



چرا زمان به عقب بر نمی‌گردد

رای کامینز در سال 1922 و در داستان علمی - تخیلی خود به نام دختری در اتم طلایی می‌نویسد: زمان موضوعی است که در یک لحظه مانع از وقوع هر چیزی می‌شود.

رای کامینز در سال 1922 و در داستان علمی - تخیلی خود به نام دختری در اتم طلایی می‌نویسد: زمان موضوعی است که در یک لحظه مانع از وقوع هر چیزی می‌شود. اما چگونه زمان از وقوع همه چیز در یک لحظه جلوگیری می‌کند؟ چه فرآیندی زمان را به جلو می‌برد و از عقب برگشتن آن جلوگیری می‌کند؟ در مطالعه جدیدی که در نشریه Physical Review Letters به چاپ رسیده، گروهی از فیزیکدانان نظری مجدداً مفهوم پیکان زمان را بررسی کرده‌اند. این مفهوم آهنگ رو به جلو و بی‌رحم زمان را بیان می‌کند. همچنین در این تحقیق شیوه‌ای متفاوت از چگونگی بیان زمان در مقیاس جهانی مطرح شده است.

معمولاً زمان توسط فرضیه گذشته شرح داده می‌شود. این فرضیه بیان می‌کند که هر سیستم معین در یک حالت آنتروپی پایین شروع و توسط نیروی ترمودینامیک به جلو رانده شده و آنتروپی آن افزایش می‌یابد. آنتروپی اندازه‌ای برای بیان درجه بی‌نظمی در هر سیستم است. هر چه درجه بی‌نظمی بالاتر باشد، آنتروپی سیستم بیشتر است. از این رو فیزیکدانان برای یک ماده معین در حالت تعادل درونی کامل می‌گویند که آنتروپی حالت گازی بیشتر از آنتروپی حالت مایع است و آنتروپی حالت مایع در آن بیشتر از آنتروپی حالت جامد است.

واحد آنتروپی در دستگاه SI، ژول برکلوین است. فیزیکدانان می‌گویند هرچقدر مقدار آنتروپی افزایش داشته باشد، نشان می‌دهد که پیکان زمان به سمت آینده است. به طور خلاصه می‌توان گفت که گذشته آنتروپی پایین و آینده آنتروپی بالایی دارد؛ مفهومی که به عدم تقارن ترمودینامیکی زمان مشهور است.

در تجارب روزمره نیز می‌توانیم مثال‌های زیادی از افزایش آنتروپی نظیر پر شدن یک اتاق از گاز یا ذوب شدن یک مکعب یخی پیدا کنیم. در این مثال شاهد افزایش برگشت ناپذیر آنتروپی هستیم.

اگر این مثال را در مقیاس جهانی اعمال کنیم، می‌توان فرض کرد که مه‌بانگ (Big Bang) جهان را در حالت آنتروپی پایینی به وجود آورد. طی قرون و اعصار متمادی که جهان گسترش یافت و سرد شد، آنتروپی این سیستم بسیار بزرگ‌تر شد. بنابراین همان‌طور که فرضیه بالا می‌گوید زمان هم به طور ذاتی با میزان آنتروپی در جهان ما مرتبط شده است. اما این ایده با چندین اشکال مواجه است.

تنها لحظاتی پس از مه‌بانگ تعدادی از شواهد عینی به یک محیط انفجار بزرگ که شبیه ظرفی داغ و بسیار بی‌نظم از ذرات کهن بوده، اشاره دارد. همچنان که جهان تکامل یافت و سرد شد، جاذبه غلبه یافت و باعث شد جهان نظم یافته‌تر و پیچیده‌تر شود و از ابرهای خنک‌کننده گازی، ستارگان شکل گرفته و سیاره‌ها از فروپاشی گرانشی به وجود آمدند. سرانجام شیمی آلی به وجود آمد تا انسان نوظهور بتواند فلسفه‌های مختلفی درباره فضا و زمان ارائه کند. بنابراین در مقیاس جهانی و برخلاف فرضیه گذشته که می‌گفت بی‌نظمی افزایش می‌یابد، اختلال و بی‌نظمی به طور موثر کاهش یافت.

از آنجا که آنتروپی یک کمیت فیزیکی با ابعادی نظیر انرژی و درجه حرارت است، برای اندازه گرفتن آنها نیاز به یک چارچوب مرجع خارجی است. بنابراین کل جهان را نمی‌توان با آنتروپی سنجید؛ زیرا هیچ مرجع خارجی دیگری برای این اندازه‌گیری وجود ندارد. پس آنتروپی نمی‌تواند علت حرکت رو به جلوی زمان باشد. حال اگر آنتروپی دلیل حرکت رو به جلوی زمان نیست، پس چه چیزی می‌تواند علت آن باشد.

پیچیدگی کمیتی بدون بعد است که در ساده‌ترین شکل میزان پیچیدگی یک سیستم را شرح می‌دهد. اگر به جهان نگاه کنیم، خواهیم دید پیچیدگی به طور مستقیم با زمان مرتبط است. همان‌طور که زمان به جلو می‌رود ساختار جهان نیز پیچیده‌تر می‌شود.

محققان به دنبال جواب این سوال بودند که در وهله اول چه چیزی باعث برقراری چنین سیستم‌هایی در یک حالت آنتروپی پایین می‌شود. جواب این سوال نیروی جاذبه است. برای آزمایش این ایده مرکاتی و همکارانش در انستیتو PI یک مدل کامپیوتری عمومی برای شبیه‌سازی ذرات در ماکتی از جهان ساختند. آنها دریافتند که فارغ از میزان اجرای این شبیه‌سازی، همواره پیچیدگی جهان افزایش می‌یابد و هرگز کاهش نیافته است.

از زمان انفجار بزرگ جهان از پایین‌ترین سطح پیچیدگی شروع و به طور اجتناب‌ناپذیری پیچیده‌تر شد و گرانش عامل محرکه این افزایش پیچیدگی بود.

همان‌طور که جهان بالغ‌تر می‌شد، زیر سیستم‌ها به اندازه کافی جدا شدند، به گونه‌ای که دیگر نیروها شرایطی را فراهم کردند تا پیکان زمان در زیر سیستم‌هایی با آنتروپی پایین مسلط شود. در مقیاس جهانی، درک ما از زمان ناشی از رشد مداوم پیچیدگی است. اما در این زیر سیستم‌ها آنتروپی مفهوم غالب درک زمان است.

مرکاتی می گوید: جهان ساختاری است که پیچیدگی آن در حال رشد است. جهان از کهکشان های بزرگی تشکیل شده که به وسیله فضای تهی بسیار بزرگ از هم جدا شده اند. در گذشته های دور آنها بیشتر در کنار هم بوده اند و حدس ما بر این است که درک ما از زمان نتیجه یک قانون است که تعیین کننده رشد غیرقابل برگشت پیچیدگی است. رصدهای کیهانی، شواهد عینی و تجربی برای این موضوع را فراهم خواهد کرد.

Live science / مترجم: آتنا حسن آبادی