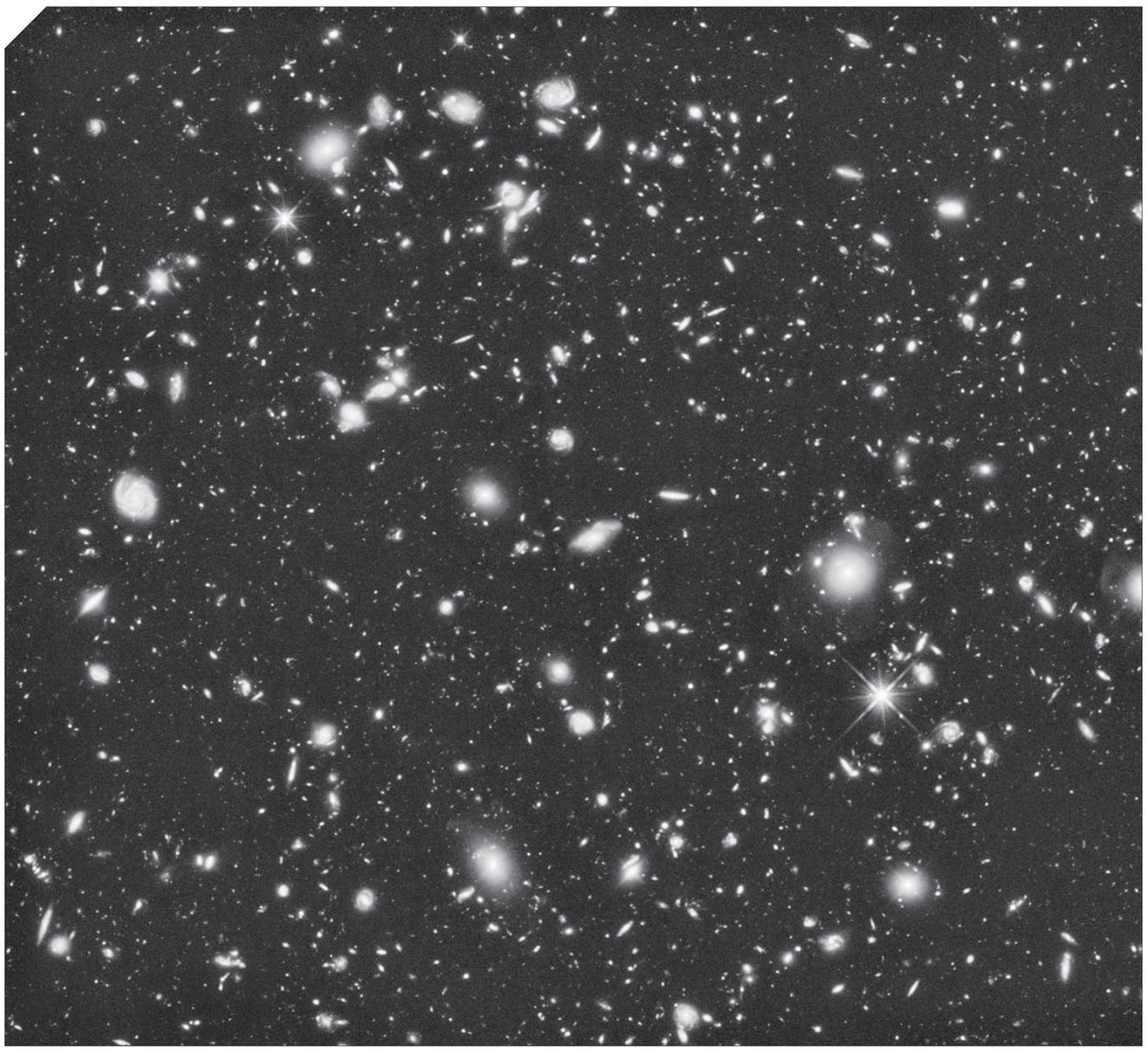
«جیمز وب» به شکار نخستین ستارگان کیهان می‌رود

