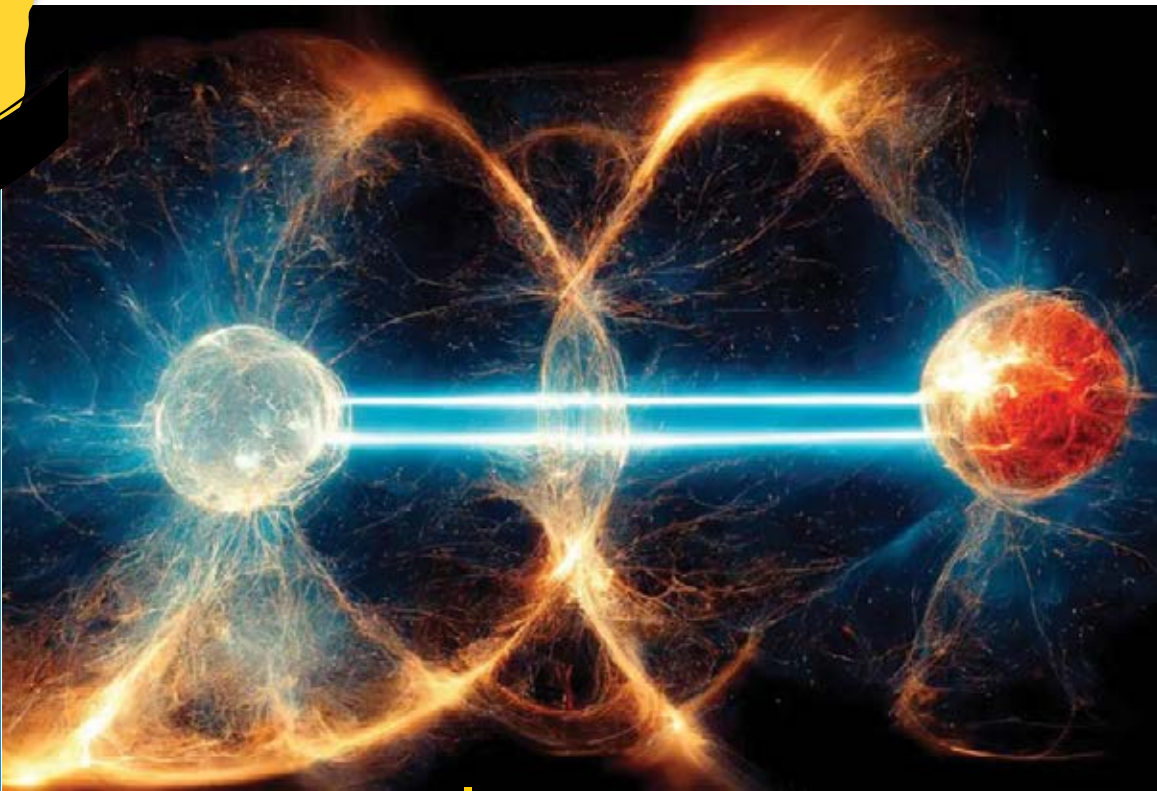


# آغاز مهندسی دانش کوانتوم!

همزمانی تقریبی ۲ خبر درباره ساخت اولین موتور کوانتومی جهان و دستیابی دانشمندان به برهم نهی ذرات در یک کابل فیبر نوری، امیدهای زیادی را ایجاد کرد که یک جهش بزرگ در فناوری بشری پیش روی ما باشد!



سید مصطفی صابری | روزنامه نگار

پرونده

طی روزهای اخیر دو خبر مهم درباره دانش کوانتوم و استفاده از آن برای ساخت یک موتور و همین طور کاربرد آن در دنیای اینترنت، توجه بسیاری از علاقه مندان به دنیای علم و فناوری را جلب کرد. اهمیت ماچرا به این دلیل است که دانش کاربردی ما از مکانیک کوانتوم بسیار محدود و مهندسی این دانش هم برای استفاده از آن در زندگی روزمره مردم تا به حال ناچیز بوده؛ با این اوصاف وقتی خبری می رسد مبنی بر این که موتور و اینترنت کوانتومی یک گام جلوتر فته، یعنی با سرآغاز یک اتفاق مهم مواجه هستیم؛ مانند آن چه بشر هنگام اختراع چرخ، سقوط سیب روی سر نیوتن، قانون نسبیت، اولین پرواز در آسمان و... تجربه کرد؛ شاید هم فراتر از این ها. با این اوصاف در این مطلب ابعاد مختلف این دو خبر را مرور می کنیم.

