جامعة واسط – كلية الزراعة – قسم علوم التربة والموارد المائية

Water Pollution تلوث المياه

Hydrosphere & Water Pollution

Environmental Pollution
Lec.4

Prepared

By

Dr. Wisam Thamer AL-Mayah

PhD. In Medical Microbial Ecology & Chemistry

الغلاف المائي
Hydrosphere

- يطلق اسم الغلاف المائي (Hydrosphere) على جميع المياه الطبيعية التي تغطي سطح الكرة الأرضية وهي تتميز بحركة مستمرة غير منتهية.
- تبدو الأرض من الفضاء كرة زرقاء مغطاة بالماء، وتتناثر فيها هنا وهناك بعض الجزر الكبيرة والصغيرة، لذلك سميت الأرض الكوكب الأزرق، تغطي المياه أكبر حيز من الكرة الأرضية، إذ تحتل المسطحات المائية مساحة قدرها ٧١ % تقريباً من مساحة الأرض وتقدر كمية المياه فيها نحو ١.٩٧٣ مليار كيلو متر مكعب.
- وتمثل المياه المالحة (Salt water) نحو ٩٧ % من حجم المياه الكلي وتوجد في البحار (Seas) والمحيطات (Oceans) والبحيرات (Lakes) والممرات المائية (Waterways)، أما المياه العذبة (Fresh water) فتمثل الجزء الباقي الذي يصل إلى ٣ % ويتركز هذا النوع في الأنهار (Rivers) والبرك (Ponds) وبعض البحيرات وباطن الأرض من مياه جوفية ومياه معدنية حارة.

الغلاف المائي
Hydrosphere

- وتشكل الجبال الجليدية (Icebergs) في المناطق القطبية الجزء الأكبر من المياه العذبة المتاحة لاستعمالات الإنسان التي تمثل ١.٦ % تقريباً من حجم المياه الكلي وهذه النسبة ليست ثابتة خاصة مع ارتفاع نسبة الأملاح المتزايدة في البحيرات والمسطحات المائية العذبة المغلقة أو شبه المغلقة.
- **تتنوع مصادر المياه كثيراً على سطح الكرة الأرضية نظرا لمساحة وجودها الواسعة جداً، ولكن يمكن تقسيم المياه تبعاً لمصادرها الطبيعية إلى:**

١. مياه المحيطات والبحار Oceans and Seas waters.
٢. مياه الأمطار Rainwater.
٣. مياه الأنهار River water.
٤. مياه البحيرات Lakes water.
٥. المياه الجوفية Groundwater.
٦. المياه المعدنية والحارة Mineral and warm water.

الغلاف المائي
Hydrosphere

- **أما أنواع المياه فلقد قسم العلماء المياه تبعاً لطبيعتها ومكوناتها إلى نوعين رئيسيين هما:**

١. **المياه السطحية Surface water**. وهي المياه التي توجد على سطح الكرة الأرضية بحيث تكون متاحة للاستخدام بسهولة، وتقسم بدورها حسب ملوحتها إلى:

ا. **المياه المالحة Salt water**. وهي المياه التي تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح المعدنية المنحلة، وتعد البحار والمحيطات المصدر الرئيسي للمياه المالحة.

ب. **المياه العذبة Fresh water**. وهي المياه التي تحتوي على تراكيز منخفضة أو معدومة في بعض الأحيان من الأملاح المعدنية المنحلة، تعد الأنهار والجداول والجليد القطبي والأمطار المصدر الرئيسي للمياه العذبة.

٢. **المياه الجوفية Groundwater**. وهي المياه الموجودة تحت سطح الأرض، سواء تلك الموجودة في المناطق المشبعة (هي المنطقة المملوءة فراغاتها بالكامل بالمياه) أو غير المشبعة (هي المنطقة الواقعة مباشرة تحت سطح الأرض وتحتوي المواد الجيولوجية المكونة لها المياه والهواء في الفراغات الفاصلة بين حبيبات التربة).

الغلاف المائي
Hydrosphere

- **بينما تقسم المياه حسب صلاحيتها للاستخدام الى:**

١. مياه نقية صالحة للاستخدام Safe water.

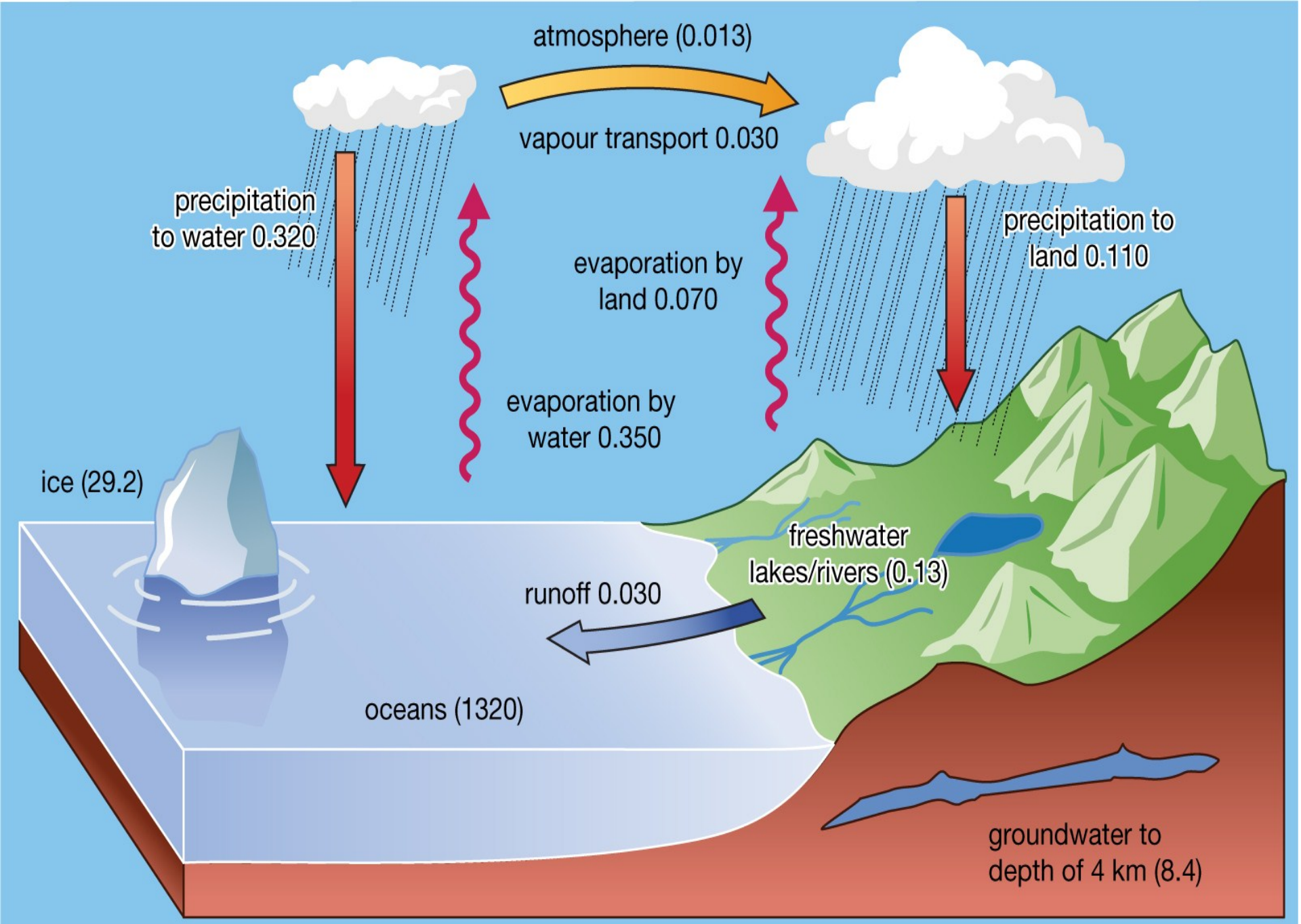
ماء خالي من الجراثيم او المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا او تجعله غير صالح للاستعمال او غير مستساغ الطعم والرائحة.

٢. مياه غير نقية Polluted water.

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

٣. مياه غير صالحة للاستعمال Contaminated water.

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



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

تلوث المياه
Water Pollution

- الماء (H2O) سائل ضروري للحياة ولا غنى عنه لجميع الكائنات الحية، فقد قال تعالى في كتابه الكريم" : وجعلنا من الماء كل شئ حي ."
- إن الماء موجود في الخلية الحية بنسبة من ٥٠ – ٦٠ % من وزنها ويوجد بنسبة ٧٠% من الوزن الكلى من الخضروات ويزيد في الفاكهة إلى ٩٠% من وزنها، أي أن الماء موجود في كل شيء ينبض بالحياة.
- وتأتى أهمية الماء لإنسان بعد أكسجين الهواء مباشرة وبالتالي يجب أن يكون الماء نقيا في حدود معقولة و إلا أصيب الإنسان عن طريقه بكثير من الأضرار.
- لكن و للأسف نقاء الماء بات شيئا شبه مستحيل في ظل الملوثات الكثيرة و المنتشرة في البيئة ، ومما لا شك فيه أن تلوث المياه يشكل مشكلة خطيرة تهدد حياة الكائنات الحية ولا يقل خطورة عن تلوث الهواء حيث أنهما يشتركان في الطبيعة الخاصة لنمط التلوث السائد في البلدان النامية .

