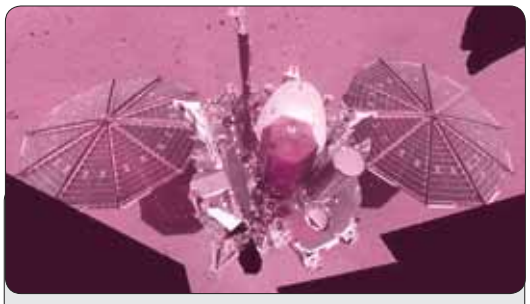
مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

دکتر منیژه رهبر

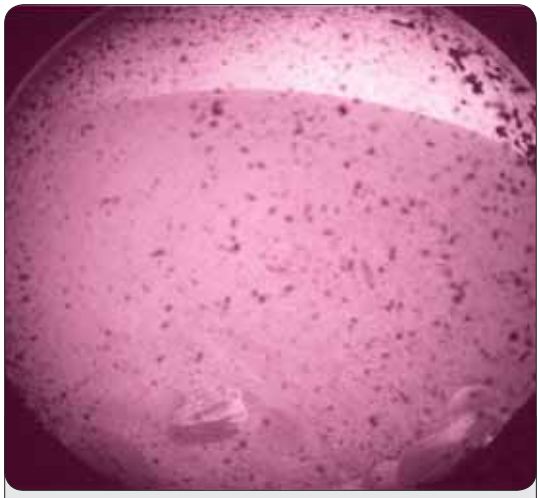
سطح‌نشین Insight ناسا به سطح مریخ رسید



▲ برداشت هنرمندانه از insight پس از اینکه ابزارهای علمی آن به‌کار گرفته شده است.

مریخ دارای یک مهمان روباتی جدید شده است. سطح‌نشین اکتشاف داخلی با استفاده از بررسی‌های لرزه‌نگاری، زمین‌سنجی و انتقال گرمای[1] (insight) ناسا پس از تقریباً هفت ماه و طی مسافت ۳۰۰ میلیون مایل (۴۸۵ میلیون کیلومتر) از زمین به‌طور موفقیت‌آمیز بر سطح مریخ فرود آمد. مأموریت دو ساله این سطح‌نشین مطالعه عمق مریخ و فهمیدن آن است که چگونه اجسام آسمانی دارای سطح صخره‌ای مانند زمین و ماه شکل گرفته‌اند.

این سطح‌نشین در تاریخ ۵ مه ۲۰۱۸ از کالیفرنیا به فضا پرتاب شد و در ۲۵ نوامبر همان سال در نزدیکی استوای مریخ در بخش غربی گستره‌ای وسیع از گدازهٔ هموار موسوم به الیزیوم پلانیتا[2] فرود آمد. این سطح‌نشین در مدت یک سال به اضافهٔ ۴۰ روز مریخی تا ۲۴ نوامبر سال ۲۰۲۰ کار خواهد کرد.



▲ اولین تصویر ارسال شده از insight، لکه‌های سیاه پوشش‌های محافظ عدسی هستند که هنوز برداشته نشده‌اند.

گرچه سه آزمایش اصلی insight تصویری از وضعیت فعلی و ترکیب مریخ در اختیار خواهند گذاشت، اما اکتشاف عملی به همین جا ختم نخواهد شد. این مأموریت به ما کمک خواهد کرد تا فرایندهایی را که در طی ۴/۵ میلیارد سال، وقتی منظومهٔ شمسی جوان بوده است، رخ داده‌اند درک کنیم.

ترکیب یک سیاره در هنگام شکل گرفتن آن تعیین می‌شود، که برای مریخ فقط چند میلیون سال پس از فروزان شدن خورشید بوده است. فکر می‌کنیم که به واسطه دورتر بودن فاصلهٔ مریخ از خورشید، این سیاره از مواد متفاوت و بی‌ثبات‌تر از مواد زمین تشکیل شده باشد. با این همه، آزمودن این ایده پیش از معلوم شدن ترکیب مریخ بسیار دشوار است. داده‌های گسیل شده از insight پاسخی بنیادی به چگونگی شکل گرفتن سیارات صخره‌ای به هنگام تشکیل منظومهٔ شمسی و شاید سیارات اطراف دیگر ستارگان باشد.