## فیزیک کوانتوم چی هست؟

فیزیک کوانتومی یک چار چوب نظری است که هدف آن توصیف ساختار و رفتار ذرات زیر اتمی و همچنین سیستم های متشکل از این ذرات است. این تئوری مبتنی بر این ایده است که این ذرات و سیستم ها به روش های اساسی متفاوت از اجسام بزرگتر و کلاسیک رفتار می کنند و ویژگی هایی از خود نشان می دهند که اغلب دشوار است که با تجربه روزمره ما سازگار شوند. به طور مثال طبق قوانین حرکت نیوتن، با دانستن جرم و سرعت یک جسم، می توانیم محاسبه کنیم آن بعد از یک زمان مشخص ممکن است

## دانشی که دنیار ا تکان داد

فیزیک کوانتوم بی نهایت شیرین و در عین حال شگفت انگیز است؛ چرا که با تجربه روزمره ما که در دنیای غیر یزاتمی می بینیم تفاوت جدی دارد. برای درک اهمیت و جزئیات اخبار تازه ای که در این زمینه به گوش می رسد، لازم است با دنیای فیزیک کوانتوم بیشتر آشنا شویم تا بدانیم وقتی از موتور کوانتومی یا دستیابی به برهم نهی در اینترنت می گوئیم ما چر از چه قرار است. برخی از جالب ترین نکاتش را در ادامه مرور می کنیم:

**دوگانگی موج ذره** در مکانیک کوانتومی، ذرات می توانند مانند امواج و امواج مانند ذرات رفتار کنند. این یک مفهوم اساسی در مکانیک کوانتومی است که به طور تجربی تایید شده است. یعنی برخلاف آن چه بیشتر ما در مدرسه یاد گرفته ایم، وقتی درباره یک ذره در ابعاد کوانتومی بحث می کنیم در حقیقت باید آن را یک موج در نظر بگیریم که می تواند همزمان در نقاط مختلفی باشد یا لااقل نمی توانیم به طور قطع مکان مشخصی برای آن در نظر بگیریم.

**اصل عدم قطعیت** اصل عدم قطعیت بیان می کند که نمی توان

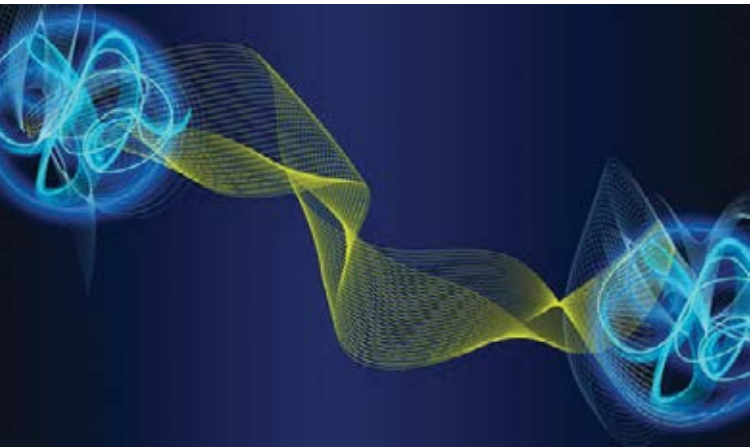
موقعیت و تکانه دقیق یک ذره را همزمان دانست. این بدان معنی است که یک محدودیت اساسی برای دقت وجود دارد که با آن می توانیم خواص ذرات را اندازه گیری کنیم.

**درهم تنیدگی** درهم تنیدگی پدیده ای است که در آن دو ذره به گونه ای به هم متصل می شوند که حالت یک ذره به حالت ذره دیگر وابسته است، حتی اگر با فاصله زیادی از هم جدا شوند. یعنی اگر حالت یک ذره را در یک طرف کیهان تغییر دهیم، حالت ذره در هم تنیده اش در دور ترین نقطه کیهان بلافاصله تغییر می کند. این بدان معناست که اطلاعات می توانند سریع تر از سرعت نور حرکت کنند که توسط فیزیک کلاسیک مجاز نیست.

