



جامعة الأكاديمية العربية  
Arab Academic University

# الهندسة البيئية Environmental Engineering

د/ عامر بن محسن الصبري

2024 – 2023م





جامعة الأكاديمية العربية  
Arab Academic University

## Lecture No. 2

تلوث المياه

# Water Pollution



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ}

الماء أحد أهم عناصر الكون،  
وهو أصل الحياة، ومن المؤكد أن  
الحياة لا يمكن أن تستقيم بدون  
الماء، فجميع الكائنات الحية  
تحتاج إليه.

المياه مصدر من مصادر الغذاء،  
وتلعب دوراً رئيسياً في الزراعة  
والصناعة والنقل.



## متى يصبح الماء ملوثاً؟



يصبح الماء ملوثاً عندما تتبدل حالته الطبيعية فتتغير خواصه الطبيعية والكيميائية والبيولوجية، مما يجعله غير مناسب للشرب والاستعمالات المنزلية، والتطبيقات الزراعية والصناعية والإنشائية المختلفة.



يتلوث الماء نتيجة العديد من الملوثات المختلفة مثل مخلفات الصرف الصحي والمنظفات الكيميائية وبعض العناصر المعدنية مثل الرصاص والزنك والفوسفات والنترات...إلخ.



زراعية، صناعية، مياه الصرف الصحي،  
مكبات النفايات، طبيعية.





## مصادر تلوث المياه

### أولاً: تلوث زراعي:

➤ الأسمدة الكيماوية مثل (N, P, K).

➤ المبيدات الزراعية.

➤ مياه الصرف الزراعية.

➤ المخلفات الحيوانية.

➤ محسّنات التربة مثل الكبريت.



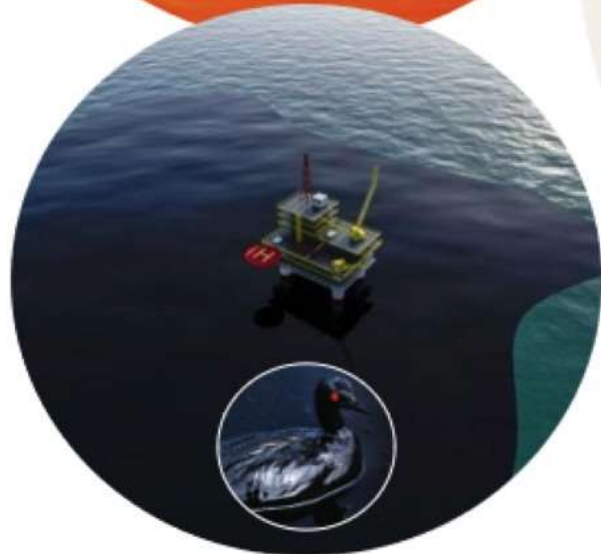
تحتوي الأسمدة على عناصر مثل الفوسفات والنترات، والتي تتسرب مع مياه الأمطار، وتصل إلى المياه الجوفية، ومياه الأودية والأنهار.

## مصادر تلوث المياه



### ثانياً: تلوث صناعي:

- مخلفات الصرف الصناعي.
- نفايات أنشطة التعدين.
- النفايات المشعة.
- خدمات تنظيف السيارات، وصيانتها.
- تسرب المواد النفطية والكيماوية من الخزانات والمراكب وشبكات الأنابيب.
- مياه حقول النفط التي تحتوي على أملاح وعناصر ضارة تتسبب في تلوث المياه السطحية والجوفية.











**أموكو كاديز:** ناقلة نفط اصطدمت في العام 1978 بصخور عرض شاطئ بورتسال (فرنسا) فتسرب منها ما يزيد عن 223,000 طن من النفط لينتشر على مساحات شاسعة في مياه الأطلسي، ويتسبب في القضاء على 1500 طائر وعدد كبير من الأسماك والطحالب والمحار.

