موجز الوكالة
١/٢٠١٩
IAEA

الصناعة

تطبيقات المقتفيات الإشعاعية والمصادر المختومة تساعد على رصد حركة الرواسب

ملخَّص

١- يعيش أكثر من نصف سكان العالم على السواحل البحرية، وعند مصبَّات الأنهار وعلى ضفافها، حيث توجد تحدِّيات ناشئة عن تنقُّل الرواسب كنتيجة مباشرة لعمليات التآكل الساحلية المُعجّلة.

٢- وتُعَدُّ الدراسات المتعلقة بتنقل الرواسب في الأنهار والسواحل ذات أهمية حاسمة لتشييد البنية الأساسية الرئيسية وصيانتها، مثل الموانئ، وأرصفة الموانئ، واستصلاح المناطق الساحلية، والتجريف، ومشاريع الري.

٣- وتُستخدم تطبيقات المقتفيات الإشعاعية والمصادر المختومة استخداماً واسعاً لمراقبة تحرُّكات الرواسب في الأنهار والبحار بغيةَ توفير تفاصيل حيوية لا بدَّ منها لأعمال التشييد والصيانة النهرية والبحرية، مثل السدود والموانئ.

مقدِّمة

السواحلُ وقيعان البحر هي مناطق ديناميكية تحتوي على رواسب تمرُّ عبر مراحل من التآكل فالتنقُّل ثمَّ الترسُّب فالثبات. وتشمل الأسباب الرئيسية لهذه التغييرات ارتفاع منسوب مياه البحر، والأمواج والتسونامي الناجمة عن الزلازل، والانهيارات الطينية، وسقوط الأمطار الغزيرة، والعواصف. وكذلك يمكن للأنشطة البشرية، مثل بناء الحواجز والأرصفة البحرية، وتجريف مصبَّات المجاري المائية، أن تعطِّل التدفُّق الطبيعي للرمال.

وتمثِّل العواقب الاجتماعية والاقتصادية الناجمة عن تغيُّر الرواسب تحدِّيات عالمية تبعث على القلق. غير أنَّ ثمَّة خيارات متاحة قابلة للتطبيق يمكن أن توفِّر المعلومات ذات الصلة لتتبُّع

تُستخدم مقاييس التشتت والإرسال بالاستعانة بأشعة غاما، مثل مقياس العكورة من طراز JJD3، استخداماً ميدانيًّا لقياس التركيزات العالية للرواسب المترسبة في المرافئ وقنوات الملاحة وخزانات السدود والأنهار.
(الصورة من: ب. بريسيت/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

تنقُّل الرواسب وتقييمه. وأحد هذه الخيارات استخدامُ تطبيقات المقتفيات الإشعاعية والمصادر المختومة.

وتدعم الوكالة البلدان في رصد حركة الرواسب باستخدام المقتفيات الإشعاعية. ويمكن أن تساعد التقنيات النووية في

استقصاء ديناميات الرواسب، وتوفير بارامترات مهمة تتيح تحسين تصاميم الإنشاءات الهندسية المدنية وبلوغ مستوياتها المُثلى. ومنذ الستينيات من القرن الماضي، ما فتئت النظائر المشعة، بصفتها مقتفيات ومصادر مختومة، تمثِّل أدوات مفيدة لا غنىً عنها في معظم الأحيان في دراسات نقل الرواسب.

ما هي أهمية دراسة تنقُّل الرواسب؟

يُعَدُّ التصرف في الرواسب أمراً مهمًّا تضعه جميع البلدان في الاعتبار عندما يتعلق الأمر بحماية سواحلها وسكانها من حركة الرواسب، التي قد تؤدي إلى فيضانات أو انهيارات أرضية أو فقدان السهول الفيضية والأراضي الزراعية على نحو واسع النطاق.

ويُعَدُّ فهم سلوك حركة الرواسب وتأثيرها أمراً مهمًّا لتطوير الموانئ والمرافئ، وعمليات التجريف، والمشاريع الهندسية، وانتقال التلوث، والفيضانات وحماية السواحل، وحماية السكان، وجودة المياه، والسياحة، وإدارة المناطق الساحلية، وحماية الموائل البيئية.

ومن شأن امتلاك مجموعات بيانات دقيقة وقاطعة توفِّر التفاصيل عن حركة الرواسب والظروف المؤدِّية إلى التآكل والنقل أن يتيح للبلدان وضع استراتيجيات إدارية فعَّالة لتجنُّب وقوع الأضرار البيئية، بالإضافة إلى اتخاذها تدابير فعَّالة من حيث التكلفة لحماية الرواسب ومنع استنفادها.

وتتمثَّل المشكلة النموذجية التي تواجه حركة الرواسب في إدارة عمق المياه في الموانئ والمرافئ لضمان أن تكون عميقة بدرجة كافية للتعامل مع حركة السفن. وتحقيقاً لهذه الغاية، تُجرى عمليات التجريف. ومن الأهمية بمكان انتقاء موقع ملائم لطمر مواد التجريف من أجل الحدِّ من أن تعود الرواسب متدفِّقةً إلى داخل قناة الملاحة.