اولین نسل از اختران درخشان گیتی چگونه زاده شدند



حسن فتاحی

این مقالــه که پیش‌روی خوانــندگان گرامی صفحــه علم روزنامه «شــرق» قرار دارد، به مناسبت هفته نجوم است. هفته‌ای که من از آن با نام «هفته اخترشناسی یا ستاره‌شناسی» یاد می‌کنم تا یادمان نرود که باید فارســی را در زبان دانشی هم پاس بداریم. این مقاله درباره دســته‌ای از ستارگان کیهان است که در زبان انگلیسی به آن «First Stars» می‌گویند. در فارســی بسیاری آن را «ستارگان اولیه» ترجمه کرده‌اند؛ اما به نظر می‌رســد این ترجمه چندان درست و دلنشین نباشد. زنده‌یاد استاد حیدری‌ملایری، اخترفیزیک‌دان نام‌بردار ایرانی که چندی پیش چشم از جهان فروبست، ترجمه «نخستین ستارگان» را استفاده کرده و من نیز مانند ایشــان، از این ترجمه بهره می‌برم. نخستین آشنایی من با نخستین ستارگان به سال‌های دور، به دوره‌ای که دلار هنوز هزار تومان نشده بود، بازمی‌گردد. برای شرکت در یک دوره آموزشی سه‌هفته‌ای که به آن در ادبیات دانشــگاهی «مدرسه» می‌گویند، رهسپار کشور همســایه، ترکیه شده بودم. نام آن دوره یا مدرسه «فیزیک ســتارگان» بود و استادانی درجه‌یک برای تدریس دعوت شــده بودند. این دوره سه‌هفته‌ای در یک ناحیه بســیار خوش‌آب‌وهوا با نام تورونج، برگزار می‌شــد. دانشگاه فنی استانبول در آنجا یک مرکز فیزیک ســاخته بود و پژوهشــگران ترکیه‌ای و خارجی برای کارهای آموزشــی و پژوهشی به آنجا می‌آمدند. یکی از استادان بلندآوازه‌ای که آمده بود، فیلیپ آرمیتیج نام داشت. استاد دانشگاه کلرادو در آمریکا. او برای من از فرارونـد سیاره‌سازی در سامانه‌های ستاره‌ای گفت. در میان درس‌گفتارش یکی از مواردی را که یک ساعت درباره‌اش حرف زد، نخستین ستارگان کیهان بود. برای من بی‌نهایت شگفت‌انگیز می‌نمود و از آن روز تاکنون نخستین ستارگان با من هستند. پس از آن چند باری درباره نخستین ستارگان در فراهمایی‌های بین‌المللی که شرکت کردم، پوســتر ارائه دادم و این ذوق کماکان در من زنده است. پس از اینکه دوره طلایی جیمز وب آغازید، بسیاری از اخترشناسان بار دیگر یادآوری کردند که زمان درخشش نخستین ستارگان بار دیگر فرارسیده است. به‌همین‌دلیل من هم تصمیم گرفتم با نوشتن این مقاله، خوانندگان خوب ایرانی را با این رده از ستارگان کیهان آشنا کنم.

ستارگان چه هستند

نخســتین و ساده‌ترین پرسشــی که به ذهن ما می‌رسد و پاسخ به آن بــه فهم ســتارگان در تمام جمعیت‌های ســتاره‌ای کمک خواهد کرد، چیستی ستاره است. ستاره‌ای سامانه‌ای دیسیده یا شکل‌گرفته از تعداد بسیار زیادی ذره است که به شکل گوی‌وار تشکیل یک جسمی را داده‌انــد که نام آن را ســتاره می‌نهیم. برای اینکــه درکی از تعداد ذره‌های ســازنده ستارگان داشته باشید، خورشید را نمونه می‌آورم که ستاره‌ای بسیار میان‌حال است. نه‌چندان بزرگ و نه‌چندان کوچک. در خورشــید از مرتبــه ۱۰ به توان ۵۷ ذره داریم. دریافتیم که یک ســتاره ســامانه‌ای از تعداد زیادی ذره اســت که به واســطه نیروی گرانشی خود ستاره، در پایدارترین حالت ممکن که گوی‌وار یا کروی است، کنار هم قرار دارند. ســتارگانی که امروزه می‌بینیم و نیز نخســتین ستارگان از یک قانون بســیار مهم پیروی می‌کنند کــه به آن هم‌ترازی یا تعادل هیدروســتاتیک می‌گویند. این قانون راز پایدای چندصدمیلیون تا چند میلیاردســاله ستارگان است. هر ستاره در بیشترین بازه زندگی‌اش، یک بخشــی با نام مرکز دارد که در آن دما از مرتبه ۱۰ میلیون درجه کلوین و بالاتر اســت. در این مرکز واکنش‌های گداخت هسته‌ای رخ می‌دهد. این واکنش‌های گداختی می‌توانند به‌هم‌پیوســتن عنصرهای ســبک مانند هیدروژن باشــند که هلیوم را می‌ســازند یا گداخت عنصرهای ســنگین‌تر مانند کربن و نیتروژن واکسیژن باشد. نتیجه این واکنش‌ها، تولید انرژی اســت. انرژی برآمده از گداخت هسته‌ای مرکز، نیرویی رو بــه بیرون تولید می‌کند و نیروی گرانش لایه‌های ســتاره که هرچه به مرکز نزدیک‌تر شویم، چگال‌تر و داغ‌تر هم می‌شوند، نیروی رو به درون تولید می‌کند. در بازه‌ای از زندگی ســتاره که خورشید ما هم در آن قرار دارد و به آن «رشــته اصلی» می‌گویند، این دو نیرو با هم هم‌ســنگ و هم‌تراز و هم‌توان هســتند؛ آن‌چنان‌که سبب پایداری ستاره می‌شوند. ستارگان بســته به جرم‌شــان از لایه‌های گوناگونی ســاخته شده‌اند. ســتارگان امروزی مانند خورشــید و دیگر ســتارگانی که بالای سرمان می‌بینیم، چهار بخش کلی دارند. مرکز ســتاره که راکتور تولید انرژی است، لایه‌های همرفتی و تابشی و جوّ یا اتمسفر یا هواکره. اینها اصول بســیار کلی ستارگان هستند؛ اما بسته به ترکیب شیمیایی، جرم، دمای رویه ستاره، هر ستاره یا هر دسته‌ای از ستارگان ویژگی‌های خودشان را دارند. آسان‌ترین راه جداسازی ستارگان دو چیز است. نخست جمعیتی که به آن تعلق دارند و به سه دسته جمعیتی بخش می‌شوند. دیگری پراکندگی و جای‌گیری‌شــان در نمودار ایچ-آر. نکته دیگری که باید به آن توجه کنیم، روند دگرگشتی ستارگان است. ستارگان بسته به جرمی که دارند، روندهای دگرگشتی گوناگونی را طی می‌کنند.

