

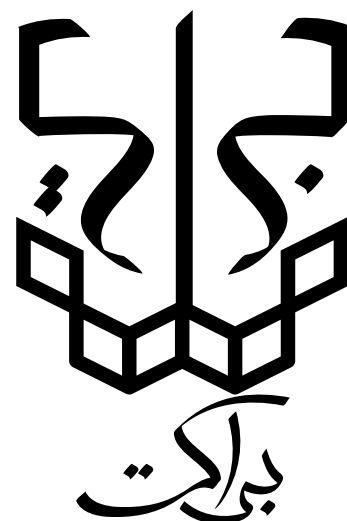
پیرکشت

شماره دوم | پاییز ۱۴۰۳

درهم‌تنیدگی کوانتومی

اراتوستن و محیط زمین

فیزیک در یادگیری ماشین کجاست؟- نوبل ۲۰۲۴



صاحب امتیاز: انجمن علمی فیزیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

مدیر مسئول: اردشیر سعیدی نژاد

سردبیر: اردشیر سعیدی نژاد

ویراستاران ادبی: علیرضا جعفری آثار، اردشیر سعیدی نژاد

تحریریه: فاطمه پیریائی، آناهیتا زهره‌بندیان، ابوالفضل محمدی، سایدا سبحانی، عسل

جعفری، عسل علیپور، اردشیر سعیدی نژاد

صفحه آرایی: اردشیر سعیدی نژاد

شماره: ۲

انتشار: پاییز ۱۴۰۳

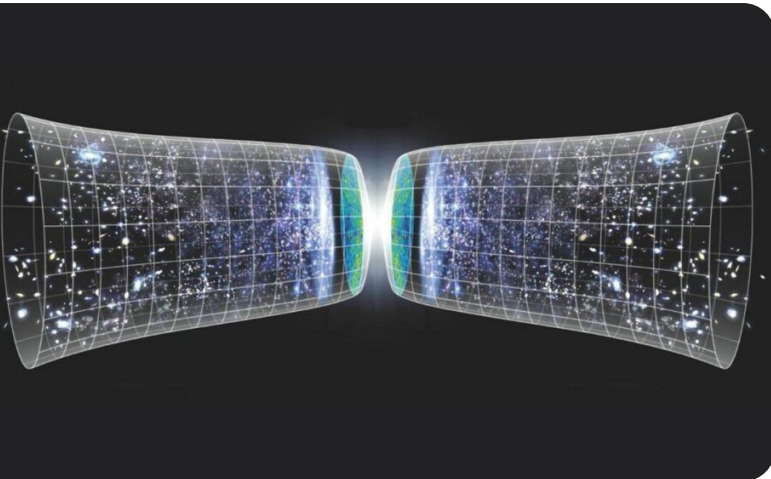


دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۴	اخبار دنیای فیزیک
۸	در هم تنیدگی کوانتومی
۱۰	اراتوستن و محیط زمین
۱۲	محدودیت بشر در گسترش در کیهان
۱۴	فیزیک در یادگیری ماشین کجاست؟- نوبل ۲۰۲۴
۱۸	نقد فیلم: مریخی
۲۰	پیشنهاد کتاب: به خاطر فیزیک

شاید انبساط کیهان به علت جهان پادماده‌ای باشد

یک فرضیه جدید بیان می‌کند که علت انبساط شتابدار کیهان می‌تواند وجود یک جهان پادماده‌ای باشد، این یعنی نیازی به انرژی تاریک نیست. به گزارش بیگ بنگ، مدل فعلی که دانشمندان برای توضیح جهان استفاده می‌کنند از سه جزء تشکیل شده: ماده معمولی، ماده تاریک و سرد (CDM) و ثابت کیهانی یا لامبدا، ضریبی که نخستین بار آلبرت اینشتین در سال ۱۹۱۷ معرفی کرد و مربوط به «انرژی تاریک» است.



با استفاده از این مدل استاندارد کیهان‌شناسی می‌توان این موضوع را توضیح داد که چگونه انرژی تاریک باعث می‌شود کیهان با سرعتی شتابدار منبسط شود. در حالی که این مدل برای چندین دهه وجود داشته، هنوز اسرار جهان ما بر ملا نشده است. به طور مثال، ما هنوز ماده تاریک را مستقیماً مشاهده نکرده‌ایم. و ماهیت دقیق انرژی تاریک، که تخمین زده می‌شود ۶۸ درصد کیهان را تشکیل می‌دهد، نیز هنوز بحث‌برانگیز است.

اکنون «همان کومار» دانشجوی دکترا در موسسه فناوری گاندیناگار هند «مدل جدیدی» را پیشنهاد کرده که این عدم قطعیت را با بیرون انداختن انرژی تاریک از معادله کاملاً برطرف می‌کند - که مفهومی بسیار غیرعادی دارد. او در بیانیه‌ای همراه با مقاله‌ای که اخیراً در مجله‌ی گرانش و کیهان‌شناسی منتشر کرده، نوشته: «با این حال، هزینه‌ای وجود دارد که باید پرداخت شود. ما به یک شریک پادجهان نیاز داریم که جریان زمانی آن برعکس با جهان ما باشد.»

کومار «اولین کسی نیست که پیشنهاد می‌کند جهان ما دارای یک جفت دوقلو ی آینه‌ای است که قوانین فیزیک در آن وارونه عمل می‌کند و جریان «زمان» نیز در آن

رو به عقب پیش می‌رود. در ماه فوریه، یک تیم بین‌المللی از محققان نیز پیشنهاد کردند که «ماده تاریک» که حدود ۲۷ درصد از کیهان را تشکیل می‌دهد، در یک جهان آینه‌ای قرار دارد که اتم‌ها هرگز در آن شکل نگرفته‌اند. البته، یافته‌ی کومار چیزی بیش از یک فرضیه در مورد انبساط شتاب‌یافته‌ی مشاهده شده در کیهان نیست، که به قول او «یکی از بزرگترین اسرار در درک ما از کیهان» است.

اما با بهبود روش‌های ما برای رصد و مطالعه‌ی کیهان، ستاره‌شناسان به آرامی به دنبال توضیحی احتمالی برای این اختلاف هستند - و گاهی اوقات، راه‌حلی به زیبایی جهانی وارونه که در آن زمان به عقب می‌رود، بهترین گزینه می‌باشد. «کومار» استدلال کرد: «زیبایی این ایده در سادگی و طبیعی بودن آن نهفته است و آن را از سایر توضیحات موجود جدا می‌کند.»

کومار می‌گوید که مدل او با استفاده از مفاهیم استاندارد نظریه کوانتومی و نسبیت عام نشان می‌دهد که فرض وجود این پادجهان دوقلو می‌تواند انبساط شتابدار گیتی ما را بدون نیاز به انرژی تاریک توضیح دهد. به گفته او این جهان وارونه فرضی مستلزم وجود یکی از انواع نوترینوها است که در آزمایش‌های فیزیک، آشکار نمی‌شود.



لینک خبر

سریع‌ترین میکروسکوپ الکترونی جهان ساخته شد

دانشمندان موفق شده‌اند سریع‌ترین میکروسکوپ جهان را بسازند. این تلسکوپ توانایی ثبت حرکت الکترون‌ها را دارد و می‌تواند پاسخ بسیاری از سوال‌های بنیادین و بی‌پاسخ فیزیک را ارائه دهد.

فناوری تصویربرداری بشر از ابتدای کار تاکنون فوق‌العاده پیشرفت کرده است؛ اما ثبت حرکت الکترون‌ها کار ساده‌ای نیست. الکترون با سرعت ۲۲۰۰ کیلومتر بر ثانیه حرکت می‌کند که یعنی می‌تواند در تنها ۱۸.۴ ثانیه به‌طور کامل دور زمین بچرخد. حالا تصور کنید یک دوربین فوق‌العاده قوی در اختیار دارید که می‌تواند از الکترون در هنگام حرکت با این سرعت عجب عکس‌برداری کند. این دقیقاً همان دستاوردی است که پژوهشگران دانشگاه آریزونا آمریکا توانسته‌اند با ساخت سریع‌ترین میکروسکوپ جهان به آن دست یابند.

به گزارش گجت‌نیوز، پژوهشگران آمریکایی بر این باور هستند که با این میکروسکوپ می‌توان انتظار پیشرفت‌های خارق‌العاده‌ای را در علوم فیزیک، شیمی، مهندسی زیستی، مهندسی مواد و ... داشت. محمد حسن، استاد فیزیک و علوم اپتیک دانشگاه آریزونا و سرپرست تیم پژوهشی دستاورد جدید را به آخرین نسخه از یک گوشی هوشمند تشبیه می‌کند. وی تاکید می‌کند که افراد هنگام خرید جدیدترین مدل گوشی انتظار دوربینی قوی‌تر را دارند.

آن‌ها نیز نسخه جدیدی از میکروسکوپ الکترونی عبوری را توسعه داده‌اند که با دوربین قوی‌تری همراه شده است. با این تفاوت که این دوربین می‌تواند از چیزهایی عکاسی کند که پیشتر امکان تصویربرداری از آن‌ها ممکن نبود. به کمک سریع‌ترین میکروسکوپ جهان جامعه علمی قادر خواهد بود فیزیک کوانتوم را با توجه به نحوه رفتار الکترون و حرکت آن درک کند.

میکروسکوپ الکترونی عبوری یک ابزار علمی است که به پژوهشگران اجازه می‌دهد اجرام را چند میلیون برابر بزرگتر از ابعاد واقعی آن‌ها مشاهده کنند. در این حالت جزئیات جدیدی آشکار می‌شود که برای میکروسکوپ‌های پیشرفته هم ممکن نیست. در میکروسکوپ‌های الکترونی عبوری به‌جای نور پرتویی از الکترون‌ها به سمت نمونه مورد مطالعه تابیده می‌شود. تعامل بین الکترون و نمونه توسط لنزها ثبت می‌شود و حسگر می‌تواند تصویری با جزئیات کامل را در اختیار شما قرار دهد.

برای اولین بار در دهه ۲۰۰۰ بود که دانشمندان موفق شدند با این روش میکروسکوپ‌های الکترونی فوق‌العاده سریع را توسعه دهند. در این میکروسکوپ‌ها از یک لیزر برای تولید پرتویی از الکترون استفاده می‌شد. چنین تکنیکی توانایی میکروسکوپ برای مشاهده و اندازه‌گیری تغییرات در یک نمونه را به‌شدت افزایش می‌دهد.

در پیشگامان سریع‌ترین میکروسکوپ جهان به‌جای تکیه بر سرعت شاتر دوربین برای ثبت تصویری باکیفیت، رزولوشن با افزایش طول پالس‌های الکترون افزایش می‌یابد.

به این صورت که هرچقدر پالس‌ها سریع‌تر باشند، تصویر نیز بهتر خواهد شد.

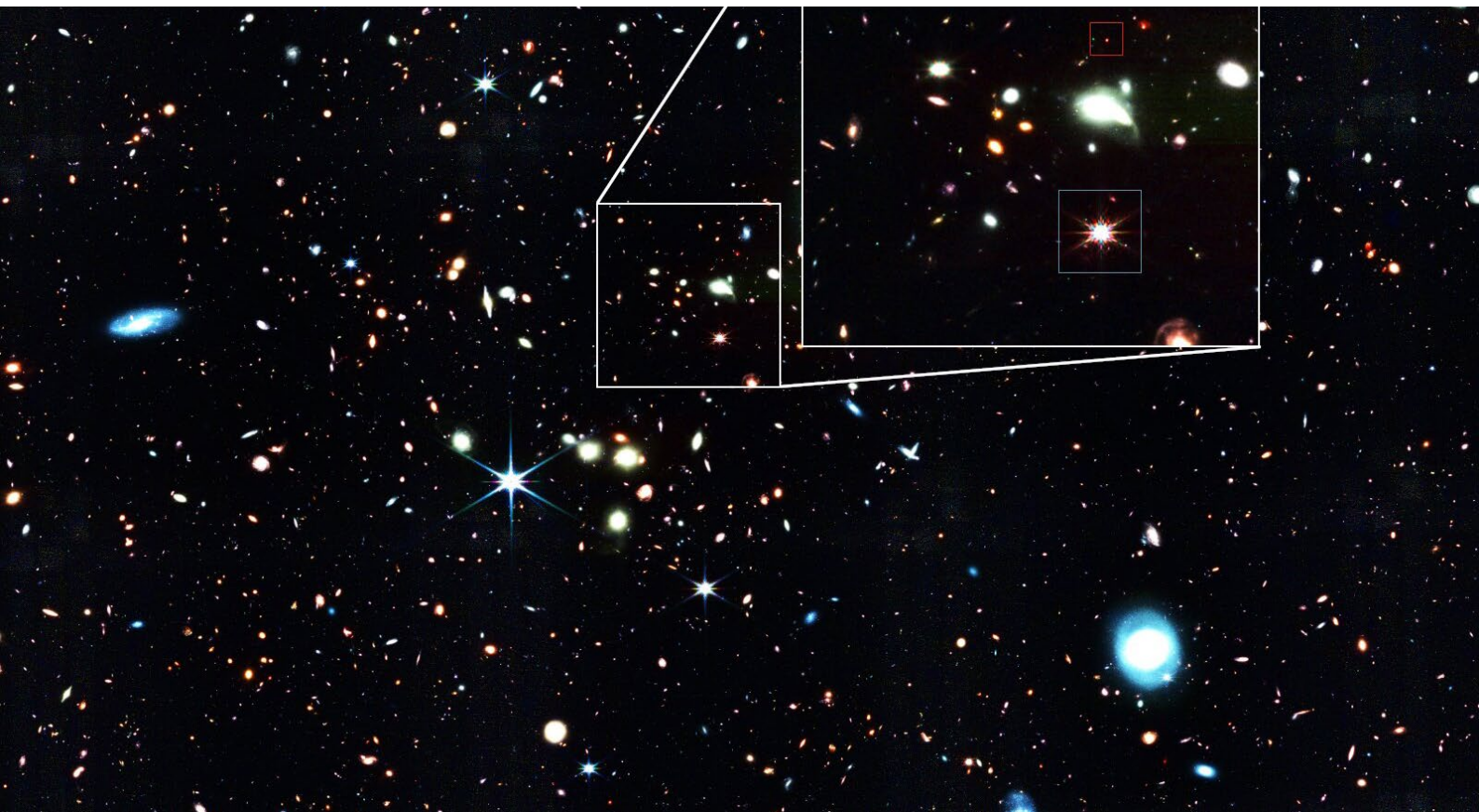
نسل‌های پیشین سریع‌ترین میکروسکوپ جهان پیشتر از پالس‌های الکترونی با سرعت چند اتونانیه استفاده می‌کردند. برای درک عظمت این میکروسکوپ‌ها باید یادآوری کنیم که هر اتونانیه معادل ۱۸-۱۰ ثانیه است. به بیانی دیگر رابطه بین یک اتونانیه با ثانیه را می‌توان همچون نسبت بین یک ثانیه با ۳۱۰.۷۱ میلیارد سال تعریف کرد. پالس‌ها در این سرعت مجموعه‌ای از تصاویر را ثبت می‌کنند. چیزی که می‌توان به فریم‌های یک فیلم شبیه دانست.