### ثالثاً: مياه الصرف الصحي (Sewage):

- تعرف مياه الصرف الصحي بأنها المياه المستعملة والمخلفات التي ينتجها الإنسان، والتي تنقل بعيداً عبر أنابيب خاصة أو حفر امتصاصية (بالوعات).
- تتدفق أكثر من 80% من مياه الصرف الصحي عالمياً إلى البيئة دون معالجتها، وتزيد هذه النسبة في البلدان الأقل نمواً.
- غالباً ما تستخدم مياه الصرف الصحي غير المعالجة في الري وهو ما يؤدي إلى تلوث التربة والمحاصيل الزراعية، وبعضها يتدفق ليُلوّث المياه السطحية كالبحار، والسدود، وجزء يتسرب في التربة ليصل إلى المياه الجوفية الضحلة وأحياناً العميقة في حالة وجود صدوع أو كسور فيتسبب في تلوث المياه الجوفية.



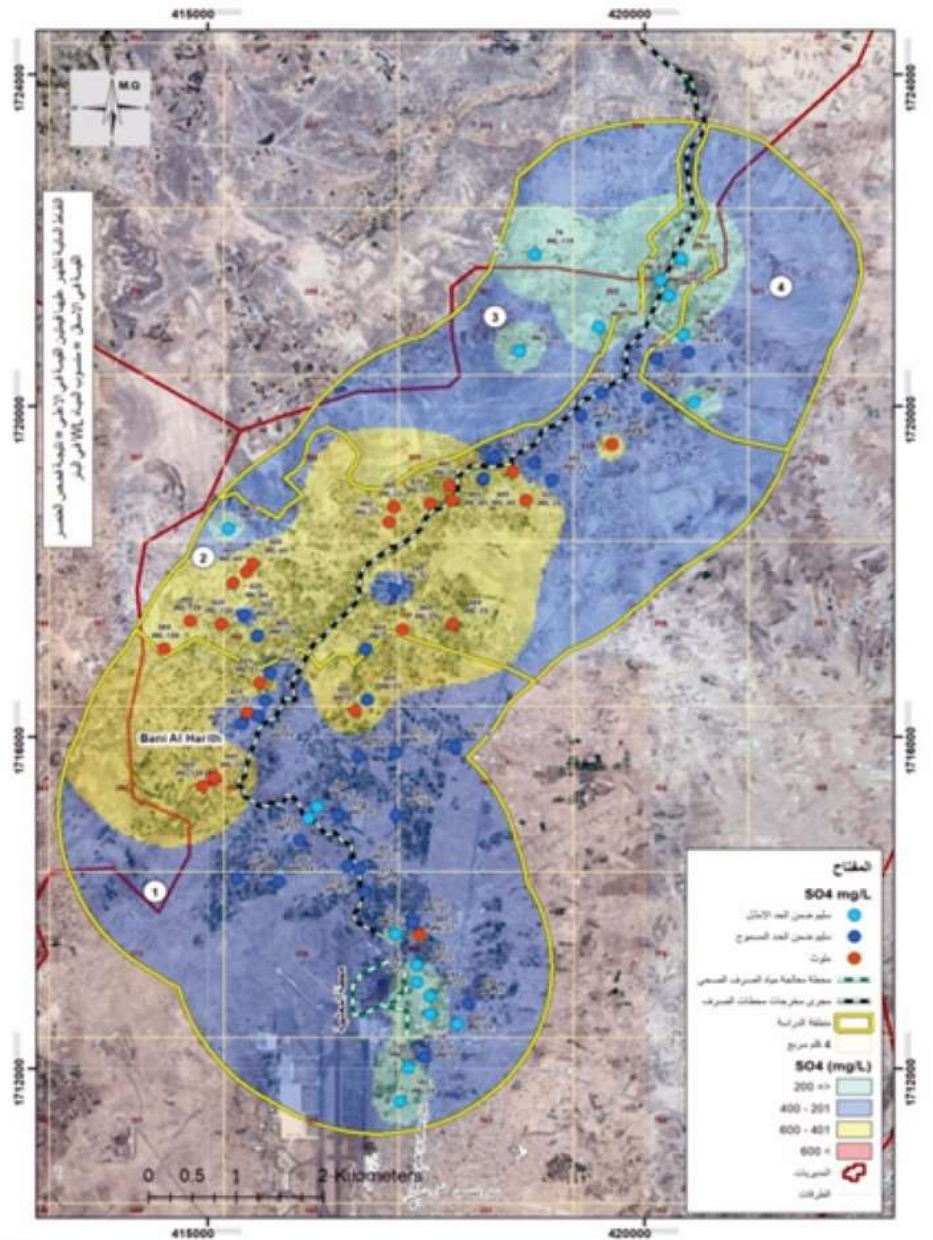
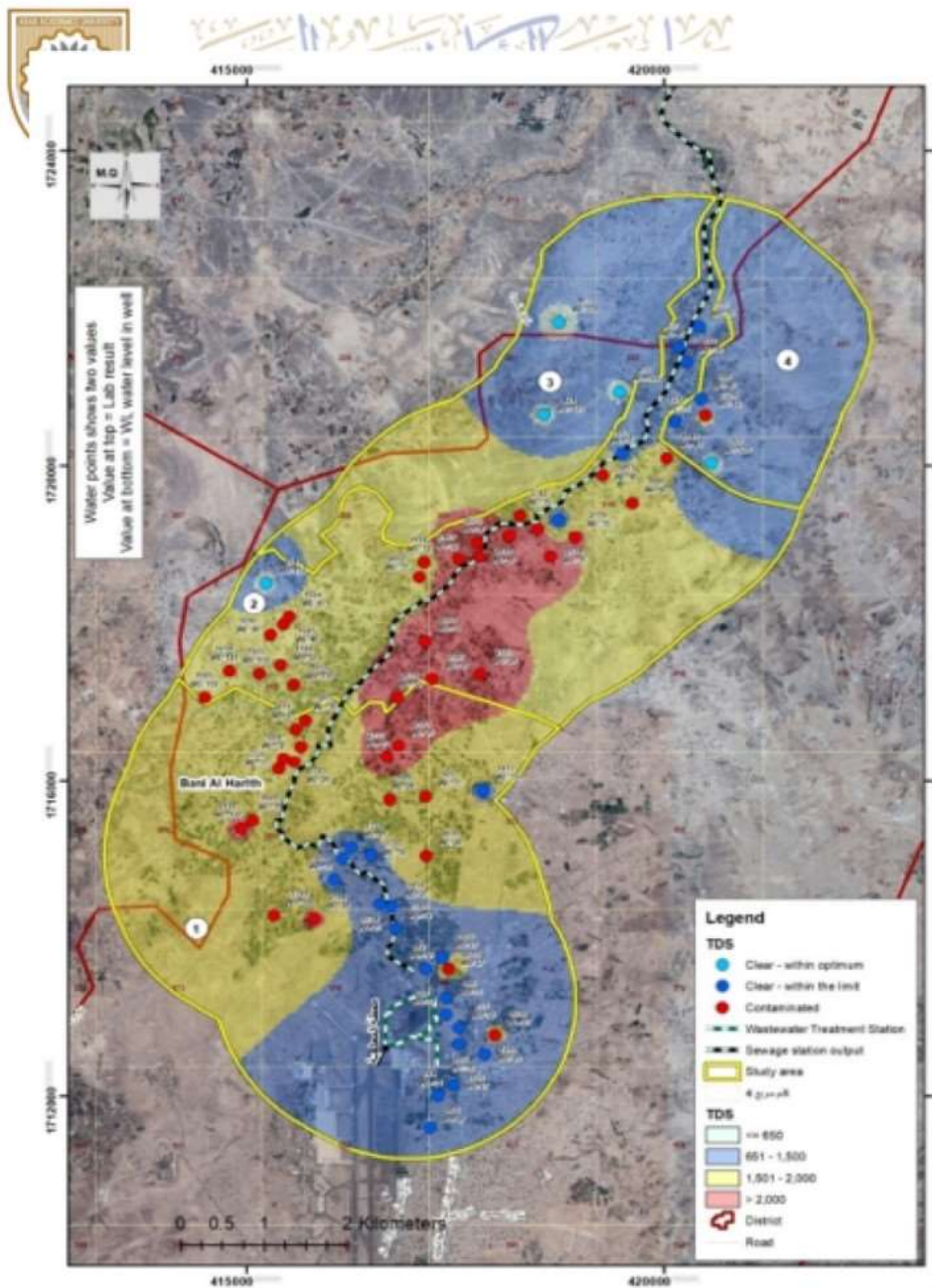