یک، دو، سه، تا به امروز

حالا که آموختیم ستارگان چه هستند، نیاز داریم بدانیم گیتی چه روندی را ســپری کرده و به آنچه امروز هســت، رسیده است. پیش از آغاز ایــن نکته را بگویم که زیرعنوان «یک، دو، ســه تا به امروز» را با کمی دســت‌کاری از نام کتاب اخترفیزیک‌دان نامور اوکراینی، جورج گاموف، که بعدها به آمریکا رفت و از بنیان‌گذاران نظریه مهبانگ شد، وام گرفته‌ام. او کتابی دارد که در ایران با نام «یک، دو، سه بی‌نهایت» ترجمه شده اســت. جورج گاموف یکی از کسانی بود که در پاگرفتن نظریه مهبانگ نقشــی مهم ایفا کرد. حال نگاهی بیندازیم به فرارونـد گیتی. کمی کمتر از چهارده میلیارد ســال پیــش، از یک نقطه داغ و تکین، که به آن مهبانگ می‌گوییم، گیتی و به زبانی پرسون‌تر یا دقیق‌تر، فضا-زمان پدید آمد. اینکه پیش از مهبانگ چه بوده، پرسشی است که فیزیک برایش پاسخی موشکافانه ندارد و در حد فرضیه‌ها و نظریه‌ها باقی مانده است؛ اما باید دقت کنیم که به دام شبه‌علم و خرافه هم گرفتار نشویم. مهبانگ رخ داد. نخســت چهار نیروی بنیادی سازنده گیتی یکپارچه بودند. گرانش خیلی زود جدا شــد و در زمانی بســیار کوتاه، گیتی فرایندی را تجربه کرد که به آن «تورم کیهانی» می‌گوییم. در بازه زمانی بسیار کوتاه، گیتی از اندازه‌هایی ریزمقیاس به اندازه‌های توپی کوچک رســید. در ثانیه‌های بعدی عنصرها یا بن‌پاره‌های سبک مانند هیدروژن و هلیوم و لیتیوم ســاخته شدند. ۳۸۰ هزار سال پس از مهبانــگ رویدادی با نام بازترکیب یا بازمیــزش رخ داد که به زبان ساده آزادشــدن تابش ریزموج پس‌زمینه‌ای کیهانی است. پس از آن دوره‌ای را داریــم که به آن دوره تاریک می‌گویند. چیزی در حدود ۲۰۰ میلیون سال پس از مهبانگ ساخته‌شدن نخستین ستارگان که تا ۴۰۰ میلیون ســال پس از مهبانگ هم ادامه داشت، کلید خورد. پس‌ازآن هم نخســتین کهکشان‌های گیتی شکل گرفتند. از ۲۰۰ میلیون سال تا یک میلیارد ســال پس از مهبانــگ را دوره «بازیونش» می‌نامند که با آغاز شــکل‌گیری نخستین ستارگان آغاز شــده و با دگرگشت نخستین کهکشــان‌ها پایان یافته اســت. پس از این دوره یک‌میلیاردســاله که نخستین ستارگان و کهکشان‌ها شکل گرفتند، گیتی کماکان به انبساط خود ادامه داده، ستارگان و کهکشان‌ها شکل گرفتند. چیزی در حدود ۹ میلیارد ســال پس از مهبانگ بود که از یک ابر آغازین، خورشــید ما زاده شــد. در پی شکل‌گیری خورشید، سیاره‌ها هم پدید آمدند و روی ســیاره زمین زیســت جان گرفت. آنچه خواندید روندی بسیار کوتاه و چکیده از روند پیدایی گیتی بود. حالا می‌خواهیم به آن بخش از گیتی بپردازیم که نخستین ستارگان شکل گرفتند.

