة ، منها مياه الشرب والطبخ والغسل ، إما الثلث الأخر فيستعمل في الصناعة .

2- تستعمل المياه لأغراض التبريد أو توليد البخار وفي تصنيع المواد .

3- يستعمل الماء في توليد الطاقة الكهربائية .

4- يستعمل الماء في الصناعات الغذائية وفي تربية الحيوانات وفي ري المزروعات .

5- يستعمل الماء للتنقل والتجارة ، إذ يعتبر احد وسائل النقل المهمة في العالم .

6- يستعمل الماء لأغراض الترفيه والمتعة والاستجمام .

أنواع المياه

1- المياه السطحية : مصادرها : مياه الأنهار والبحيرات، و هي مياه الأمطار التي لا تنفذ من خلال طبقات التربة المسامية ولا تعود ثانية بالتبخير .مياه الأمطار تأتي من السحب، هي أنقى نوع من أنواع المياه الطبيعية، على الرغم من أنها تتلوث من عوادم المصانع المتمثلة في الكبريت و التي يتشبع بها الهواء ومن هنا يتكون ما يعرف باسم المطر ألحامضي .

المطر ألحامضي

- تكون قيمة الـ pH له حامضية (تتراوح بين 4–5) .
- يعتبر ماء المطر حامضيا عندما يكون تركيز أيون الهيدروجين فيه أكثر من تركيز أيون الهيدروجين في الماء.
- أن السبب الرئيس في تكوين الأمطار الحمضية هو حرق كميات ضخمة من الوقود وتدفع إلى الهواء يوميا بكميات هائلة من الغازات الحمضية مثل : ثاني أكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين وأكاسيد النتروجين التي تتفاعل مع قطرات الماء الموجودة في المطر لتكون حامضي الكبريتيك والنتريك .

- تؤدي الأمطار الحامضية إلى الإضرار بكثير من المجاري المائية المكشوفة للبحيرات المقفلة خاصة ، فهي ترفع من حموضة هذه البحيرات وقد تقضي هذه الحموضة الزائدة على كل ما في هذه البحيرات من كائنات .

يمتد هذا الضرر إلى المحاصيل الزراعية والغابات ،تؤثر الأمطار الحمضية في مياه الشرب ،تسببت هذه المياه الحامضية في تآكل بعض قنوات المياه .

2- المياه الجوفية :

مصـــادر الميـــاه الجوفيـــة، الأمطـــار و الثلـــوج و الأنهـــار حيـــث يـــتم امتصاصـــها وتخزينها في باطن الأرض ويمكن ضخها بسهولة وذلك بحفر الآبار ،وهناك ما يصعد من تلقاء نفسه مثل الآبار الارتوازية وهي عادة صالحة للشرب .

الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه

تؤدي الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه دورا مباشرا في توزيع الأحياء وسلوكها وتكيفها ، ومن هذه الخواص التي لها علاقة بتلوث المياه هي :

1- التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity EC)

يعتمد على الأملاح المذابة به ، اذ يتناسب طرديا مع هذه الأملاح . ويعبر عنه بوحدة المليموز / سم أو المايكروسيمنز /سم او ديسي سمنز / م . علما إن قيمة لتوصيل الكهربائي للماء المقطر تساوي صفر وتزداد كلما ازدادت الأملاح الذائبة في الماء .

2- الملوحة Salinity

تعود ملوحة المياه إلى وجود مختلف الايونات كالكربونات والكبريتات والكلوريدات والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم وغيرها ، وتختلف الأحياء المائية في مدى أو قابلية التحمل للملوحة .

3- الأس الهيدروجيني pH

تتراوح قيم الـ pH للمياه العذبة بصورة عامة بين (5–9) واغلب الأحياء المائية تحتاج الـ pH مابين (6,5 –8,5) في المياه العذبة . معظم أحياء المياه العذبة تستطيع التحمل المدى ما بين (3,3 –10,7) دون أي ضرر ظاهر ولكنها لا تتواجد في هذا المدى بصورة واسعة .

4- الأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen

يعد الأوكسجين المذاب من بين العوامل الكيميائية الحرجة في التأثير على البيئة المائية ، إذ إن الاحياء المائية (باستثناء اللاهوائية) تحتاج لها الغاز الحيوي لأجل تنفسها . هناك مصطلحين مهمين في قياس كمية الأوكسجين المستهلك وهما :

أ- المتطلب أو الاحتياج الكيمياوي للأوكسجين Chemical Oxygen Demand

يرمز له (COD) يعرف بأنه كمية الأوكسجين اللازمة لإتمام الأكسدة الكيميائية للمواد القابلة على التأكسد الكيميائي في المياه ويعبر عنه بوحدة ملغم أوكسجين / لتر ماء .

ب- المتطلب أو الاحتياج البايو كيميائي للأوكسجين Biochemical Oxygen Demand

ويرمز له (BOD) ، ويعبر عن ما تستهلكه الأحياء المجهرية الهوائية كالبكتريا والخمائر من الأوكسجين اللازم لتنفسها أثناء تكسيرها أو تحللها للمواد العضوية الموجودة في المياه ، يمكن استعماله كدليل من أدلة التلوث للمياه . **متى يكون الماء نقيا ؟**

يعتبر المسطح المائي نظيفا أو نقيا عندما لا يزيد الـ BODعن (4 ملغم / لتر)، وقيمته البالغة (5 ملغم / لتر) تكون حرجة ما بين المياه الملوثة والمياه النقية وما زاد عن ذلك فلا يجوز استعماله لأغراض الشرب ، وعندما تكون القيمة (20 ملغم /لتر) فان المياه ملوثة جدا . بمعنى كلما كانت قيمة BOD منخفضة كلما كانت نوعية المياه جيدة (علاقة عكسية) .

5- كبريتيد الهيدروجين H_2S

تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها القاعدية كميات متميزة من هذا الغاز كبعض البحيرات والبرك ومصبات الأنهار ، وينتج هذا الغاز بالطبقات التحتية الغنية بالمواد العضوية المتحللة ، زيادته تؤدي الى تدمير أشكال الحياة باستثناء البكتريا اللاهوائية ، يعد وجوده احد أدلة التلوث العضوي .

6- اللون Colour

تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثا بمواد ملونة ذائبة . قد يرجع اللون إلى ذوبان المواد العضوية الناتجة عن تحلل وتفسخ الأحياء المائية وتعرف بالدبال ، وكذلك مركبات الحديد والنحاس والمنغنيز وغيرها قد تسبب تلون المياه فضلا عن المواد الملونة والإصباغ التي ترمى الى المياه مباشرة .

7- العكرة Turbidity

وجود المواد العالقة من الطين والغرين فضلا عن الهائمات النباتية والحيوانية يسبب عكورة المياه مما يسبب عرقلة وصول الطاقة الضوئية إلى أبعاد أو أعماق معينة من عمود الماء مما يؤدي إلى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية . تكون الكدرة أكثر في المياه الجارية كالأنهار بسبب تيار المياه مقارنة بالمياه الراكدة كالبحيرات . تقاس الكدرة بوحدات الكدرة النفلومترية NTU ، كما يمكن قياسها خلال قياس مجموع الدقائق الصلبة العالقة ويرمز له TSS .

تلوث المياه

يعرف تلوث المياه : بأنه تغير واضح في الخواص الفيزيائية والكيميائية أو البيولوجية للمياه بحيث يصبح غير صالحا للاستعمال من قبل الإنسان ولا يشكل بيئة ملائمة لبقاء وتكاثر الكائنات الحية .

هناك عدد من المظاهر التي تدل على تلوث المياه هي :

1- قلة الأوكسجين المذاب
2- زيادة في درجات حرارة الماء .
3- زيادة المواد المغذية الذائبة .
4- زيادة العكرة وتأثيرها على تخلل الضوء .
5- وجود فضلات سامة في الماء .
6- زيادة في تركيز الأملاح الذائبة في الماء .
7- المحتوى البكتيري العالي ووجود الطفيليات .
8- إنتاج أو نمو غير مرغوب فيه للأحياء المائية (الإثراء الغذائي).

العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى تلوث المياه

1- الكثافة السكانية
2- كثافة المؤسسات الصناعية وتوزيعها وقربها من مسطح مائي معين .
3- التطور التكنولوجي في الصناعة والزراعة والطب والعلوم الأخرى .
4- إهمال الإنسان للحد من التلوث وعدم معاملة المواد الملوثة قبل رميها الى المسطحات المائية .

أنواع تلوث المياه

يمكن تقسيم تلوث المياه إلى ثلاث أنواع رئيسية :

1- التلوث الطبيعي :

وهو التلوث الذي يغير خصائص الماء الطبيعية ويجعله غير مستساغ للاستعمال الإنساني لتغير لونه ومذاقه واكتسابه الرائحة الكريهة .

2- التلوث الكيميائي :

وهو التلوث الذي يصبح فيه الماء ساما نتيجة وجود مواد كيميائية خطرة فيه مثل : مركبات الرصاص والزئبق والزرنيخ والمبيدات الحشرية .

3- التلوث البيولوجي :

يقصد به وجود مايكروبات أو طفيليات في الماء ، أو وجود أحياء نباتية كالطحالب بكميات كبيرة تسبب في تغير طبيعة المياه ونوعيتها وتؤثر في سلامة استعمالها .

تلوث المياه السطحية

(1) تلوث الأنهار والبحيرات

يُعدّ هذا التلوث من أخطر أنواع تلوث المياه على الإطلاق، لأنه يؤثر على مياه الشرب والمياه المستخدمة في الزراعة والري. وينتج هذا التلوث عن عدة مصادر منها :

1- صرف الملوثات الكيميائية الناتجة عن المصانع .
2- الصرف الصحي .
3- مخلفات الصرف الزراعي، المحملة بالعديد من الأسمدة العضوية، ومياه السيول المحملة بالمواد الذائبة العضوية والكيميائية .
4- الأمطار الحامضية بصفة خاصة في البلدان الصناعية

(2) تلوث البحار والمحيطات

يؤدي هذا التلوث، بصفة أساسية، إلى اختلال التوازن البيئي على كوكب الأرض. هناك العديد من مصادر هذا التلوث منها :

1- الصرف الصحي، حيث تفرغ العديد من الدول والبلدان، المطلة على البحار والمحيطات، مياه صرفها الصحي في هذه المسطحات المائية ، ولا يختلف الأمر كثيراً بالنسبة للصرف الصناعي، إذ تصرف الدول الصناعية مخلفاتها الصناعية ونفاياتها السامة والإشعاعية، في عرض البحر بواسطة السفن، أو تدفنها في قاع المحيطات.

2- التسرب البترولي من حقول البترول، أو من حوادث الناقلات المحملة بالنفط

تلوث المياه الجوفية

منذ أمد بعيد كانت الآبار من مصادر المياه النقية، التي لا يمكن تلوث مياهها نتيجة للتأثير ألترشيحي للتربة على المياه المترسبة ، ولكن كثير من الحالات تكون الآبار المستخدمة قريبة من سطح الأرض، وتزداد فرصة تعرضها للتلوث البيولوجي أو الكيميائي .

أمّا في حالة الآبار العميقة، فتقل فرص التلوث فيها، لأن المياه تمر في هذه الحالة على طبقات مسامية نصف نفاذة تعمل في كثير من الأحيان على ترشيح الماء وتخليصه من معظم الشوائب ، دلت بعض المعلومات العلمية على أن بعض المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية، وجدت طريقها إلى طبقة المياه الحاملة في باطن الأرض .

مصادر تلوث المياه الجوفية

(1) الأنشطة الزراعية

يؤدي استعمال الماء بالطرق القديمة، مثل الغمر أو الاستعمال المفرط للمياه، مع سوء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة، إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن والنترات في المياه الجوفية .

(2) استخدام آبار الحقن

وهي آبار تستخدم لحقن النفايات الصناعية والإشعاعية، في الطبقات الجوفية العميقة الحاملة للمياه المالحة.

(3) بيارات الصرف

وهي الحفر والحجرات، التي تُبنى في القرى والمدن، التي لا يتوفر فيها أنظمة صرف صحي كوسيلة للتخلص من الفضلات والمياه المستعملة. مما يؤدي في كثير من الأحيان، إلى تسرب ما تحمله من بكتريا ومواد عضوية إلى الطبقة الحاملة، والى تلوثها.

(4) تداخل المياه المالحة

وتحدث في الآبار القريبة من البحار المالحة، نتيجة الضخ والاستخدام المفرط للمياه العذبة، مما يؤدي إلى تسرب المياه المالحة من البحر في اتجاه الطبقات الحاملة، واختلاطها بالمياه العذبة. ولذلك، تصبح هذه المياه غير صالحة للشرب أو الزراعة.

(5) التخلص السطحي من النفايات

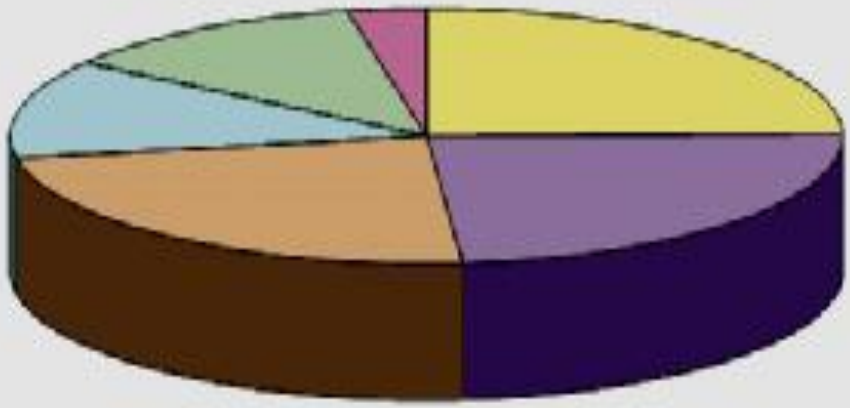
يحدث هذا غالباً، في البلاد الصناعية، إذ تدفن النفايات الصناعية، في برك تخزين سطحية فمثلا، يتم التخلص من حوالي 390 مليون طن من النفايات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية، عن طريق دفنها في أماكن مخصصة على سطح الأرض. كما يجري التخلص من حوالي 10 آلاف مليون غالون من النفايات السائلة عن طريق وضعها في برك تخزين سطحية. وقد يؤدي عدم إحكام عزل هذه البرك، إلى تسرب هذه النفايات إلى الطبقة الحاملة للمياه العذبة .

مصادر تلوث المياه

يمكن أن تقسم ملوثات المياه حسب مصادرها والكائنات التي تستهدفها أو تبعاً إلى صنفها .

1- حسب مصدرها : كما هو موضح في الشكل التالي ، فالمخلفات الصناعية الأكبر بنسبة 24.6% تليها المخلفات الزراعية بنسبة 24.1 %، ثم الاستخدامات المختلفة للمياه بنسبة 23.6% .

2- حسب فئتها : مخلفات الصرف الصحي بنسبة 35 % ومخلفات زراعية بنسبة24.1%، وزيت البترول بنسبة18.5%، أي أن هذه الملوثات الثلاثة تمثل 77.6%من أجمالي الأنواع المختلفة لملوثات البيئة المائية.



شكل يوضح توزيع ملوثات المياه حسب المصدر والصنف

تتعدد المصادر المسببة لتلوث المياه و التي يمكن إيجازها في الأتي:

أولاً : المخلفات الزراعية و تشمل :

أ -الأسمدة ب -المبيدات

ثانياً : مخلفات الصرف الصحي

ثالثا : المخلفات الصناعية

رابعا : التلوث البيولوجي

1- التلوث بالأسمدة الكيميائية :

قد تصل إلى بعض المسطحات المائية القريبة من الأراضي الزراعية عدد من المواد الكيميائية كأملاح الفوسفات والنتروجين من خلال عملية تسميد الأراضي الزراعية (الأسمدة الفوسفاتية و الأسمدة والنتروجينية وغيرها) وريها وبزلها .

التربة الملوثة ببقايا المخصبات الزراعية تسبب كثير من الأضرار للبيئة المحيطة بها.

فعند ري التربة المحتوية على قدر زائد من المخصبات الزراعية فإن جزء منه يذوب في مياه الري، و يتم غسله من التربة بمرور الوقت حتى يصل في نهاية الأمر إلى المياه الجوفية و يرفع بذلك نسبة كل من مركبات الفوسفات و النترات في هذه المياه، كما تقوم مياه الأمطار بحمل ما تبقى في التربة من هذه المركبات، و يشترك بذلك كل من مياه الصرف الزراعية و المياه الجوفية و مياه الأمطار في نقل هذه المخصبات التي تبقت في التربة إلى المجاري المائية المجاورة للأرض الزراعية مثل الأنهار و البحيرات.

1- زيادة الأسمدة النتروجينية تؤدي إلى :

أ- ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication

ب- مرض زرقة العيون :

مرض يطلق عليه Methemoglobinemia

ويحدث المرض نتيجة اختزال النترات في الأمعاء إلى نتريت ، وهذه تمتص في مجرى الدم وتتحد مع الهيموكلوبين وتحوله إلى Methemoglobin وبذلك يصبح الدم غير قادر على حمل الأوكسجين خلال عملية التنفس ، مما يؤدي إلى الوفاة

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

1- كمية المياه المتخللة في التربة .
2- كمية النترات في التربة .
3- نوع التربة .
4- نظام الزراعة .