تلوث المياه
Water Pollution

- **أما تلوث المياه Water Pollution**: فيعرف على أنه أي تغيير في الخصائص الفيزيائية ، الكيميائية أو البايولوجية للبيئة المائية ويكون كافيا لأحداث الضرر في الصحة العامة والأنظمة البيئية المختلفة.
- **ويعرف حسب وكالة حماية البيئة الأمريكية US Environmental Protection Agency (EPA)** على انه اضافة مواد أو طاقة الى البيئة المائية نتيجة لفعاليات الأنسان أو من المصادر الطبيعية والتي تؤدي الى تأثيرات سلبية في صحة الأنسان وغيره من الأحياء.
- **عرفت منظمة الصحة العالمية (WHO)** تلوث المياه بأنه أي تغير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو بعضها، وبعبارة أخرى هي التغيرات التي تحدث في خصائص المياه الطبيعية والبيولوجية والكيميائية مما يجعلها غير صالحة للشرب أو للاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية.

تلوث المياه
Water Pollution

- **وتعرف الملوثات (pollutants)** بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في مياه الصرف وتعمل على تدني نوعية هذه المياه، وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها.
- **التغير الفيزيائي(physical change).** التحولات التي تطرأ على المياه في اللون والطعم والرائحة والنا قلية الكهربائية والقساوة ودرجة الحرارة وبقية الخواص الفيزيائية.
- **التغير البيولوجي (biological change).** يتناول طبيعة وتعداد البكتريا والطفيليات والفطريات والفيروسات التي يمكن أن تتواجد فيها.
- **التغير الكيميائي(chemical change).** التبدل من حيث التكوين وطبيعة وتراكيز المعادن والشوارد والأملاح والرقم الهدروجيني ((PHوالقلوية وغيرها من الخواص الكيميائية والإشعاعية.

مصادر تلوث المياه
Source of Water Pollution

- اختلفت المراجع العلمية في تقسيم مصادر تلوث البيئة المائية (Aquatic ecosystem) ، وذلك لصعوبة وضع حدود فاصلة بينها ، حيث تصل المادة الملوثة للمياه من مصادر عديدة ، فقد صنف (Hogs,1989) مصادر التلوث الى منزلية (Domestic sewage) وصناعية (Industrial wastes)، وزراعية (Agriculture wastes).
- وصنفها (Ammer,2000) الى مصادر طبيعية (Natural Sources) ومصادر بشرية (Anthropogenic) اي ناتجة من الفعاليات المختلفة للأنسان.
- وقد وردت مجموعة من التصنيفات الحديثة منها تصنيف (Rubin,2007) الذي قسم مصادر تلوث البيئة المائية على مصادر مباشرة (Direct Sources) ومصادر غير مباشرة (Indirect Sources).
- غير أن التصنيف الأحدث لمصادر تلوث البيئة المائية ورد في عدد من المراجع العلمية (Wright,2005, Cunningham et al. 2007) ويشمل مصادر محددة (Point Sources) و مصادر غير محددة (Non – Point Sources).

مصادر تلوث المياه
Source of Water Pollution

١. التلوث الطبيعي المنشأ Natural Sources.

ويسمى أحيانا بالتلوث ذو المنشأ الأرضي أو الجيولوجي (Geogenic pollution) ويقصد به ظهور أو زيادة المكونات الطبيعية في المياه كالأملاح اللاعضوية بأنواعها والطين Clay والغرين Silt والغازات الكبريتية الذائبة والحرارة والاشعاع وما الى ذلك، ولا يكون للإنسان شأنا في زيادتها بل تحدث نتيجة العوامل الطبيعية كالأمطار الغزيرة و السيول وثورات البراكين في قعر البحار، واغلب هذه الملوثات تكون غير سامة عادة رغم وجود تأثير ضارة مختلفة لها على الأحياء المائية كما يكون التلوث الناتج ضمن قدرة الطبيعة على أن تخلص منه في غالب الأحيان ما عدا المواد المشعة وبعض الملوثات الطبيعية الأخرى .

Wood
Food & Medicine
Pulp
Recreation
Home of wildlife
Rubber
Cotton
Energy
Fuel
Energy
Drinking water
Construction
Shelter
Jewelry
Glass
Cans
Ceramics
Agriculture
Food
Wool
Recreation
FORESTS
WATER
OIL
ROCKS
MINERALS
SOILS
ANIMALS
© eschooltoday.com

مصادر تلوث المياه
Source of Water Pollution

٢. التلوث البشري المنشأ Anthropogenic Sources.

وهي التغيرات الحاصلة في المياه بسبب النشاط البشري سواء كان صناعيا أو زراعيا أو معيشة الإنسان في حياته اليومية العامة. ولأغرض التوضيح يمكن تقسيم الملوثات الناتجة عن مختلف الأنشطة البشرية، الى فئتين رئيسيتين هما:

ا. الملوثات شبه المصنعة Semi-synthetic pollutants.

وهي الخامات أو المواد الطبيعية التي توجد في الطبيعة كالمشتقات النفطية أو المركبات الفسفورية (POx) و النتروجينية (NOx) والخامات المعدنية، والتي يسعى الإنسان الى استغلالها بنقلها من مكان لأخر.

ب. الملوثات المصنعة Synthetic pollutants .

وهي مركبات خطرة على النظم البيئية، إذ لا وجود لها في البيئة، إلا إن الإنسان قد صنعها وادخلها الى البيئة لأغراض مختلفة مثل المبيدات الكلورية (PCBs) والفسفورية والزيوت الصناعية واللدائن والمطاط وغير ذلك.

WARNING!
SEWERAGE
OUTLET

مصادر تلوث المياه
Source of Water Pollution

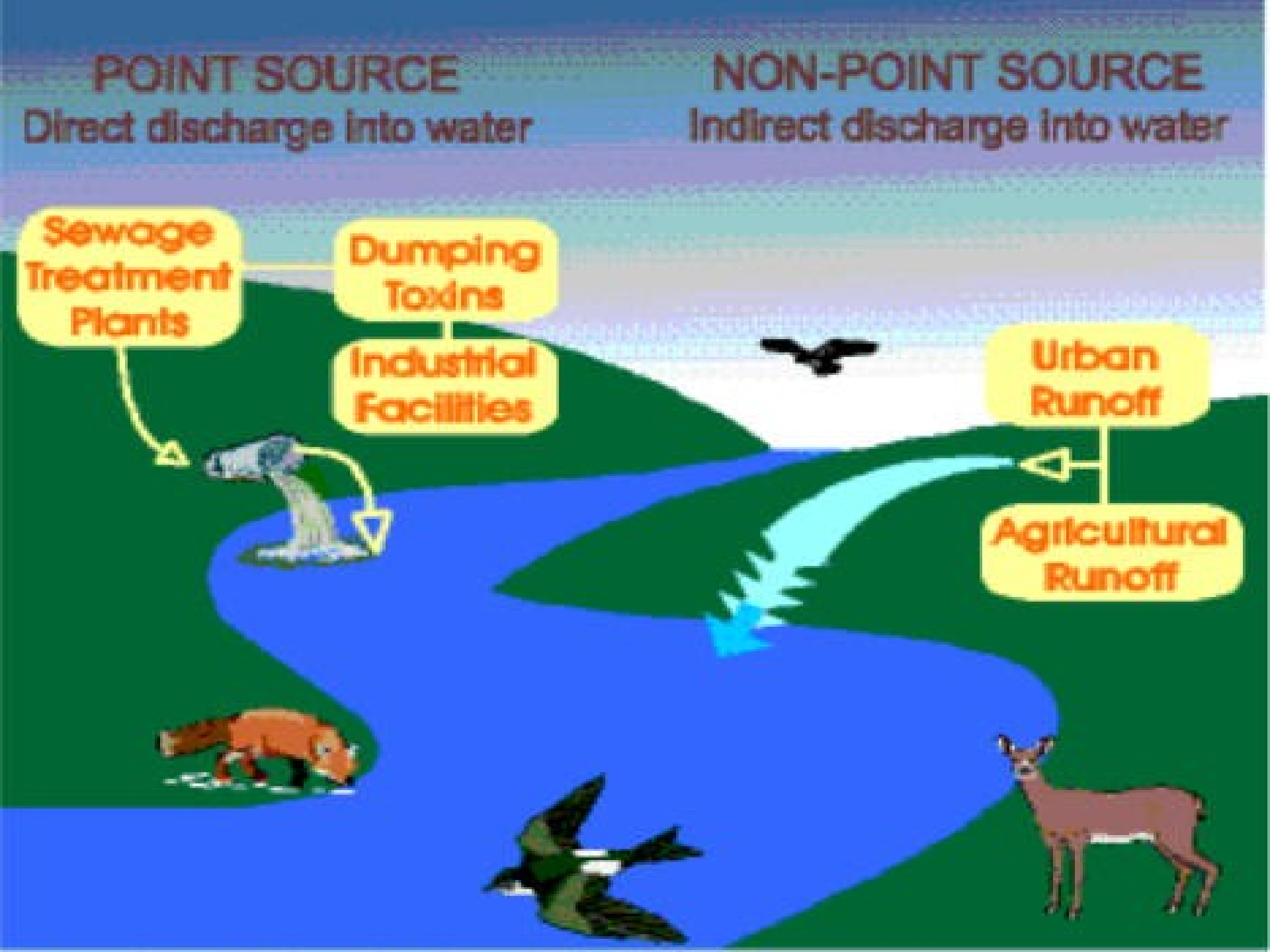
من جانب آخر فان عملية رصد ومراقبة التلوث في المياه تستدعي تقسيم المصادر المسببة للتلوث الى فئتين رئيسيتين هما:

١. مصادر محددة Point Sources.