لینک خبر

تلسکوپ فضایی جیمز وب کوازارهای جوان را در گذشته‌های دور شناسایی کرده است

تلسکوپ فضایی جیمز وب، طی مطالعه‌ای که ابتدا بر روی یک کوازار دور به نام J1148+5251 متمرکز بود، به طور تصادفی موفق به شناسایی گروهی از نقاط کم‌نور قرمز در دوردست‌ترین نواحی کیهان شد. این نقاط که به «کوازارهای کوچک» یا کوازارهای اولیه معروف شده‌اند، احتمالاً نسخه‌های ابتدایی سیاه‌چاله‌های عظیم کیهانی هستند که توانسته‌اند در دوران آغازین جهان شکل بگیرند. این کشف که در مجله‌ی *Astrophysical Journal* به ثبت رسیده، پنجره‌ای تازه به روی تحقیقات درباره چگونگی شکل‌گیری و رشد سیاه‌چاله‌های بسیار پرجرم باز می‌کند و به پرسش‌های بنیادین درباره تکامل کیهان پاسخ می‌دهد. کوازارها اجرام فوق‌العاده درخشان هستند که انرژی خود را از سیاه‌چاله‌های ابرپرجم فعال در مراکز کهکشان‌ها به دست می‌آورند. این اجرام درخشان به دلیل جذب حجم عظیمی از گاز و مواد اطراف خود، می‌توانند تا حاشیه‌های قابل مشاهده‌ی جهان دیده شوند. اما مشکل اصلی این است که بعضی از این سیاه‌چاله‌ها در زمانی بسیار زودتر از آنچه که نظریه‌های فعلی فیزیک پیش‌بینی می‌کنند، به این حجم عظیم دست یافته‌اند. در این میان، کوازارهای کوچک که به لطف قدرت مادون قرمز



تلسکوپ جیمز وب شناسایی شده‌اند، فرصت بی‌نظیری برای پژوهشگران فراهم می‌کنند تا مسیر رشد سیاه‌چاله‌ها از مراحل اولیه را بررسی کنند و به سوالات مهمی درباره محدودیت‌های نظری رشد سیاه‌چاله‌ها پاسخ دهند.

درک دقیق این کوازارهای کوچک می‌تواند نشان دهد که این سیاه‌چاله‌ها چگونه توانسته‌اند به سرعت رشد کنند و به اجرام بسیار پرجرمی تبدیل شوند که امروزه در کیهان مشاهده می‌شوند. به گفته‌ی پروفیسور جو ریت ماته، یکی از نویسندگان اصلی این مطالعه، این مسئله مشابه مشاهده کودکی پنج‌ساله با قد دو متر است؛ به عبارت دیگر، برخی از این سیاه‌چاله‌ها به گونه‌ای سریع رشد کرده‌اند که با قوانین فیزیک همخوانی ندارد و به اصطلاح «کوازارهای مسئله‌دار» نامیده می‌شوند.

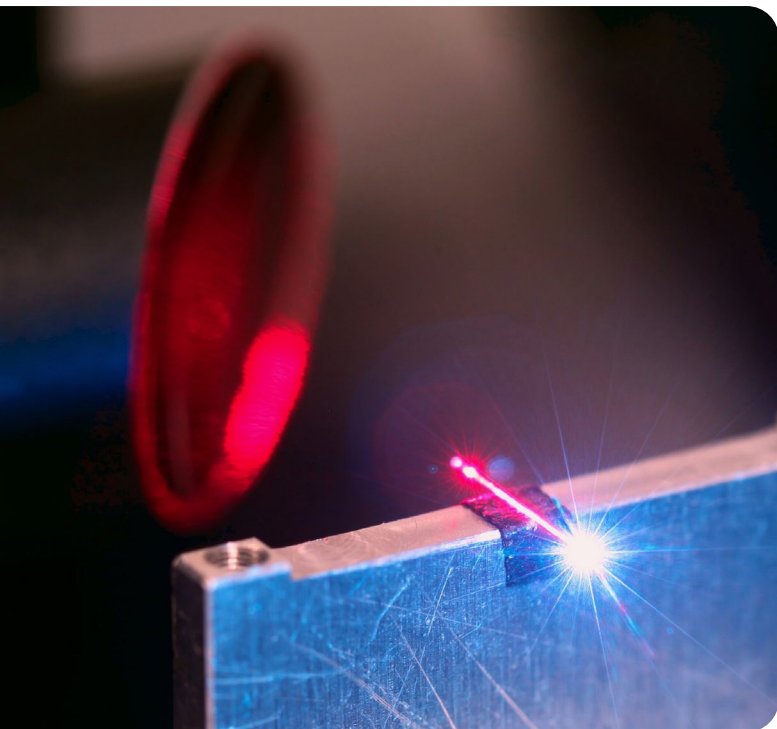
از سوی دیگر، کوازارهای کوچک و کم‌جرم که به دلیل وجود غبارهای اطرافشان به رنگ قرمز دیده می‌شوند، برخلاف کوازارهای پرجرم و درخشان، مقیاس کوچکی از سیاه‌چاله‌های ابرپرجم را به نمایش می‌گذارند. این اجرام ممکن است با کشف و تحلیل دقیق‌تر بتوانند پرده از راز چگونگی شکل‌گیری و تکامل سیاه‌چاله‌های عظیم بردارند. تیم تحقیقاتی امیدوار است که با بررسی دقیق‌تر این کوازارهای کوچک، به دیدگاه‌های جدیدی درباره‌ی روزهای اولیه‌ی جهان دست یابد و بتواند به یکی از بزرگ‌ترین اسرار کیهان‌شناسی پاسخ دهد.



لینک خبر

شبیه‌سازی تابش هاوکینگ در آزمایشگاه: درک تازه‌ای از افق رویداد و سیاه‌چاله‌های مصنوعی

آزمایش‌های اخیر روی شبیه‌سازهای آزمایشگاهی سیاه‌چاله‌ها، راه تازه‌ای برای آزمودن نظریه تابش هاوکینگ فراهم کرده‌اند. این نظریه در سال ۱۹۷۴ توسط استیون هاوکینگ ارائه شد و بیانگر آن است که سیاه‌چاله‌ها به دلیل اثرات کوانتومی، می‌توانند تابشی بسیار ضعیف به نام «تابش هاوکینگ» منتشر کنند. با این حال، مشاهده این تابش در طبیعت بسیار دشوار است، زیرا سیاه‌چاله‌های واقعی بسیار دور هستند و تابش ضعیفی دارند که به راحتی تحت تاثیر تابش‌های دیگر قرار می‌گیرد. به همین دلیل، پژوهشگران به شبیه‌سازی‌های آزمایشگاهی روی آورده‌اند تا این پدیده را بررسی کنند.



در این آزمایش‌ها، دانشمندان از زنجیره‌ای از اتم‌های فوق‌سرد روبیدیوم استفاده کردند که در یک خط قرار گرفته و با لیزرهای خاصی در کنار هم نگه داشته می‌شوند. این زنجیره ای‌می به عنوان یک شبیه‌ساز برای «افق رویداد» سیاه‌چاله عمل می‌کند؛ همان مرزی که در سیاه‌چاله‌های واقعی به ذرات اجازه نمی‌دهد از آن عبور کنند. با اعمال تغییرات در انرژی و تحریک‌های لیزری، پژوهشگران مشاهده کردند که به دلیل پدیده‌های کوانتومی در این افق مصنوعی، تابشی مشابه تابش هاوکینگ به وجود می‌آید. در واقع، این تابش از طریق ایجاد جفت‌های ذرات مجازی در نزدیکی افق مصنوعی حاصل می‌شود. به این ترتیب، شبیه‌سازهای آزمایشگاهی امکان مطالعه‌ی دقیق‌تر تابش هاوکینگ را بدون نیاز به سیاه‌چاله‌های واقعی فراهم کرده‌اند.

پژوهشگران دریافتند که تابش مشاهده‌شده تنها زمانی رخ می‌دهد که سیستم به‌گونه‌ای تنظیم شود که بخشی از زنجیره اتم‌ها از یک وضعیت «فضا-زمان تخت» به حالتی «فضا-زمان خمیده» منتقل شود. این انتقال باعث ایجاد شرایطی مشابه شرایط نزدیک به افق رویداد سیاه‌چاله می‌شود و نشان می‌دهد که تابش هاوکینگ نیازمند تغییرات خاصی در انرژی و میدان‌های کوانتومی است. به گفته‌ی تیم تحقیقاتی، این نتایج شواهدی فراهم می‌کنند که تابش هاوکینگ به‌عنوان نتیجه‌ای از درهم‌تنیدگی کوانتومی بین دو سمت افق رویداد مصنوعی ظاهر می‌شود. این پژوهش‌ها از آن جهت اهمیت دارند که تابش هاوکینگ در مرز بین دو نظریه‌ی کلان فیزیک، یعنی نسبیت عام و مکانیک کوانتومی قرار می‌گیرد. این دو نظریه تاکنون ناسازگار تلقی می‌شدند، اما نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی نشان

می‌دهد که می‌توان به طور غیرمستقیم و در شرایط شبیه‌سازی‌شده، درکی از تأثیرات کوانتومی و حتی مباحثی مانند تابش هاوکینگ به دست آورد. نتایج به دست آمده همچنین می‌توانند زمینه‌ساز توسعه‌ی نظریات جدیدی در فیزیک کوانتوم و گران‌ش باشند و دانشمندان را به درک بهتر ساختار و ماهیت سیاه‌چاله‌ها نزدیک‌تر کنند.



لینک خبر

شکار دنباله‌دارهای پنهان و تهدیدهای احتمالی برای زمین

یک تیم تحقیقاتی به سرپرستی سامانتا هملگرن، دانشجوی دکتری سال اول در دانشگاه آریزونا شمالی، روش جدیدی را برای شناسایی دنباله‌دارهای بلندمدت که ممکن است تهدیدی برای زمین باشند ارائه کرده است. این روش بر اساس بررسی ردپای دنباله‌دارها در شهاب‌باران‌ها، یعنی اثراتی که دنباله‌دارها هنگام عبور از نزدیکی خورشید باقی می‌گذارند، طراحی شده است. نتایج این پژوهش در نوامبر در مجله The Planetary Science Journal منتشر شد و می‌تواند گامی مؤثر در دفاع سیاره‌ای به شمار رود.

دنباله‌دارهای بلندمدت، که مداری بیش از ۲۰۰ سال دارند، تا زمانی که به خورشید و زمین نزدیک نشوند، معمولاً قابل شناسایی نیستند. این امر باعث نگرانی می‌شود، زیرا یک دنباله‌دار کشف‌نشده ممکن است به زمین برخورد کند و عواقب فاجعه‌باری مانند کاهش لایه اوزون و آغاز یک عصر یخبندان جدید را به همراه داشته باشد. اگرچه احتمال وقوع چنین رخدادی بسیار کم است، اما اثرات آن می‌تواند عظیم باشد.

برای پیشگیری از چنین خطراتی، این تیم پژوهشی از نمونه‌ای شامل ۱۷ شهاب‌باران شناخته‌شده، که منشأ آن‌ها دنباله‌دارهای بلندمدت است، استفاده کردند. آن‌ها مدل‌های شبیه‌سازی‌شده‌ای از دنباله‌دارها ساختند که موقعیت احتمالی این اجرام را در فضا بر اساس مسیر شهاب‌باران‌ها مشخص می‌کرد. سپس موقعیت این مدل‌ها با داده‌های تاریخی عبور دنباله‌دارها از نزدیکی خورشید مقایسه شد. در اکثر موارد، مدل‌ها به‌طور دقیق موقعیت و جهت حرکت دنباله‌دارها را پیش‌بینی کردند. این یافته‌ها به پژوهشگران اجازه می‌دهد مسیر دنباله‌دارهای خطرناک را بهتر شناسایی کنند.

سامانتا هملگرن پس از فارغ‌التحصیلی در رشته بازاریابی و سال‌ها کار در مدیریت خرده‌فروشی، علاقه جدیدی به اخترشناسی پیدا کرد. او پس از ملاقات با همسرش، که دانشمند اپیدمیولوژی ژنومی است، تصمیم گرفت مسیر حرفه‌ای خود را تغییر دهد. در سال ۲۰۲۰، او تحصیلات خود را در رشته فیزیک و اخترفیزیک آغاز کرد و به‌تازگی وارد دوره دکتری شده است. این مقاله، نخستین انتشار علمی او به‌عنوان نویسنده اول است.

در مرحله بعد، هملگرن و مشاورش، نیک موسکوویتز، قصد دارند این روش را برای ۲۴۷ شهاب‌باران مرتبط با دنباله‌دارهای بلندمدت که منشأ آن‌ها هنوز ناشناخته است، به کار بگیرند. آن‌ها از داده‌های «پیمایش میراث زمان و فضا» (LSST) که توسط رصدخانه روبین در آینده ارائه می‌شود، برای شناسایی اجرام بسیار کم‌نور استفاده خواهند کرد. هدف اصلی آن‌ها شناسایی دنباله‌دارهای بلندمدتی است که



هنوز کشف نشده‌اند و احتمالاً می‌توانند خطری برای زمین باشند.

این پژوهش نه تنها گامی مهم در دفاع سیاره‌ای محسوب می‌شود، بلکه به ما کمک می‌کند شناخت بهتری از مسیرها و ویژگی‌های دنباله‌دارهای بلندمدت به دست آوریم. این تلاش‌ها در نهایت می‌تواند به جلوگیری از برخوردهای احتمالی آینده کمک کند و امنیت زمین را تضمین کند.



