افق‌های نو

سیگنال رادیویی رازآلود

ترجمه: منصور نقی‌لو

● اخترشناسان یک انفجار رادیویی سریع قدرتمند و رازآلود دیگر شناسایی کردند که از یک منبع ناشناخته در فضا به زمین رسیده است. اگر فکر می‌کنید این کشف به اندازه کافی برایتان عجیب نیست، باید بدانید که این انفجار رادیویی سریع به طرز باورنکردنی‌ای در دامنه فرکانسی ۵۸۰ مگاهرتز قرار دارد؛ یعنی تقریبا ۲۰۰ مگاهرتز پایین‌تر از هر انفجار رادیویی سریع دیگری که قبلا شناسایی شده بود. به گزارش بیگ‌بنگ، اگر نام «انفجارهای رادیویی سریع» یا «FRB» تا به حال به گوش‌تان نخورده است، بدانید که این سیگنال‌ها یکی از رازآلودترین و شدیدترین رویدادها در جهان به شمار می‌روند. این انفجارها می‌توانند در عرض چند ثانیه، انرژی‌ای برابر با ۵۰۰ میلیون خورشید تولید کنند و احتمال می‌رود هر یک ثانیه یک بار این اتفاق در جهان بیفتد. مشکل اینجاست که ما هنوز از عامل ایجاد آنها اطلاعی نداریم. یکی از سیگنال‌هایی که کشف کرده‌ایم، به‌کرات دریافت شده است. بر اساس این سیگنال، چند انفجار رادیویی سریع فقط از یک موقعیت ارسال می‌شوند. این عامل به ما اجازه داده تا تشخیص دهیم این سیگنال از کجای جهان به دست‌مان می‌رسد. فعلا به شما می‌گوییم که منبع آن، کهکشان ما نیست. هنوز به طور قطعی از عامل ایجاد آن خبری نداریم؛ شاید انواع مختلفی از انفجارهای رادیویی سریع وجود دارد که از منابع مختلف نشئت می‌گیرند. حالا با این سیگنال، چالش دیگری در پیش داریم که باید بررسی کنیم.

بر اساس گزارشی که بیست‌وپنجم جولای در «تلگرام اخترشناسان» منتشر شد، آرایه‌ای از تلسکوپ‌های رادیویی در بریتیش کلمبیای کانادا این انفجار رادیویی سریع و بسیار عجیب را شناسایی کرده است. این انفجار رادیویی سریع با نام «FRB180725A» شناخته می‌شود. جالب اینکه این سیگنال شدید با فرکانس رادیویی خیلی پایین ۵۸۰ مگاهرتزی شناسایی شده است. بنابراین اولین انفجار رادیویی سریع به شمار می‌رود که فرکانسی زیر ۷۰۰ مگاهرتز دارد. «تلگرام اخترشناسان» یک هیئت بولتن از مشاهداتی است که محققان معتبر و سرشناس منتشر می‌کنند. پس اگرچه اینها از جمله شناسایی‌های اصیل به شمار می‌روند، اما توجه به این نکته هم خالی از لطف نیست که هنوز تیم‌های تحقیقاتی مستقل به تأیید یا رد منشأ این سیگنال‌ها نپرداخته‌اند.

شاید گفتن چنین چیزی قدری احمقانه به نظر برسد، اما فراموش نکنیم که محققان در سال ۱۹۹۸ تصور کردند نوع جدیدی از سیگنال رادیویی را کشف کرده‌اند که از فضا سرچشمه می‌گیرد؛ در صورتی که ۱۷ سال بعد مشخص شد که آن سیگنال مرموز از یک اجاق مایکروویو در مرکز تحقیقاتی‌شان نشئت می‌گیرد. ولی خب تاکنون، همه شواهد و قرائن بر جدیدبودن این انفجار رادیویی سریع دلالت دارد. «پاتریک بویل»، مدیر پروژه «آزمایش ترسیم شدت هیدروژن در کانادا»، در بولتن تلگرام اخترشناسان نوشت: «این رویدادها هم در طول روز و هم در طول شب رخ می‌دهند و زمان رسیدن آنها با فعالیت‌های محلی شناخته‌شده یا سایر منابع شناخته‌شده در ارتباط نیست».