ترکیب، دما و میدان مغناطیسی سیارهٔ ما برای تداوم حیات بر روی این سیاره اهمیت فراوان دارند. بنابراین گرچه سطح‌نشین ناسا در پی یافتن زندگی نیست، اما سرنخ‌هایی دربارهٔ چگونگی پیدایش حیات در زمین در چهار میلیارد سال قبل در اختیارمان خواهد گذاشت.

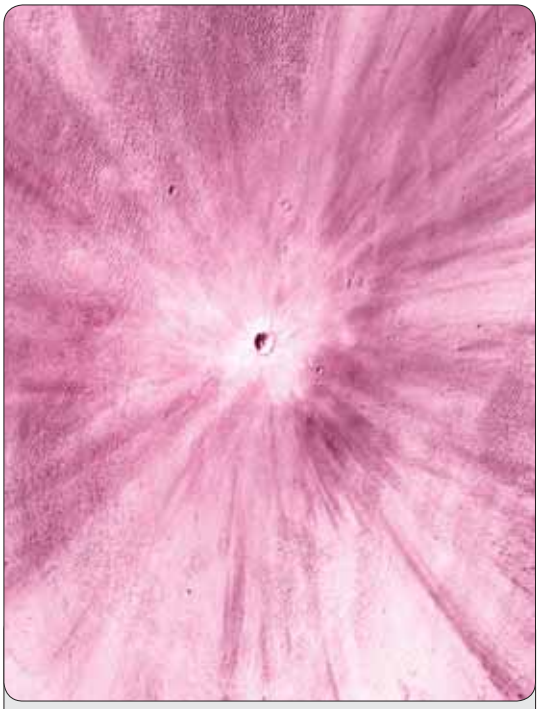
insight تاکنون یک موفقیت عظیم مهندسی بوده است، و اکنون تیم علمی این امکان عظیم را در اختیار دارند که از آن برای کشف اسرار مریخ استفاده کنند.

پی‌نوشت‌ها

1. Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport (Insight)
2. Elysium Planitia
3. Cerberus Fossae

منبع

http://www.nasa.gov/mars Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif.



▲یک گـودال ۳۰ متری که بر اثر برخورد بین سـال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ در سطح مریخ به وجود آمده است.

▲ گودالـه سربروس[۳]، گسلی با سن کمتر از ۱۰m سال در مریخ

▲ دسـتگاه‌های لرزه‌نـگار، کاوشـگرهای جریـان گرما و زمین‌سـنج‌های این سطح‌نشـین اطلاعات خود را به زمین مخابره خواهند کرد.

روزآمدکردن تاریخی کیلوگرم

▲در این عکس که روز چهارشـنبه ۱۷ اکتبر ۲۰۱۸ گرفته شده است، یک نسخهٔ بدل نمونهٔ اصلی کیلوگرم بین‌المللی در اداره بین‌المللی اوزان و مقادیر در سور در نزدیکی پاریس نشان داده می‌شود. استوانهٔ فلزی به اندازهٔ توپ گلف در قلب نظام اندازه‌گیری جهانی بازنشسته می‌شود. در گردهمایی روز جمعه ۱۶ نوامبر سال ۲۰۱۸، افرادی که در ورسای گرد هم آمده بودند استفاده از فرمولی جدید برای تعریف دقیق یک کیلوگرم را تصویب کردند.

در یک رأی‌گیری تاریخی، بیش از ۵۰ کشـور به اتفاق آرا، تجدیدنظر در دستگاه بین‌المللی اندازه‌گیری را تصویب کردند که اسـاس تجارت جهانی و دیگر تلاش‌های بشر را تشکیل می‌دهـد. آن‌ها در تعریف‌های جدید بـرای کیلوگرم و دیگر یکاها دست اتحاد به یکدیگر دادند.