وهي المصادر التي تطلق المواد الملوثة مباشرة الى جسم الماء مثل المصانع ، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ، ومحطات معالجة مياه الصرف ، والمناجم وآبار النفط ، وتعد هذه المصادر سهلة التمييز نسبيا ، لذلك تكون أسهل في السيطرة و الضبط بالمقارنة مع المصادر غير المحددة.

٢. مصادر غير محددة Non – Point Sources.

وهذه المصادر لايمكن تحديدها بدقة ، فهي ترسل الملوثات الى البيئة المائية بشكل غير مباشر عبر التغييرات البيئية لتنتشر على نطاق مساحات واسعة مثل مبيدات الآفات (Pesticides) والأسمدة الكيميائية(Chemical Fertilizers) التي تصل الى مصادر المياه عن طريق غسل التربة و الترسيب الجوي من ملوثات الهواء التي تصل الى الأرض بوساطة الغسل بالمطر أو الترسيب بشكل دقائق جافة .


POINT SOURCE
Direct discharge into water
NON-POINT SOURCE
Indirect discharge into water
Sewage Treatment Plants
Dumping Toxins
Industrial Facilities
Urban Runoff
Agricultural Runoff

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

اولا. التلوث الفيزيائي Physical pollution.

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

- التلوث الحراري (Thermal pollution) هو إفساد البيئة المائية عند صب مخلفات المياه الجاريه في الانهار و البحيرات والبحار و اي جسم مائي آخر، حيث تعمل هذا المخلفات المائية الجارية على رفع درجة حرارة الجسم المائي فوق مستواها العادي وبذلك يمكن ان تؤدي الى قتل الحيوانات والنباتات التي تعيش في الماء.
- فالمياه الدافئة (Hot water) قد تعيق نمو وتكاثر الاسماك وتؤثر على مواردها الغذائية وفي بعض الاحوال قد تموت الاسماك بسبب الارتفاع المفاجئ والسريع في درجة الحرارة الناتجة عن صب مخلفات المياه الحارة.

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- و تتعرض المصادر المائية إلى تغيير مفاجئ في درجات حرارتها نتيجة قيام بعض الصناعات وبالأخص صناعة توليد الكهرباء والصناعات النفطية بطرح المياه الساخنة الى هذه المصادر.
- حيث تسحب هذه الصناعات كميات كبيرة من مياه المصدر المائي لأغراض التبريد ويعود معظم هذه المياه الى المصدر المائي بعد ان يسخن .
- ونظرا لضخامة كمية المياه الساخنة المصروفة فانها تؤدي الى رفع درجة حرارة المصدر المائي بضع درجات مسببة بذلك اختلاف في التركيبة الحياتية والطبيعية للمصدر المائي .
- ويؤدي رفع درجة حراري المصدر المائي إلى تغيير الخصائص الطبيعية والكيميائية للماء كما تؤثر درجة الحرارة المرتفعة على النشاط البيولوجي للأحياء المائية

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- لذا يكون من الأفضل تناول المصادر الرئيسية للتلوث الفيزيائي (الحراري) ملوث للمياه على حدة للاطلاع على تأثيراته البيئية في حالة عدم كفاية إجراءات معالجة التلوث، التي كثيرا ما تحصل ، وكما يلي:

١. مصادر توليد الطاقة الكهربائية Electric power generation.

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

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

٢. الصناعات النفطية والمصافي Petroleum and Refineries.

تستخدم المصافي النفطية كميات كبيرة من المياه في التبريد والعمليات الصناعية المختلفة وتطرح هذه المياه خلال دائرة مفتوحة وعلى ألاخص بالنسبة للمصافي الواقعة على شواطئ البحر. حيث تؤدى هذا المياه إلى خفض كميات الاوكسجين الذائب مما يسبب خلل في الاحياء المائية الدقيقة إضافة إلى ذلك ان المياه الراجعة إلى المصدر المائي تحتوي على زيوت و شحوم وهذا بدوره يؤدي إلى تلوث شواطئ البحر بالزيت

٣. صناعة الحديد والصلب Iron and steel industry.

صناعة الحديد والصلب من اكثر الصناعات استهلاكا للطاقة وبالتالي من اكثرها تلويثا للبيئة ومن المعروف انه لانتاج طن واحد من الحديد والصلب نحتاج إلى صرف ٤٦٠متر مكعب من الغاز ٥٩جراما من الزيت واستهلاك ١٤٠٠ك.و.س من الكهرباء.

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

ثانيا: التلوث الكيميائي للمياه Chemical pollution.

تشمل المواد الكيمائية التي تطرحها المصانع وتجد طريقها إلى المياه مثل: مصانع الورق، والجلود (Tannery industries)، والأسمدة الكيميائية (fertilizer)، و المنظفات (detergents)، وغيرها وتكون المياه الناتجة عن هذه الصناعات ذات دالة هيدروجينية (pH) مختلفة ما بين حمضية أو قاعدية، ويعتمد ذلك على طبيعة الإنتاج، ارتفاع قيمة الاحتياج الكيمياوي للأوكسجين(COD) والفوسفات (PO4) أو النترات (SO4) أو الكبريتات (SO4) بالإضافة الى المواد الملونة وارتفاع درجة الحرارة أحيانا ويؤدي إلى نمو الجراثيم المقاومة للحرارة، وفي الحقيقة فأن ترافق ارتفاع درجة الحرارة مع المواد السامة أو تغير الدالة الحمضية يكون له تأثيرات خطيرة على البيئة المائية وعلى صحة الإنسان.

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- **ويمكن تلخيص أهم المركبات التي تلوث الماء:**

١. مركبات حمضية أو قلوية Acid & alkaline components.

تغير كل من المركبات الحمضية أو القلوية درجة PH للماء. إذا تلوث الماء بالأحماض فإن ذلك يسبب الصدأ للأنابيب وتآكلها هذا ناهيك عما تسببه من آثار علي صحة الإنسان حسب نوع الحمض الملوث. أما التلوث بالقلويات فهي تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات، وتسبب كربونات وبيكربونات الكاليسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء.

٢. مركبات عضوية Organic components.

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

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

٣. مركبات النترات والفوسفات NO3 & PO4 components.

تسبب هذه المركبات ظاهرة إخضرار الماء أو ما يعرف بالازدهار Eutrophicationوتظهر علي شكل طبقة خضراء من الأعشاب علي سطح مياه الخزانات والبحيرات وشواطئ البحار والمياه الراكدة وقد تغطي سطح الماء مما يمنع الأوكسيجين من الدخول للماء مما يؤثر علي الحياة المائية. وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب Algae وهي من عناصر الكربون والنتروجين والفسفور. ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيموجلوبين (Hb) وتمنع اتحاد الأوكسجين معه مما يسبب الاختناق (Choking).

٤. مركبات الحديد والمغنيسيوم Fe & Mg components.

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

٥. المواد المشعة Radioactive.

تسبب سرطان وخاصة سرطان العظام مثل عنصر الراديوم Radium.

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

٦. المعادن الثقيلة Heavy metals.

أكثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص (Pb) والزئبق (Hg) .ويمكن أن يتسرب الرصاص أيضا من أنابيب المياه ويلوثها وقد يسبب تلف الدماغ Encephalopathy وخاصة للأطفال . بينما يوجد الزئبق في الماء علي هيئة كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد علي شكل عضوي مثل فينول ومثيل وأخطرها هو مثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى. أما في الأسماك فإن مثيل الزئبق يتواجد داخلها بتركيزات عالية.

٧. الهالوجينات 'Halogens.

يستخدم الكلور (CL) والفلور (F) لتنقية المياه من الميكروبات الضارة وساهم كثيرا في تنقية المياه ولكن الكلور يتفاعل مع الهيدروكربونات إذا وجدت مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة (Carcinogenic)، وهناك قول أن الكلور يمكن أن يسبب سرطان لكن ذلك لم يثبت بعد . في الولايات المتحدة يستخدم الفلور لتنقية المياه ووجد أنه يحمي الأسنان من لتسوس بتركيز ١٠ مليجرام/ لتر. .

