

الفصل الأول، المحور الثاني:

تلوث المياه

مقدمة:

ينتج تلوث المياه عن أنشطة الإنسان وذلك بطرح النفايات والمواد الكيميائية السامة التي تصل إلى المياه السطحية وفي بعض الأحيان إلى المياه الجوفية مما يؤدي إلى تخريب الثروات المائية وينقص من جودتها وهذا بالطبع يؤثر على التوازنات الطبيعية .

- فما هي مظاهر تلوث المياه ؟ وما مصادرها؟
- كيف نستطيع قياس درجة تلوث المياه؟

I- بعض مظاهر تلوث المياه ومصادره:

① معطيات للاستثمار: أنظر الوثيقة 6

الوثيقة 6: بعض مصادر تلوث المياه ومصادره.

"... يقصد بالمياه العادمة مياه الصرف الصحي المنزلي ومياه النفايات الصناعية، وقد بدأ الانتباه إلى خطورة هذه المياه على الطبيعة في بداية القرن العشرين عند ظهور التجمعات السكانية الكبرى وطُرحت جدية مسألة كيفية التعامل معها في بداية السبعينات عند انتباه الرأي العام العالمي إلى استفحال تدهور البيئة البشرية وتلوث الهواء والمجاري المائية والمحيطات والبحار والمياه الجوفية بسبب النفايات المنزلية والصناعية والأنشطة الفلاحية. يومياً ترمي المدن ما بين 60% إلى 80% من حاجياتها اليومية من الماء بينما يستعمل الباقي في سقي الحدائق والطبخ والشرب وفي بعض الصناعات الغذائية.

... إن الكوارث البيئية كحادثة خليج Minamata باليابان وحادثة ناقلة النفط l'Amoco-Cadiz بمنطقة Bretagne بفرنسا ليست سوى الشجرة التي تخفي الغابة، فـ 75% من التلوث الخطير الذي يصيب مياه البحار مصدره اليابسة (النفايات السائلة والصلبة الصناعية أو الفلاحية أو المنزلية)، كل هذه النفايات تتراكم في الـ 200m الأولى التي تلي الشاطئ، وتتسبب في ظاهرة من أخطر أنواع التلوث الذي تعاني منه المياه تدعى التخاصب... فهذه الظاهرة تنتج عن وفرة المواد العضوية والنترات والفسفور في المياه الجارية والراكدة... وحتى عندما تكون هذه المياه صافية شفافة وخالية من المواد العالقة فإن الطحالب تتكاثر فيها بسرعة فيظهر في الطبقات العليا للمجرى المائي ما يشبه "شربة خضراء" Soupe verte من الطحالب تستهلك كل الأكسجين الموجود بالماء إضافة إلى أن وجود هذه الطحالب بهذه الكثافة له عدة عواقب سلبية منها أنه:

- يجعل الضوء لا يصل إلى الطبقات السفلى.
 - تموت الطحالب الكبرى الموجودة بهذه الطبقات والتي تشكل أساس السلاسل الغذائية.
 - يتوقف إفراز الأكسجين في هذه الطبقات وتموت الكائنات الموجودة بها كالأسماك.
 - بالمقابل تتكاثر بعض الكائنات البلانكتونية الغير المفيدة للإنسان (طحالب وحيوانات مجهرية ورخويات...)
 - فتتضرر من ذلك الأسماك وباقي الكائنات الحية التي تستعمل كأغذية بشرية.
 - تقوم البكتيريا بتحليل جزيئات المواد العضوية المعقدة ($C_nO_nH_n$) وطرح غاز الميثان (CH_4) مما يزيد من ندرة الحياة في هذه المياه.
- تحدث هذه الظاهرة في مجاري مياه السقي والسدود والأنهار والبحيرات والبرك. وتعاني منها حالياً ما بين 30% إلى 40% من احتياطات المياه العذبة وعددا كبيرا من البحار خصوصا منها الداخلية كالبحر الأسود مثلاً.

عن مجلة « Science & Vie » بتصرف

1) انطلاقاً من معطيات النص:

- حدد مفهوم التلوث، ثم استخرج بعض مظاهر تلوث المياه على مستوى البحر والتربة والمجاري المائية.
- استخرج معنى التخاصب، أسباب وعواقب هذه ظاهرة.
- استخرج معنى التخاصب، ثم حدد أسباب وعواقب هذه ظاهرة.

2) أذكر بعض أهم مصادر تلوث المياه.

3) ما هي الحلول التي تقترحها لتفادي المشاكل السابقة الذكر؟

4) ما هي أهم أنواع المشاكل التي تعاني منها المياه في المغرب؟

② استثمار المعطيات:

(1) مفهوم التلوث وبعض مظاهره:

(a) تعريف التلوث:

هو تغير يحدث على وسط ما، بسبب إفراغ مادة سامة أو عالقة تحول دون تطور هذا الوسط ايجابيا، ويحدث اختلالا بالتوازن الطبيعي داخله.

