IAEA
موجز الوكالة
٢/٢٠١٩

المياه

الهيدرولوجيا النظيرية من أجل أمن المياه واستدامتها في العالم

تقدِّم بصمات نظائر الأكسجين في المياه معلوماتٍ عن أصلها وعمرها، وتُقاسُ عن طريق موازنة عيِّنات المياه بغاز ثاني أكسيد الكربون في المختبر باستخدام قياس الطيف الكتلي. (الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

ملخَّص

١- للحصول على المياه العذبة أهميةٌ أساسية لرفاه الإنسان وتنميته، وعليهِ فإنَّ ضمان أمن المياه مسألة ضرورية.

٢- وتشكِّل المياه الجوفية ما يربو على ٩٥٪ من المياه العذبة المتاحة في العالم.

٣- وتساعد التقنيات النظيرية على تحديد عُمر المياه الجوفية ومعدَّلات تجدُّدها، ممَّا يمكِّن البلدان من إدارة موارد المياه العذبة لديها بشكل أفضل على نحو مستدام.

٤- وتعزِّز الوكالة الوعي بفوائد التقنيات النظيرية وتقدِّم للدول الأعضاء فيها الراغبة بتقييم مواردها المائية ووضع استراتيجيات وسياسات وطنية فعَّالة لإدارة المياه دعماً في تطبيق التقنيات النظيرية.

مقدِّمة

إنَّ ضمان الحصول على قدرٍ كافٍ من المياه العذبة لتلبية متطلبات سكان العالم الذين تتزايد أعدادهم أكثر فأكثر وضمان النظم الإيكولوجية الصحية مسألة تمثِّل تحدِّياً عالميًّا. ومن أجل إدارة المياه العذبة بطريقة مستدامة، يحتاج صنَّاع القرار إلى فهم الحالة الهيدرولوجية واحتياجات توافُر المياه لمناطق جغرافية محدَّدة.

ويقود سوء إدارة الموارد المائية في العادة إلى انخفاض مستويات المياه في مستودعات المياه الجوفية، فضلاً عن تلوُّث المياه. وتدعم الوكالة الدول الأعضاء في تطبيق تقنيات الهيدرولوجيا النظيرية للتصدِّي للتحدِّيات المتعلقة بالمياه. ويسهم هذا الدعم أيضاً في تحقيق الهدف ٦ من أهداف التنمية المستدامة، والذي يدعو إلى توافُر المياه المأمونة للجميع بحلول عام ٢٠٣٠.

ما كمية المياه العذبة المتوافرة لدينا؟

تشكِّل مياه البحر قرابة ٩٤٪ من مجموع المياه على وجه الأرض، وهي غير مناسبة لاستهلاك الإنسان. وأمَّا نسبة ٦٪ المتبقية — المياه العذبة — فهي موجودة في الغالب في شكل جليد في المناطق القطبية. وتوجد المياه العذبة المتاحة أساساً في مستودعات المياه الجوفية (٩٥٪)، مع وجود نسبة ضئيلة فقط (٥٪) في الأنهار والبحيرات. لذا تُعَدُّ المياه الجوفية المصدر الرئيسي للمياه العذبة المتاحة لاستهلاك الإنسان في جميع أنحاء العالم، وتتزايد أهميتها مع نمو السكان.

الهيدرولوجيا النظيرية توفِّر معلومات عن المياه

توفِّر النظائر البيئية رؤية نافذة فريدة عن مصدر المياه، وكذلك عن تاريخها وحركتها من خلال الدورة المائية. وهذه البيانات مهمَّة لصنَّاع القرار لاعتماد سياسات ملائمة على صعيد البيئة والحفاظ على المياه.

وتحمل جزيئات الماء 'بصماتٍ' فريدة تبعاً للنِّسب المختلفة التي تحتوي عليها من النظائر المستقرة، التي هي عناصر كيميائية تشتمل ذراتها على نفس عدد البروتونات ولكن على عدد مختلف من النيوترونات. وتتألَّف جزيئات الماء من ذرَّات الهيدروجين والأكسجين، غير أنَّ هذه الذرَّات موجودة في نظائر مختلفة، ومن خلال قياس هذه النظائر يمكننا أن نكتشف معلوماتٍ عن تاريخ المياه.

والنظائر المشعَّة غير مستقرَّة وتُطلق باستمرار طاقةً تسمَّى النشاط الإشعاعي بينما تضمحل على نحو مطّرد لكي تستعيد استقرارها. وبمعرفة العمر النصفي للنظير المشعِّ ومحتواه في الماء، يمكن للعلماء تحديد عمر المياه التي تحتوي على تلك النظائر المشعَّة. وهو ما يتيح للعلماء تحديد عمر المياه ومعدَّلات تجدُّد مستودعات المياه الجوفية، وهو ما قد يتراوح من بضعة عقود إلى ملايين الأعوام.

