مركز آفاق البيئة للتدريب
Environmental Horizons Training Center

إدارة تلوث المياه والتربة

الرصد • التحقيق • المنع • المعالجة • إعادة التأهيل

محاضرة تدريبية ضمن برنامج الامتثال البيئي وانظمته

أكتوبر - 2026

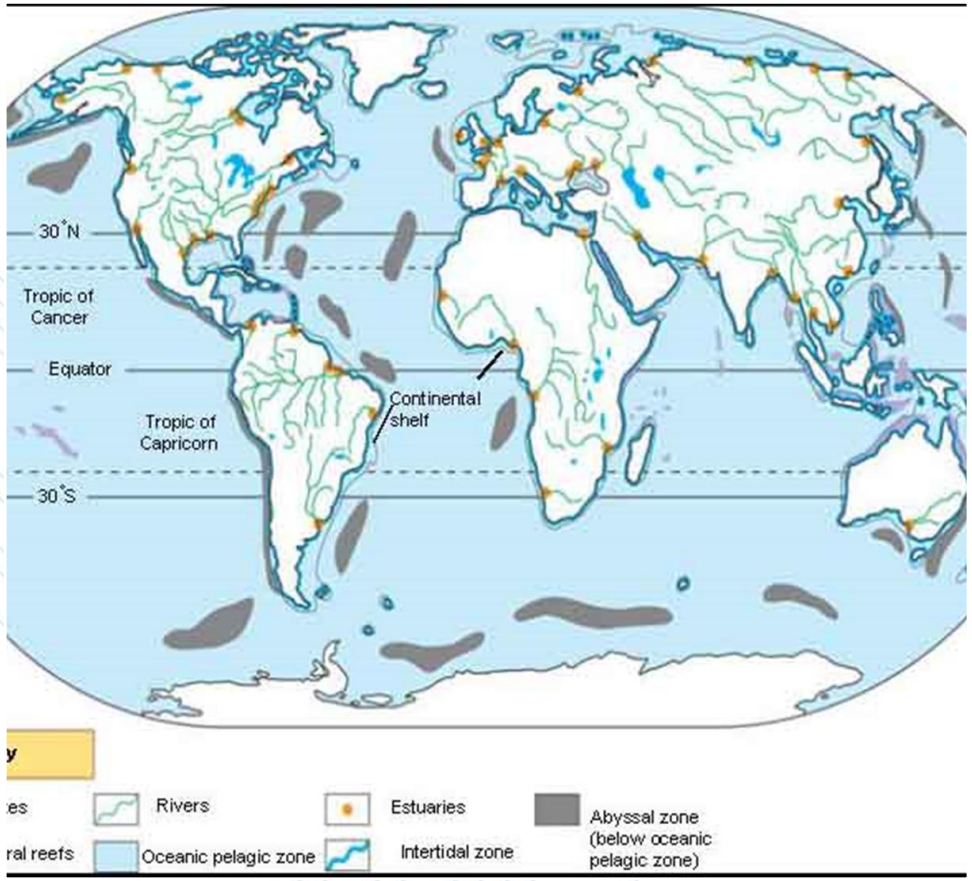
خصائص المياه النقية ومعايير جودتها



يعتبر الماء هو أساس الحياة على الأرض وهو عصب الحياة لجميع المخلوقات فبدونه لا يوجد حياة.

- الماء يكون نقياً لا طعم له ولا لون ولا رائحة
- خال من أية شوائب وعوالق طبيعية أو جيوية أو أي مركبات كيميائية .
- خال من المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق
- يكون متعادلا لا حمضي ولا قلوي
- لا يحمل أي تأثيرات سيئة على الصحة العامة

مصادر المياه: سطحية وجوفية



خريطة عالمية للنظم والمسطحات المائية

تغطي المياه ما يقارب ثلاثة أرباع الكرة الأرضية

الماء موطن أنواع من الكائنات الحية المتنوعة

تغطى المحيطات حوالي 70% من سطح كوكب الأرض

مصادر المياه

تنقسم إلى مياه سطحية ومياه جوفية

أولًا :المياه السطحية

هي المياه التي تتواجد على سطح القشرة الأرضية بحيث تكون متاحة للاستخدام بسهولة، وتنقسم تبعًا لملوحتها إلى:
(1)مياه مالحة :كالبحار والمحيطات.
(2)مياه عذبة :كالأنهار والجداول والجليد القطبي والأمطار.

ثانيًا :المياه الجوفية

هي المياه التي توجد في باطن الأرض، وقد تكون عذبة أو مالحة .وهي أقل عرضة للتلوث بنفايات المصانع والمجاري مقارنةً بالمياه السطحية؛ لكن في العصر الحديث وصلت ملوثات من النفايات السامة والمشعة المدفونة إلى بعض المياه الجوفية ولوثتها.



وجود المياه تحت سطح الأرض لا يمنع تلوثها؛ فحماية المصدر تعتمد على منع التسربات والتخلص السليم من النفايات.