(b) مظاهر تلوث المياه:

من بين مظاهر تلوث المياه إفراغ المواد السامة في المحيطات كالنقلات النفطية التي تفرغ حمولتها نتيجة اصطدامها بالصخور فتؤدي إلى تدفق كميات كبيرة من النفط وبالتالي قتل العديد من الأسماك والطحالب. كما أن الإحترقات اليومية للمصانع ووسائل النقل فإنها تؤدي إلى تلوث الهواء وبالتالي تساقط الأمطار الحمضية، التي تختلط مع المجاري المائية وتتسرب إلى المياه الجوفية عبر التربة فتؤدي إلى موت العديد من الكائنات الحية.

(c) مفهوم التخاصب، أسبابه وعواقبه:

★ التخاصب L'eutrophisation ظاهرة ناتجة عن تكاثر الطحالب الخضراء المجهرية في المجاري المائية، مما يحولها إلى ما يشبه شربة خضراء، فتسبب هذه الظاهرة في اخضرار الماء ونقصان شفافيته وكمية ثنائي الأوكسجين.

★ ينتج التخاصب عن تلوث المياه بالأملاح المعدنية المستعملة في الأسمدة الفلاحية خاصة الفوسفات والنترات والتي تعتبر مواد إقتيائية لبعض النباتات المائية كالطحالب، التي تتكاثر نتيجة لذلك.

★ ينتج عن التخاصب اختلال التوازن الطبيعي للوسط حيث:

- ✓ يستهلك كل الأوكسجين الموجود بالماء فتموت الكائنات الموجودة به.
- ✓ يجعل الضوء لا يصل إلى الطبقات السفلى، فتموت الطحالب الكبرى الموجودة بهذه الطبقات، وبذلك يتوقف إفراز الأوكسجين بهذا الوسط، فتموت الكائنات الأخرى الموجودة بها كالأسماك.
- ✓ تقوم البكتيريا بتحليل جزيئات المواد العضوية المعقدة ($C_nO_nH_n$) وطرح غاز الميثان (CH_4)، مما يزيد من ندرة الحياة في هذه المياه.

(2) أهم مصادر تلوث المياه:

ينتج تلوث المياه عن الأنشطة المختلفة للإنسان ومن بينها:

أ- الاستعمالات المنزلية: أنظر الوثيقة 7

تؤدي الأنشطة المنزلية للإنسان إلى طرح مواد مختلفة كموااد التنظيف، مواد فوسفاتية، مواد ازوتية، المتعضيات المجهرية، ومواد عضوية قابلة التحلل.

الوثيقة 7: المواد الملوثة للمياه المستعملة بالمنازل ومياه السيالان.		
مياه السيالان	المياه الناتجة عن الاستعمالات المنزلية	المواد الملوثة
- مواد سامة كالهيدروكربونات. - المعادن الثقيلة مثل الرصاص .	- مواد صلبة عضوية أو لا عضوية. - مواد عضوية قابلة للتحلل بفعل المتعضيات المجهرية. - مواد فوسفاتية، ومواد ازوتية طبيعية عضوية أساسا، كالحمض البولي والبروتينات. - مواد منظفة، يمكن إدراجها ضمن المواد العضوية. - متعضيات مجهرية، ينقل بعضها أمراضا معدية كالقوليرا والتفويد.	

ب- الاستعمالات الصناعية:

يمكن تصنيف المواد الملوثة، التي تحتوي عليها المياه العادمة، الناتجة عن الأنشطة الصناعية إلى:
✓ مواد صلبة عالقة، عضوية أو لا عضوية.

- ✓ أملاح معدنية ذائبة، صادرة عن صناعة الأسمدة النباتية، وعن معادن البوتاس والفوسفات.
- ✓ مواد عضوية، صادرة عن صناعات المواد الغذائية، ومعامل الدباغة والنسيج.
- ✓ معادن ثقيلة كالزئبق والكاديوم والرصاص.
- ✓ مياه حمضية أو مياه قاعدية.
- ✓ هيدروكربونات صادرة عن الصناعات البترولية.

ج- الاستعمالات الفلاحية:

يتجلى هذا النوع من التلوث في استعمال المبيدات الخاصة بالحشرات والأعشاب الطفيلية، وكذلك استعمال الأسمدة، حيث تحتوي أغلب الأسمدة الفلاحية على أملاح النترات والفوسفات وتتصف هذه الأخيرة بذوبانية كبيرة في الماء حيث تنقل بسهولة في مياه السيول لتتسرب إلى المياه الجوفية والمياه السطحية، مما يؤدي إلى تلوثها وتحدث بها ظاهرة التخاصب.

