

لمحة بارزة عن تاريخ ومستويات التلوث الساحلي في منطقة البحر الكاريبي

إن خمس سنوات ليست سوى مجرد لحظة على مدى قرون مسجلة في تاريخ علم أخذ العينات الجوفية من رواسب المحيطات. ولكن بالنسبة لعلماء البحار الذين اجتمعوا في موناكو في ربيع عام ٢٠١١، تمخضت السنوات الخمس الماضية عن كنز نفيس من البيانات المتعلقة بدراسة وفهم التلوث الساحلي في منطقة البحر الكاريبي.

لقد مثل هؤلاء العلماء بلداناً تتقاسم الموارد الساحلية لمنطقة البحر الكاريبي -- كولومبيا وكوستاريكا وكوبا والجمهورية الدومينيكية وغواتيمالا وهايتي وهندوراس وجامايكا والمكسيك ونيكاراغوا وبنما وفنزويلا. وانضم إليهم خبراء من الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومن إسبانيا ومختبر الوكالة للبيئة في موناكو، ليلتقوا في جلسة خاصة تتعلق بمنطقة البحر الكاريبي خلال الندوة الدولية بشأن استخدام النظائر في مجال الهيدرولوجيا والنظم الإيكولوجية البحرية ودراسات تغير المناخ.

وكان الهدف من الجلسة تقييم نتائج مشروع إقليمي استُخدمت فيه التقنيات النووية لقياس مسارات التلوث الساحلي في البلدان المشاركة من منطقة البحر الكاريبي. وهذا المشروع، الذي أُطلق للمرة الأولى في عام ٢٠٠٧ في إطار مشروع التعاون التقني للوكالة (RLA/7012)، انطوى على أخذ عينات جوفية من الرواسب في البلدان الاثني عشر جميعها، وتحليل هذه العينات لتحديد اتجاه وتاريخ التلوث الناجم عن المعادن الثقيلة والمحتويات العضوية على مدى المائة سنة الماضية بهدف دعم متخذي القرار في اتخاذ قرارات مناسبة للإدارة البيئية. وقد تم توفير المعدات والتدريب في إطار المشروع من أجل تعزيز القدرات التحليلية للمؤسسات العلمية في البلدان المشاركة.

وحتى الآن، نشأت حوالي ٦٠٠٠ من نقاط البيانات نتيجة تحليل الرواسب الجوفية التي قَدَمتها البلدان المشاركة. وهذه المعلومات، بما في ذلك اتجاه التلوث بالزئبق الذي تم تحليله في الرواسب، هي أول نتائج شاملة من نوعها يعلن عنها في المنطقة.

وهناك أوجه تشابه في جميع أنحاء المنطقة، مع وجود اتجاهات مشتركة للتلوث. وعلى سبيل المثال:

. تُستخدم المناطق الساحلية في منطقة البحر الكاريبي أساساً لأغراض السياحة وصيد الأسماك والصناعة والتجارة، وكموانئ بحرية ومأوى للتنوع البيولوجي البحري؛

. ويتزايد التلوث الساحلي على نحو مطرد، وهو ناتج في معظمه عن تصريفات مياه المجاري المنزلية، وإلقاء النفايات الصناعية، ومخلفات النفط وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى، وأنشطة الشحن والموانئ، والأعاصير وغير ذلك من عمليات الجريان السطحي الطبيعي للمياه الزراعية، وإزالة الغابات وتآكل التربة؛

. وتنتج الأنواع الأكثر شيوعاً للتلوث الساحلي عن التركيزات العالية للمعادن الثقيلة (الرصاص والزرنيق)، والعناصر غير العضوية (الكوبالت والكروم والزنك والنيكل)، والملوثات العضوية (مبيدات الآفات والمواد الهيدروكربونية العطرية المتعددة النوى).

كولومبيا

يعدّ خليج قرطاجنة واحداً من الممرات المائية الرئيسية في كولومبيا. وهو مركز للسياحة وصيد الأسماك والصناعة. كما يوجد به واحد من أكبر الموانئ في منطقة البحر الكاريبي، فضلاً عن قاعدة صناعية تضم المئات من المصانع الصغيرة والمتوسطة.

