حسگر زیستی(biosensor) جدید
برای تشخیص ویروس COVID-19 در محیط

محمد قوشچیان
دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم،
گرایش فناوری پس از برداشت، دانشگاه تهران
mghoushchian@ut.ac.ir

دستگاه تشخیص سریع کرونا در ایران

رونمایی از کیت نانو تشخیص کرونا

استفاده هر چه سریع‌تر از آزمایش‌های سریع و قابل‌اعتماد برای تشخیص ویروس کرونا ضروری است تا هر چه زودتر همه‌گیری را کنترل کند. تمرکز جدید، روی حسگری است که بتواند به‌سرعت و با اطمینان، ویروس کرونا جدید (SARS-CoV-2) را تشخیص دهد؛ در این راستا، محققان یک حسگر جدید برای شناسایی ویروس کرونا ساخته‌اند که در آینده می‌توان از آن برای اندازه‌گیری غلظت ویروس در محیط استفاده کرد (به‌عنوان‌مثال در مکان‌هایی که افراد زیادی هستند یا در سیستم‌های تهویه بیمارستان‌ها). در حال حاضر، سنسور هنوز برای اندازه‌گیری غلظت ویروس کرونا در هوا آماده نیست و برای انجام این کار هنوز چند مرحله توسعه لازم است اما هنگامی که سنسور آماده شود، این اصل می‌تواند در مورد ویروس‌های دیگر نیز اعمال شود و به تشخیص و متوقف کردن اپیدمی‌ها در مراحل اولیه کمک کند.

جینگ وانگ و تیمش در زوریخ معمولاً روی اندازه‌گیری، تجزیه وتحلیل و کاهش آلاینده‌های موجود در هوا مانند آئروسل‌ها و نانوذرات مصنوعی کار می‌کنند. بااین‌حال، چالشی که در حال حاضر کل جهان با آن روبرو است، تغییر اهداف و استراتژی‌ها در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی است. تمرکز جدید روی حسگری است که بتواند به‌سرعت و با اطمینان، ویروس کرونا جدید (SARS-CoV-2) را تشخیص دهد.

اما این ایده، خیلی دور از کارهای تحقیقاتی قبلی این گروه نیست: حتی قبل از شروع گسترش COVID-19، وانگ و همکارانش در حال تحقیق در مورد سنسورهایی بودند که می‌تواند باکتری‌ها و ویروس‌ها را در هوا تشخیص دهد. در اوایل ژانویه، ایده استفاده از این مبنا برای توسعه بیشتر حسگر به‌گونه‌ای که بتواند به‌طور قابلِ اعتماد ویروس خاصی را شناسایی کند، متولد شد. این سنسور لزوماً جایگزین تست‌های آزمایشگاهی نخواهد شد، اما می‌تواند به‌عنوان یک روش جایگزین برای تشخیص بالینی و به‌طور برجسته‌تر برای اندازه‌گیری غلظت ویروس در هوا به‌صورت آنی استفاده شود؛ به عنوان‌مثال، در مکان‌های شلوغ مانند ایستگاه‌های قطار یا بیمارستان.

استفاده هر چه سریع‌تر از آزمایش‌های سریع و قابل‌اعتماد برای تشخیص ویروس کرونا ضروری است تا هر چه زودتر همه‌گیری را کنترل کند. بیشتر آزمایشگاه‌ها از یک روش مولکولی به نام RT-PCR (reverse transcription polymerase chain reaction) برای تشخیص ویروس‌ها در عفونت‌های تنفسی استفاده می‌کنند. این روش کاملاً ثابت شده است و حتی می‌تواند ویروس‌های کمی را نیز تشخیص دهد اما درعین‌حال می‌تواند زمان‌بر و مستعد خطا باشد.

یک سنسور نوری برای نمونه‌های RNA

جینگ وانگ و تیمش یک روش آزمایش جایگزین در قالب یک حسگر زیستی نوری ایجاد کرده‌اند. این سنسور، دو اثر مختلف را برای شناسایی ایمن و مطمئن ویروس ترکیب می‌کند: اثر نوری و حرارتی.

این سنسور بر اساس ساختارهای کوچکی از طلا، یا به‌اصطلاح gold nanoislands، روی یک لایه شیشه‌ای ساخته شده است. گیرنده‌های DNA مصنوعی تولیدشده که با توالی‌های RNA خاص SARS-CoV-2 مطابقت دارند، به ساختارهای نانو، پیوند می‌خورند. ویروس کرونا ویروسی به‌اصطلاح از نوع RNA است یعنی ژنوم آن مانند موجودات زنده از یک رشته دوگانه DNA تشکیل نمی‌شود بلکه از یک رشته RNA منفرد تشکیل شده است. گیرنده‌های موجود در سنسور، توالی مکمل رشته منحصربه‌فرد RNA ویروس هستند که می‌توانند به‌طور قابل‌اطمینان ویروس را شناسایی کنند.