-يكون الفقد أكبر ما يمكن فى الترب الرملية وقليلا فى الترب المزروعة بالأعلاف (حشائش) وكبيراً عند زراعة محاصيل ذات نمو قصير . وعموماً توجد علاقة قويه بين كميه النترات القابلة للغسيل فى التربة ونظم إضافتها لسماد.

جـ - تراكم NO_2 مع الأمينات الثانوية (كمبيدات حشرية) في التربة تكـــون مركبات النتروز أمين Nitros amine وهي مادة مسرطنة .

ومن أمثلة النباتات التي تخزن فى أجسامها وأنسجتها نسبة عالية من النترات وقدر صغير من أيون النتريت الذي ينتج من اختزال النترات فى بعض أنواع البقول والفجل والجزر كما يوضحه الجدول التالي :

ت	نوع النبات	النترات (ملغم / كغم)	النتريت (ملغم / كغم)
1	البنجر	2134	3.3
2	الجزر	183	1.5
3	الكرنب	330	2.3
4	الفجل	2600	7.3
5	الكرفس	1321	0.7
6	الخس	1361	8.7
7	السبانخ	442	3.2
8	الخيار	156	8.0
9	الفاصوليا الخضراء	153	5.3

2- التلوث بالأسمدة الفوسفاتية:

أن مركبات الفوسفات من المركبات الثابتة من الناحية الكيميائية فإن آثارها تبقى في التربة زمناً طويلاً، و تُعدّ من أهم المركبات التي تلوث مياه المجاري المائية و تؤدي زيادة نسبتها إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية التي تعيش في تلك المجاري المائية. و من تلك الأضرار التي تسببها المخصبات الزراعية الفوسفاتية الزائدة عن حاجة النبات ما يلي :

أ- تعمل على تحفيز النمو الزائد للطحالب، إلى حد لا تستطيع الحيوانات الصغيرة و غيرها في البحيرة استهلاك هذه الكميات من الطحالب، مما يجعل قدر كبير من هذه الطحالب يموت و يرسب في قاع البحيرة، ليتم تحلله هناك.

ب- يتطلب تحلل بقايا الطحالب المترسبة في قاع البحيرة نسبة عالية من الأوكسجين المذاب في الماء. و يتم هذا على حساب احتياجات الحيوانات المائية في البحيرة، ما يجبر هذه الحيوانات للهجرة من البحيرة التي تدنت فيها نسبة الأوكسجين المذاب.

عوامل وأسباب التلوث بالأسمدة الكيميائية :-

(أ) كثافة المحصول : يؤدى إلى استنزاف مستمر للعناصر الغذائية الموجودة فى التربة وخاصة النيتروجين مما يستدعى استخدام الأسمدة الكيميائية بغزارة.

(ب) البكتريا والكائنات الدقيقة الحية : تقوم بتحويل المواد النتروجينية في هذه الأسمدة إلى نترات وهذا يزيد من خطر تلوث التربة بالنترات.

(جـ) معدل سقوط الأمطار والري :

تؤدى إلى فقدان الأسمدة النتروجينية إلى المياه الجوفية الأمر الذي يؤدى إلى تلوثها أو تشارك مع مياه الصرف الزراعي في نقلها إلى المجارى المائية ومن ثم تضر الكائنات الحية والنباتات عند إعادة استخدامها في الري.

أما الأسمدة الفوسفاتية فهي لا تذوب في الماء والإسراف فيها يؤدى إلى ترسيب بعض العناصر النادرة في التربة والتي يحتاجها النبات في نموه وتحويلها إلى مواد عديمة الذوبان في الماء حيث تكون هذه العناصر بعيده عن جذور النباتات ولا تستطيع امتصاصها.

ب- التلوث بالمبيدات:

تصل المبيدات إلى الترع والبحيرات عقب رش الحقول بالمبيدات ، كما توضع المبيدات عمدًا في المجارى المائية لإبادة القواقع الحاضنة لبعض أطوار الأمراض كالبلهارزيا ، وأيضا تستخدم لإبادة الحشائش المائية ، وتؤثر هذه المواد الكيميائية شديدة السمية على الأحياء المائية بهذه الترع والبحيرات . فقد يحدث تلوث المياه من خلال استعمال المبيدات الحشرية ومبيدات الأدغال والمبيدات المستعملة لمكافحة الأوبئة مثل الـ DTT والكلوريدين والمالاثيون وغيرها.

أن أخطر هذه المبيدات هي المبيدات الحشرية من الأنواع الهيدروكربونية المكلورة، والتي تستخدم بطريقة مكثفة في المحاصيل الزراعية، والتي تستطيع البقاء في قيعان الأنهار والبحار لعشرات السنين والتي يجب ألا تزيد عن المعدل المسموح به في الماء 0.5 ميكروغرام/ لتر) وألا تزيد في الأسماك عن 0.3 جزء في المليون (مثل مبيد الديلدرين) ، إذ أن هذه المبيدات ذو قدرة عالية على التراكم في أجسام الأسماك و الأحياء المائية الأخرى، وخاصة الأجزاء الدهنية منها . وعند استهلاك هذه الأسماك لمدد طويلة فقد تسبب تراكم السمية للإنسان أو الحيوانات الأليفة على المدى الطويل .

رش المبيدات الحشرية بالطائرات

ثانياً : مخلفات الصرف الصحي

من أخطر الملوثات الموجودة في المياه هي تلك المخلفات البشرية التي تصرف في كثير من الشواطئ البحرية في معظم دول العالم، وعموماً فإن مياه الصرف الصحي عبارة عن مواد صلبة غنية جداً بالكائنات الدقيقة معلقة في محلول من المواد العضوية .

والتي تؤدى إلى :

1- جعل الوسط المائي مناسب لنمو البكتيريا والطفيليات المرضية.

2- تقل نسبة الأوكسجين الذائب إن لم تنعدم نهائياً، نظراً للتركيز العالي من المواد العضوية التي تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين الذائب.

3- ارتفاع تركيز الأمونيا السامة، و نمو الهائمات النباتية بغزارة، مما يؤثر على التوازن البيولوجي للوسط.

ثالثا : المخلفات الصناعية :

تعد تلك الملوثات من أخطر الملوثات على كل عناصر البيئة، فهناك العديد من الصناعات الملوثة للبيئة المائية بالعديد من الملوثات الخطرة التي تهدد البيئة المائية وما بها من أحياء، وبالتالي الصحة العامة ، ويمكن إيجاز تلك الصناعات بما يلي :

1- النفط ومخلفاته ومشتقاته

يعتبر المصدر الرئيسي للطاقة المستخدمة في كل الصناعات ولكن تلك الطاقة ملوثة للبيئة ، ومصادر تلوث المياه بهذه المخلفات الصناعية هي :

1- الحوادث البحرية (حوادث الناقلات)

2- حوادث تفجر حقول البترول
3- حوادث تسرب النفط أثناء عمليات الاستكشاف واستخراج الزيت من الآبار البحرية .
4- ما يتسرب من خطوط الأنابيب التي تحمل الزيت إلى شواطئ البحار .
5- ما يتسرب من الصهاريج الساحلية عند شحن الناقلات.

وعند تسرب النفط إلى المياه يصبح على هيئة طبقة متماسكة تغطى مساحة كبيرة، وتبدو تلك الطبقة كما لو كانت عازلاً يحول بين الماء وهواء الجو، مما يعيق تشبع الماء بالأوكسجين الجوى فتقل نسبة الأوكسجين المذاب في المياه، وكذلك تعيق تلك الطبقة الضوء وتقلل أو تمنع نفاذيته إلى المياه، وتختفي الهائمات النباتية وتعجز عن القيام بالتمثيل الضوئي وبذلك تؤثر على نسبة الأوكسجين في المياه وكذلك تختفي الهائمات الحيوانية ويؤثر ذلك على الأسماك.

2- مصانع الأسمدة النتروجينية :

تحدث تلوث حراري من مياه التبريد مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه وبالتالي موت عدد من الأحياء المائية ، وتلوث كيميائي بالامونيا واليوريا ونترات الأمونيا وحامض النتريك والنحاس والخارصين مما يؤثر على درجة تركيز الهيدروجين الـ PH للمسطح المائي مما يؤثر على المكونات البيئية للمنطقة وعلى صلاحية هذه المياه للشرب .

3- مصانع الغزل و النسيج و الصباغة :تؤدى لتلوث بحامض الهيدروكلوريك والصودا الكاوية ، ومركبات أخرى عديدة وسموم ناتجة عن الصباغة ،مما يؤدي إلى تكون لون غير طبيعي للمياه مع مركبات الرصاص والباريوم والكروم والزنك.

4- مصانع السكر و المنتجات الزراعية : تحتوى مياه صرفها على مخلفات عضوية متعددة بكميات كبيرة، وتؤدى لتلوث حراري ، مع تلوث كيميائي وعضوي .

5- مصانع الأسمنت :

تحدث تلوث حراري بمياه الصرف المحملة بالزيوت.

6- مدابغ الجلود :

تخرج قلويات مركزة ومواد عضوية وكذلك تطرح فضلاتها الحاوية على عدة أنواع من البكتريا المرضية والطفيليات المعدية والميكروبات الأخرى .

7- مصانع أخرى عديدة متنوعة المخلفات :

سواء للزيوت والصابون، أو للخشب ،أو الكيماويات، أو للتقطير، أو التجفيف، أو الملح والصودا، أو المبيدات ....وغيرها ، اذ تخرج فضلاتها في مياه الصرف، أو تحملها الرياح وتتساقط مع الأتربة أو الأمطار فتلوث المياه وتؤثر على الأسماك والكائنات المائية والإنسان .

8- المعادن الثقيلة

تعد أخطر ملوثات البيئة المائية ،فقد يطرح عدد من المعامل أو المصانع نفاياته المحتوية على عدد من العناصر الثقيلة والتي تصرف مياهها الملوثة دون أي معالجة فتتراكم تلك المواد في المصادر المائية مسببة أخطر أنواع التلوث بتلك المعادن الثقيلة، ومنها :

1- الزئبق :

هـو أكثـر المعـادن الثقيلـة سـمية، وتعتبـر صـورته العضوية (ميثيل الزئبق) أكثر سمية من الزئبق المعدني، وتبدأ دورة الزئبق في الماء بان يتحول بفعل الأحياء الدقيقـة المتواجـدة فـي المـاء إلـى ميثيـل الزئبـق الشـديد السمية ، القابل للذوبان في الدهن وبذلك يمكن انتقاله إلى النباتـات والحيوانـات المائيـة الصـغيرة والطحالـب ثـم الأسماك الصغيرة ومنها إلى الأسماك الكبيرة.

2- الكادميوم :

تعتبر أملاح الكادميوم أكثر سمية على الأسماك والأحياء المائية الأخرى، وتزداد سميته على الأحياء المائية بزيادة درجة الحرارة وقلة الأوكسجين ،

أن مركبات الكادميوم تعتبر مخلفات كثير من الصناعات، وأهمها صناعة البطاريات الجافة، الألوان، الزنك، الطلاء ومخلفات المناجم .كما يتواجد الكادميوم نتيجة الإضافات الكثيفة من الأسمدة الفوسفاتية مثل السوبر فوسفات نظراً لاحتوائه على نسبة من الكادميوم .

وتشبه دورة الكادميوم في الماء دورة الزئبق، إذ يتركز الكادميوم أولاً في الطحالب، ثم في الأسماك ومنها إلى الإنسان والحيوان .

3- النحاس:

تذوب أملاح النحاس في الماء مما يجعل سميتها عالية ، كبريتات النحاس تعتبر عامل سام وقوي للطحالب في المياه الحامضية عن المياه القلوية، كما يعتقد أن أيون النحاس هو الصورة السامة للطحالب، حيث أنه يثبط كل من عمليتي البناء الضوئي والتنفس في الطحالب .

4- الرصاص:

تتراوح نسبة الرصاص في الأغذية النباتية من 300 – 400 جزء في المليون، وفي الأغذية الحيوانية بتركيز 100 –300 جزء في المليون، أي أن الأغذية الحيوانية تعتبر أقل تلوثاً ويرجع هذا أساساً إلى أن المصدر الأول للرصاص كملوث للبيئة هو عادم السيارات ومداخن المصانع ،

لذا فإن الأغذية النباتية التي تزرع بجوار الطرق الرئيسية و بجوار المصانع تعتبر خطرة على الصحة العامة، وخاصة الخضروات الورقية والفاكهة التي لا تحتوى على قشرة (مثل الفراولة و المشمش و الخوخ).

5- الحديد:

أن نسبة ذوبان أملاح الحديد تزيد في الوسط الحامضي الذي يزيد نتيجة الأمطار الغزيرة وانخفاض درجة حرارة المياه، وتقل في الوسط القلوي .كما أن وجود الطحالب وتزايد معدلاتها في الماء يرتبط أساسياً بتواجد الحديد في الحالة الأيونية المناسبة لها .

رابعا : التلوث البيولوجي

يقصد بالتلوث البيولوجي للماء وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية نباتية كانت أم حيوانية في البيئة المائية العذبة أو المالحة – السطحية أو الجوفية.

والتلوث الذي يحدث للماء غالبا يكون بفعل بعض أنواع الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض، مثل البكتريا و الفيروسات و الطفيليات و الطحالب و الأوليات، أو بفعل الكائنات الحية المائية النباتية و الحيوانية التي تتواجد في المياه .

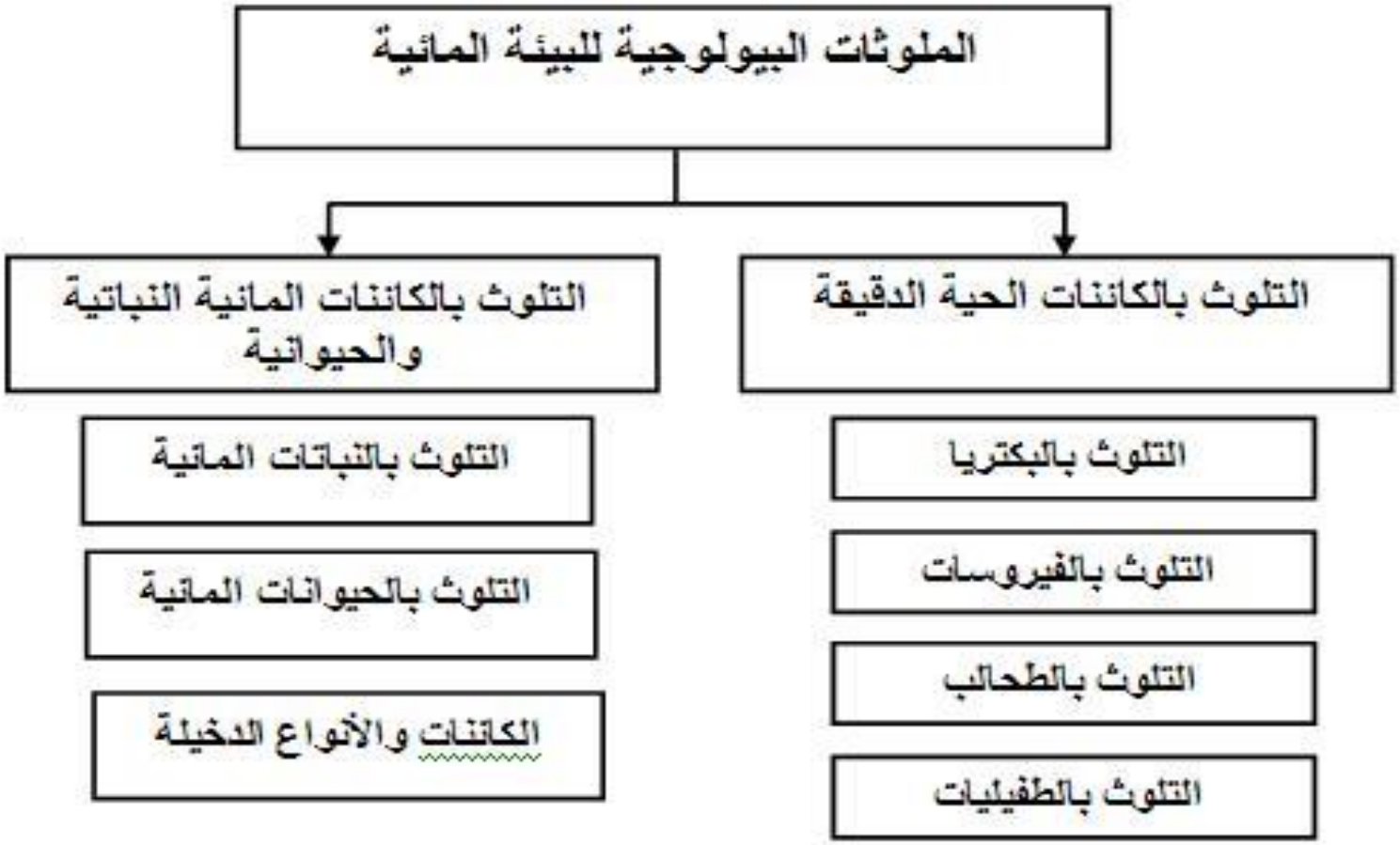
تنتج الملوثات من الكائنات الممرضة في الغالب،عن اختلاط فضلات الإنسان و الحيوان بالماء، بطريق مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة، أو المالحة، أو عن طريق غير مباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي.