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

ثالثا: التلوث البيولوجي للمياه Biological pollution.

وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية بالعين المجردة (نباتية كانت أو حيوانية) في البيئة المائية العذبة أو المالحة (السطحية أو الجوفية). تطرح الى البيئة عن طريق فضلات الانسان أو الحيوانات المضيفة لها وبقايا المواد الغذائية والنفايات التي تحتوي على ملايين من الأحياء المجهرية المرضية وغير المرضية متمثله بالجراثيم (Bacteria)، والرواشح (Viruses)، و الإبتدائيات (Parasite) ، والفطريات (Fungi).

- تشكل جراثيم القولون Coliform Bacteria متمثلة بعائلة *Enterobacteriaceae* الجزء الرئيسي في هذه المجاميع كما أنَّ الفلورا الجرثومية لأمعاء الإنسان كلها تكون موجودة في مياه الصرف الصحي مثل: جراثيم *Colstidium perfringens*، والمكورات المسبحية البرازية *Faecal streptococci*، فضلاً عن الجراثيم المرضية التي قد توجد مثل عصيات السالمونيلا *Salmonella spp* والشكيلا *Shigella spp* وضمات الكوليرا *Vibrio cholera* .

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- لذا، يجب عدم استخدام هذه المياه في الاغتسال أو في الشرب، إلاّ بعد تعريضها للمعاملة بالمعقمات المختلفة، مثل الكلور (CL) والاوزون (O3) والترشيح بالمرشحات الميكانيكية وغيرها من نظم المعالجة.
- كما قد يوجد داخل البيئة المائية مراحل (اطوار) دقيقة (بويضات – يرقات – اطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات النباتية أو الحيوانية مثل بعض الطفيليات كالبلهارزيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية ، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره.
- اما التلوث بالنباتات والحيوانات المائية (Aquatic organisms) فينتج غالبا نتيجة تغير الانظمة والتراكيب البيئية الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية فتنمو انواع وتتكاثر بدرجة اكبر من اللازم وتطغي علي انواع اخري ، أو تختفي انواع كانت موجودة وسائدة في البيئة المائية ،

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- بعض الكائنات الحية (Microorganisms) تنتشر بصورة اكبر من غيره في بيئات معينة ويرجع ذلك الي طبيعة وحجم تلك الكائنات وانتشار أو ندرة اعداؤها الطبيعين بالاضافة الي التنافس بين الكائنات في البيئة الواحدة .
- والكائنات الحية المسببة للتلوث البيولوجي منها ما يري بالعين المجردة كبعض الطحالب والنباتات المائية مثلا ، ومنها لا يري الا باستخدام المجهر كالبكتريا واغلب الفطريات ، والاوليات الحيوانية (البرتوزوا) ، ومنها لا يري الا باستخدام الميكرسكوبات الالكترونية لدقة حجمها مثل الفيروسات .
- ومياه مياه الصرف الصحي (Wastewater) يحتوي الستتيمتر المكعب منها علي اكثر من مليون خلية بكتيرية والالاف من الفيروسات والطفيليات بصرف النظر عن كون هذه الكائنات ضارة أو نافعة. وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفود وشلل الأطفال وقد أثبت تحليل مياه الصرف الصحي علي احتواءه *Anthrobacter sp*, *Pseudomonas, bacillus sp, E.coli* .

ملوثات المياه وآثارها في الصحة والبيئة
Water Pollutants

- كما أن تلوث الماء ببكتريا القولون Coliform bacteria، يعد مؤشرا خطيرا حيث يجب أن يخلو ماء الشرب من أي خلية لبكتريا القولون في ١٠٠ مل . ويجد كذلك الأوليات Protozoa مثل *Amoeba sp*, paramecium sp, Entamoeba sp.
- وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا في تحولات الميثان والكبريت والفسفور والنترات . فبكتريا الميثان تنتج غاز الميثان في الظروف الهوائية *Methanobacterium sp* واللاهوائية . وبكتريا التعفن *putrefying bacteria* تنتج الأمونيا التي تتأكسد إلي نترات التي تكون ما يعرف بإ خضرار الماء Eutrophication وتظهر علي شكل طبقة خضراء من الأعشاب علي سطح خزانات المياه والبحيرات وشواطئ البحار وأكثر ما تكون في المياه الراكدة وتسبب في إعاقة تسرب الأوكسجين إلي الماء، وتسبب Eutrophication إلي مرض زرقة العيون لدي ألأطفال.
- وتستطيع كائنات حية دقيقة أخري مثل *Beggiatoa sp* أكسدة كبريتيد الهيدروجين إلي الكبريت.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الكيميائي
Chemical & Biological contamination

- **للتلوث الكيميائي علاقة بالتلوث البيولوجي (Chemical & Biological contamination)** فالكائنات المائية النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة تتأثر بصور التلوث الكيميائي الموجودة في البيئة المائية. فالملوثات الكيميائية علي اختلاف صورها وانواعها تؤثر علي نمو وتكاثر وانتشار الكائنات المائية داخل بيئاتها وعموما فقد يتداخل التلوث البيولوجي مع التلوث الكيميائي في النقاط الهامة الاتية:

١. **ان التلوث الكيميائي** قد يضيف الي البيئة المائية عناصر جديدة قد تؤدي الي زيادة وانتشار التلوث البيولوجي بالكائنات الدقيقة الحية وبالنباتات المائية . وخير مثال التلوث بالمركبات الفوسفاتية (POx) والنتروجينية (NOx) للمسطحات المائية يعمل علي النمو الزائد للطحالب المائية بصورة قد تؤدي في النهاية الي تحلل الأنهار والبحيرات وموتها بيولوجيا مسببا خللا بيئيا جسيما.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الكيميائي
Chemical & Biological contamination

٢. **ان بعض الملوثات الكيميائية العضوية** تزيد من تكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة. فالمركبات العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا (Biodegradable) تعد من مصادر الكربون للكائنات الحية الدقيقة الممرضة وغير الممرضة مما قد يسبب تلوثا بيولوجيا للبيئة المائية الموجود فيها الملوثات الكيميائية .

٣. **ان التلوث البيولوجي** قد يضيف الي البيئة المائية سموما كيميائية (Toxin) وعناصر ضارة منتجة بالكائنات الحية الدقيقة. مثل بعض انواع الطحالب (Algae) والتي يؤدي تراكمها وزيادتها الي انتاج عناصرغريبة تحدث خللا بيئيا للبيئة المائية .

٤. **التلوث الكيميائي** قد يقلل من عمليات التنقية الذاتية (Self purification) للمسطحات المائية .مما قد يؤدي الي تراكم بعض الملوثات والتي قد تزيد من معدلات نمو بعض الكائنات المائية بدرجة قد تسبب تلوثا بيولوجيا واضحا بتلك البيئات.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الفيزيائي
Chemical & Biological contamination

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

١. **وجود الملوثات البيولوجية في الماء** من شأنها ان تغير من الصفات الفيزيائية الطبيعية للماء محدثة تغيرا أو تلوثا فيزيائيا. من امثلة ذلك تلوث الماء بكميات كبيرة من Algae التي تؤدي الي زيادة عكارة الماء وبالتالي تغير وتقلل من نفاذ الضوء خلال طبقات الماء .

٢. **التلوث الفيزيائي للماء مثل التلوث الحراري (Thermal pollution).** من شانه ان يؤثر علي الكائنات الحية الموجودة في الماء ثم يؤثر علي الاتزان البيولوجي الموجود به. فالماء الملوث حراريا قد يعمل علي هجرة بعض الكائنات الي اماكن اخري ملائمة حراريا . لذا فإن تعرض الأحياء لحرارة عالية سوف يؤدي إلى تغيرات في معدلات التكاثر والتنفس والنمو وقد يؤدي إلى موت هذه الأحياء. ويتناسب هذا التأثير مع مقدار الزيادة في درجة الحرارة وفترة التعرض لهذه الحرارة.

التلوث البيولوجي وعلاقته بالتلوث الفيزيائي
Chemical & Biological contamination

٣. **التلوث الفيزيائي للماء بالمخلفات الصلبة** مثل المخلفات البلاستيكية غير القابلة للتحلل البيولوجي بشكل خاص (Non-biodegradable) والتي لها القدرة على الثبات داخل البيئة، وهذه المخلفات قد تلتهمها الأسماك الكبيرة فتختنق وتموت ، وبعض شباك الصيد التي تُهمل وتُترك في البحر تتعرض لها الطيور فتموت فيها. و أنها تعيق حركة الأسماك والكائنات البحرية الأخرى فتهلك فيها. وتعد الحيوانات والطيور النافقة داخل البيئات المائية من صور التلوث البيولوجي لهذه البيئات.