پس دانشمندان فکر می‌کنند این سیگنال‌های عجیب چه می‌توانند باشند؟ جدیدترین تحقیقات در زمینه انفجارهای رادیویی سریعی که به‌دفعات روی می‌دهند، نشان می‌دهد که منبع آنها یک ستاره نوترونی است، اما از جمله سایر فرضیه‌های دیگر درباره این رویدادها می‌توان به سیاه‌چاله‌ها، تپ اخترهایی با ستاره‌های همدم و... اشاره کرد. البته این احتمال نیز می‌رود که بیش از یک توضیح برای این رویدادها وجود داشته باشد. البته این نکته غیرممکن نیست که انفجارهای رادیویی سریع به مثابه موتورهایی برای نیرودهی به فضاپیماهای عظیم بیگانه باشند. آنچه ما می‌دانیم این است که انفجارهای رادیویی سریع از مکان‌های بسیار دوری می‌آیند و شاید میلیاردها سال نوری با ما فاصله دارند. پس هر آن چیزی که آنها را به وجود می‌آورد، باید بسیار پرانرژی باشد.

صرف‌نظر از منبع انفجارهای رادیویی سریع، اگر عملکرد بهتری در شناسایی آنها داشته باشیم و به شکل بهتری منشأ آنها را درک کنیم، می‌توانند سرنخ‌هایی را درباره منشأ کائنات و دوره اسرارآمیز بازیونش به ما بدهند؛ دوره‌ای که در آن، واسطه میان‌ستاره‌ای (عمدتا هیدروژن) در جهان اولیه دچار فرایند یونش شد. «آناستازیا فیالکوف»، از مرکز اخترفیزیک هاروارد اسمیتسونیان، خاطرنشان کرد: «انفجارهای رادیویی سریع مثل چراغ قوه‌های فوق‌العاده قدرتمند هستند که می‌توانند از این واسطه میان‌ستاره‌ای گذر کنند و از فواصل بسیار دور هم قابل مشاهده باشند. این عامل می‌تواند به ما اجازه دهد تا پیدایش جهان را به شیوه جدید بررسی و مطالعه کنیم».دانشمندان با بهره‌گیری از ابزارهای قدرتمند و تازه‌ای که به آنها کمک می‌کند انفجارهای رادیویی سریع بیشتری را شناسایی کنند، ابراز امیدواری کردند که طولی نخواهد کشید منشأ آن رویدادهای پرانرژی و انفجاری را پیدا کنیم. علاوه بر این، دانشمندان امیدوارند به‌زودی عامل ایجاد انفجارهای رادیویی سریع را هم بفهمند. ما علاقه‌مندان هم باید تا آن زمان صبر کنیم.

www.sciencealert.com

در جست‌وجوی کهن‌ترین ستارگان

اجرام باستانی به‌جامانده از عالم اولیه

مصطفی روستایی
مترجم و منجم آماتور

آنا فریبل درباره ستارگان مقیم کهکشان راه شیری که در عکس بر فراز رصدخانه لاس کامپاناس شیلی مشاهده می‌شود، تحقیق می‌کند