Ecosystem |النظام البيئي

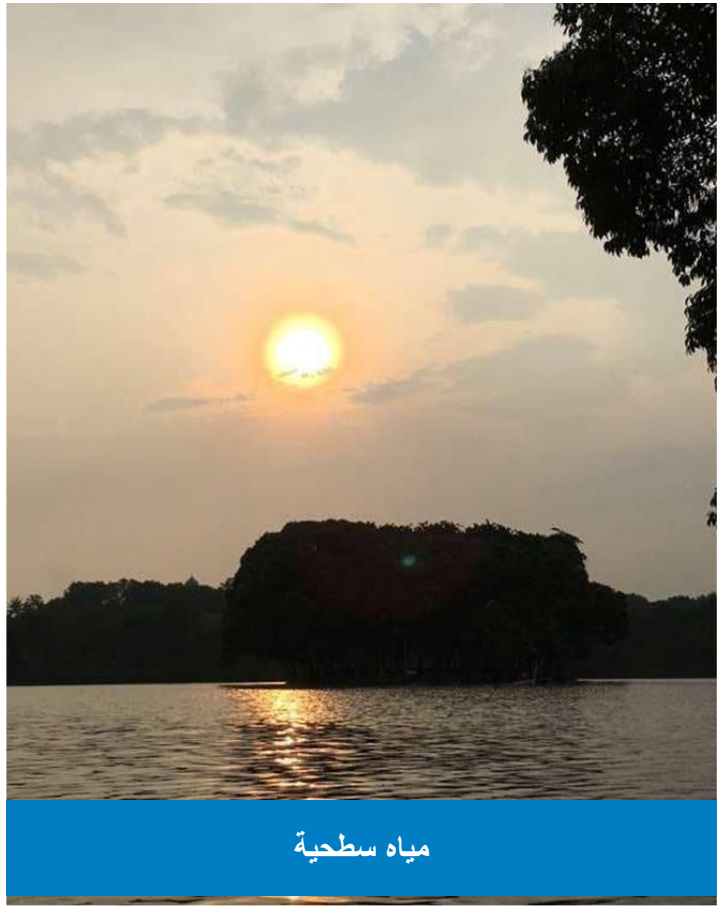


يُعرَف النظام البيئي Ecosystemبأنه مجموعة من العلاقات والتفاعلات بين الكائنات الحية فيما بينها ومع البيئة المحيطة بها .فتشكل بذلك هذه العلاقات مجموعة من الترابطات الهامة لاستمرار تطور الحياة بشكل منظم .وهو أيضًا التفاعل المنظم والمستمر بين عناصر البيئة الحية وغير الحية، وما يولده هذا التفاعل من توازن بين عناصر البيئة.

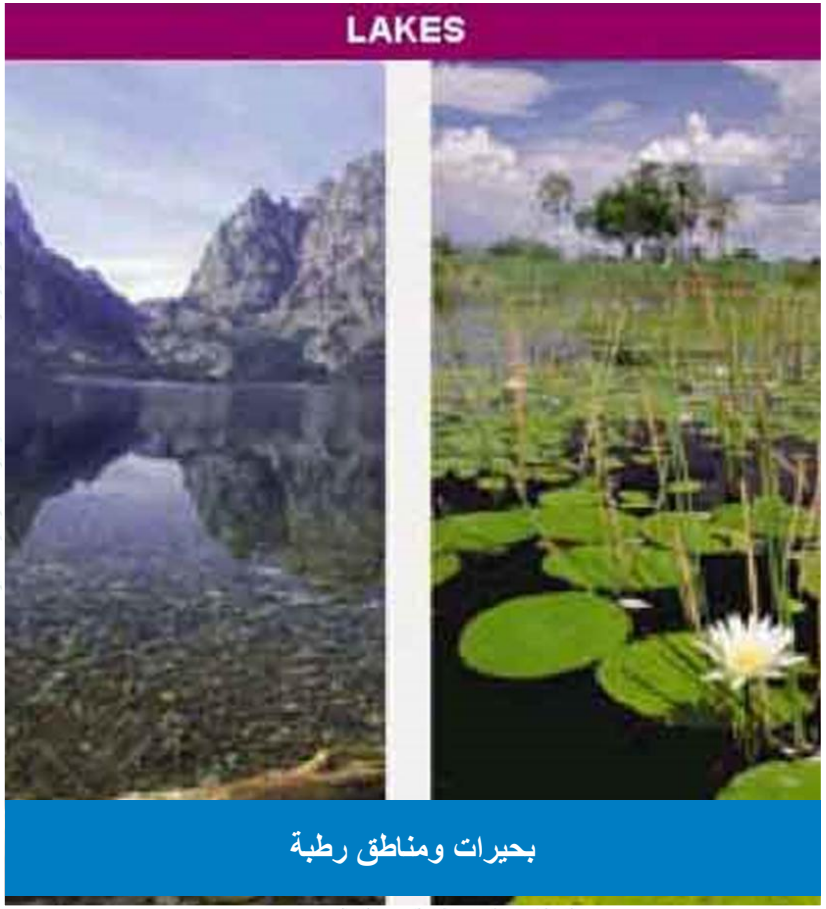
الاختلاف في حركة الماء وطبيعة الموطن يغير خصائص النظام

أمثلة رئيسية

- الأنظمة الراكدة: مثل البرك والبحيرات.
- الأنظمة الجارية: مثل الأنهار والمجاري المائية.
- المستنقعات والأراضي الرطبة تمثل موائل مائية مهمة.
- اختلاف حركة المياه يؤثر في انتقال الملوثات وتوزيعها داخل الوسط المائي.