**تول زنی کوانتومی** تول زنی کوانتومی پدیده ای است که در آن ذرات می توانند از مواعی عبور کنند که در فیزیک کلاسیک غیر قابل نفوذ هستند.

**برهم نهی کوانتومی** برهم نهی کوانتومی یک مفهوم اساسی در مکانیک کوانتومی است که توانایی ذرات را برای وجود چندین حالت یا مکان به طور همزمان توصیف می کند. این بدان معنی است که تا زمانی که ذره مشاهده یا اندازه گیری نشود، در برهم نهی همه حالات ممکن هست که اساسا در همه آن ها به طور همزمان وجود دارد. برهم نهی کوانتومی پیامدهای مهمی برای زمینه هایی مانند محاسبات کوانتومی و رمزنگاری دارد، جایی که توانایی ذخیره و دستکاری اطلاعات در چندین حالت به طور همزمان می تواند به مزایای محاسباتی قابل توجهی منجر شود.

**جهان های موازی** پذیرش برهم نهی کوانتومی پیامدهای جالبی



دارد که یکی از آن ها ایده سهمگین و جذاب جهان های موازی است. چیزی که شاید در فیلم ها و سریال های علمی و تخیلی دیده باشید. بر این اساس هر بار که یک رویداد کوانتومی با چندین پیامد ممکن رخ می دهد، جهان به چند جهان موازی تقسیم می شود که هر کدام با یکی از نتایج ممکن مطابقت دارند. این تفسیر مبتنی بر این ایده است که برهم نهی کوانتومی نشان دهنده یک حالت فیزیکی واقعی است، نه صرفا یک انتزاع ریاضی.

**اثر مشاهده گر** اثر مشاهده گر یک مسئله اعجاب انگیز در مکانیک کوانتومی است

## دنیایی که کوانتوم می شود

با مطالعه مفاهیم فیزیک کوانتوم می توان ماچرای اینترنت کوانتومی و تعریفش را بهتر درک کرد

**اینترنت کوانتومی** بر اساس خبری که طی روزهای اخیر منتشر شده است دانشمندان به درهم تنیدگی کوانتومی زنده در یک کابل فیبر نوری ۱۸ مایلی دست یافتند. محققان دانشگاه نورث وسترن در ایالات متحده با استفاده از کابل های فیبر نوری که ترافیک اینترنت را حمل می کردند، درهم تنیدگی کوانتومی را با موفقیت نشان دادند. این فناوری می تواند سرعت تحقیقات دارویی، مدل سازی مالی و بهینه سازی سیستم ها را تسریع و حتی در مبارزه با تغییرات آب و هوایی به ما کمک کند. محاسبات یا رانش کوانتومی به لطف توانایی خود در انجام محاسبات بسیار پیچیده در عرض چند ساعت که توسط سریع ترین ابر رایانه ها هم چندین دهه طول می کشد، می تواند جهان ما را به طور اساسی تغییر دهد. دور نوردی کوانتومی فرایند جابه جایی یک کیوبیت (واحد پایه اطلاعات کوانتومی) از یک محل به محل دیگر، بدون پیمایش فاصله است. در حالی که در ارتباطات نوری، همه سیگنال ها با استفاده از میلیون ها ذره به نور تبدیل می شوند. اطلاعات کوانتومی فقط شامل فوتون های منفرد است. این می تواند ارتباطات را به دلیل ماهیت

این امر غیر ضروری است، زیرا می توان داده های کوانتومی را با استفاده از کابل های فیبر نوری در حین حمل داده های اینترنتی از راه دور منتقل کرد. **اولین موتور کوانتومی جهان** پیش از انتشار خبر مربوط به برهم نهی کوانتومی در یک فیبر نوری، خبری جالب درباره ساخت در یک جهش بزرگ علمی، دانشمندان موفق به ساخت اولین موتور کوانتومی جهان شده اند که به جای سوخت های فسیلی سنتی، از اصول عمیق مکانیک کوانتومی استفاده می کند. این موتور به جای سوخت های فسیلی مانند گاز یا نفت، از اصول عجیب و غریب مکانیک کوانتومی برای تولید انرژی استفاده می کند.