(3) الحلول المقترحة لتفادي المشاكل السابقة الذكر:

- ✓ نشر الوعي البيئي السليم بين السكان.
- ✓ معالجة المياه العادمة قبل طرحها في الطبيعة للتقليل من خطورتها.
- ✓ التقليل من المواد السامة التي تستعمل في الحياة اليومية وفي الفلاحة والصناعة.
- ✓ إعادة استعمال المواد القابلة لإعادة الاستعمال عدة مرات.

(4) يختلف تلوث المياه في المغرب حسب المناطق. وعموما كلما كانت المنطقة مصنعة وبها كثافة سكانية مرتفعة إلا وكانت المياه ملوثة. ويعود السبب في تلوث المياه بالمغرب إلى العوامل التالية:

- ✓ نقص أو غياب شبكة الصرف الصحي في جل المدن المغربية مما يساهم في تلوث المياه الجوفية.
- ✓ ندرة محطات تصفية المياه المستعملة، ما يدفع إلى طرح مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة في مجاري المياه والشواطئ فتتلوث بذلك هذه الأوساط.
- ✓ استعمال مفرط للمبيدات والأسمدة الفلاحية في بعض المناطق مما يلوث المياه الجوفية.
- ✓ وجود بعض الصناعات الملوثة مباشرة على ضفاف بعض الأنهار (صناعة الورق على نهر سبو مثلا).
- ✓ بعض المدن الساحلية بها نشاط مرتفع للصناعات الكيميائية مما يلوث كثيرا شواطئها (أسفي - المحمدية).

② خلاصة:

تعتبر الأنشطة البشرية أهم عامل يسبب تلوث المياه الموجودة في الأرض. ويشمل هذا التلوث كل أشكال المياه الموجودة في الأرض من مياه سطحية وجوفية وحتى مياه بخار الغلاف الجوي (الأمطار الحمضية). أما أهم أسباب تلوث المياه حاليا فهي المياه العادمة والنفايات الصلبة والسائلة للصناعة والمنازل والمواد الكيميائية والأسمدة والمبيدات الفلاحية ومشتقات النفط.

II- قياس تلوث المياه.

① بعض معايير قياس تلوث المياه: أنظر الوثيقة 8

الوثيقة 8: بعض معايير قياس تلوث المياه

★ يؤدي صرف المياه العادمة في الوديان والأنهار والبحيرات إلى تراكم المواد العضوية القابلة للتأكسد، الشيء الذي يترتب عنه تكاثر البكتيريا الحيهوائية، التي تستعمل ثنائي الأكسجين المذاب في الماء لتحليل المواد العضوية. وينتج عن نشاط هذه البكتيريا، انخفاض تركيز ثنائي الأكسجين المذاب. لقد اعتمد المختصون هذه الخاصية لقياس درجة تلوث المياه، فوضعوا معيار D.B.O.5 (Demande Biochimique en Oxygène).

مستوى جودة المياه	جيد جدا	جيدة	متوسطة الجودة	رديئة	رديئة جدا
D.B.O.5	< 3	3 - 5	5 - 10	10 - 25	> 25

(أ) فسر العلاقة بين قيمة معيار D.B.O.5 ودرجة تلوث المياه.

★ تستعمل وحدة أخرى لقياس تلوث المياه هي معادل فرد، ويساوي ثلث خارج قسمة التلوث اليومي المتوسط، الناتج عن صناعة ما، على التلوث اليومي الذي يتسبب فيه الفرد الواحد. ويعبر عنه بصيغة معينة.

(ب) أكتب الصيغة المعبرة عن معادل فرد.

لقياس تلوث المياه يلجأ المختصون إلى معايير مختلفة من بينها :

أ- معيار D.B.O.5 : Demande Biochimique en Oxygène

يشير معيار D.B.O.5 إلى الطلب البيولوجي من الأوكسجين (O_2) خلال خمسة أيام. وهو يعبر عن كمية الأوكسجين اللازمة لتحليل المواد العضوية الموجودة بالماء من طرف البكتيريا خلال خمسة أيام. ويتم قياس D.B.O.5 في درجة حرارة $20^\circ C$ ، في الظلام، ويعبر عنه بـ mg/l. وهكذا فارتفاع قيمة D.B.O.5 يعني ارتفاع نسبة O_2 المستهلك، أي ارتفاع نسبة المواد العضوية الملوثة للماء.