E. Coli

1  $\mu$ m

تحتوي مياه الصرف الصحي على ملوثات بيولوجية مثل  
بكتيريا السالمونيلا، القولون الكلية (Total coliform)،  
القولون البرازية (Fecal coliform)، والاشريكية القولونية  
(Escherichia Coli)، وملوثات كيميائية مختلفة.





## خرائط توزيع التلوث الكيميائي في آبار المياه الجوفية المجاورة لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي - صنعاء (الهيئة العامة للموارد المائية، 2019م)



## مصادر تلوث المياه

### رابعاً: مكبات النفايات الصلبة (Landfills):



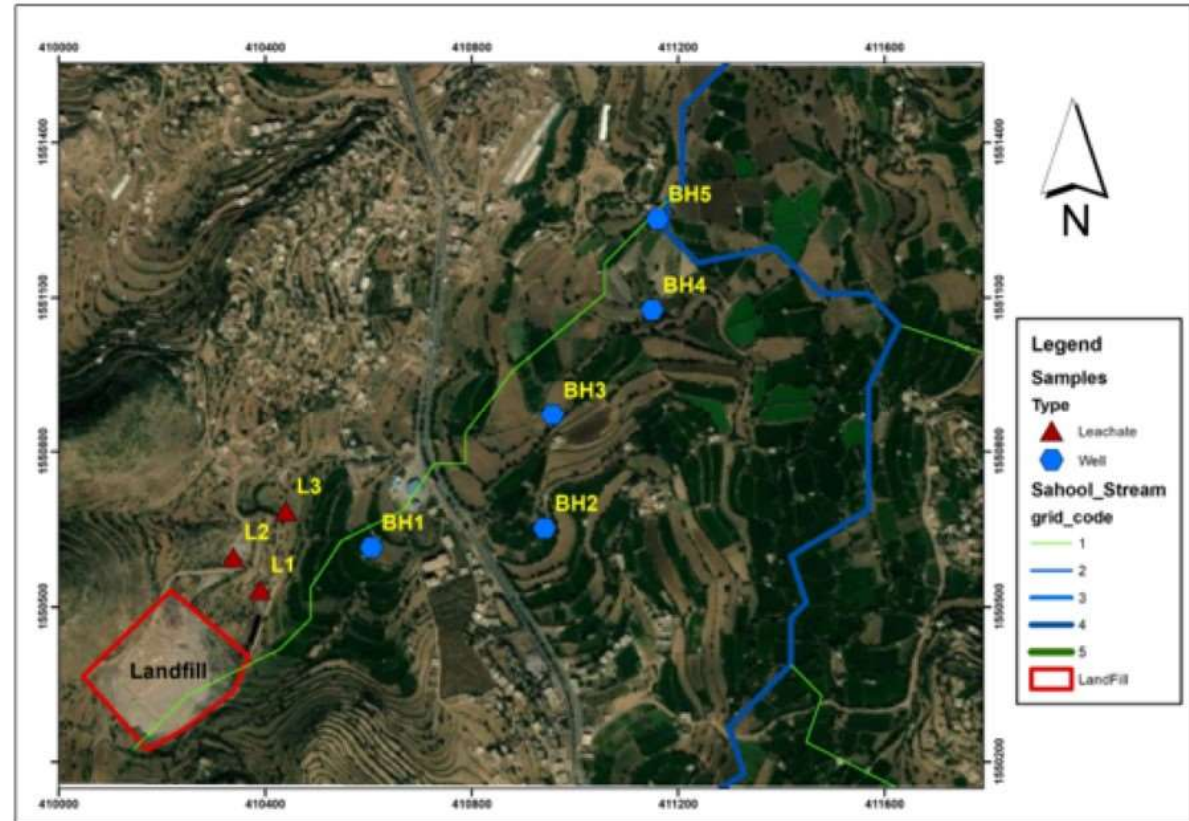
➤ تحتوي مكبات النفايات الصلبة على نفايات صلبة ونفايات سائلة تسمى العصارة (Leachate).