مياه سطحية



بحيرات ومناطق رطبة

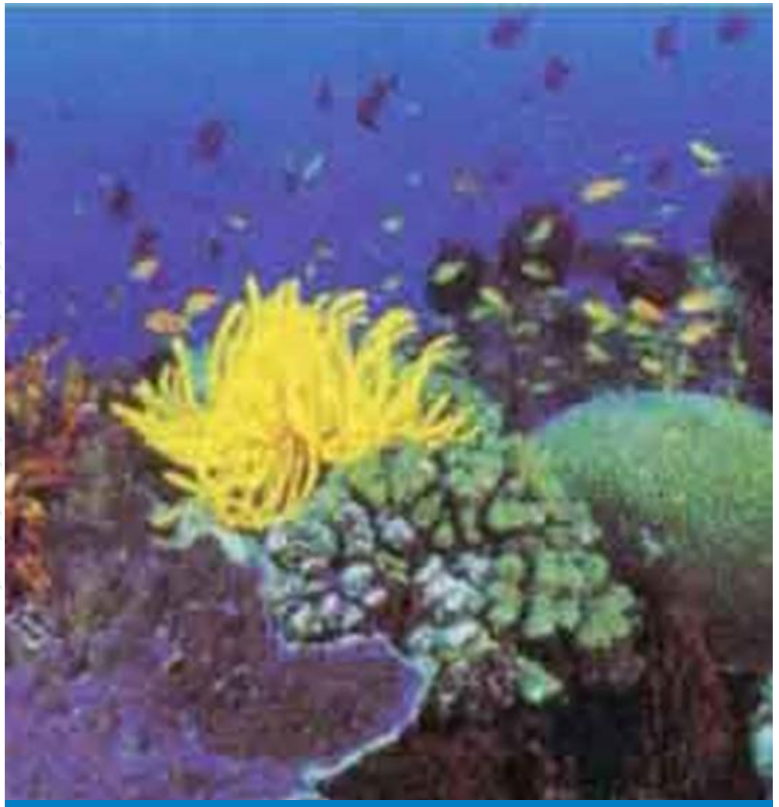
المحيطات والشعاب المرجانية ومصبات الأنهار أنظمة مترابطة

أمثلة رئيسية

- المحيطات تمثل أوسع النظم المائية على سطح الأرض.
- الشعاب المرجانية من النظم الحساسة للتغيرات البيئية والتلوث.
- مصبات الأنهار مناطق انتقال بين المياه العذبة والبيئات البحرية.
- التلوث الذي يصل إلى الساحل قد يمتد تأثيره إلى موائل وكائنات متعددة.



البيئة البحرية



الشعاب المرجانية

ما المقصود بتلوث المياه؟

دخول مواد أو عوامل ملوثة إلى مصادر المياه بما يغير جودتها أو يؤثر في استخدامها والنظام البيئي

مصدر	ملوث	وسط مائي	أثر

النفايات الصناعية • الزراعية • مياه الصرف • النفط • الأنشطة المنزلية



- التلوث قد يصل إلى المياه السطحية أو الجوفية أو البيئات البحرية.
- تغير جودة المياه قد يجعلها غير مناسبة لبعض الاستخدامات ويؤثر في الكائنات الحية.
- المظهر وحده لا يكفي للحكم على جودة المياه.

من أين تأتي ملوثات المياه؟

المصدر هو نقطة البداية لفهم نوع الملوث وطريقة التحكم فيه



الأنشطة المنزلية والبشرية

مخلفات ومياه صرف ونفايات



النفط

تسربات من السفن أو الأنشطة البحرية



مياه الصرف

مياه عادمة غير معالجة أو غير كافية المعالجة



الزراعة

مبيدات وأسمدة ومغذيات



الصناعة

مخلفات ومواد كيميائية ومعادن

مواد كيميائية قد تغيّر خصائص الماء أو تصبح سامة للكائنات والصحة العامة

يحدث بسبب تسرب المواد الكيميائية إلى مصادر المياه، مثل المبيدات الحشرية، والأسمدة، والنفايات الصناعية، والمعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق. هذه المواد يمكن أن تكون ضارة للبيئة وللصحة العامة.

.



مثال على تصريفات صناعية

التلوث البيولوجي

الكائنات الدقيقة قد تجعل المياه مصدراً مباشراً للمخاطر الصحية

يحدث عندما تحتوي المياه على كائنات دقيقة ضارة، مثل البكتيريا، والفيروسات، والطفيليات. ينتج هذا التلوث غالباً من مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المخلفات الحيوانية.

ارتفاع المؤشرات البيولوجية قد يكون دليلاً على وجود مصدر تلوث برازى أو بيولوجي يحتاج إلى التحقق.



اختبارات مخبرية ميكروبيولوجية

ارتفاع حرارة الماء يمكن أن يغير ظروف الحياة المائية

سلسلة التأثير

- قد ينتج التلوث الحراري عن تصريف مياه ساخنة من المصانع ومحطات الطاقة.
- ارتفاع درجة الحرارة يؤثر في ذوبان الأكسجين في الماء.
- انخفاض الأكسجين المذاب يمكن أن يضغط على الكائنات المائية الحساسة.
- كما قد تتغير معدلات نمو بعض الكائنات والطحالب مع تغير الحرارة.

مياه ساخنة ← حرارة أعلى ← DO أقل



الحرارة والوسط المائي

تلوث النفط والبلاستيك والعناصر المشعة

ثلاثة أنماط مختلفة... لكن جميعها قد تمتد آثارها إلى الكائنات والإنسان

التلوث بالنفط: يحدث بسبب تسرب النفط من السفن أو منصات النفط البحرية، ويؤدي إلى تكوين طبقة على سطح الماء تمنع وصول الأوكسجين، مما يضر بالكائنات البحرية ويؤثر على البيئة الساحلية.

