

# ذخیره سازی ۵۰۰ ترابایت در یک اینچ مربع؛ اولین نمونه عملیاتی هارد دیسک در مقیاس اتمی ساخته شد - دیجیاتو

حمید مقدسی | سه شنبه، ۲۹ تیر ۱۳۹۵

دانشمندان هلندی توانسته اند حافظه ذخیره سازی قابل بازنویسی در مقیاس اتمی تولید کنند، که قادر است 500 ترابایت داده را در فضای یک اینچ مربعی نگهداری کند. به عبارت دیگر با این فناوری می توان تمامی کتاب های نوشته شده به دست بشر را در ابعاد یک تمبر پستی ذخیره کرد.

این هارد درایو اتمی که توسط Sander Otte و همکارانش در «دانشگاه دلفت» ساخته شده، تراکم ذخیره سازی 500 برابر بیشتر از بهترین هارد دیسک های موجود در بازار را ارائه می کند. با چگالی داده 500 ترابایت در هر اینچ مربع می توان کل محتوای کتابخانه کنگره ایالات متحده را در مکعبی به ابعاد 0.1 میلیمتر جای داد.

گزارش دستاورد فوق در جدیدترین شماره Nature Nanotechnology منتشر شده، و هنوز راه درازی را برای کاربردی شدن در پیش دارد، اما نشان می دهد که می توان از آن به منظور ساخت ابزارهای ذخیره سازی در مقیاس اتمی استفاده کرد.

این اولین بار نیست که دانشمندان اقدام به جابجایی و جانشانی اتم ها کرده اند. محققین از اوایل دهه 1990 با استفاده از روش [میکروسکوپ تونلی روبشی](#) عملیات یاد شده را انجام می دهند. البته روش های موجود برای این کار بسیار پر زحمت و کند هستند و به بردباری و مداومت فوق العاده ای نیاز دارند. سیستم جدید، اگرچه هنوز اندکی کند است، اما نسبت به روش های قبلی پیشرفت های قابل توجهی را ارائه می نماید.

ویدئوی معرفی این فناوری را می توانید در زیر مشاهده کنید:

برای اجرای این عملیات Otte و تیمش اتم های کلر را بر روی سطح مسی قرار دادند و یک شبکه مربعی بی نقص را به وجود آوردند. در شبکه به دست آمده، هر جایی که یک اتم برداشته شود، حفره ای به وجود می آید. همانطور که می دانید، این نوع آرایش روشن/خاموش می تواند سیستم باینری را ایجاد کند، که بنیان ذخیره سازی دیجیتال را تشکیل می دهد.

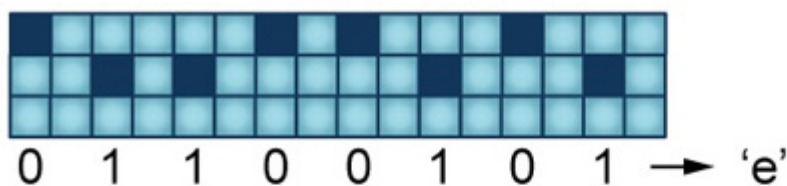
محققین یاد شده با استفاده از سوزن های نوک تیز میکروسکوپ تونلی روبشی توانستند وضعیت اتم ها را یک به یک بر روی سطح بررسی کرده، و حتی برخی اتم ها را به حفره های موجود منتقل کنند.

Otte در این رابطه می گوید:

با ترکیب اتم های کلر و سطح بلورین، توانستیم حفره ها را مانند قطعات پازل جابجا کنیم. دستاورد مانویدبخش ابداع روش ذخیره سازی و دستکاری داده جدیدی به شمار می رود که قابل اطمینان، تکرارپذیر و مقیاس پذیر بوده و به سادگی قابل خودکارسازی است. گویی یک دستگاه چاپ در مقیاس اتمی اختراع کرده ایم.

مقایسه این روش با پازل بسیار بجاست. هر بیت بر روی سطح اتم های مس از دو وضعیت تشکیل شده، که یک اتم کلر می تواند با حرکت به سمت جلو و عقب حالت آن را تعیین کند. مثلاً زمانی که اتم کلر در نیمه بالایی قسمت موردنظر قرار گیرد، عدد 1 تداعی می شود و اگر پایین بیاید، عدد صفر تولید می گردد. به همین راحتی می توان یک هارد دیسک ساخت.

به جز در محل حفره ها، هر اتم کلر با دیگر اتم های همین عنصر محاصره شده تا یکدیگر را در جای خود نگه دارند. این روش بسیار مطمئن تر از فناوری هایی است که از اتم های آزاد استفاده می کنند. محققین فوق توانستند عملیات نوشتن، خواندن و بازنویسی را در دستگاهی به ظرفیت یک کیلوبایت و متشکل از 8000 بیت اتمی انجام دهند. ابزار حاصل، بزرگ ترین ساختار اتمی ساخته شده توسط انسان به شمار می رود.