➤ تتكون العصارة عندما تتسرب مياه الأمطار من خلال النفايات وتعمل على تحلل المواد العضوية وغير العضوية مكونة مواد سامة قد تتسرب للمياه الجوفية وتتسبب في تلوثها ميكروبيولوجياً وكيميائياً.

Leachate in Al-Azraqayn Landfill, Sana'a

## رابعاً: مكبات النفايات الصلبة (Landfills):



### مكب النفايات الصلبة في إب

تم تحليل مياه جوفية من 5 عينات مياه من الآبار القريبة من مكب النفايات في وادي السحول - إب، وقد أظهرت النتائج تلوث المياه الجوفية بتركيزات عالية لعناصر النحاس، الرصاص، النيكل والكاديوم.





### خامساً: تلوث طبيعي:

يحدث تلوث للمياه الجوفية نتيجة لارتفاع تركيزات بعض العناصر الكيميائية في الطبيعة مثل الفلورايد، الزرنيخ، الحديد، الكالسيوم، الماغنسيوم، الكاديوم والزنك... الخ.

ويتسبب التلوث بالفلور مثلاً بحدوث مشاكل صحية للإنسان، فزيادة تركيز الفلور في المياه الجوفية مثلاً يؤدي إلى التسمم بالفلور (Fluorosis) حيث تظهر بقعاً بنية وسوداء على الأسنان، ويؤدي إلى حدوث لين العظام الذي قد ينتهي بالكساح.



