



اثبات آخرین پیش‌بینی اینشتین و بزرگ‌ترین کشف دنیای فیزیک

ردپای امواج گرانشی نخستین در تابش ریزموج زمینه کیهانی کشف شد. این کشف تاییدکننده وجود امواج گرانشی، درستی کیهان‌شناسی تورمی و نخستین ویژگی کوانتومی نیروی گرانش است.

ردپای امواج گرانشی نخستین در تابش ریزموج زمینه کیهانی کشف شد. این کشف تاییدکننده وجود امواج گرانشی، درستی کیهان‌شناسی تورمی و نخستین ویژگی کوانتومی نیروی گرانش است.

اخترشناسان مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیت‌سونیان موفق شده‌اند با استفاده از رادیوتلسکوپی در قطب جنوب، نشانه‌های مستقیم امواج گرانشی نخستین را کشف کنند. امواج گرانشی نخستین، نوسان‌هایی در فضا هستند که تورم اولیه عالم، آنها را در 13.82 میلیارد سال پیش و لحظاتی پس از آن که عالم شروع به منبسط شدن کرد، به وجود آورد.

به گزارش نیچر، این گروه از اخترشناسان به رهبری جان کوچ توانسته‌اند با استفاده از تلسکوپ BICEP2 تصویری از این امواج گرانشی را درحالی که 380 هزار سال پس از مه‌بانگ در حال کش‌وقوس دادن به چارچوب فضا-زمان بود، ثبت کنند. در آن زمان، هنوز ستاره‌ای متولد نشده بود و ماده به شکل توده‌های پلازما در جهان پراکنده بود. این تصویر در تابش ریزموج زمینه کیهانی (CMB) دیده شده است، نخستین پرتویی که پس از پایان دوره تاریکی جهان در عالم منتشر شد و طی میلیاردها سال بعد بر اثر انبساط عالم به قدری سرد شد که امروزه فقط در طیف ریزموج (مایکروویو) امواج الکترومغناطیس قابل مشاهده است.

شرح عکس: تلسکوپ بایسپ2 (جلو) و تلسکوپ ساوت‌پول (پشت) در قطب جنوب

این حقیقت که پدیده کوانتومی تورم عالم توانسته امواج گرانشی تولید کند، نشان‌دهنده آن است که گرانش هم مانند دیگر نیروهای بنیادی شناخته‌شده عالم، ماهیتی کوانتومی دارد. این کشف پنجره جدیدی به سوی برهمکنش‌های بسیار پرانرژی‌تری باز می‌کند که دستیابی به آنها در هیچ آزمایشگاهی روی زمین امکان‌پذیر نیست. علاوه بر این، دستاورد دانشمندان مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیت‌سونیان به نوبه خود دستاورد بزرگی است، چرا که یافته آنها بهترین مدرک برای وجود امواج گرانشی است که آخرین پیش‌بینی اثبات‌نشده نظریه نسبت عام (تاکنون) به شمار می‌رود.

آلن گاث، استاد فیزیک ام.آی.تی (انستیتو فناوری ماساچوست) که ایده کیهان‌شناسی تورمی را در سال 1359/1980 مطرح کرد، در مورد این کشف می‌گوید: «این کشف، مدرک کیهانی کاملاً جدید و مستقلی است که نشان می‌دهد مدل تورمی با مشاهدات ما از جهان جور در می‌آید. به نظر من این دستاورد قطعاً ارزش جایزه نوبل فیزیک را دارد.»

تورم لحظه‌ای

31 سال پیش، گاث پیشنهاد داد که اندک زمانی پس از تولد عالم، کیهان با روندی نمایی و به مدت بسیار کوتاه چند ده میلیارد میلیارد میلیارد روز ثانیه منبسط شده و ابعاد آن از مقیاس زیراتمی به اندازه یک توپ فوتبال رسیده است. ایده انبساط تورمی توانست بسیاری از مسایل بغرنج کیهان‌شناسی را که برای سال‌های طولانی لاینحل مانده بود، پاسخ دهد؛ از جمله این که چرا به نظر می‌رسد جهان قابل‌رویت در همه جا یکنواخت است. نظریه تورمی طی سه دهه گذشته به خوبی با تمام مشاهدات کیهانی مطابقت داشت، اما از نقص بزرگی رنج می‌برد و آن، نبود مدرک قانع‌کننده و مستقیم بر درستی آن بود.

البته کیهان‌شناسان می‌دانستند که تورم اولیه عالم ردپایی منحصربه‌فرد دارد. انبساط بسیار شدید و فوق‌العاده کوتاه‌مدت عالم، امواجی گرانشی تولید می‌کند که فضا را در یک جهت فشرده کرده و در جهت دیگر کش می‌آورد. هرچند بر اساس محاسبات فیزیک‌دانان این امواج گرانشی کماکان به انتشار خود در جهان ادامه می‌دهند، اما برای آشکارسازی مستقیم بیش از اندازه ضعیف‌اند. خوشبختانه آن‌ها ردپایی متفاوت در تابش ریزموج زمینه کیهانی برجا گذاشته‌اند و این تابش را با الگوی خمیده‌ای شبیه به گرداب قطبیده کرده‌اند. کیهان‌شناسان، این الگوی مارپیچی را حالت بی (B mode) می‌نامند.