■ regular block

■ start of line

■ end of line

■ end of file

■ broken block

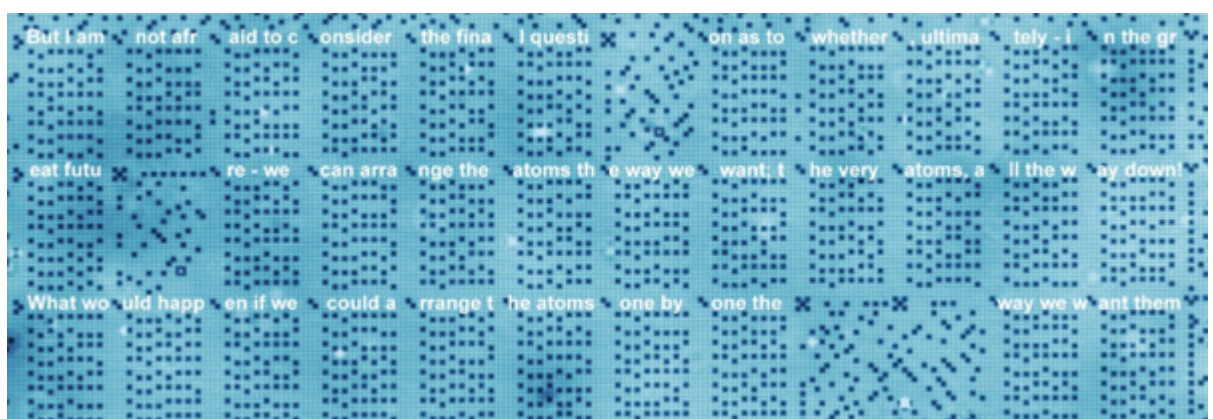
■ broken & start of line

در این تحقیق، حافظه ذخیره سازی به بلوک های 8 بایتی (64 بیتی) تقسیم شد. به هرکدام از بلوک ها، یک نشانگر اختصاص یافت که از همان ساختار اتم های کلر و حفره ها برخوردارند. نشانگرها به منزله بارکدهای کوچکی عمل می کنند که اطلاعاتی را در مورد موقعیت دقیق بلوک خود بر روی لایه مس ارائه می دارند. آنها می توانند آسیب دیدن بلوک به خاطر آلودگی یا مشکلات سطحی را نشان دهند. یعنی حتی با وجود نقایص فیزیکی بر روی سطح مس، باز هم می توان این حافظه را توسعه داد و در مقیاس های بزرگ تری تولید نمود.

در روند این آزمایش، محققین توانستند موقعیت بیش از 8000 حفره تشکیل شده از طریق جای گیری اتم های کلر را به مدت بیش از 40 ساعت در دمای 77 کلوین حفظ کنند. پس از ساخت الفبای باینری بر اساس موقعیت حفره ها، آنها توانستند متون مختلفی از جمله سخنرانی اصلی «ریچارد فاینمن» با عنوان «آن پایین فضای بسیاری هست» و رساله «منشأ انواع» از «چارلز داروین» را بر روی آن ذخیره نمایند. این داده ها اتم به اتم و بیت به بیت، بر روی سطح ورقه مسی ثبت شدند. سرعت نوشتن/بازنویسی بسیار پایین بوده (در مقیاس چند دقیقه) اما در مجموع می توان گفت روشی مطمئن برای نوشتن، ذخیره کردن و خواندن داده ها در مقیاس اتمی به دست آمده.

«اته» می گوید:

اگرچه این حافظه از نظر ظرفیت بسیار فراتر از رسانه های موجود است، اما از نظر سرعت خواندن و نوشتن بسیار پایین تر از استانداردهای کنونی عمل می کند. به نظر من هیچ محدودیت فیزیکی برای افزایش سرعت فرآیند تا سطحی مشابه با هارد دیسک های موجود نداریم. این موضوع اگرچه چالشی بزرگ پیش روی ماست، اما علم فیزیک امکان پذیری آن را تأیید می کند.



یکی از مهم ترین محدودیت های روش نوین مورد بحث، این است که سیستم فوق هنوز در محیط عادی عمل نمی کند. در شکل کنونی، هارد درایو اتمی تنها در محیط خلاء کاملاً تمیز و در دمای نیتروژن مایع یعنی منفی 210 درجه سانتیگراد قابل استفاده خواهد بود. رئیس پروژه تحقیقاتی فوق می گوید «هنوز راه درازی برای ذخیره سازی داده های واقعی در مقیاس اتمی در

پیش داریم، اما با کسب موفقیت چشمگیر، گام بسیار بزرگی در مسیر فوق برداشته شده.»

شاید برخی افراد، محدودیت یاد شده را به منزله شکست این پروژه قلمداد کنند، اما Otte موافق نیست. او می گوید اکنون که ترکیب خاص اتم های کلر و مس را یافته اند و تعادل خوبی از نظر پایداری و تغییرپذیری در اختیار آنها قرار گرفته، گام بعدی آنها جستجو به دنبال زوج اتم های دیگری مانند یُد یا بُرم خواهد بود تا شاید بتوان از طریق آنها دمای عملیاتی سیستم نهایی را تا حد معقول افزایش داد.

او در این رابطه اشاره کرده است:

*حتی اگر موفق به یافتن اتم های دیگر و افزایش دمای عملیاتی نشویم، باز هم ذخیره سازی داده ها در دمای نیتروژن مایع در دیتاستهای بزرگ توجیه پذیر به نظر می رسد. بسیاری از اسکنرهای MRI در بیمارستان ها دائماً در دمای هلیوم قرار دارند، بنابراین شرایط نگهداری هارد درایو بدست آمده از تحقیق ما نیز خیلی خاص و عجیب نیست.*

محققین فوق این دستاورد را نقطه عطفی در حوزه نانو تکنولوژی می دانند، و می گویند این تحقیق به توانایی های ما در انجام عملیات مهندسی در کوچک ترین مقیاس های ممکن صحنه می گذارد. او می گوید: «در حال حاضر نمی توانم آینده پروژه را پیش بینی کنم، اما مطمئنم حاصل کار، چیزی فراتر و هیجان انگیز تر از ذخیره سازی داده خواهد بود»

[دیجیاتو](#)