لینک خبر

کشف جریان‌های مایع در هسته زمین: نقشی جدید برای میدان مغناطیسی در شکل‌دهی دینامیک هسته سیاره

محققان دانشگاه کاونتری اخیراً موفق به انجام آزمایشی پیشرفته برای شبیه‌سازی شرایط درون هسته مایع زمین شدند که به‌طور عمده به بررسی تأثیر میدان مغناطیسی زمین بر جریان‌های مایع در هسته این سیاره پرداخته است. این تحقیق که با نام «آزمایش زمین کوچک» شناخته می‌شود، به دانشمندان این امکان را داده است که برای نخستین بار جریان‌های مایع در هسته زمین را در شرایطی دقیق و کنترل‌شده مشاهده کنند. آزمایش در مرکز تحقیقاتی گرنوبل فرانسه و در یک محیط با میدان مغناطیسی بسیار قوی انجام شد، که به محققان این اجازه را داد تا درک دقیق‌تری از فرآیندهای درون هسته سیاره‌مان به دست آورند.

در این آزمایش، محققان یک نیم‌کره شفاف پر از اسید سولفوریک را به عنوان مدل هسته مایع زمین انتخاب کردند. این نیم‌کره در معرض میدان مغناطیسی بسیار قوی (۱۰ تسلا) قرار گرفت. اسید سولفوریک به دلیل داشتن ویژگی‌های مشابه مایعات رسانای درون هسته زمین، می‌توانست شبیه‌سازی دقیقی از جریان‌های مایع در هسته سیاره ارائه دهد. در این مدل، از لیزرها و آینه‌های مخصوص برای ردیابی حرکت جریان‌های مایع استفاده شد، که این امکان را به محققان داد تا تأثیر میدان مغناطیسی بر این جریان‌ها را به دقت بررسی کنند.

قبل از این تحقیق، بسیاری از مدل‌ها و نظریه‌ها بر این اساس بود که جریان‌های مایع در هسته زمین فقط در دو بخش مجزا و به‌طور محدود حرکت می‌کنند. به عبارتی دیگر، میدان مغناطیسی به‌طور قابل‌توجهی بر این جریان‌ها تأثیر نمی‌گذاشت. اما یافته‌های جدید نشان داد که میدان مغناطیسی قادر است مرزهای پیشین را شکسته و جریان‌ها را به‌طور پیچیده‌تری هدایت کند. به ویژه، این تحقیق نشان می‌دهد که میدان مغناطیسی ممکن است جریان‌ها را به‌طور غیرمنتظره‌ای از مرزهای قبلی عبور دهد و این می‌تواند تأثیرات جدیدی بر نحوه تولید و پایداری میدان مغناطیسی زمین داشته باشد. این کشف، بنابراین، از یک سو به درک بهتری از نحوه عملکرد میدان مغناطیسی زمین می‌انجامد و از سوی دیگر، چالش‌هایی را برای نظریه‌های قبلی ایجاد می‌کند که بیشتر بر روی چرخش و ویژگی‌های کلاسیک هسته تمرکز داشتند. یکی از جنبه‌های مهم این تحقیق، به‌ویژه در زمینه فیزیک هسته‌ای و سیارات، این است که نتایج به‌دست‌آمده می‌توانند به مطالعات بیشتری در زمینه دینامیک هسته‌ای دیگر سیاره‌ها نیز کمک کنند. به عنوان مثال، سیاراتی با هسته‌های مایع مانند مریخ یا سیاره‌های مشابه، می‌توانند با استفاده از این مدل‌ها بهتر مطالعه شوند. یافته‌های این تحقیق ممکن است به روشن شدن نحوه تولید میدان‌های مغناطیسی در این سیارات کمک کند و به ما اجازه دهد که تأثیرات این میدان‌ها بر روی شرایط سطحی آن‌ها را درک کنیم. علاوه بر این، این مدل‌ها می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای شبیه‌سازی وضعیت‌های مختلف در هسته زمین و دیگر سیاره‌ها در اختیار دانشمندان قرار گیرند تا بهتر از پیش‌بینی‌های خود در زمینه رفتار میدان مغناطیسی استفاده کنند.

در نهایت، این تحقیق نه تنها به‌طور مشخص به پایداری و دینامیک میدان مغناطیسی زمین کمک می‌کند، بلکه می‌تواند درک ما از نحوه عملکرد هسته داخلی سیاره‌ها را به طور کلی بهبود بخشد. این یافته‌ها به‌ویژه در زمینه مطالعات آینده در رابطه با میدان‌های مغناطیسی سیارات دیگر، از جمله سیارات گازی و سنگی، اهمیت زیادی دارند. همچنان که این تحقیقات ادامه می‌یابد، دانشمندان امیدوارند که مدل‌های جدیدی برای درک دقیق‌تر و جامع‌تر از ویژگی‌های هسته‌ای سیاره‌ها و تأثیرات آن‌ها بر محیط‌های سطحی کشف شود.



لینک خبر

فرض کنید روزنامه آخر هفته را باز کرده و به دنبال جدول سودوکو می‌گردید. شما صبح خود را صرف حل کردن این جدول کردید و در آخر فهمیده‌اید هیچ راهی برای تمام کردن چند مربع باقی مانده وجود ندارد. ممکن است به این فکر بیافتید: «شاید اشتباه کردم». پس دوباره از نو شروع می‌کنید؛ این بار از آن گوشه که قادر به حل کردنش نبودید؛ اما دوباره همان اتفاق می‌افتد. به چند مربع آخر می‌رسید و راهی برای تکمیل جدول وجود ندارد. درک ماهیت واقعیت بر اساس فیزیک کوانتوم، مثل حل کردن این جدول سودوکو است. مهم نیست از کجا به فیزیک کوانتوم بپردازیم؛ ما همیشه به معمایی بر خواهیم خورد که ما را وادار به آغاز دوباره می‌کند. همین مسئله است که فیزیک کوانتوم را جذاب کرده است. یکی از این معماهای جذاب، درهم تنیدگی کوانتومی است.

در دنیای علم نبردهای زیادی رخ داده است، از معروف ترین این نبردها می‌توان به:

۱. نبرد جریان‌ها بین تسلا و ادیسون

۲. نبرد سیاهچاله‌ها بین هاوکینگ و ساسکیند

و مواردی دیگر....

اما یکی از مهم‌ترین این نبردها، نبرد انیشتین با اصلی‌ترین بنیان‌گذاران مکانیک کوانتومی یعنی: بور، هایزنبرگ و شرودینگر بود که انیشتین آزمایشات زیادی مطرح کرد تا ثابت کند که مکانیک کوانتومی ناقص است و به قول خودش: **خدا تاس نمی‌اندازد!** از آخرین جملاتی که از انیشتین باقی مانده است میتوان به این سخن اشاره کرد: با اینکه می‌دانم مکانیک کوانتومی بسیاری از پدیده‌های طبیعت را توجیه می‌کند اما باز هم می‌گویم که قوانین طبیعت بر حسب احتمالات پایه‌گذاری نشده‌اند.

اما این آزمایش معروف انیشتین چه بود؟ (توضیح ارائه شده به زبان بسیار ساده و با تغییراتی کوچک، از جمله بومی‌سازی، می‌باشد). یک روز انیشتین با دو ظرف غذای در بسته که در یکی کباب و در دیگری قرمه‌سبزی بود، پیش بور، هایزنبرگ و شرودینگر می‌رود. او آزمایش خود را چنین مطرح کرد: من یکی از این ظرف‌های غذا را روی میز می‌گذارم و ظرف دیگر را در فاصله خیلی دور، مثلاً ۱۰۰۰ هزار سال نوری، قرار میدهم. شما ظرفی که روبروی خودتان است را باز می‌کنید و می‌بینید که کباب است و بلافاصله می‌فهمید که ظرفی که در ۱۰۰۰ سال نوری قرار داده‌ام، باید قرمه‌سبزی باشد. اما چطور چنین چیزی ممکن است؟ طبق نظریه نسبیت خاص انیشتین، اطلاعات حداکثر با سرعت نور می‌توانند حرکت کنند. اما در این آزمایش، حتی اگر این اتفاق رخ دهد نیز ۱۰۰۰ سال طول می‌کشد تا ما متوجه بشویم که در ظرف دوم چه غذایی وجود دارد. این در حالی است که ما فوراً متوجه محتویات ظرف دوم شده‌ایم. بنابراین، آیا مکانیک کوانتومی ناقص است؟ این آزمایش، همان پارادوکس معروف **EPR** است که طراحان آن انیشتین، پودولسکی و روزن می‌باشند. به طور کلی، درهم تنیدگی به ما می‌گوید:

انجام کاری بر یک ذره از جفت ذره درهم‌تنیده، بر ویژگی ذره دیگر فوراً تأثیر می‌گذارد و مهم نیست چقدر این ذرات از هم دور باشند.

فرض کنید دو الکترون داریم که حاوی اسپین هستند. ما این دو الکترون را از میدان مغناطیسی رد می‌کنیم. دو حالت پیش می‌آید: اگر الکترون اول اسپین بالا داشته باشد، الکترون دوم اسپین پایین دارد. اما اگر الکترون اول اسپین بالا داشته باشد، الکترون دوم اسپین بالا دارد. در اینجا ما می‌گوییم که این ذرات درهم‌تنیده شده‌اند. حال اگر با این روش الکترون‌ها را درهم‌تنیده کنیم، تا زمانی که آزمایش انجام نداده‌ایم نمی‌دانیم که کدام یک اسپین بالا یا پایین دارد و تنها راه فهمیدن این موضوع، انجام آزمایش است.

حال اگر ذرات را مشاهده نکنیم اوضاع خیلی پیچیده‌تر می‌شود. ما می‌دانیم که جهت‌گیری اسپین الکترون اول بر الکترون دوم تأثیر می‌گذارد، حال اگر ما مشاهده نکنیم که بعد از عبور الکترون اول از میدان مغناطیسی اسپین آن بالا است یا پایین، نمی‌توانیم بگوییم اسپین الکترون دوم چطور جهت‌گیری کرده است. اما اگر اندازه‌گیری انجام دهیم، متوجه جهت‌گیری اسپین این دو الکترون می‌شویم ولی در اینجا یک مورد عجیب پیش می‌آید: آینده ذره اول بر گذشته‌ی ذره دوم تأثیر گذاشته است چراکه با عبور الکترون از یک میدان مغناطیسی، اسپین آن مشخص می‌شود: بالا یا پایین. بنابراین، بلافاصله اسپین الکترون دوم هم پیدا می‌شود. حال اگر شما اندازه‌گیری کنید و متوجه این اسپین‌ها شوید، در واقع دارید تأثیر آینده بر گذشته را اندازه‌گیری می‌کنید.

انیشتین معتقد بود چیزی به نام **متغیر پنهان** وجود دارد که این اسپین‌ها را از قبل تعیین می‌کند، اما بور معتقد بود که این اسپین‌ها با انجام آزمایش به واقعیت تبدیل می‌شوند.

در نهایت حق با چه کسی بود؟

سال‌ها بعد، فیزیکدانی به اسم جان بل ثابت کرد که چیزی به اسم متغیر پنهان وجود ندارد و حق با بور است. بل با دستکاری آزمایش EPR، آزمایش خود را انجام داد و به جای یک آشکارساز از دو آشکارساز استفاده کرد.

آشکارساز اول اسپین الکترون اول را در جهتی اندازه می‌گیرد که بردار یکه آن a است و آشکارساز دوم هم اسپین الکترون دوم را در جهتی اندازه می‌گیرد که بردار یکه آن b است.

برای سادگی کار اسپین بالا را با عدد $+1$ و اسپین پایین را با عدد -1 نشان می‌دهیم.

بل طرحی برای محاسبه مقدار میانگین حاصل ضرب اسپین‌ها برای سمت‌گیری آشکارسازها طرح کرد، این مقدار میانگین را با $P(a,b)$ نشان می‌دهیم.

اگر آشکارسازها موازی باشند آنگاه $a=b$ و در این صورت یک اسپین بالا و یک اسپین پایین داریم. از این رو حاصل ضرب همواره برابر -1 است: $P(a,a)=1$

اگر آشکارسازها خلاف جهت هم باشند: $a=-b$ و حاصل ضرب همواره $+1$ است: $P(a,-a)=-1$

برای سمت‌گیری دلخواه، مکانیک کوانتومی پیش‌بینی می‌کند که $P(a,b)=-a.b$ بل کشف کرد که این نتیجه برای هر نظریه متغیر پنهانی غیرممکن است.

متغیر پنهان خود را i می‌نامیم. تابعی مانند $A(a,i)$ وجود دارد که نتیجه اندازه‌گیری الکترون اول است و تابع دیگری هم مانند $B(b,i)$ وجود دارد که نتیجه اندازه‌گیری الکترون دوم است. این توابع فقط می‌توانند $+1$ یا -1 باشند.

هرگاه آشکارسازها هم‌راستا شوند: $A(a,i)=-B(b,i)$

در اینجا ما چگالی احتمال متغیر پنهان را معرفی می‌کنیم که با $\rho(i)$ آن را نشان می‌دهیم. بنابراین می‌توان میانگین حاصل ضرب را اینگونه نوشت:

$$P(a.b) = \int \rho(i)A(a.i)B(b.i)di$$

که برای سادگی می‌توان B را حذف کرد:

$$P(a.b) = - \int \rho(i)A(a.i)di$$

اگر c بردار یکدیگر باشد، داریم:

$$P(a.b) - P(a.c) = - \int \rho(i)[1 - A(a.i)A(c.i)]A(a.i)A(b.i)di$$

از طرفی ما از قبل می‌دانیم که:

$$-1 \leq A(a.i)A(c.i) \leq 1$$

و از انتگرال‌گیری بالا متوجه شدیم که :

$$[1 - A(a.i)A(c.i)] > \rho(i)$$

از تمام روابط بالا نتیجه نهایی حاصل می‌شود:

$$|P(a.b) - P(b.c)| \leq 1 + P(b.c)$$

این همان **نامساوی معروف بل** است. این رابطه ثابت کرد که متغیر پنهانی وجود ندارد و حق با بور بوده است. اما نامساوی بل یک چیزی فراتر از چیزی است که نشان می‌دهد و آن این است که اگر نامساوی شکست بخورد، مکانیک کوانتومی نه تنها ناقص بلکه از ریشه اشتباه است. به بیان دیگر، اگر مکانیک کوانتوم درست باشد جایی برای متغیر پنهان انیشتین وجود ندارد.