وأمَّا النظائر المستقرة فلا تتحلَّل وهي موجودة في جزيء الماء. ويستخدم العلماء محتوى النظائر المستقرَّة في المياه السطحية والجوفية بمثابة «بصمة» للكشف عن مختلف العوامل والعمليات، بما في ذلك مصادر وتاريخ المياه، وظروف هطول الأمطار في الماضي والحاضر، وتجدُّد مستودعات المياه الجوفية، واختلاط وتفاعلات الأجسام المائية، وعمليات التبخُّر، وموارد الطاقة الحرارية الأرضية، وعمليات التلوُّث.

وتمثِّل التقنيات النظيرية أحد الأساليب العلمية الرئيسية لتعقُّب حركة المياه العذبة وتقييم عمر ومعدَّل تجدُّد المياه الجوفية المتاحة. وتُطبَّق تكنولوجيات النظائر بشكل فعَّال لتحديد مصدر المياه وعمرها وحركتها وتفاعلاتها فوق وتحت الأرض على حدٍّ سواء. ويمكن تصوُّر البيانات التي تمَّ الحصول عليها في شكل خرائط التعرُّض الهيدرولوجية لكي يتسنَّى للخبراء اتخاذ قرارات بشأن الإدارة المستدامة لموارد المياه.

بناء القدرات: الدعم المقدَّم من الوكالة الدولية للطاقة الذرية

ثمَّة حاجة إلى إجراء تقييمات للموارد المائية الوطنية من أجل تعزيز قدرات الدول الأعضاء على تلبية متطلبات إمدادات المياه ومعالجة أمن المياه بشكل أفضل. وتساعد الوكالة البلدان على فهم الدورة المائية من خلال تطبيق التقنيات النظيرية.

وتتركَّز أنشطة بناء القدرات لتحقيق أمن المياه على ما يلي:

- تطوير وتعزيز أساليب أسهل ومنخفضة التكلفة لتحليل النظائر المستقرة والنظائر المشعَّة من أجل تعزيز القدرات في الدول الأعضاء؛
- تقديم دورات تدريبية وإجراء مشاريع بحثية منسَّقة؛
- تدريب عملي مكثَّف وخدمات تحليلية مقدَّمة في مختبر الهيدرولوجيا النظيرية التابع للوكالة ذي التجهيزات الحديثة؛
- إنشاء مراكز متعاونة لتحليل النظائر للدول الأعضاء غير المجهَّزة بالمرافق التحليلية اللازمة لإجراء مثل هذه البحوث؛
- إدماج نُهج مبادرة الوكالة لتعزيز توافر المياه (IWAVE) لدعم الدول الأعضاء في إدراج التقنيات النووية بشكل أكثر فعالية في تقييماتها للموارد المائية الوطنية؛

- التعاون مع مجموعات الأبحاث المتقدِّمة للمساعدة على تحقيق النواتج الرئيسية لبرنامج الموارد المائية التابع للوكالة؛
- دعم تنفيذ مشاريع الوكالة لتقييم المياه الجوفية ودراساتها في مستودعات المياه الجوفية الممتدة العابرة للحدود والإقليمية.

لمحة موجزة عن قصص نجاح

تروِّج الوكالة لاستخدام الهيدرولوجيا النظيرية بتدريب الخبراء الوطنيين على تحديد وتقييم قدرة موارد المياه الجوفية؛ وتمكين استخدام مقتفيات النظائر لجمع البيانات الأساسية حول منشأ وسلوك الملوِّثات؛ ودعم قواعد البيانات العلمية التي تُرشد سياسات استخدام المياه في الدول الأعضاء. ونبيِّن أدناه بعض الإنجازات الأخيرة للوكالة ودولها الأعضاء في هذا المجال.

- فقد ساعدت الوكالة، من خلال مشروع التعاون التقني الإقليمي المعنون «الإدارة المتكاملة والمستدامَة لنُظم مستودعات المياه الجوفية والأحواض المشتركة في منطقة الساحل» ١٣ بلداً من بلدان منطقة الساحل على استخدام التكنولوجيا النووية لتحديد أصول نُظم المياه الجوفية الرئيسية ومسارات تدفُّقها ومعدَّلات تجدُّدها ولتقييم جودة المياه الجوفية.

  وبفضل بناء القدرات في أخذ العيِّنات المائية وأساليب الهيدرولوجيا النظيرية، مكَّنت الوكالة هذه البلدان من دراسة سمات مستودعات المياه الجوفية الرئيسية وكذلك التفاعل بين الأجسام المائية، وتقييم قابلية تعرُّض المياه الجوفية للتلوُّث وأثر تغيُّر المناخ في توزُّع المياه وتوافرها. وتؤثِّر هذه العوامل في جودة المياه العذبة وتوافرها في منطقة الساحل.