التلوث البلاستيكي: يشمل تراكم النفايات البلاستيكية في المياه، والتي تتحلل ببطء وتطلق مواد كيميائية ضارة. القطع البلاستيكية الدقيقة تشكل خطراً على الكائنات الحية في البحار والمحيطات، وقد تصل إلى السلسلة الغذائية.

التلوث بالعناصر المشعة: يحدث عند تسرب المواد المشعة إلى المياه من مصادر مثل المخلفات النووية، وهذا النوع يعتبر خطير جداً لأن الإشعاع قد يستمر لفترات طويلة ويؤثر على الكائنات الحية والإنسان.



تلوث نفطي



نفايات تصل للماء

مؤشرات التلوث الفيزيائية

1. **درجة الحرارة** — تؤثر في ذوبان الأكسجين ونشاط الكائنات
2. **العكارة** — تعكس وجود جسيمات ومواد عالقة تؤثر في وضوح الماء
3. **اللون** — قد يشير إلى وجود معادن أو مركبات عضوية
4. **الرائحة والطعم** — قد يشيران إلى تغيرات أو ملوثات كيميائية/بيولوجية



أخذ عينة مياه

مؤشرات التلوث الكيميائية

الرقم وحده لا يكفي؛ المهم أن تفهم ماذا يقيس المؤشر وما الذي قد يعنيه



المعادن الثقيلة

الرصاص والزئبق والكادميوم أمثلة على عناصر قد تكون سامة عند ارتفاع مستوياتها.

N + P

زيادة المغذيات قد تؤدي إلى الإثراء الغذائي ونمو الطحالب.

DO

الأكسجين المذاب؛ انخفاضه قد يرتبط بالتلوث العضوي أو الكيميائي.

pH

مقياس الحموضة والقلوية؛ الانحراف الكبير قد يشير إلى تغير أو مصدر تلوث.

الماء قد يبدو صافياً بينما تكشف المؤشرات الكيميائية تغيراً لا تراه العين.

الإثراء الغذائي Eutrophication

زيادة N و P ← نمو طحالب زائد ← تحلل واستهلاك O_2 ← انخفاض DO ونفوق أسماك

عندما تزيد المغذيات، قد تنمو الطحالب بصورة مفرطة. وعند تحلل الكتلة العضوية يزداد استهلاك الأكسجين، ما قد يضغط على الحياة المائية.





المواد العضوية: BOD وCOD والملوحة

مؤشرات تساعد على فهم الحمل العضوي والخصائص الكيميائية للمياه



الملوحة

تعبر عن كمية الأملاح الذائبة في الماء، وزيادتها قد تؤثر في الزراعة والكائنات المائية.

COD

الطلب الكيميائي على الأكسجين: مؤشر لكمية الأكسجين المطلوبة لأكسدة/تحليل المواد القابلة للأكسدة كيميائياً.

BOD

الطلب البيوكيميائي على الأكسجين: كمية الأكسجين المستهلكة بواسطة الكائنات الدقيقة لتحليل المواد العضوية.

المؤشرات البيولوجية

وجود بعض الكائنات أو ارتفاعها قد يعطي دليلاً على نوع من التلوث

1	E. coli	يشير وجودها إلى تلوث برازي بشري أو حيواني
2	البكتيريا الكلية	قد تعكس تلوثاً بيولوجياً عاماً
3	الطحالب	زيادتها قد ترتبط بزيادة النيتروجين والفوسفور
4	الفيروسات والطفيليات	قد تشير إلى تلوث بيولوجي ومخاطر صحية



تحليل ميكروبيولوجي

وجود مواد مشعة في المياه يستدعي تقييماً متخصصاً لطبيعة النشاط والمصدر والتعرض

النشاط الإشعاعي



النشاط الإشعاعي: وجود المواد المشعة مثل اليورانيوم والسيزيوم يمكن أن يشير إلى حمل إشعاعي ويشكل خطرًا كبيرًا على الصحة العامة

دلائل مؤشرات الرصد

أفضل قراءة للبيانات هي قراءة «مجموعة مؤشرات» مرتبطة بمصدر محتمل

الملاحظة/النتيجة	ماذا قد تعني؟	ما الذي نحتاج للتحقق منه؟
عكارة مرتفعة	مواد عالقة/جسيمات	مصدر الجسيمات، الموقع، اتجاه الجريان
DO منخفض	استهلاك أكسجين محتمل	BOD/COD، المواد العضوية، الحرارة
N وP مرتفعان	إثراء غذائي محتمل	مصدر المغذيات ونمو الطحالب
E. coli مرتفعة	تلوث برازي محتمل	الصرف الصحي/الحيواني وموقع المصدر
ملوحة مرتفعة	أملاح ذائبة مرتفعة	مصدر الأملاح وطبيعة الاستخدام

الآثار الناتجة عن تلوث المياه

بيئية

تدهور النظم البيئية: فقدان التنوع البيولوجي وتدمير الموائل الطبيعية.
الزيادة في المغذيات (Eutrophication) تؤدي زيادة النيتروجين والفوسفور إلى تكاثر الطحالب ونفوق الأسماك.

صحية

الأمراض المنقولة بالمياه: مثل الكوليرا، التيفوئيد، والدوسنتريا.
تسمم المعادن الثقيلة: مثل التسمم بالرصاص والزئبق

اجتماعية

ندرة المياه الصالحة للشرب: تقليل توفر المياه النظيفة للشرب والاحتياجات اليومية.
النزاعات على المياه: زيادة النزاعات على الموارد المائية المحدودة.