سوالاتی که ممکن است پیش بیاید این است که چطور می‌شود دو ذره را در هم تنیده کرد؟ ساده‌ترین روش این است که آن‌ها را از بدو تولد درهم‌تنیده کنیم. یعنی ذرات را به سادگی به هم نزدیک کنیم و اجازه دهیم با هم برهم‌کنش داشته باشند؛ اگر ترتیبی دهیم که یک ذره بر وضعیت نهایی ذره دوم تأثیر بگذارد، آنگاه وقتی اولین ذره را در یک برهم‌نهی کوانتومی قرار دهیم این جفت ذره می‌توانند به یک برهم‌نهی مشترک منتهی شوند و یک جفت ذره درهم‌تنیده تولید شود. در واقع درهم‌تنیدگی به ما می‌گوید وقتی دو ذره درهم‌تنیده شوند، تبدیل به یک شیء با دو بخش مجزا می‌شوند.

در مکانیک کوانتومی هر ذره با یک تابع موج مشخص می‌شود، اما وقتی درهم‌تنیده بشوند هر دو ذره با یک تابع موج مشخص نوشته می‌شوند، گویی یک ذره وجود دارد و به همین دلیل است که خواص ذرات بعد از آن به یک‌دیگر وابسته هستند. اگر شما یکی از ذرات را آزمایش کنید، در واقع دارید تابع موج ذره را عوض می‌کنید و بنابراین ذرات دیگر را تغییر می‌دهید.

این مطلب نشان داد که چیزی به اسم دست نامرئی که انیشتن می‌پنداشت، وجود ندارد بلکه این تابع موج است که باعث این تغییرات می‌شود. به همین دلیل است که مهم نیست این ذرات چقدر از هم فاصله دارند بلکه این ذرات برهم دیگر تأثیر می‌گذارند چون تابع موج یکسانی دارند.

موضوع بعدی در مورد موضعیت جهان است. موضعیت یعنی تغییراتی که یک سیستم در محدوده خود ایجاد می‌کند تنها می‌تواند در نزدیکی آن سیستم تأثیر بگذارد و نه در فواصل دور از سیستم، اما با توضیحاتی که داده شد ما متوجه می‌شویم که جهان کوانتومی موضعی نیست. به همین دلیل است که بعضی از دانشمندان فکر می‌کنند که درهم‌تنیدگی از فضا زمان بنیادی‌تر است.

آیا می‌شود با استفاده از درهم‌تنیدگی، اطلاعات را با سرعت‌های بیشتر از نور فرستاد؟

متأسفانه جواب این سوال خیر است. به این آزمایش توجه کنید:

فرض کنید دو نفر ذره‌ای در دست خود دارند. نفر اول در زمین و نفر دوم در فاصله ۱۰۰۰ سال نوری قرار دارد. نفر اول ذره خود را از میدان مغناطیسی رد کرده و متوجه می‌شود که اسپین ذره او بالا است و بلافاصله متوجه می‌شود که اسپین ذره دوم باید پایین باشد، اما او این اطلاعات را چطور به نفر دوم باید ارسال کند تا او هم متوجه شود؟ سریع‌ترین روش استفاده از امواج الکترومغناطیس است که باز هم محدودیت سرعت نور را دارند و شما نهایتاً می‌توانید با سرعت نور این اطلاعات را به نفر دوم ارسال کنید. در نهایت، باز هم سرعت نور ما را محدود می‌کند.

از کاربردهایی که درهم‌تنیدگی می‌تواند داشته باشد میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. ابر کامپیوترهای کوانتومی که با سرعت‌های غیر قابل تصور محاسبات را انجام می‌دهند که ابرکامپیوترهای فعلی شاید به هزاران سال زمان نیاز داشته باشند تا بتوانند این محاسبات را انجام دهند.

۲. رمزگذاری غیر قابل نفوذ داده‌ها با استفاده از رمزنگاری کوانتومی که باعث می‌شود اطلاعات در امنیت کامل و محرمانه بین طرفین رد و بدل شوند. واقعیت این است که فیزیک کوانتوم واقعیت را به چالش می‌کشد و آن چیزی که ما فکر می‌کنیم همواره درست نیست. در این کیهان عجایب زیادی وجود دارد و برای ذهن‌های کنجکاو و جستجوگر، مکانیک کوانتومی در صدر این عجایب قرار می‌گیرد.

اراتوستن که بود؟

اراتوستن در سال ۲۷۶ قبل از میلاد در شهر سیرن (شهری در لیبی کنونی) متولد شد. وی ریاضی‌دان، شاعر، ورزشکار، جغرافی‌دان و ستاره‌شناس یونانی دوران اسکندر بود. اراتوستن در جوانی برای تحصیل به آتن در آکادمی افلاطون زیر نظر آرسیلوس (حدود ۳۱۶-۲۴۰ ق.م.) فرستاده شد که نظام شکاکیت آکادمیک را در مدرسه ایجاد کرده بود. شکاکیت آکادمیک مردم را تشویق می‌کرد تا به جای تکرار آنچه که دیگران به عنوان حقیقت ادعا کرده بودند، از آنچه «دانش» نامیده می‌شود، سوال کنند و نتایج پذیرفته شده را درباره خود جهان آزمایش کنند. تصور می‌شود که این دوره مطالعاتی، بر کارهای بعدی اراتوستن تأثیر گذاشته است. پس از تحصیل در آتن، پادشاه اسکندریه (بطلمیوس سوم) وی را برای تعلیم فرزندش از آتن به اسکندریه احضار کرد و در سال ۲۴۰ قبل از میلاد به ریاست کتابخانه بزرگ اسکندریه منصوب شد که این افتخار مهمی بود. اراتوستن از بزرگ‌ترین فضایی اسکندریه بود، نه فقط ریاضی‌دانی برجسته بلکه جغرافی‌دانی قابل و مورخی دقیق به شمار می‌آمد. آثار او در ریاضیات، فلسفه، جغرافیا، گاهشماری، نقد ادبی و دستور زبان و نیز شعر بسیار مشهور بودند.

وی از دوستان ارشمیدس بود و چند سالی پس از اقلیدس می‌زیست و جامع علوم زمان خود بود. معمولاً او را «بتا»، دومین حرف الفبای یونانی، می‌نامیدند. علت این وجه تسمیه این بود که وی دومین فرزانه در بین هم عصرانش بود. برخی معتقد هستند که منشأ این لقب آن است که اتاق وی در دانشگاه اسکندریه، اتاق شماره ۲ بوده است.

در میان طومارهای کهن، اراتوستن مشغول به پژوهشی شد که نام او را در تاریخ علم جاودانه کرد. او با استفاده از روش‌های ابتکاری، محاسباتی را برای اندازه‌گیری محیط زمین انجام داد. در آن زمان، بسیاری از مردم تصور می‌کردند زمین تخت است، اما اراتوستن با شجاعت و پشتکار شواهدی را جمع‌آوری کرد که کروی بودن زمین را اثبات می‌کرد. علاوه بر این شاهکار علمی، اراتوستن آثار برجسته دیگری نیز در زمینه‌های مختلف از جمله جغرافیا، شعر و ستاره‌شناسی خلق کرد. او در جغرافیا، مجموعه‌ای سه جلدی با عنوان «جئوگرافیکا» تألیف کرد که در آن به توصیف دقیق جهان آن زمان و ابداع اصطلاح «جغرافیا» می‌پردازد.

یکی دیگر از آثار برجسته اراتوستن، کتاب Platonicus بوده است که در آن به بحث درباره‌ی مفاهیم مقدماتی هندسه و حساب پرداخته است و بحثی هم در زمینه‌ی موسیقی دارد. در نامه‌ای که وی به بطلمیوس سوم نوشت، تاریخچه‌ی مسأله‌ی معروف تضعیف مکعب را خاطر نشان کرد و برای به دست آوردن راه حل مسأله‌ای در هندسه به ترسیم دستگاهی مکانیکی و روش کار آن پرداخت. او همچنین در حساب، روش غربال را برای یافتن اعداد اول ابداع نمود.

همیشه دانشمندانی وجود داشته‌اند که فراتر از علم روز جهان حرکت کرده‌اند تا قدمی به‌سوی پیشرفت بشر بردارند. ۲۲۵۴ سال پیش، یعنی ۲۴۰ سال قبل از میلاد، برای نخستین بار اراتوستن توانست با استفاده از تفاوت زاویه تابش خورشید در اسکندریه و اسوان، محیط زمین را اندازه‌گیری کند.

در اسکندریه، اراتوستن فرصتی طلایی برای تبادل نظر با دیگر دانشمندان برجسته آن دوران، از جمله ارشمیدس، مخترع و ریاضیدان نامدار، پیدا کرد. دوستی و احترام متقابل این دو دانشمند، آنها را به تشویق و حمایت یکدیگر در مسیر تحقیقاتشان ترغیب می‌کرد. اراتوستن تا پایان عمر خود در اسکندریه ماند و در سال ۱۹۴ قبل از میلاد چشم از جهان فرو بست. او با تلاش و نبوغ خود، نقشی بی‌بدیل در پیشرفت علم و دانش ایفا کرد و نام خود را به عنوان یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تاریخ به ثبت رساند.

ماجرای کتابداری که اهل محاسبه بود

اراتوستن کتابداری در کتابخانه اسکندریه بود که زمانهای زیادی از روز را مشغول خواندن کتابهای مختلف میشد. او در یکی از کتابها با چنین محتوایی روبه‌رو شد:

در یک ظهر داغ تابستانی در منطقه‌ای از کشور مصر که امروزه اسوان نامیده میشود، خورشید مستقیم می‌تابد به طوری که اجسام هیچ سایه‌ای ندارند و نور خورشید تا انتهای یک چاه عمیق نفوذ می‌کند.

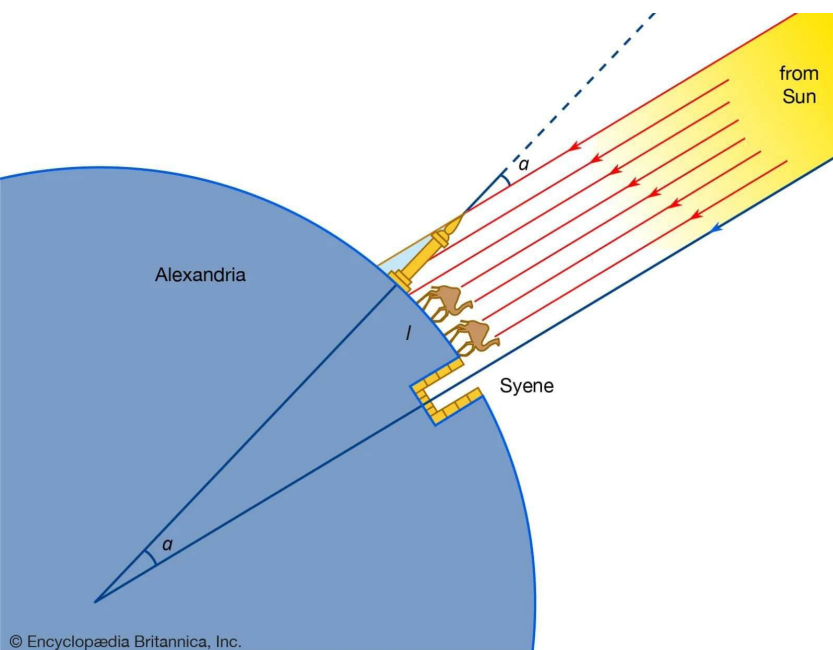
اراتوستن به فکر افتاد که با نکته‌ای که درباره سایه اشیا متوجه شده احتمالاً میتواند اطلاعات جالبی درباره ابعاد زمین به دست آورد. مدتی بعد او فهمید که تمام اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه محیط زمین را در اختیار دارد. او با کاشتن یک چوب ساده در زمین در هنگام ظهر مشاهده کرد که پرتوهای خورشید در اسکندریه تا حدودی مایل بوده و حدود هفت درجه از خط عمود انحراف دارند. اراتوستن هندسه میدانست و به خاطر داشت که محیط دایره ۳۶۰ درجه است.

او اگر زمین را گرد در نظر میگرفت و با توجه به آزمایشی که انجام داده بود اختلاف فاز شهر خودش، یعنی اسکندریه، و اسوان را هم هفت درجه در نظر میگرفت، میتوانست بگوید که این دو شهر به اندازه هفت سیمصد و شصتم، یا یک‌پنجاهم، دایره‌ی کامل از هم فاصله دارند.

پس محیط زمین میبایست ۵۰ برابر فاصله اسکندریه تا اسوان باشد. به

این شکل محیط زمین به دست آمد و پس از آن، اراتوستن قطر زمین را محاسبه کرد که فقط ۱۵۰ کیلومتر با میزان فعلی تفاوت دارد. در ادامه او موفق شد محیط زمین را هم به دست بیاورد.

او می‌دانست که در اواسط ظهر تابستان، نور خورشید در شهر اسوان، به صورت قائم درون چاه عمیقی که در آن شهر وجود داشت می‌تابد و ته چاه روشن است، در حالی که در همان ساعت و در شهر اسکندریه، که به فاصله تقریبی ۷۷۲ کیلومتر از اسوان قرار داشت، امتداد یک شاقول دارای سایه است. او بعد از اندازه‌گیری متوجه شد که در این نقطه، آفتاب با امتداد شاقول زاویه ۷/۲ درجه تشکیل می‌دهد. این زاویه برابر است با یک پنجاهم کمان یک دایره (که ۳۶۰ درجه می‌باشد). او با استفاده از



$$\frac{360}{7/2} = 50$$

$$772 \times 50 = 38600 \quad (\text{محیط زمین}) \text{ کیلومتر}$$

$$\frac{38600}{3/14} = 12293 \quad (\text{قطر زمین}) \text{ کیلومتر}$$

اراتوستن اولین بار محیط زمین را اندازه گرفت. نتایج او به اعداد مورد قبول امروزی بسیار نزدیک است. او در اندازه‌گیری خود از یک واحد قدیمی طول به نام «استادیوم» استفاده کرد. این واحد با واحدهای متداول امروزی همسان نیست ولی می‌توان آن را حدود ۱۸۵ متر در نظر گرفت.