ويمكن أن يعزى التلوث في خليج قرطاجنة إلى تصريفات مياه المجاري المنزلية؛ وإلقاء النفايات الصناعية؛ ومدافن السوائل المرشحة؛ والرواسب الناشئة عن قناة ديل دايك.

وقناة ديل دايك، التي شُفَّت منذ أكثر من ٣٠٠ سنة مضت لربط نهر ماغداлина بخليج قرطاجنة وجزيرتي روزاريو وبارباكوا، تُعتبر المصدر الرئيسي لتصريف الرواسب الخاصة بالخليج. وقد كان أثرها كارثياً بالنسبة للنظم الإيكولوجية في الخليج، مما أدى إلى تدمير الشعاب المرجانية الموجودة، فضلاً عن إتلاف جميع الأعشاب البحرية. وتشير اختبارات التأريخ إلى ارتفاع في معدل الترسيب خلال السنوات الأخيرة، ويرجع ذلك على الأرجح إلى تغير استخدام الأراضي وإلى ظواهر مناخية أثرت على مستجمعات المياه الخاصة بالقناة.

والتلوث بالزئبق واضح أيضاً في خليج قرطاجنة، وفقاً للتحليل المقدم، مع اكتشاف تركيزات عالية في الطبقات الأعمق من الرواسب.

وتُبدل جهود لضمان الملاحه في القناة، ولكن ليس لضمان استدامة النظام الإيكولوجي. ويمكن أن يؤدي تجريف الأعماق إلى زيادة تحريك الزئبق الموجود في الرواسب، مما يؤكد على ضرورة وأهمية مكافحة التلوث بالمعادن الثقيلة في خليج قرطاجنة.

كوبا

يُعتبر خليج هافانا الممر المائي الرئيسي في كوبا والبوابة الرئيسية إلى العاصمة الكوبية. والخط الساحلي مكتظ بالسكان ويضم عدداً كبيراً من الصناعات التي تلقي مياه المجاري الخاصة بها في الماء. وقد أدت مصفاة لتكرير النفط، إلى جانب نظام الصرف الصحي الذي أُقيم في إطار التصنيع والتوسع العمراني، إلى حدوث تلوث نفطي وعضوي في الخليج.

وتُظهر معدلات الترسيب زيادة في الفترة الممتدة بين عامي ١٨٩٠ و ١٩٨٠، مع بلوغها حد الذروة في حالات تعزى إلى ظواهر جوية شديدة ضربت المنطقة. ومنذ عام ١٩٩٠، كان هناك انخفاض في معدلات تراكم الرواسب، بالتزامن مع الجهود الرامية إلى تقليص الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية وتنفيذ تدابير سليمة للحد من التلوث.

وعموماً، لا تزال القياسات تشير إلى أن مستويات التلوث أعلى من القيم السابقة على تلك المسجلة في القرن التاسع عشر، ولكن التدابير الإدارية المنفذة في الخليج منذ عام ١٩٩٠ ساعدت على استعادة التدفق الطبيعي للرواسب في النظام الإيكولوجي البحري.

وقد أتاحت البيانات التي تم جمعها فهم تطور التلوث وحالته الراهنة، وهي توضح أثر برامج إعادة التأهيل من أجل استعادة الجودة البيئية للنظام الإيكولوجي.

الجمهورية الدومينيكية

ثمة كميات ضخمة من الملوثات الزراعية والمخلفات الصناعية والمحلية تشق طريقها إلى ريو هاينا من المناطق الصناعية في حوض النهر ومن مدينة سانتو دومينغو. وقد أجريت الدراسات الأولى في البلاد لتقييم مدى التلوث في منتصف التسعينيات من القرن الماضي. ومنذ عام ١٩٩٥ فصاعداً، تم تنفيذ برنامج إصلاحي للحد من تأثيرات التلوث. وأوضحت التقارير بالفعل حدوث بعض التحسينات.