نخستین ستارگان از چه ساخته شده بودند؟

یکی از اخترفیزیک‌دانان ســازمان ناســا می‌گویــد: اگر بخواهیم پاسخی بسیار سرراست به این پرسش بدهیم، هیچ پاسخی درست‌تر از این نیست که بگوییم درواقع نمی‌دانیم. البته این ندانستن از جنس ندانستن‌های روزمره نیست. ندانستن نزد اخترشناسان یعنی در دست نداشتن پاسخ‌های بسیار موشــکافانه. ۴۰۰ هزار سال پس از مهبانگ گیتی سرد بود، با ترکیبی ابرگون از هیدروژن و هلیوم. اما خیلی زودتر از آن نخستین ستارگان شکل‌گیری را آغاز کرده بودند و می‌درخشیدند. اینکه ترکیب شیمیایی این ستارگان به چه نسبتی بوده، اینکه چگونه و چرا این‌چنین بزرگ و درخشــان بودند، اینکه طول عمرشــان چقدر بــوده و پایان کارشــان چه فرجامی بوده، پرســش‌هایی هســتند که پاسخی شفاف ندارند. تلسکوپ‌هایی همچون هابل، اسپیتزر، چاندرا و نیز تلســکوپ‌های پرقدرت زمین‌پایه همچون کِک و آلما، هیچ‌یک نتوانســته‌اند این رده از ســتارگان را شــکار کنند. اما اخترشناســان با داشــته‌های مســتقیم و نامســتقیم درباره‌شــان انگاره‌هایی دارند. بدیهی‌ترین چیزی که به ذهن می‌رســد، چنین است که ابرهایی از گاز هیدروژن و اندکی هلیوم در اثر رمبش گرانشــی فرارند ستاره‌سازی را کلید زده و در پی بالارفتن دما و فشــار در مرکز، نخســتین ستارگان با همجوشــی هیدروژن زاده شــده‌اند. این فرایند که در پی آن ستارگان زاده می‌شــوند، به نظر می‌رسد در کلیت آن برای ستارگان هر سه رده جمعیتی شــبیه باشــد، اما با مقداری تفاوت که برگرفته از شرایط و حالت کیهان بزرگ‌مقیاس اســت. اما نکته مهم در ترکیب شیمیایی ستارگان، هر رده جمعیتی است. این نکته را هم یادآور شوم که بخشی از عنصرها در مهبانگ پدید آمدند و بخشــی دیگــر در دل کوره‌های ســتارگان. برای نمونه در انفجــار ابرنواختــری رده‌ای از عنصرهای ســنگین، ازجمله تا آهن و نیکل و نیــز در دیگر فرارونـدها، عنصرهای ســنگین‌تر از آهن تا اورانیوم ساخته می‌شــوند. به نخستین ستارگان بازگردیــم. این ســتارگان از ۷۵ درصــد هیدروژن، کمــی کمتر از ۲۵ درصد هلیوم و مقدار بســیار ناچیزی لیتیوم ساخته شده بودند. برای اینکه درک شــفاف‌تری داشته باشــید، بیایید تا این ترکیب را با ترکیب شیمیایی خورشید مقایسه کنیم. خورشــید ما از ۷۱ درصد هیدروژن، ۲۷ درصد هلیوم و ۲ درصد عنصرهایی همچون کربن، اکسیژن، آهن و دیگر بُن‌پاره‌ها ساخته شده است. این ترکیب در ستارگان پرجرم کنونی کیهان متفاوت اســت. همچنین در ســتارگانی که در آســتانه انفجار ابرنواختری‌اند و نیز در شــرایط برخوردهای سترگ دو ستاره نوترونی. بد نیست بدانید فضای میان‌ستاره‌ای یا فضای اندراختری هم سرشار از انواع گوناگونی از مولکول‌های پیچیده اســت. اخترشناســان این را می‌دانند که نخســتین ســتارگان که به آنها «جمعیت- ۳» می‌گویند از هیدروژن و هلیومی ســاخته شده‌اند که در مهبانگ تولید شده. در نخستین ستارگان هیچ ردی از عنصرهایی همچون کربن و نیتروژن و اکسیژن و آهن دیده نمی‌شود. از آنجایی که اخترشناسان به عنصرهای بالای هلیوم، فلز می‌گویند، بنابراین برای نخستین ستارگان واژه «تهی از فلــز» یا «بی‌فلــز» را بــه کار می‌برند. از آنجایی که اخترشناســان تاکنون هیچ ســتاره بی‌فلز را ندیده‌اند، بنابراین این جمله جســورانه به نظر می‌رســد. اما چنین نیست؛ زیرا مدرک دســت اولی که داریم ترکیب عنصری مهبانگ اســت که فقط هیــدروژن و هلیوم و اندکی لیتیوم داشت که می‌توانست در کارخانه ساخت نخستین ستارگان به کار آید. مابقی عنصرها در کوره مرکزی ســتارگان که به آن هســته یا مغزه هم می‌گویند، ساخته شده اســت. به زبان اخترشناسی، فلزات در ستارگان نســل دوم و سوم ساخته می‌شوند. پس جان کلام اینکه نخستین ستارگان بی‌فلز بودند و این بر شکفتی آنها می‌افزاید. نکته‌ای را هم باید بیفزایم. ستارگان باستانی، الزاما نخستین ستارگان نیستند. در همین کهکشان راه شیری خودمان ستارگانی را یافته‌ایم که عمری چندمیلیاردساله دارند و حتی گاهی چنین به نظر می‌رسد که به اندازه خود گیتی کهنســال‌اند. اما این ستارگان از دســته نخستین ستارگان نیستند، چون بیناب‌سنجی از آنها نشان داده که در ترکیب‌شان فلز، به معنایی که اخترشناسان به کار می‌برند، دیده شده است.

