

ماده‌ی تاریک، چسب نامرئی جهان هستی

نویسنده: مهندس امیر شادکام

تاریخ انتشار: ۲۰ مهر ۱۳۸۵ باستانی برابر با ۱۲ ماه اکتبر ۲۰۲۶ میلادی



وقتی در یک شب صاف و بدون ابر به آسمان نگاه می‌کنید، هزاران ستاره درخشان را می‌بینید که در سیاهی فضا چشمک می‌زنند. اگر یک تلسکوپ داشته باشید، می‌توانید سیارات، سحابی‌های رنگارنگ و حتی کهکشان‌های دوردست را هم تماشا کنید. با دیدن این منظره‌ی شگفت‌انگیز، ممکن است فکر کنید که در حال تماشای تمام هستی هستید. اما حقیقت بسیار عجیب‌تر از این حرف‌هاست. تمام چیزهایی که ما می‌بینیم، می‌شناسیم و از آن‌ها ساخته شده‌ایم (از جمله ستاره‌ها، سیارات، درختان، بدن انسان و حتی گوشی هوشمندی که در دست دارید)، تنها حدود ۵ درصد از کل محتوای جهان را تشکیل می‌دهند.

پس بقیه جهان از چه چیزی ساخته شده است؟ کیهان‌شناسان معتقدند که حدود ۲۷ درصد از جهان هستی از ماده‌ای مرموز، نامرئی و ناشناخته به نام «ماده تاریک» (Dark Matter) تشکیل شده است (۶۸ درصد باقی‌مانده نیز به پدیده‌ی عجیب‌تری به نام «انرژی تاریک» تعلق دارد که عامل انبساط شتاب‌دار کیهان است). ماده تاریک با نور و ماده‌ی معمولی هیچ واکنشی نشان نمی‌دهد، اما بدون آن، جهانی که امروز می‌شناسیم هرگز شکل نمی‌گرفت.

چرخ و فلک کهکشانی و یک کشف عجیب

برای درک اینکه دانشمندان چگونه به وجود چیزی که اصلاً دیده نمی‌شود پی بردند، باید به دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی برگردیم. یک اخترشناس برجسته به نام «ورا روبین» (Vera Rubin) در حال مطالعه‌ی نحوه‌ی چرخش کهکشان‌های مارپیچی (شبهه به کهکشان راه شیری خودمان) بود.

قوانین فیزیک نیوتنی که ما در زمین می‌شناسیم، می‌گویند که هرچه از مرکز یک سیستم چرخشی (مانند منظومه شمسی) دورتر شوید، سرعت چرخش اجرام باید کمتر شود. به عنوان مثال، سیاره عطارد که به خورشید نزدیک است با سرعت بسیار بالایی می‌چرخد، در حالی که سیاره نپتون در دوردست‌ها، حرکت بسیار کندتری دارد. ورا روبین انتظار داشت همین قانون را در کهکشان‌ها نیز ببیند: ستاره‌هایی که در لبه‌های بیرونی کهکشان هستند، باید بسیار کندتر از ستاره‌های نزدیک به مرکز کهکشان بچرخند.

اما چیزی که او مشاهده کرد، دنیای فیزیک را شوکه کرد. ستاره‌های لبه‌ی کهکشان با همان سرعت سرسام‌آوری می‌چرخیدند که ستاره‌های مرکزی در حال چرخش بودند. با چنین سرعتی، نیروی گرانش ناشی از ماده‌ی مرئی (ستاره‌ها و گازهای درون کهکشان) برای نگه داشتن این ستاره‌ها کافی نبود. کهکشان‌ها باید مانند یک چرخ و فلک که خیلی تند می‌چرخد، از هم می‌پاشیدند و ستاره‌هایشان به فضای بی‌کران پرتاب می‌شدند. اما این اتفاق نمی‌افتاد. چیزی نامرئی، با جاذبه‌ی گرانشی بسیار قدرتمند خود، این کهکشان‌ها را در کنار هم نگه داشته بود. این «چسب نامرئی» همان چیزی است که ما امروز آن را ماده تاریک می‌نامیم.

ماده تاریک چه چیزی نیست؟

گاهی اوقات برای درک یک معمای بزرگ، بهتر است ابتدا بگوییم که آن چیز چه چیزی نیست. دانشمندان با دهه‌ها تحقیق، گزینه‌های زیادی را از لیست خط زده‌اند:

ماده معمولی (باریونی) نیست: ماده تاریک از پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌هایی که ما و دنیای اطرافمان را ساخته‌اند، تشکیل نشده است. اگر از ماده معمولی بود، ابرها و توده‌های آن باید نور ستاره‌های پشت سر خود را جذب می‌کردند و ما می‌توانستیم سایه‌ی آن‌ها را ببینیم.

