تحقيق المستوى الجيد

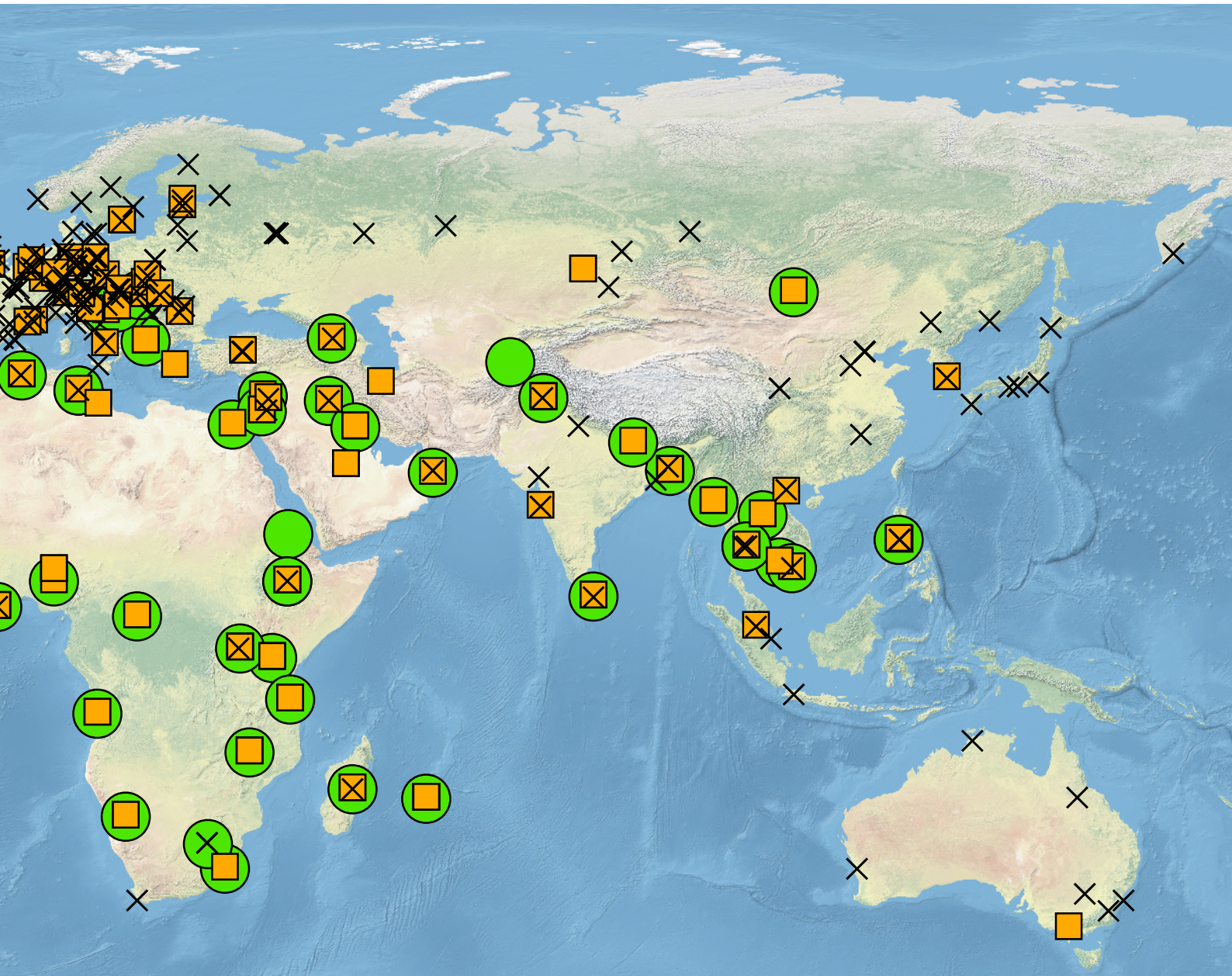
اختبار الوكالة لمدى جودة تحليل المختبرات للمياه

بقلم لورا غيل

ممتاز، أو جيد، أو مشكوك فيه أو غير مقبول: ما مدى جودة تحليل كيمياء المياه لديك؟ يمكن للعلماء معرفة ذلك من خلال المقارنة. وعلى مدار الثلاثين عاماً الماضية، أجرت الوكالة مقارنات للهيدرولوجيا النظيرية فيما بين المختبرات شملت المئات منها وأصبحت الوكالة مصدراً عالميًّا لاختبارات كفاءة الهيدرولوجيا النظيرية.