اختلاف در محاسبه اراتوستن با اندازه واقعی به دلایلی چند از جمله موارد زیر می‌باشد:

۱. اندازه‌گیری فاصله بین دو شهر، با استفاده از کاروان شتر، با دقت انجام نشده بود.

۲. وسیله و ابزار دقیق اندازه‌گیری زاویه وجود نداشت.

۳. شهر اسکندریه و اسوان در روی یک نصف النهار نیستند.

۴. شکل واقعی زمین کروی نبوده، بلکه یک شبه بیضی می‌باشد.

امروزه اندازه‌گیری‌های دقیق نشان می‌دهد که قطر استوایی زمین ۴۳ کیلومتر از قطر قطبی آن بیشتر است. در واقع، قطر استوایی زمین ۱۲۷۵۶ کیلومتر و قطر قطبی آن ۱۲۷۱۳ کیلومتر است.

اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر

پس از اراتوستن، دانشمند دیگری به نام پوسید و نیومن (۵۱_۱۳۵ قبل از میلاد) محیط زمین را محاسبه کرد. این دانشمند متوجه شد ستاره کانوپوس در هنگام غروب در افق شهر رودس مشاهده می‌گردد، در صورتی که همین ستاره در اسکندریه در همان هنگام با افق زاویه ۷,۵ درجه می‌سازد. در نتیجه محیط کره زمین را ۴۴۴۰۰ کیلومتر محاسبه کرد که با مقدار واقعی آن ۱۱ درصد اختلاف دارد. دلایل این اختلاف نیز مانند دلایل اراتوستن می‌باشد، ولی اولین اندازه‌گیری دقیق (تقریباً دقیق) شعاع زمین در سال ۱۵۳۵ میلادی توسط دانشمند و طبیب فرانسوی فرنل انجام گرفت که محیط زمین ۴۰۰۴۴ کیلومتر حاصل شد. اختلاف این مقدار با مقدار حقیقی یک در هزار بوده و سپس پیکارد با استفاده از روش مثلث بندی، محیط زمین را ۴۰۰۳۶ کیلومتر محاسبه کرد.

مرگ اراتوستن

در آن زمان هیچ کس حرف‌های اراتوستن را باور نداشت و اراتوستن که با مشکلات مالی روبرو بود، دست به خودکشی زد. او با نخوردن غذا و گرسنگی جان خود را گرفت. بعد از چندین سال، دانشمندان پی بردند که محاسبات و سخنان اراتوستن درست است اما دیگر چه فایده که او مرده بود و دل خوشی نه از مردم و نه از دانشمندان نداشت.

فضا بسیار بزرگ است. به طوری که جهان قابل مشاهده، به اندازه تقریباً ۱۰۰ میلیارد سال نوری، تنها کسر کوچکی از بزرگی فضای فراتر از آن است. و برای مدتی، ما بیشتر و بیشتر از آن جهان فراتر را خواهیم دید تا زمانی که افق های کیهانی روی ما فرو بریزند و دید ما را برای همیشه قطع کنند. پس چقدر زمان داریم و چه چیزی خواهیم دید قبل از اینکه این اتفاق بیفتد؟ میتوان نتیجه گرفت که یک محدودیت مطلق برای دسترسی ما به جهان فراتر از کهکشان خودمان وجود دارد. محدودیتی وجود دارد برای چیزی که ما می توانیم امیدوار به جستجوی آن باشیم و به آن سیگنال ارسال کنیم، و محدودیتی بسیار متفاوت برای آنچه که ما می توانیم امیدوار باشیم که شاهد آن باشیم. که ما در اینجا سعی داریم مورد دوم را بررسی کنیم. میخواهیم محدودیت مطلق دیدگاه آینده مان از جهان و توانایی جهان برای تأثیرگذاری بر ما را مشخص کنیم. و بعد به این پرسش بپردازیم که چه مقدار از جهان خارجی را به طور بالقوه می توانیم تحت تأثیر قرار دهیم و حتی آن را کاوش کنیم؟

بیا به نوری که می توانیم از جهان دور دست ببینیم شروع کنیم. زمانی که به دور دست نگاه می کنیم اجسام را طوری که در گذشته بوده اند می بینیم، زیرا نور به طور آنی حرکت نمی کند. ماه را همانطور که ۱.۳ ثانیه قبل بوده است، خورشید را همانطور که ۸ دقیقه قبل بوده است، و ستارگان کهکشان راه شیری را همانطور که ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ سال قبل بوده اند می بینیم. با استفاده از بهترین تلسکوپ ها، مانند جیمز وب، ما توانسته ایم کهکشان هایی را ببینیم که نور آنها میلیارد ها سال است که به سمت ما سفر می کنند.

اگرچه آسمان شب مانند کره ای به نظر می رسد که زمین را احاطه کرده است، می توان آن را به عنوان مجموعه ای از پوسته ها تصور کرد که هر پوسته نوری را نشان می دهد که از که از فاصله ی خاصی به سمت ما آمده است. دورترین نوری که می توانیم ببینیم مربوط به پس زمینه مایکروویو کیهانی (CMB) است، که تقریباً به اندازه ی کل عمر جهان به سمت ما سفر کرده است. این نوری ست که از پلاسمای هیدروژن داغ حدود ۳۰۰۰۰ سال پس از مهبانگ ساطع می شود، زمانی که جهان به اندازه ای خنک شد که اولین اتم ها را تشکیل دهد و برای اولین بار شفاف شد.

تشنه CMB چقدر دور است؟ وقتی CMB سفر خود را به سمت ما آغاز کرد، جهان ۱۱۰۰ برابر کوچکتر از امروز بود. یک فوتون از نور آن که امروز مشاهده می شود، از ذرات پلاسمای اولیه که حدود ۴۰ میلیون سال نوری دورتر از منطقه ای بوده که بعدتر کهکشان راه شیری شده است، ساطع شده. در مقیاس کیهانی دقیقاً همسایه است، ولی جهان در حال انبساط آن را مجبور کرده است تا ۱۳.۷ میلیارد سال نوری سفر کند تا در این لحظه به ما برسد.

در همین حال، کهکشان هایی که CMB در نهایت به آنها تبدیل می شوند، اکنون با این انبساط در جهت

مخالف به فاصله ۴۶.۵ میلیارد سال نوری رانده شده اند. معمولاً گفته می شود که شعاع جهان قابل مشاهده ۴۶.۵ میلیارد

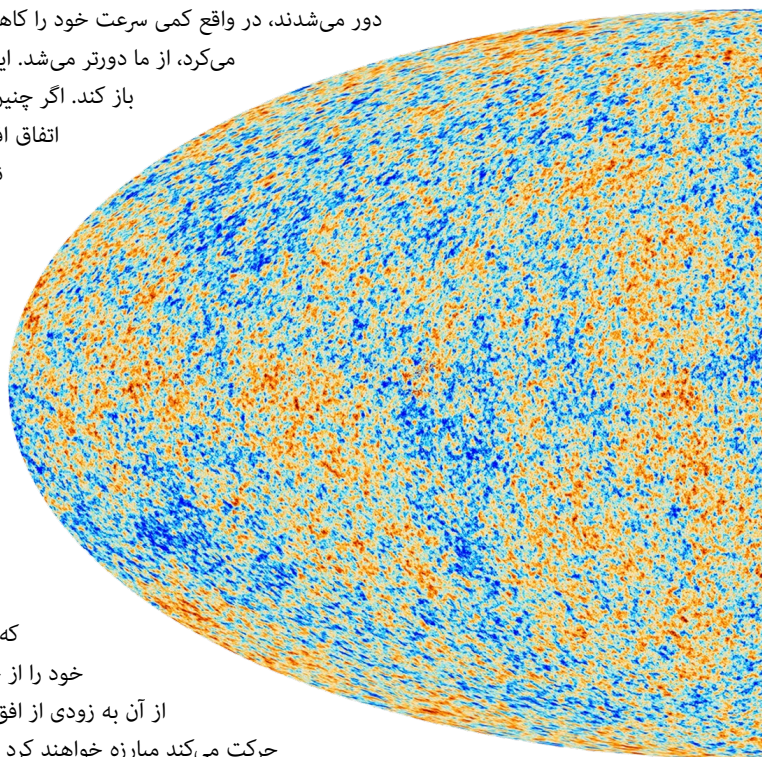
سال نوری است. زیرا اگر اکنون انبساط منجمد شود، این فاصله دورترین اجرامی ست که می توانیم ببینیم. CMB حد عملی دید ماست،

زیرا در زمان های قبل تر و فواصل دورتر جهان مات بوده است. اما ممکن است روزی سیگنال هایی از آن زمان نیز دریافت کنیم. برای مثال، نوترینوها می توانند از پلاسمای متراکم اولیه عبور کنند. و رویدادهایی در اولین کسری از ثانیه وجود دارند که ممکن است امواج گرانشی ایجاد کرده باشد که تأثیر آنها ممکن است روزی قابل تشخیص باشد. در واقع اولین زمانی که می توانیم مشاهده کنیم همان زمان بیگ بنگ است. بیگ بنگ در همه جا اتفاق افتاده است، اما اگر می توانستیم بیگ بنگ را مشاهده کنیم، آن را روی یک پوسته ی کروی درست فراتر از پس زمینه مایکروویو کیهانی مشاهده می کردیم. آن پوسته را افق ذرات می نامیم و این حد مطلق جهان قابل مشاهده است. (حداقل فعلاً)

اگر منتظر بمانیم، سیگنال هایی از نقاط دورتر زمان خواهند داشت تا به ما برسند. افق ذرات منبسط می شود، و پوسته ای که از آن CMB را مشاهده می کنیم نیز منبسط می شود و در طول زمان تغییر می کند. اما محدودیتی برای مقدار کیهانی که می توانیم ببینیم وجود دارد، حتی اگر بی نهایت منتظر بمانیم. برای پی بردن به آن محدودیت، به نمودار فضا زمان نیاز داریم. نور در فضا و زمان به سمت ما حرکت می کند و یک مخروط نوری را تشکیل می دهد - به ویژه مخروط نور گذشته ما. مرزهای مخروط در ۴۵ درجه است. این زاویه ای است که نور در نمودار فضا زمان ما ایجاد می کند. سرعت های آهسته تر زاویه های تندتری دارند، و این بدان معناست که فقط چیزهای داخل یا روی این مخروط می توانند به طور بالقوه سیگنالی را به مکان ما در فضا-زمان ارسال کنند یا به آن سفر کنند. رویدادهای خارج از مخروط نور گذشته نمی توانند سیگنال هایی را در اینجا در زمان حال به ما ارسال کنند. افق ذرات ما در پایین مخروط نور است و CMB درست بالای آن است. اما اینجا یک مشکل وجود دارد. به یاد داشته باشید که ما این مخروط نوری را با لایه بندی یک سری پوسته که اندازه فعلی آن مناطق را نشان می دهند، ساختیم. اما جهان در حال انبساط بوده است، بنابراین در زمان های قبلی این مناطق کوچک تر بودند. بیگ بنگ تمام فضا را به یک نقطه فشرده می کند، پس از آن انبساط می یابد. این انبساط در ابتدا به دلیل کشش گرانشی همه مواد در کیهان کند می شود، اما پس از مدتی انرژی تاریک فرا می رسد و انبساط شروع به شتاب می کند. و این فقط چند میلیارد سال پیش شروع شد. در حالی که مخروط نور چیزهای بیشتری را در گذشته در بر می گیرد، در برخی مواقع فضای فیزیکی کمتری را در بر می گیرد. حتی در مهبانگ، افق ذرات نه چیزی را در بر می گیرد و نه همه چیز را در بر می گیرد و نشان دهنده بخش محدودی از همه چیز فشرده در ابتدای زمان است. اگر اصلاحاتی در نمودار خود ایجاد کنیم، دیدن آن آسان تر است، به طوری که به جای نمایش فاصله مطلق، نقاط ثابت در فضای در حال گسترش را نشان دهند. ما فقط یک سیستم مختصات جدید ایجاد کردیم. اینها مختصات متحرک هستند - همراه با انبساط کیهان حرکت می کنند. همانطور که در زمان به جلو می رویم، خط نور گذشته ما را دنبال می کند.