دانشمندانی که برای این به‌روز کردن دهه‌ها کار کرده‌اند، با شـادمانی این تغییر را که تحولی در اندازه‌گیری کمیت‌ها در جهان به وجود می‌آورد پذیرا شدند.

بازتعریف کیلوگرم، یکای پذیرفته شده جرم، چیزی بود که مدت‌ها انتظارش را داشـتند. کیلوگرم برای بیش از یک قرن جرم استوانه‌ای از آلیاژ پلاتین ـ ایریدم بود که در گاوصندوقی امن در فرانسـه نگهداری می‌شد. این دست‌ساخته ملقب به «Kبزرگ» از سال ۱۸۸۹ تنها کیلوگرم واقعی جهان بود.

اکنـون، با رأی‌گیری انجام شـده، کیلوگرم و همهٔ یکاهای اندازه‌گیـری دیگر با اسـتفاده از مقدارهـای عددی تعریف خواهند شـد که به راحتی در داخل یک کارت در کیف بغلی قـرار می‌گیرند. این اعداد پیش از رأی‌گیری برای نمایندگان ملی خوانده شـد. این روزآمد شدن از ۲۰ مه ۲۰۱۹ به اجرا درمی‌آید.

دانشـــمندان حاضر در گردهمایی بسیار هیجان‌زده بودند و این رویداد را گرامی داشتند.

ویلیام فیلیپـــس[1] برندهٔ جایزهٔ نوبل ایـــن روزآمد کردن را «بزرگ‌ترین انقلاب در اندازه‌گیری از زمان انقلاب فرانســـه» نامید که در طی آن دستگاه اندازه‌گیری متر و کیلوگرم شکل گرفت.

▲در این تصویر که روز چهارشـــنبه ۱۷ اکتبر سال ۲۰۱۸ گرفته شـــده اســـت مارتین جی. تی. میلتون[2] رئیس ادارهٔ بین‌المللی اوزان و مقادیر یک نسخه بدل نمونهٔ اصلی کیلوگرم را که بازنشسته می‌شود در دست دارد.

K بزرگ و شـــش نســـخهٔ رســـمی آن که همگی در یک گاوصندوق در حومه پاریس نگهداری می‌شـــوند بازنشســـته خواهند شد ولی فراموش نمی‌شوند. دانشمندان می‌خواهند بررسی کنند که آیا جرم آن‌ها برحسب زمان تغییر می‌کند.

این روزآمد کردن تأثیر محسوســـی بر بیشتر افراد نخواهد داشت. ترازوهای حمام همان اعداد را نشان می‌دهند و گرم‌ها و کیلوگرم‌ها در سوپرمارکت‌ها تغییر نمی‌کنند.

اما فرمول جدید برای کیلوگرم مزایایی نســـبت به استوانه فلزی استاندارد از قرن ۱۹ تا ۲۱ خواهد داشت که طی آن بشر دســـتاوردهای جالب توجه داشته و همچنین بی‌خردی‌های تکان‌دهنده از جمله در جنگ جهانی را از سر گذرانده است.

فرمول جدید برای کیلو که اکنون به «کیلوی الکتریکی» هم معروف اســـت گرد و خاک به خود نمی‌گیرد، با گذشت زمان فرسوده نمی‌شود و آسیب نمی‌بیند، و می‌توان به راحتی همه افراد را در آن شریک کرد.

کیلوگرم جدید چطور کار می‌کند؟

آهنرباهـــای الکتریکی نیرو تولید می‌کننـــد. از آن‌ها برای بلند کردن و جابه‌جایی اشیاء فلزی بزرگ مانند اتومبیل‌های قدیمی استفاده می‌شود. کشـــش این آهنرباها و نیرویی که وارد می‌کننـــد با مقـــدار جریان الکتریکی کـــه از پیچه‌های آن‌ها می‌گذرد متناسب است. بنابراین، رابطه مستقیمی بین الکتریسیته و وزن وجود دارد.