جرم نخستین ستارگان چقدر بوده است؟

جرم ستارگان یکی از شاخص‌های مهم آنان است. درواقع زیروبزر رندگی ســتارگان به جرم آنها بســتگی مســتقیم دارد. جرم ستارگان تعیین‌کننــده آهنگ تولید انــرژی، طول عمر و روند دگرگشتی‌شــان اســت. جرم ستارگان به ســه دسته کلی بخش می‌شــود. ستارگان کم‌جرم، ستارگان میان‌جرم و ستارگان پرجرم. البته زیربخش‌هایی هم وجود دارد. برای نمونه در ســتارگان سنگین، چند زیربخش همچون پرجرم، بسیار پرجرم، بسیار بسیار پرجرم و ابرپرجرم و بسیار ابرپرجرم هم داریم. خوب اســت بار دیگر از استاد حیدری‌ملایری یاد کنیم که یکی از کارهای پژوهشــی درخشانش تعیین حد بیشینه جرمی برای رده‌ای از ســتارگان پرجرم بود. جرم نخســتین ستارگان پرابهام است. دلیل این ابهام در دو چیز است؛ نخست اینکه تاکنون هیچ «نخستین ستاره»‌ای را ندیده‌ایم و دیگر اینکه حدهای بالا و پایین جرمی برایشان که برگرفته از شــاخص‌هایی همچون آهنگ مصرف ســوخت است را به خوبی نمی‌دانیم. ســتارگان پرجرم ســوخت خود را خیلی زود می‌سوزانند. برای نمونه، ستاره‌ای که ۶۰ برابر جرم خورشیدی است، تمام ســوخت خود را در کمتر از یک میلیون سال می‌سوزاند. اگر این ستارگان جملگی پرجرم بودند، بنابراین حالا دگر نباید هیچ ردی از آنها باقی مانده باشــد. اما بازه‌های جرمی متفاوت‌اند. در یک بازه جرمیِ کلی می‌توان گفت نخستین ستارگان دست‌کم ۱۰ تا هزار برابر خورشید می‌توانستند جرم داشته باشند! اما اگر بخواهیم کمی محدودیت‌های فیزیکی بیشتری را اعمال کنیم، دست‌کم به بازه ۲۰ تا ۳۰۰ برابری جرم خورشــید می‌رسیم که کماکان عددی بزرگ است. اجازه دهید به این نکته اشاره کنم که بخش مهمی از حد کمینه و بیشینه جرم نخستین ستارگان از دل مدل‌ســازی‌های رایانه‌ای بیرون می‌آید. مدل‌سازی‌ها نشــان می‌دهند که چگونه ابرهای بســیار بزرگ هیدروژن و هلیوم و مــاده تاریک می‌توانند ســرد شــده، دچار رمبش شــوند و در کیهان آغازین، نخســتین ستارگان را بسازند. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهند که برای ســاختن ســتارگان بی‌فلز، در قیاس با ستارگانی که حتی اندکی فلز دارند، مقدار ماده بســیار بیشتری نیاز اســت؛ به همین دلیل هم اخترشناسان به این نتیجه می‌رسند که اساسا نخستین ستارگان کیهان پرجرم بوده‌اند.