وقال لويس غونزاليس هيتا، أخصائي التكنولوجيا الهيدرولوجية في المعهد المكسيكي لتكنولوجيا المياه: "أحد الجوانب الرئيسية في أي علم هو جودة قياساتك." وأضاف قائلاً: "وينطبق هذا على الهيدرولوجيا النظيرية أيضاً. وضمان صحة بياناتنا وموثوقيتها يمنحنا قاعدة صلبة لإقناع واضعي السياسات."

وأخصائيو الهيدرولوجيا النظيرية هم العلماء الذين يدرسون الموارد المائية باستخدام بيانات النظائر. وتوفر دراساتهم معلومات بالغة الأهمية لوضع استراتيجيات وسياسات لحماية المياه. وكل أربع سنوات تقريباً، يشارك أكثر من ٣٠٠ مختبر



للهيدرولوجيا النظيرية في اختبارات الكفاءة من خلال المقارنة العالمية فيما بين المختبرات التي تنظمها الوكالة.

وتساعد مقارنة البيانات مع عينات اختبار الوكالة، والتي تشمل مجموعة واسعة من المياه من جميع أنحاء العالم، الموظفين في كل مختبر على اكتشاف نقاط الضعف التحليلية وتحسينها. وتساعدهم على التأكد من أنهم ينتجون باستمرار بيانات دقيقة ومحددة.

وتُعدُّ المقارنات المتقاطعة والمنتظمة أكثر أهمية اليوم من أيّ وقت مضى: فالتكنولوجيا تتقدم بسرعة، مما يجعل طرق وأجهزة الهيدرولوجيا النظيرية أرخص وأيسر منالاً. وعلى الرغم من أن هذه التغيُّرات التكنولوجية لها فوائدها، فإنها تؤدي إلى زيادة مخاطر وقوع الأخطاء نظراً لأن المستجدين في هذا المجال غالباً ما يكون التدريب الذي حصلوا عليه أقل تقدماً.

وقال غونزاليس هيتا: "في الوقت الحاضر، لا سيما من خلال الطرق المعتمدة على الليزر، فإن التكنولوجيا تؤدي الكثير من العمل". وأضاف قائلاً: "هذا يعني أن العلماء يعتمدون أكثر على طرق لإجراء التقييمات، ولكن هذا يعني كذلك أنهم يعتمدون بدرجة أقل على مجموعات المهارات".