عالم پر از رمز و راز است و دانشمندان در پی گره‌گشایی از اسرار عالم‌اند. از رفتار مورچگان و هوش ازدحامی آنها گرفته تا تولید عناصر سنگین در قلب ستارگان. دو دسته از دانشمندان به وضوح با گذشته‌ها سروکار دارند. دسته اول باستان‌شناسان هستند که به دنبال بقایا و تمدن‌های پیشین‌اند و دسته دوم اخترشناسان. در نجوم به هر جرم سماوی که نگاه می‌کنیم، در حقیقت به گذشته سفر می‌کنیم. به دلیل ثابت‌بودن سرعت نور، ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه، تصویری که از خورشید می‌بینیم، متعلق به هشت دقیقه قبل است؛ زیرا فاصله زمین تا خورشید هشت دقیقه نوری است. به‌همین‌ترتیب وقتی به ستاره‌ای که با زمین هزار یا صد هزار سال نوری فاصله دارد، نگاه می‌کنیم، در واقع به هزار سال یا صد هزار سال قبل آن ستاره می‌نگریم. اخترشناسانی که به کهن‌ترین ستارگان عالم می‌نگرند، کارشان بسیار شبیه باستان‌شناسانی است که روی زمین در پی اشیای باستانی هستند یا دیرینه‌شناسانی در جست‌وجوی فسیل‌ها. این دسته از اخترشناسان با جست‌وجوی علمی، مبتنی بر داده‌های رصدی، مطالعات نظری و مدل‌سازی‌های کامپیوتری، به شکار کهن‌ترین ستارگان کیهان، موسوم به ستارگان اولیه یا First Stars می‌روند و در خلال این جست‌وجو، تاریخ تحول عالم را نیز مانند تاریخ‌نگاری دقیق و باستان‌شناسی پر وسواس روایت می‌کنند. یکی از شکارچیان ستارگان اولیه کیهان و راویان عالم اولیه، بانوی دانشمند آنا فریبل* (صحیح‌ترین تلفظ آن فغیبل) است. کمتر از دو سال قبل درحالی‌که دانشیار دانشگاه ام‌آی‌تی بود، درباره داستان مهیج پژوهش‌هایش در بیش از ۱۰ سال گذشته، ابتدا کتابی را به زبان آلمانی نوشت و سپس کمتر از دو سال قبل نسخه انگلیسی آن را با عنوان «Searching for the Oldest Stars» در انتشارات دانشگاه بلندآوازه پرینستون به چاپ رساند که با استقبال بسیار محققان و علاقه‌مندان به نجوم روبه‌رو شد. آنا فریبل ۳۸ساله در کتابش توضیح می‌دهد که چطور آخرین یافته‌های نجومی اخترفیزیک‌دانان و کیهان‌شناسان پیشرو در این زمینه، کنار هم بافته شدند تا تصویری از این رده از ستارگان بسیار نادر را درست کنند. فریبل با زبانی شیوا و روایتی گیرا شرح می‌دهد که چگونه این ستارگان باستانی در زمانی بیش از ۱۳ میلیارد سال قبل و تنها چند صد میلیون سال بعد از مهبانگ تشکیل شده‌اند و بعد از عمری کوتاه به شکل ابرنواختر منفجر شده و با درخشندگی بالا جلوه‌گری کرده‌اند. او نشان می‌دهد چگونه اثر انگشت ترکیب شیمیایی را که در ستارگان اولیه باستانی بود، امروز آشکارسازی کرده‌اند و همین اثر انگشت شیمیایی چگونه سرنخ‌هایی را درباره منشأ عناصر کیهانی در ستارگان و کهکشان‌های اولیه به ارمغان می‌آورد. همچنین نحوه شکل‌گیری و به تعبیری جذاب‌تر مونتاژ کهکشانی مانند راه شیری را در کارخانه عظیم کهکشان‌سازی عالم به ما نشان می‌دهد. آنا فریبل در کتابش فقط علم تعریف نمی‌کند؛ بلکه داستان آدم‌ها و ابزارهای استفاده‌شده، شکست‌ها و موفقیت‌ها و در نهایت روش علمی دستیابی به این داده‌های علمی ناب را هم شرح می‌دهد. کتاب «در جست‌وجوی کهن‌ترین ستارگان» در ۳۰۰ صفحه، چاپ، صحافی و طرح جلد عالی به زیور طبع آراسته شده است. کتاب پر از عکس و جدول و نمودار و حتی نقاشی‌های علمی و آموزنده است. ساختار کتاب به گونه‌ای است که در عین پیوستگی مطالب به هم، خواننده می‌تواند هر فصل را مستقل از دیگر فصول بخواند. هرچند به دلیل بدیع‌بودن مطالب کتاب، نویسنده این یادداشت، خواندن به‌ترتیب و با آهستگی و پیوستگی آن را توصیه می‌کند. همچنین نویسنده کتاب در شبکه جهانی یوتیوب چندین سخنرانی آموزنده را بارگذاری کرده که علاقه‌مندان در صورت دسترسی می‌توانند از سخنرانی‌های ایشان بهره‌مند شوند.

۱- فصل اول کتاب با عنوان «باستان‌شناسی ستاره‌ای چیست؟»، مقدمه‌ای مختصر است بر آنچه بناست خواننده بداند. اینکه دقایق ابتدایی پس از مهبانگ چگونه بوده و باستان‌شناسی ستاره‌ای موضوع چه مسائلی از اخترفیزیک و کیهان‌شناسی مدرن است. دو عنصر هیدروژن و هلیوم در فازهای بسیار اولیه بعد از مهبانگ تشکیل شده‌اند و مادّه اولیه ساختارهای عالم را تدارک دیده‌اند. خیلی زود، آشپزخانه کیهانی دست به کار تولید دیگر عناصر شده است. این‌گونه بود که سرانجام تولید عناصر منجر به ظهور و تحول حیات شد؛ به‌گونه‌ای‌که به ظهور انسان انجامید. در حالت کلی برای نوع بشر و برای مواد آلی، عنصر کربن نقش تعیین‌کننده‌ای دارد؛ بنابراین وجود ما به ستارگانی که کربن را سنتز می‌کنند، بسته است. شگفت‌انگیز است که تاریخ تکاملی به عناصر شیمیایی گره خورده است.