- يحتضن حوض سبو في المغرب قرابة ٣٠٪ من موارد المياه السطحية في هذا البلد. ومن أجل فهم التفاعل بين المياه السطحية والمياه الجوفية في الحوض بشكل أفضل، دعمَ مشروع تعاون تقني وطني دراسةً شاملةً للديناميات الهيدرولوجية في المنطقة. وحدَّدت هذه الدراسة مصدر ملوحة المياه الجوفية بالإضافة إلى الكشف عن تركيزات عالية من النترات الناتجة عن الأنشطة الزراعية المحلية.

باحثان من جامعة بانغي يأخذان عيِّنات مياه من بئر في جمهورية أفريقيا الوسطى.
(الصورة من: لورا جيل/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

- فقد حالَ نقص البيانات الهيدرولوجية دون الإدارة الفعّالة لحوض لا بلاتا في الأرجنتين، والذي يحتوي على أكثر من ٨٥٪ من موارد المياه السطحية في البلد. وزوَّد مشروع تعاون تقني وطني النظراء في الأرجنتين بالمهارات والمعدات اللازمة لتحديد عمر مصادر المياه الجوفية وتدفُّقها ومعدَّل تجدُّدها.

- وفي منطقة آسيا والمحيط الهادئ، عانت مدينة تاكلوبان في الفلبين من الأعاصير المتكررة، ممَّا أثار عواصف عاتية تحمل مخاطر تلوُّث آبار المياه الجوفية بالمياه المالحة والملوِّثات. ومن خلال برنامج التعاون التقني، وبدعم من الشعبة المشتركة بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة، تمَّ نشر التقنيات النظيرية لتحديد خصائص مستودع المياه الجوفية الذي ترتكز عليه مدينة تاكلوبان. وتمكَّنت الوكالة من التأكيد بشكل جازم بأنَّ مياه الشرب مأمونة وصالحة للشرب وتتجدَّد بشكل كافٍ.

IAEA

موجز الوكالة

٢/٢٠١٩

الشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار (شبكة النظائر) بالأرقام

الشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار

تتولَّى الوكالة مهمَّة التنسيق للشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار (GNIP) بالتعاون مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، وتتألَّف الشبكة حاليًّا من قرابة ٣٨٠ موقع مراقبة في العالم. وتقدِّم الوكالة للدول الأعضاء المشورة، وكذلك دعماً لوجستيًّا وتقنيًّا، لمساعدة محطات الرصد الجديدة على أخذ عيِّنات من هطول الأمطار لأغراض تحليل النظائر. وتحافظ الوكالة أيضاً على الجودة لأمد طويل لقاعدة بيانات الشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار على الإنترنت، والتي تضمُّ مجموعات بيانات محفوظة مستقاة من أكثر من ١١٠٠ موقع مراقبة في أكثر من ١٠٠ بلد وإقليم جُمِّعت منذ أكثر من ٥٥ عاماً. ويستخدم العلماء هذه الشبكة لتوجيه العديد من التطبيقات العملية، بما في ذلك نمذجة توازُن المياه، وإعادة تجديد المياه الجوفية، وإعادة بناء الظروف المناخية.

ويتولَّى مختبر الهيدرولوجيا النظيرية التابع للوكالة دوراً رئيسيًّا في تحليل عيِّنات هطول الأمطار التي تُجمَّع من خلال الشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار، ويتعاون المختبر مع أكثر من ٣٥٠ مختبراً دوليًّا، تمَّ إنشاء أو دعم العديد منها من خلال مشاريع الوكالة ذات الصلة، للمساهمة في تحليل عيِّنات الشبكة المذكورة.

وحاليًّا تضمُّ قاعدة بيانات الشبكة العالمية لاستخدام النظائر في دراسة الأمطار أكثر من ١٣٠٠٠٠ مِن سجلات بيانات النظائر الفردية، وهي متاحة مجَّاناً للجمهور عبر منصة على موقع الوكالة تُعرف باسم 'WISER' (https://nucleus.iaea.org/water).

مجالات قد تستفيد الدول الأعضاء فيها من مساعدة الوكالة

- تشجِّع الوكالة الدول الأعضاء على اعتماد الهيدرولوجيا النظيرية للمساعدة على تقييم وإدارة موارد المياه العذبة لديها وتحديد التغيُّرات البيئية التي قد تؤثِّر في توافر المياه وجودتها.
- وتزوِّد الوكالةُ الدولَ الأعضاء بقاعدة بيانات عالمية عالية الجودة للنظائر من أجل إجراء استقصاءات عن الموارد المائية ونمذجة المناخ.
- وتقوم الوكالة ببناء القدرات في الدول الأعضاء لتطبيق بيانات النظائر ومنهجياتها لتقييم واستخدام المياه الجوفية بطريقة مستدامة.

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+