

آیا مهبانگ واقعا رخ داده است؟



امروزه بیشتر فیزیکدانان و کیهان‌شناسان بر این باورند که جهان ما با انفجاری بزرگ که به مهبانگ (بیگ‌بنگ) موسوم است حدود 14 میلیارد سال پیش به وجود آمده و حتی بیش از این می‌توانند به ما بگویند که پس از زمان پلانک، یعنی زمانی حدود 44 - 10 ثانیه پس از انفجار، لحظه‌به‌لحظه چه اتفاقاتی در جهان رخ داده است.

امروزه بیشتر فیزیکدانان و کیهان‌شناسان بر این باورند که جهان ما با انفجاری بزرگ که به مهبانگ (بیگ‌بنگ) موسوم است حدود 14 میلیارد سال پیش به وجود آمده و حتی بیش از این می‌توانند به ما بگویند که پس از زمان پلانک، یعنی زمانی حدود 44 - 10 ثانیه پس از انفجار، لحظه‌به‌لحظه چه اتفاقاتی در جهان رخ داده است.

به گزارش جام جم، پرسش اساسی اینجاست که کیهان‌شناسان چطور می‌توانند دریابند که چه اتفاقاتی در میلیاردها سال پیش رخ داده است؟ یعنی صحبت از اتفاقاتی کنند که حتی در آن زمان زمین خودمان هم هنوز شکل نگرفته بود. اگر جهان واقعا با انفجاری مهیب آغاز شده، آیا هنوز بقایا و آثاری از وقوع چنان انفجاری باقی مانده است؟ آیا شواهدی وجود دارد که ما را به وقوع این انفجار مهیب اولیه رهنمون سازد؟ به نظر می‌رسد طبیعت سرنخ‌هایی را در اختیار ما قرار داده است.

تنها ابزار ما برای شناخت فیزیکی این جهان نور است و هر اطلاع و شواهدی که از کیهان در دست داریم از طریق مشاهده نوری که از اجرام دور دست در طول موج‌های مختلف امواج الکترومغناطیس به ما رسیده، به دست آورده ایم. خوشبختانه نور در مقیاس کیهانی آن قدرها هم سریع نیست! نور اجرام بسیار دور میلیون‌ها سال و گاهی میلیاردها سال طول می‌کشد که به ما برسد. این یعنی وقتی به جرمی که چند میلیارد سال نوری با ما فاصله دارد نگاه می‌کنیم، در واقع در حال تماشای نمایی از کیهان در چند میلیارد سال پیش هستیم. این قضیه از آن سو نیز صادق است: تصور کنید تمدن هوشمندی واقع در 65 میلیون سال نوری از ما در حال مشاهده زمین است. در این حالت آنها نمایی از زمین را می‌بینند که 65 میلیون سال پیش داشت. آنها به جای ما دایناسورها را می‌بینند که روی زمین پرسه می‌زنند! مشاهده دور دست‌ها در فضا معادل است با مشاهده تاریخ‌های گذشته در زمان و این یکی از مهم‌ترین سرنخ‌هایی است که طبیعت در اختیارمان قرار داده است. آیا چنین سرنخی می‌تواند به ما از لحظات اولیه عالم یعنی درست پس از مهبانگ چیزی بگوید؟ مشاهده چگونگی حرکت کهکشان‌ها می‌تواند اطلاعاتی از علت حرکت آنها در اختیارمان قرار دهد؟ تصور کنید مجموعه‌ای از چند تپله در حال دور شدن از یکدیگر هستند و شما لحظه ضربه به تپله‌ها را ندیده‌اید. آیا از جهت دور شدن تپله‌ها از یکدیگر می‌توان حدس زد که ضربه در کدام نقطه و در چه جهتی به تپله‌ها وارد شده است؟

آیا همه چیز محصول مشاهدات است؟

در کیهان‌شناسی همه چیز محصول مشاهدات صرف نیست. مشاهدات در واقع مواد خامی است که با کمک تفسیرمان از آنها و ریاضیات، مدلسازی کرده و نظریاتمان را بنا می‌نهیم. در بسیاری از مواقع مشاهدات حتی نقش ثانویه دارند. یعنی ما ابتدا فرض‌هایی را در نظر می‌گیریم و مدل‌هایی صرفاً ریاضیاتی برای تبیین کیهان می‌سازیم و بعد با مدل‌هایمان پیش‌بینی‌های مشاهداتی انجام می‌دهیم؛ سپس اگر پیش‌بینی‌هایمان درست بود و از محک تجربه سربلند بیرون آمد، می‌پذیریم که فرض‌های اولیه‌مان نیز درست بوده است.