۲- در فصل دوم فریبل با انتخاب عنوان «دو قرن در تعقیب ستارگان» مروری بسیار خوب بر ماهیت، ساختار و طبقه‌بندی ستارگان دارد؛ اولین گام‌هایی که اخترشناسان برای طبقه‌بندی ستارگان برداشتند که به نمودار «ایچ-آر» معروف است. جان کلام این فصل اهمیت نور ستارگان در رمزگشایی از اسرار آنهاست؛ از اینکه در مرکز ستارگان با آن دماهای چندین میلیون درجه کلوینی چه خبر است تا شیمی مدرن و فهم علمی از منشأ عناصر. نکته جالب توجه در این فصل نشان‌دادن ارتباط عمیق فرایندهای اتمی و گسیل الکترون از لایه‌های اتمی با آنچه در ستارگان رخ می‌دهد، است. از دوران دبیرستان به یاد داریم که الکترون‌ها می‌توانند از لایه‌ای به لایه دیگر گذر کرده و مجدد به مدار خود بازگردند و فوتونی آزاد کنند. فریبل در این فصل نشان می‌دهد این کشف، چگونه زیربنای پاسخ به این سؤال بود که چرا خورشید می‌درخشد؟ پاسخ دلیل درخشش ستارگان قدمتی کمتر از صد سال دارد. هرچند طیف‌سنجی از نور ستارگان و کشف اسرار آن به سال ۱۸۱۴ و دستاورد فرانهوفر در مشاهده خطوط جذبی بازمی‌گردد. در بخش‌های پایانی فصل دوم فریبل داستان هیجان‌انگیز منشأ عناصر فراتر از هیدروژن و هلیوم را روایت می‌کند؛ به سال ۱۹۴۶، یک سال بعد از اتمام جنگ جهانی دوم. فِرِد هُیل، اخترشناس برجسته بریتانیایی که پیش از انقلاب، به دعوت دکتر یوسف ثبوتی، بنیان‌گذار رصدخانه دانشگاه شیراز، به ایران هم سفر کرده بود، از پیشتازان پاسخ به سؤال «منشأ عناصر» بود. او نخستین کسی بود که گفت: «تمام عناصر جدول تناوبی می‌توانند در ستارگان سنتز شوند». به زبان دقیق‌تر، از طریق فرایند ترکیب هسته‌ای تولید شوند. قابل‌توجه خوانندگان که فِرِد هُیل از مخالفان سرسخت نظریه مهبانگ هم بود. دو سال بعد از هُیل، فیزیک‌دان اوکراینی‌الاصلِ اهل اتحاد جماهیر شوروی سابق، جورج [گئورگ] گاموف، به همراه دو دانشجوی خود به نام‌های آلفر و بته، مقاله‌ای منتشر کردند مبنی بر اینکه عناصر سنگین می‌توانند به واسطه فرایند «گیراندازی سریع نوترون» پس از مهبانگ تشکیل شوند. مقاله آن سه به «مقاله آلفا. بتا. گاما» معروف شد که سرنام آن سه بود. هرچند مقاله آنها با ایراداتی همراه بود، اما کار آنها یکی از پایه‌های تثبیت نظریه مهبانگ شد و نیز توضیح منشأ عناصر سبک همچون هیدروژن، هلیوم و لیتیوم که در مهبانگ تولید شده بودند. فِرِد هُیل هم به همراه سه دانشمند دیگر، به نام‌های ویلیام فاولر، فیزیک‌دان هسته‌ای، مارگارت باربیج و جفری باربیج سخت تلاش کردند تا نشان دهند منشأ عناصر در ستارگان است.

۳- در فصل سوم با عنوان «ستاره، ستاره، باز هم ستاره» ابتدا درباره چرخه مادّه در عالم توضیح می‌دهد و تعریفی از مفهوم فلز را نزد اخترفیزیک‌دانان مطرح می‌کند. فلز نزد اخترشناسان معنایی متفاوت دارد. آنها به عناصر سنگین‌تر از هلیوم، به‌طور تلویحی فلز می‌گویند و مفهومی به نام فلزیت را مطرح می‌کنند. در این فصل نخستین گام‌های آشنایی خواننده کتاب با سنتز هسته‌ای عناصر در آشپزخانه کیهانی و تنوع ستارگان مبتنی بر انواع سنتزهای هسته‌ای درون‌شان برداشته می‌شود. چرخه مادّه چند صدمیلیون سال بعد از تشکیل ستارگان اولیه شروع شده است. اجرام پُر-جرم نظیر ستارگان از ادغام ابرهای گازی غول‌پیکر و رُمبش آنها، متأثر از وزن‌شان و نیز چگال و چگال‌ترشدن‌شان، شکل گرفته‌اند. در آن بازه زمانی عالم کماکان مشتمل بر دو عنصر هیدروژن با ۷۵ درصد و هلیوم با ۲۵ درصد بود. همچنین ردی از لیتیوم هم پیدا می‌شد.