ساده لوحانه، ممکن است به نظر برسد که هیچ محدودیتی وجود ندارد و اگر بخواهیم هر نقطه دورستی را ببینیم، کافیه به اندازه کافی صبر کنیم. و اگر انرژی تاریک نبود، چنین می شد. این واقعیت که انبساط جهان ما در حال شتاب است به این معنی است که یک حد بالایی مطلق در مورد اینکه چه مقدار از جهان را در نهایت می توانیم ببینیم وجود دارد. در جهان در حال انبساط، به نظر می رسد نقاط دورتر با سرعت بیشتری از ما دور می شوند. نقطه ای که به اندازه کافی دور باشد، با سرعت

نور از ما دور می‌شود. در حالی که اشیاء نمی‌توانند سریعتر از نور در فضا حرکت کنند، خود فضا می‌تواند با هر سرعتی نسبت به فضاهای دیگر حرکت کند و می‌تواند اجسام را با خود حمل کند. بنابراین، کره‌ای وجود دارد که ما را احاطه کرده است، جایی که سرعت رکود برابر با سرعت نور است. به نام ادوین هابل، مردی که انبساط جهان را کشف کرد، به آن افق هابل می‌گویند. افق هابل در حال حاضر ۱۴ و نیم میلیارد سال نوری از ما فاصله دارد. اکنون ممکن است فکر کنید دیدن چیزهای فراتر از این غیرممکن است. به هر حال، نوری که از کهکشان‌ها در آن فضای دور ساطع می‌شود، مانند ماهی‌هایی که برخلاف جریان آب شنا می‌کنند، از ما دور می‌شود. اما ما می‌توانیم پس‌زمینه مایکروویو کیهانی را ببینیم، و این ۴۶,۵ میلیارد سال نوری است. در واقع ما به طور معمول کهکشان‌هایی را رصد می‌کنیم که در زمان نوری را که ما می‌بینیم، از ما دور می‌شدند، سریعتر از نور دور می‌شدند. برای درک اینکه چگونه این کار می‌تواند کار کند، تصور کنید که یک فوتون هستید. ستاره‌ای درخشان در کهکشان‌های که میلیون‌ها سال نوری از کهکشان راه شیری فاصله دارد، به بیرون پرتاب می‌شود. در ابتدا خود را در فضای منطقه‌ای می‌بینید که با دمای ۳ درجه سانتی‌گراد از کهکشان راه شیری دور می‌شود. (سه برابر سرعت نور شما). شما با آن فضا کشیده شده اید و بنابراین به نظر می‌رسد که راه شیری از شما دور می‌شود. اما چون به سمت کهکشان راه شیری حرکت می‌کنید، از آن قسمتی از فضا که با دمای ۳ درجه سانتی‌گراد در حال حرکت است فرار می‌کنید. آن وصله در جهت مخالف شما حرکت می‌کند. اکنون خود را در منطقه‌ای از فضا می‌بینید که با سرعت کمی کمتر از مقصدتان دور می‌شود. هنوز از کهکشان راه شیری دور می‌شوید. پس از میلیارد‌ها سال، در نهایت خود را در افق هابل کهکشان راه شیری می‌بینید، جایی که فضا دقیقاً با ۱ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد، کهکشان راه شیری بالاخره از شما دور می‌شود. دلیل اینکه نور از فراسوی افق هابل می‌تواند به ما برسد این است که در چند میلیارد سال اول پس از انفجار بزرگ، افق هابل در حال گسترش بود. کهکشان‌ها با سرعت کم و بیش ثابت دور می‌شدند، در واقع کمی سرعت خود را کاهش می‌دادند. این بدان معناست که نقطه‌ای که در آن سرعت رکود با سرعت نور برابری می‌کرد، از ما دورتر می‌شد. این باعث شد نور از اجسام دورتر به داخل افق هابل خزیده و راه خود را به سمت ما باز کند. اگر چنین نبود، ما هرگز CMB را نمی‌دیدیم و احتمالاً نمی‌توانستیم ثابت کنیم که بیگ بنگ اتفاق افتاده است. اما همیشه اینطور نخواهد بود. انبساط کیهان در حال شتاب گرفتن است. در نقطه‌ای، افق هابل از دور شدن متوقف می‌شود و در واقع دوباره بر روی ما فرو می‌ریزد. مرز انبساط با سرعت نور در نهایت گروه محلی کهکشان‌ها را احاطه کرده و در آنجا متوقف می‌شود و ما را از بقیه جهان دور می‌کند. فقط نوری که می‌تواند از افق هابل قبل از فروپاشی آن عبور کند، می‌تواند به ما برسد. بنابراین اکنون افق نهایی خود را معرفی می‌کنیم، افقی که نمای نهایی ما را از کیهان تعیین می‌کند. این مرزی است که فراتر از آن هیچ سیگنالی نمی‌توان دریافت کرد، مهم نیست چقدر صبر می‌کنیم. نوری که از فراسوی افق رویداد کیهانی می‌آید، قبل از فروپاشی افق هابل، از آن عبور نمی‌کند. افق رویداد بسیار بسیار بزرگتر از افق هابل است، اما با گذشت زمان کوچک می‌شود، زیرا نوری که در زمان‌های بعد منتشر می‌شود، زمان کمتری برای رسیدن به ما دارد. اکنون شعاع آن حدود ۱۶ میلیارد سال نوری است. در یک نقطه افق رویداد کیهانی با افق در حال فروپاشی هابل ادغام خواهد شد. در آن مرحله ما هرگز نمی‌توانیم رویدادهای جدیدی را از فراتر از این افق ببینیم. اما این بدان معنا نیست که جهان ناگهان تاریک خواهد شد. این همچنین زمانی است که ما وسیع‌ترین دیدگاه خود را از جهان به دست می‌آوریم. نور از دور دست‌ترین نقاطی که تا به حال خواهیم دید، پس از آن به زودی از افق در حال کوچک شدن هابل عبور می‌کند. آن فوتون‌ها با فضایی که کمتر از سرعت نور حرکت می‌کند مبارزه خواهند کرد و در نهایت به حباب محلی فضای غیر در حال گسترش ما راه پیدا می‌کنند. آن‌ها نوری را از افق رویداد کیهانی به همراه خواهند داشت، همانطور که در آغاز زمان بود، زمانی که شعاع آن ۶۳ میلیارد سال نوری بود. و این به اندازه نهایی افق ذرات ما تبدیل خواهد شد. ما قادر خواهیم بود چیزهایی را ببینیم که در حال حاضر ۶۳ میلیارد سال نوری از ما فاصله دارند. اما ما برای همیشه آن دیدگاه را نخواهیم داشت. در حالی که فوتون‌ها تا ابد از افق فروپاشیده به داخل چکه می‌کنند، به دلیل مبارزه طولانی‌شان با جریان بیرونی فضا، به‌طور فزاینده‌ای به قرمز منتقل می‌شوند (انتقال به تابش سرخ یا سرخ‌گرایی پدیده‌ای است که باعث افزایش طول موج می‌گردد). و از انرژی کاسته می‌شوند. هنگامی که برای اولین بار در حدود ۱۰ میلیارد سال بعد به نمای کامل خود از جهان نزدیک شویم، کهکشان‌ها بیشتر در نور مادون قرمز می‌درخشند. پس از چند صد میلیارد سال، حتی پرنانری‌ترین فوتون‌ها به حدی کشیده می‌شوند که برای دیدن آنها به یک آنتن رادیویی بزرگتر از افق منقبض شده هابل نیاز داریم. بالاخره آسمان تاریک می‌شود. پس این پتانسیل بشریت برای دیدن جهان است. یک راه وجود دارد که می‌توانیم بیشتر را ببینیم؛ و آن سفر با بیشترین سرعت ممکن برای فرار از افق در حال فروپاشی هابل است. سپس در یک افق هابل متفاوت با دید متفاوت خواهیم بود.



جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۲۴ شاید یکی از پرحاشیه‌ترین جوایزی بود که تا به امروز در تاریخ نوبل اهدا شده باشد. وبسایت رسمی جایزه نوبل می‌نویسد: جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۲۴ به **جان جی. هاپفیلد** و **جفری هیتون** برای کشف‌ها و ابداعات بنیادی‌ای می‌رسد که یادگیری ماشینی را در شبکه‌های مصنوعی عصبی ممکن می‌کند. جایزه نوبل امسال همچنین افتخار و ادعای فیزیکدانان محاسباتی که مخصوصا با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین مشغول به حل مسائل فیزیک هستند نیز شد. از شوخی‌های مرسوم میان فیزیک‌پیشگان این است که فیزیک‌دانان محاسباتی کار خاصی انجام نمی‌دهند و فقط با استفاده از یک برنامه‌ی کامپیوتری یک جواب تقریبی برای مسئله‌ای پیدا کرده و مقاله می‌دهند. آن‌هایی هم که با یادگیری ماشین مشغول هستند حتی زحمت این را نیز به خود نداده و به کامپیوتر می‌گویند یاد بگیر، نتیجه‌ای بدست بیار و مقاله را هم بنویس. جایزه نوبل امسال اما باعث شده تا این گروه از فیزیک‌پیشگان، که کم تعداد نبوده و هر ساله به آن‌ها اضافه می‌گردد، به خوشحالی جواب این شوخی‌ها را بدهند که به فیلد کاری ما امسال نوبل داده‌اند و ما نیز فیزیک‌دانان واقعی هستیم. جدای از صحیح یا غلط بودن این نوع شوخی‌ها، جایزه نوبل امسال توجهی به کاربرد یادگیری ماشین در حل مسائل فیزیک نداشت و مدعی آن بود که فناوری‌هایی که به سیستم‌های عصبی مصنوعی امکان یادگیری می‌دهند توسط چند فیزیک‌دان و با استفاده از زمینه‌ی فیزیکی آن‌ها ساخته شده‌اند. برای بسیاری از دنبال‌کنندگان جایزه نوبل این سوال مطرح بود که: **فیزیک یادگیری ماشین کجاست؟** در اینجا سعی داریم پاسخ این سوال را بیابیم.

در جهان امروز افراد کمی را می‌توان یافت که حداقل یک بار در عمرشان با کامپیوتر کار نکرده باشند. همچنین افراد زیادی نیز برنامه‌های کامپیوتری نوشتند و به کامپیوتر امر کرده‌اند که کار خاصی را برای آن‌ها انجام دهد. این کار می‌تواند به اشتراک گذاشتن یک عکس باشد، محاسبه‌ی عددی یک معادله‌ی دیفرانسیل حل نشدنی و یا اجرای یک بازی. در هر صورت کامپیوتر با استفاده از یک‌سری دستورها که در قالب چندین خط که به آن داده می‌شود عمل می‌کند. برای یک بازی این دستورات به این صورت می‌تواند باشد: اگر کاربر این کلید را فشار داد حرکت کن، اگر در مسیر گلوله قرار گرفت از جانش کم کن، هنگامی جانش به صفر رسید بازی را تمام کن و.... اما حال می‌خواهیم کار دیگری انجام دهیم. قصد ما این است تا یک‌سری عکس به کامپیوتر نشان دهیم و به ما بگویند که آیا عکس نشان داده شده یک گربه است یا خیر. چگونه این کار را انجام دهیم؟ یک راه این است که سعی کنیم گربه را برای کامپیوتر توصیف کنیم: گربه دم دارد، دو گوش دارد، بینی کوچکی دارد، چهار پا دارد و روی آن‌ها راه می‌رود و، شاید این روش کار کند اما اگر یک عکس از سگ یا حتی عکس یک گربه بدون دم به کامپیوتر نشان دهیم چه می‌شود؟ به احتمال زیاد اشتباه می‌کند و باید به دنبال راه حلی باشیم. یک راه حل این است که مجموعه‌ی دستورات خود را کامل کنیم و شرط و شروط‌های زیادی را برای اینکه چه چیز یک گربه است قائل شویم. کسی که حتی یک بار در عمرش برنامه‌ای کامپیوتری نوشته باشد، می‌داند که اینکار چقدر سخت و در واقع غیرممکن است. پس راه حل چیست؟ می‌توانیم با استفاده از تعداد بسیار زیادی تصویر از انواع گربه‌ها در انواع شرایط مختلف به کامپیوتر یاد دهیم که یک گربه چیست، دقیقا همانطوری که خود ما در ابتدا یاد گرفتیم که گربه چیست و چه فرقی‌هایی با سگ و زرافه و موز دارد. این دقیقا کاری است که برندگان جایزه نوبل امسال انجام داده‌اند.

در دهه ۴۰ میلادی، توجه محققان به نحوه‌ی عملکرد نورون‌ها و سیناپس‌های مغزی و توضیح ریاضیاتی این موضوع جلب شد. در این زمان آقای دونالد هب نیز نظریه‌ای ارائه کرد که در آن توضیح می‌داد که ارتباط میان نورون‌ها وقتی که همراه یکدیگر در حال کار هستند تقویت می‌شود. با استفاده از این ایده‌ها و با بدست آمدن درک بهتری از عملکرد مغز، تلاش شد تا نحوه‌ی کار مغز توسط برنامه‌های کامپیوتری تقلید شود. در این نوع برنامه‌ها، عملکرد نورون‌ها توسط یک‌سری گره (Node) که مقادیر مختلفی می‌توانستند اختیار کنند تقلید می‌شد و سیناپس‌ها نیز ارتباطات میان این گره‌ها بودند که قوی یا ضعیف می‌شدند. نظریه دونالد هب کمک می‌کند تا در فرایندی که یادگیری نام دارد، این ارتباطات میان گره‌ها تقویت یا تضعیف گردند.

در سال‌های پایانی دهه ۶۰ میلادی، باور این بود که این سامانه‌های عصبی هیچگاه کار به جایی نخواهند برد و زمینه‌ی تحقیق بر روی یادگیری ماشین تا دهه ۸۰ میلادی به سردی گرایید. در دهه ۸۰ با کشف‌های تازه‌ای که در این زمینه رخ داد، از جمله‌ی آن‌ها کارهای برندگان نوبل امسال نیز بود، توجه دوباره به سمت این موضوع جلب شد.

حافظه تداعی‌ای

گاهی اوقات که یک کلمه را فراموش می‌کنیم، با استفاده از کلمات شبیه به آن سعی در به یاد آوردن کلمه اصلی داریم. این فرایند استفاده از کلمات مشابه برای یافتن آن چیزی که به دنبالش هستیم دقیقا همان چیزی است که جان هاپفیلد در سال ۱۹۸۲ تحت عنوان حافظه تداعی‌ای کشف کرد. در واقع یک شبکه‌ی هاپفیلد می‌تواند الگوها را در خود ذخیره کند و روشی نیز برای ساختن دوباره آن‌ها پیدا کند. وقتی به شبکه هاپفیلد یک الگوی ناقص بدهیم، با استفاده از این روش می‌تواند از میان الگوهای ذخیره شده نزدیک‌ترین الگو را به آن چیزی که دریافت کرده‌است پیدا کند.

هاپفیلد پس از شرکت در یک گردهمایی علوم عصبی متوجه شد که هنگامی نورون‌ها با یکدیگر عمل می‌کنند می‌توانند باعث پدیده‌هایی بشوند که با بررسی تک به تک اعضای سیستم قابل مشاهده نیست. هاپفیلد می‌دانست که بعضی از خواص مواد مغناطیسی از اسپین اتم‌های آن‌ها ناشی می‌شود. اسپین اتم‌های نزدیک به هم بر روی یکدیگر اثر می‌گذارند و یک ناحیه با اسپین‌های هم جهت را بوجود می‌آورند. هاپفیلد با استفاده از این موضوع توانست یک شبکه ابتدایی بسازد که شبکه هاپفیلد نامیده می‌شود.

در شبکه هاپفیلد، تمامی گره‌ها به یکدیگر متصل هستند و شدت این اتصال یا ۰ است و یا ۱. در این شبکه، هاپفیلد یک تابع انرژی مانند تعریف کرد که توسط تمامی گره‌ها و شدت اتصالات میان آن‌ها محاسبه می‌شود. با دادن یک تصویر به این شبکه، شدت اتصالات میان گره‌ها تغییر می‌کند تا جایی که تابع انرژی به کم‌ترین مقدار ممکن خود برسد و سپس تصویر با کم‌ترین تابع انرژی در حافظه شبکه ذخیره می‌شود. حال هنگامی که یک تصویر جدید به شبکه داده شود، با استفاده از یک‌سری قواعد، شبکه تمامی گره‌ها و اتصالات را بررسی می‌کند تا تابع انرژی را کم‌ترین مقدار ممکن برساند. هنگامی که دیگر تابع انرژی را نتوان کاهش داد، معمولا تصویر اولیه باز تولید شده است.