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

- ومن اهم الاسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في المياه الملوثة بمخلفات الصرف الصحي والصناعي هو صرف مخلفات المستشفيات الي شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي الي انتشار الامراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

التلوث الإشعاعي للمياه
Radiation pollution to Water

- يواجه الإنسان خطراً كبيرا يتمثل في تعرضه للعناصر المشعة وما تسببه هذه العناصر من مخاطر صحية قد تكون ذات أثر كبير على حياته كما يمكن أن تنعكس على أجياله القادمة، ويعتمد الضرر الذي قد يصيب جسم الإنسان من جراء تعرضه للمواد المشعة على عدة عوامل منها:

١. الجرعة (Dose) التي يتعرض لها من هذه المواد المشعة .

٢. نوع هذه الإشعاعات (Radiation type).

٣. الزمن (Time) الذي يتعرض له الجسم لهذه الإشعاعات.

- **العناصر المشعة (Radioactive elements).** هي تلك العناصر التي تكون أنويتها غير مستقرة حيث تتعرض النواة للتآكل وبسببه يحدث الإشعاع وتتكون عاجلاً أو آجلاً أنويه لعناصر أخرى جديدة تكون أكثر استقراراً وتسمى هذه العملية بالنشاط الإشعاعي أو التحلل الإشعاع.

التلوث الإشعاعي للمياه
Radiation pollution to Water

- **ويؤدي النشاط الإشعاعي إلى انبعاث ثلاثة أنواع من الإشعاعات هي:**

١. إطلاق جسيمات ألفا Alpha particles: وهي جسيمات تشبه نواة ذرة الهيليوم حيث يحتوي كل جسيم على بروتونين ونيوترونين وهذه الجسيمات لها قدرة ضعيفة على اختراق الأجسام الصلبة لكن لها قدرة تأين عالية لذلك فإنها يمكن أن تسبب ضرراً لبعض الأجزاء الحساسة من جسم الكائن الحي.

٢. إطلاق جسيمات بيتا Beta particles: وهي عبارة عن جسيمات تشبه الإليكترونات، البعض منها سالب الشحنة والبعض الآخر يكون موجب الشحنة ولهذه الجسيمات قدرة متوسطة على اختراق الأجسام الصلبة.

٣. إصدار أشعة جاما Gamma particles: وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية قصيرة جداً كما أن لها قدرة عالية على اختراق الأجسام الصلبة تفوق قدرة الأشعة السينية وقد يتسبب التآكل الإشعاعي الذي يحدث لعنصر واحد في انبعاث أكثر من نوع من الإشعاعات المذكورة .

مصادر التلوث الإشعاعي
Radiation pollution sources

- **تنقسم مصادر التلوث الإشعاعي الى:**

١. المصادر الطبيعية Natural sources وتشمل:

ا. الأشعة الكونية Cosmic rays.

ب. البيئة الأرضية Terrestrial environment.

جـ. مواد مشعة قريبة من سطح الأرض Radioactive material.

د. مواد مشعة موجودة بالمياه Radioactive substances.

٢. المصادر الصناعية Industrial Sources وتشمل:

ا. التفجيرات الذرية Atomic bombings.

ب. المفاعلات النوية Atomic reactors.

جـ. المصادر الإشعاعية للأغراض الطبية Radiation medical purposes.

دـ. المصادر الإشعاعية الصناعية Industrial Radiation Sources.

الآثار البيولوجية للتلوث الإشعاعي
Biological effects of radioactive

- عند دخول المواد المشعة داخل الجسم عن أي طريق يتم امتصاصها و دخولها في العمليات البيوكيميائية الأساسية ووصول هذه المواد المشعة إلى الدورة الدموية و سوائل الجسم ويتم توزيعها إلى جميع أنسجة الجسم طبقا للصفات و الخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد المشعة . و تتحكم في الآثار الناجمة عن التعرض الإشعاعي الداخلي عوامل كثيرة من أهمها بطئ تطور و ظهور الأثر ، و عدم تجانس امتصاص الجرعة الإشعاعية في الأنسجة إلى جانب الفترة الزمنية اللازمة للتحلل الإشعاعي للمادة المشعة لتعطي جرعة متراكمة علي مدى الوقت ، و كذلك درجة السمية الكيمائية للمادة المشعة ذاتها، وتتمثل الآثار الضارة للإشعاع في الجسم البشري بـ:

أ. **آثار جسدية (ذاتية) Somatic effects of radiation.** وهى المخاطر أو الآثار التي تصيب كافة أنواع الخلايا الجسمية. أي أن أعراضها أو أثارها تظهر في الكائن الحي نفسه الذي تعرض للإشعاع.

ب. **آثار وراثية Genetic effects of radiation.** وهى الآثار التي تظهر أعراضها في ذرية الكائن الحي الذي تعرض للاشعاعات نتيجة تلف أعضائه التناسلية.

إجراءات وقاية الماء من التلوث
Water pollution control

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

١. بناء المنشآت اللازمة لمعالجة المياه الصناعية الملوثة ومياه المخلفات البشرية السائلة، والمياه المستخدمة في المذابح والمسالخ وغيرها، قبل تصريفها نحو المسطحات المائية النظيفة

٢. مراقبة المسطحات المائية المغلقة، مثل البحيرات وغيرها، لمنع وصول أي رواسب ضارة أو مواد سامة إليها .

٣. إحاطة المناطق التي تُستخرج منها المياه الجوفية المستخدمة لإمداد التجمعات السكانية بحزام يتناسب مع ضخامة الاستهلاك، على أن تُمنع في حدود هذا الحرم الزراعة أو البناء أو شق الطرق، وزرع هذه المناطق بالأشجار المناسبة .

إجراءات وقاية الماء من التلوث
Water pollution control

٤. تطوير التشريعات واللوائح الناظمة لاستغلال المياه، ووضع المواصفات الخاصة بالمحافظـة على المياه، وإحكام الرقابة على تطبيق هذه اللوائح بدقة وحزم.

٥. الاهتمام الخاص بالأحوال البيئية في مياه الأنهار وشبكات الري والصرف والبحيرات والمياه الساحلية، ورصد تلوثها، ووضع الإجراءات اللازمة لحمايتها من التلوث الكيميائي.

٦. تدعيم وتوسيع عمل مختبرات التحليل الكيميائي والحيوي الخاصة بمراقبة تلوث المياه، وإجـراء تحاليل دورية للمياه للوقوف على نوعيتها.

٧. نشر الوعي البيئي بين الناس و تعويد الصغار قبل الكبار على المحافظة على المياه من التلوث.

تلوث المياه الجوفية
Ground water pollution

- **المياه الجوفية (Ground water):** هي المياه التي توجد في باطن الأرض وفي نطاق الصخور والتربة المشبعة بالماء، ويمثل هذا النطاق خزاناً طبيعياً هائلاً يمتص ويخزن مياه الأمطار الساقطة في الأوقات الرطبة، ويصرفها ببطء في الأوقات الجافة.
- تمثل مياه الأمطار(Rainwater) والثلوج الذائبة (Melted snow) المصدر الأساسي والرئيسي للمياه الجوفية في باطن الأرض، وتعتبر المياه الجوفية مصدراً شائعاً للمياه في المنازل الفردية، والمدن الصغيرة، و مياه الينابيع ، و مياه الآبار.
- ويتم إنشاء الآبار(Wells) بعدة طرق، اعتماداً على عمق وطبيعة طبقة المياه الجوفية، حيث يجب أن تخترق الآبار المستخدمة في إمدادات المياه العامة طبقات المياه الجوفية الكبيرة التي يمكن أن توفر عوائد يمكن الاعتماد عليها لمياه ذات نوعية جيدة.

تلوث المياه الجوفية
Ground water pollution

- تؤثر نوعية المياه الجوفية **ليس فقط على صحة البشر وإنما أيضاً على المجتمع والاقتصاد الوطني**، فهي **١.** تستخدم في الزراعة وفي **٢.** توفير مياه الشرب للإنسان والحيوان وفي **٣.** الصناعة في عمليات كثيرة مثل التبريد والتخلص من المخلفات والنفايات الصناعية، كما تستخدم في عمليات إنتاج الطاقة والتنقيب عن النفط وفي أغراض التدفئة والتبريد بالإضافة إلى استخدامات أخرى متنوعة.
- آمن البشر لسنوات عديدة بأن المياه الجوفية محمية طبيعياً من التلوث بواسطة طبقات الصخور والتربة التي تعمل بمثابة مرشحات. ولكن مشكلة التوسع العمراني وعمليات التصنيع الواسعة وغير المنظمة أدت إلى تلوث المياه عامة والجوفية خاصة التي يصعب تنظيفها لأنها عملية شاقة وباهظة التكلفة.
- وبالنظر لمحدودية القدرة الذاتية للتنقية في المياه الجوفية للتقليل من الآثار السلبية للتأثيرات السمية للملوثات المختلفة، فإن تأثيراتها السرطانية على الإنسان والحيوان تبدو واضحة.