ما هي المقتفِيات الإشعاعية؟

المقتفِيات هي مواد ذات خصائص ذرية أو نووية، أو فيزيائية، أو كيميائية أو بيولوجية يمكن أن تساعد في تحديد أو مراقبة أو متابعة سلوك مختلف السيرورات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية. وتُستخدم المقتفِيات الإشعاعية على نطاق واسع في قياس معدَّل تدفُّق السوائل والغازات والمواد الصلبة.

تقنيات النظائر المشعَّة تساعد في تعقب حركة الرواسب

ما انفكَّ العلماء يستخدمون التقنيات النووية لدراسة تراكم الرواسب وتنقلها عبر الموانئ والمرافئ الرئيسية، موفِّرين بذلك دعماً حيويًّا للعديد من مشاريع الهندسة المدنية. وتُستخدم تقنيات النظائر المشعَّة على نطاق واسع في رصد انزياحات الرواسب (الحصى والرمال والطمي) في الأنهار والبحار. وهذه المعلومات ضرورية للقيام بأعمال البناء والصيانة النهرية والبحرية، مثل السدود وقنوات الملاحة وأحواض المرافئ، وكذلك لتصميم وصيانة الحواجز أمام الشواطئ وحماية السواحل من التآكل.

وهناك نوعان من تقنيات النظائر المشعَّة المستخدمة في دراسات تنقُّل الرواسب:

١- المقتفيات الإشعاعية التي تتعقَّب وتتتبَّع حركة الجسيمات الصلبة تحت تأثير التيارات المائية والأمواج؛

٢- والمصادر المختومة للنظائر المشعَّة (المقاييس النووية أو الأدوات النووية) التي يقاس بها تركيز الرواسب أو كثافة الرواسب ومخاليط المياه في الأنهار، ومصبات الأنهار، والسدود، وقنوات الملاحة.

وتساعد هذه التقنيات في الحصول على معلومات كمية، مثل اتجاه حركة الرواسب وسرعتها وسماكتها. وتساعد المقتفيات على تحديد تنقل الرواسب عن طريق استيعاب التيارات المدية وديناميات الأمواج وسيرورات تنقُّل الرواسب المتمثِّلة في التآكل فالتنقُّل ثمَّ السكون فالترسُّب. وفي حين تستخدم مقاييس غاما الخاصة بالانتثار والإرسال في رصد الرواسب، تستخدم المقتفيات الإشعاعية لقياس تركيز الرواسب المترسِّبة إمَّا قياساً ثابتاً أو ديناميكيًّا.

وتُعَدُّ تقنيات المقتفيات الإشعاعية وسيلة فعَّالة لدراسة ديناميكيات الرواسب، لأنها تستطيع أن تقدِّم تقييماً آنياً دقيقاً يوضح مكان تنقُّل الرواسب وكيفية التنقل. وهناك إجراء شائع ينطوي على إضافة كميات صغيرة من النظائر المشعَّة (كالذهب-١٩٨ أو الإيريديوم-١٩٢) في عيِّنات الرواسب المراد قياسها، إذْ تُلقى تلك الكميات الصغيرة في المراحل الرئيسية من

عملية أخذ العيِّنات، ثمَّ يُرصد تنقُّلها بعد ذلك باستخدام كواشف تجرُّها الزوارق.

وغالبًا ما تُستخدم تقنيات المقتفيات كذلك للتحقُّق من صحة نتائج التقنيات الأخرى المستخدمة لتقييم سلوك الرواسب، مثل الدراسات الاستقصائية السبرية، التي تساعد في قياس عمق المياه، أو النماذج الرياضية والفيزيائية، المصمَّمة لإجراء هذا النوع من الفحوص. وهناك أيضاً اتجاه متزايد نحو تحليل تجارب المقتفيات الإشعاعية باستخدام الديناميكيات الحسابية للموائع، وهي فرع من فروع ديناميات السوائل التي تستخدم التحليل الرقمي والقواعد الرياضية لتحليل تدفقات السوائل. ويتوقَّع أن يؤدِّي ذلك إلى نماذج أكثر موثوقيةً وإلى التحقُّق بصورة أفضل من صحة النتائج.

خصائص الرواسب

يتأثَّر تنقل الرواسب بشكل رئيسي بالرياح والأمواج وظروف الطقس. ولفهم سلوك الرواسب في مختلف البيئات، من المهم الإلمام ببعض تعريفات الرواسب وخواصها.

