



انتقال آبی اطلاعات با عبور از فیزیک کلاسیک

افزایش سرعت انتقال اطلاعات یکی از دغدغه‌های همیشگی انسان بوده و استفاده از فیبرهای نوری را می‌توان آخرین دستاورد بشر در راه انتقال هر چه سریع‌تر اطلاعات دانست.

افزایش سرعت انتقال اطلاعات یکی از دغدغه‌های همیشگی انسان بوده و استفاده از فیبرهای نوری را می‌توان آخرین دستاورد بشر در راه انتقال هر چه سریع‌تر اطلاعات دانست. از آنجا که فیزیک کلاسیک سرعت نور را حد نهایی سرعت مجاز می‌داند و شواهد موجود نیز این ادعا را تأیید می‌کند، شاید بهتر است ما نیز در مقابل این محدودیت سر تسلیم فرود بیاوریم و دسترسی به فناوری استفاده از سرعت نور در دنیای مخابرات و اینترنت را غنیمت بشمریم، ولی محدودیت چیزی نیست که بتوان در فرهنگ لغات دانشمندان پیشرو، معادلی برای آن یافت. این دانشمندان از محدودیت سرعت نور در فیزیک کلاسیک عبور کرده و وارد دنیای شگفت انگیز فیزیک کوانتوم شده‌اند تا بتوانند سرعت انتقال اطلاعات را به حد نهایی آن، یعنی انتقال آبی و در لحظه در هر مسافتی - حتی میلیارها سال نوری آن طرف تر - برسانند و آن طور که از شواهد بر می‌آید موفقیت‌های چشمگیری نیز در این راه نصیبشان شده است. محققان هلندی بتازگی موفق شدند اطلاعات کوانتومی را با وقفه زمانی صفر از یک پایانه به پایانه دیگر در فاصله سه متری منتقل کنند. به این پدیده «دورفرستی کوانتومی» گفته می‌شود که خود با استفاده از پدیده دیگری به نام درهم تنیدگی یا وابستگی کوانتومی کار می‌کند.

وابستگی کوانتومی چیست؟

پروفسور هنس که سرپرستی این آزمایش را به عهده داشت وابستگی را این گونه تعریف می‌کند: «وابستگی احتمالا عجیب ترین و البته جالب ترین پیامد نظریه کوانتومی است. وقتی دو ذره وابسته می‌شوند، ماهیت آنها با یکدیگر مخلوط می‌شود؛ یعنی درحالی که ماهیت مجموع آن ذرات کاملا مشخص است، ماهیت فردی هر دو ذره ناپدید می‌شود». اگر این موضوع برایتان حیرت آور و غیرقابل درک است اصلا جای نگرانی نیست، چراکه آلبرت اینشتین بزرگ هم این پدیده را «عملی عجیب و ترسناک از راه دور» می‌دانست. در واقع او و همکارانش اولین کسانی بودند که در مقاله ای این موضوع را که به نام اثر «ای پی آر» معروف است مطرح کردند و به دلیل دور از ذهن بودنش، آن را دلیلی برای رد اصول مکانیک کوانتومی دانستند. ولی گذر زمان به نفع اینشتین نبود و امروز شمارش معکوس برای رد قطعی ادعای او آغاز شده است. شواهد نشان می‌دهد در زمان انفجار بزرگ و آغاز آفرینش، بعضی از ذرات به ذرات کوچک تر فروپاشیده شده‌اند و ذرات کوچک تر و سبک تر جدید در جهت مخالف یکدیگر به حرکت در آمده‌اند. امروز این ذرات کوچک تر شاید چند میلیارد سال نوری با همدیگر فاصله داشته باشند ولی به دلیل همان باهم بودن اولیه، هنوز تغییر در وضع یکی بلافاصله وضع ذره دیگر را نیز تغییر می‌دهد. در واقع جهان یک مفهوم موضعی نیست و موجودات کوانتومی که مدتی با هم بر هم کنش کرده باشند هر قدر هم که از هم دور بیفتند باز تا اندازه ای در هم تنیده‌اند.

استفاده از وابستگی کوانتومی برای انتقال اطلاعات

فرض کنید دو ذره وابسته در اختیار دارید و آنها را در دو شهر (الف) و (ب) با فاصله چند کیلومتری از یکدیگر قرار می‌دهید. توفانی ویرانگر از شهر (الف) عبور می‌کند و همه وسایل ارتباطی را از کار می‌اندازد و به سمت شهر (ب) رهسپار می‌شود. اگر هشدار لازم بموقع به ساکنان شهر (ب) نرسد، تلفات و خرابی بسیاری به بار خواهد آمد. در این شرایط کافی است دانشمندان وضع کوانتومی ذره موجود در شهر (الف) را به گونه ای که از قبل با شهر (ب) هماهنگ شده تغییر دهند. دانشمندان مستقر در شهر (ب) تغییر وضع ذره وابسته را مشاهده می‌کنند و پیام هشدار بدون نیاز به هیچ گونه مجرای ارتباطی، با سرعتی سریع تر از سرعت نور به شهر (ب) می‌رسد. در واقع در این شیوه ارتباطی، اطلاعات از طریق فضای بین دو شهر منتقل نمی‌شود و نکته مهم تر این که اطلاعات برای انتقال به اجزای کوچک تر تجزیه نمی‌شود.

