

المقتفيات الإشعاعية: أدوات نووية ضرورية لفهم المحيطات



يمكن تطبيق دراسات المقتفيات الإشعاعية في الهياكل العائمة أو التي تسكن قاع البحر وتُعرف باسم ميزوكوزم. وهذه الأداة التجريبية القيّمة تسمح بدراسة البيئات الطبيعية تحت ظروف خاضعة للرقابة، وتجمع بين فوائد العمل في المختبر والعمل الميداني. (الصورة من: نيك كوينغ).

تقريباً. وتنتج 'البصمة النظائرية' الفريدة للمقتفيات الإشعاعية أثراً واضحاً للعيان في غضون اقتفائها للمغذيات، أو الطاقة، أو الملوثات عبر كائن حي أو شبكة غذائية أو نظام إيكولوجي. ومن السهل اكتشاف المقتفيات الإشعاعية بكميات دقيقة، ولذلك يمكن إجراء دراسات دون تسميم الكائنات الحية أو النظم الإيكولوجية أو التأثير على كيمياء النظام أو ديناميات السوائل به. وتطبق الوكالة المقتفيات الإشعاعية في كلٍّ من التجهيزات المخبرية والعمل الميداني، ولكلٍّ منهما نقاط قوته. وتسمح التجارب المخبرية بميزة إيجاد نظم إيكولوجية مبسطة واصطناعية يمكن من خلالها دراسة العمليات والتفاعلات الطبيعية دون انقطاع. وتعالج الدراسات الميدانية الأنظمة المعقدة في العالم الحقيقي، وهي ذات قدرة على الإجابة على الأسئلة المتعلقة بمصير المركبات، والديناميات بين الأنواع المختلفة، وكيفية التصاق المركبات بالرواسب و/أو انتشارها كمكونات في البيئة.

وخلال الدراسات الميدانية التي تُجرى على نطاق أوسع، تُستخدم المقتفيات الإشعاعية في المقام الأول للكشف عن عمليات انتقال وانتشار واستقرار المواد الكيميائية في البيئة الطبيعية. وتطوَّق هذه الدراسات على البيئات الساحلية حيث جرى تقييم

إن عمل الوكالة في سبيل المساعدة على فهم محيطاتنا وحمايتها في نهاية المطاف يعتمد على أدوات بحثية نووية تسمى 'المقتفيات الإشعاعية'. والمقتفيات الإشعاعية هي مركبات كيميائية تحتوي على نظائر مشعة فريدة من نوعها. ونظائر أي عنصر تحتوي جميعاً على ذات عدد البروتونات الموجودة في النواة، ولكنها تحوي أعداداً متفاوتة من النيوترونات. وبالتالي فإن النظائر هي أشكال لعنصر واحد ذي كتلة مختلفة. وعندما لا يتغير تكوين النواة بمضي الوقت، تُعتبر بمثابة نظير مستقر. والنظائر غير المستقرة، أو المشعة، 'تضمحل' بمرور الزمن. وبعبارة أخرى، فإنها تتحول إلى عنصر آخر، أو حالة طاقة أخرى، من خلال عملية تُعرف باسم التحول، وفيها تنبعث من النوى الذرية (البروتونات والنيوترونات) جسيمات مشحونة ومؤيَّنة نشطة للغاية، و/أو موجات كهرومغناطيسية نشطة للغاية، وهو ما يُدعى انبعاث أشعة غاما.

ويقوم علماء الإيكولوجيا الإشعاعية بشكل روتيني بإدخال كميات صغيرة من 'المقتفيات الإشعاعية'، أي نظير مشع، إلى نظام بيولوجي معقد، على سبيل المثال، ليكونوا قادرين على مراقبة كيفية عمل الخلايا أو الأنسجة. ويمكن للعلماء تحديد المقتفيات الإشعاعية من بين سائر المركبات الطبيعية والمتطابقة

مع الكائنات الحية، بعد إفرازها من جسم الإنسان ومرورها عبر أنظمة الصرف الصحي.

وعلى الرغم من إمكانية استخدام المقتنيات الإشعاعية على نطاق واسع، فإنها محددة بقيود، أبرزها في المقام الأول أن دراسة بعض العمليات تستلزم استيعاب المقتنيات وانتشارها في البيئة لعدة أيام أو لفترة أطول. وفي بيئات المياه المفتوحة، يمكن أن يؤدي ذلك إلى انتشار واسع جداً بسبب التيارات، وحركة الأمواج، وقيام الحيوانات المهاجرة بإزالة المقتنيات بعيداً عن منطقة الدراسة. ومع ذلك، فإن هذا الخل لا يقف حائلاً دون دراسة بعض موائلنا البحرية الأكثر حيوية. ومناطق التطويق الساحلي ومزارع تربية الأحياء المائية والشعاب المرجانية والهيكل العائمة أو التي تسكن قاع البحر، كلها يمكن استخدامها لتقييد حركة الكائنات الحية والمقتنيات، مما يجعلها بيئات مواتية جداً لمثل هذه الدراسات باستخدام أحدث وسائل التكنولوجيا النووية.