إخطورة الكائنات المسببة للأمراض

من أخطر الملوثات التي تصيب المياه هي الكائنات الحية الدقيقة مثل :

- البكتريا : التي تسبب الأمراض المختلفة للإنسان، كأمراض الكوليرا والتيفوئيد.
- بعض الطحالب : تؤدي إلى اضطرابات معوية وإسهال، و هذا ما يسمى بالتسمم الطحلبي .
- الفيروسات : التي تُنقل بالمياه كالتهاب الكبد الوبائي.
- طفيليات : تسبب أمراض طفيلية تعيش داخل الماء مثل الانتاميبا هوستيلوتيكا و التي تسبب الدزنتاريا الأميبية.

الشكل التالي يبين صور التلوث البيولوجي للبيئة المائية.



شكل مخطط لصور التلوث البيولوجي للبيئة المائية

يمكن إجمال آثار التلوث المائي و أخطاره بما يلي :

1- زيادة الأوكسجين الممتص من الماء بفعل الملوثات و أكسدتها.

2- موت الأسماك لنقص الأوكسجين الذائب في الماء، ولوجود مواد كيميائية سامة وتلوث حراري .

3- وجود المركبات الفينولية مع إضافة الكلور للماء ينشأ عنها فينولات مكلورة، كما وجود المركبات العضوية الضارة مثل الهيدروكربونات الحلقية والمنظفات والمبيدات الحشرية والمطهرات والعديد من مبيدات الأعشاب والمذيبات العضوية كل هذه المركبات تسبب السرطانات المختلفة والعديد من الأضرار بالكبد، القلب والأعصاب.

4- وجود الأمونيا في المياه يؤدى لانتشار مرض الصفراء

كما أن النترات والنتريت تلعب دور في إصابة الأطفال بمرض زرقة العيون وفي المحاليل الحامضية تتفاعل الأمينات مع النتريت ويتكون مركبات نيتروز أمين المسببة للسرطان .

5- وجود المواد السامة في المياه يؤدى إلى تراكمها في الجسم مثل الرصاص والكادميوم والزئبق والنيكل والنحاس وغيرها، خاصة في الصورة المتأنية .

6- ارتفاع نسبة الكلوريد في الماء ابتداء من 350 ملغم/لتر يبدأ معه ضرر الكلى في الظهور.

7- انتشار الأمراض لوجود ميكروبات مرضية بكتيرية وفيروسية وطفيليات خاصة التيفوئيد والكوليرا والبلهارزيا والالتهاب الكبدي والأمراض المعوية بشرب الماء الملوث، كما توجد السالمونيلا والملاريا والحمى الصفراء و الالتهاب السحائي والشلل والكساح والديدان الشرطية والمفلطحة فيتأثر القلب والكبد والأمعاء والمخ والعين ...وغيرها.

طرق المعالجة والحد من تلوث المياه

1- التقليل من كميات مياه الفضلات المناسبة إلى المسطحات المائية .

2- عدم إلقاء المياه الملوثة في الأنهار والبحيرات الراكدة والخزانات المائية .

3- ضرورة إنشاء شبكات مياه المجاري الثقيلة في المناطق السكنية لكي تحول دون تسرب المياه الملوثة بالبكتريا والطفيليات والسموم الكيميائية والفسفور والفضلات الأخرى إلى مياه المجاري .

4- إعادة استخدام المياه المستغلة في الصناعة مرة أخرى بعد معاملتها ومعالجتها بالطرق الحديثة .

5- ضرورة الحفاظ على التربة من الانجراف المائي ، إذ إن ازدياد كمية الرواسب في النهر يزيد من نسبة الأملاح في المياه النهرية فضلا عن ما تسببه من كدره .

6- إنشاء محطات مركزية لتنقية مياه المجاري مزودة بمختبرات تعمل على فحص المياه الخارجة من المحطة قبل إرجاعها إلى المسطحات المائية .

7- تجنب إلقاء مياه مبازل الأراضي الزراعية نحو الأنهار ، أو معاملة مياه المبازل للتخلص من أملاح الفوسفات والنترات .

8- العمل على زيادة الوعي البيئي لدى المواطنين وبكافة السبل والوسائل المتاحة وإصدار التعليمات والتشريعات الرادعة للحد من التلوث البيئي .

9- المزيد من الدراسات العلمية عن الملوثات وأضرارها.

10- إحكام المراقبة على المصانع والأفراد وسن المزيد من القوانين والتشريعات مع التشديد على تطبيقها.

تلوث التربة

تتكون التربة من أربعة عناصر رئيسة هي الماء والهواء والمواد المعدنية والمواد العضوية والتي تكون مرتبطة بنظام فيزيائي وكيميائي معقد وبشكل يجعل من التربة قاعدة أساسية صلبة لتثبيت النباتات ، فضلا عن تزويدها ما تحتاجه من الماء والعناصر الضرورية .
تحصل النباتات على العناصر الأساسية لنموها من التربة عن طريق الجذور التي تعمل على امتصاص العناصر الأساسية المغذية من جزيئات التربة .

كما تعتبر التربة موطنا لكثير من الأحياء المجهرية المختلفة كالبكتريا والفطريات والطحالب وكذلك بعض الحيوانات كالديدان مثل دودة الأرض والحشرات وغيرها

لذا تعد التربة عنصرا مهما للحياة إذا ما أخذنا بنظر الاعتبار احتضانها جذور النباتات وبالتالي توفر بداية السلسلة الغذائية التي تتمثل بالمنتجات .

لذا فالحفاظ على تربة سليمة ونظيفة وخالية من التلوث هي أساسا للحفاظ على حياة الكائنات الحية التي تعيش عليها .

تركيب التربة Soil Structure

التربة تمثل الغلاف البيئي الأرضي تتألف من ثلاث طبقات متتالية وهي :

أ- الطبقة السطحية : Surface Soil

وهي الطبقة التي تغلف الأرض وعمقها لا يتجاوز العدة سنتمرات وتشتمل على بقايا الحيوانات والنباتات التي تعتبر مصدراً للمادة العضوية.

وفي هذه الطبقة تعيش معظم الكائنات الحية الدقيقة كالديدان والحشرات وغيرها وتلعب المادة العضوية هذه دوراً هاماً في خواص التربة الكيميائية والفيزيائية وبالتالي تحدد خصوبة التربة وهذه الطبقة تتأثر كثيراً بعوامل فمثلاً :

تكون عرضة للانجراف أكثر من غيرها بالإضافة إلى ذلك تحتوي القشرة الأرضية أو السطحية على كثير من العناصر الرئيسية المكونة لها كما يظهر ذلك من الجدول التالي :

جدول يبين النسب المئوية الوزنية والحجمية للعناصر المكونة .

العنصر والرمز	النسبة المئوية الوزنية %w/w ( )	النسبة المئوية الحجمية (%v/v)
الأوكسجين	46,60	93,77
السليكون	27,72	0,86
الألمنيوم	8,13	0,47
الحديد	5,00	0,43
الكالسيوم	2,63	1,03
الصوديوم	2,83	1,32
البوتاسيوم	2,59	1,83
المغنيسيوم	2,09	0,29

ب - طبقة تحت التربة : Subsoil Layer :

وهي تقع تحت الطبقة السطحية مباشرة وفيها قليل من بقايا الكائنات الحية أي الحيوانات والنباتات عند مقارنتها بالطبقة السطحية.

جـ طبقة الصخر الأم : Solid Layer :

وهي عبارة عن الطبقة الثابتة الأصلية الصلبة والتي تكونت منها التربة وهي أقل عرضة لعوامل تكون التربة مثل الحرارة والرطوبة والرياح بسبب تكوينها الصخري وتختلف حسب نوعية الصخر وتكوينه الجيولوجي.

يقوم الإنسان بعمليات متعددة تؤثر بذلك على نظام التربة الطبقي منها :

1- المعاملات الزراعية كعمليات الري والصرف والتسميد يؤدي ذلك إلى تحويل كثير من الأراضي الخصبة إلى أراضي فقيرة جرداء تفقد خصوبة الطبقة السطحية .

2- عمليات إزالة الغطاء النباتي وحرث التربة غير المناسب يؤدي إلى تدهور التربة الخصبة .

3- تلوث التربة بالمبيدات الكيميائية والمخلفات الصناعية يؤدي إلى تحويل التربة الخصبة إلى أراضي مالحة غير منتجة.

مفهوم تلوث التربة :

التربة التي تعتبر مصدرا للخير هي من أكثر العناصر التي يسئ الإنسان استخدامها في هذه البيئة .فهو قاسٍ عليها لا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الغذاء الأساسي له ولعائلته ، فقد عمل الإنسان على استنزاف طاقة الأرض بزراعتها عدة دورات زراعية في العام واستعان على ذلك بالمخصبات الزراعية من فوسفات وسماد كيميائي وغير ذلك .ولمحاربة الآفات الزراعية استخدمت المبيدات الحشرية والتي أغلبها تتكون من مواد كيميائية شديدة الخطورة على الإنسان والحيوان وتلوث البيئة عموما .

- يتوقف تلوث التربة الزراعية على :

نـــوع التلـــوث ، صـــفات الأرض ، الظـــروف المناخيـــة والعوامل الطبيعية .

وقد يكون بصورة فوريـة مثل الـزلازل والبـراكين أو بصـورة تدريجيـة مثـل اسـتخدام المبيـدات والأسـمدة المعدنية وإعادة استخدام المياه العادمة في ري الأراضي

يعرف تلوث التربة بأنه : دخول مواد غريبة إلى التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية مما يؤدي الى تغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة .

تلوث التربة الزراعية يعرف بأنه :

الفساد الذي 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 إنسان وحيوان ونبات.

من أسباب تدهور التربة نذكر:

1- ملوحة التربة والتشبع بالمياه، فالاستخدام المفرط لمياه الري مع سوء الصرف الصحي يؤدي إلى الإضرار بالتربة.
2- وجود ظاهرة التصحر، ويساعد في هذه العملية عدم سقوط الأمطار والرياح النشطة التي تعمل على زحف الرمال إلى الأراضي الزراعية.
3- انجراف الطبقة السطحية من الترب بفعل السيول أو الإنسان.
4- استخدام المبيدات والكيميائيات على نحو مفرط.

5- التوسع العمراني الذي أدى إلى تجريف وتبوير الأراضي الزراعية.
6- التلوث بواسطة المواد المرسبة من الهواء الجوي في المناطق الصناعية.
7- التلوث بواسطة المواد المشعة.
8- التلوث بالمعادن الثقيلة.
9- التلوث بواسطة الكائنات الحية.
10- التلوث بواسطة مواد مسرطنة وبعض المركبات العضوية .
11- التسرب من الخزانات والأنابيب مثل أنابيب الصرف وغيرها.
12- استعمال بعض المواد الكيميائية الخطرة .

www.alriyadh.com

أهم التأثيرات التي تنجم عن الترب الملوثة ما يلي :

1- التأثيرات الصحية : وذلك من خلال ملامسة التربة الملوثة للجلد أو ابتلاع التربة الملوثة أو شرب المياه التي قد يكون تسربت إليها الملوثات من التربة أو استنشاق الغازات السامة والغبار الذي يحتوي على مواد ضارة أو تناول المنتجات الزراعية من المناطق الملوثة .

2- التأثيرات البيئية : قد تسبب الملوثات في تسمم النباتات والحيوانات والنظام البيئي ككل.

3- التأثيرات الاقتصادية : من أهم نتائج الأراضي الملوثة فقدان قيمتها وقد تتوقف عن الإنتاج الزراعي .

تقسيم الملوثات

يمكن تقسيم ملوثات التربة إلى:

1- ملوثات عضوية Organic Contaminants :

مثل المركبات الهدروكربونية العطرية والمبيدات ومنتجات البترول.

2- ملوثات غير عضوية Inorganic Contaminants

أ-العناصر الصغرى والسامة مثل الزرنيخ – الكادميوم- الزئبق وغيرها.

ب -النيتروجين.

جـ- النظائر المشعة.

مصادر تلوث التربة

يمكن تقسيم مصادر تلوث التربة بصفة عامة إلى:

1- مصدر مباشر Point source

ويقصد به مصدر محدد ومعلوم يمكن قياس كمية الملوثات الصادرة منه .ومثال ذلك :أنابيب الصرف الصناعي والصرف الصحي.

2- مصدر غير مباشر Non point (diffuse) source

وهي المصادر التي من الصعب قياس كمية الملوثات الناتجة عنها وذلك لانتشارها على مساحات كبيرة وغالباً ما تكون عبارة عن عدة مصادر مع بعضها.

من أهم مصادر تلوث التربة :

أولا: الكيمياويات الزراعية

أ ـ الأسمدة الكيميائية

ب ـ المبيدات

ثانيا : التلوث الحيوي للتربة

ثالثا : التلوث الإشعاعي للتربة

رابعا : مصادر أخرى (المخلفات الصلبة ــ المخلفات السائلة : الأمطار الحامضية) .

أولا: الكيمياويات الزراعية

أ- الأسمدة الكيميائية Fertilizers

لقد أفرط البعض في استخدام الأسمدة بكميات تزيد عن الحاجة الفعلية للنبات من اجل الحصول على محصول أوفر علمًا إن المحصول يزداد بزيادة كمية الأسمدة إلى حد معين بعده تظل كمية المحصول ثابتة مهما زادت كمية الأسمدة .وتؤدي الزيادة في هذه الحالة (وخاصة زيادة الأسمدة النيتروجينية)إلى إضرار عديدة نتيجة لتسرب النترات إلى المياه السطحية و الجوفية ومنها :

1- اضطراب في وظائف المزروعات حال انتقال النترات لها مما يقلل من إنتاجها.

2- تسمم الحيوانات التي تتغذى على النباتات المحتوية على كمية زائدة من النيتروجين.

3- تزايد إعداد البكتيريا الضارة في التربة نتيجة لزيادة النيتروجين والتي بدورها تحول المواد النيتروجينية الموجودة في الأسمدة إلى نترات مما يزيد من خطر التلوث بالنترات.

4- تسبب مرض زرقة العيون .

إن احتياجات النبات من العناصر الغذائية ليست فقط العناصر الرئيسة مثل:

N, P, K, S, Ca, Mg

اذ تحتاج النباتات إلى كميات معينة من العناصر الصغرى مثل Zn, Mo, Ni, Mn, Fe, Cu, CO . وتحصل النباتات على هذه العناصر بطريقة الإضافة المباشرة للتربة أو عن طريق الرش Foliar spray . إن إضافة الأسمدة خارج الكميات الموصى بها إلى التربة ، يساهم في تراكم

العناصر الثقيلة في التربة، والذي يؤثر سلبا في نمو النبات، اذ إن المعادن أو الفلزات الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم توجد على هيئة شوائب ضمن المواد الداخلة في تركيب الأسمدة الكيميائية والتي تعد من العناصر غير الرئيسة لأنها لا تؤدي أي دور في النشاطات الفيسيولوجية داخل أنسجة النبات . منذ عام 1970 كانت الأسمدة تصنع وبشكل مباشر من المصادر الطبيعية ، وبرغم ذلك فهي تحتوي على عناصر سامة وملوثة للبيئة ولكنها اقل ضررا.

في الآونة الأخيرة فان نضوب المصادر الطبيعية للأسمدة المعدنية جعل طرق الاستخراج أكثر صعوبة لأنها تتطلب معدات أكثر تطورا ، وهذا بدوره يؤدي إلى رفع كلفة الإنتاج ، مما دفع الشركات المصنعة للأسمدة إلى البحث عن طرق أو حلول ارخص ، منها استعمال المخلفات الصناعية أو نواتج المصانع لاستعمالها في مجالات الأسمدة المعدنية الكيميائية .

إن نتائج البرامج البحثية التي قام عدد من الباحثين أشارت إلى تأثيرات الأسمدة الفوسفاتية في ارتفاع مستويات الكادميوم في النبات والتربة .

ب- المبيدات :

المبيدات اصطلاح يطلق على كل مادة كيميائية تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية أو الفطرية أو العشبيه وأية آفة أخرى تلتهم المزروعات اللازمة للأنسان في غذائه وكسائه.

وتؤثر المبيدات على الأحياء الدقيقة التي تعيش في التربة فتهلك بعضها مثل النمل والديدان وبعض الحشرات والأحياء والتي تعد أعداء طبيعية للعديد من الآفات التي تصيب المزروعات.

ومن الناحية الكيميائية نجد أن المبيدات تنتمى إلى مجاميع مختلفة نذكر أهمها وأخطرها:

أ- المبيدات الفسفورية العضوية : ومنها الباراثيون والمالاثيون ودايكلوروفوس وديازيفون وهى مبيدات شديدة متوسطة الثبات في الطبيعة وهى تؤدى إلى تسمم الإنسان.