ويشير تحليل الترسيب في ريو هاينا إلى معدلات بلغت حد الذروة خلال فترات الظواهر الجوية الشديدة، ومنها على سبيل المثال الأعاصير القوية التي ضربت المنطقة في الأعوام ١٩٤٠ و ١٩٤٥ و ١٩٧٩، ومرة أخرى في عام ١٩٩٨.

وفي حين أن مستويات الملوثات العضوية وغير العضوية المسجلة منخفضة، فإن هناك اتجاهاً متزايداً لوجود الرصاص والزرنيخ وملوثات عضوية أخرى في المنطقة.

وقد شهدت معدلات التلوث بمبيدات الآفات -مادة الـ دي. دي. تي (ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان) - تقلبات فيما يتعلق باستخدام تلك المبيدات في الأنشطة الزراعية، حيث انخفضت تلك المعدلات ابتداءً من ثمانينات القرن الماضي فصاعداً مع الإحجام تدريجياً عن استخدام هذه المبيدات.

غواتيمالا

خليج أماتيك هو مسطح مائي شبه مغلق على طول الساحل الشرقي في غواتيمالا يحتضن نظاماً إيكولوجياً معقداً من البحيرات الساحلية والمستنقعات والأهوار ونظم الأنهار والقنوات التي تربط المياه المحمية بالجرف القاري المجاور. وتعدّ أنشطة صيد الأسماك والسياحة والشحن وحفظ البيئة البحرية من بين الأنشطة الرئيسية في الخليج. والسياحة الساحلية والبحرية تستأثر وحدها بنسبة ٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي في غواتيمالا؛ وتشهد معدلات الزيارات السياحية زيادة مطردة على مر السنوات.

ويُعتقد أن هذه الأنشطة تساهم في التلوث، من حيث السوائل المرشحة من النفايات الصلبة؛ وتصريفات النفايات السائلة الصناعية؛ وعمليات الجريان السطحي للكيمياويات الزراعية ومياه المجاري المنزلية. ومع ذلك، تم تحديد تآكل التربة وإزالة الغابات على أنهما المشكلة البيئية الرئيسية في خليج أماتيك.

ووفقاً لملف البيئة في غواتيمالا عام ٢٠٠٦، خسرت البلاد ١١٪ من مساحة الغابات بها في السنوات العشر الماضية، مما أدى إلى زيادة معدلات الترسيب في منطقة الخليج.

والنمو المستمر في معدلات الترسيب يزيد من تعرض نظم الشعاب المرجانية الهشة للخطر في منطقة المحيط الأطلسي في غواتيمالا، ويمكن أن يؤثر بشكل مباشر على الثروة السمكية في المنطقة.

كما تم الكشف عن زيادة آثار التلوث بالمعادن الثقيلة، ولكن تم إرجاع هذا إلى زيادة الترسيب أكثر مما عُزي إلى مستوى النشاط الصناعي.

هايتي

خليج بور-أوبرنس هو بمثابة ميناء طبيعي لعاصمة هايتي التي تحمل نفس الاسم. ويحتضن الكثير من الأنشطة الصناعية في البلاد، مثل أرصفة التحميل وتخزين الوقود وتجهيز الأغذية وصناعة الأسمدة ومعالجة المعادن، التي تشكل المصادر الرئيسية للتلوث في المناطق الساحلية المحيطة بالخليج. وبالإضافة إلى ذلك، فإن استمرار إزالة الغابات وارتفاع معدلات تآكل التربة داخل مستجمعات المياه في هايتي ساهما في زيادة معدلات الترسيب بدرجة كبيرة خلال المائة سنة الماضية، مما أثر على سلامة النظام الإيكولوجي، والشعاب المرجانية على وجه الخصوص.

وعلى الرغم من محدودية النشاط الصناعي في خليج بور-أوبرنس، فإن معدلات توليد النفايات الصلبة والسائلة التي يتم إلغاؤها في الخليج - وتقدّر بنحو ١٥٠٠ طن يومياً - أدت إلى زيادة مطردة للمعادن الثقيلة في المياه، وبخاصة الرصاص والزنك. ويمثل هذا خطراً محتملاً على الصحة العامة من جراء استهلاك الكائنات البحرية.

