



# پوشش‌های نامرئی کننده

سرور صفاری

کارشناس ارشد شیمی تجزیه، آموزگار، قزوین

## اشاره

انسان‌ها از دیرباز به کمک استتار سعی کرده‌اند جان خود را در برابر حیوانات وحشی یا دشمنان حفظ کنند. این موضوع امروزه به کمک فناوری نوین و به شکلی دیگر، به خصوص در صنایع نظامی نمود پیدا کرده است. چیزی رویایی همچون شنل هری پاتر، اکنون بخشی از واقعیت انکارناپذیر متا مواد است.

کلیدواژه‌ها: پوشش نامرئی، فراماده

## مقدمه

حدود نیم‌قرن از تحقیقات روی فراماده<sup>۱</sup> گذشته است و به دلیل کاربرد آن در صنایع نظامی، اطلاعات زیادی جز با بررسی مقالات متعدد ارائه نمی‌شود. از فراماده در شنل‌های نامرئی‌کننده، پوشش‌های رادارگریز و منسوجاتی استفاده کرده‌اند که در شب و با دوربین‌های مادون قرمز دیده نمی‌شوند و هر کدام، خواص اپتیکی و الکترومغناطیسی متفاوتی بسته به زمینه مورد استفاده دارند.

## چگونه یک جسم دیده نمی‌شود؟

سه عامل سبب دیده‌شدن یک جسم می‌شود: خود جسم، منبع نور و بازتابش نور از جسم به چشم انسان. در نتیجه برای دیده‌نشدن باید در این سه عامل تغییراتی ایجاد کرد.

## وجود جسم

برای نامرئی‌کردن جسم مرئی، دو راه ممکن است:

۱. باید جرم جسم را تجزیه کرد و موجب نامرئی‌شدن آن شد. این کار بر اساس فرمول نسبیت اینشتین امکان‌پذیر است و به

شکافت هسته‌ای منجر می‌شود که عملاً هدف ما نیست.

۲. بدون تجزیه و در حالتی که ماهیت جرمی جسم حفظ می‌شود، آن را نامرئی کنیم که برای این منظور باید به رفتارهای موجی انرژی و قوانین حاکم بر آن توجه کنیم:

الف. وجود انرژی حرارتی در جسم؛

ب. وجود انرژی صوتی در جسم؛

ج. تبدیل انرژی به انرژی نورانی (مادون قرمز)

## وجود منبع نور و زاویه‌های تابش و بازتابش آن

با توجه به اینکه طی روز منبع اصلی نور خورشید وجود دارد، با این روش‌ها می‌توان مانع از دیده‌شدن شد:

- انحراف مسیر نور از اطراف جسم؛

- پیچاندن مسیر نور در اطراف جسم و منحرف کردن آن؛

- تغییر در زاویه انعکاس نور و مانع‌شدن رسیدن آن نور بازتابیده به چشم؛

- جذب انرژی نورانی که از منبع نور به جسم می‌تابد.

وقتی در شب منبع اصلی نور خورشید وجود ندارد، با چند روش می‌توان مانع دیده‌شدن شد:

انحراف یا جذب امواج انرژی گرمایی ساطع‌شده از جسم، از رسیدن آن به عدسی دوربین یا عینک حرارتی مادون قرمز یا حسگرهای حرارتی جلوگیری می‌کند و در نتیجه مانع دیده‌شدن می‌شود.

- انحراف یا جذب امواج نوری که از طرف منبع نور، غیر از خورشید به جسم می‌تابد.

- انحراف یا جذب امواج صوتی که از جسم به طرف گیرنده رادار می‌رسد.

بر این اساس هر گونه فعالیت نامرئی‌کردن با استفاده از فراماده و فناوری نانو در این حوزه‌ها انجام می‌گیرد [۱]:



تصویر ۱. عقیق فراماده‌ای طبیعی

تفنون هستند که در کنار هم یک دی‌الکترونیک، یعنی رسانای بسیار ضعیف تشکیل می‌دهند و هم‌زمان نور زیادی به خود جذب نمی‌کنند و بیشتر آن را بازتاب می‌کنند. این طرح که

با همکاری بخش‌های فیزیک و اپتیک پیشرفته دانشگاه روچستر انجام شده، پاسخی شگفت‌انگیز با فناوری ساده به خواسته‌ای است که همیشه معمایی سخت برای انسان بود و گمان می‌رود تحقق آن با فناوری‌های بالا ممکن خواهد بود؛ یعنی نامرئی کردن انسان. این اولین دستگاه شناخته‌شده‌ای است که می‌تواند به صورت سه‌بعدی،

مداوم و چند زاویه‌ای عمل ناپدید کردن را با انتقال اشعه‌های طیف مرئی انجام دهد. همه آنچه شما برای تجربه این دستگاه نیاز دارید چهار عدد لنز و کمی قدرت مغز است تا ردای روچستر بتواند به راحتی یک جسم را ناپدید کند.

ردای روچستر هر چیزی را ناپدید می‌کند به شرطی که عدسی‌ها (لنزها) بتوانند آن را پوشش دهند. از لحاظ نظری اگر این عدسی‌ها (لنزها) به اندازه کافی بزرگ باشند امکان مخفی کردن یک پایگاه نظامی نیز وجود دارد [۲].