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

جـ - المبيدات الكارباماتيه : تشبه هذه المبيدات في مفعولها عمل المبيدات الفسفورية العضوية.

وهي مركبات قليلة السمية للكائنات غير المستهدفة وتتميز بعدم تراكمها في البيئة وتختلف في سميتها من شديدة إلى معتدلة مثل الكاربارايل والمثوميل

د- مبيدات القوارض وتشمل فوسفيد الزنك ومانعات التجلط وتحدث التهاب في الجهاز التنفسي للأنسان وحدوث بول دموي وأورام دموية.

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

وتقسم المبيدات حسب المجموعة التي تستخدم في مقاومتها إلى :

1- مبيدات الحشرات Insecticides

2- مبيدات الأدغال Herbicides

3- مبيدات الفطريات Fungicides

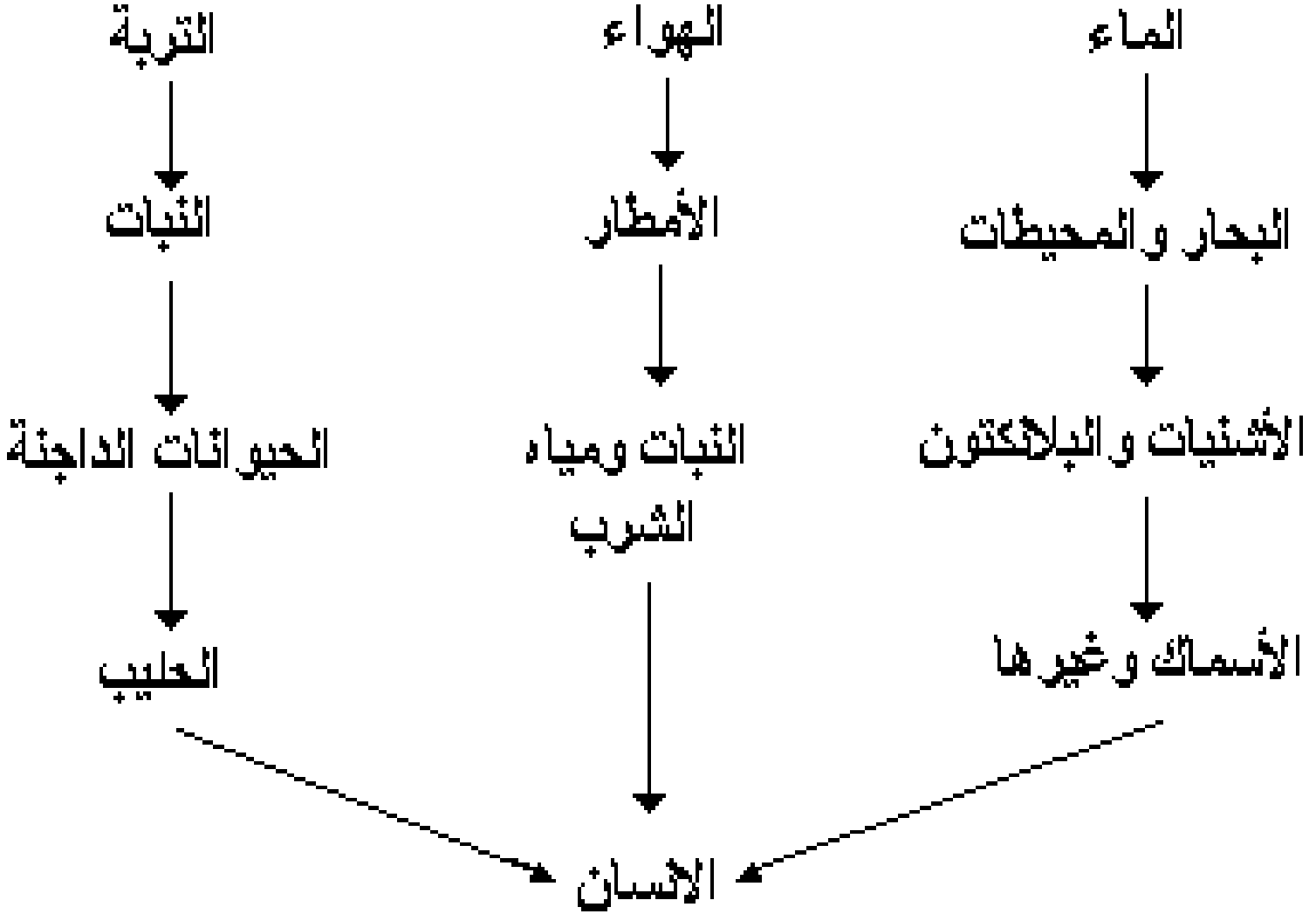
ان المبيدات الزراعية باختلاف أنواعها وتعدد أغراض استخدامها تتكون من مركبات عضوية وغير عضوية ، وتحتوي على نسب مختلفة من العناصر الثقيلة ، وذكرت احد البحوث ان 10 % من المركبات الكيميائية التي تستعمل في المبيدات الحشرية والفطرية في المملكة المتحدة تحتوي على العناصر الثقيلة مثل : الزنك ،الرصاص ، المنغنيز ، الزئبق والنحاس.

ونتيجة للاستعمال المفرط ولمدد زمنية طويلة لهذه الأنواع من المبيدات فقد ساهمت في تلوث التربة والهواء بالعناصر الثقيلة .

تلوث التربة بالمبيدات

تعتبر التربة المستودع الرئيسي لكميات المبيدات المستخدمة ، لذا فأنها تتلوث بها أيا كانت طريقة استخدامها رشاً أو تعفيراً أو نتيجة معاملة التربة أو البذور بطرق مباشرة(رش التربة Soil spraying ،، تعفير التربة Soil dusting ،) أو بطرق غير مباشرة (تساقط المبيدDripping أثناء الرش الأرضي أو بالطائرات، أو زارعة تقاوي سبق معاملتها بالمبيدات أو مخلفات النباتات المرشوشة بالمبيدات.)

وعامة تصل إلى التربة كميات غير قليلة من المبيدات المستخدمة تقدر عادة بأكثر من 50 % من الكميات التي تستعمل رشاً على النباتات، لذا تعمل التربة على إعادة توزيع بقايا المبيد إلى أجزاء المحيط الحيوي كالماء عن طريق الغسل والى الهواء عن طريق التطاير والرياح . لذا فبغض النظر عن الهدف من إضافة المبيد أو المكان المضاف إليه فان المبيدات لها المقدرة على الانتقال خلال عناصر البيئة المختلفة (التربة والماء والهواء) لكي تتراكم بدرجات مختلفة في النباتات، ان حركة المبيدات في التربة تحصل بطريقتين ، الانتشار(diffusion) والانتقال الكتلي (mass flow) .



الشكل يوضح انتقال المبيدات بالسلسلة الغذائية إلى الإنسان

بقاء المبيدات في التربة

المبيدات تستغرق وقتا طويلا لكي تتحلل إلى مركبات ابسط غير خطرة، وبعضها يحتاج إلى عشرات السنين كي تتحلل تبعا لمكوناتها وهذا يعتمد على : 1- مقدرة الأحياء المجهرية على تحلل هذه المبيدات 2- عمر النصف لكل مبيد .

إن بقاء بعض المبيدات الكيميائية لفترة طويلة في البيئة وتجمعها في أنسجة الكائنات الحية يشكل مؤشرا واضحا للتأثيرات الجانبية المحتملة لهذه المركبات . وتعتبر المبيدات الحشرية العضوية المصنعة (خاصة مجموعة الكلورينية العضوية الطويلة العمر) من المبيدات التي أثارت مسالة التلوث البيئي . س: قارن بين مجوعتي المبيدات الحشرية العضوية الفسفورية والكلورينية العضوية ؟

ج / هما من المبيدات العضوية المصنعة .

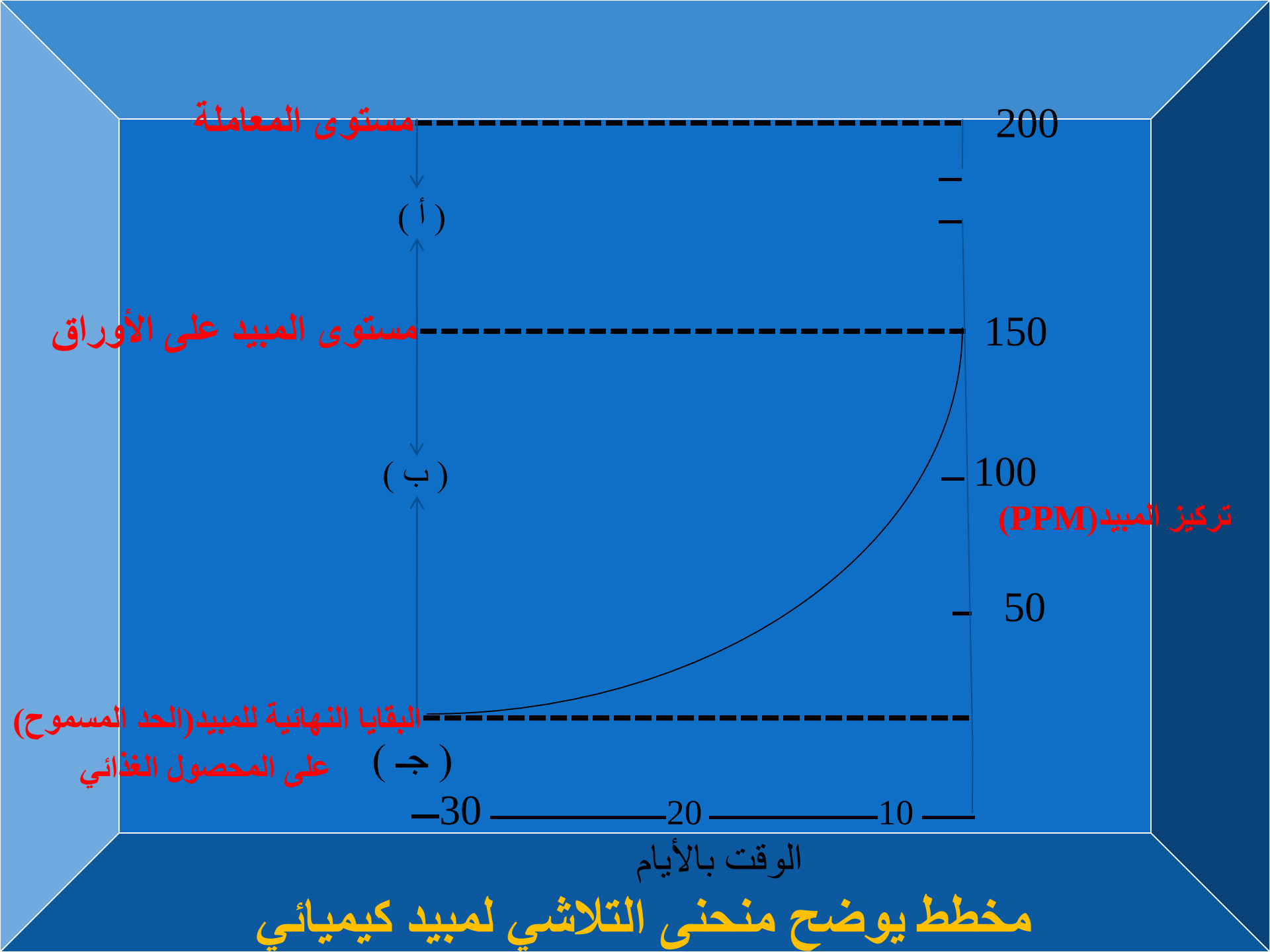
الأولى : تمتاز بعمر قصير قد يدوم لأسابيع محدودة بعد استخدامها في البيئة ، سهولة تحللها في أنسجة الكائن الحي ، إمكانية التخلص منها عن طريق طرحها خارج الجسم لذوبانها العالي نسبيا في الماء

الثانية : تبقى لفترة طويلة في البيئة قد تصل لعدة سنوات ، تقاوم التحلل ، صعوبة ايض هذه المركبات في انسجة الكائن الحي ، صعوبة التخلص منها لذوبانها القليل جدا في الماء ، ويؤدي ذوبانها العالي في المواد الدهنية الى تراكمها في انسجة الكائن الحي وانتقالها من كائن لاخر عبر السلسلة الغذائية ، لذا فهي من ملوثات البيئة الخطرة .

أما الملوثات البيئية الأخرى فيمكن إرجاعها إلى مجموعة المبيدات الفطرية ومبيدات الأدغال .

ولغرض معرفة طول عمر المبيد (وهو الفترة المحصورة بين معاملة المبيد ووصول بقاياه الى المسموح به وحجم التلوث الذي قد ينجم عن استخدامه)

يجب معرفة منحنى التلاشي Dissipation curve للمبيد والذي قد يختلف من منطقة إلى أخرى بسبب اختلاف الظروف البيئية ، ويمثل الشكل التالي منحنى تلاشيا مثاليا لمبيد كيمياوي.



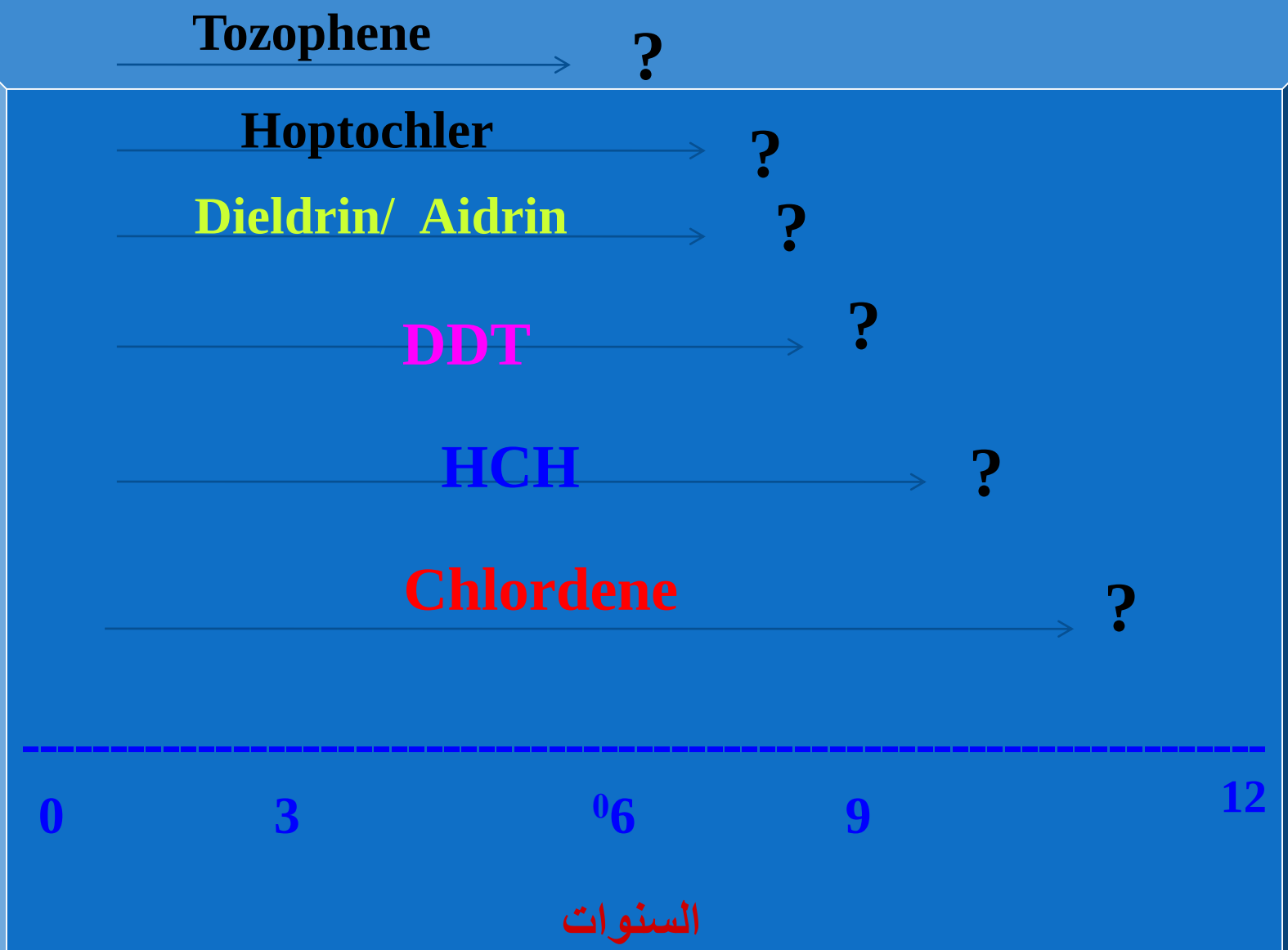
مخطط يوضح منحنى التلاشي لمبيد كيميائي

عند استخدام المبيد فان ما لا يقل عن 25 % من الكمية المستخدمة تفقد مباشرة بالهواء ويساهم هذا الجزء في تلوث الهواء والماء والتربة وهي الكمية (أ) وهي عبارة عن الفرق بين مستوى المعاملة ومستوى الكمية الساقطة فعلا على الأوراق . وبعد سقوط البقايا الأولية على الأوراق فان المبيد يخضع لعملية تلاشي ديناميكية ، إذ تلعب الظروف المناخية من حرارة ورطوبة وضوء دورا مهما في تحلل المبيد ، كما قد تغسل منه كمية أخرى من التربة في حالة سقوط الأمطار أما المبيد الذي ينفذ داخل النبات فيخضع لعملية ميتابولزم كما يخضع المبيد على الأوراق المتساقطة على التربة إلى عملية تحلل من قبل الأحياء الدقيقة في التربة

,

وبذلك تصل البقايا بعد فترة من الزمن إلى مستوى البقايا النهائية أو الحد المسموح به . فالكمية (ب) تمثل نسبة كبيرة من كمية المبيد المستخدمة وتساهم هذه الكمية في تلوث الهواء نتيجة تطاير المبيد وتلوث الماء والتربة وتدعى بالكمية المفقودة نتيجة الظروف الجوية . أما الكمية (جـ) والتي تمثل البقايا النهائية أو الحد المسموح به على الحاصل الزراعي المعامل فهي كميات ضئيلة عادة تمثل 10 % من الكمية التي يمكن أن تسبب ضررا للكائن الحي ، إذن إن الكمية (أ) والكمية (ب) تساهم مساهمة كبيرة جدا في مجال تلوث البيئة وتعرض الإنسان للمبيدات بشكل مباشر وغير مباشر .