این فناوری که محققان برای شناسایی از آن استفاده می‌کنند؛ LSPR نامیده می‌شود که مخفف (localized surface plasmon resonance) است. این فناوری، یک پدیده نوری است که در نانوساختارهای فلزی اتفاق می‌افتد و وقتی تحریک می‌شوند، نور واقعه را در یک محدوده طول‌موج خاص تنظیم می‌کنند و یک میدان نزدیک پلاسمونیک در اطراف ساختار نانو ایجاد می‌کنند. وقتی مولکول‌ها به سطح متصل می‌شوند، ضریب شکست موضعی درون میدان نزدیک پلاسمونیک تحریک‌شده، تغییر می‌کند. برای اندازه‌گیری این تغییر، می‌توان از یک حسگر نوری واقع در پشت سنسور استفاده کرد و بنابراین تعیین کرد که آیا نمونه شامل رشته‌های RNA موردنظر هست یا خیر.

گرما قابلیت اطمینان را افزایش می‌دهد

این نکته مهم است که فقط آن رشته‌های RNA که دقیقاً با گیرنده DNA موجود در سنسور مطابقت دارند، گرفته شوند و این جایی است که یک اثر دیگر بر سنسور وارد عمل می‌شود: اثر فوتوترمال پلاسمونیک (PPT). اگر همان ساختار نانوی روی سنسور، بوسیله لیزری با طول‌موج مشخص تحریک شود گرمای موضعی تولید می‌کند؛ ولی این مسئله چگونه به قابلیت اطمینان کمک می‌کند؟ همان‌طور که قبلاً ذکر شد، ژنوم ویروس، تنها از یک رشته RNA تشکیل شده است. اگر این رشته، قرینه مکمل خود را پیدا کند، این دو با هم ترکیب می‌شوند و در فرآیندی به نام هیبریداسیون، یک رشته دوتایی را تشکیل می‌دهند. قرینه آن هنگامی‌که یک رشته دوتایی به تک رشته تقسیم می‌شود؛ ذوب یا دناتوراسیون (denaturation) نامیده می‌شود. این در یک درجه حرارت خاص به نام دمای ذوب اتفاق می‌افتد. بااین‌حال، اگر دمای محیط بسیار کمتر از دمای ذوب باشد، رشته‌هایی که مکمل یکدیگر نیستند نیز می‌توانند به هم متصل شوند که این مسئله می‌تواند منجر به نتایج آزمایش نادرست شود. اگر دمای محیط فقط کمی پایین‌تر از دمای ذوب باشد، فقط رشته‌های مکمل می‌توانند به هم متصل شوند و این دقیقاً نتیجه افزایش دمای محیط است که ناشی از اثر PPT است.

محققان برای نشان دادن اینکه چطور حسگر جدید به‌طور قابل اعتماد ویروس COVID-19 فعلی را تشخیص می‌دهد، آن را با یک ویروس بسیار نزدیک مرتبط به نام SARS-CoV آزمایش کردند و اعتبار سنجی موفقیت‌آمیز بود. SARS-CoV، ویروسی است که در سال ۲۰۰۳ شیوع یافت و باعث شیوع بیماری همه‌گیر سارس شد. این دو ویروس (SARS-CoV و SARS-CoV2) فقط در RNA تفاوت کمی دارند. «جینگ وانگ» در این باره توضیح داده است که «آزمایش‌ها نشان داد که سنسور می‌تواند بین توالی RNA بسیار مشابه دو ویروس به‌خوبی تمایز قائل شود» و نتایج در عرض چند دقیقه آماده می‌شوند.

در حال حاضر، سنسور هنوز برای اندازه‌گیری غلظت ویروس کرونا در هوا آماده نیست و برای انجام این کار هنوز چند مرحله توسعه لازم است؛ به‌عنوان‌مثال سیستمی که در هوا جذب می‌شود، آئروسل‌های موجود در آن را متمرکز می‌کند و RNA را از ویروس‌ها آزاد می‌کند. اما هنگامی‌که سنسور آماده شود، این اصل می‌تواند در مورد ویروس‌های دیگر نیز اعمال شود و به تشخیص و متوقف کردن اپیدمی‌ها در مراحل اولیه کمک کند.

منابع:

Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA). (2020, April 21). A new biosensor for the COVID-19 virus: Detection in the environment. ScienceDaily. Retrieved October 10, 2020 from www.sciencedaily.com

Qiu, G., Gai, Z., Tao, Y., Schmitt, J., Kullak-Ublick, G. A., & Wang, J. (2020). Dual-functional plasmonic photothermal biosensors for highly accurate severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 detection. .ACS nano, 14(5), 5268-5277