به زبان ساده، ستارگان از گاز میان‌ستاره‌ای تشکیل می‌شوند و طی تحول‌شان عناصر جدید را می‌سازند. سپس به‌واسطه انفجارهای ابرنواختری یا بادهای ستاره‌ای، مواد مجددا به فضای میان‌ستاره‌ای بازگردانده شده و محیط را از عناصر جدید و سنگین‌تر غنی می‌کنند. ستارگان نسل بعد هم از این محیط میان‌ستاره‌ای غنی‌شده شکل می‌گیرند و به‌این‌ترتیب ستارگان هر نسل از ستارگان نسل پیشینِ خود دارای تحول شیمیایی پیچیده‌تری خواهند بود.

۴- فصل چهارم با تعداد قابل‌توجهی عکس و جدول و نمودار از آن فصل‌هایی است که کنجکاوی بسیاری برمی‌انگیزد: «تحول ستارگان - از تولد تا مرگ». فریبل ابتدا طبقه‌بندی نوین ستارگان را نشان می‌دهد، سپس مفید و مختصر و گویا فرایند ابر اولیه و تشکیل پیش‌ستاره را توضیح داده و وارد داستان مهیج تحول ستارگانِ کم-جرم و پُر-جرم می‌شود. قدم بعدی معرفی ابرنواخترانِ حاصل از انفجار ستارگان پُر-جرم است و موضوعات مربوط به باقی‌مانده آنها. همین‌جاست که فریبل نخستین اندیشه‌ها درباره کار با ستارگانِ با فلز اندک یا همان فلزیت کم را مطرح می‌کند و خواننده کتابش را به دنیای ستارگانی متفاوت از ستارگان امروزی نظیر خورشید می‌برد. در این فصل خواننده با دانشی که از سه فصل قبل کسب کرده، به‌خوبی رده‌بندی ستارگان و طبقه‌بندی آنها در نمودار «ایچ - آر» را یاد می‌گیرد. کوتوله‌های سفید، ستارگان رشته اصلی، غول‌های قرمز و اَبَرغول‌ها. نمودار «ایچ- آر» در ابتدا از سوی دو اخترشناس آمریکایی و دانمارکی، به نام‌های هنری نوریس راسل و آینار هرتسپرونگ ابداع شد که ستارگان را در نموداری با دو محور درخشندگی-دما طبقه‌بندی می‌کرد. ستارگان با دماهای سطحی دو یا سه‌هزار درجه شروع شده تا ۴۰هزار تا ۵۰هزار درجه کلوین ادامه دارد. قابل توجه اینکه دمای سطح خورشید پنج هزارو ۷۰۰ درجه کلوین است. جانِ کلام این فصل نشان‌دادن روند تحولی ستارگان کم‌جرم، ستارگان میان‌جرم و ستارگان پرجرم است؛ از مرحله پیش‌ستاره‌ای تا مرحله پایان زندگی. اینکه از چه زمانی به بعد واکنش‌های هسته‌ای درون ستارگان شروع می‌شود و شرایط لازم برای شروع واکنش‌ها چیست؟ فریبل به تفصیل دو دسته واکنش کلی موسوم به «واکنش زنجیری پروتون-پروتون» در ستارگانی نظیر خورشید و «چرخه کربن-نیتروژن-اکسیژن» در ستارگان پرجرم را شرح می‌دهد و خواننده را با دنیای پرهیجان مراحل پایانی زندگی ستارگان پرجرم که در رده ابرنواختران نوع دوم قرار می‌گیرند، آشنا می‌کند. لایه‌های هیدروژن، هلیوم، کربن، اکسیژن، سیلیکون و آهن. پایان راه هم انفجاری باشکوه است و آنچه به‌جا می‌ماند یا ستارگان نوترونی است یا سیاه‌چاله حتی!