اقتصادية

تكلفة معالجة المياه: ارتفاع تكاليف معالجة المياه الملوثة لجعلها صالحة للاستخدام.
خسائر في مصائد الأسماك: تلوث المياه يؤدي إلى تدهور مصائد الأسماك وفقدان مصادر الدخل.

المحددات وفقا للائحة التنفيذية لحماية الأوساط المائية من التلوث

- مواصفات ونوعية المياه العادمة (مياه تبريد – مياه صرف صناعي – مياه صرف صحي)
- كميات المياه المستهلكة ومصادرها
- كميات المياه العادمة وموقع التصريف
- مدى المطابقة مع معايير الصرف على الأوساط البيئية

اللائحة التنفيذية لحماية الأوساط المائية من التلوث
https://bit.ly/3Wq5qXR

معايير الائحة التنفيذية لحماية الأوساط المائية من التلوث

1

الملحق (2)
مقاييس مياه الصرف المعالجة قبل تصريفها إلى المياه الساحلية والبحرية

2

الملحق (3)
مقاييس مياه الصرف المعالجة قبل تصريفها إلى التربة/الأراضي أو المياه السطحية

تصنيف الأوساط المائية وفقا للائحة التنفيذية لحماية الأوساط البيئية من التلوث

الساحلية عالية القيمة / الصناعية

عالية القيمة للمناطق المحمية، وصناعية للمناطق القريبة من الأنشطة الصناعية وفق التصنيف الوارد باللائحة.

الساحلية العامة

المياه الساحلية بما فيها البحر الإقليمي والمنطقة المتاخمة والاقتصادية الخالصة، ما لم تُصنف خلاف ذلك.

المياه السطحية

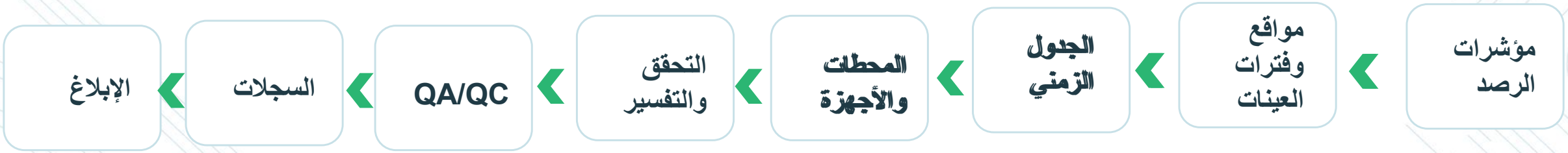
الأنهار والمجاري المائية والبحيرات والأراضي الرطبة والمستنقعات والسبخات والأودية والسدود.

المياه الجوفية

مياه مخزنة تحت سطح الأرض في المناطق المسامية أو شقوق التكوينات الجيولوجية.

برنامج الرصد البيئي لمؤشرات المياه

اللائحة تضع إطاراً واضحاً للرصد والتحقق وإدارة البيانات

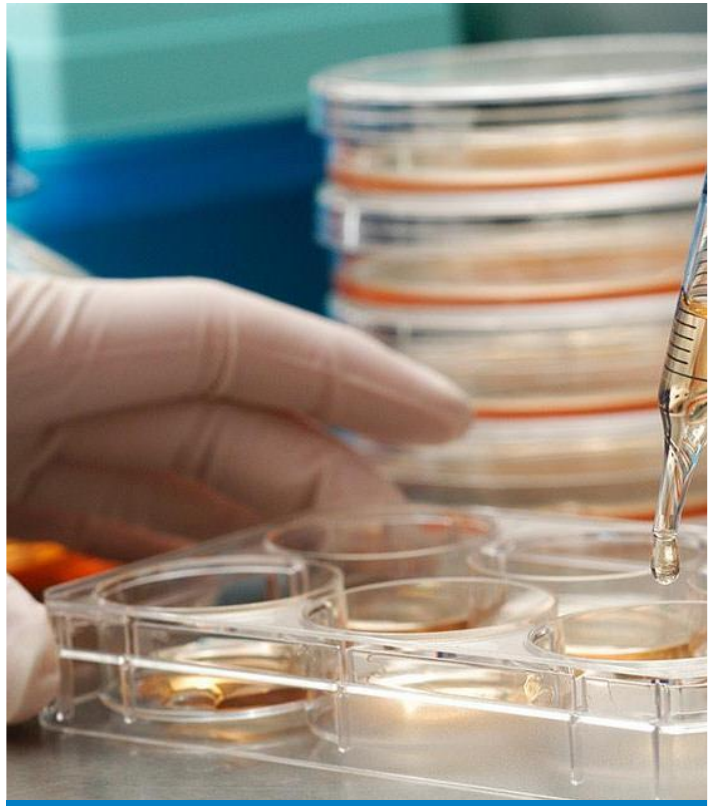


ماذا نبحث في العينة؟

العينة تمثل لحظة ومكاناً؛ لذلك يجب ربط النتائج بسياقها

تصنيف المؤشرات

- فيزيائية: درجة الحرارة، العكارة، اللون، الرائحة والطعم.
- كيميائية: pH، DO، المغذيات، المعادن الثقيلة، BOD، COD، الملوحة.
- بيولوجية: E. coli، البكتيريا الكلية، الطحالب، والكائنات الدقيقة.
- إشعاعية: النشاط الإشعاعي عند وجود سبب أو اشتباه يستدعي ذلك.