ويُتوقع أن تكون المعلومات والبيانات التي تم جمعها حتى الآن بشأن تطور وحالة التلوث في الخليج بمثابة الأساس لتقييم سياسات وبرامج إدارة المناطق الساحلية المزمع وضعها.

هندوراس

الخليج الكائن في مدينة بويرتو كورتيس الساحلية في هندوراس هو موقع صناعات تخزين الوقود والمعادن، ومصانع الأسمدة، وصناعة الغزل والنسيج بها. ويقع أيضاً على طول الخليج أكبر ميناء في أمريكا الوسطى - وهو مركز لسفن الشحن والسفن السياحية الفاخرة. وهذه الأنشطة، إلى جانب النمو السكاني السريع، تشكل المصادر الرئيسية للتلوث في منطقة الخليج.

وفي الوقت نفسه، ساهم ارتفاع معدلات التآكل في المنطقة، فضلاً عن الفيضانات الممتدة لفترات طويلة في المنطقة الساحلية والتخلص العشوائي من نفايات المناطق العمرانية، إلى زيادة الترسيب في المناطق الساحلية. وبقاوم من هذا الوضع الهبوب الموسمي للأعاصير، مما يؤدي إلى زيادة شحنة التلوث وتدفق معادن ثقيلة إلى البيئة البحرية. وقد تضاعف معدل الترسيب ثلاث مرات في بويرتو كورتيس خلال السنوات الخمسين الماضية، ومن المتوقع أن يتضاعف معدله الحالي في السنوات العشرين المقبلة إذا تُركت الأمور لحالها.

وبالمعدل الحالي للترسيب، تتوقع هندوراس تزايداً محتملاً في وتيرة وتكلفة تجريف منطقة الميناء في المستقبل القريب. وقد يتعين أيضاً اتخاذ تدابير عاجلة على امتداد الحوض العلوي لنهر أولوا ونهر تشاميليكون للسيطرة على تآكل التربة.

جامايكا

توجد في مرفأ كينغستون مرافق لصيد الأسماك وأخرى خاصة بالموانئ والمطارات في جامايكا. وهو موقع يضم آلاف المنشآت الصناعية والتجارية، ويقطنه ما يقرب من مليون شخص.

ومع ذلك، فإن نوعية المياه قد انحدرت بشدة، وتدهورت المنطقة المحيطة، مما أدى إلى الحد من المنافع البيئية وتقليص الجاذبية السياحية للمنطقة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التلوث والأنواع الغريبة من الكائنات الناتجة عن عمليات الشحن يهددان التنوع البيولوجي الغني بها.

والدراسات البيئية في مرفأ كينغستون تسلط الضوء على مجالين رئيسيين للمشاكل وهما: الإغناء الشديد للمياه بالمغذيات (الوجود المتزايد لمغذيات كيميائية في المياه) والتدهور المستمر في نوعية المياه الناتجة عن مياه الصرف الصحي الصناعي غير المعالجة، والتخلص من الكيماويات الزراعية ومياه المجاري، وزيادة معدل الترسيب في خليج هانتس بسبب جسر بورت مور كوزواي، وهو جسر يربط بين بورتسمور وكينغستون.

وقد جرى أيضاً الكشف عن مستويات أعلى من المواد هيدروكربونية العطرية المتعددة النوى منذ ثمانينات القرن الماضي.

وفي الوقت نفسه، تم العثور على مستويات عالية من المعادن في بعض الرواسب. ويرى الخبراء أنه ينبغي للحكومة أن تأخذ ذلك في الحسبان ضمن الجهود المبذولة لإدارة المناطق الساحلية، وأن تأخذ أيضاً بعين الاعتبار دراسة امتصاص المعادن عن طريق الكائنات الحية البحرية.

المكسيك

نهر كواتزاكوالكوس هو ثالث أكبر نهر في المكسيك. والممر الصناعي المبني على ضفافه يحتضن نحو ٦٥ من مصانع البتروكيماويات بما في ذلك معمل تكرير لازارو كارديناس، وهو الأقدم في البلاد. إلا أن مياه الصرف الصحي الناتجة عن العمليات الصناعية وتوسيع المستوطنات البشرية غيرت بشكل كبير من الصورة البيئية لهذا الحوض النهري المهم.