از کجا آمده ایم؟!

این شاید قدیمی‌ترین پرسش بشر باشد که هنوز هم جواب قطعی برای آن نیافته‌ایم. شاید کمتر پرسشی در تاریخ اندیشه بشری اینچنین وسیع فکر همه - از فلاسفه و شعرا تا فیزیکدانان و کیهان‌شناسان - را به خود مشغول کرده است. از سال 1964 به این سو که تابش زمینه کیهانی کشف شد، پاسخ بیشتر فیزیکدانان به این پرسش، آغاز جهان با انفجاری بزرگ بوده است. از سرعت کهکشان‌ها تا ابرهای گازی کهن برجای مانده از عالم اولیه همه حکایت روشنی از وقوع انفجاری بزرگ دارند.

یک کشف بزرگ، اما اتفاقی!

در سال 1964 رابرت ویلسون و آرنو پنزیاس به طور اتفاقی کشفی بزرگ و سرنوشت‌ساز در تاریخ کیهان‌شناسی انجام دادند. این دو، فیزیکدان و ستاره‌شناسی بودند که آسمان را در بخش امواج رادیویی و ریزموج‌ها مطالعه می‌کردند. آنها وقتی مشغول بررسی و ارزیابی ابزارهایشان بودند متوجه سیگنال ثابتی شدند که در همه جهت‌ها با شدت یکسانی قابل دریافت بود. آنها در حالی که می‌کوشیدند تا سیگنال‌های مزاحم پس زمینه را از سیگنال‌های دریافتی آنتن رادیویی خود حذف کنند، متوجه

شدند که قادر به حذف این نویز نیستند و دریافتند که این نویز در تمام جهات به صورت یکسان دریافت می شود. این به آن معنی بود که این سیگنال می بایستی از ورای کهکشان آمده باشد، در غیر این صورت نمی توانست در تمام جهات آسمان به صورت یکسان دریافت شود. همگرایی شدید این سیگنال نیز نشان می داد که منبع این سیگنال در فاصله دوری از ما قرار دارد و در نتیجه این سیگنال در اوایل عمر جهان ایجاد شده است و چنان منبع قدرتمندی دارد که ما امروزه قادر به دریافت این سیگنال هستیم. چنین سیگنالی را چه منبعی می تواند تولید کند؟ اگر مثلاً از سمت کهکشان خودمان تولید شود، باید در جهتی خاص با شدت قوی تری دریافت شود. اگر مربوط به اجرامی خارج از کهکشان ما بود نیز باید شدتش در جهات مختلف متفاوت می بود. زیرا می دانیم کیهان از هزاران خوشه های کهکشانی تشکیل شده است که فضاهای خالی بسیار وسیعی در بین این خوشه ها وجود دارد. بر این مبنا اگر ما جهت آنتن دریافت کننده را در سمت های مختلف بگیریم باید شدت دریافتمان تغییر کند. علی الاصول باید در راستاهایی که خوشه های کهکشانی وجود دارد شدت دریافت امواج بیشتر از جهت هایی باشد که فضاهایی تهی و خالی از ماده در کیهان است. اما در کمال تعجب پنبزیاس و ویلسون موجی را یافته بودند که شدتش در همه جهات و در همه زمان ها یکسان بود. آنها دریافتند که چنین سیگنالی از زمانی در جهان می آید که توزیع ماده در سراسر کیهان یکسان بود. این یافته نشان می داد که جهان در زمان های دور ظاهری به کلی متفاوت از حالا داشت و این اولین شاهد قدرتمند برای آغاز جهان با انفجاری بزرگ بود.