لقد وجد أن أكثر المبيدات تراكماً في التربة هي المبيدات الحشرية الهيدروكربونية الكلورينية (الحاوية على الكلور) مثل D.D.T :، الد رين، الديلدرن ، HCH والتي تتميز ببقائها فترة طويلة في التربة دون تغير في صفاتها ، وتوجد بعيدا عن مكان إضافتها نتيجة نقلها بواسطة المياه . والشكل التالي يبين بقاء هذه المبيدات في التربة .



شكل : بين نتائج مختارة حول بقاء مبيدات الحشرات الهيدروكاربونية الكلورية في التربة .

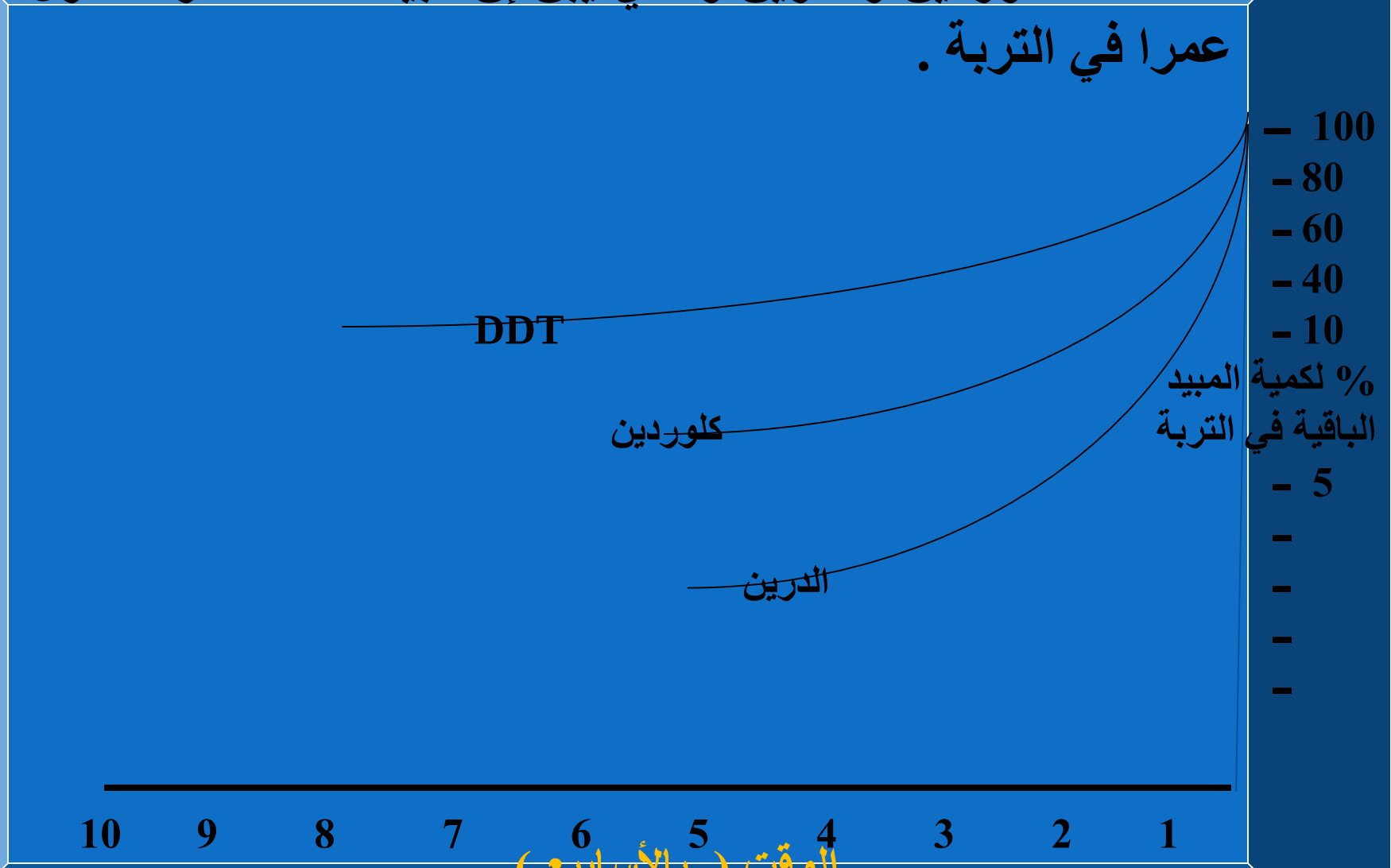
? تعني المبيد لازال موجودا .

والجدول التالي يبين بقاء هذه المبيدات في التربة :

جدول : معدل ثبات بعض المبيدات الهيدروكربونية الكلورينية في التربة:

المبيد	عدد السنوات منذ استخدامه	للمتبقي %
DDT	17	39
الالدرين	14	40
الديلدرن	15	31
الاندرين	14	41
التوكسافين	15	45

الشكل التالي يوضح منحنى تلاشي لثلاثة من المبيدات هي DDT ، كلوردين والدرين والذي يبن إن مبيد DDT هو الأطول عمرا في التربة .



شكل : يبين منحنى تلاشي لبعض المبيدات الكلورينية العضوية في التربة .

إن مبيدات الحشرات هي ليست الوحيدة التي لها فترة بقاء طويلة في التربة ، فان هناك مبيدات الادغال ، والشكل التالي يوضح بعض النتائج المختارة لبقاء مبيدات الأدغال في التربة .

شكل : يبين فترة البقاء لبعض مبيدات الادغال في التربة

يأتي الضرر البيئي لهذه المبيدات من :

1-أن أغلبها مركبات حلقية بطيئة التحلل .

2 - لاحتواء بعضها على العناصر الثقيلة ذات درجة سمية عالية للنبات .

3-أن زيادة نواتج تكسرها يزيد من تركيز وتراكم كميات من عناصر الكلور والفسفور والنترات عن الحد المسموح به في البيئة الزراعية ويتأثر بها الحيوانات أو الإنسان .

لماذا تزداد فرص التلوث بالمبيدات في الزراعة المحمية ؟

ج- لان النباتات المزروعة داخل البيوت المحمية تكون محاطة ببيئة ذات حرارة مرتفعة ورطوبة جوية عالية .

العوامل التي تتحكم في مصير المبيدات في التربة

إن العوامل التي تتحكم في مصيرالمبيدات مجتمعة هي التي تحدد مدى ثباتية أو زوال المبيدات من التربة وتعطي فكرة واضحة عن المصير النهائي لها ، ومن هذه العوامل هي :

1- التطاير Volatillisiation : هي العملية التي بواسطتها تتحول حالة المادة من الصلبة أو السائلة إلى الغازية .

لذلك فان تطاير المبيدات يصبح ذا أهمية اقتصادية عند تطايره مما يؤدي إلى فقدان المبيدات ومن ثم يؤثر في التراكيز المستعملة من المبيد ، هناك عوامل عدة تحدد مقدار فقد المبيد بالتطاير منها ، نسجة التربة ، تهوية التربة ،موقع اضافة المبيد في التربة ، تركيز المبيد والمادة العضوية والعوامل البيئية (الرطوبة ، الحرارة ،الرياح والغطاء النباتي ، اذ ان التطاير يزداد مع انخفاض محتوى التربة من الطين والمادة العضوية ، وان فقد المبيد يزداد بارتفاع درجة الحـــرارة .

س/ أيهما يكون الفقد للمبيد اقل في التربة الجافة أم التربة الرطبة ؟ ولماذا ؟

ج / عند معاملة التربة الجافة بالمبيد فإن الفقد يكون أقل من مثيله فى التربة الرطبة، لأن التربة الجافة يكون فرصتها أكبر لامتزاز المبيد عن التربة الرطبة .

س /هل الري او المطر الغزير بعد المعاملة يساعد على تقليل الفقد ؟ ولماذا ؟

نعم لان الري أو المطر الغزير يساعد على انتقال المبيد إلى داخل التربة .

2- الغسل Leaching: حركة المبيد إلى الأسفل خلال مقد التربة تعرف بالغسل ، اذ تغسل المبيدات من التربة اما بطريق الانجراف والجريان السطحي او بطريق الحركة الى الاسفل والانتقال الى الماء الارضي مع مياه الصرف ، عملية غسل المبيدات تعتمد على عدة عوامل منها ،

أ- الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة

ب- درجة ذوبانية المبيد وقابلية ادمصاصه ومعدل تحلله .

جـ كمية الماء المضافة وشدة الامطار . فقد وجد إن بعض المبيدات يزداد نشاطها وفعاليتها في الترب الطينية قياسا" بالترب الرملية بسبب عمليات الغسل الشديدة للمبيدات في الترب الرملية .

3- الامتزاز Adsorption : عبارة عن التبادل ألايوني بين جزيئات المبيد المذاب في الماء وجزيئات الماء على المواقع التبادلية على سطوح الطين أو المادة العضوية عن طريق الشحنات الموجبة أو السالبة الموجودة في تركيب المبيد مع الشحنات السالبة الموجودة على مواد التربة العضوية أو غير العضوية ومن ثم يصبح المبيد

اقل سمية وبهذا يصبح غير جاهز للتحلل الحيوي مدة من الزمن ولذا فان امتزاز المبيدات على أسطح التبادل يقلل من فقد المبيد عن طريق التعرية والغسل .

إن عملية الامتزاز ترتبط بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة كالنسجة والمادة العضوية ودرجة تفاعل التربة الـ PH . إذ إن امتزاز المبيدات يزداد بانخفاض الـPH التربة إلى اقل من 6 ، ويكون في الترب الطينية اعلى واقل في الترب الرملية. وان امتزاز المبيدات يرتبط معنويا بوجود المادة العضوية .

4- التحلل Degradation :، يمكن إطلاقه على هدم أو تحلل المبيدات إلى مركبات ابسط واقل تعقيدا . والتحلل على نوعين هما :

أ – التحلل غير الحيوي Non-biological degradation : تتحلل المبيدات غير حيويا فهي إما أن تتحلل ضوئيا أو مائيا فالتحلل الضوئي photoiysis degradation : يعني قدرة المبيدات على التحلل ضوئيا باشعة الشمس وبذلك يتم تثبيط فعالية المبيد عند تعرضه لأشعة الشمس ولذا ينصح بوضع المبيد في قناني داكنة اللون، إن أشعة الشمس وبمساعدة عوامل البيئة الأخرى تعمل على تحويل المبيد من الحالة السمية إلى حالة اقل سمية.

ب- التحلل الحيوي biological degradation :

من أهم العمليات التي تعمل على خفض و إزالة متبقيات المبيدات من التربة هي عملية التحلل الميكروبي ، إذ إن مجموعة الأحياء في التربة تشكل نظاما كيميائيا حيويا له القابلية على إنتاج الأنزيمات التي بمقدورها تحليل أنواع كثيرة من المبيدات .

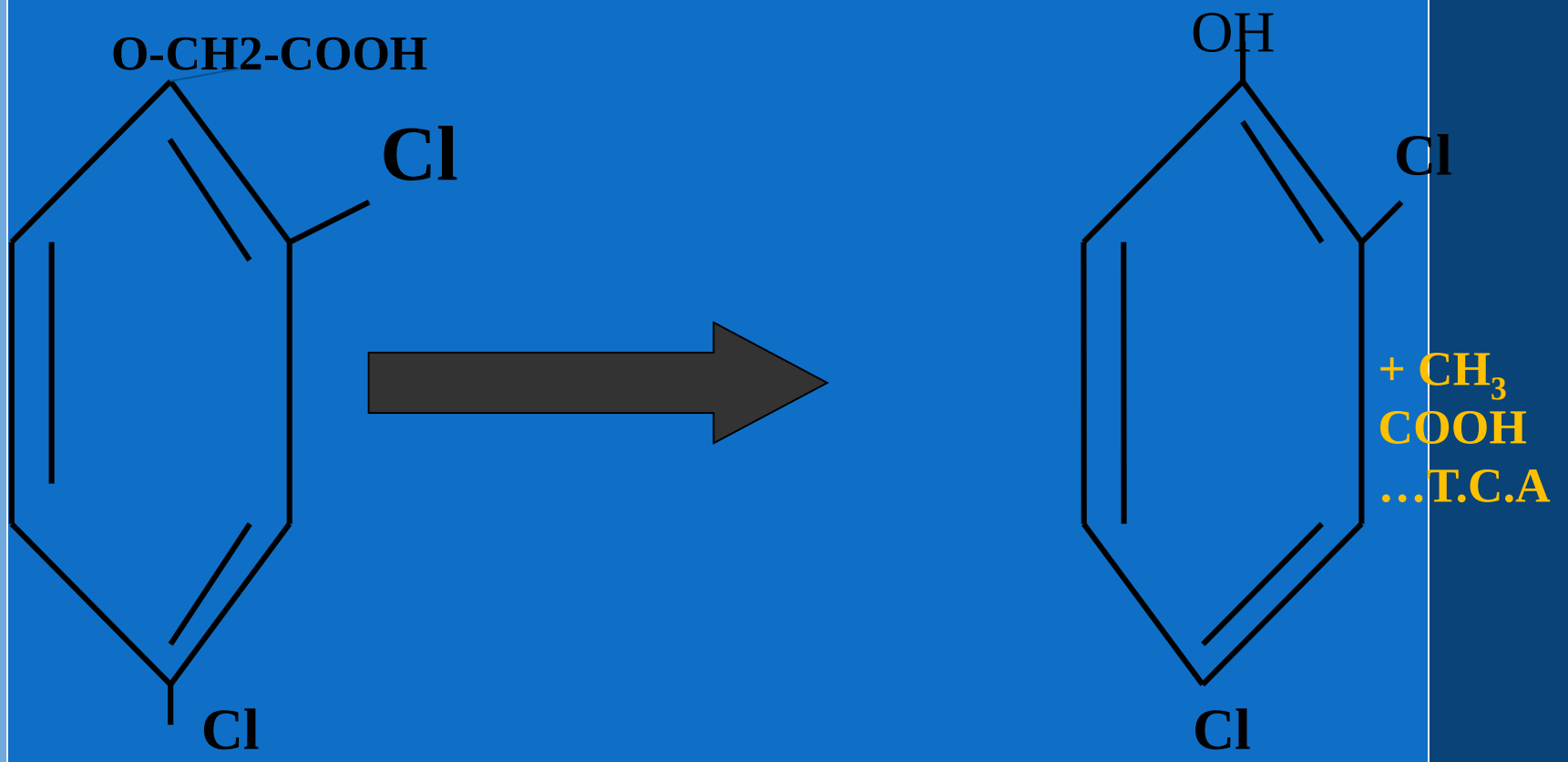
أولا : دور البكتريا في التحلل الحيوي للمبيدات

تقسم البكتريا التي تستطيع تحلل المبيدات إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى : تعمل على تحليل المبيد دون استعماله مصدرا للكربون والطاقة .

المجموعة الثانية : تستعمل المبيدات مصدرا للكربون والطاقة والنتروجين والكبريت أحيانا وذلك من خلال آليات مختلفة منها :

1- مقدرتها على تغيير جزيئات المبيد الفعالة إلى جزيئات غير فعـالة (غير سامة) كتحويل الـ(2, 4- D) بفعل الجنس *Arthrobacter spp* إلى **2 , 4– dichlorophenol** :



2,4-D **2,4-dichlorophenol**

2- بعض البكتريا لها المقدرة على تحويل بعض المبيدات غير الفعالة (غير سامة) إلى أخرى فعالة (مبيد ســام) كتحويل مبيــد الأدغال قليــل السمية

sodium – (- 2 , 4- Dicholoro phenol ethyl sulfate) إلى مبيد أدغال أكثر سمية (2 ,4- D).