پادماده (Antimatter) نیست: وقتی پادماده با ماده‌ی معمولی برخورد می‌کند، هر دو نابود می‌شوند و پرتوهای قدرتمند گاما تولید می‌کنند. ما در کیهان شاهد چنین انفجارهای گامای عظیمی که نشان‌دهنده‌ی حضور مقادیر عظیم پادماده باشد، نیستیم.

سیاه‌چاله‌های غول‌پیکر نیست: اگر ماده تاریک از تعداد بی‌شماری سیاه‌چاله تشکیل شده بود، ما باید اثرات گرانشی شدید و نقطه‌ای آن‌ها را بر روی نور ستارگانی که از کنارشان می‌گذرند (در پدیده‌ای به نام ریزهمگرایی گرانشی) می‌دیدیم، اما مشاهدات ما تعداد بسیار کمی از این رویدادها را ثبت کرده است.

اگر نامرئی است، چگونه می‌دانیم وجود دارد؟

شاید این پرسش برای شما بوجود آمده باشد که، وقتی نمی‌توانیم چیزی را با هیچ تلسکوپی (نوری، فروسرخ، اشعه ایکس یا رادیویی) ببینیم، چرا دانشمندان تا این حد به وجود آن مطمئن هستند؟ پاسخ در شاهکار آلبرت اینشتین، یعنی «نظریه نسبیت عام» نهفته است.

اینشتین ثابت کرد که جرم می‌تواند فضا-زمان را خم کند. وقتی نور از کنار یک جسم بسیار پرجرم عبور می‌کند، مسیر آن خمیده می‌شود. به این پدیده «عدسی گرانشی» می‌گویند. اخترشناسان هنگام رصد خوشه‌های کهکشانی دوردست،

متوجه شدند که نور کهکشان‌های پشت این خوشه‌ها به شدت خمیده، کشیده و کج و معوج شده است (مانند زمانی که از پشت یک لیوان آب به محیط نگاه می‌کنید).

با محاسبه‌ی میزان این خمیدگی، دانشمندان توانستند دقیقاً محاسبه کنند که چه مقدار جرم باید در آن خوشه‌ی کهکشانی وجود داشته باشد تا چنین عدسی قدرتمندی بسازد.

نتیجه خیره‌کننده بود! جرم واقعی خوشه کهکشانی ده‌ها برابر بیشتر از جرمی بود که از ستاره‌ها و گازهای درخشان آن محاسبه می‌شد. این جرم نامرئی و عظیم، همان «ماده تاریک» است.

اهمیت ماده تاریک تنها در نگه داشتن کهکشان‌ها در کنار هم خلاصه نمی‌شود؛ ماده تاریک در واقع معماری کل جهان هستی را شکل داده است. اندکی پس از بیگ‌بنگ (مه‌بانگ)، کیهان یک سوپ بسیار داغ و نسبتاً یکنواخت از ذرات بود. اما در این یکنواختی، نوسانات کوانتومی کوچکی وجود داشت. در اینجا ماده تاریک نقش قهرمان داستان را بازی کرد. از آنجایی که ماده تاریک با نور و تشعشعات شدید آن دوران واکنشی نشان نمی‌داد، توانست خیلی زودتر از ماده‌ی معمولی متراکم شود. ماده تاریک با گرانش خود، توده‌های عظیمی را تشکیل داد که مانند یک داربست یا اسکلت برای جهان عمل کردند. این داربست، شبکه‌ای عظیم به نام «شبکه کیهانی» (Cosmic Web) ساخت. سپس، گرانش این اسکلت‌های نامرئی، ماده‌ی معمولی (گازهای هیدروژن و هلیوم) را به سمت خود کشید. این گازها متراکم شدند، داغ شدند و اولین ستاره‌ها و در نهایت کهکشان‌ها را متولد کردند. اگر ماده تاریک وجود نداشت، جهان ما امروز فقط یک فضای پر از گاز رقیق و پراکنده بود و هیچ ستاره، سیاره یا انسانی در آن وجود نداشت.

ذراتی که دانش هنوز پیدا نکرده است.

اگر ماده تاریک وجود دارد، پس از چه ذره‌ای ساخته شده است؟ فیزیکدانان ذرات، چندین نامزد احتمالی برای آن پیشنهاد داده‌اند که دو مورد از آن‌ها شانس بیشتری دارند:

ویمپ‌ها (WIMPs): این کلمه مخفف «ذرات پرجرم با برهم‌کنش ضعیف» است. ویمپ‌ها ذراتی فرضی هستند که جرم زیادی دارند اما به ندرت با ماده‌ی معمولی واکنش نشان می‌دهند. در حال حاضر، آزمایشگاه‌های پیشرفته‌ای در اعماق زمین (برای در امان ماندن از پرتوهای کیهانی) با استفاده از مخازن عظیم زنون مایع در حال تلاش برای ثبت برخورد یک ذره‌ی ویمپ با اتم‌های ماده‌ی معمولی هستند، اما تا امروز چیزی یافت نشده است.