التحليل المخبري



أخذ عينة مياه

الرصد والرقابة على مياه الصرف

أنشطة محددة ملزمة ببرامج رصد وقياس ورقابة

- محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي تتجاوز طاقتها 60 م³/اليوم
- محطات معالجة مياه الصرف الصناعي
- أنشطة صناعية لديها وحدات لمعالجة مياه الصرف الصناعي
- محطات تحلية مياه البحر المالحة
- الأنشطة المصرح لها بحقن مياه الصرف المعالجة في الآبار الجوفية



ويجب الاستعانة بمقدم خدمة معتمد من المركز لتنفيذ برامج الرصد والقياسات والاختبارات اللازمة قبل التصريف.

عند وجود تجاوز في جودة المياه: نحقق قبل أن نستنتج

تجاوز مرصود ← تحقق من البيانات ← تحقيق ودراسة فنية ← تحديد المصدر/المصادر ← الإجراء المناسب

مصادر متعددة ملتزمة

برنامج مراقبة للمصادر ذات الصلة + خطة عمل مشتركة + متابعة التطبيق.

مصدر مخالف محدد

إجراءات نظامية لإيقاف المخالفة، مع المعالجة وإعادة التأهيل والتعويضات عند انطباقها.

حالة طبيعية / حادث طبيعي

يمكن اقتراح مقاييس معدلة استثنائية بعد التحقق ورفعها للاعتماد وفق اللائحة.

محظورات في لائحة الأوساط المائية؟

المادة (5) تضع محظورات مباشرة

أي فعل ملوث

كل ما يؤدي إلى تلويث الأوساط المائية أو الإضرار بها أو التأثير سلباً في الانتفاع بها.

النفايات الخطرة

يحظر إلقاؤها أو التخلص منها في الأوساط المائية.

ملوثات النقل البحري

مياه التوازن وبقايا الحمولة والنفايات والمكونات السائلة وغيرها من الملوثات المحددة.

مياه صرف غير معالجة

إلقاؤها أو تصريفها أو حقنها في الآبار الجوفية أو أي وسط بيئي.

مستويات معالجة مياه الصرف في اللائحة

A — **المعالجة المسبقة**

تصفية المواد الصلبة

B — **المعالجة الأولية**

الترسيب وإزالة المواد القابلة للترسب بسهولة

C — **المعالجة الثانوية**

المعالجة البيولوجية/الكيميائية والحد من BOD

D — **إزالة المواد المغذية**

إزالة المغذيات بعد إزالة المواد الصلبة

E — **التطهير**

UV أو الكلور للحد من البكتيريا والفيروسات

اختيار مستوى المعالجة مرتبط بخيار التصريف

اللائحة تربط خيارات التصريف بمستويات معالجة دنيا وموصى بها

إلى المسطحات المائية

الأنهار والمجاري والبحيرات: مستويات C / C+D / C+D+E بحسب الخيار والتصنيف الوارد في الملحق.

إلى الساحلية والبحرية

المصبات الممتدة: C + D
نطاق المد والجزر: C + D
قرب الشواطئ: C + D + E
الخلجان ومصبات الأنهار: C + D + E

إلى التربة / الأراضي

برك التبخير: C
الري الزراعي: C
المساحات الخضراء: C + E
الحقن الجوفي: C + D (حسب الخيار الوارد بالملحق)

التصريف إلى الأوساط المائية ليس مجرد "نقطة خروج"

المصب ومنطقة الخلط جزء من التصميم البيئي

منطقة الخلط

تُحسب وفق الملحق (5) وتُصمم حسب خصائص الموقع.

المصب

يجب أن يحقق أقصى قدر من تشتيت مياه الصرف وفق أفضل الممارسات التي يقرها المركز.

حد مهم

لا يجوز أن تتداخل مناطق الخلط المتجاورة، ولا تستخدم كبديل لمرفق المعالجة.

يجب الابتعاد عن

المناطق الحساسة، مناطق تكاثر الأحياء الفطرية، مصايد الأسماك، والشعاب المرجانية والمستقبلات الحساسة.



الطوارئ: الاحتواء قبل أن يصبح الحادث تلوثاً

التخزين الاحتياطي جزء من السيطرة على المخاطر

حالة طارئة ← احتواء ← منع التصريف غير المطابق ← معالجة ← التحقق ← التصريف وفق المقاييس

بعد الاحتواء

المياه المخزنة في حالات الطوارئ يجب معالجتها قبل تصريفها وفق المقاييس المحددة في الملحقين (2) و(3).

متطلب تشغيلي مهم

خزانات احتواء للطوارئ قادرة على تخزين ما يعادل كميات مياه الصرف المنتجة خلال 36 ساعة، ومبطنة بمادة غير منفذة مثل HDPE.

التجاوز في الصرف

رصد التجاوز ← إبلاغ المركز فوراً ← إيقاف مصدر التلوث ← خطة معالجة التلوث ← توثيق ومتابعة

السجلات

الاحتفاظ ببيانات الرصد والرقابة والقياسات والتحاليل لمدة لا تقل عن 5 سنوات، مع إمكانية زيادة المدة لبعض الأنشطة.

التصاريح (تصريف التصريف على الأوساط البيئية)

التأثير والمستقبلات

تقييم الخصائص البيئية للموقع، والمناطق الحساسة والمستقبلات الحساسة، والآثار البيئية وكيفية الالتزام بالضوابط.