وقد أظهرت قياسات التاريخ باستخدام الرصاص-٢١٠ أن ثمة زيادة في معدل الترسيب والملوثات المرتبطة به بدأت تظهر مع النمو العمراني السريع والتوسع الصناعي خلال الفترة بين عامي ١٩٧٠ و١٩٩٠. والزيادة في متوسط معدلات تراكم الرواسب هي على الأرجح نتيجة لتآكل التربة الناجم عن التغيرات في استخدام الأراضي لدعم التنمية الصناعية والعمرانية في هذه المنطقة.

وزيادة التلوث النفطي واضحة أيضاً في مصب النهر. وتشير تركيزات الملوثات العضوية في الرواسب الجوفية إلى احتراق أنواع الوقود الأحفوري كسبب محتمل. ومنذ عام ١٩٨٠ فصاعداً، وصلت تركيزات المعادن الثقيلة في المنطقة إلى مستويات يمكن أن تشكل خطراً على الكائنات الحية البحرية. ويوصي الخبراء ببرنامج للفحوص الدورية، بما في ذلك تدابير للتحكم في النفايات السائلة المنبعثة من المناطق العمرانية والصناعية إلى نهر كواتزاكوالكوس وروافده.

نيكاراغوا

بحيرة بلوفيلد في منطقة نيكاراغوا المتمتعة بالحكم الذاتي في جنوب المحيط الأطلسي هي ملاذ إيكولوجي لمجموعة متنوعة من نظم الحياة البحرية والنظم الإيكولوجية. وتوفر موطناً طبيعياً للأسماك والقشريات وأنواع بحرية ذات أهمية تجارية بالغلة. ومع ذلك، فإن النمو السكاني السريع في المستوطنات المقامة حول البحيرة، إلى جانب زيادة الأنشطة في مجال صيد الأسماك والحراجه والزراعة، يهدد التوازن الخاص بهذا النظام البيئي الدقيق.

والبحيرة هي أيضاً الرافد الرئيسي لنهر إسكونديو، الذي يحمل ما يقدر بنحو ١١,٦ مليار متر مكعب من الرواسب ودوافق النهر سنوياً. وعلاوة على ذلك، فإن الخراب الذي خلفه إعصار خوان في عام ١٩٨٨ أدى إلى تدمير شبه كامل للحوض، وأضاف الكثير إلى تراكم الرواسب.

وقد استعانت نيكاراغوا بعملية تحليل لتأريخ عمر الرصاص-٢١٠ والمؤشرات البيئية الأخرى بهدف تقييم التغيرات في العملية الرسوبية وتحديد أسبابها المحتملة. كما تُبين هذه المؤشرات اتجاهات لتزايد مستوى التلوث غير العضوي خلال السنوات المائة الماضية.

وسوف تستخدم نيكاراغوا المعرفة المكتسبة من تلك التحليلات لتكرار هذه الدراسة في نظم إيكولوجية ساحلية أخرى داخل نيكاراغوا ذات ظروف مماثلة، بل وستمد نطاق الدراسة ليشمل المسطحات المائية الداخلية.

بنما

يتمثل أحد الأنشطة الاقتصادية الرئيسية في خليج أميرانتي بمقاطعة بوكاس ديل تورو في بنما في تجهيز الموز للتصدير. وترجع زراعة الموز في المنطقة إلى أكثر من ١٠٠ سنة؛ وهو نشاط زراعي يتسم باعتماده الكبير على المواد الكيميائية الزراعية والأسمدة وبتزايد حركة سفن الشحن إلى الموانئ المحلية.