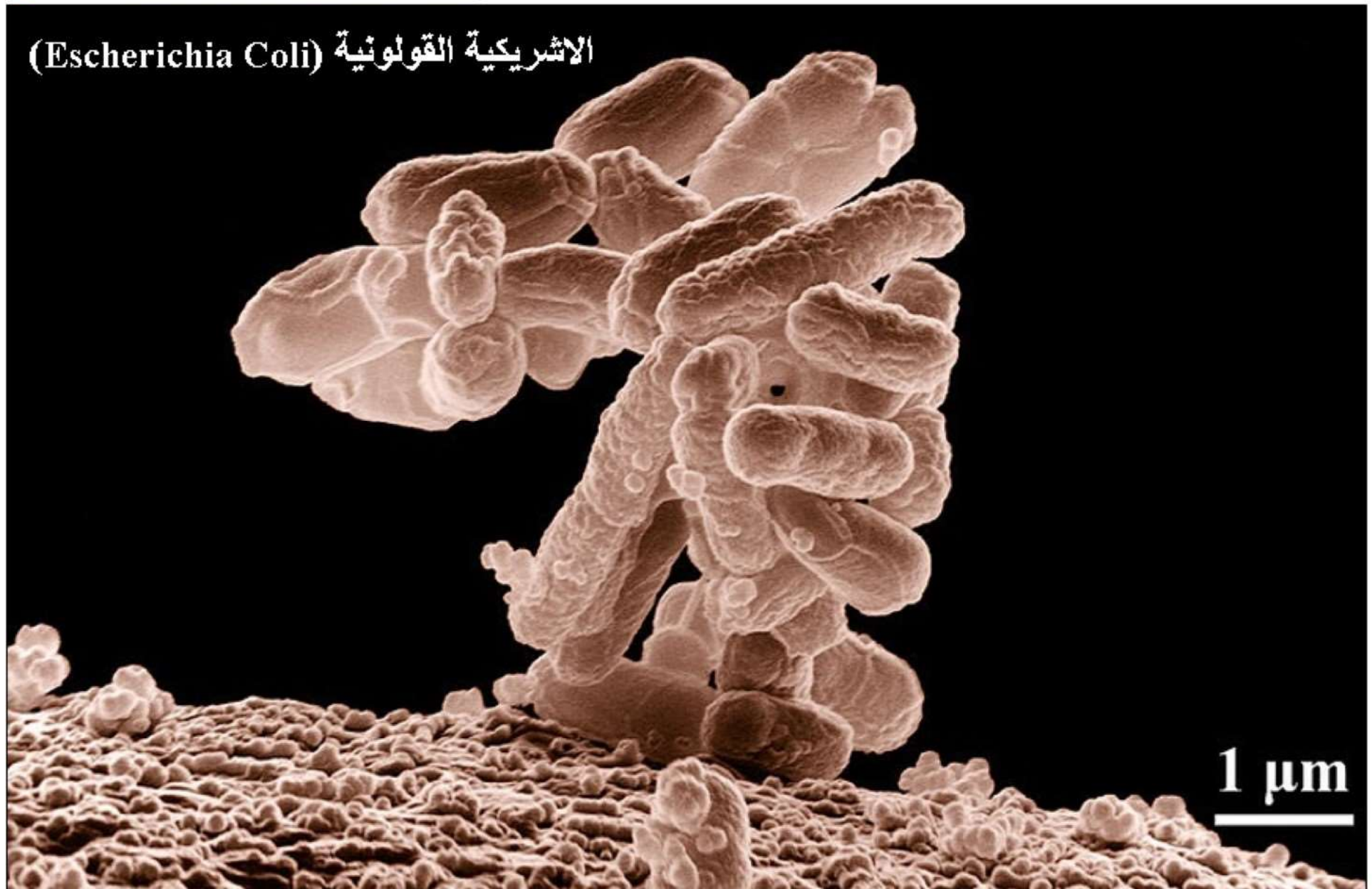
# تأثير تلوث المياه Effect of water pollution

## تأثيرات التلوث الميكروبيولوجي في المياه

التأثيرات الصحية	التلوث الميكروبيولوجي
الإسهال	Total coliform
الإسهال	Escherichia Coli
حمى التيفويد و البار اتيفويد، ودوسنتاريا وتسمم غذائي، بالإضافة إلى الإسهال والغثيان والقي	Salmonella Group
دوسنتاريا (إسهال دموي أو مخاطي شديد)	Shigella Group
التهاب البلعوم (الحلق) و إصابات جلدية متمركزة (القوباء)	Streptococcus
الكوليرا	Vibrio cholera
الالتهاب السحائي، الإسهال، الحمى والتهاب الحلق، وآلام الصدر والعضلات	Coxsackie virus
الالتهاب الكبدي (أ) أو مرض الصفراء	Virus Hepatitis A
الإسهال	Rotavirus



الإشريكية القولونية (Escherichia Coli)



التأثير على صحة الإنسان	التلوث الكيمياءى
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ تسمم الأسنان بالفلور (Fluorosis) حيث تظهر بقعاً بنية أو صفراء أو سوداء على الأسنان، نتيجة لزيادة تركيز الفلور فى مياء الشرب.</li> <li>➤ تسوس الأسنان نتيجة نقص الفلور فى مياء الشرب.</li> <li>➤ الكساح (Rickets) أو لين العظام.</li> </ul>	الفلور (F)
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ زيادة تركيزه يمثل خطورة على مرضى ضغط الدم المرتفع، و المصابين بأمراض القلب والكلى.</li> </ul>	الصوديوم (Na <sup>+</sup> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ نقص كمية المغنسيوم فى المياء إلى الإصابة بأمراض القلب، والأوعية الدموية والصداع النصفى.</li> </ul>	المغنسيوم (Mg <sup>2+</sup> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ تؤدي زيادة النترات فى مياء الشرب إلى اتصالها مع مادة الهيموغلوبين فى كريات الدم الحمراء وإعاقة نقل الأكسجين فى الجسم، الأمر الذى يتسبب بحدوث مرض الإزرقاق عند الأطفال.</li> </ul>	النترات (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )