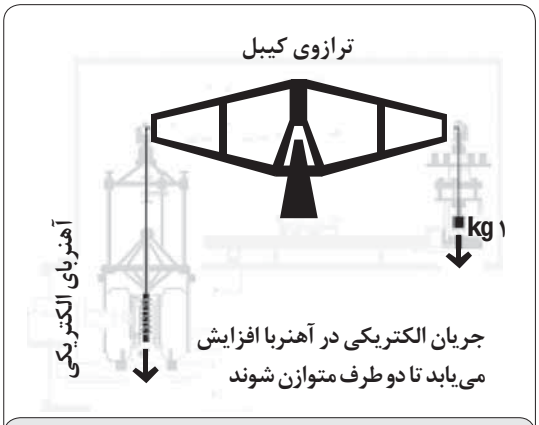
بنابراین، دانشـــمندان می‌توانند اصولاً کیلوگرم یا هر وزن دیگر را برحسب مقدار الکتریسیته لازم برای متوازن ساختن وزن (نیروی گرانشی وارد بر یک جرم) استفاده کنند.

کمیتی وجود دارد کـــه وزن را به جریان الکتریکی مرتبط می‌ســـازد و آن ثابت پلانک اســـت که به افتخار فیزیک‌دان آلمانی ماکس پلانک نام‌گذاری شـــده و با نماد h نشان داده می‌شود.

اما h عددی بســـیار کوچک اســـت و برای اندازه‌گیری آن، دانشمند پژوهشگر دکتر برایان کیبل[3] یک مجموعه ترازوهای بســـیار دقیق ســـاخت. ترازوی کیبل، دارای یـــک آهنربای الکتریکی اســـت که در یک طرف آن یک آهنربای الکتریکی و در طرف دیگر آن یک وزنه مثلاً یک کیلوگرمی قرار دارد.

جریان الکتریکی کـــه از آهنربا می‌گذرد را می‌توان با دقت باورنکردنی اندازه گرفت، پژوهشـــگران می‌توانند h را با دقت ۰/۰۰۰۰۰۱ درصد محاسبه کنند.

این موضوع راه را برای کنار گذاشتن K بزرگ هموار ساخت.



▲این تصویر چگونگی محاســـبهٔ کیلوگرم توسط آهنربای الکتریکی را نشان می‌دهد

پی‌نوشت‌ها

1. William Phillips
2. Martin J. T. Milton
3. Bryan Kibble

منابع

1. http://phys.org/news/2018-11-weght grawl-kilo.html.
2. http:www.bbc.com/news/science environment-46143399.

قبــلاً مجبور بودند که هرچند دهه یک بار، تمام نمونه‌های بــدل کیلوگرم در جهــان را در برابر K بزرگ آزمایش کنند، در این دســتگاه جدید هر کس با یک ترازوی کیبل می‌تواند وزنه‌ها را در هر کجا و در هر زمان آزمایش کند.

کیلوی بازتعریف شــده، اندازه‌گیری‌هــای دقیق جرم‌های بسیار، بسیار کوچک یا بسیار بزرگ را امکان‌پذیر می‌سازد.

روزآمــد کردن آمپر، کلوین و مول نیــز در این گردهمایی تأیید شد. جامعه بشری دارای هفت یکای اندازه‌گیری اصلی اســت: متر برای طول، کیلوگرم برای جرم، ثانیه برای زمان، آمپر برای جریان الکتریکی، کلوین برای دما، مول برای مقدار ماده و شمع برای شدت روشنایی است.

از این هفــت یکا، کیلو هنوز مبتنی بر یک دست‌ســاخته فیزیکی، K بزرگ بود. با گذشــت زمان و در دســترس قرار گرفتن تعریف جدید کیلو، کشورها دیگر مجبور نیستند برای آزمایش کیلوگرم خود آن‌ها را به فرانســه بفرستند تا ببینند استاندارد جرم آن‌ها هنوز دقیق است.