ب- معادل فرد:

معيار معادل فرد هو ثلث خارج قسمة التلوث اليومي المتوسط، الناتج عن صناعة ما، على التلوث اليومي الذي يتسبب فيه الفرد الواحد. ويعبر عنه بالصيغة التالية:

$$\left(\frac{MO}{76} + \frac{MES}{55} + \frac{MA}{9} \right) \times \frac{1}{3}$$

حيث أن التلوث اليومي المتوسط، الناتج عن نشاط الفرد الواحد هو:

76g من المواد العضوية القابلة للتأكسد (MO)

55g من المواد العالقة القابلة للتأكسد (MES)

9g من المواد الأروتنية القابلة للتأكسد (MA)

ملحوظة: مادة قابلة للتأكسد هي مادة تحلل من طرف بكتيريا باستعمال ثنائي الأوكسجين.

② بعض المعايير المحددة لجودة المياه: أنظر الوثيقة 9

الوثيقة 9: بعض المعايير المحددة لجودة المياه.

يعطي الجدول التالي بعض المعايير المحددة لجودة المياه:

مستوى جودة المياه المعايير أو المواد بـ mg/l	جيدة جدا	جيدة	متوسطة الجودة	رديئة	رديئة جدا
المواد العالقة	< 25	< 25	30 - 25	70 - 30	> 70
D.B.O.5	< 3	5 - 3	10 - 5	25 - 10	> 25
الأمونيوم NH_4^+	< 0.1	0.5 - 0.1	2 - 0.5	8 - 2	> 8
النترات NO_3^-	< 44	< 44	< 50	100 - 50	> 100
الكلور CL^-	< 100	200 - 100	400 - 200	1000 - 400	> 1000
O_2 المذاب	> 7	7 - 5	5 - 3	< 3	< 3

اعتمادا على معطيات جدول الوثيقة، حدد الشروط الواجبة في الماء ليكون ذا جودة عالية.

انطلاقا من معطيات جدول الوثيقة 4 يتبين أن جودة المياه مرتبطة بمجموعة من العوامل الفيزيائية والكيميائية والإحيائية

- ✓ أن لا تتعدى نسبة المواد العالقة /l 25g.
- ✓ أن تكون قيمة معيار D.B.O.5 أصغر من /l 3mg.
- ✓ نسبة الأمونيوم أقل من /l 0.1mg.
- ✓ نسبة النترات أقل من /l 44mg.
- ✓ نسبة الكلور أقل من /l 100mg.
- ✓ نسبة O_2 المذاب أكبر من /l 7mg.

③ معطيات عن تلوث المياه بالمغرب: أنظر الوثيقة 10

الوثيقة 10: معطيات عن تلوث المياه بالمغرب.

★ تتدفق كميات هائلة من المواد الملوثة في الشريط البحري الساحلي، حيث يستقبل ما يناهز 99000 طن سنويا من المواد القابلة للتأكسد. ويرتكز هذا التلوث بالخصوص في المنطقة الساحلية بين القنيطرة والجديدة، أما الوديان فتستقبل سنويا 68000 طن من المواد الملوثة، الجزء الأكبر منها يصل إلى واد ملوية، سبو، وأم الربيع. أما المواد الملوثة التي تصل إلى سطح الأرض ثم تتسرب إلى باطنها فيبلغ حجمها 51000 طن سنويا أما الأزوت الناتج عن الأسمدة الفلاحية والمبيدات فيتسرب منه إلى المياه الجوفية والسطحية ما يناهز 13500 طن سنويا.

★ يعطي الجدول التالي بعض المعطيات العددية حول تلوث بعض الأحواض المغربية:

الحوض	التلوث (معبّر عنه بمعدل فرد)		
	سنة 1985	سنة 2000	سنة 2020 (توقع)
أم الربيع	959000	1137600	1342700
ملوية	66940	624319	644478
سبو	1975000	2600000	3500000

انطلاقا من تحليل هذه المعطيات، ما هو تقييمك لتلوث المياه في المغرب؟

نلاحظ أن الأحواض المغربية في تلوث متزايد، إذ أنها تعد مطرعا لمجموعة من النفايات، سواء المنزلية أو الصناعية أو الفلاحية.

④ خلاصة:

أمام هذا الخطر المهدد لزحف التلوث وتأثيره على المياه، كان من الضروري التفكير في الحد من هذه الظاهرة، وتعميم معالجة المياه المستعملة. وإن المساهمة في نقصان تلوث المياه سيساعد في الزيادة في جودة هذه المادة الحيوية وبذلك تنخفض التكلفة المخصصة لمعالجتها .

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ الأنبياء 30

﴿ وَنَبِّئُهُمْ أَنَّ الْمَاءَ قِسْمَةٌ بَيْنَهُمْ كُلُّ شِرْبٍ مُحْتَضَرٌ ﴾ سورة القمر : 28