تلوث المياه الجوفية
Ground water pollution

- وتؤشر تلك الملوثات لمدى تلوث المياه المترسبة نحو الخزان الجوفي (Aquifer)، وكذلك لمدى هشاشة قوام التربة أعلى منطقة الخزان الجوفي التي تمتاز بالنفوذية العالية التي تسمح لمرور الملوثات عبرها دون أن تخفف من تأثيراتها بالعمليات الحيوية في النطاقين غير المشبع والمشبع.
- ويسبب التلوث البيولوجي الناتج عن البكتريا المرضية والأحياء العضوية الدقيقة التي تنتج مواد كيماوية سامة بالإضافة إلى الفيروسات والبكتريا الممرضة الناتجة عن مخلفات الإنسان المختلطة مع مياه الصرف المنزلي.
- أما أسباب التلوث الإشعاعي في المياه الجوفية فيعود Radium الناتج عن ذوبان مكونات صخور الخزان الجوفي، و Radon الذي يعتبر شديد الذوبان في الماء. وهناك النويدات المشعة (Radionuclides) الناتجة عن تحلل Uranium و Thorium والصخور الغرانيتية والرسوبية التي تنتج مواد مشعة والمنتشرة على رقعة واسعة.

تلوث المياه الجوفية
Ground water pollution

- وتسبب التراكيز العالية للـ Uranium و Radon و Radium في مياه الشرب طفرات جينية (Genetic mutations) وولادات مشوهة (Birth defects) وأمراض سرطانية (Carcinoma) خطيرة للإنسان. يضاف إلى ذلك الملوثات الإشعاعية الناتجة عن عمليات الانشطار النووي لإنتاج اليورانيوم في محطات الطاقة النووية، وكذلك ملوثات الاستخدام الإشعاعية في المختبرات الطبية، ومعظمها يحتاج لمئات السنيين لينعدم تأثيرها السلبي على حياة الإنسان.
- إن طبوغرافية التربة لها دور كبير في تخفيف أو زيادة التلوث في المياه الجوفية، فالقدرة الذاتية للتربة على تنقية المياه المتسربة من الملوثات متعلقة بنوعية التربة. فهناك ترب ذات تنقية عالية (Highly purified soils) تسهم بشكل كبير في تنقية المياه من ملوثاتها قبل وصولها للمياه الجوفية، وترب ذات تنقية متوسطة (Medium purified soils) تسمح لحد ما لمرور بعض الملوثات إلى المياه الجوفية. وترب ذات تنقية متدنية (Low purified soils) حيث تسمح للملوثات للنفاذ من خلالها إلى المياه الجوفية.

أسباب تلوث المياه الجوفية
Causes of groundwater pollution

- تتأثر المياه الجوفية بالأنشطة السطحية المختلفة والتي قد تؤدي إلى تلوثها بناءً على مكان وجودها، حيث **تزداد** قابلية المياه الجوفية للتلوث **١. إذا** وُجد الخزان الجوفي (Aquifer) بشكل حر وبالقرب من مستوى المياه على سطح الأرض،**٢. وفي** حال وجود الخزّان الجوفي في منطقة صخرية مشققة أو ذات مكونات حصوية منتظمة الحبيبات وذات نفاذية عالية.
- في حين **تقل** قابليتها للتلوث في حال **١.** وجود الخزان الجوفي على عمق كبير، حيث يعمل الجزء غير المشبع بالمياه على التقليل من تركيز وقدرة الملوّثات على الترسب، وتقل قابلية المياه الجوفية للتلوث أيضاً **٢. إذا** وُجد الخزّان الجوفي أسفل طبقة طينية سطحية، **٣. و**وجود المياه في الخزّان تحت ضغط هيدروليكي.
- **وفيما يأتي نذكر أهم الأسباب التي تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية:**

أسباب تلوث المياه الجوفية
Causes of groundwater pollution

١. الأنشطة الزراعية (Agricultural activities).

تمثل الأنشطة الزراعية إضافة المبيدات الحشرية والأسمدة وعمليات غسيل التربة والتبخر، حيث تؤدي هذه الأنشطة إلى ظهور العديد من الملوثات مثل المبيدات والأملاح الذائبة.

٢. الأنشطة البشرية (Agricultural activities).

تؤدي الأنشطة البشرية في بعض الأحيان إلى تلوث المياه الجوفية، نتيجة تسرب الفضلات العضوية من شبكات الصرف الصحي أو خزانات التجميع الأرضية والحفر الامتصاصية التي توجد بكثرة في القرى البعيدة عن وسائل الخدمات وشبكات الصرف الصحي، حيث تحتوي الفضلات العضوية بنسب متفاوتة على مركبات النيتروجين (أمونيا أو نيتروجين عضوي).

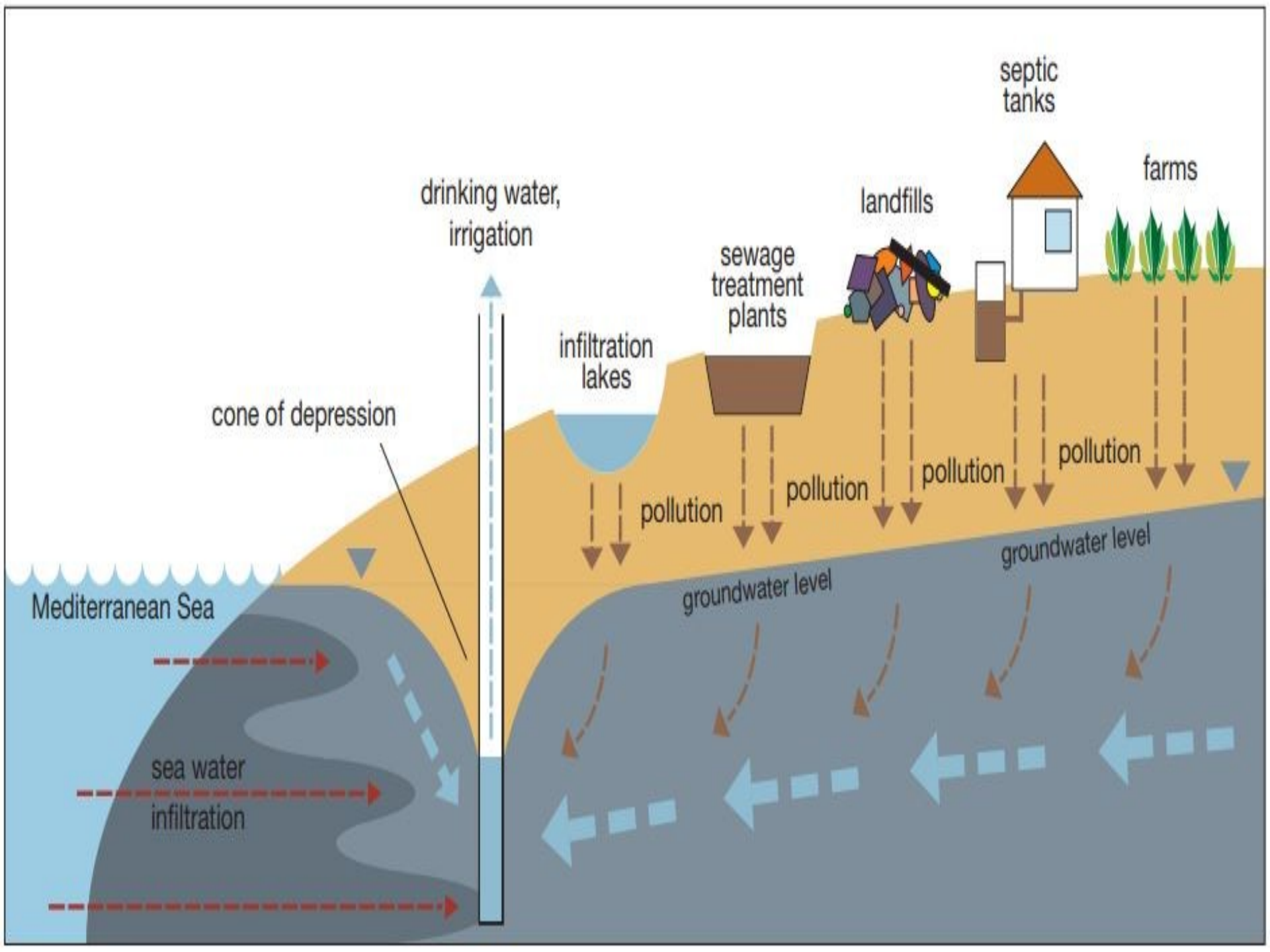
أسباب تلوث المياه الجوفية
Causes of groundwater pollution

٣. الأنشطة الصناعية (Industrial activities).

تمثل الأنشطة الصناعية المصدر الأكثر خطراً لتلوث المياه الجوفية، ويعتمد مدى تأثيرها على نوع الصناعة وطريقة التخلص من الناتج عنها. وبطبيعة الحال، معظم المصانع لا تتخلص من فضلاتها ومخلفاتها في باطن الأرض مباشرة، لكنها قد تتخلص منها في مياه الأنهار أو البحار مما يؤدي إلى تلوثها، ويحدث تسرب للعناصر الثقيلة مثل الرصاص، الزنك، والكروم، إلى الخزان الجوفي وبالتالي يحدث تلوث للمياه الجوفية.