این کشف تأییدکننده پیش بینی های عمومی نظریاتی بود که وجود چنین تابشی را پیش بینی می کرد. این موضوع موازنه شواهد تجربی را به نفع نظریه مهبانگ تغییر داد و در سال ۱۹۷۸ برای این کشف به پنبزیاس و ویلسون جایزه نوبل اهدا شد. اما باز هم این همه داستان نبود. کیهان شناسان برای مطالعه بیشتر و دقیق تر تابش ریزموج زمینه کیهانی کاوشگرهایی را به خارج از جو زمین فرستادند. در سال ۱۹۹۲ کاوشگر زمینه کیهانی (Cosmic Background Explorer) نشان داد که این تابش آن قدرها هم که پنبزیاس و ویلسون تصور می کردند یکنواخت نیست. اطلاعات این کاوشگر نشان داد که عالم اولیه کاملاً یکدست نبوده است. این یکنواخت نبودن و نوسانات در امواج زمینه کیهانی می تواند توضیحی برای ترکیب ذرات بنیادی با یکدیگر، شکل گیری عناصر سنگین تر در زمان های پس از مهبانگ و در نهایت شکل گیری ستاره ها و کهکشان ها باشد. در سال ۲۰۰۹ تلسکوپ فضایی پلانک برای بررسی بازهم دقیق تر امواج زمینه کیهانی به فضا پرتاب شد و سال ۲۰۱۳ دقیق ترین نقشه ای را که از کیهان تاکنون داشته ایم به ما ارائه داد (تصویر کادر بالا). این نقشه نبود تقارن و ناهمسانگردی عجیبی را در تابش زمینه کیهانی آشکار کرد. یکی از اصول اولیه در مدل استاندارد کیهان شناسی همسانگرد بودن جهان در مقیاس های وسیع است. همسانگردی یعنی جهت مرجعی در فضا وجود ندارد و ساختار جهان در همه جهات فضایی یکسان است. کیهان شناسان هنوز به طور دقیق علت ناهمسانگردی مشاهده شده در نقشه مذکور را نمی دانند. هرچند که این ناهمسانگردی ها در تابش زمینه کیهانی چالشی بزرگ برای نظریه مهبانگ محسوب نمی شود اما به ما گوشزد می کند که هنوز راه درازی تا توضیح کامل شکل گیری جهان در پیش داریم.

گذشته های دور و کهن ابرهای عظیم کیهانی

تلسکوپ های مدرنی که امروز در اختیار داریم، این توان را در اختیارمان قرار داده است که به دوردست ترین بخش های عالم نگاه کنیم؛ مناطقی با فاصله ای در حدود ۱۳ میلیارد سال نوری و این یعنی زمان هایی نزدیک (در مقیاس های کیهانی) به مهبانگ. اگر مهبانگ واقعاً رخ داده باشد، انتظار داریم در چنین فاصله هایی ابرهای عظیمی از گاز را مشاهده کنیم که هنوز فرصت کافی برای تبدیل شدن به ستاره ها و کهکشان ها را نیافته اند. ستاره شناسان بتازگی چنین ابرهای گازی را در فواصل ۱۲ تا ۱۳ میلیارد سال نوری یافته اند. هرچند این ابرهای عظیم در فواصل بسیار دوری از ما قرار گرفته است، اما با دریافت نور عبوری از آنها و استفاده از روش طیف سنجی، می توانیم بدانیم که این ابرها از چه عناصری تشکیل شده است. همان طور که نظریه انفجار بزرگ یا مهبانگ پیش بینی می کند عناصر سازنده این ابرهای کهن کیهانی بسیار متفاوت از عناصر سازنده کیهانی که امروز ما را در بر گرفته است. اغلب عناصر شیمیایی موجود در جهان اطراف ما از عناصر آلی تشکیل دهنده بدن خودمان تا عناصر سازنده کره زمین، عناصری است که زمانی در دل ستاره ها به وجود آمده است. از آنجا که ابرهای کهن کیهانی را ما در زمانی مشاهده می کنیم (۱۳ میلیارد سال پیش) که هنوز ستاره ای در کیهان شکل نگرفته است، انتظار می رود ابرهای مزبور خالی از عناصر سنگینی باشد که ستاره ها آنها را به وجود آورده است. در واقع این ابرها فقط باید شامل عناصر سبکی باشد که در لحظات اولیه عالم شکل گرفته است. حالا جالب است بدانید مشاهدات مطابق همین پیش بینی هاست! این ابرها فقط شامل عناصر سبکی مانند هیدروژن و هلیوم است، یعنی عناصری که پیش از شکل گیری ستاره ها در کیهان گسترش یافته بود.