قدرت این شبکه اما در این است که می‌توان چندین تصویر و الگو را ذخیره کرد و هنگامی که تصویر جدیدی به آن داده شود، نزدیک‌ترین تصویر را باز گرداند. شبکه‌ی هاپفیلد را می‌توان مانند یک کوهستان تصور کرد. هربار که به آن الگوی جدید می‌دهید تا آن را یاد بگیرد، این شبکه با ساختن دره بلندی‌هایی در فضای انرژی آن را ذخیره می‌کند. حال اگر یک توپ را در جایی از این فضای انرژی رها کنید، که این مکان رها کردن در همان تصویری است که به شبکه نشان داده‌اید تا بررسی کند، مسیر خاصی را پیش می‌گیرد و در نهایت در یکی از دره‌های این کوهستان ساکن می‌شود. بدین شکل سیستم می‌تواند نزدیک‌ترین الگوی ذخیره شده به الگوی داده شده را پیدا کند. هاپفیلد و همکارانش به بهبود این شبکه پرداختند و اتصالات گره‌ها را به صورتی تغییر دادند که بتوانند هر مقداری را داشته باشند، فقط ۰ و ۱ نباشند. این مدل‌های

بهبود یافته می‌توانند میان الگوهای نزدیک به هم تفاوت قائل شوند و الگوهای بیشتری را ذخیره کنند. در واقع با استفاده از این شبکه می‌توان هر نوع داده‌ای را بازسازی و یا شناسایی کرد به شرط اینکه از تعداد زیادی داده تشکیل شده باشد.

شاخه‌بندی با استفاده از فیزیک قرن نوزدهم

با اینکه شبکه هاپفیلد می‌تواند یک تصویر را به یاد آورد، اما نمی‌تواند چیزی را که تصویر نشان می‌دهد را تفسیر کند. اینجا دقیقاً همان مثالی است که به آن در ابتدای این بحث پرداختیم: شناختن گربه. نحوه یادگیری در کودکان به این صورت است که با دیدن چیزهای مختلف و مثال‌های متعدد، آن‌ها را دسته‌بندی می‌کنند. با دیدن گربه‌های مختلف یک دسته‌بندی تحت عنوان گربه، با دیدن سگ‌ها دسته‌بندی سگ و ... در ذهن تشکیل می‌شود. جفری هینتون علاقه‌مند بود که روشی را بیابد که ماشین بتواند با بررسی یک الگو، دسته‌بندی‌های خودش را تشکیل دهد و به نوعی تفسیری از الگو را پیدا کند. هینتون و همکارانش با استفاده از شبکه هاپفیلد و ایده‌های مکانیک آماری توانستند این مدل جدید را بسازند. مکانیک آماری مطالعه‌ی سیستم‌های چندین ذره‌ای با استفاده از خواص کلی آن‌ها است. به طور مثال می‌توان سرعت و مکان تمام مولکول‌های درون یک گاز را به طور دقیق مطالعه کرد، اما می‌توان با مطالعه‌ی حجم، دما و فشار گاز به رفتار گاز پی برد. اگر تمام مولکول‌های یک گاز را شماره‌گذاری کنید، خواهید دید که شکل‌های متفاوتی از سرعت و مکان برای هر مولکول وجود دارد و بسیاری از این شکل‌های متفاوت به رفتار کلی یکسانی - فشار، دما و حجم - می‌رسند. این حالت‌های سیستم را می‌توان با استفاده از مکانیک آماری بررسی کرد و احتمال رخ دادن آن‌ها را حساب کرد. مقدار انرژی در دسترس در اینکه کدام حالت‌ها احتمال رخ دادن بیشتری دارند نقش کلیدی بازی می‌کند و با معادله‌ای که لودویگ بولتزمن در قرن ۱۹ میلادی یافته بود، توصیف می‌شود. هینتون توانست با استفاده از این معادله مقاله‌ای را در سال ۱۹۸۵ تحت عنوان ماشین بولتزمن منتشر کند.

ماشین بولتزمن معمولاً دارای دو لایه مختلف از گره‌ها است. گره‌های مرئی آن‌هایی هستند که اطلاعات به آن‌ها داده می‌شود. گره‌های دیگر لایه پنهان را بوجود می‌آورند. در این ماشین یک قانون برای به‌روزرسانی مقادیر گره‌ها و اتصالات آن‌ها به ترتیب وجود دارد. در نهایت ماشین به حالتی می‌رسد که با تغییر الگوی گره‌ها می‌تواند تغییر کند، اما خصوصیات کلی سیستم تغییر نمی‌کند. هر حالت ممکن برای سیستم یک احتمال خاص دارد که توسط معادله بولتزمن و با توجه به انرژی آن تعیین می‌شود. هنگامی که ماشین متوقف شود، توانسته است یک الگوی تازه بسازد. نحوه یادگیری ماشین بولتزمن به این گونه است که با تغییر مقادیر گره‌ها و اتصالات آن‌ها برای تصاویر نمونه، که با آن‌ها آموزش می‌بیند، کاری کند که حالتی با بیشترین احتمال رخ دهد. با دادن مثال‌های بیشتر به ماشین، این احتمال افزایش می‌یابد. یک ماشین بولتزمن که آموزش دیده است، می‌تواند الگوهای آشنا را در اطلاعاتی که قبلاً ندیده است پیدا کند و می‌تواند یک مثال کاملاً جدید را بر اساس نزدیکی و دوری اطلاعات آن نسبت به مثال‌های قبلی، دسته‌بندی کند. با این حال، ماشین بولتزمن در شکل اولیه خود سرعت پایینی دارد و با روش‌های متفاوت به‌کارگیری آن می‌توان به مدل‌های بهتری دست یافت. در نسخه‌های بعدی، بعضی از ارتباطات میان گره‌ها حذف شدند تا بازده ماشین افزایش یابد. هینتون همچنین با کمک همکارانش در سال ۲۰۰۶ توانست روشی برای پیش‌آموزش ماشین بولتزمن ارائه دهد که باعث می‌شد نقطه شروع آموزش ماشین بهبود یافته و نتایج نهایی دقیق‌تر باشند.

هاپفیلد و هینتون از کسانی بودند که مدل‌های پایه‌ای و ریاضیات انقلاب هوش مصنوعی امسال را ارائه دادند و از پیشگامان این علم هستند. با اینکه شاید در ظاهر فیزیک جایی در هوش مصنوعی نداشته باشد، اما در حقیقت این مدل‌های فیزیکی هستند که اساس کار شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهند. شاید هیچگاه نتوان عده‌ای را راضی کرد که جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۲۴ حق هاپفیلد و هینتون بوده‌است، اما می‌توان بر این موضوع که اساس هر چیزی در فناوری امروزه فیزیک بوده و پدر علم است به توافق رسید و به سوال فیزیک یادگیری ماشین کجاست؟ این جواب را داد که: همه جای آن.



در تصویر برجسته این ماه که توسط تلسکوپ فضایی جیمز وب (متعلق به ناسا، ESA و CSA) ثبت شده است، کهکشان مارپیچی NGC ۲۰۹۰ در صورت فلکی کبوتر (Columba) دیده می‌شود. این تصویر که از ترکیب داده‌های دو ابزار MIRI و NIRCam به دست آمده است، بازوهای مارپیچی و ساختار گاز و غبار این کهکشان را با جزئیاتی بی‌نظیر و خیره‌کننده به نمایش می‌گذارد.

این کهکشان در ابتدا توسط تلسکوپ فضایی هابل برای مطالعه ستارگان متغیر قیفاووسی مورد بررسی قرار گرفت. این ستارگان به عنوان «شمع‌های استاندارد» برای اندازه‌گیری فاصله‌های کیهانی به کار می‌روند. در سال ۱۹۹۸، بر اساس اندازه‌گیری‌های هابل، فاصله NGC ۲۰۹۰ حدود ۳۷ میلیون سال نوری تعیین شد؛ اما داده‌های جدید این فاصله را کمی بیشتر، یعنی ۴۰ میلیون سال نوری، نشان می‌دهند.

کهکشان NGC ۲۰۹۰ به دلیل ویژگی‌های خاص خود، پیش و پس از این پروژه به عنوان نمونه‌ای برجسته از کهکشان‌های فعال در شکل‌گیری ستاره‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. این کهکشان یک مارپیچی پراکنده یا «پولکی» توصیف شده است؛ به این معنا که دیسک آن پر از غبار و بازوهای مارپیچی‌اش تکه‌تکه یا کمتر مشخص‌اند.

جزئیات تصویر و ابزارهای مورد استفاده

داده‌های ابزار NIRCam در تلسکوپ جیمز وب بازوهای مارپیچی این کهکشان را با وضوح بی‌سابقه‌ای نمایان کرده است. نور آبی که در مرکز تصویر بیشتر دیده می‌شود، ناشی از درخشش ستارگان است. در همین حال، ابزار MIRI با دریافت نور مادون قرمز میانی، ترکیبات کربنی پیچیده‌ای به نام هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای را که در میان گاز و غبار کهکشان پراکنده‌اند، به رنگ قرمز نمایش می‌دهد.

اهمیت علمی و اهداف پژوهش

این داده‌ها به عنوان بخشی از برنامه رصدی (GO ۳۷۰۷) برای سرشماری کهکشان‌های پرچرم و فعال در نزدیکی زمین جمع‌آوری شده‌اند. کهکشان‌هایی مانند NGC ۲۰۹۰ با فاصله و اندازه‌ای مناسب، امکان مطالعه کامل فعالیت‌های ستاره‌زایی را فراهم می‌کنند. این تصویر به بررسی خوشه‌های فشرده ستاره‌ای و ابرهای گازی که ستارگان در آن‌ها متولد می‌شوند کمک می‌کند. مجموعه‌ای از تصاویر با این کیفیت بالا در سال‌های آینده برای اخترشناسان ارزشمند خواهد بود.

نتیجه‌گیری

تصاویر ثبت شده توسط تلسکوپ جیمز وب، مانند این تصویر از کهکشان NGC ۲۰۹۰، به دانشمندان کمک می‌کند تا فهم عمیق‌تری از فرآیندهای شکل‌گیری ستاره‌ها و تکامل کهکشان‌ها به دست آورند. این کهکشان، با ساختار منحصر به فرد و داده‌های گسترده‌ای که از آن جمع‌آوری شده، به عنوان نمونه‌ای ایده‌آل برای مطالعه فعالیت‌های ستاره‌زایی باقی خواهد ماند.





BRING

HIM

HOME

MATT DAMON

THE MARTIAN

نقد فیلم:

مریخی

عسل جعفری

کارشناسی فیزیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: مریخی The Martian

سال ساخت: ۲۰۱۵ میلادی

کارگردان: ریڈلی اسکات

ژانر: علمی تخیلی

هنرپیشگان: مت دیمنون، جسیکا چپستین، کریستق ویگ، شان بین، جف دانیلز،...

مدت زمان: ۱۴۱ دقیقه

بودجه: ۱۰۸ میلیون دلار

امتیاز:

IMDb ۸/۱۰

۹۱٪

فیلم مریخی (The Martian) به کارگردانی ریڈلی اسکات براساس رمانی به همین نام، تلاش یک فضانورد را برای بقا روایت می‌کند. داستان از جایی شروع می‌شود که گروهی شش نفره از فضانوردان برای بررسی مسائلی به مریخ می‌روند و باید مدتی را در آنجا بگذرانند. اما طوفانی شدید رخ می‌دهد و مجبور به ترک سیاره می‌شوند. در حین جابجایی برای رسیدن به سفینه، ناگهان جسمی به مارک واتنی (مت دیمون) برخورد می‌کند و در طوفان گم می‌شود. باقی اعضای گروه که او را مرده فرض کرده‌اند به اجبار مریخ را بدون او ترک می‌کنند. اما در عین ناباوری، مارک زنده است. در طول فیلم ما شاهد تماشای تلاش‌های این فضانورد به‌جا مانده برای بقا و شرح حال او هستیم. چیزی که ممکن است شما را متعجب کند، روحیه بسیار قوی و امیدواری مارک است. او بدون هیچ احساس ناراحتی یا عصبانیت از تنها ماندن در سیاره‌ای به زندگی کردن، به کاشت سیب زمینی و رقصیدن با آهنگ ادامه می‌دهد. این حجم از امیدواری نه تنها تأثیر مثبت داشته، بلکه فیلم را برای مخاطب کسل کننده می‌کند.

یکی دیگر از نقاط ضعف «مریخی»، شخصیت‌پردازی بسیار ضعیف نسبت به تمامی شخصیت‌ها، حتی خود مارک واتنی است. مهم‌ترین اطلاعاتی که ما از مارک دریافت می‌کنیم، اراده بالا و دانش بسیار او در گیاه‌شناسی است که کمک به زنده ماندن او می‌کند. شاید در ابتدا توانایی و دانش او برای مخاطب جالب باشد اما انتظار می‌رود زمانی که انقدر توجه فیلم روی یک شخصیت است، حداقل درباره زندگی شخصی‌اش بدانیم و کمی شناخت نسبت به او پیدا کنیم. حتی زمانی که مارک موفق می‌شود با زمین ارتباط برقرار کند، هیچ سوالی درباره دوستان و خانواده‌اش نمی‌پرسد گویا که او صرفاً یک ربات است و نه انسان. این داستان برای بقیه شخصیت‌ها هم برقرار است. چرا که وقتی بقیه اعضای گروه متوجه زنده بودن مارک می‌شوند، همگی بدون هیچ تعلل و مخالفتی مأموریت خطرناک نجات او را قبول می‌کنند. این مأموریت شامل پانصد روز اضافه‌تر دور ماندن از خانواده و خطراتی همچون مرگ را برای آنها در پی دارد که حتی حس عذاب وجدان از جا گذاشتن رفیقشان هم دلیل محکمی برای این تصمیم‌گیری غیرعقلانی نیست.