٤. السحب الجائر للمياه الجوفية (Over - drawing of groundwater).

يؤدي السحب الجائر للمياه الجوفية إلى تلوث خزان المياه الجوفية عن طريق ارتفاع درجة ملوحة المياه، وخاصةً إذا تم السحب من خزانات المياه الجوفية القريبة من المكونات الجيولوجية الحاملة لمياه عالية الملوحة مثل الصخور الجيرية أو القريبة من ساحل البحر


septic tanks
farms
drinking water, irrigation
landfills
sewage treatment plants
infiltration lakes
cone of depression
pollution
pollution
pollution
pollution
groundwater level
groundwater level
Mediterranean Sea
sea water infiltration

انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

- **أهم العمليات المؤثرة على سرعة انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية:**

أولاً: العمليات الجيوكيميائية (Geochemical processes). هي كافة التغيرات التي تطرأ على تركيز الملوثات في المياه قبل وصولها إلى المياه الجوفية ومن أهمها :

١. عملية الادمصاص (Adsorption) وإزالته.

من أهم خصائصها التوازن بين عدد أواصر المواد المتفاعلة مع المحلول من خلال عملية الادمصاص فزيادة تركيز المحلول يزيد من عملية الادمصاص ونقصانه يسبب إزالته. فمكونات صخور الفلزات وهيدروكسيل الحديد $Fe(OH)3$ والمنغنيز $Mn(OH)2$ ، وهيدروكسيل الألمنيوم $Al(OH)3$ والمركبات العضوية خاصة منها المركبات الهيومية تتأثر بشكل أكبر بعملية الادمصاص. ويلعب التأثير الادمصاصي لجذور النباتات العضوية الصغيرة المجهرية، والبكتريا العنصر الأساس في عملية الادمصاص.

انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

٢. عملية الانحلال والترسيب (Decomposition & sedimentation).

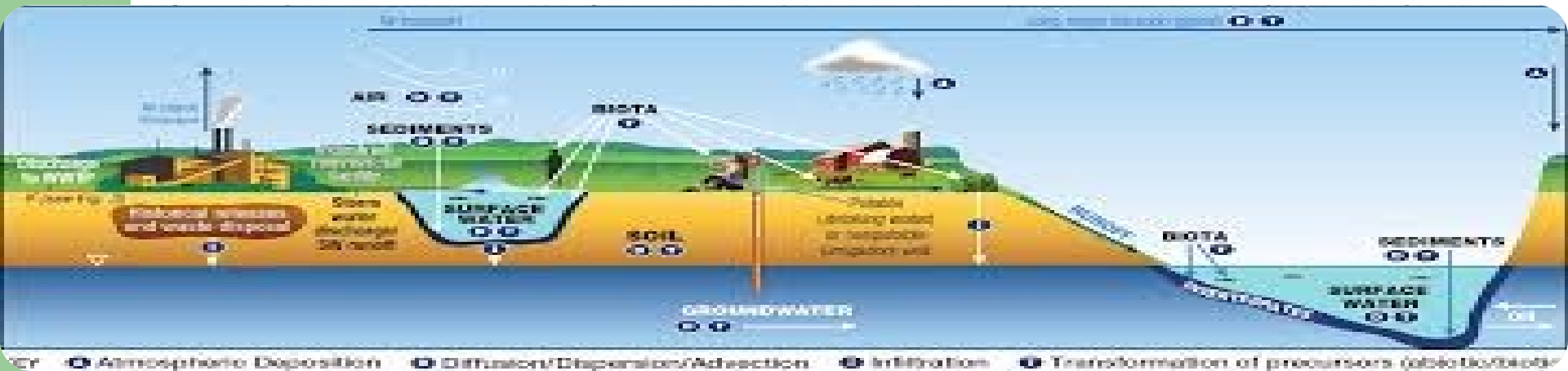
تتوقف على قابلية الملوثات المنحلة على (الانحلال، التفكك) وتقسم الملوثات حسب درجة انحلالها وتفاعلها في الماء إلى ملوثات الكترولية (Electrolyte contaminants) كا لأملاح، الأحماض، وملوثات غير الكترولية (Non-electrolyte contaminants) كا المركبات المستقطبة، والغير المستقطبة.

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

انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

٣. عملية الأكسدة والاختزال (Redox process).

تتلخص آلية عملها بـ : ترسب الأيونات القابلة للأكسدة والاختزال (عند قيم PHمحددة) كـ $Fe+2O2$ في المياه الجوفية حيث يتغير كمكون الأكسدة والاختزال وفقاً لمسارات جريان المياه الجوفية ومكونات صخور الخزان الجوفي. وتعمل على تفكك المواد العضوية في نطاقات مرجعة خالية من الأوكسجين وبوجود الحديد والمنغنيز والنترات تترسب المعادن الثقيلة.



انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

ثانيا: العمليات الفيزيائية (Physical processes). تنقسم الى:

١. عملية التشتت أو التبعثر(Scattering).

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

٢. عملية الترشيح (Filtration process).

هي التفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في مكونات التربة بغرض إزالة الجزيئات الكبيرة بالإجهاد المكيانيكي، وادمصاص الجزيئات الصغيرة المعلقة (البكتريا، الجراثيم، وبقايا هيدروكسيل الحديد). وتعتبر عملية الترشيح الميكانيكية في الطبقات المائية الحصوية غير فعالة بسبب صغر حجم جزيئات هيدروكسيل الحديد لنحو ١٠ ميكرومتر وحجم جزيئات البكتريا لنحو (٠.٢ - ٥) ميكرومتر والفيروسات لنحو (٠.٠٢-٠.٢٥) ميكرومتر.

انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

٣. عملية الإعاقة (Disability process).

تعمل وفقاً لآليات فيزيائية ـ كيميائية على إعاقة (أو بطئ) حركة إعادة المواد المنحلة ضمن مسار الماء حيث تنقسم المواد المنحلة لفئتين **١.** فئة محافظة (Conservative) وهي المواد المنحلة التي لا تتفاعل مع التربة أو المياه الجوفية مثل الكلور وفي الغالب تكون حركتها سريعة. **٢.** وفئة فعالة (Effective) فالمواد المتفاعلة (كيميائياً وبيولوجياً) مع التربة غالباً تكون حركتها بطيئة. وتتلخص آلية عمل الإعاقة بـ التأثير المتعاقب للادمصاص وإزالته الذي يعيق انتقال الملوثات في مسار الماء، وتحديد المحلول والترشيح والتفاعل البيوكيميائي.

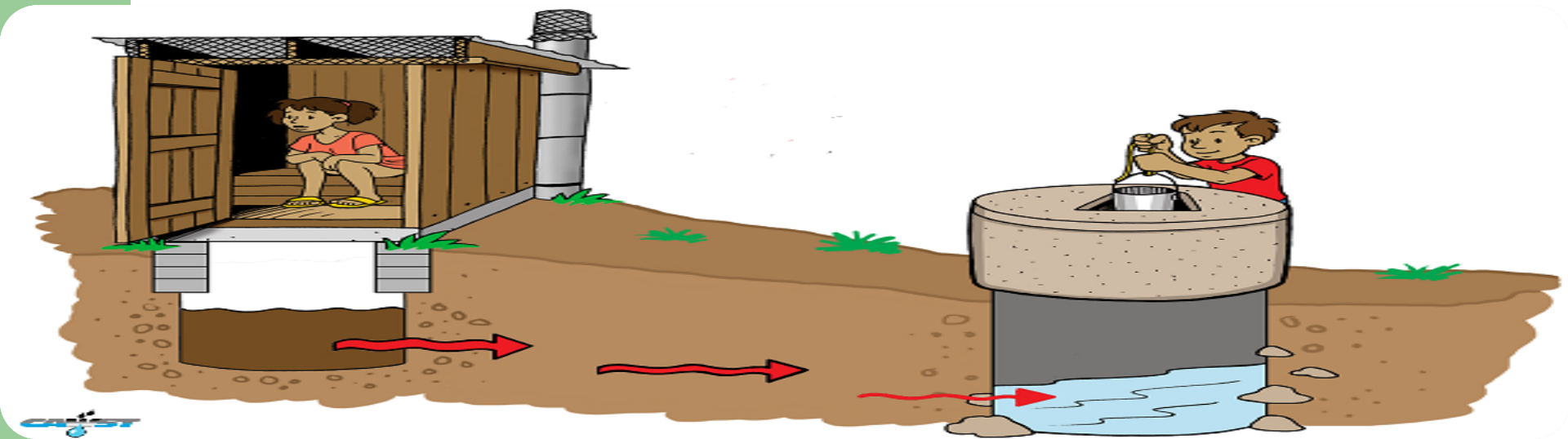
٤. عملية انتقال الغازات (Gas transmission process).