3- تعقيد المبيد : تستطيع بعض أنواع البكتريا من جعل المادة أكثر تعقيدا أو تعمل على اتحاد المبيد بأحد نواتج التمثيل الغذائي وبهذا يتحول المبيد من الحالة السامة إلى غير ســامة كتحويل مبيــد الـ(propanil) في التربة إلى مركبات أكثر تعقيدا بوساطة بكتريا

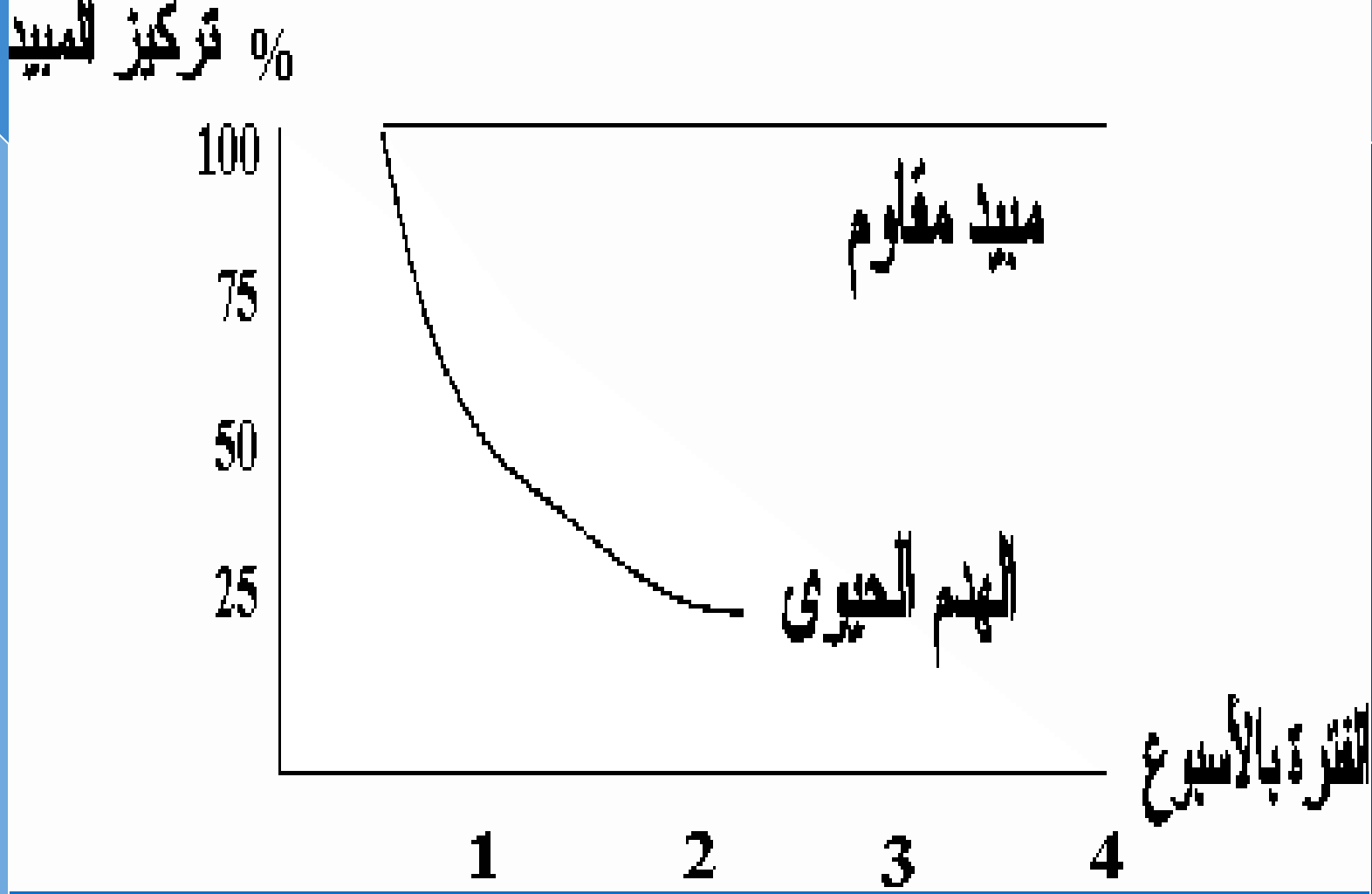
. (*Arthrobacter* spp; *Achromobacter* spp)

4-التحلل : وفيه تتحول المادة الكيميائية المعقدة الى نواتج بسيطة ، اذ تقوم اجناس معينة من البكتريا بتحليل المبيدات الى (CO_2 , H_2O) والعناصر المعدنية المكونة له وقسم من الكربون المكون للمبيد لاستعماله في بناء خلايا جديدة .

فان بكتريا *Pseudomonas* spp تستطيع تحلل مبيد الأدغال 2,4- dichloro phenol إلى (CO_2,Cl^{-1}).

أما بكتريا *Achromobacter* spp فلها المقدرة على تحليل مبيد الأدغال (2,4-D) إلى CO_2 وماء و Cl^{-1}

وتستطيع بكتريا *Flavobacterium* spp من تحلل مبيد الأدغال (2,4-DB) إلى ماء و CO_2 .



شكل : يوضح هدم المبيدات الحشرية في التربة

- الفروق بين مدى الهدم الحيوي لمركبين أحدهما سهل والآخر صعب التحلل .

فالمركبات الفسفورية تتأكسد بسرعة فاقدة محتواها السمي . أما المركبات الهدروكلورينية تبقى لفترة زمنية أطول قد تصل إلى عدة أسابيع أو إلى عدة سنين، وتعتمد هذه المركبات في مقاومتها على ذرات الكلور فزيادة ذرة واحدة تؤدى إلى زيادة الوقت اللازم لهدمها في التربة فمثلاً ينتهي مفعول مبيد الأدغال (2,4-D) خلال أربعة أسابيع في حين أن زيادة ذرة من الكلور تؤخر نهاية مركب (2,4-D) إلى 30 أسبوع .

س/ أيهما أكثر قدرة على تحلل المبيدات الأحياء السريعة النمو أم البطيئة النمو ؟

ثانيا- دور الفطريات في التحلل الحيوي للمبيدات

تقوم بعض الفطريات بتحليل المبيدات للحصول على الكربون والنتروجين في بناء خلايا جديدة ولكن بعض المبيدات لها تأثيرات سمية في الفطريات ، وقد وجد إن الفطر ***Aspergillus niger*** له القابلية على إضافة مجموعة هيدروكسيل إلى الحلقة العطرية فقط، بينما مبيدات الأدغال المشتقة من اليوريا فهناك أجناس كثيرة من الفطريات المتخصصة بتحليل هذه المبيدات (**monuron ,diuron**) مثل

Aspergillus **spp,** ***Penicillium*** **spp** .

إن الفطر *Trichoderma* spp يمتلك قابلية جيدة في تحلل المبيدات الكيميائية ذات المدى الواسع فضلا على إنها تستعمر التربة المعاملة بالمبيد أسرع من الأحياء الأخرى المنافسة لها .

ومن أكثر أجناس الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحليل المبيدات وتفككها هي :البكتريا *Pscudamonas ,Bacillus, Clostridum* .

والفطريات *Aspergillus , Alternaria* spp *,Calodosporium*

تـأثير المبيـدات الكيميائيـة علـى الأحيـاء المجهريـة فـي التربـة .

إن العلاقة بين الأحياء المجهرية في التربة والمبيدات تأتي نتيجة إلى :

1- إن تؤثر المبيدات تأثيرا ضارا على الأحياء المجهرية في التربة .

2- جميع المبيدات تقريبا عبارة عن مركبات عضوية ، وبذلك فإنها تكون عرضة للتمثيل الغذائي (التحلل الحيوي) وهذا يؤدي إلى تغير في صفاتها .

بعض المبيدات تؤثر تأثيرات سلبية في الأحياء المجهرية وهذه التأثيرات تحكمها ثلاثة عوامل هي :

1- نوع المبيد
2- التركيز المستعمل
3- مدة بقاء المبيد بحالته السمية وهذه تعتمد على المادة الفعالة في المبيد .

في حين نجد إن مبيدات أخرى تحفز نمو الأحياء وأخرى ليس لها تأثير، وقد تكون بعض هذه المبيدات غير سامة عند استعمالها بالتركيز الموصى به حقليا، ولكن الاستعمال المتكرر لهذه المبيدات و لمدد طويلة قد يظهر تأثيرها التراكمي (Residual effect) فينعكس على الأحياء المجهرية في التربة وعلى جذور النباتات والعمليات الحيوية كافة .

ويأتي الاهتمام في دراسة المبيدات في التربة نتيجة لاحتمالات تأثيراتها السلبية في تثبيط أنشطة الأحياء المجهرية ذات الأهمية الاقتصادية في تحولات العناصر الغذائية في التربة ، ولذا نبين أهم الفعاليات الحيوية التي تؤثر عليها المبيدات :

أولا : تأثيرها في التثبيت الحيوي للنتروجين

أ- تأثيرها في التثبيت ألتعايشي

إن تأثير المبيدات في التثبيت النتروجيني ألتعايشي تحكمه عدة عوامل :

1- حيوية ونشاط بكتريا الرايزوبيا.

2- التغيرات التي تطرأ عند إضافة المبيدات في منطقة الرايزوسفير والرايزوبلين وعلاقة المجاميع الإحيائية.

3- نوع ونمو العائل النباتي .

4- التوافق ألتعايشي بين نوع وسلالة بكتريا الرايزوبيا والعائل النباتي ألبقولي.

5- نوع وسرعة نمو الرايزوبيا .

ب- تأثيرها في التثبيت الحر .

ثانيا :تأثيرها في عملية النترجة Nitrification

تختلف المبيدات في تأثيرها في بكتريا النترجة باختلاف نوع المبيد والتركيز، وتعد هذه الأنواع من البكتريا الأكثر حساسية للمبيدات من غيرها من أنواع البكتريا .

تشير كثير من الدراسات إلى إن مبيدات الأدغال قد يكون لها تأثير تشجيعي أو تثبيطي أو ليس لها تأثير في عملية النترجة.

أهم عوامل وأسباب التلوث بالمبيدات :

1- نوع المبيد : يختلف تأثير المبيد الملوث للتربة باختلاف نوع المبيد ذاته كما تختلف فتره بقاء المبيد في التربة حسب نوع المبيد وتركيبة. والجدول التالي يوضح بعض أنواع المبيدات الشائعة الاستخدام وفترات بقائها في التربة .

المبيد	نوعه	الوقت اللازم لاختفاء نصف كمية المبيد
الدرين	هيدروكربون مكلور	شهران
كاربارىل(سيفينى)	كربانات	شهر
فورات (ثيمبت)	فسفورى عضوى	شهر
بارانيون	فسفورى عضوي	20يوم
مثيل باراسيون	فسفورى عضوى	20يوم
مالاثيون	فسفورى عضوى	20يوم

(2) درجة ذوبان المبيد :

تميل المبيدات قليلة الذوبان في الماء إلى البقاء في التربة فتره أطول من المبيدات كثيرة الذوبان. فمثلا : مبيد D.D.T يبقى في الأرض 30سنة بسبب قلة درجة ذوبانه على العكس يمكث مبيد الكاربو فوران في الأرض لمدة أسبوع لان درجة ذوبانه في الماء عالية.

(3) كمية المبيد وأسلوب استخدامه :

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

جدول يبين تأثير أسلوب الاستخدام ونوع تركيب المبيد على بقاءها في التربة

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

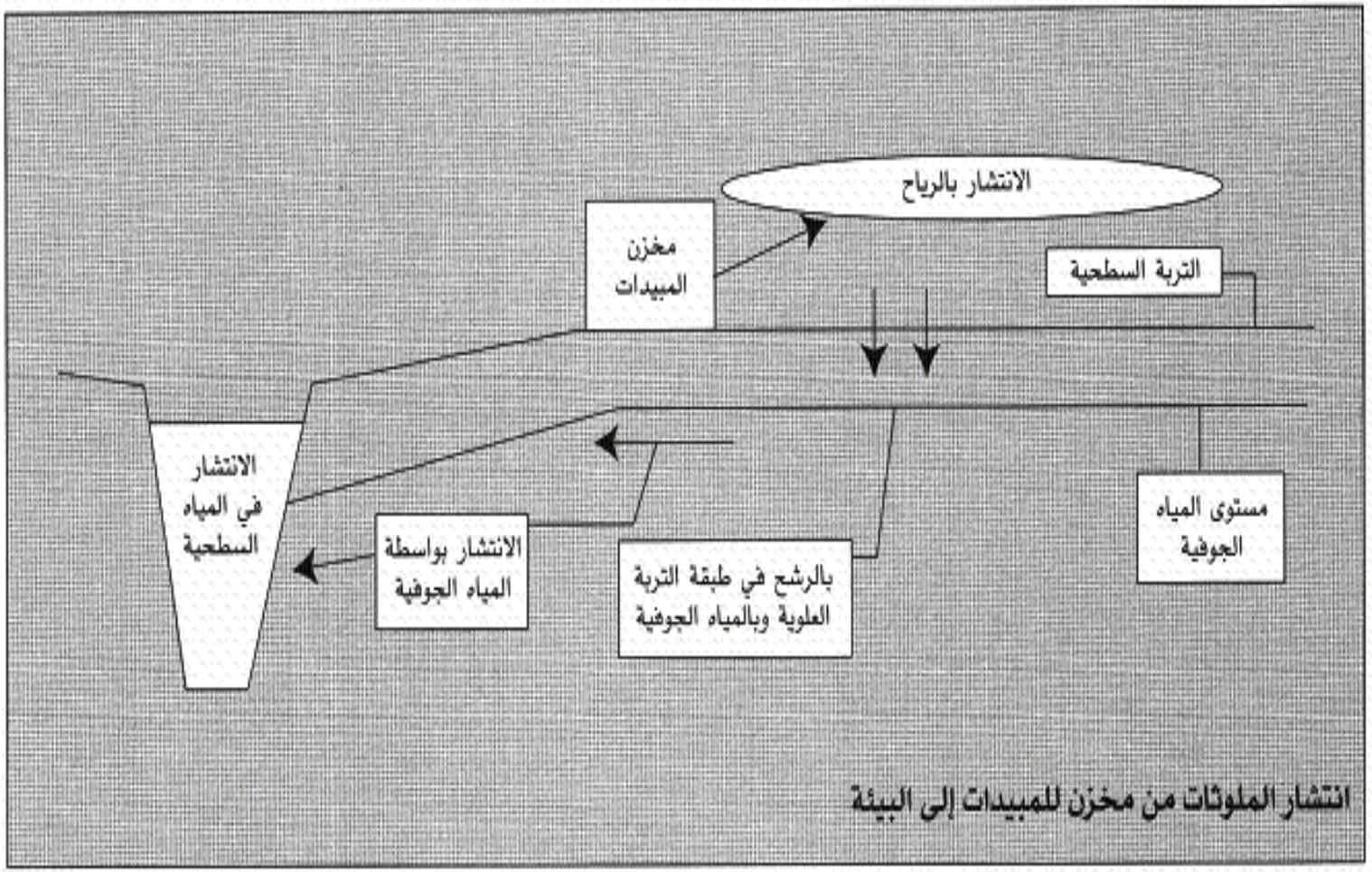
(4) حرث التربة : يؤدى حرث التربة إلى زيادة سرعة اختفاء المبيدات منها.

المبيد	الأرض محروثة	غير محروثة
D . D . T	%55.9	%74.2
الدرين	%29.3	%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 وبالتالي سرعة هروبه. وهكذا يعتبر التبخر أحد منافذ الهروب الرئيسية لكل من الالدرين والهبتاكلور

(6) درجة حرارة التربة : كلما 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 ،إذ يعتمد تحلل المبيد على كمة الضوء والحرارة اللذان يؤثران على تفاعلات الأكسدة والاختزال والتحلل المائي .كما أن درجة رطوبة الجو والرياح تعملان على تعجيل أو إبطاء سرعة تحلل المبيد حسب نوع المبيد ونوع التربة.


الانتشار بالرياح
مخزن المبيدات
التربة السطحية
الانتشار في المياه السطحية
الانتشار بواسطة المياه الجوفية
بالرشح في طبقة التربة العلوية وبالمياه الجوفية
مستوى المياه الجوفية
انتشار الملوثات من مخزن للمبيدات إلى البيئة

مشكلات التلوث بالمبيدات

1-شوارد المبيدات Pesticide Drift

تتولد الشوارد عندما تنجرف قطرات أو حبيبات الرش (التعفير)بعيداً عن الهدف المراد سقوطها عليه عند رش المبيدات باستعمال الطائرات أو الرشاشات الأرضية.

ويعتمد مقدار هذا الانحراف على عدد من العوامل منها :

1- شكل المادة التي يتم تطبيقها وكيفية تطبيقها .

2- الحجم من محلول الرش المخفف الذي يستعمل .

3- ظروف الطقس مثل حركة الرياح أثناء عملية التطبيق .