علاوه بر این استفاده غیر محتمل، شاید بتوان بهتر و کاربردی‌تر از این وسیله استفاده کرد. مثلاً هنگام عمل جراحی، دست پرستاران مانع از احاطه و دید کامل پزشک روی قسمت جراحی می‌شود. با این خاصیت می‌توان دستکش‌هایی ساخت که دست پرستاران را نامرئی کند. یا حتی از این امکان برای از بین بردن نقاط کور برای راننده کامیون‌ها استفاده کرد. فناوری ناپدید کردن می‌تواند بسیار مفیدتر از ناپدید کردن یک پرنده برای شعبده‌بازی عمل کند.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Metamaterial
2. Victor Veselago
3. Xiang Zhang

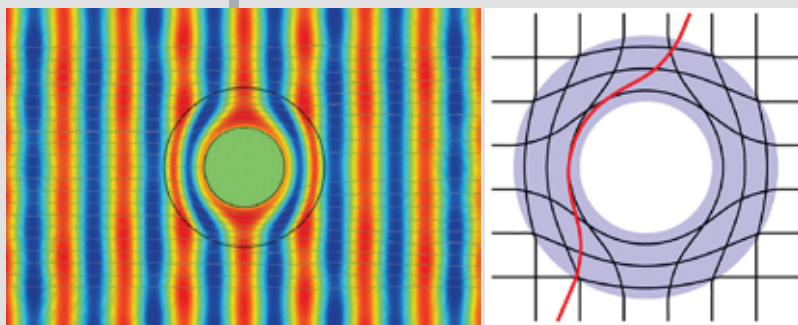
#### منابع

۱. فتحعلی‌زاده، مینو؛ ابراهیم‌بیگی، اکرم (۱۳۹۷). فرایند پارچه نامرئی، نساجی امروز، شماره: ۱۸۷، ۷۸-۷۴.
2. Yongmin Liu and Xiang Zhang, (2011). Metamaterials: a new frontier of science and technology, Chem. Soc. Rev., 40, 2494-2507.

۱. انحراف یا جذب امواج نوری؛
۲. انحراف یا جذب امواج صوتی؛
۳. انحراف یا جذب امواج حرارتی

#### فراماده

خواص ویژه فراماده‌ها نه به ترکیب شیمیایی؛ بلکه به ساختار آن‌ها بر می‌گردد. این مواد خواص اپتیکی خاصی نشان می‌دهند که به جای بازتابش نور، پرتو را در جهت عکس یا اطراف جسم خم می‌کند و به این ترتیب مانع رؤیت آن می‌شود (شکل ۱). این مواد ابعادی در حدود  $380^\circ$  تا  $780^\circ$  نانومتر دارند. یکی از فرامواد طبیعی که در طبیعت یافت می‌شود، عقیق یا اپال است (تصویر ۱) که به دلیل ساختار خاص کریستال‌هایش، هم‌زمان چند رنگ متنوع را نشان می‌دهد [۲].



شکل ۱. نحوه عملکرد فراماده در برخورد با پرتو نوری

#### پژوهش‌های انجام‌شده

اولین پژوهش روی فرامواد را فیزیک‌دان روسی، ویکتور وسیلاکو<sup>۲</sup> سال ۱۹۶۷ انجام داد و تا به امروز پژوهش‌های متعددی برای تکمیل یافته‌های وی انجام گرفته است. روش‌های گوناگونی برای تولید این مواد به کار گرفته شده است؛ مانند محدود کردن زاویه برخورد در پوشش‌های یک‌طرفه، تولید پوشش‌هایی بر مبنای فناوری چاپ سه‌بعدی و ...

پژوهشگران دانشگاه بروکلی به رهبری شیانگ ژانگ<sup>۳</sup> یک نوع پارچه تاشوی نامرئی کننده و بسیار نازک تولید کردند که می‌تواند در اطراف جسم میکروسکوپی در هر شکل و اندازه‌ای پیچیده شود و آن‌ها را در یک طیف گسترده از نامرئی بودن قرار دهد. ردای روچستر تا به امروز ارزان‌ترین و راحت‌ترین فناوری برای نامرئی کردن اشیاست که احتمالاً به‌زودی تولید آن را در دنیای واقعی شاهد خواهیم بود.

پژوهشگران دانشگاه کالیفرنیا، ردایی ساخته‌اند که به کمک شکست نور باعث می‌شود یک جسم دقیقاً مشابه سطح پشتی به نظر برسد و به این ترتیب با استفاده از یک لایه نازک از متامواد بیننده را متقاعد می‌کنند که در مقابل آن‌ها چیزی وجود ندارد. این ردای تک‌لایه، باعث شکست نور تابیده‌شده می‌شود و به نظر می‌رسد پرتو از محل دیگری در پشت جسم تابیده شده است. مواد استفاده‌شده در این ردای، سرامیک و

از فراماده در شل‌های نامرئی‌کننده، پوشش‌های رادارگریز و منسوجاتی استفاده کرده‌اند که در شب و با دوربین‌های مادون قرمز دیده نمی‌شوند

یکی از فرامواد طبیعی که در طبیعت یافت می‌شود، عقیق یا اپال است که به دلیل ساختار خاص کریستال‌هایش، هم‌زمان چند رنگ متنوع را نشان می‌دهد