الخصائص والكمية والمصدر

بيانات كمية ومصدر وخصائص المياه المراد تصريفها، مع خريطة ومعلومات عن المنطقة المحيطة.

الحاجة إلى التصريف

تعليل الحاجة إلى التصريف إلى الوسط البيئي.

العلاقة بين المياه والتربة وانتقال التلوث



1. مصدر التلوث
تصريف مياه ملوثة أو تسرب مواد ضارة.



2. مسار الانتقال الجريان السطحي أو التسرب إلى باطن الأرض



3. الوسط المتأثر التربة أو المياه السطحية أو الجوفية



4. المستقبل الحساس الإنسان أو النباتات أو الكائنات المائية

منع و معالجة تلوث التربة

تدني مستوى جودة التربة نتيجة وجود مادة او أكثر من المواد و العوامل بكميات أو تركيزات غير إعتيادية ، و الذي يؤدي بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى الإضرار بصحة الإنسان او الكائنات الفطرية الحيوانية أو الغطاء النباتي أو الموارد السطحية او الجوفية



ثانياً: ماذا تعني "تلوث التربة"؟

تعريف اللائحة يربط التلوث بالجودة والمستقبلات والموارد المائية

تلوث التربة (التربة الملوثة)

تدني مستوى جودة التربة نتيجة وجود مادة أو أكثر من المواد أو العوامل بكميات أو تركيزات غير اعتيادية؛ وقد يؤدي ذلك بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى الإضرار بصحة الإنسان، والكائنات الفطرية الحيوانية، والغطاء النباتي، أو الموارد المائية السطحية والجوفية.



مفاهيم عامة لمنع و معالجة تلوث التربة

المناطق الحساسة بيئيا

مناطق ذات أهمية بيئية تؤدي في حالة تدهورها إلى إنعكاسات بيئية سلبية و تشمل المناطق المحمية و المنتزهات و الغابات و الأراضي الرضبة و المناطق ذات الأهمية للطيور و المانجروف و المواقع ذات المناظر الطبيعية و مناطق مساقط و تجمع المياه و جريانها و شواطئ البحر و الممرات المائية و طبقات المياه الجوفية ، بجانب ما يمكن ان تعلنه أو تحدده الدولة كمنطقة حساسة .

المستقبلات الحساسة

المستقبلات المحتمل تأثرها بشكل ملحوظ من نشاط ما بحكم موقعها الجغرافي القريب منه أو لحساسيتها و يشمل ذلك المكونات البيئة و الكائنات الحية و المواقع الأثرية و الثقافية و الدينية و الفئات المجتمعية على سبيل المثال الكائنات المهددة بالإنقراض و المستشفيات و دور العجزة و المدارس و المجمعات السكنية.

اللائحة التنفيذية لمنع ومعالجة تلوث التربة
https://bit.ly/48MJD3X

المحددات وفقا للائحة التنفيذية لمنع و معالجة تلوث التربة

حددت اللائحة التنفيذية في المادتين الرابعة و السادسة ما يلي :

1. مقاييس ملوثات التربة في الملحق 1 و التي إذا تم تجاوزها تعتبر التربة ملوثة.
2. إلزام المنشآت بتلك المعايير وعدم تلوث التربة و في حالة المخالفة تلزم بإعادة التأهيل و معالجة التربة.
3. إلزام بإعداد سجلات محدثة تبين الإجراءات و التدابير التي تم اتخاذها بشان تلوث التربة.
4. إلزام بتقديم المعلومات عن تلوث التربة عند الطلب من المركز.

ما الذي يحميه نظام التربة؟

منع التلوث أهم من معالجة آثاره بعد وقوعه

المستقبلات الحساسة

مراعاة المناطق والكائنات والمواقع التي قد تتأثر بشكل ملحوظ بالنشاط.

المياه الجوفية والسطحية

منع انتقال الملوثات من التربة إلى الموارد المائية.

الغطاء النباتي

الحفاظ على جودة التربة وقدرتها على دعم الحياة النباتية.

صحة الإنسان

منع التعرض لمواد قد تؤدي إلى أضرار صحية.

مسببات تلوث التربة

مصادر شائعة وردت في العرض المساعد، مع الإطار النظامي لمنعها



التسربات النفطية

الوقود والزيوت والهيدروكربونات من التخزين أو التشغيل أو الحوادث.

التخلص غير السليم

المرادم العشوائية والنفايات الخطرة وممارسات التخزين غير الملائمة.

الزراعة

المبيدات والأسمدة وممارسات الاستخدام غير الملائمة.

الصناعة

النفايات الصناعية وتسرب المواد الكيميائية والمواد الخطرة.

اللائحة تركز على منع التلوث واتخاذ التدابير المناسبة للحد من الانتشار ومعالجة المصدر؛ أما تحديد مصدر بعينه فيعتمد على التحقيق والبيانات.

مؤشرات تلوث التربة:

المؤشرات تختلف حسب النشاط والملوث المحتمل واستخدام الأرض

مبيدات ومواد عضوية

مبيدات الآفات والمركبات العضوية المتطايرة والملوثات العضوية الثابتة بحسب مصدر التلوث.

معادن ثقيلة

مثل الرصاص والكادميوم والزنك والزئبق؛ ويُحدد الحكم بالمقاييس المعتمدة.

العناصر الغذائية والمواد العضوية

النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمادة العضوية كمؤشرات على خصائص التربة وجودتها.