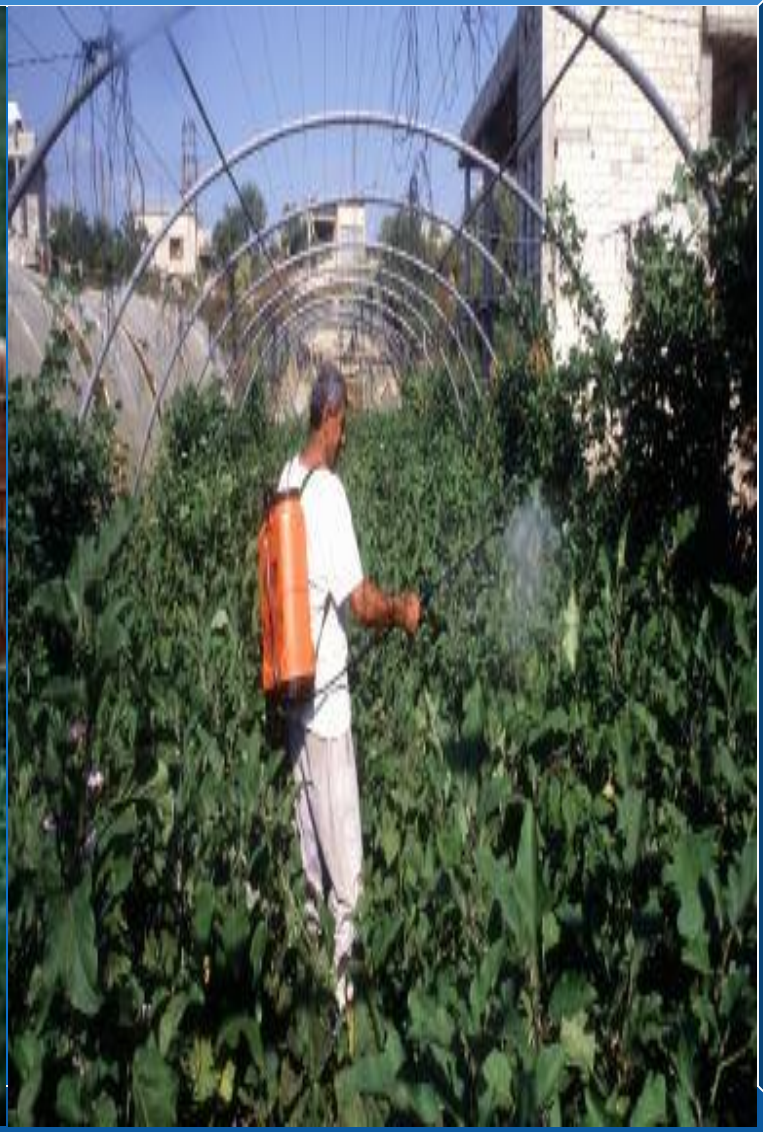
2- التسمم النباتي من المبيدات :

التسمم النباتي يعني الضرر الذي يصل إلى حد الإتلاف للنباتات، بسبب تعرضها لتأثير بعض الكيماويات ومنها المبيدات .

وأحياناً يكون الضرر على النباتات شديداً جداً يصل لحد التدمير الكامل للنباتات، وفي أحيان أخرى يكون أقل من ذلك، كأن يكون نتيجة لتأثير جانبي أو نتيجة حادثة نتجت عن استعمال خاطئ للمبيد، كمبيدات الفطريات أو الحشرات .

ويمكن أن تظهر أعراض التسمم النباتي من المبيدات على أي جزء من النباتات مثل الجذور أو السيقان أو الأوراق أو الثمار، كما قد تظهر على النبات بكامله.

FMC



www.alriyadh.com

www.alriyadh.com

www.alriyadh.com

الأطعمة الأكثر تلوثا بمتبقيات المبيدات بصفة عامة

** الخضر الورقية (كالسبانخ والخس) والفاكهة ذات الوحدات صغيرة الحجم (كالعنب) وذلك لأن المساحة المعرضة لتلقى متبقيات المبيد كبيرة عند مقارنتها بوحدة الوزن .

** والفاكهة ذات السطح الخشن (كالخوخ والمشمش) حيث تحتفظ بمتبقى المبيد ولا ينزلق عنها بسهولة .

** الخضر والفاكهة التي تؤكل طازجة مثل مكونات السلطة والتي لا تتعرض لعملية الطهو والحرارة المرتفعة التي تعتبر عامل هام في تكسير المبيد والتخلص من جزء كبير منة قد يصل إلى أكثر من 90%

3- تدمير الحشرات النافعة :

تتعرض الكثير من الحشرات النافعة للهلاك بسبب المبيدات التي قد تتعرض لها، ومن هذه الحشرات النحل بالإضافة إلى الحشرات الأخرى التي تساعد في عمليات التلقيح في أزهار النباتات.
كما تقوم المبيدات كذلك بالقضاء على الكثير من الحشرات النافعة الأخرى مثل المفترسات والمتطفلات التي تتغذى على الآفات الحشرية، مما يتسبب عنه إحداث عدم توازن حيوي بين هذه المفترسات والمتطفلات وعوائلها من الآفات

www.alriyadh.com

4- تنامي المقاومة لفعل المبيدات:

من التأثيرات الجانبية الأكثر خطورة للمبيدات هو تنامي صفة المقاومة لفعل المبيدات في الآفات المختلفة .فقد وجد أن تكرار استعمال مبيد معين مرات عديدة متتالية على مجموعة محددة من الآفات، مما يترتب عنه ظهور أجيال من هذه الآفات أقل استجابة لتأثير هذا المبيد، أو بمعنى آخر تقل حساسيتها لتأثير هذا المبيد أي تصبح مقاومة له .وهذا من شأنه أن يترتب عنه فشل مكافحة هذا النوع من الآفات بهذا النوع من المبيدات.

ثانيا : التلوث الحيوي للتربة

تنتشر الأحياء المجهرية في كل مكان من البيئة فهي موجودة بشكل شاسع في الهواء والماء والتربة .

إن الأحياء المجهرية الموجودة في التربة تقسم إلى قسمين : 1- تؤدي دورا ايجابيا 2- لها دور سلبي وهذا يشمل الأحياء المجهرية المرضية Pathogenic microorganisms . إن قسم من الأحياء المرضية موجود أصلا في التربة ، بينما القسم الأخر يضاف إلى التربة عن طريق رمي فضلات المدن السائلة .

إن من أكثر مصادر التلوث البايولوجي للتربة والمياه هو التلوث بالمواد البرازية(Feces)والتي مصدرها مخلفات الإنسان والحيوان.

ومنها الحيوانات ذات الدم الحار(الأبقار والأغنام) ، إذ يحتوي برازها على كميات كبيرة من الأحياء المجهرية المرضية ومنها

Fecal coliform

Fecal streptococci ,Pseudomonas **spp**

والتي تنتقل بشكل مباشر عن طريق المياه الملوثة إلى التربة ومصادر المياه الطبيعية مسببة تلوثا للمياه والتربة . ذكرت منظمة الصحة العالمية **WHO 2010** . إن أكثر من 3.4 مليون إنسان معظمهم من الأطفال يموتون سنويا بسبب تلوث المياه والتربة بالأحياء المرضية

وتصل إلى الإنسان أما مباشرة عن طريق التربة أو بطريقة غير مباشرة من خلال الفواكه و الخضراوات المزروعة في التربة الملوثة .

، إذ إن من ابرز مخاطر تلوث التربة والمياه بالأحياء المرضية، هو تعرض الإنسان للإصابة بها عن طريق استهلاك الغذاء الملوث أو عن طريق استنشاق الفايروسات من التربة الملوثة .

هذه الكائنات الحية تسبب للإنسان العديد من الأمراض مثل الإسهال والتيفوئيد.

كما أن بعض أمراض الحيوانات تنتقل في الإنسان عن طريق التربة مثل مرض الكزاز .

الدليل البكتيري للتلوث البايولوجي للبيئةFC/ FS

استخدمت البكتريا

Fecal coliform و Fecal streptococci

كدليل للتلوث البيئي بالمواد البرازية، إن وجود هذه البكتريا يشير إلى وجود تلوث برازي لمصادر المياه والتربة، فضلا عن وجودها مرتبط بوجود أحياء مرضية أخرى، ولصعوبة الكشف عن جميع الأحياء المرضية الموجودة في مخلفات الإنسان والحيوان العضوية، لذا فان اختيار هاتان المجموعتان من البكتريا كدليل بكتيري يعكس مدى

صلاحية استخدام المياه الملوثة والمياه الصالحة للشرب .

إن الدليل البكتيري هو النسبة بين بكتريا *Fecal coliform* إلى بكتريا *Fecal streptococci*

وتعد هذه النسبة معيارا لتحديد مصدر التلوث ونوع التلوث ، وكذلك يستخدم هذا المعيار لتمييز بين مصادر التلوث ألبرازي من الإنسان أو الحيوان .

أشارت إحدى التجارب إلى إن نسبة (FC) إلى (FS) في المخلفات العضوية للإنسان كانت أكثر من 7.0 وفي مخلفات الحيوانات ذات الدم الحار اقل من 1.0 ، هذا يشير إلى إن كثافة بكتريا *Fecal streptococci* في مخلفات الحيوانات أكثر من كثافتها في مخلفات الإنسان العضوية ، ولهذا استخدمت هذه النسبة كمعيار من

معايير التلوث البكتيري للمياه والتربة .

عندما تكون هذه النسبة كبيرة ، تشير إلى وجود مستويات عالية من البكتريا المرضية في المياه والتربة . إن مخلفات الحيوانات ذات الدم الحار تحتوي على نسبة كبيرة من ***Fecal streptococci***
بكتريا لذلك يعد دخول براز الحيوانات ذات الدم الحار في المياه أو انتقالها من التربة إلى المياه من المصادر الرئيسة للتلوث البايولوجي .
يعد استخدام الدليل **FC/ FS**) من الطرق البكتيري(السهلة للكشف عن وجود بكتريا مرضية في المياه أو التربة ، كما موضح في الجدول التالي :

FC /FS	Source of pollution
> 4.0	Human pollution
2.0 -4.0	Human waste in mixed pollution
0.7 -2.0	Animal waste in mixed pollution
< 0.7	Animal pollution

إن مدة بقاء الأحياء المرضية الموجودة في مخلفات الانسان العضوية والمضافة إلى التربة تعتمد بشكل كبير على ظروف التربة والمناخ ، إذ تتأثر هذه الأحياء بالخواص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة ومنها :pH , EC ،و نسجة التربة ، فضلا عن التنافس والافتراس الذي تتعرض له الأحياء المرضية من المجتمع المايكروبايولوجي في التربة . كذلك هناك تأثير لدرجات حرارة التربة ، إذ إن الأحياء المرضية تطول مدة بقائها في فصل الشتاء أكثر من فصل الصيف بسبب تأثير ارتفاع الحرارة في نمو ونشاط الأحياء .

الجدول التالي يوضح أهم أنواع الأحياء المجهرية المرضية الموجودة في فضلات المدن السائلة .

Bacteria	Viruses	Protozoa
Salmonella spp	*Poliovirus*	*Cryptosporium*
Shigella spp	*Coxsackievirus*	*Entamoeba histolytica*
Yersinia spp	*Echovirus*	*Giardia lamblia*
Vibrio cholera	*Hepatitis A virus*	*Balantidium coli*
Campylobacter jejuni	*Rotavirus*	*Toxoplasma gondii*
Escherichia coli	*Human calicivirues*	*Helminths worms*
Clostridium perfringens	*Reovirus*	*Ascaris lumbricoides*
Legionella pneumophila	*Hepatitis B,C&E virus*	*Trichuris trichiura*
Listeria monocytogenes	*Astroviruses*	*Toxocara canis*
Staphylococcus aureus	*Adenoviruses*	*Taenia solium*
		Necator americanus

ثالثا : التلوث الإشعاعي للتربة

تعرف ظاهرة النشاط الإشعاعي بأنها عبارة عن انطلاق لأنواع مختلفة من الإشعاعات(مثل أشعة ألفا و بيتا وكاما)من انويه بعض النظائر أما بشكل طبيعي (النشاط الإشعاعي الطبيعي)أو عن طريق استحثاث هذه الأنوية صناعيا(النشاط الإشعاعي الصناعي.)

و تحتوي التربة على العديد من النظائر المشعة بشكل طبيعي مثل اليورانيوم ، الثوريوم ، الراديوم ، البوتاسيوم و غيرها.كما أنها أصبحت تحتوي على العديد من النظائر المشعة الصناعية والمنتجة من قبل الإنسان ، وبكميات تفوق تلك الطبيعية ففي العديد من مناطق العالم ،

تتلوث التربة بالإشعاع نتيجة للتطبيقات :

- العسكرية
- الصناعية
- الطبية
- الزراعية
- البحثية و غيرها من التطبيقات.

وتصل الملوثات الإشعاعية إلى التربة عن طريق :

1- ترسبها من الهواء .

2- دفنها مباشرة في التربة .

تـــذوب المـــواد المشـــعة فـــي محلـــول التربـــة ويمتصـها النبـات وتتـراكم فـي الفـروع و الجـذوع و الثمـار أو قـد تسـقط المـواد المشـعة الموجـودة فـي الغبار مباشرة على أوراق النبـات و ثمـاره فيمـتص النبـات جـزءاً منهـا و يبقـى جـزء عالقـاً بـه .ويتـأثر الإنسان بنسبة 20 %عن طريق امتصاص التربـة للمواد المشعة و 80 %عن طريق التلوث المباشر للنبات.

رابعا : مصادر أخرى (المخلفات الصلبة – المخلفات السائلة – الأمطار الحامضية)

1- التلوث بالنفايات الصلبة

يعد تجميع النفايات الصلبة مشكلة، إذ إنها من خليط من عدة مواد مصدرها المنتجات الزراعية أو مخلفات الورق والبلاستيك والزجاج والقمامة والعلب الفارغة وبقايا المأكولات وعندما تتعرض للأمطار أو أي مصدر رطوبى تتحلل وتتسرب إلى التربة أو إلى المياه السطحية أو الجوفية ومن ثم تعمل على تلوث الماء الجوفي والتربة بالإضافة إلى الغازات المتخلفة الناتجة عن تحللها و التي تلوث الهواء كما أنها تسبب كثير من الأمراض.

تشمل النفايات الصلبة حسب مصدرها ما يأتي :

1- القمامة المنزلي Grabge
2- النفايات المختلفة Rubbish
3- فضلات الشوارع Street refuse
4- المعادن Metals
5- فضلات العمليات الإنشائية Demo lition wastes
6- فضلات الصناعات الغذائية Food industry wastes
7- فضلات المصانع Factory wastes

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 يلي :

1- نفايات منزلية 68%

2- تسرب الشوارع ومخلفات خضراء 12%

3- نفايات القطاع التجاري 11 %

4- الأنشطة الصناعية 5%

5- نفايات الفنادق والمستشفيات (4 %) وتحتوى على 21%من المكونات المعدية والمسببة للأمراض

يمكن التخلص من الفضلات الصلبة بعد طرق :

1- الطمر الأرضي 4- الطمر البحري

2- إعادة الاستخدام أو التدوير 5-التحلل الحراري

3- الحرق 6-التحويل الى أسمدة عضوية .

2- تلوث التربة بالمخلفات السائلة المدنية عن طريق :

1-النشاطات الاصطناعية (anthrobogenic) مثل عمليات التعدين وعمليات صهر المعادن والنشاطات الصناعية مثل الصناعات الكيمياوية التي تعد من أهم مصادر العناصر الثقيلة ، إن تراكم العناصر الثقيلة في النبات يعد من اكبر المخاطر التي تهدد صحة الكائنات الحية .

2-إلقاء مياه الصرف الصحي دون معالجة .

نظراً لتزايد مشكلة شحة مصادر المياه الطبيعية اتجهت أساليب الزراعة الحديثة إلى استعمال مياه رديئة النوعية كاستخدام مياه الصرف الصحي المعالج والمياه الملوثة صناعيا لري الأراضي الزراعية بأنواع مختلفة من المحاصيل . إذ إن عملية استخدام مياه الصرف الصحي في ري الأراضي الزراعية لها فوائد :

1- احد أهم الطرق الفعالة للتخلص من فضلات المدن السائلة .

2- تعد مصدرا مهما للمادة العضوية والعناصر الرئيسة لنمو النبات ، فهي تزيد من جاهزية N,P,Kفي التربة .

3- تزيد من السعة التبادلية الكاتيونية لعنصر Mg, Ca .

من ابرز المشاكل التي يواجهها العالم هو الزيادة الكبيرة الحاصلة في كميات فضلات المدن السائلة الناتجة عن الزيادة في النمو السكاني ، الأمر الذي أدى إلى صعوبة الإدارة وطرق التخلص منها .