سال گذشته، تلسکوپ ساوت‌پول (SPT) که تنها چند متر با تلسکوپ بایسپ2 فاصله دارد، توانست برای نخستین بار قطبیدگی حالت B را در تابش ریزموج زمینه کیهانی تشخیص دهد. البته این سیگنال در مقیاس‌هایی کوچک‌تر از 1 درجه قوسی (معادل 2 برابر قطر ظاهری ماه بدر) بدست آمد و نشان داد که کهکشان‌ها چگونه فضای انتشار تابش ریزموج زمینه کیهانی را انحنای می‌دهند. این درحالی است که بر اساس محاسبات فیزیک‌دانان، سیگنال‌های حالت B ناشی از امواج گرانشی نخستین در مقیاس‌های زاویه‌ای 1 تا 5 درجه قوسی ظاهر می‌شوند. این دقیقاً همان چیزی است که اخترشناسان مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیت‌سونیان (CfA) به رهبری جان کوچ مشاهده کرده‌اند.

حالت B اثر بسیار ظریفی است و آشکارسازی آن نیازمند اندازه‌گیری تابش ریزموج زمینه کیهانی با دقت یک ده‌میلیونیوم کلوین و تفکیک اثر امواج گرانشی نخستین از دیگر منابع ممکن مانند غبار کهکشانی است. برای این کار، دانشمندان تلسکوپ بایسپ2 را که از 512 آشکارساز ابررسانای ریزموج تشکیل شده، به دقت در آسمان نشانه رفتند. محدوده رصد جایی از آسمان بود که مقادیر اندکی از تابش ریزموج از آنجا دریافت می‌شود و در نتیجه کمترین پرتوهای مزاحم برای مطالعه تابش ریزموج زمینه کیهانی وجود دارد. استقرار بایسپ2 در ارتفاع 2800 متری قطب جنوب بهترین شرایط رصد پرتوهای ریزموج را فراهم کرد، چرا که هم جو زمین در آن ارتفاع رقیق‌تر است و هم رطوبت هوا که پرتوهای ریزموج را سد می‌کند، به خاطر ارتفاع و

آبوهوای جنوبگان بسیار بسیار اندک است. اعضای گروه هم‌چنین با مقایسه داده‌های خود با آزمایش قبلی یعنی بایسپ 1 نشان دادند که سیگنال‌های مشابه احتمالی ناشی از غبار کهکشانی دارای رنگ و طیف متفاوتی هستند. علاوه بر این، نتایج بایسپ 2 با آزمایش دقیق‌تر آرایه کک (Keck) که در سال 1391/2012 در قطب جنوب آغاز شد نیز مقایسه و تایید شد. این بدان معنی است که دو آزمایش مستقل توانسته‌اند نشانه‌های مشابهی را در تابش ریزموج پس‌زمینه کیهانی آشکار کنند.

نشانه قطعی!

مارک کامیونکوسکی، استاد فیزیک دانشگاه جانزهاپکینز، یکی از نخستین کسانی است که حساب کرد ردپای امواج گرانشی نخستین در تابش ریزموج زمینه کیهانی چطور خواهد بود. وی در واکنش به یافته‌های بایسپ 2 گفت: «این یافته‌ها برای من بسیار بسیار محکم و مستدل به نظر می‌رسد.»

اما جدای از خود این کشف، جزئیات آن نیز باعث شگفتی کیهان‌شناسان شده است. قدرت سیگنال اندازه‌گیری‌شده در بایسپ 2 هرچند با پیش‌بینی‌های مدل تورمی سازگار است، اما 2 برابر مقادیری است که بر اساس آزمایش‌های قبلی تخمین زده شده بود. شدت سیگنال حالت B نشان‌دهنده این است که جهان در طول دوره تورمی به چه سرعت منبسط شده و بر اساس آن می‌توان مقیاس انرژی را در هر بازه زمانی حساب کرد. بر اساس داده‌های جدید، زمانی که تورم آغاز شد حدود 10-37 ثانیه از عمر عالم گذشته بود و دمای عالم متناظر با 1016 گیگاالکترون‌ولت بود. (برای مقایسه، حداکثر انرژی برخورددهنده بزرگ هادرون در سن که سال گذشته توانست ذره بوزون هیگز را مشاهده کند، 13 گیگاالکترون‌ولت است). بر اساس نظریه وحدت بزرگ (GUT)، این میزان انرژی متناظر با حالتی است که سه نیرو از چهار نیروی بنیادی شناخته‌شده طبیعت (نیروهای هسته‌ای قوی، هسته‌ای ضعیف، الکترومغناطیس و گرانش) غیرقابل تفکیک بودند.

از آنجا که تورم ریشه در فیزیک کوانتومی دارد، مشاهده امواج گرانشی حاصل از آن می‌تواند نخستین شاهد تجربی برای گرانش کوانتومی باشد. به عبارت دیگر، این مشاهده می‌تواند نشانه‌ای از این باشد که در دل گرانش پدیده‌ای کوانتومی نهفته است و این نیرو نیز ماهیتی مشابه سه نیروی بنیادی دیگر طبیعت دارد. اما دشواری کار اینجاست که گرانش توسط نسبیت عام توصیف می‌شود که علی‌رغم تمام موفقیت‌ها و پیش‌بینی‌های شگفت‌انگیزش، بر اساس فیزیک کلاسیک است و نظریه کوانتومی از اساس با فیزیک کلاسیک متفاوت است.

گروه تحقیقاتی مرکز اخترفیزیک اسمیت‌سونیان جزئیات تحقیق خود را روز گذشته در کنفرانسی خبری اعلام و **مقالات حاوی نتایج خود را به صورت آنلاین منتشر کردند**. این بدان معنی نیست که این نتایج صددرصد تایید شده است. مقاله‌های این گروه باید ابتدا داوری شده و در ژورنال‌های معتبر منتشر شوند، سپس آزمایش آنها توسط گروه‌های دیگر تکرار شده و نتایج آن تایید شوند؛ اما دانشمندانی که در کنفرانس خبری روز دوشنبه حاضر بودند، کار این گروه را بسیار قوی و مستدل توصیف کرده‌اند.