الملوحة وpH

مؤشرات على تغير الخصائص الكيميائية للتربة وتأثيرها في الغطاء النباتي.

المقارنة النظامية النهائية تكون مع مقاييس حماية التربة في الملحق (1)، بحسب حجم حبيبات التربة واستخدام الأرض.

كيف تُحدد التربة الملوثة؟

تحديد المواقع المشتبه بها ← مؤشرات التلوث ← العينات والجدول الزمني ← التحقق وتفسير النتائج ← تحديد المصدر

التحقيق

عند رصد موقع تربة ملوث، يُجرى تحقيق ودراسات فنية لتحديد المصدر/المصادر.

الإبلاغ

متطلبات الإبلاغ عن المواقع الملوثة ومصادر التلوث.

التوثيق

مسؤوليات الفريق، المؤهلات، السجلات، وضمان/مراقبة الجودة.

عند تعدد المصادر: لا نعالج التربة بمعزل عن المنشآت

خطة مشتركة للحد من انتشار التلوث ومعالجة الموقع

مصادر متعددة ← تحديد المسؤوليات ← الحد من الانتشار ← برنامج مراقبة ← خطة عمل ← معالجة وإعادة تأهيل

الإطار النظامي

إيقاف مصدر/مصادر التلوث عند المخالفة، الإشراف والمتابعة للحد من الانتشار، تنفيذ برنامج مراقبة مناسب، ووضع خطة عمل ومتابعة تطبيقها.

منع تلوث التربة

الوقاية والتوثيق والإبلاغ ليست خيارات

1 | الوقاية

اتخاذ التدابير المناسبة لمنع تلوث التربة أو احتمالية حدوثه.

2 | السيطرة

الحد من انتشار التلوث ومعالجة مصدره عند حدوثه.

3 | السجلات

الاحتفاظ بسجلات محدثة للإجراءات والتدابير المتخذة.

4 | الإبلاغ

تقديم البيانات عند الطلب، وإخطار المركز بأي تغيرات في مستويات الملوثات والتدابير المتخذة.

المعالجة وإعادة التأهيل:

اللائحة تُلزم بالمعالجة وإعادة التأهيل وفق المعايير؛ اختيار التقنية يعتمد على الموقع والملوث

إيقاف المصدر ← تحديد نطاق التلوث ← توصيف التربة ← اختيار بديل المعالجة ← تنفيذ المعالجة ← التحقق ← إعادة الاستخدام/إعادة التأهيل

المرجعية النظامية

اللائحة تحيل إلى اللائحة التنفيذية لإعادة التأهيل البيئي للمواقع المتدهورة ومعالجة المواقع الملوثة لتفاصيل المعالجة وإعادة التأهيل.

اختيار التقنية

يجب مراعاة نوع التربة، عمق التلوث، خصائص الملوث، مسار الانتقال، المياه الجوفية، المستقبلات، والهدف النهائي للموقع.

خيارات فنية شائعة

الحفر والإزالة • العزل/الاحتواء • المعالجة في الموقع • المعالجة خارج الموقع • المعالجة الحيوية أو الكيميائية حسب طبيعة الملوث.

مثال عملي: محطة معالجة مياه تصرف مياهها

كيف نربط المياه بالتربة في قرار واحد؟

مصدر الصرف ← المعالجة ← تحليل الصرف ← اختيار مسار التصريف ← حماية التربة/المياه الجوفية ← الرصد والمتابعة

أسئلة المدقق البيئي

- هل المعالجة مناسبة لخيار التصريف؟
- هل النتائج موثقة وذات جودة؟
- هل يوجد احتواء للطوارئ؟
- هل المصب ومنطقة الخلط مصممان وفق المتطلبات؟
- هل يمكن أن يصل الملوث إلى التربة أو المياه الجوفية؟

مثال عملي: تربة مشتبه بتلوثها

من الشكوى إلى القرار القابل للإثبات



القاعدة الذهبية

لا تُعلن "التربة ملوثة" من نتيجة منفردة بلا سياق؛ يجب أن تكون هناك منهجية أخذ عينات، تحقق من النتائج، تفسير، ومقارنة بالمقاييس المعتمدة.

الخلاصة: 10 رسائل يجب أن تظل في ذهن مسؤول الالتزام

مراجعة سريعة قبل الانتقال للتطبيق

1. صنّف الوسط المائي قبل تفسير النتائج.
2. افهم تعريفات اللائحة قبل اختيار المؤشر.
3. الرصد الجيد = موقع + زمن + طريقة + QA/QC + توثيق.
4. التجاوز يبدأ تحقيقاً؛ لا ينتهي عند الرقم.
5. حدّد المصدر قبل اختيار الإجراء.
6. مياه الصرف المعالجة لها مقاييس وخيارات معالجة وتصريف محددة.
7. منطقة الخلط ليست بديلاً عن المعالجة.
8. الطوارئ تحتاج احتواءً ومعالجة قبل التصريف.
9. تلوث التربة قد يهدد المياه الجوفية والمستقبلات الحساسة.
10. الوقاية وإيقاف المصدر والتوثيق والإبلاغ أساس الالتزام.

من الرصد... إلى القرار

المياه والتربة لا تُدار بالنتيجة وحدها؛
بل بسلسلة متكاملة من المنع والرصد والتحقق والسيطرة والمعالجة وإعادة التأهيل.

مركز آفاق البيئة للتدريب
Environmental Horizons Training Center

شكرًا لكم