



دانشمندان ایرانی فناوری بدون فلز جلوگیری ۹۹.۹۷ درصدی از سیگنال‌های بی‌سیم ساخت

دانشمندان دانشگاه گلاسکو با همراهی «هادی حیدری» با استفاده از میدان‌های الکتریکی و لیزر، سپرهای شفاف را برای پوشیدنی‌های الکترونیکی نسل جدید ساختند.

دانشمندان دانشگاه گلاسکو با همراهی «هادی حیدری» با استفاده از میدان‌های الکتریکی و لیزر، سپرهای شفاف را برای پوشیدنی‌های الکترونیکی نسل جدید ساختند.

به گزارش ایسنا، ما در طوفانی از سیگنال‌های نامرئی زندگی می‌کنیم. تلفن‌ها، روترهای وای-فای، شبکه‌های 5G، ساعت

های هوشمند و حسگرهای پزشکی به طور دائم امواج الکترومغناطیسی ارسال و دریافت می‌کنند.

در حالی که این ترافیک بی‌سیم به فناوری مدرن نیرو می‌دهد، یک عارضه جانبی جدی به نام تداخل الکترومغناطیسی (EMI) نیز

ایجاد می‌کند. این سیگنال‌های ناخواسته می‌توانند قطعات الکترونیکی ظریف، به ویژه در دستگاه‌های پزشکی، حسگرهای

پوشیدنی و نمایشگرهای انعطاف‌پذیر را که در آنها خرابی امکان‌پذیر نیست، گیج یا مختل کنند.

تاکنون مسدود کردن این تداخل به لایه‌های فلزی ضخیمی نیاز داشته است که سخت، سنگین و مات و غیر شفاف هستند. این

امر آنها را برای قطعات الکترونیکی شفاف یا خم‌شونده نامناسب می‌کند.

با این حال، گروهی از محققان اکنون یک راه حل منحصر به فرد را در قالب یک نوار فوق نازک، انعطاف‌پذیر و شفاف نشان داده‌اند

که می‌تواند تقریباً تمام تابش‌های الکترومغناطیسی ناخواسته را مسدود کند و در عین حال سبک، شفاف و قابل‌مقیاس‌بندی

برای استفاده در دنیای واقعی باقی‌ماند.

جونگانگ ژانگ (Jungang Zhang)، محقق ارشد این مطالعه گفت: این اولین باری است که کسی بر بده‌بستان دیرینه بین

رسانایی الکتریکی و شفافیت نوری در شبکه‌های نانوسیم فلزی غلبه کرده است. در فرآیند ما، رسانایی و شفافیت به طور

همزمان بهبود می‌یابند.

ایجاد یک سپر EMI شفاف از نانوسیم‌ها

بزرگترین چالش در این زمینه همیشه یک بده‌بستان سرسخت بوده است. موادی که الکتریسیته را به خوبی هدایت می‌کنند،

معمولاً نور را مسدود می‌کنند، در حالی که مواد شفاف تمایل به هدایت ضعیف دارند. نانوسیم‌های فلزی امیدوارکننده به نظر

می‌رسیدند، اما وقتی به طور تصادفی چیده می‌شدند، نمی‌توانستند محافظتی قوی ارائه دهند.

محققان این مشکل را با کنترل نحوه قرارگیری و اتصال نانوسیم‌ها تا مقیاس نانو حل کردند. آنها با نانوسیم‌های نقره کار کردند

که هزاران برابر نازک‌تر از موی انسان هستند.

آنها به جای اینکه اجازه دهند این سیم‌ها به صورت تصادفی روی یک سطح پخش شوند، از روشی به نام «دی‌الکتروفورز بین

سطحی» (interfacial dielectrophoresis) استفاده کردند. به عبارت ساده، آنها میدان‌های الکتریکی را با شکل دقیقی اعمال

کردند که به آرامی نانوسیم‌ها را به الگوهای مرتب و کاملاً هم‌تراز روی یک نوار پلاستیکی انعطاف‌پذیر و شفاف می‌کشاند.

این رویکرد امکان کنترل فوق‌العاده‌ای را فراهم می‌کند. نانوسیم‌ها می‌توانستند بدون از بین رفتن هم‌ترازی، خم شوند، بپیچند

و تغییر جهت دهند. محققان برای نشان دادن این دقت، حتی نانوسیم‌ها را به شکل حروف قابل‌خواندن روی نوار درآوردند.