تبلغ كثافة معظم الرواسب حوالي ٢,٦٥ غم/سم^{٣}، على الرغم من اختلاف أبعادها وأشكالها. ويمكن تصنيف الرواسب بحسب حجم حبيباتها، ابتداءً من الطين إلى الحصى. ويعتبر تصنيف وينتورث (١٩٢٢)[١] أحد أوسع التصنيفات انتشاراً في حقل علم الرواسب. وهو يشمل أربع أصناف من الجسيمات:

١- الحصى: جسيمات يزيد قطرها عن ٢ مم؛

٢- والرمال: جسيمات يتراوح قطرها ما بين ٦٣ ميكرومتر (ميكرون) و ٢ مم؛

٣- والطمي: جزيئات يتراوح قطرها ما بين ٢ ميكرون و٦٣ ميكرون؛

٤- والطين: جزيئات يقلُّ قطرها عن ٢ ميكرون.

وعادة ما تُعنى دراسات تنقُّل الرواسب في البحار والأنهار والسدود بالرمال والطمي. وهناك تصنيفات فرعية مختلفة للرمال وفقاً لأحجامها.

[١] Wentworth, C. K., 1922, *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*, in The Journal of Geology, Vol. 30, No. 5, pp. 377-392. Available at: www.jstor.org/stable/30063207

نظام الكشف باستخدام الجهاز المحمول لقياس طيف أشعة غاما، المعروف بـ GISPI (جهاز غاما الموقعي المحمول) الذي يُركَّب أمام مركبة، مثل السيارات التي تُستخدم لرسم خريطة النشاط الإشعاعي الطبيعي للرواسب في المناطق الساحلية.

(الصورة من: جي. بيزويدنهاوت/كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة ستيلينبوش، جنوب إفريقيا)

الدعم المُقدَّم من الوكالة

تدعم الوكالة دولها الأعضاء في الترويج لتقنيات النظائر المشعَّة وتطبيقها لحماية الهندسة الساحلية وخدمة القطاع البيئي بشكل أفضل.

الفوائد:

- تعزيز وتوفير الخدمات التي تتيحها المقتفيات الإشعاعية والمصادر المختومة للهندسة الساحلية وإدارة الأنهار وصيانة السدود؛
- وتشجيع طلاب الدراسات العليا في كليات الهندسة البيئية والمدنية على توسيع معارفهم والاستفادة من تقنيات المقتفيات الإشعاعية والمصادر المختومة في البحث والتطوير؛
- وزيادة الوعي بين المهندسين والمديرين في قطاعي الهندسة البيئية والساحلية بإمكانيات تقنيات المقتفيات الإشعاعية في إجراء دراسات استقصائية في المواقع والإنشاءات الساحلية المعقَّدة.

ويتمُّ، من خلال برنامج التعاون التقني للوكالة، توفير التدريب في مختبرات الوكالة في زايبرسدورف، بالنمسا، كما يحظى

١/٢٠١٩

موجز الوكالة

تدريب قدَّمه خبراء من الوكالة حول استخدام مقياس نووي لرصد تركيز الرواسب على طول قناة الوصول في مرفأ العرائش بالمغرب.
(الصورة من: ب. بريسيت/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

المتدرِّبون بالرعاية في المختبرات المعيَّنة التابعة للدول الأعضاء حيث تتوفَّر تطبيقات المقتفيات الإشعاعية لدراسات الرواسب. وتضطلع الوكالة بدور رئيسي في تيسير نقل تكنولوجيا المقتفيات النووية. فهي تساعد الدول في تطوير مواردها البشرية، وتدعم تعليم المتخصِّصين الشبان، وتساعد في التقيُّد بأفضل الممارسات اللازمة لضمان استدامة التكنولوجيات ونقل المعارف. ويُعَدُّ تطوير المواد التدريبية للمتخصِّصين في المقتفيات الإشعاعية وممارسي هذه المقتفيات من بين الأهداف الرئيسية لهذه المساعدة المهمة الرامية إلى تعزيز حماية المناطق الساحلية والأنهار.

المجالات التي يمكن أن تستفيد فيها الدول الأعضاء من دعم الوكالة

- بناء القدرات في مجال استخدام المقتفيات الإشعاعية لأغراض الحماية الساحلية.
- زيادة الوعي بكيفية دعم هذه التقنيات لبرامج الإدارة المحسنة للرواسب.
- إقامة روابط إقليمية بغرض تحديد المناطق التي يشكِّل فيها تنقُّل الرواسب تحدِّياً، وتقييم كيف يمكن للمقتفيات الإشعاعية أن تدعم تحسين الإجراءات الفعَّالة الرامية إلى منع استنفاد الرواسب ومكافحته.

تصدر موجزات الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية عن مكتب الإعلام العام والاتصالات

المحرِّرة: آبها ديكسيت • التصميم والتخطيط: ريتو كين

للحصول على المزيد من المعلومات عن الوكالة وعملها، زوروا موقعنا الشبكي www.iaea.org

أو تابعونا على

أو طالعوا منشور الوكالة الرئيسي، مجلة الوكالة، عبر الرابط التالي www.iaea.org/bulletin

IAEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

البريد الإلكتروني: info@iaea.org • رقم الهاتف: ٠-٢٦٠٠ (١) ٤٣+ • رقم الفاكس: ٧-٢٦٠٠ (١) ٤٣+