آکسیون‌ها (Axions): این ذرات بسیار بسیار سبک‌تر از ویمپ‌ها هستند و در ابتدا برای حل یک مشکل پیچیده در فیزیک کوانتوم پیشنهاد شدند، اما بعدها مشخص شد که می‌توانند نامزد مناسبی برای ماده تاریک هم باشند.

البته گروه کوچکی از دانشمندان نیز معتقدند که شاید اصلاً ذره‌ی جدیدی در کار نباشد. آن‌ها نظریه‌ای به نام MOND (دینامیک نیوتنی اصلاح‌شده) را مطرح می‌کنند که می‌گوید شاید در مقیاس‌های بسیار بزرگ کهکشانی، قوانین جاذبه‌ی نیوتن و اینشتین نیاز به تغییر و اصلاح داشته باشند. با این حال، نظریه‌ی MOND تا به امروز نتوانسته است تمام پدیده‌های کیهانی (به ویژه الگوی تابش زمینه کیهانی) را به خوبی نظریه‌ی ماده تاریک توضیح دهد.

شاید از خود پرسید که شناخت ماده‌ای که نامرئی است و در کهکشان‌های دوردست قرار دارد، چه دردی از ما روی زمین دوا می‌کند؟ و چرا این موضوع برای بشر مهم است؟

دقت کنید که علم همیشه به دنبال کشف حقیقت بوده است. صد سال پیش از نوشتن این مقاله، زمانی که دانشمندان در حال کشف ساختار اتم و مکانیک کوانتوم بودند، هیچ‌کس تصور نمی‌کرد که این تحقیقات روزی به اختراع ترانزیستور، کامپیوترها، اینترنت و گوشی‌های هوشمند منجر شود. ماده تاریک بزرگترین معمای علمی قرن بیست و یکم است. کشف ماهیت این ماده، به احتمال زیاد نیازمند تدوین قوانین کاملاً جدیدی در فیزیک است؛ قوانینی که می‌توانند درک ما را از واقعیت هستی تغییر دهند و چه بسا در آینده دور، تکنولوژی‌هایی را به ارمغان بیاورند که امروز حتی در داستان‌های علمی-تخیلی هم نمی‌توانیم تصور کنیم.

ماده تاریک به ما یادآوری می‌کند که جهان ما چقدر اسرارآمیز و پنهان است و ما هنوز در ابتدای راه شناخت خانه‌ی کیهانی خود هستیم. ما روی یک سیاره کوچک سنگی، به دور یک ستاره‌ی معمولی می‌چرخیم و تازه متوجه شده‌ایم که ۹۵ درصد از نمایشنامه‌ی هستی، توسط بازیگرانی اجرا می‌شود که هنوز چهره‌ی آن‌ها را ندیده‌ایم.

منابع:

۱- آژانس فضایی ناسا (NASA - Science Mission Directorate): بخش اختصاصی کیهان‌شناسی و مقالات مرجع با عنوان «Dark Energy, Dark Matter» که درصدهای دقیق ترکیبات کیهان (۵٪ ماده معمولی، ۲۷٪ ماده تاریک و ۶۸٪ انرژی تاریک) را بر اساس رصدها منتشر و به‌روزرسانی می‌کند.

۲- سازمان اروپایی پژوهش‌های هسته‌ای (CERN): مقالات و گزارش‌های بخش تحقیقات ماده تاریک که مستقیماً به بررسی ماهیت فیزیکی این پدیده، نامزدهای احتمالی آن و تلاش برای شکار ذرات «ویمپ» (WIMPs) و «آکسیون» در آزمایشگاه‌های زیرزمینی و شتاب‌دهنده‌ها می‌پردازد.

۳- آژانس فضایی اروپا (ESA): آرشیو داده‌های رصدی ماهواره «پلانک» (Planck) «که دقیق‌ترین نقشه از تابش زمینه کیهانی را تهیه کرد، و همچنین مستندات علمی ماموریت فضایی «اقلیدس» (Euclid) «که با هدف نقشه‌برداری هندسی از جهان تاریک و شبکه کیهانی پرتاب شده است.

۴- مرکز اخترفیزیک هاروارد-اسمیتسونین (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics): پایگاه داده‌های پژوهشی و مقالات آموزشی این مرکز که به طور تخصصی به پدیده‌ی «عدسی گرانشی» (Gravitational Lensing) و محاسبه جرم خوشه‌های کهکشانی نامرئی می‌پردازد.

۵- نشریه علمی و تخصصی (Astrophysical Journal (ApJ): آرشیو مقالات بنیادین و تاریخی، از جمله مشاهدات اصلی «ورا روبین» (Vera Rubin) و «کنت فورد» در دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی که برای اولین بار شواهد قطعی از ناهنجاری در سرعت چرخش ستاره‌ها در لبه‌ی کهکشان‌های مارپیچی را به جامعه علمی ارائه کردند.