رشته ای است که از اصول مکانیک کوانتومی برای ایجاد تصاویری با وضوح، حساسیت و دقت بالاتر نسبت به تکنیک های تصویربرداری سنتی استفاده می کند. یکی از تکنیک های رایج در تصویربرداری کوانتومی، تصویربرداری «ارواح کوانتومی» نام دارد که از جفت فوتون های درهم تنیده برای ایجاد تصاویری از اجسام بدون این که مستقیما آن ها را روشن کند، استفاده می کند. این به محققان اجازه می دهد تا تصاویری از اشیای ظریف یا حساس ایجاد کنند که با تکنیک های تصویربرداری سنتی آسیب می بیند یا از بین می روند. تکنیک دیگری به نام «میکروسکوپ درهم تنیدگی کوانتومی»، از فوتون های درهم تنیده برای ایجاد تصاویری با وضوح کمتر از طول موج استفاده می کند و به محققان این امکان را می دهد که سیستم های بیولوژیکی و نانومقیاس را با جزئیات بی سابقه ای مطالعه کنند. تصویربرداری کوانتومی کاربردهای بالقوه زیادی در زمینه هایی مانند زیست شناسی، پزشکی و علم مواد دارد، زیرا به محققان اجازه می دهد تا سیستم های پیچیده را در سطح کوانتومی با دقت و وضوح بی سابقه مطالعه کنند.



به نام فروپاشی تابع موج شناخته می شود. این بدان معنی است که عمل اندازه گیری یک سیستم کوانتومی می تواند به طور اساسی خواص آن را تغییر دهد. اندازه گیری کوانتومی فرایندی پیچیده و غیر معمول است که هنوز موضوع تحقیقات و بحث های زیادی در بین فیزیکدانان است.

**تصویربرداری کوانتومی** تصویربرداری کوانتومی

**چقدر تا مهندسی کوانتوم فاصله داریم؟** وقتی با فیزیک کوانتوم آشنا می شویم آن چه در ذهن مان شکل می گیرد، این است که اگر این دانش شگفت انگیز از حالت نظری خارج شده و به صورت مهندسی شده ای به دنیا عرضه شود چه اتفاقی می افتد. هر چند فیزیک کوانتومی به عنوان یک رشته کاملا نظری آغاز شد، اما در بسیاری از زمینه ها به مهندسی کاربردی تبدیل شده است. در این جا چند نمونه آورده شده که هنوز هم برای ما آن چنان که باید ملموس نیست، چون به شکل روزانه با آن ها سرو کار نداریم:

**محاسبات کوانتومی** محاسبات کوانتومی نوعی از محاسبات است که از اصول مکانیک کوانتومی

برای انجام انواع خاصی از محاسبات بسیار سریع تر از رایانه های کلاسیک استفاده می کند. رایانه های کلاسیک از بیت های باینری استفاده می کنند که می توانند ۰ یا ۱ باشند تا اطلاعات را ذخیره و پردازش کنند. از سوی دیگر، رایانه های کوانتومی از بیت های کوانتومی یا کیوبیت ها استفاده می کنند که می توانند در یک برهم نهی ۰ و ۱ به طور همزمان وجود داشته باشند. این به رایانه های کوانتومی اجازه می دهد تا انواع خاصی از محاسبات را به صورت تصاعدی سریع تر از رایانه های کلاسیک انجام دهند. رایانه های کوانتومی علاوه بر استفاده از کیوبیت، از درهم تنیدگی کوانتومی و تداخل کوانتومی هم برای انجام محاسبات استفاده می کنند. این پدیده ها به رایانه های کوانتومی اجازه می دهند تا انواع خاصی از مسائل را حل کنند، مانند فاکتورگیری اعداد بزرگ یا شبیه سازی سیستم های پیچیده که برای رایانه های کلاسیک غیر قابل حل هستند. در حالی که رایانه های کوانتومی هنوز در مراحل اولیه توسعه هستند، این پتانسیل را دارند که زمینه هایی مانند رمزنگاری، شیمی و علم مواد را با اجازه دادن به محققان برای حل مسائلی که در حال حاضر حل آن ها با رایانه های کلاسیک غیر ممکن است، متحول کنند.

**رمزنگاری کوانتومی** رمزنگاری کوانتومی از اصول مکانیک کوانتومی برای ایجاد سیستم های