۲۲۵ میلیون کیلومتر دورتر از مارک، در سازمان ناسا، همدلی و طرز فکر افراد آنجا برای نجات مارک، کمی غیرواقعی به نظر می‌رسد. از آن طرف ناگهان مهندسی از بخش مکانیک مداری، راهی مطمئن‌تر و سریع‌تر برای نجات او پیدا می‌کند. اما هیچ اطلاعات جالبی از آن مهندس نمی‌بینیم که بازهم به شخصیت پردازی ضعیف این فیلم برمی‌گردد.

تقریباً در تمامی لحظات فیلم، شاهد استفاده کردن از علم و کشف‌های علمی هستیم. اما این فیلم به بررسی مسائل نسبتاً عمومی‌تر پرداخته و نه خبری از فیزیک کوانتوم است و نه از موجودات فضایی. بلکه درگیری‌های مارک را برای درست کردن آب با استفاده از سوخت‌های موشک به‌جا مانده در سکونتگاه (هیدرازین) و شارژ کردن باتری سطح نوردهش را نشان می‌دهد. در واقع در این فیلم، ریڈلی بیشتر به دانش علاقه نشان داده است تا دانشمند، انگار که این مهارت‌ها از انسان جدا هستند. البته لازم به ذکر است که به خوبی به جزئیات و جلوه‌های تصویری دقت شده است، مثلاً تمام زمان‌هایی که مارک در مریخ است، لانگ‌شات‌ها کاملاً احساس تنهایی غالب به آن فضا را به بیننده القا می‌کنند. و یا دوربین‌هایی که در سکونتگاه، لباس‌ها و سطح نوردهش وجود دارد شامل اطلاعاتی مثل، میزان اکسیژن، دما، فشار و غیره بودند که صحنه‌ها جذاب‌تر کرده بود. این موارد در کنار فیلمبرداری خیره‌کننده و بازی فوق‌العاده مت دیمون، به بیننده کمک می‌کند که تسلیم ناپذیری، شجاعت و مهم‌تر از همه نبوغ مارک واتنی را درک کند، گویی که همراه مارک در سیاره سرخ گیر افتاده باشند.

در کل فیلم «مریخی» برای دوست‌داران علم و فضا فیلم جالب و سرگرم‌کننده‌ای می‌تواند باشد و وجود فضایی نسبتاً شاد و دیالوگ‌های طنز، باعث رضایت مخاطبان شده است و یک بار دیدن این فیلم خالی از لطف نیست.



از حقایقی که در جهان امروز ما می‌توان به آن اشاره کرد این است که مقدار تولید و مصرف کتاب، به خصوص به شیوهی سنتی کاغذی، به شکل فزاینده‌ای رو به کاهش است. با پایین آمدن ساعات مطالعه‌ی مردم، این شغل دیرین که بسیاری در طول قرن‌ها توسط آن امرار معاش کرده‌اند به خطر افتاده است. امروزه دیگر کسی روزها وقت خود را صرف مطالعه‌ی صدها، و حتی هزاران، صفحه نمی‌کند تا بالا و پایین‌های مسیر قهرمان داستان را دنبال کنند وقتی که در اکثر موارد می‌توانند با مشاهده‌ی فیلم و یا سریال ساخته شده از داستان هم در وقت و هم در استفاده از قوه‌ی تخیل خود صرفه جویی کنند. در این میان کتاب‌های غیر داستانی نیز وضع بهتری ندارند. کتاب‌های فلسفی معمولاً مخاطبین خاص و محدود خود را دارند که در اکثر موارد در فهم کوچک‌ترین موضوعات این نوع کتاب‌ها دچار مشکل می‌شوند و با کج فهمی مقصود نویسنده باعث در گور لرزیدن او می‌شوند. این موضوع برای کتاب‌های روانشناسی نیز معتبر است. شاید تنها دو دسته از کتاب‌ها هنوز توانسته‌اند جایگاه و محبوبیت خود را در میان عامه مردم حفظ کنند: کتاب‌های زرد و کتاب‌های علمی عام. به طور یقین مقصود این متن مخاطبان کتب زرد نیستند چراکه علی‌رغم علاقه بنده به رنگ زرد، اینجانب هیچگونه توجهی به این کتاب‌ها نداشته و باعث اندوه من است که رنگ مورد علاقه من با این نوع کتاب‌ها پیوند خورده است. با این حال کتاب‌های علمی غیردانشگاهی که برای مردم عادی نوشته شده‌اند، توانسته‌اند بارها خود را در صدر جدول پرفروش‌ترین کتاب‌ها قرار داده و این واقعیتی غیر قابل کتمان است که تأثیر این نوع کتاب‌ها در جذب و علاقه‌مندی به موضوعات علمی در بین مردم بسیار زیاد می‌باشد. می‌توان گفت بسیاری از دانشمندان و دانشجویان حوزه علم در ابتدا توسط یکی از این کتاب‌های علمی عام مسیر خود را شروع کرده‌اند. با این حال می‌توان نقدی به این کتاب‌ها وارد کرد و شدت این نقد در حدی است که یکی از مدرسان فیزیک دبیرستان من این نوع کتاب‌ها را خیانتی به علم بخواند. دلیل نقد بر محتویات این کتاب‌ها طبیعت بیش از حد ساده انگارانه آن‌ها در توصیف مباحث علمی است (قابل ذکر است که کتاب‌هایی مانند تئوری مینیمم اثر ساسکیند نیز وجود دارند که ادعا دارند برای مردم عادی نوشته شده‌اند اما با نگاهی به این مجموعه کتاب‌ها می‌بینیم که اکثریت دانشجویان فیزیک نیز در خواندن آن‌ها به مشکل بر خواهند خورد). باور دارم که می‌توان ریشه این معضل را در نوع مباحث و موضوعات انتخابی نویسندگان پیدا کرد. به طور مثال با بررسی کتب عامه‌پسند درباره فیزیک، خواهیم دید که دایره‌ی موضوعات آن‌ها بسیار کوچک است و محدود به مباحثی مانند نسبیت انیشتین، سیاه‌چاله‌ها، مکانیک کوانتومی، نظریه ریسمان، کیهان‌شناسی، مهپانگ و چندی موضوعات پیشرفته دیگر هستند که در بسیاری از موارد دانشجویان فیزیک در سال‌های آخر تحصیل کارشناسی و یا حتی در تحصیلات تکمیلی به مطالعه آن‌ها می‌پردازند. برای فهم درست این موضوعات انتخابی توسط نویسندگان، نیاز است تا حجم عظیمی از مباحث پایه‌ای مطالعه شود و بنابراین از آن‌جا که این امر توسط عامه مردم صورت نگرفته، نویسنده مجبور است به طرز ناشیانه‌ای به ساده سازی دست بزند. سوالی که مطرح می‌شود این است که چرا باید این مباحث انتخاب شوند وقتی که نیازمند چنین ساده‌سازی‌هایی هستیم که در بیشتر مواقع باعث لطمه به اصول فیزیکی می‌شوند؟ پاسخ این است که این موضوعات هیجان‌انگیز و مبهم هستند. قطعاً صحبت درباره سیاه‌چاله‌ها، اجرام عظیمی که ستاره‌ها را می‌بلعند و زمان در آن‌ها از حرکت می‌ایستد و نور را به دام می‌اندازند، بسیار جذاب‌تر از حرکت آونگ می‌باشد. این موضوع باعث شده‌است که با کمبود شدید کتاب‌هایی روبرو شویم که به توصیف پدیده‌های روزمره فیزیکی می‌پردازند. در اینجا نمی‌توان به مردم عادی خرده گرفت که چرا مباحث فیزیک کلاسیک را به جذابی فیزیک مدرن و پیشرفته نمی‌دانند چراکه حتی بسیاری از دانشجویان فیزیک نیز علاقه‌ای به درس‌های پایه و کلاسیک نداشته و به دنبال مکانیک کوانتومی و نسبیت و فیزیک ذرات می‌باشند و معمولاً از کسل‌کنندگی مباحثی چون مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس می‌نالند. با این حال فیزیک‌خوان هوشمند می‌داند که الکترومغناطیس عروس فیزیک است و مکانیک کلاسیک پدربزرگ مهربان آن و مکانیک آماری عموی همه فن حریف و در این جا است که کتاب **به خاطر فیزیک** پا به عرصه گذاشته تا این را به عام مردم نشان دهد.

به خاطر فیزیک

به خاطر فیزیک از محدود کتاب‌هایی است که سعی دارد شگفتی‌های فیزیک روزمره را نشان دهد و در این کار می‌درخشد. موفقیت کتاب در این امر مدیون نویسنده‌ی آن **والتر لوین** است. والتر لوین اخت‌فیزیکدان هلندی است که سال‌ها در دانشگاه MIT استاد بوده و می‌توان او را از تأثیرگذارترین مدرسان فیزیک پایه در دنیا دانست. والتر لوین با باور به اینکه تمامی علوم تجربی هستند توانست روش تدریسی را پیش گیرد که کلاس‌های ضبط شده او را به یکی از پر بازدیدترین دوره‌های درسی دنیا تبدیل کند و موج تحسین دانشجویان را به دنبال داشت. همچنان دوره‌های فیزیک پایه او که در کانال یوتیوب او موجود است توسط میلیون‌ها دانشجو دیده می‌شود و به یقین خواننده این متن نیز حداقل یک بار ویدیو یا عکسی از او را در شبکه‌های اجتماعی دیده است. مشهورترین عکس او نیز همان تاب خوردن او از آونگی



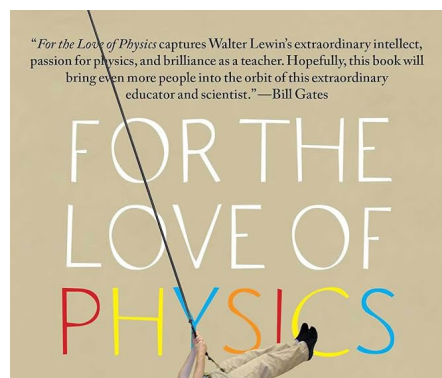


است که در کلاس درس خود آویزان کرده. روش تدریسی والتر به این شکل است که او ابتدا به توضیح مبحث درسی می‌پردازد، سپس آزمایشی طراحی می‌کند که مستقیماً آزمون قوانینی است که مطرح کرده و نتیجه آزمایش را حساب می‌کند. در این مرحله والتر با انجام آزمایش در وسط کلاس درسی خود، پیش‌بینی خود را به آزمایش گذاشته و چگونه موجب حیرت دانشجویانش می‌شود وقتی نتیجه آزمایش دقیقاً برابر با پیش‌بینی‌ای است که روی تخته نوشته بوده. در این میان اما والتر کاری دیگر می‌کند که باعث اثربخشی چندین برابری کلاس‌هایش می‌شود و آن استفاده از خودش در آزمایش است. اون به جای اینکه یک آونگ را در کلاس به نوسان درآورند و دوره تناوب آن را اندازه‌گیری کند، خود بر روی آونگ می‌نشیند و با آن تاب می‌خورد. در جایی دیگر والتر گویی سنگین را در کلاس هل می‌دهد و شیشه‌ای را می‌شکند تا نشان دهد در صورت وارد کردن انرژی اولیه به سیستم آونگ چه اتفاقی می‌افتد، سپس خود در مقابل گوی قرار می‌گیرد و آن را روبروی بینی‌اش قرار می‌دهد، لحظه‌ای بعد گوی را رها کرده و شجاعانه در جای خود می‌ایستد و در حالی که نفس همه در سینه حبس شده، گوی باز می‌گردد و دقیقاً تا بینی والتر پیش آمده و باز می‌گردد. بدون شک این بهترین راه برای نشان دادن قانون بقای انرژی است و هیچ چیز دیگری نمی‌تواند مشارکت و توجه دانشجو به کلاس را بیشتر جلب کند. همچنین والتر با این کارها یک درس مهم را به دانشجویان می‌آموزد: همواره باید به علم اعتماد کرد.

به خاطر فیزیک زاینده همین روش والتر است. به خاطر فیزیک با نشان دادن گستردگی قوانین فیزیک در زندگی روزمره نه تنها به ما یادآوری می‌کند که فیزیک هرآنچه است که هست، بلکه به ما می‌آموزد که چگونه می‌توانیم فیزیک را در روز به روز خود مشاهده کنیم. این کتاب به ما یاد می‌دهد که چگونه می‌توانیم فقط به کمی دقت به محیط اطرافمان فیزیک را بیابیم. والتر در این کتاب به بررسی حرکت آسانسور، صدای سازهای موسیقی، مغناطیس، رنگین کمان، استخوان ران پستانداران، نوشیدن نوشابه با نی و بسیاری موضوعات دیگر می‌پردازد و با ارائه آزمایش‌هایی که همه می‌توانند آن‌ها را انجام دهند به ما می‌آموزد که زیبایی فیزیک در همین چیزهایی است که هر روز با آن‌ها سروکار داریم. در این میان تعهد والتر به استفاده نکردن از ریاضیات قابل تحسین است و من به عنوان فردی که ترجیح می‌دهم در کتاب‌ها با عبارات ریاضی درگیر شوم تا توضیحات باید شهادت دهم که والتر به زیباترین شکل ممکن توانسته است بدون استفاده از ریاضیات به توضیح شهودی فیزیک بپردازد.

خواندن کتاب **به خاطر فیزیک** برای تمامی دانشجویان فیزیک و فیزیک‌پیشگان در هر سطحی که باشند یک الزام است و اگر قدرت این را داشتیم تا مطالعه این کتاب را برای همگان اجباری کنم، قطعاً این کار را می‌کردم. در نظر من، امکان ندارد که خواننده این کتاب در پایان عاشق فیزیک نشود. در اینجا گلایه‌ای نیز به عنوان انتخابی برای ترجمه فارسی این کتاب دارم چراکه عنوان اصلی کتاب **For the love of physics** بوده که **برای عشق به فیزیک**، از نظر بنده، بسیار مناسب‌تر از **به خاطر فیزیک** می‌باشد.

علاقه‌مندان می‌توانند این کتاب را از انتشارات فاطمی با ترجمه‌ی روان خانم منیژه رهبر تهیه کرده و خود را به پیوندی عاشقانه با فیزیک متعهد سازند.



From the End of the Rainbow to the
Edge of Time—A Journey Through
the Wonders of Physics

Walter Lewin
with Warren Goldstein