روش انجام آزمایش

این آزمایش اولین آزمایش دورفرستی کوانتومی نیست و پیش از این آزمایش هایی در مسافت های بالای صد کیلومتر نیز احتمال وجود وابستگی کوانتومی را مورد تأیید قرار داده بود ولی به دلیل سرشت غیرقطعی نظریه کوانتوم در آن آزمایش ها درصد بالایی از عدم قطعیت در مورد نتایج آزمایش ها وجود داشت که این درصد در آزمایش جدید به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

محققان دانشگاه دلفت هلند برای انجام این آزمایش اتم های نیتروژن را درون بلورهای کربن الماس به دام انداختند. این کار به آنها امکان می‌دهد یک الکترون مجزا یا حتی هسته اتم نیتروژن را مورد مطالعه قرار دهند. مرحله بعدی تغییر آگاهانه یکی از ویژگی های ذاتی ذرات یعنی چرخش آنهاست. چرخش را می‌توان با اغماض و به خاطر نزدیکی به ذهن، جهت چرخش ذره در نظر گرفت. دلیل این که در این آزمایش از بلورهای کربن استفاده می‌شود این است که کربن قابلیت تبدیل به ریزتراشه را دارد و دانشمندان معتقدند برای این که بتوان در آینده از این ساز و کار در رایانه ها و اینترنت کوانتومی بهره برد، از هم اکنون آزمایش ها باید بر مبنای آن هدف طراحی شود. تغییر چرخش یک ذره باعث شد چرخش ذره وابسته به آن که روی میزی در

فاصله سه متری قرار داشت، بدون هیچ گونه دخالتی از جانب محققان متناسب با تغییر انجام گیرد - و نه دقیقا مانند آن - تغییر کند. مثلا اگر می دانیم مجموع چرخش های دو ذره برابر صفر است و چرخش یکی از ذرات را از -1 به +1 تغییر دهیم، چرخش ذره دیگر همزمان از -1 به +1 تغییر می کند تا اسپین کل صفر باقی بماند. البته دلیل اصلی این رفتار ذرات هنوز کاملا ناشناخته باقی مانده و شاید به همین دلیل بود که ریچارد فاینمن، فیزیکدان برنده نوبل می گوید: «فکر می کنم می توان با قطعیت ادعا کرد هیچ کس مکانیک کوانتومی را نمی فهمد.»

چالش ها و مشکلات

افزایش آنی اطلاعات مسأله خیلی دور از ذهنی نیست. فرض کنید دو توپ تنیس درون یک کیسه قرار دارد و می دانیم یکی از آنها سفید و دیگری نارنجی است. فضاوردی یک توپ از کیسه خارج می کند و با چشمان کاملا بسته آن را در جیب خود قرار می دهد و به کهکشان دیگری سفر می کند. به محض این که در کهکشان دیگر توپ را از جیب خود خارج می کند و می بیند رنگ آن سفید است، بدون هیچ وقفه زمانی در می یابد توپ باقیمانده داخل کیسه حتما نارنجی است؛ در حالی که اکنون میلیون ها سال نوری از آن فاصله گرفته است. البته این نوع انتقال اطلاعات صرفا افزایش دانش است و نه کنش از راه دور. در دورفرستی کوانتومی ماجرا کمی پیچیده تر است و آنچه شما در کهکشان جدید می بینید مستقل از آنچه در کهکشان قبلی روی می دهد، نیست. مثلا فرض کنید اگر شما ببینید توپ همراه شما سفید است، توپ دیگر قرمز می شود و اگر توپ همراه شما نارنجی باشد توپ دیگر سبز رنگ می شود و پیش از این که شما رنگ توپ خود را مشاهده کنید هیچ یک از توپ ها رنگ مشخصی ندارند. لفظ وابستگی در واقع به این موضوع اشاره دارد.

دانشمندان تا چندی پیش معتقد بودند دورفرستی کوانتومی از نسبیت خاص، که انتقال اطلاعات را محدود به سرعت نور می کند، تخطی نمی کند؛ چرا که آنچه در مورد توپ ها گفتیم فقط مشاهده یک واقعیت بیرونی است و پای انتقال آگاهانه اطلاعات در میان نیست. البته امروز اوضاع با چند سال گذشته تفاوت کرده و محققان دانشگاه دلفت از «انتقال آنی اطلاعات» سخن می گویند. پروفیسور هنس در این رابطه می گوید: «رقابت بزرگی بین پنج یا شش گروه برای اثبات اشتباه اینشتین در جریان است. پای صید یک ماهی واقعا بزرگ در میان است.» موضوع هر چه هست دانشمندان باید بسیار صبور باشند تا آنچه دو سال پیش در مورد نوترینوهای به ظاهر سریع تر از نور در مرکز اتمی سرن اتفاق افتاد، تکرار نشود. در آن سال هم فریادهای عجولانه اثبات اشتباه اینشتین خیلی زود به نجوای تلخ عذرخواهی و نامه های استعفا در مرکز سرن تبدیل شد. واقعیت، اشتباه محققان در وصل کردن چند کابل بود.

مسعود توکلی / جام جم