مسیری سریع‌تر و ارزان‌تر به انرژی همجوشی

▲ تصویری از آزمایش توکامک با میدان شدید SPARC که اولین پلاسما را با بازده انرژی مثبت تولید می‌کند.

دانشــمندان در زمینهٔ سرعت بخشــیدن به توسعه انرژی همجوشــی برای تحویل آن به شــبکه برق به منظور کمک به کم کردن تأثیر تولید الکتریســیته بر تغییر اقلیم فعالیت می‌کنند. از راه رسیدن یک فناوری موفقیت‌آمیز ـ ابررساناهای دما بالا، که می‌توان از آن‌ها در ســاخت آهنرباهایی استفاده کرد کــه میدان‌های مغناطیســی شــدیدتر از آنچه پیش از ایــن امکان‌پذیر بود تولید می‌کنند ـ ما را در رســیدن به این هدف کمک می‌کنند. پژوهشــگران برای استفاده از این فناوری در ساخت آهنرباها در مقیاس لازم برای دست یافتن به همجوشــی برنامه‌ریزی کرده‌اند. ساخت چیزی که اولین آزمایش همجوشــی با بازده انــرژی مثبت خواهد بود در پی آن می‌آید.

این برنامه کار مشترکی بین مرکز علوم پلاسما و همجوشی انســتیتوی فناوری ماساچوست و دســتگاه‌های همجوشی مشترک‌المنافع اســت. پژوهشگران این کار را در گردهمایی بخش فیزیک پلاسمای انجمن فیزیک امریکا پورتلند، اورگون ارائه خواهند کرد.

همجوشــی وقتی تولید می‌شود که هستهٔ اتم‌های کوچک با هم ترکیب شــوند و هستهٔ بزرگ‌تری را به وجود آورند که در این فرایند مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شــود. این هسته‌ها که نوعاً خویشــاوندان سنگین‌تر هیدروژن هستند، دوتریم و تریتیم نامیده می‌شوند و دارای بار مثبت هستند و در نتیجه نیروی دافعهٔ قــوی بین آن‌ها وجــود دارد که فقط دماهای صدها میلیــون درجه می‌تواند بر آن غلبــه کند. گرچه این دماهای زیاد، و در نتیجه واکنش‌های همجوشــی را می‌توان در آزمایش‌های همجوشــی تولید کرد، اما دانشمندان هنوز به شرایط لازم برای دست یافتن به بازده مثبت نرسیده‌اند.

یک راه‌حل ممکن برای رســیدن به این هدف افزایش توان آهنرباهاست. میدان‌های مغناطیســی در وسایل همجوشی بــرای نگهــداری گازهای یونیدهٔ داغ، موســوم به پلاســما، به‌صورت منزوی و جدا از مادهٔ معمولی به‌کار می‌روند. کیفیت این عایق‌بندی با افزایش شدت میدان مؤثرتر می‌شود، یعنی فضای کمتری برای داغ نگه داشــتن پلاسما لازم خواهد بود.

دو برابر کردن میدان مغناطیسی در یک **وسیلهٔ همجوشی** امکان کاهش این حجم را فراهم می‌سازد ـ که نشانهٔ خوبی از هزینهٔ کار دستگاه با ضریب هشت در حالی است که به همان عملکرد می‌رسیم. بنابراین، میدان‌های مغناطیسی قوی‌تر باعث می‌شوند که وسیلهٔ همجوشی کوچک‌تر، سریع‌تر و ارزان‌تر شود.

تحول در فناوری ابررسانا می‌تواند امکان دستیابی به نیروگاه‌های همجوشی را فراهم سازد. ابررساناها موادی هستند که جریان بدون اتلاف انرژی از آن‌ها می‌گذرد، اما برای انجام این کار باید بسیار سرد باشند. با این همه، ترکیب‌های ابررسانای جدید می‌توانند در دماهای بسیار بالاتر از ابررساناهای معمولی کار کنند. نکتهٔ مهم برای همجوشی آن است که این ابررساناها حتی وقتی در میدان‌های بسیار قوی قرار گیرند هم کار می‌کنند.