نکته مهم این است که سیم‌ها نزدیک به یکدیگر هم‌تراز شده بودند، اما به هم جوش نخورده بودند و شکاف‌های کوچکی بین

آنها باقی‌ماند و شبکه‌ای پر از فضاهای نانومقیاس تشکیل می‌داد. این شکاف‌ها ضروری بودند.

هنگامی که امواج الکترومغناطیسی به نوار برخورد می‌کنند، شکاف‌ها مانند بافرهای انرژی میکروسکوپی رفتار می‌کنند و

سیگنال‌های ورودی را قبل از رسیدن به قطعات الکترونیکی محافظت شده تضعیف می‌کنند. این ساختار که به عنوان یک شبکه

نانوسیم با کوپل‌خازنی توصیف می‌شود، عملکرد محافظ را بدون مسدود کردن نور به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

تقویت شبکه با پالس‌های لیزر فوق‌سریع

در مرحله دوم، محققان نانوسیم‌های هم‌راستا را در معرض شلیک‌های بسیار کوتاه نور لیزر که فقط چند پیکوثانیه طول می‌

کشیدند، قرار دادند. این پالس‌های لیزر، نانوسیم‌ها را در نقاط تماسشان به هم جوش دادند و مسیرهای الکتریکی قوی ایجاد

کردند.

در همان زمان، لیزر لایه‌های سطحی عایق باقی‌مانده از تولید نانوسیم را حذف کرد. این مرحله، مزیت دوگانه نادری را به همراه

داشت. مقاومت الکتریکی ۴۶ برابر کاهش یافت، به این معنی که الکتریسیته می‌توانست بسیار آسان‌تر جریان یابد.

همچنین به شکل شگفت‌آوری، شفافیت تا ۱۰ درصد بهبود یافت، زیرا لیزر سطوح نانوسیم را تمیز کرد. این بهبود همزمان در

رسانایی و شفافیت قبلاً در نوارهای نانوسیم فلزی حاصل نشده بود.

هنگام آزمایش، ماده نهایی بیش از ۹۹.۹۷ درصد از تابش الکترومغناطیسی را مسدود کرد و به بیش از ۳۵ دسی‌بل اثربخشی

محافظتی در فرکانس‌های ۲.۲ تا ۶ گیگاهرتز که شامل باندهای رایج وای-فای و 5G می‌شود، دست یافت.

با وجود این محافظت قوی، این لایه‌ها ۸۳ درصد شفاف باقی‌ماندند و ضخامت آنها تنها ۵.۱ میکرومتر بود که نازک‌تر از موی

انسان است.

هادی حیدری، یکی از نویسندگان این مطالعه و استاد دانشگاه گلاسگو گفت: عملکرد محافظت در برابر تداخل الکترومغناطیسی

موادی که ما با استفاده از این تکنیک ایجاد کردیم، برای اولین بار عملکرد نانوسیم‌های غیرهم‌تراز را بیش از هزار برابر بهبود می‌

بخشد. این بهبود می‌تواند امکان ایجاد طیف گسترده‌ای از دستگاه‌های انعطاف‌پذیر و قابل‌کاشت در آینده را فراهم کند.

اهمیت محافظت خوب

این کار مانع بزرگی را در طراحی لوازم الکترونیکی آینده از بین می‌برد. دستگاه‌هایی که باید خم شوند، کشیده شوند یا داخل

بدن انسان قرار گیرند، اکنون می‌توانند بدون اضافه کردن لایه‌های فلزی حجیم، در برابر نویز الکترومغناطیسی محافظت شوند.

ژانگ می‌گوید: این قابلیت محافظت برای نمایشگرهای انعطاف‌پذیر، دستگاه‌های پوشیدنی و فناوری‌های پزشکی قابل‌کاشت

همراه با درجه بالایی از شفافیت، بسیار مهم است. این قابلیت، انتقال سیگنال با خلوص بالا را برای نظارت بر مراقبت‌های

بهداشتی در لحظه تضمین می کند و در عین حال نويز الکترومغناطیسی ناخواسته را مسدود می کند. علاوه بر این، برخلاف ساخت سنتی «اتاق تمیز» که پرهزینه و از نظر اندازه محدود است، این رویکرد را می توان در مناطق بزرگ مقیاس بندی کرد. این تیم قبلاً نوارهایی به ابعاد ۴۰ در ۸۰ سانتی متر تولید کرده است که نشان می دهد تولید صنعتی آن واقع بینانه است. با این حال هنوز مشخص نیست که این ماده در درازمدت و در محیط های بیولوژیکی چگونه عمل خواهد کرد. این مطالعه در مجله ACS Nano منتشر شده است.