نخستین ستارگان چه اندازه داغ و تابان بودند؟

پاسخ کوتاه به این پرسش که نخستین ستارگان کیهان تا چه اندازه داغ و تابان بودند، این اســت: به‌مراتب تابنده‌تر و داغ‌تر از خورشــید. برای اینکه درکی از دمای خورشید داشته باشید، باید بدانید که دمای رویه خورشــید چیزی در حدود پنج‌هزارو ۷۰۰ درجه کلوین اســت و دمای هســته یا مرکز یا مغزه آن که هیــدروژن را به هلیوم می‌گدازد، ۱۵ میلیون درجه کلوین. دما و درخشــندگی ســتاره با جرم آن نسبت مســتقیم دارد. هرچه ستاره پرجرم‌تر باشد، داغ‌تر و درخشان‌تر است. پس هرچه نخستین ســتارگان کیهانی پرجرم‌تر بوده باشد، همان‌قدر داغ‌تــر و تابان‌تر بوده‌اند. برای نمونه، ســتاره‌ای که صــد برابر جرم خورشــیدی است، باید دمای ســطح آن صد هزار درجه کلوین باشد؛ یعنی چیزی در حدود ۱۷ تا ۱۸ برابر دمای سطح خورشید. باید بدانیم که اگر دمای رویه خورشــید تــا چنین اندازه‌ای داغ بــود، روی زمین هرگز زیســت پا نمی‌گرفت. حال به این نکته توجه کنید که ستاره‌ای بــا چنین جرمی و چنان دمای ســطحی، گویی با انــرژی یک میلیون خورشید می‌درخشد و عمرش هم در مقایسه با عمر خورشید، چشم برهم‌زدنی اســت. دما، درخشــندگی و رنگ در ستارگان به هم بسته است. در نخستین ستارگان هم چنین است. گفتیم که دمای سطحی ســتارگان جمعیت- ۳ از مرتبه صد هزار است؛ یعنی ۹۴ هزار درجه بیش از خورشید. هرچه ســتاره داغ‌تر باشد، تابش الکترومغناطیسی هم که گسیل می‌کند، مستقل از اینکه شدتش بیشتر است، پرانرژی‌تر اســت؛ یعنی نخســتین ســتارگان تابش پرانرژی فرابنفش دارند در مقایسه با خورشید که بیشترین امواج گسیلی‌اش در نور مرئی است. دقت کنید که ستارگان همچون جسم سیاه هستند که در بخش‌های گوناگون طیف الکترومغناطیســی تابش دارند، اما در یک طول موج ویژه بیشــینه تابش را دارند. اگر می‌توانســتیم نخســتین ستارگان را ببینیم، آنها را سفید-آبی می‌دیدیم اما چشمان ما هیچ حسی نسبت به تابــش فرابنفش که بیشینه‌شــان بود، نداشــت. کمااینکه درباره خورشید خودمان هم چنین است. اخترشناسان بر این باورند که تابش فرابنفش نخستین ستارگان، یونیزه‌کردن کیهان را بر عهده داشتند.