در حالی‌که ابررساناهای اولیه برای ساخت آهنربا مناسب نبودند، پژوهشگران اکنون روش‌هایی را برای ساخت ابررساناهای دما بالا به‌صورت «نوار» یا «روبان» یافته‌اند که آهنرباهایی با عملکرد بی‌سابقه را با آن‌ها می‌سازند. طراحی این آهنرباها برای ماشین‌های همجوشی مناسب نیست زیرا آن‌ها بسیار کوچک‌اند. پیش از آنکه وسیله همجوشی جدید موسوم به SPARC را بتوان ساخت، **ابررساناهای** جدید باید در نوعی آهنربای بزرگ و قوی لازم برای همجوشی قرار بگیرند.

اگر ساخت آهنربا موفقیت‌آمیز باشد، گام بعدی ساخت و به‌کار انداختن **آزمایش همجوشی SPARC** خواهد بود. SPARC یک وسیله همجوشی توکامک خواهد بود، نوعی پیکربندی محصورسازی مغناطیسی مشابه وسایل بسیار دیگری که مشغول به‌کارند.

دستاوردی شبیه کار برادران رایت[1] در اولین پرواز کیتی هاک[2]، دست یافتن به بازده انرژی مثبت که برای مدت ۶۰ سال هدف پژوهش‌های همجوشی بوده است، می‌تواند برای قرار دادن محکم همجوشی در برنامه‌های انرژی ملی و عملی کردن تحولات تجاری کافی باشد. هدف این برنامه آغاز به‌کار SPARC در سال ۲۰۲۵ است.

پی‌نوشت‌ها
1.Wright brothers
2. Kitty Hawk

منبع
http://phys.org/news/2018-11. faster-Cheaper-fusion-energy

استفاده از شگردهای کوانتومی تکامل طبیعت در فناوری کوانتومی

▲ حوزهٔ عمومی همدوسی کوانتومی

فیزیک‌دانان دانشگاه واریک[1] روشی را برای استفاده از توان مکانیک کوانتومی شکل گرفته در طبیعت به وجود آورده‌اند.

این آزمون یک مشخصهٔ روشنگر همدوسی کوانتومی را شناسایی و ویژگی‌های ذرات در حالت کوانتومی را که با محیط دنیای واقعی برهم‌کنش دارند طبقه‌بندی می‌کند. تجربهٔ حاصل به دانشمندان امکان می‌دهد تا همدوسی کوانتومی در جهان طبیعی را با استفاده از آزمایش‌ها در آزمایشگاه ردگیری کنند و کمّی سازند.

مقالهٔ این دانشمندان که در مجلهٔ *فیزیکال ریویو A*[2] چاپ شده است یک کار نظری است. این کار می‌تواند به آزمایش‌هایی بینجامد که به بحث مربوط به امکان استفاده از مکانیک کوانتومی در فرایندهای زیست‌شناختی

و اینکه آیا تکامل می‌تواند الگویی برای فناوری‌های کوانتومی مانند رایانه‌ها، حسگرها و منابع انرژی باشد کمک کند.

مشاهدهٔ ذرات میکروسکوپی در یک **حالت کوانتومی** بسیار دشوار است زیرا عمل مشاهده حالت آن‌ها را تغییر می‌دهد. این ذرات پنهان می‌توانند همزمان در بسیاری از مکان‌ها یا پیکربندی‌ها وجود داشته باشند، جنبه‌ای که به همدوسی کوانتومی معروف است.

این اثر اساس بسیاری فناوری‌ها مانند رایانه‌های کوانتومی، حسگرهای کوانتومی و **سامانه‌های مخابرات کوانتومی** را تشکیل می‌دهد که از سامانه‌های بسامان مجزا از بقیه جهان استفاده می‌کنند. با این همه، شناسایی وجود همدوسی کوانتومی در جهان واقعی پرهیاهو و آشفته‌تر، بسیار دشوارتر است.