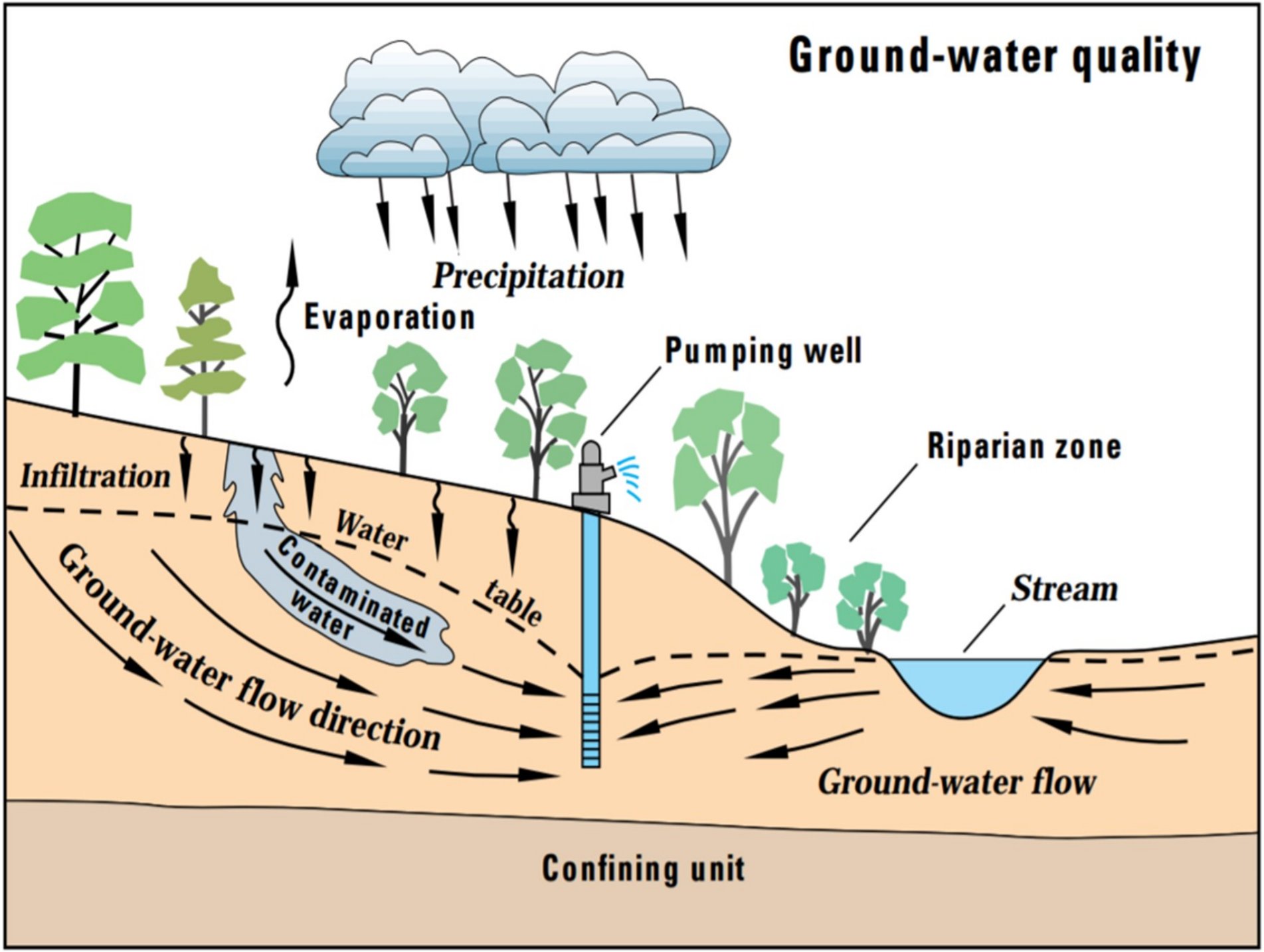
تجتاز الغازات أثناء انتقالها من المياه الجوفية إلى الجو نطاقين فاصلين **الأول** يفصل بين النطاق غير المشبع والمياه الجوفية، و**الثاني** يقع بين النطاق غير المشبع والجو، حيث تتأثر حركة وانتشار الغازات في النطاقين غير المشبع والمشبع بـ : تأثير درجة الحرارة واختلاف درجات الضغط الجوى.

انتقال الملوثات إلى المياه الجوفية
Pollutants' transfer to groundwater

ثالثاً: العمليات البيوفيزيائية (Biophysical processes).

تتسرب الجراثيم الممرضة (pathogens) إلى المياه الجوفية عن طريق التغذية المائية وسرعتها تتعلق بـ : المسافة الأفقية لفتحة الترسب، مصدر التلوث، والطبيعة الطبوغرافية للتربة أعلى منطقة الخزان الجوفي ، حيث يقدر متوسط الفترة الزمنية اللازمة لوصول الجراثيم إلى المياه الجوفية بين (٢٠- ٤٠٠) يوم.




Ground-water quality
Precipitation
Evaporation
Pumping well
Riparian zone
Infiltration
Water table
Contaminated water
Ground-water flow direction
Stream
Ground-water flow
Confining unit

الحد من تلوث المياه الجوفية
Groundwater pollution control

- يمكن التقليل والحد من خطر تلوث المياه الجوفية باتباع الطرق والأساليب الآتية:

١. **إقامة شبكات صرف زراعي** ذات بنية تحتية جيدة.

٢. **الحد من استخدام المبيدات** الضارة التي تؤدي إلى تلوث البيئة والمياه الجوفية، واستخدام أنواع غير ملوِثة وصديقة للبيئة.

٣. **الحد من أساليب السحب الجائر للمياه الجوفية** عن طريق استنباط أصناف نباتات مقاومة للجفاف باستخدام طرق التربية التقليدية أو الهندسة الوراثية، في حال استخراج المياه الجوفية للزراعة.

٤. **حماية المياه الجوفية** من ارتفاع درجة ملوحتها بسبب السحب الجائر وغير المنتظم، نتيجة لوجود المياه الجوفية فوق مياه ذات ملوحة عالية، أو نتيجة لتداخل واختلاط مياه البحر مع المياه الجوفية.

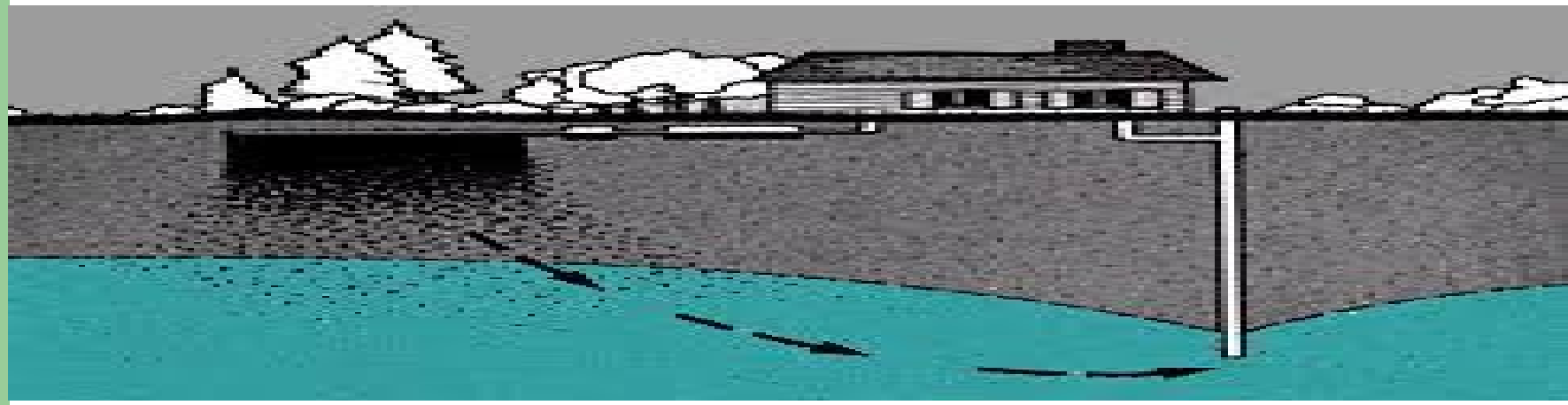
الحد من تلوث المياه الجوفية
Groundwater pollution control

٥. **حفر الآبار بأعماق** آمنة مع ضرورة تنظيم معدلات السحب من تلك الآبار.

٦. **الحد من وجود خزانات** التجميع الأرضية والحفر الامتصاصية عبر مد شبكات الصرف الصحي للمناطق النائية والقرى المفتقرة لهذه الخدمة.

٧. **تزويد الآبار بمياه نظيفة** حتى يتم تحريك التلوث في منطقة بعيدة عن مواقع الآبار.

٨. **الحد من استخدام الأسمدة**، واستخدام كميات مياه أقل لري المزروعات



THANK YOU FOR LISTENING
TO MY PRESENTATION