التأثير على صحة الإنسان	التلوث الكيمياءى
<p>➤ يمكن أن يؤدي التعرض لمستويات عالية من السيلينيوم لفترة طويلة فى مياء الشرب إلى تساقط الشعر وتقصف الأظافر ومشاكل عصبية.</p>	السيلينيوم ( $Se^{-2}$ )
<p>➤ حدوث تسمم حاد ومزمن، تلف الكبد والكلى، ويقلل من الهيموجلوبين فى الدم، وقروح فى الجلد. كما أن الزرنيخ أحد مسببات السرطان وخصوصاً الزرنيخ غير العضوي.</p> <p>حدوث تسمم حاد ومزمن، تلف الكبد والكلى، ويقلل من الهيموجلوبين فى الدم، وقروح فى الجلد. كما أن الزرنيخ أحد مسببات السرطان وخصوصاً الزرنيخ غير العضوي.</p>	الزرنيخ ( $As^{+5}$ )
<p>➤ حدوث تسمم مزمن يؤدي إلى الإصابة بأمراض الكلى والسكر البولي، وزيادة إفراز الفوسفات فى البول، ويسبب فى امتصاص الكالسيوم من العظام والتسبب بمرض هشاشة العظام.</p>	الكاديوم ( $Cd^{+2}$ )

التأثير على صحة الإنسان	التلوث الكيمياءى
<p>➤ يؤدى عند تراكمه داخل جسم الإنسان إلى ضعف العضلات وأعراض الجهاز الهضمى، والعصبى، والبولى وارتفاع ضغط الدم وإضرابات الأنزيمات. كما يسبب فقر دم ويؤثر على التمثيل الغذائى لعنصر الكالسيوم.</p>	الرصاص ( $Pb^{+2}$ )
<p>➤ فى الجرعات العالية يحدث الباريوم مفعولاً قوياً على جميع العضلات بما فى ذلك عضلات القلب والمعدة والأمعاء، كما يوجد ارتباط بين الأمراض القلبية الوعائية وارتفاع مستويات الباريوم فى مياة الشرب حتى 10 ملجم/لتر.</p>	الباريوم ( $Ba^{+2}$ )
<p>➤ التسمم المزمن، ويسبب تلف الكبد والكلى ونزيف داخلى وتلف فى الجهاز التنفسى والتهاب الجلد، كما أن امتصاص الكالسيوم من العظام يسبب مرض هشاشة العظام.</p>	الكروم (Cr)
<p>➤ قد تؤدى إلى حدوث أورام خبيثة.</p>	إشعاعات ألفا ( $\alpha$ )، بيتا ( $\beta$ )



## حماية الماء من التلوث

- معالجة مياه المصانع لإعادة استخدامها بشكل آمن في البيئة مرةً أخرى
- عدم تصريف مياه المجاري إلى المسطحات المائية مثل البحار والأنهار، والعمل على معالجتها قبل وصولها إلى المسطحات المائية، وإعادة استعمالها في ري التربة والمزروعات.
- عدم دفن النفايات والمخلفات الصناعية بالقرب من المياه الجوفية.
- بناء محطات معالجة المياه وتنقيتها.
- الحد من استخدام المبيدات الحشرية الضارة على البيئة.
- عدم إلقاء النفايات في المسطحات المائية.
- تقليل رسوم خدمة الصرف الصحي وتشجيع الاشتراك في خدمة الصرف الصحي للتخلص من الملوثات بطريقة آمنة.
- القيام بحملات توعية لإظهار المشاكل المترتبة على تلوث المياه.



**NEXT WEEK**

**LECTURE (3)**

**Water Quality 1**