سرگذشت نخستین ستارگان

بالاتر اشاره کردیم که سرنوشت و سرگذشت (به تمایز این دو واژه دقت کنید) ســتارگان به جرم‌شان بســته است. جرم ستاره شاخصی بسیار مهم است، اما پارامترها یا شاخص‌های دیگری هم نقش خود را ایفــا می‌کنند. از اخترفیزیک ســتاره‌ای می‌دانیم کــه اگر هریک از نخســتین ستارگان هشت‌دهم تا نه‌دهم جرم خورشید را داشتند، باید امروزه ردی از آنها را پیدا می‌کردیم. اما اگر براســاس شبیه‌سازی‌ها و داده‌ها، نخستین ستارگان پرجرم بودند؛ بنابراین عمری کوتاه داشته‌اند و سوخت خود را با آهنگی بالا تمام کرده‌اند. اینکه پس از این مرحله چه اتفاقی بریشــان افتاده، به جرم‌شان بســتگی داشته است. اجازه دهید پیش از آنکه درباره سرنوشــت نخستین ستارگان بگویم، کمی از زایش و مرگ ستارگان شرح دهم. گفتم که ستارگان از ابری آغازین زاده می‌شــوند. آنها پیش از آنکه وارد رشته اصلی شوند، یعنی وارد جایی که برای بازه‌ای طولانی پایدارند و ترازمندی هیدروستاتیک دارند (این را هم بدانید که به هیدروســتاتیک، هیدر-ایســتا هم می‌گویند) از زمــان رمبش ابر آغازین تا ورود به رشــته اصلی را در مســیری که به فاز هایاشــی و خط هایاشی مرســوم است، سپری می‌کنند. سپس هر ســتاره بنا به جرم خود وارد جایی از رشته اصلی می‌شود. سپس، بسته به جرمش با گذشت زمان، از رشته اصلی خارج شده و مسیر را طی می‌کند. پایان کار ستارگان می‌تواند به ابرواره سیاره‌نما، ابرنواختر، ســیاهچاله، ســتاره نوترونی یا کوتوله‌ها منتهی شود. برای نخستین ستارگان هم چنین است. شبیه‌ســازی‌های رایانه‌ای نشان داده‌اند که این دسته از ستارگان جملگی جرم‌هایی بیش از ۱۰ برابر جرم خورشید دارند. از ســوی دیگر می‌دانیم که ســتارگانی با جرم بیش از ۱۰ برابر و کمتر از حدود ۱۴۰ برابر خورشــید، بــه انفجارهای ابرنواختری ختم می‌شــوند. در انفجارهای ابرنواختری ستارگان فلزدار، بقایا یا پسماند ســتاره‌ای می‌تواند ســتاره‌ای نوترونی یا حتی یک ســیاهچاله باشد. همچنیــن مابقی مادّه ســتاره‌ای در فضــای میانِ ســتارگان پراکنده می‌شــوند و به باروری کیهان کمک می‌کنند. اما نخستین ستارگان با جرم در حدود ۳۰۰ برابر خورشید، ممکن است نوع شگفت‌انگیزی از انفجار ابرنواختری را تجربه کنند. چنین انفجاری می‌توانست تک‌تک اجزای سازنده این ستارگان را در تمام جهت‌ها پراکنده سازد، بی‌آنکه پشــت سر آن چیزی باقی بماند، نه سیاهچاله‌ای و نه ستاره نوترونی. تا اینجا تنها نشانه‌ای که این ستارگان را می‌توان ردیابی کرد، در ترکیب ســتارگان نســل بعدی است که از بقایا یا پســماند نخستین ستارگان ساخته شده باشند. باید به نکته دیگری هم توجه کنیم. ممکن است برخی از نخســتین ستارگان به یک سیاهچاله برُمبند و بنابراین ردی از خود بر جای نگذارند؛ اما اینها جور دیگری بر ساختار کیهان و ساختار کهکشــان‌ها اثر می‌گذارند. این ســیاهچاله‌های برآمده از نخســتین ستارگان ممکن اســت بذر سیاهچاله‌های ابرپرجرم مرکز کهکشان‌ها باشند. موضوعی که پژوهش‌های پیش‌رو با کمک داده‌های جیمز وب آشکار خواهد کرد.