این آزمون شامل دستورالعمل از بین بردن همدوسی کوانتومی و سپس مشاهدهٔ تغییر در اندازه‌گیری‌های بعدی است. اگر تأثیری شدید و قابل اندازه‌گیری مشاهده شود، دانشمندان می‌توانند نشان دهند که باید همدوسی کوانتومی در دستگاه وجود داشته باشد. این کار جدید استثناهای ممکن به این نتیجه‌گیری را نشان می‌دهد و بستگی به این دارند که دستورالعمل با چه سرعتی می‌تواند همدوسی را از بین ببرد.

دکتر جورج نی[3]، یک عضو پژوهشی بخش فیزیک دانشگاه گفت، «نشان دادن حضور همدوسی کوانتومی در یک دستگاه زیست‌شناختی مستلزم این تغییر تفکر است که فقط انسان‌ها توانایی مهندسی سامانه‌هایی را دارند که می‌توانند همدوسی کوانتومی را از خود نشان دهند و از آن بهره‌برداری کنند. این کار شامل گامی به سوی آزمایش فکری گربهٔ شرودینگر نیز هست که در آن یک سازوارهٔ زنده در حالتی قرار می‌گیرد که به‌صورت کوانتومی همدوس هم زنده است و هم مرده».

همکار وی در این کار اظهار داشت: «نتایج این آزمون برای ارتقای شناخت ما از طرز کار شیمی و زیست‌شناسی ارزشمند است، و شاید به این پرسش که آیا فیزیک کوانتومی در فرایندهای تکاملی نقش داشته است پاسخ دهد».

طبق فیزیک کوانتومی، یک ذره، مانند آنچه حامل انرژی در سازوارهٔ فوتوسنتزی است، می‌تواند مسیرهای مختلفی را بین ورودی و خروجی اختیار کند. انرژی‌ای که ذره حمل می‌کند می‌تواند در هر لحظه از زمان پس از تولید از بین برود. اگر ذره سریع‌تر به طرف مقصد حرکت کند، احتمال اتلاف کمتر می‌شود و به کارآیی بالاتری دست می‌یابیم.

همدوسی امکان تداخل بین دو مسیر را فراهم می‌سازد و به ذره اجازه می‌دهد در دورهٔ زمانی مشخص مسیر طولانی‌تری را طی کند. این موضوع نشان می‌دهد که شاید آثار کوانتومی امتیاز بارزی نسبت به روش‌هایی داشته باشند که سازواره‌ها برای به‌کارگیری آن‌ها سازگار شده‌اند.

دکتر نی اضافه کرد: «امکانات موجود وسوسه‌انگیزند. اگر **آزمون** مورد نظر ما در یک سامانه زیست‌شناختی انجام شود و نتیجهٔ مثبت به دست دهد، شاید بتوانیم اصول طراحی مهندسی کوانتومی را از طبیعت بیاموزیم. سپس می‌توانیم فناوری‌های زیست‌تقلید را به وجود آوریم که مستحکم‌تر و شاید حتی توانمندتر از نسل کنونی فناوری‌های **کوانتومی** باشند که تقریباً تنها و تنها مبتنی بر دستگاه‌های کاملاً منزوی هستند. اگر بتوانیم برداشت نور مصنوعی مانند مورد مثال سلول‌های خورشیدی را تقویت کنیم، توان بالقوهٔ عظیم تأمین انرژی تجدیدپذیر ارزان در اختیارمان خواهد بود».

پی‌نوشت‌ها

1. Warwick university
2. Physical Review A
3. George knee

برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به:

George C. Knee et al. subtleties of Witnessing quantum coherence in nonisolated systems, *Physical Review A*(2018).

DoI: 10. 1103/Phys Rev A. 98. 052328