إلا أن آخر التقارير عن حالة محيطاتنا مثيرة للقلق في أحسن الأحوال. فاستغلال الموارد المحدودة لتلك المحيطات، والزيادة في التلوث البحري، وتدمير ما بها من موائل يُنتفع بما توفره من خدمات، كل ذلك يضع ضغطاً ضخماً على ما تحويه من كائنات حية. والمقتنيات الإشعاعية أدوات نووية فريدة من نوعها يمكن استخدامها لدراسة التلوث وانتقاله في السواحل والمحيطات. وتسعى الوكالة وشركاؤها لتوفير هذه التقنيات النووية من أجل تحسين فهم صحة المحيطات، مع تشجيع البلدان على اتخاذ خطوات عملية لمنع حدوث المزيد من التدهور بها.

كاث هيوز، المنظمة الأسترالية للعلم والتكنولوجيا النوويين

¹ الخطر البيئي من الملوثات المؤيئة: التقييم والتصرف
(ERICA)- <http://www.eric-tool.com>

وتمحيص مدى تأثير عمليات التخلص من مياه الصرف الصحي والنفايات السائلة الأخرى. وفي السبعينات من القرن الماضي، كشفت سلسلة من الدراسات التجريبية التي أجريت على نظم البحيرات الكندية، باستخدام مقتنيات إشعاعية للمعادن الثقيلة (الكاديوم-١٠٩، والزنك-٦٥، والزرنيق-٢٠٣، والحديد-٥٩، والكوبالت-٦٠، والسيزيوم-١٣٤، والسيلينيوم-٧٥) ومقتنيات إشعاعية للمغذيات (الكربون-١٤)، عن الكيفية التي يتم بها امتصاص المقتنيات في الرواسب والمغذيات. وأظهرت أيضاً كيفية انتقال الملوثات من المياه والرواسب إلى الكائنات الحية. ومن هناك تدخل هذه الملوثات وتتحرك عبر السلسلة الغذائية. وفي الآونة الأخيرة، أثبتت مخاوف بشأن التأثير الإشعاعي الذي ربما تكون مثل هذه الدراسات الميدانية قد خلفته على البيئة. وقد تركز تقييم جرعات الأحياء غير البشرية (أداة تقييم الخطر البيئي من الملوثات المؤيئة ERICA)^١ فيما يخص دراسة إحدى البحيرات على ما إذا كانت تركيزات

آخر التقارير عن حالة محيطاتنا مثيرة للقلق في أحسن الأحوال. فاستغلال الموارد المحدودة لتلك المحيطات، والزيادة في التلوث البحري، وتدمير ما بها من موائل يُنتفع بها، كل ذلك يضع ضغطاً ضخماً على ما تحويه من كائنات حية.

المقتنيات الإشعاعية المستخدمة مرتفعة بما يكفي للتأثير سلباً على النظام الإيكولوجي؛ وأكدت النتائج أن الجرعات كانت أدنى من المستويات المرجعية التي حددتها اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات. ويشير ذلك إلى جدوى استخدام المقتنيات الإشعاعية بأمان في الدراسات التي تُجرى على نطاق النظم الإيكولوجية.

والمقتنيات الإشعاعية، بما لها من تأثير بيئي محدود، قابلة للاستخدام في مجموعة متنوعة من التطبيقات الجديدة لإيجاد وعي أوسع بالبيئة وبالتحديات التي تواجهها. فمن خلال استخدام الكربون-١٤ أو الفوسفور-٣٢، يمكن دراسة ديناميات المغذيات واكتساب فهم أفضل للأسس التي يقوم عليها أي نظام إيكولوجي. وباستخدام المناظرات القصيرة العمر لنواتج الصناعة النووية مثل السيزيوم-١٣٤ والسترونشيوم-٨٥، أو نظائر المعادن الثقيلة، يمكن لعلماء الإيكولوجيا الإشعاعية دراسة تراكم الملوثات في الكائنات الحية البحرية والتضخم الأحيائي (أي الزيادة التراكمية لتركيز المواد في الكائنات الحية بمستويات أعلى بشكل مطرد في السلسلة الغذائية). والتضخم الأحيائي هو أحد الجوانب المهمة للتلوث البحري ويثير القلق بصفة خاصة بالنسبة للأحياء الأطول عمراً مثل البشر. وتشمل التطبيقات الأخرى المحتملة للمقتنيات الإشعاعية استخدامها على النطاق المجهرية وفيما يخص بطاقات التعريف التي تُلصق على الجزئيات العضوية، مثل العقاقير، لتتبع سلوكها عند تفاعل هذه الجزئيات