من أكثر الطرق شيوعا للتخلص من فضلات المدن السائلة هي إما : 1- الدفن تحت سطح التربة 2- أو رميها في البحار والمحيطات.
هذه الطرق تعد مكلفة من الناحية الاقتصادية ومضرة من الناحية البيئية . لذا يعد استعمال فضلات المدن السائلة في مجالات الزراعة من ارخص الطرق فضلا عن فوائدها التي ذكرناها، إلا إن استعمالها لا يلغي أثرها الضار للنظام البيئي للتربة والمياه والكائنات الحية الأخرى .

أثارها السلبية

1- تؤدي إلى تلوث التربة والمحاصيل الزراعية بالأحياء المجهرية المرضية ، إذ تعد مصدرا لأمراض الإنسان والحيوان والنبات ، وهي مقسمة إلى أربع مجاميع رئيسية : البكتريا، الفايروسات ، البروتوزوا ، الفطريات المرضية .

- تعد البكتريا المرضية من أكثر أنواع الأحياء المرضية انتشارا في المياه الملوثة

ومنها : *Fecal coliform,*

Fecal ,Pseudomonas aeruginosa streptococci

وغالبا ما يكون مصدرها المواد البرازية الملوثة للمياه ومنها :

Salmonella, Klebsiella pneumonia, Shigella ,

أما الفايروسات فتعد من اخطر أنواع الأحياء المرضية بسبب 1- مقاومتها للمعالجات البايولوجية 2- صعوبة الكشف عنها في المياه الملوثة ، وتعد المواد البرازية أهم مصادر وجودها في المياه الملوثة ومنها :

Reovirus,
Hepatoviruses ,
Poliviruses

كذلك وجود البروتوزوا المرضية في فضلات المدن السائلة يعد من اخطر أنواع الأحياء المرضية التي تسبب أمراضا خطيرة في صحة الإنسان ومنها :

Giardia , Cryptosporidium

2- تحتوي على الملوثات الكيميائية السامة التي تتمثل بالعناصر الثقيلة ، إذ إن أكثرها شيوعا في مياه الصرف الصحي ومخلفات الإنسان العضوية هي :

Cd, Cu , pb , Hg , Mo, Ni ,Si ,Zn

ان العناصر الثقيلة لها تأثيرات متنوعة في الوظائف البايولوجية والبايوكيميائية في التربة .

3- تسرب أو سقوط الأمطار الحامضية سيؤثر على اتزان التربة وعلى الأحياء الدقيقة فيها .

انتقال المبيدات داخل النبات

تسلك المبيدات عند استعمالها على النباتات بالرش او التعفير احدى الطرق الثلاث :

1- اما ان تبقى معظم الكمية فوق سطح الاوراق (لاينفذ منها الا قليلا داخل النبات) ويسمى المبيد في هذه الحالة مبيدا وقائيا Protectant pesticide .

2- او ان يكون مبيد ابادة Pesticide Eradicant له القابلية على النفاذ الى داخل الاجزاء المعاملة .

3- المبيدات التي يمكنها النفاذ داخل انسجة النبات ثم الانتقال الى مختلف الاجزاء الاخرى بكميات كافية وبذلك تسمى بالمبيدات الجهازية Systemic pesticides

المبيدات الجهازية التي تعامل النبات بها إما بالرش على الأوراق أو بإعطائها سقى مع المياه على الجذور كيف تنتقل وتتحرك داخل النبات ؟

هناك نوعان أساسيان من انتقال المبيدات داخل النبات يمكن توضيحهما فيما يلي :

أ -انتقال أو تحرك لمسافة بسيطة : مثل المرور خلال أوراق النبات أو الانتقال خلال الجذور، ويمكن لمبيد أن ينتقل فسيولوجياً خلال أنسجة حية symplast أو خلال أنسجة ميتة apoplast أو كليهما .وأغلب المبيدات من النوع الأول ،إذ تعامل على أسطح النبات وتمر خلال الأنسجة الخارجية للنبات وتنفذ إلى الداخل، وتأتى بعد ذلك رحلتها داخل النبات لكي تصل في النهاية إلى الأنسجة التى تهاجمها.

- المبيدات المتطايرة لها القدرة على الانتقال خلال المسافات البينية لخلايا النبات.

ب – انتقال المبيدات لمسافات كبيرة : ويقصد بها المسافات التي يقطعها المبيد من منطقة دخوله حتى الأجزاء التي يؤثر عليها شاملة الأنسجة والأجهزة والخلايا النباتية المختلفة . وهناك جهازان مسؤولان عن هذا الانتقال :

1- جهاز اللحاء: هذا الجهاز يبدءا من الأوراق وينتهي في الجذور

وظيفته الأساسية هي نقل الغذاء الجاهز إلى أي جزء يقوم بعملية البناء الضوئي كما يسهم في تدعيم النبات ،

من المتفق عليه أن المبيدات تنتقل من الورقة عبر اللحاء ومن الطبيعى أن جزءاً من الطاقة الناتجة أثناء تنفس النباتات تستخدم في نقل المركبات عبر هذا الجهاز، تعتمد حركة المبيد في انسجة اللحاء على حركة المواد الغذائية المصنعة في النبات والتي يتم انتقال المبيد معها وغالبا ما يحتاج نقل المبيد الى طاقة تصرف من قبل النبات ، ويمكن للمبيد الذي ينتقل عن طريق اللحاء بالحركة الى الاسفل او الاعلى كما يمكنه الدوران في النبات وقد يتسرب قسم ضئيل منه عن طريق الجذور .

2 - جهاز الخشب :وهو يبدءا من الجذور وينتهي في الأوراق . وظيفته الأساسية هي بنقل الماء و الأملاح المعدنية من الجذر إلى أجزاء النبات وكذلك لتدعيم الجسم النباتي، كذلك فإن المبيدات المستخدمة في التربة والممتصة بواسطة الجذور تمر خلال أوعية الخشب وهى عملية طبيعية في أغلب أحوالها. ومن الممكن أن يحدث امتزاز للمبيدات على أوعية الخشب وهروب لجزء من هذه المبيدات إلى الخلايا المجاورة . تتوقف حركة المبيد في الاوعية الناقلة للخشب على قابليته للذوبان في الماء وتزداد حركة المبيد بزيادة عملية النتح ، وتكون حركة المبيد في الاوعية الناقلة الى الاعلى فقط ولا تحتاج الى طاقة .

ان كفاءة المبيد المنتقل بطريق اللحاء تفوق كفاءة المبيد المنتقل عن طريق الخشب وذلك لقدرته على الانتقال الى جميع اجزاء النبات بكميات كافية لقتل الافة .

3 - جهازي الخشب واللحاء : من الصعب الحكم على انتقال المبيدات لمسافات طويلة اعتماداً على الخشب أو اللحاء وحده، لأن المبيد الذي يدخل الجذر يتحرك خلال الخشب إلى أعلى ويعود ثانية إلى أسفل خلال اللحاء وربما يتحرك إلى الأوراق خلال الخشب .وخلال انتقال المبيد عبر الخشب واللحاء يمكن أن ينتقل من أحدهما إلى الآخر لقرب الجهازين من بعضهما . ومن المعروف أن مبيد الاميترول يمكنه الانتقال خلال جهازي الخشب واللحاء.

العناصر الثقيلة في التربة

توجد العناصر الثقيلة في التربة طبيعيا أثناء عملية التجوية للمواد الأصل للتربة ، ويعتمد التركيز الكلي لهذه العناصر على التركيب المعدني للصخور المكونة للتربة ، ولهذا السبب تتباين التربة في مستوياتها الطبيعية من العناصر الثقيلة بسبب الاختلاف في الطبيعة الجيو كيميائية .

إن مصطلح العناصر الثقيلة ، ينطبق على مجموعة العناصر التي تمتاز بكثافة نوعية أكثر من 5غم / سم3 أو عدد ذري أكثر من 20 . وغالبا ما يشير إلى العناصر السامة بسبب دورها في تأثيراتها السمية في النبات والحيوان والإنسان ، وكونها من العناصر غير قابلة للتحطيم وقسم منها لا يوجد لها أي دور فيسيولوجي في العمليات الايضية مثل : Hg , Cd , pb حتى عند وجودها في مستويات منخفضة التركيز ، وقسم آخر يعد من العناصر الضرورية لنمو النبات مثل : الزنك والكوبلت والنيكل والحديد عند حدود معينة من التراكيز وعند تجاوز الحدود المسموح بها عالميا تصبح خطرة على صحة الإنسان .

حساب مؤشرات التلوث البيئي في التربة بالعناصر الثقيلة

1-عامل(Enrichment Factor (EF)عامل الإثراء)

EF=(pb sample/Fe sample)/(pb/Fe++)back ground

EF= <_2: Deficiency to minimal enrichment
2<_ EF<_5 :Moderate enrichment
5 <_ EF<_20 :Significant enrichment .
20 <_ EF<_40 : Very high enrichment .
EF_>40 : Extremely high enrichment .

Source : Sutherland et al (2000) .

Contamination Factor (CF) 2- عامل التلوث

CF=pb sample /pb background

CF(pb) =

CF(zn) =

CF(cd) =

CF <_ 1 reference to low contamination .

1 <_ CF <_ 3 means moderate contamination .

3<_CF<_6 indicates considerable contamination.

CF_>6 indicates very high contamination.

Source : Sutherland et al (2000) .

الحدود المسموح بها لتراكيز العناصر الثقيلة في المياه والتربة والنبات

العنصر	مياه معاد استخدامها Mg /l	التربة Mg/Kg	النبات Mg/Kg
Zn	5	300	50
Cu	0.2	140	10
Fe	1	-	20
Mn	0.2	-	-
Pb	5	300	2
Cd	0.01	3	0.02
Ni	0.2	75	10

أهم مصادر العناصر الثقيلة في البيئة هي :

النشاطات غير الطبيعية : التي تتمثل :

1- عمليات التعدين وعمليات صهر المعادن

2- الصناعات الكيميائية

3- الزحامات المرورية

4- فضلات المدن السائلة

إن العناصر الثقيلة ممكن أن تصبح بشكل رئيس مواد خطرة وملوثة للبيئة للأسباب التالية :

1-النشاطات غير الطبيعية من صنع الانسان والتي تكون أكثر سرعة من العوامل الطبيعية في رفع تراكيز العناصر الثقيلة .

2- تراكيز العناصر الثقيلة التي تدخل في صناعة المواد تكون عالية مقارنة بمستوياتها الطبيعية في البيئة .

3- الأشكال الكيميائية (الأنواع) للعناصر الثقيلة الموجودة في الأنظمة البيئية ، ربما تتجسد بأشكال أكثر جاهزية .

عبر Alloway 1995 عن معادلة توازن بسيطة تعبر عن توزيع العناصر الثقيلة في التربة :

$$M_{total} = (M_p + M_a + M_f + M_{ag} + M_{ow} + M_{ip}) - (M_{cr} + M_I)$$

حيث إن :

M : تعني المعدن الثقيل

p : مادة الأصل

a : الترسبات المحمولة هوائيا

f : مصادر الأسمدة المعدنية

ag : المصادر الكيميائية الزراعية

ow : مصادر المخلفات العضوية

ip : ملوثات غير عضوية أخرى

cr : العناصر الممتصة من قبل المحاصيل

I : الفقد عن طريق الغسل أو التطاير

إن مصير العناصر الثقيلة المضافة إلى التربة عن طريق إضافة مخلفات الانسان والحيوان تتحكم بها عدة احتمالات مرتبطة بطبيعة التفاعلات التي تتحكم بها خصائص التربة المختلفة ومنها :

1- تفاعلات الادمصاص والإطلاق

2- تفاعلات الترسيب والإذابة

3- الامتصاص من قبل النبات

4- حركتها ضمن مقد التربة

إن وجود العناصر الثقيلة في التربة يمكن أن يقسم إلى عدة أجزاء :

1- الجزء الذائب في محلول التربة : اكبر جزء مؤثر في نمو النبات بسبب جاهزيته للامتصاص .

2- الجزء المترسب على شكل مركبات كيميائية غير قابلة للذوبان .

3- الجزء الممتز على سطوح دقائق الطين واكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والالمنيوم والمادة العضوية، فضلا عن الجزء المرتبط بالتركيب المعدني للتربة

إن جميع هذه الأجزاء تكون في حالة توازن ديناميكي تتحكم بها مجموعة عوامل التربة . هناك مجموعة عوامل تتحكم في الجزء الجاهز من العناصر الثقيلة منها : pH

محلول التربة والمادة العضوية ومعادن الطين وظروف الأكسدة والاختزال في التربة .

إن الجزء الجاهز من العناصر الثقيلة يعتمد بشكل رئيسي على :

التركيز الكلي للعناصر الثقيلة في محلول التربة ،

يعد الكادميوم من اخطر العناصر الثقيلة على النبات بسبب جاهزيته العالية ، قابليته العالية على التبادل مع الكالسيوم والمغنيسيوم على سطوح جذور النبات .

هل الوعي البيئي واتجاهات الطلبة خاصة والمواطنين بعامة هي بالمستوى المطلوب ؟

لنفكر في إجابات لبعض الأسئلة التي تكشف الواقع غير المرضي لدينا :

- هل يترك المتنزهون أماكنهم نظيفة من النفايات ؟
- هل هناك رادع داخلي يمنع الطالب من تمزيق كتبه ودفاتره ونثر أوراقها في ساحة المدرسة او الكلية والجامعة ابتهاجا بانتهاء العام الدراسي ؟
- هل يتورع راكب السيارة أو الحافلة عن إلقاء أكياس نفاياته لتتناثر فوق مساحة كبيرة فيصعب جمعها ؟

- هل تلتزم المصانع بالبنود التي تفرضها الدوائر الخاصة بتنفيذ قانون تقييم الأثر البيئي ؟
- هل حال هوائنا ومائنا وتربتنا كما يجب أن يكون ؟
- أي هل حال البيئة لدينا على ما يرام ؟

إن غياب الوعي البيئي الذي إن تمت تنميته لدى طلبتنا صغارا ترعرع معهم كبارا حتى يصبحون في مواقع المسؤولية واتخاذ القرار مما يدفع بحال البيئة إلى الأمام .

إن ما يطرح من مواضيع بيئية في بعض مناهج العلوم والوطنية ليست كاف لتنمية الوعي البيئي ، فلابد من منهاج مستقل (التربية البيئية) يقدم للأطفال من الروضة حتى مراحل الابتدائية (العلم من الصغر كالنقش على الحجر)

ومن أهداف الموضوع :

- يحافظ الطالب على الموارد البيئية المتاحة .
- أن يحث الطالب أقرانه وأفراد عائلته على التعامل السليم مع الموارد البيئية .

- أن يوضح الطالب للمحيطين به دور عملية التدوير في دعم الاقتصاد الوطني والحفاظ على نظافة البيئة .
- أن يشارك الطالب في حملات التوعية البيئية بفاعلية .
- أن يساهم الطالب بكفاءة في حملات الحفاظ على البيئة من نظافة وزراعة نباتات الزينة والعناية بالغابات .

ج- مؤشرات الرصد البيئى لمراقبة جودة مياه الرى والتربة الزراعية.

(1) الأس الهيدروجينى (pH). (2) الأملاح الكلية الذائبة (EC)

(3) الكاتيونات والأنيونات. (4) نسبه الكربونات المتبقية (RSC).

(5) نسبة الصوديوم المدمص (SAR).

(6) النتروجين النتراتى والأمونيومى والنتريتى والنتروجين الكلى.

(NO_3-N ,NH_4-N ,NO_2-N , Total Nitrogen).

(7) الفوسفور (P) ، الكالسيوم (Ca) والمغنسيوم (Mg).

(8) ***العناصر الصغرى:*** الزنك (Zn) ، النحاس (Cu) ، المنجنيز (Mn) ، الحديد (Fe) ، البورون (B) .

(9) ***العناصر الثقيلة:***التيتانيوم (Tn) ، السليكون (Si) ، الرصاص (Pb) ، الكادميوم (Cd) ، الموليبدنم (Mo) ، الكروميوم (Cr) ، سلينيوم (Se) ، الزرنيخ (AS) ، الكوبالت (Co) ، النيكل (Ni).

(10) الزيوت والشحوم Oil and greaze.

(11) المركبات الفينولية Phenolic compounds.

(12) الهرمونات Hormones.

(13) متبقيات المبيدات Pesticides Residue مثل المبيدات العضوية(Aldrin, Dieldrin, Malathion, Endrin, Lindane) والغير عضوية مثل (مركبات الزرنيخ والفلور والكلور والفوسفور والكبريت والزئبق).

(14) الميكروبات المرضية The Pathogenic Indicators

أ- بكتريا القولون الكلية Total Coliforms.

ب- بكتريا القولون البرازية Feacal Coliforms.

ج- السالمونيلا والشجيلا Salmonella and Shigella.

(15) الأكسجين المستهلك كيميائياً(COD) .. مؤشر يدل على التلوث الكيميائى (تلوث صناعى).

(16) الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD) .. مؤشر يدل على التلوث العضوى مثل المذيبات العضوية – مركبات الفوسفور العضوية والهيدروكربونية المكلورة والكارباماتية.

(17) الأكسجين الذائب (DO) .. يعكس حيوية النهر ويؤثر على محتوى النهر من الكائنات الحية.

(18) المواد العالقة والذائبة Total suspended and Dissolved solids.

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Thanks for your attention