اما سوال اساسی همچنان پابرجاست...

همه این حرف ها درباره پس از مهبانگ بود. اما چه چیزی به خود مهبانگ منجر شده است؟ عاملی که به انفجار بزرگ اولیه منجر شد هنوز یکی از بزرگ ترین معماهایی است که برترین ذهن های بشر را مشغول خود ساخته است. انفجاری در دل یک سیاهچاله عظیم، چرخه ای مداوم و ابدی از مرگ و حیات برای جهان، حبابی در یکی از جهان های چندگانه یا به قول استیون

هاوکینگ هیچ علتی و فقط یک میدان کوانتومی اولیه! پاسخ هرچه باشد از طریق دانش امروزی مان قابل وصول نیست. زیرا روش شناسی علوم تجربی بر مبنای مشاهدات بنا شده است و ما تا امروز هیچ طریقی برای مشاهده یا کسب اطلاعاتی از لحظه وقوع خود مهبانگ نیافته ایم. در چنین اوضاعی هر پاسخی که برای این پرسش مهیا کنیم، بیش از آن که پاسخی علمی باشد به سمت گیری فلسفی ما وابسته است.

جهان در حال انبساط است

وقتی با چشمان غیرمسلح به آسمان شب نگاه می کنیم، تقریباً تمام آنچه می بینیم ستاره های کهکشان خودمان، یعنی ستاره های کهکشان راه شیری است؛ اما اگر با تلسکوپ به آسمان نگاه کنیم - حتی با تلسکوپی کوچک - علاوه بر ستاره ها توده های ابری شکل دیگری در آسمان می بینیم. بعضی از اینها، کهکشان های دیگری هستند شبیه به کهکشان خودمان که بسیار دورتر از ستاره های کهکشان راه شیری از ما قرار گرفته اند و هریک خود میلیاردها ستاره دارند.

هرچقدر ابزار رصدی مان قدرتمند تر باشد تعداد بیشتری از این کهکشان ها می بینیم. در عکس مقابل که تصویر فراژرف هابل نام دارد و فقط از ناحیه بسیار محدودی از آسمان تهیه شده، ده هزار کهکشان قابل شناسایی است! اغلب این کهکشان ها با سرعتی معادل صدها و گاهی هزاران کیلومتر در هر ثانیه در حال دور شدن از ما هستند. دور شدن کهکشان ها از ما یعنی جهان در حال انبساط است و جهان در حال انبساط یعنی ابعاد هستی در گذشته کوچک تر از حالا بوده است.

اگر در جهت گذشته به قدر کافی بر پیکان زمان پیش برویم به لحظه ای می رسیم که تمام مواد موجود در جهان در یک نقطه فشرده شده و از آن نقطه به سمت بیرون در حال گسترش است. آن لحظه، لحظه مهبانگ است. با محاسبه سرعت دور شدن کهکشان ها از ما حتی می توانیم تاریخ انفجار را که حدود 14 میلیارد سال پیش است محاسبه کنیم؛ اما از کجا می دانیم کهکشان ها در حال دور شدن از ما هستند؟ سرنخی که ما را به این موضوع رهنمون می سازد رنگ کهکشان هاست؛ کهکشان ها قرمزتر از آنچه باید باشند به نظر می رسند!