۵- فصل پنجم هرچند عنوانی نامأنوس برای خوانندگان مبتدی در نجوم دارد، اما در واقع آنچنان از اسرار ستارگان با زبان ساده رازگشایی می‌کند که بدون شک شیرینی آن برای علاقه‌مندان پیگیر نجوم همیشگی است. علاوه بر این، در کمتر کتاب نجومی نوشته‌شده برای عموم می‌توان این مطالب را با این سادگی و توضیحات تفصیلی یافت. عنوان این فصل «فرایندهای گیراندازی نوترون و سنگین‌ترین عناصر» است، اما در حقیقت یکی از زیباترین و شورانگیزترین شاخه‌های پژوهشی نجوم امروز را معرفی می‌کند: اخترفیزیک هسته‌ای. جان کلام این فصل معرفی فرایندهای هسته‌ای است که منجر به تشکیل انواع عناصر می‌شود. از هلیوم گرفته تا کربن و نیتروژن و اکسیژن و عناصر سنگینی همچون اورانیوم و توریوم. فریبل کوشیده است تا در سایه اخترفیزیک هسته‌ای نشان دهد چگونه فیزیک هسته‌ای به اخترفیزیک گره خورده تا رازهای سربه‌مهر سنتز عناصر سنگین‌تر از آهن را تا اورانیوم کشف کند. فریبل به زبانی شیوا سه فرایند مهم هسته‌ای را که ستون محور اخترفیزیک هسته‌ای قلمداد می‌شود، توضیح می‌دهد:

فرایند- R (فرایند گیراندازی نوترون سریع): در این فرایند تولید عناصر تا اورانیوم ۲۳۸ صورت می‌گیرد. یکی از شاخص‌ترین جاهایی که می‌توان این فرایند را مشاهده کرد، هسته ابرنواخترهای نوع دوم است.

فرایند- S (فرایند گیراندازی نوترون‌های کند): در این فرایند تولید عناصر تا سرب ادامه داشته و محل آشکارسازی آن ستارگان موسوم به AGB است.

فرایند- P (فرایند گیراندازی پروتون): در فرایندهای اخترفیزیکی به‌واسطه عناصر غنی از پروتون مشاهده می‌شود.

۶- «به کهکشان راه شیری خوش آمدید» عنوان فصل ششم است. راه شیری کجاست و به کجا می‌گوییم کهکشان راه شیری؟ ساختار این کهکشان چگونه است و داستان شکل‌گیری آن چیست؟ این فصل داستان خانه سامانه خورشیدی، یعنی کهکشان راه شیری است و همچون فصول پیشین نگاه فریبل از دریچه منشأ عناصر و ردپای ترکیب شیمیایی کهکشان دیده می‌شود. او ابتدا ساختار و تحول کهکشان راه شیری را شرح می‌دهد و سپس بحثی جذاب را درباره خوشه‌های ستاره‌ای، خاستگاه‌شان و نیز تأثیر آنها بر تحول شیمیایی کهکشان را در خلال تحول خودشان را با نمودارهای متعدد نشان می‌دهد.

۷- فصل هفتم با عنوان «قصه‌گویی با نور» بار دیگر جایگاه تجزیه و تحلیل نور دریافتی را این‌بار از منظری مدرن روایت می‌کند و ذهن خواننده کتاب را با ظرافت هرچه تمام با فضای نجوم رصدی آشنا می‌کند. فریبل به تفصیل از اهمیت طیف‌سنجی در رازگشایی از نور ستاره نوشته است و تحلیل فراوانی عناصرِ ستارگان را در نظر خوانندگان پررنگ کرده است. سپس کار با تلسکوپ‌های غول‌پیکر را در روند تحقیقاتی‌اش توضیح داده است.

۸- فصل هشتم کتاب کاملا رنگ‌وبوی رصدی دارد. عنوان آن «پیش به سوی رصد چند ستاره» است؛ اما در واقع روایت یک تحقیق علمی تمام‌عیار است. اینکه رصد ستارگان با تلسکوپ‌های امروزی چگونه است و نقش کامپیوترها دراین‌میان چیست؟ این فصل یک نکته جالب دارد. اینکه چگونه در نجوم امروزی نظریه‌پردازان و رصدگران با هم کار می‌کنند و اینکه الزامات نجوم رصدی مدرن کدام است. نجوم رصدی امروز عمیقا متکی بر ابزارهای سخت‌افزاری مدرن، از تلسکوپ گرفته تا ابرکامپیوترهای محاسبه‌گر است و از سوی دیگر به‌شدت متکی بر نرم‌افزارهای ویژه و برنامه‌های تخصصی.