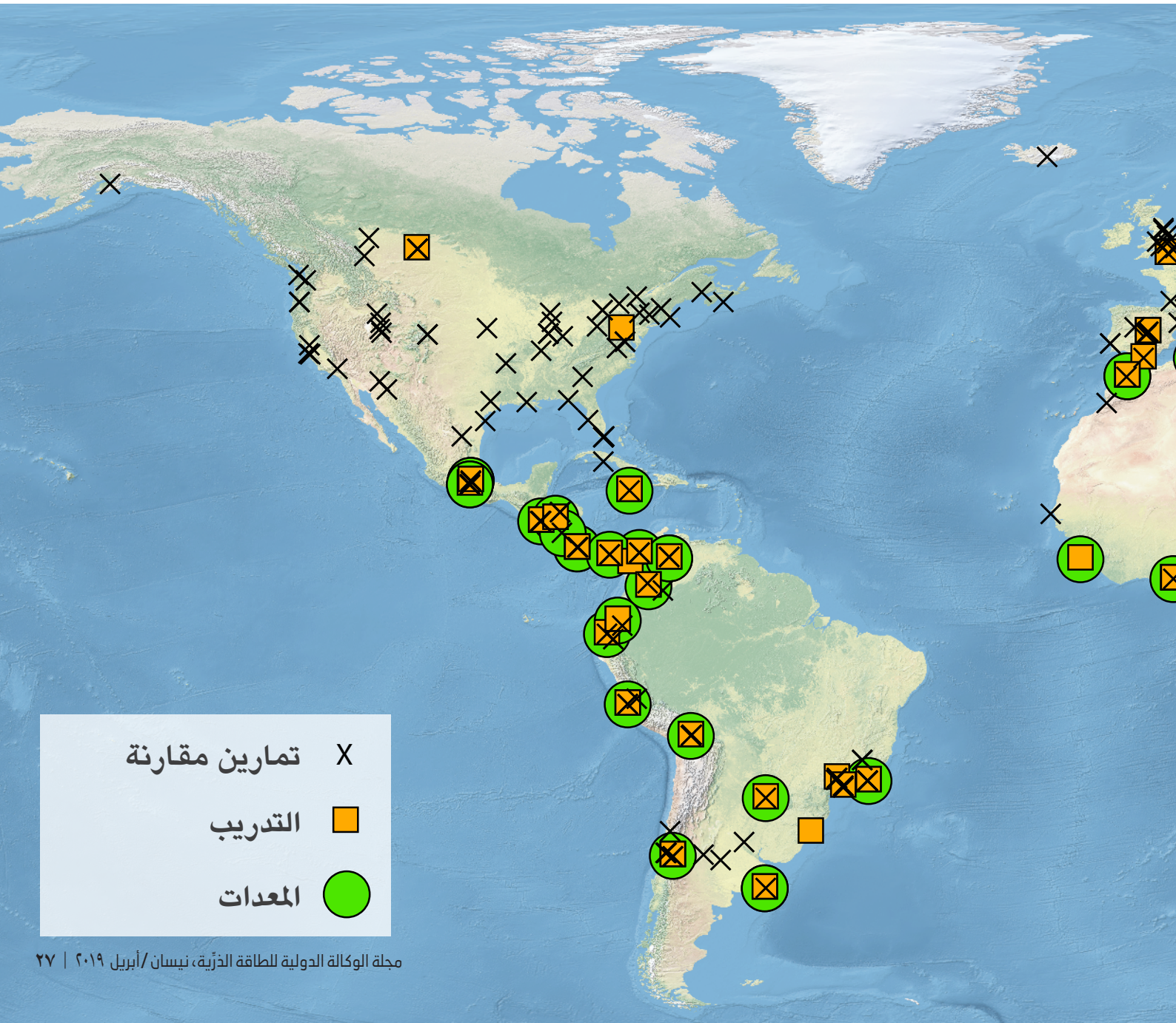
السعي إلى التميز

هناك نوعان من مشاريع المقارنة فيما بين المختبرات. الأول هو مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات (WICO)، والذي يختبر قدرة المختبرات على إجراء قياسات للديوتيريوم (^{2}H) والأكسجين-١٨ (^{18}O) في عينات المياه. ويتيح قياس هذه النظائر بدقة للعلماء تحديد عمر وأصل المياه (اقرأ المزيد في الصفحة ٤).

والنوع الآخر هو المقارنة البينية الدولية لتحليل التريتيوم (TRIC)، والذي يتحقق من قدرة المختبرات

تُظهِر الخريطة المدن التي شاركت في تمارين المقارنة فيما بين المختبرات (مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات والمقارنة الدولية لتحليل التريتيوم) منذ عام ٢٠١٦، والأماكن التي دربت فيها الوكالة خبراء في مجال الهيدرولوجيا النظيرية منذ عام ٢٠٠٧ والمواقع التي تبرعت فيها الوكالة بأجهزة ليزر نظيرية منذ عام ٢٠٠٧ من خلال برنامج الوكالة للتعاون التقني.

(المصدر: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)



على قياس النظير المشعّ الطبيعي التريتيوم (^3H) في المياه. وتُستخدم قياسات التريتيوم لتحليل معدلات تجدد المياه ولدراسة المياه التي تقل أعمارها عن ٦٠ عاماً (انظر الصفحة ٤). وتتحقق المقارنة البينية الدولية لتحليل التريتيوم من مدى دقة وصحة هذه القياسات. وأجري أحدث تمرين للمقارنة البينية الدولية لتحليل التريتيوم في عام ٢٠١٨ بمشاركة قياسية حيث شارك به ٩٠ مختبراً.

وقال ليونارد فاسينار، رئيس مختبر الهيدرولوجيا النظيرية التابع للوكالة الذي مقره فيينا بالنمسا: "الطريقة التي تعمل بها مشاريع المقارنة فيما بين المختبرات طريقة بسيطة." وأضاف قائلاً: "نحن نحضّر ونتحقّق هنا من عينات المياه بعناية ونشحنها إلى كل مختبر. وهناك يحللونها ويرسلون لنا نتائجهم، والتي نقارنها بعد ذلك بقيمنا المرجعية في الوكالة. وفي النهاية، نجمع النتائج في تقرير عام غير محدد الهوية لفائدة المجتمع العلمي، ونرسل بالتوازي تقريراً مفصلاً إلى كل مختبر على حدة مع اقتراحات وتوصيات للتحسين."

وتحتوي التقارير التي تصدرها الوكالة بعد كل تمرين على توصيات قائمة على الأدلة لمساعدة المختبرات في صقل طرقها وتحسين أدائها. كما أنها تساعد خبراء الوكالة على تحديد الثغرات واستهداف مزيد من المساعدة، بما في ذلك تدريب موظفي المختبرات، من خلال برنامج الوكالة للتعاون التقني.