تابش زمینه کیهانی، بقایای یک انفجار مهیب

چشمانمان قادر به دیدن این تابش نیست، اما ابزارها و تلسکوپ هایی داریم که می توانند آنها را ثبت کنند. می دانید که چشم ما فقط قادر به شناسایی بخش کوچکی از نورهای موجود در جهان است. در حقیقت ما فقط می توانیم بخش مرئی طیف نور را ببینیم که طول موجی بین 400 نانومتر (رنگ بنفش) تا 700 نانومتر (رنگ قرمز) دارد. در حالی که محدوده وسیعی از نور گسیل شده در کیهان مانند امواج گاما، ایکس، فرابنفش، فروسرخ، ریزموج ها و امواج رادیویی برای چشم های ما بدون ابزار قابل مشاهده نیست. در واقع آنها طول موجی کوتاه تر یا بلندتر از محدوده امواجی دارند که چشم انسان توانایی تشخیص آنها را دارد.

پس از واقعه انفجار بزرگ یا مهبانگ، درخشندگی شدیدی سراسر کیهان را مملو از تابش خود کرد و همین طور که جهان در حال گسترش ناشی از انفجار اولیه بود، طول موج بیشینه تابش در محدوده ریزموج ها (محدوده یک میلی متر تا یک متر) قرار گرفت. تلسکوپ هایی که در محدوده ریزموج به بررسی کیهان می پردازند می توانند چنین تابش کهنی را که مربوط به لحظات اولیه عالم است، رصد کنند. این تابش در همه جا و در هر جهتی از آسمان، در شب و روز قابل رویت است و به همین جهت به آن «تابش زمینه کیهانی» می گویند.

در عکس بالا کمر بند کهکشان راه شیری را برفراز رصدخانه جنوبی اروپا مشاهده می کنید که آسمان را دربر گرفته است. توده نورانی که در مرکز تصویر مشاهده می شود، مرکز کهکشان خودمان است. ما در واقع منظره ای از کهکشان خودمان در 27 هزار سال پیش را نگاه می کنیم، زیرا 27 هزار سال نوری از مرکز کهکشان راه شیری فاصله داریم. حال اگر ما به جاهای دورتری از عالم نگاه کنیم، آن قدر دور که به لحظات اولیه جهان نزدیک شویم، می توانیم از اوضاع جهان در لحظات اولیه آگاه شویم؟

چرا کهکشان ها قرمزتر از آنچه که باید باشند به نظر می رسند؟

تقریباً همگی ما با اثر داپلر در امواج صوتی آشناییم: آنبولانسی که آژیرکشان از ما دور می شود صدای آژیرش بم تر از حالتی که حرکتی ندارد به گوشمان می رسد. علت این رویداد کش آمدن امواج هنگامی است که منبع صوتی از شنونده دور می شود.

به زبان فیزیکی منبع صوتی که از شنونده دور شود، صوتش با بسامد کمتر و طول موج بلندتر به گوش شنونده رسیده و در نتیجه شنونده صدا را بم تر از حالت عادی می شنود. داستان برای کهکشان ها نیز به همین صورت است.

تفاوت کهکشان ها با صدای آژیر آنبولانس این است که نور دریافتی از کهکشان ها در حقیقت نوعی از امواج الکترومغناطیسی

است. در امواج صوتی طول موج بلندتر یعنی صدای بم تر؛ اما در امواج الکترومغناطیس طول موج بلندتر یعنی رنگ قرمزتر. همان طور که از بم تر شدن صدای آژیر به این نتیجه می‌رسیم که آمبولانس در حال دور شدن از ماست، از قرمزتر شدن رنگ یک کهکشان نیز به این نتیجه می‌رسیم که آن کهکشان در حال دور شدن از ماست. به این پدیده در فیزیک انتقال به سرخ یا قرمزگرایی می‌گوییم. هرچه‌قدر سرعت دور شدن از ما بیشتر باشد مقدار انتقال به سرخ نیز بیشتر است.

منابع:

1. Andrew Liddle (2003). An Introduction to Modern Cosmology
2. George F R Ellis (2006). Issues in the Philosophy of Cosmology
3. bbc
4. esa.int