۹- فصل نهم کتاب هم از آن فصل‌هایی است که در کمتر کتاب نجومی به‌ویژه کتب عامه‌پسند به آن پرداخته شده است. عنوان این فصل «تحول شیمیایی عالم اولیه» است. فریبل پیش از هر چیز مفهوم درست تحول شیمیایی عالم را شرح داده و نشان می‌دهد که تحول شیمیایی عالم اولیه در ارتباط مستقیم با ستارگان اولیه در کیهان است که خانواده‌ای از ستارگان با غنای بسیار ناچیز فلز هستند. دقت کنید که فلز در اینجا همان تعریفی را دارد که اخترشناسان از آن استفاده می‌کنند، عناصر با عدد جرمی بیش از چهار. این فصل اطلاعات بسیار دست‌اولی از ستارگان اولیه و ستارگان با فقر آهن بالا ارائه می‌کند. موضوعی که از عمر آن در دنیای کیهان‌شناسی هم خیلی نمی‌گذرد و از موضوعات پژوهشی داغ است.

۱۰- فصل دهم این کتاب داستانی پرالتهاب از یک دهه کار فریبل است با عنوان «در جست‌وجوی کهن‌ترین ستارگان». او در این فصل چگونگی در پی ستارگان با فلزیت بسیار پایین را روایت می‌کند؛ از موفقیت‌ها، راهبردها، شکست‌ها و در نهایت شکستن رکورد در یافتن فقیرترین ستاره از لحاظ فلزبودن.

۱۱- فصل پایانی کتاب آنا فریبل «پایان سفر کیهانی» است. در این فصل نویسنده کتاب بعد از سفری به درون ستارگان و ابتدای عالم و یافتن ستارگان اولیه، تحقیقات پیش‌روی آینده را نقل می‌کند؛ از شبیه‌سازی‌های کیهانی با ابرکامپیوترهای نسل جدید می‌نویسد و منشأ ستارگان با فلزبودن بسیار پایین و سؤالات پیش‌پای اخترشناسان. او کتاب را با انتظارات از اکتشافات نجومی آینده با بهره‌گیری از نسل بعدی تلسکوپ‌های نسل بعدی به پایان می‌برد.

پی‌نوشت:

* آنا فریبل، تحصیلات خود را در آلمان شروع کرده و بعد از اتمام کارشناسی فیزیک در آلمان، دکترای کیهان‌شناسی خود را با موضوع ستارگان اولیه از دانشگاه ملی استرالیا دریافت کرد. سپس برای دوره فوق‌دکترا به دانشگاه تگزاس در آستن پیوست که به واسطه حضور کیهان‌شناسان سرشناسی مانند وُکر برام در زمینه تحقیقات روی ستارگان اولیه پیشتاز است. او درحال‌حاضر استاد دانشگاه ام‌آی‌تی است و تاکنون بیش از ۱۷۰ مقاله منتشر کرده است.

نگاه

بی‌نظمی در کیهان قاعده دارد؟

ترجمه: رضا کاظمی

● تبدیل املت به تخم‌مرغ، تبدیل آب خنک در لیوان به قطعات یخ یا آب گرم، تبدیل قطعات هیزم به درختی تنومند؛ همان‌طور که منطق می‌گوید، امکان وقوع این فرایندها وجود ندارد. به همین دلیل است که نمی‌توان یک بی‌نظمی را به نظم رساند. منظور ما آنتروپی یا همان حالت اشیاست. حتی قانونی برای آن وجود دارد؛ قانون دوم ترمودینامیک. بر اساس این قانون، آنتروپی فرایندهای بازگشت‌ناپذیر، هیچ‌گاه کاهش پیدا نمی‌کند، بلکه ثابت مانده یا افزایش می‌یابد. به گزارش بیگ‌بنگ، منظور از آنتروپی چیست؟ بر اساس تصور عموم، آنتروپی به حالت بی‌نظمی و غیرقابل پیش‌بینی می‌گویند. وقتی در گوشه اتاق عطر می‌زنیم، این عطر به‌تدریج در سراسر اتاق پراکنده می‌شود. بنابراین عطر از حالت نظم به بی‌نظمی می‌رود. از این‌سو آنتروپی آن افزایش یافته است. در واقع آنتروپی بر فرایندهای طبیعی جهان حکفرماست. برخی بر این باورند آنتروپی کیهان رو به افزایش است. اما افزایش آنتروپی به معنای افزایش آشوب یا بی‌نظمی است. این موضوع پرسشی را در ذهن‌ها می‌پروراند که آیا بی‌نظمی بر کیهان حکمفرماست؟

کیهان اولیه

استیون هاوکینگ، فیزیک‌دان و بسیاری از فیزیک‌دان‌های دیگر معتقدند کیهان از هیچ مطلق به وجود آمده است. باور بر این است عامل اصلی شکل‌گرفتن جهان، نوسان کوانتومی بوده است. با اینکه «هیچ» مفهومی است که نمی‌توان به‌سادگی آن را درک کرد، اما به نظر می‌رسد منظم‌ترین حالت ممکن است! در واقع نظریه‌ای به این مضمون وجود دارد که آنتروپی کیهان در زمان اتفاق‌افتادن بیگ‌بنگ بسیار کم بوده است.

