اكتشاف جديد قد يحدث قفزة نوعية في مجال مراقبة جودة المياه

السبت 10 أغسطس 2024 09:59 م

أظهر باحثون، أن نظام الاستشعار لا يحتوي على أي عدسات، يمكن أن توفر اكتشافا شديد الحساسية للكائنات الحية الدقيقة القاتلة في مياه الشرب.

ومع مزيد من التطوير، يمكن أن يوفر النهج الجديد طريقة منخفضة التكلفة وسهلة الاستخدام لمراقبة جودة المياه في البيئات ذات الموارد المحدودة، مثل البلدان النامية أو المناطق المتضررة من الكوارث، حسب تقرير نُشر في موقع "phys" .

ويمكن أن يكون مفيدا أيضا عندما تكون هناك حاجة إلى نتائج سلامة المياه بسرعة، مثل مسابقات السباحة، وهو مصدر قلق تم تسليط الضوء عليه خلال دورة الألعاب الأوليمبية في باريس.

وقال قائد فريق البحث من معهد أبحاث فوتونغ في نيبال، أشيم داكال: "في البلدان النامية، تكون مصادر المياه غير الآمنة مسؤولة عن أكثر من مليون حالة وفاة كل عام. نأمل أن يسهل عملنا تطوير نماذج استشعار أبسط وأقل تكلفة، ولكنها عالية الكفاءة لمياه الشرب، مما ينقذ أرواحا لا حصر لها في جميع أنحاء العالم".

تتطلب الأساليب الحالية المستخدمة لتقييم التلوث الميكروبي في المياه، زراعة عينات المياه ثم تحديد كمية البكتيريا الضارة. وقد يستغرق هذا الأمر أكثر من 18 ساعة، ما يجعله غير عملي عندما تكون هناك حاجة إلى تأكيد فوري لسلامة المياه. وهذا أيضا سبب رئيسي لعدم فعالية مراقبة المياه في البلدان النامية، حيث لا تتوفر الموارد البشرية الماهرة والبنية الأساسية والمواد الكيميائية المطلوبة بسهولة، حسب التقرير.

في ورقة بحثية بعنوان "عندما يتفوق مقياس الاستشعاع دون عدسات على نظام عدسات"، نُشرت في مجلة Optica، أفاد باحثون من معهد فوتونغ للأبحاث وجامعة ساو باولو في البرازيل وجامعة يورك في المملكة المتحدة، أن مقياس الاستشعاع الجديد لمراقبة المياه، يمكنه اكتشاف البروتينات الفلورية من البكتيريا في الماء، حتى مستويات أقل من جزء واحد في المليار، دون استخدام أي عدسات.

تفي هذه الحساسية بمعايير منظمة الصحة العالمية للكشف عن التلوث البرازي في مياه الشرب.
قال داكال: "تستخدم أجهزة قياس الإشعاع الفلوري اليوم عادة عدسات باهظة الثمن، مصنوعة من زجاج شفاف للأشعة فوق البنفسجية، وتتطلب تحديد وضعها بدقة. لقد أظهرنا أن التخلص من العدسات لا يقلل من تكلفة الجهاز وحجمه ووزنه فحسب، بل يوفر أيضا أداء أفضل؛ نظرا لأننا لا نهدف إلى التصوير هنا".

هذا البحث هو جزء من مشروع أكبر لتجريب أداة محمولة ومنخفضة التكلفة وسهلة الاستخدام لتقييم جودة المياه بشكل آني. في أثناء التطوير، فحص الباحثون عن كثب أساسيات توليد الإشارة الضوئية في تطبيقات مثل مراقبة جودة المياه، وفقا للتقرير.

اكتشفوا أنه في حين تُستخدم العدسات الضوئية بشكل شائع في أجهزة مثل الكاميرات والمجاهر والتلسكوبات، فإن هذه المكونات الضوئية غالبا ما تقلل من الأداء في المواقف العملية التي لا تتطلب صورا.

قال داكال: "كان هذا اكتشافا مهما؛ لأن العدسات تمثل حصة كبيرة من تكاليف الأنظمة الضوئية وحجمها ووزنها يجعل من الصعب صناعة أجهزة محمولة عملية".

وأضاف: "كشف تحليلنا أن استخدام مصدر ضوء وأجهزة كشف وأحجام عينات كبيرة وقريبة بعضها من بعض قدر الإمكان، ينتج إشارة أقوى، مما يؤدي إلى أداء أفضل لمراقبة جودة المياه".

بناء على النتائج التي توصلوا إليها، صمم الباحثون نظام استشعاع دون عدسات، باستخدام مصابيح LED وأجهزة كشف كبيرة (1-2 مم2)، التي أصبحت متاحة مؤخرا بأطوال موجية فوق بنفسجية. وتعمل هذه التقنية باستخدام الأشعة فوق البنفسجية لتحفيز البروتينات من الميكروبات الضارة، ثم اكتشاف الفلورسنت الناتج.

بالإضافة إلى إثبات حساسية النظام الخالي من العدسات، فقد أظهروا أيضا أنه أنتج إشارة فلورسنتية تبلغ قوتها ضعف قوة النظام ذي العدسات. ووجدوا أن أداء النظام ذي العدسات كان محدودا بسبب الفتحة الرقمية، واستخدام مصادر وأجهزة كشف أكبر، والمسافة المحدودة المطلوبة بين المكونات والعينة.

يعمل الباحثون الآن، حسب التقرير، على تطوير نسخة بحجم الجيب من أجهزة قياس الفلورسنت الخالية من العدسات للاختبار الميداني. ويشيرون إلى أنه يجب إثبات أن الجهاز يتحمل البيئات القاسية الموجودة في سيناريوهات متعددة قبل تطبيقه على نطاق واسع. كما يعملون على إثبات أن نهجهم يلبي متطلبات الخصوصية للكشف عن تلوث بكتيري محدد، من خلال دمج قياس عوامل متعددة في الجهاز.

وقال داكال: "نظامنا مفيد بالفعل للغاية؛ لأن القياس الدقيق والحساس لتركيز البروتينات البكتيرية التي يوفرها، يرتبط ارتباطا مباشرا بكفاءة معالجة المياه، وجرعة المطهرات المطلوبة للتطهير، واحتمال انتشار البكتيريا في حالة إعادة التلوث".