آیا خواهیم توانست نخستین ستارگان را سرراست مشاهده کنیم؟

پاســخ کوتاه این پرسش چنین اســت: با وجود تلسکوپ فضایی جیمــز وب و کمی خوش‌شانســی، بله. تا پیــش از جیمز وب، تنها نشانه‌های ما برای یافتن نخستین ستارگان ردپاهایی بود که بر جای گذاشــته‌اند. ترکیب شیمیایی‌شان در دیگر ســاختارهای کیهانی، اثر تابش یونیده آنها بر گاز آغازین گیتی و حتی بقایای سیاهچاله‌ای‌شان. حتی اگر نخستین ســتارگان دیگر وجود هم نداشــته باشند، امکان دیدن‌شان با وجود جیمز وب شدنی است. تلسکوپی همچون هابل به ما این امکان را داد تا میلیاردها ســال نوری پیش کیهان را ببینیم، یعنی در زمان ســفر کنیم و اجرامی را که شــاید امروز وجود ندارند، ببینیم. حالا جیمز وب این برتری را دارد که می‌تواند تابش فروسرخ بســیار نزار و کم‌توان را ردیابی کند. بالاتر گفتم که بیشــترین تابش نخستین ســتارگان در بخش فرابنفش بوده است، اما انبساط جهان آن را به ســمت فروسرخ سوق داده، جایی که چشمان تیزبین جیمز وب می‌بیند. اما این نکته را از یاد نبریم که مشاهده نخستین ستارگان کاری بسیار دشوار است. یعنی دیدن یک کهکشان کم‌فروغ باستانی و دوردســت به‌مراتب از دیدن یک ســتاره باســتانی آسان‌تر است؛ بنابراین داده‌های جیمز وب باید با فنون رایانشــی آمیخته شــوند و از دل جیمــز وب و شبیه‌ســازی بتوانیم به پرتره‌ای زیبا از نخســتین ســتارگان کیهان دســت یابیم. اجازه دهید به مشــکل دیگری هم اشاره کنم که جیمز وب و اخترشناسان با آن روبه‌رو هستند. بی‌شک حالا با داشــتن جیمز وب و نیز تلســکوپ‌های نســل بعدی، دیدن کهکشــان‌های باســتانی که دربردارنده ستارگان نســل اول هستند، کار شــدنی اســت و تاکنون هم پرتره‌های زیبایی ثبت شده است اما مسئله اینجاســت که ما نور کلی یک کهکشان را می‌بینیم و سپس از آن درباره ســتارگانش نتیجه‌گیری می‌کنیم. ستارگان در کهکشان هم هریک در مرحله‌ای از چرخه زندگی‌شان هستند. حتی اگر در آن کهکشــان‌ها ستارگان بی‌فلز هم باشــند، ممکن است غبار ستاره‌ای فلزی پراکنده در کهکشــان باشد. یک دشــواری دیگر هم داریم. در کیهان در بســیاری از وقت‌ها، امواج و پرتوها جذب می‌شوند. برای نمونه فضای اندر-اختری یا گازهای موجود در پیرامون یک ســتاره، می‌توانند فراخــور نوع گاز، بخش‌هایی از تابــش را جذب کنند. در مشاهده نخستین ســتارگان هم چنین است. مه یا پرسون‌تر بگوییم، مه‌گاز ساخته‌شده از هیدروژن خنثی که در زمان شکل‌گیری نخستین ستارگان، کیهان را پر کرده بود، تابش فرابنفش این ستارگان را جذب می‌کند و مســئله اینجاســت که تا وقتی این تابــش تعداد اتم‌های کافی را یونیده نکند، امکان دیدن این ســتارگان دشوار خواهد بود. با تمام این گفته‌ها، با داشــتن جیمز وب، با داشتن توان رایانشی و نیز فنون جدید مشــاهده‌ای می‌توانیم نخستین ستارگان را ببینیم. یکی از روش‌های خوبی که در اختیار داریم، روش «عدســی گرانشــی» است. عدسی گرانشــی یکی از پیش‌بینی‌های نسبیت اینشتین است که می‌گوید یک اجرام آســمانی همچون خوشــه‌ها یا کهکشان‌ها که پرجرم‌انــد، می‌توانند برای اجرام کم‌فروغ و دوردســت پشــت سرشــان همچون عدسی عمل کنند و سبب شــوند تا روی زمین یا در تلسکوپ‌های فضا-پایه، تصویرشان را ببینیم. چه‌بسا خوش‌اقبال باشــیم و جیمز وب بتواند عدســی گرانشی‌ای را شکار کند که پشت سر آن نور باستانی نخســتین ستارگان باشد. ممکن است جیمز وب بتواند انفجار درخشــان یک ستاره از جمعیت-۳ را در پایان عمرش ببیند. یا ممکن اســت مشاهده‌هایی به دســت آوریم که نشان دهد جرم کمینه نخســتین ســتارگان می‌تواند کمتر باشــد، به این معنا که شــاید نخستین ســتاره‌ای باشــد که در مراحل پایانی عمرش در کهکشــانی باشــد. نکته پایانی اینکه، جیمز وب هم به لحاظ نظری و هم از دریچه مشــاهده‌ای افق جدیدی را درباره نخستین ستارگان خواهد گشود. نخستین ستارگان گیتی برای ما پاسخ پرسش‌هایی را درباره گیتی، دگرگشــت ستارگان، ستاره‌سازی و ستاره‌زایی، همچنین دســتاوردهایی در اخترفیزیک هســته‌ای را به ارمغان خواهد آورد. با امید اینکه اخترشناســان ایرانی هم بتواننــد در این پژوهش‌های جهانی همکاری نزدیک داشته باشند.