وبالتالي فإن هذه الصناعة الرئيسية هي مصدر التلوث المتزايد للخليج بالمواد الكيميائية العضوية والمواد الهيدروكربونية. وثمة مصدر آخر للتلوث ناشئ عن المستوطنات الواقعة على طول خليج أميرانتي. ويعني عدم وجود محطات معالجة كافية أن مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة ومياه المجاري تودع مباشرة دون معالجة في الخليج أو الأنهار المجاورة. وخلال العقد الماضي، أدت زيادة عدد الركاب الذين يسافرون، للسياحة، إلى جزيرة كولون عن طريق العبّارات المائية، إلى تفاقم هذا الوضع.

وهذه العوامل، مجتمعة مع تضاريس الخليج التي تمنع التبادل النشط للمياه مع البحر المفتوح، إلى جانب إزالة الأحراج من غابة أشجار المانغروف، أسفرت عن زيادة مستويات التدهور البيئي للمرسي الواقع في خليج أميرانتي.

ويشدد كلٌّ من التقارير القطرية ذات الصلة على أن البيانات المتعلقة بالاتجاهات في مجال التلوث بالمعادن الثقيلة والتلوث العضوي، التي جُمعت على مدى السنوات المائة الماضية، سوف تكون أداة مفيدة لمتّخذي القرار في إطار صياغة استراتيجيات للإدارة المستدامة للمناطق الساحلية

الخطوات التالية

من المقرر أن يكتمل إنجاز المشروع المتعلق بالإدارة المستدامة لمنطقة البحر الكاريبي في عام ٢٠١٢.

وحتى ذلك الحين، لا يزال من المتوقع إجراء تدريب تكميلي على استخدام الرصاص-٢١٠ لتأريخ عمر الرواسب، فضلاً عن عقد اجتماع استعراضي لجميع النظراء. والأكثر أهمية من ذلك هو وضع استراتيجيات لجعل هذه التقارير متاحة - في شكل كامل وموجز - للجمهور على أوسع نطاق ممكن. وسوف تُعرض النتائج في اجتماع حكومي دولي يُعقد من قِبَل برنامج الأمم المتحدة للبيئة في منطقة البحر الكاريبي لنشرها على مستوى أعلى.

وينبغي بعد ذلك وضع استراتيجيات لزيادة دعم بلدان منطقة البحر الكاريبي في مساعيها لتنمية قدراتها الفردية على رصد وإدارة البيئة والحفاظ على تلك القدرات بما يجعل هذه النتائج العلمية القيّمة ذات مغزى.

رودolfo كويفنكو، شعبة الإعلام العام. البريد الإلكتروني: R.Quevenco.iaea.org.

ساهم في هذا المقال موظفون من إدارة التعاون التقني وإدارة العلوم والتطبيقات النووية.

المعاهد النظرية

شاركت المعاهد الوطنية التالية في المشروع الإقليمي للإدارة الساحلية المستدامة لمنطقة البحر الكاريبي:

. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR)، كولومبيا (معهد البحوث البحرية والساحلية)

. Universidad de Costa Rica (UCR)، كوستاريكا (جامعة كوستاريكا)

. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado، كوستاريكا (معهد كوستاريكا لنظم القنوات والمجاري)

. Japdeva، كوستاريكا

. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente، كوبا (وزارة العلوم والتكنولوجيا والبيئة)

. Universidad Autónoma de Santo Domingo، الجمهورية الدومينيكية (جامعة سانتو دومينغو المستقلة)

. Ministerio de Energía y Minas (MEM)، غواتيمالا (وزارة الطاقة والتعدين)

. Empresa Portuaria Quetzal، غواتيمالا (هيئة ميناء كويتزال)

. Ministère de l'environnement، هايتي (وزارة البيئة)

. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)، هندوراس (وزارة الموارد الطبيعية والبيئة)

. الوكالة الوطنية للبيئة، جامايكا

. Universidad Nacional Autónoma de México، المكسيك (جامعة المكسيك المستقلة الوطنية)

. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua، نيكاراغوا (جامعة نيكاراغوا المستقلة الوطنية)

. Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá، بنما (هيئة الموارد المائية في بنما)

. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)، إسبانيا (مركز بحوث الطاقة والبيئة والتكنولوجيا)

. Universidad del Oriente، فنزويلا (جامعة الشرق)