اختبار الانتباه

كان التمرين الأحدث الذي عُقِد في عام ٢٠١٦ بمشاركة ٢٣٥ مختبراً لمقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات هو أكبر مقارنةٍ عالمية على الإطلاق فيما بين المختبرات للنظائر المستقرة. ونُشِرت نتائجه في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٧ في المجلة العلمية *Rapid Communications in Mass Spectrometry* (الاتصالات السريعة في قياس الطيف الكتلي).

وخلال تمرين مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات في عام ٢٠١٦، جرَّب فاسينار وفريقه شيئاً جديداً.

وقال فاسينار: "لقد أضفنا الميثانول إلى إحدى عينات المياه لاختبار الانتباه في المختبرات بخصوص اكتشاف الملوِّثات المتدخِّلة — وبطبيعة الحال دون سابق إنذار." وأضاف قائلاً: "بعد أن اكتشفنا أن الكثيرين تجاهلوا هذا الأمر، أتينا ببعض الاستراتيجيات لهم لتحديد وجود الملوِّثات المتدخِّلة في المياه والتي يمكن أن تؤدي إلى نتائج غير صحيحة."

"أحد الجوانب الرئيسية في أي علم هو جودة قياساتك. وينطبق هذا على الهيدرولوجيا النظيرية أيضاً. وضمان صحة بياناتنا وموثوقيتها يمنحنا قاعدة صلبة لإقناع واضعي السياسات."

— لويس غونزاليس هيتا، متخصص في الهيدرولوجيا، المعهد المكسيكي لتكنولوجيا المياه

ووصلت معظم المختبرات المشاركة في مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات ٢٠١٦ إلى نتائج تتراوح بين المقبولة والممتازة عند تحليل نظائر الأكسجين، وحقق نصفها تقريباً نفس مستوى النتائج عند تحليل الديوتيريوم. ولكن كانت نتائج حوالي ٥ إلى ٦٪ منها سيئة بشكل غير مقبول، وهو ما قال عنه فاسينار إنه يمكن أن يُعزى إلى الزيادة السريعة في عدد الأجهزة في المختبرات، مثل أجهزة الليزر المنخفضة التكلفة، وخاصة في المختبرات الأقل خبرة.

وقال فاسينار: "لقد استنتجنا أن أداء المختبر الضعيف ربما نتج عن "المجهولات المعلومة" التي لا يمكن تحديدها من الناحية الكمية." وأضاف قائلاً: "عندما يبدو أن المختبرات تقوم بكل شيء بصورة صحيحة ولكن لا يزال أداؤها سيئاً، فقد يكون ذلك بسبب أخطاء مثل الأخطاء في جداول بيانات المعالجة في برنامج Excel لديها، أو عدم صيانة جهاز ما بشكل سليم. وهذه أخطاء وهفوات بشرية شائعة ولكن قد لا تكون واضحة للمختبر."

وأضاف أن هذه العوامل تشمل العوامل القائمة على المعرفة أو القائمة على المهارات، مثل خبرة المشغِّلين، أو الأخطاء المتعلقة بمعالجة البيانات الأساسية، أو مخالفة بروتوكولات القياس، أو العينات المشكوك فيها أو الأجهزة التحليلية الضعيفة الأداء.

وتشير الدراسات الحديثة المنشورة في مجلة *Accreditation and Quality Assurance* (الاعتماد وتوكيد الجودة) إلى أن الأخطاء البشرية يمكن أن تسهم بشكل كبير في الأداء الضعيف في الوصول إلى مخرجات التحليل الجيوكيميائي. وتدعم الدراسة الاستقصائية التي أجريت بعد عَقْد مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات في عام ٢٠١٦ للمختبرات المشاركة الفرضية القائلة إن الأخطاء البشرية والتقنية وأخطاء الأجهزة هي المحرك الرئيسي لضعف الأداء النظيري للمياه.

وقال غونزاليس هيتا: "الوقوف على الأخطاء يؤدي إلى التعديل. ومن المهم أن نعرف المكان الذي نصل فيه إلى نتائج موثوقة، والمكان الذي لا نحقق فيه ذلك." وسجّل مختبره في المكسيك درجة كبيرة في الاختبار الأحدث لمقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات. وأضاف: "لقد أتاحت لنا مقارنة النظائر المائية فيما بين المختبرات في عام ٢٠١٦ التأكد من أننا نجري تحليلات جيدة الجودة. ومن الجيد أيضاً أن تعرف ذلك البلدان المجاورة، حيث يمكنها الاعتماد على خدماتنا ويمكننا مشاركة أفضل الممارسات."