نمایی شماتیک از تاریخ کیهانی

با وجود «سوپ» متشکل از الکترون، فوتون، کوارک، ماده و پادماده با انرژی میلیاردها برابر بیشتر از انرژی برخورددهنده هادرونی بزرگ، این باور کمی متناقض به نظر می‌رسد. به نوشته مجله فوربز، مقدار حدودی ۱۰۹۰ از محتویات این سوپ در فضایی به اندازه یک توپ فوتبال وجود داشته است! باور اینکه در آن زمان آنتروپی بالا نبوده، کمی مشکل است. اما چه شد که آنتروپی افزایش یافت؟ می‌توانید علت آن را بردار ترمودینامیکی زمان و سیاه‌چاله بدانید. اگر اینها نبودند آنتروپی کیهان در ۱۳۰۸ میلیارد سال گذشته تغییری نمی‌کرد.

واکنش زنجیره‌ای کُنش‌ها

بهترین مثال برای توضیح این مسئله، دومینو است. به‌طور غریزی، بی‌نظمی تصویری از ویرانی و سردرگمی را برای ما تداعی می‌کند. ممکن است کسی به‌درستی تصور کند هر کُنش و فرایندی آینده را می‌سازد. هر تفکر و کنش انسانی، هر برگی که به زمین می‌افتد، هر مولکول آبی که همواره در دریا حرکت می‌کند، به بی‌نظمی کمک می‌کند. به بیانی دیگر، هر علت کوچکی می‌تواند معلول و نتیجه بزرگی داشته باشد. نظریه نام‌آشنای اثر پروانه‌ای در همین مورد است. طبق الگوی فراکتال، حرکت بال‌های یک پروانه در ایالت نیومکزیکو می‌تواند موجب وقوع توفانی در کشور چین شود! گرچه ممکن است این فرایند زمان زیادی به طول بینجامد، اما غیرممکن نیست. کیهان نیز در مقیاسی بسیاربسیار بزرگ‌تر از این قانون پیروی می‌کند. طبق گفته محققان، موتر و کترین گلفرت، بی‌نظمی ۳۶-۱۰ ثانیه بعد از بیگ‌بنگ اتفاق افتاد. از آن زمان کیهان شروع به منبسط‌شدن کرد. کوچک‌ترین تغییری در انقباض یا الگوی کلی، می‌توانست تفاوت بسیاری در شکل امروزی جهان ایجاد کند.

آیا روزی افزایش آنتروپی متوقف می‌شود؟

اگرچه آنتروپی تاکنون همواره رو به افزایش بوده است، اما پیش‌بینی می‌شود این روند روزی متوقف خواهد شد. سرنوشت نهایی کیهان را مرگ گرمایی دانسته‌اند که در آن هیچ انرژی آزاد ترمودینامیکی وجود نخواهد داشت. درواقع هیچ فرایندی که به افزایش آنتروپی بینجامد، اتفاق نخواهد افتاد. آیا می‌توانیم از آن اجتناب کنیم؟ از لحاظ نظری، بله؛ البته اگر بتوانیم راهی برای بازتولید اتم‌های هیدروژن از تشعشعات، ماده تاریک یا دیگر منابع پیدا کنیم. چه زمانی اتفاق می‌افتد؟ زمان لازم برای فروپاشی یک سیاه‌چاله بسیار بزرگ، ۱۰هزارو صد سال است. پس فعلا چمدان‌های خود را نبندید.

برداشتی فلسفی از بی‌نظمی

از کرایسیپوس، فیلسوف یونانی، نقل شده یک علتی که معلول چیزی نباشد (کیهان) می‌تواند کل جهان هستی را نابود کرده و به بی‌نظمی بکشاند. هر اتفاقی که می‌افتد به دنبال آن، چیز دیگری است که به لزوم عادی آن بستگی دارد. همچنین هر اتفاقی که می‌افتد، به دنبال چیزی اتفاق افتاده است که معمولا با آن مرتبط است. هیچ، وجود داشته است یا بدون علت به وجود آمده است. اگر جنبشی بدون علت در کیهان مداخله کند، آن وقت جهان تکه‌تکه و خرد خواهد شد و پیوستگی خود به عنوان یک نظام واحد را از دست می‌دهد.

www.yaabot.com