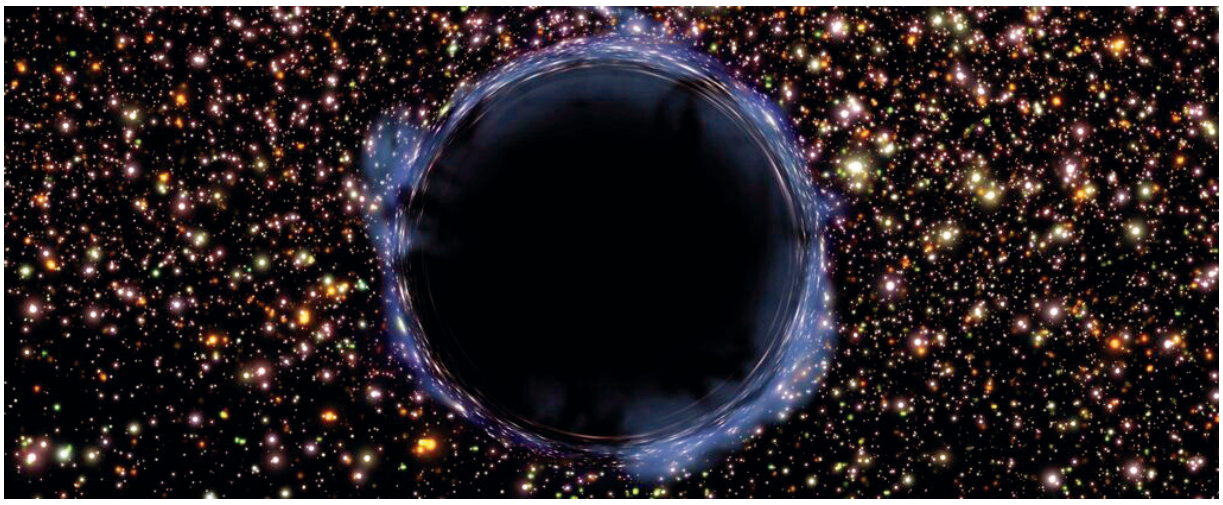

نتیجه عجیبی که فیزیک‌دانان از یک شبیه‌سازی در آزمایشگاه به‌دست آوردند

آنها چگونه همه‌چیز را می‌بلعند

فیزیک‌دانان یک سیاه‌چاله را در آزمایشگاه شبیه‌سازی کردند و یک اتفاق عجیب رخ داد: سیاه‌چاله شروع به تابش کرد.

به گزارش وب‌سایت ساینس الرت، تیمی از فیزیک‌دانان در سال ۲۰۲۲ معادل چیزی را که ما تابش هاوکینگ می‌نامیم مشاهده کردند: ذرات ناشی از اختلالات در نوسانات کوانتومی ناشی از شکست سیاه‌چاله در فضا-زمان.

آنها می‌گویند که این می‌تواند به حل تنش بین دو چارچوبِ در حال حاضر آشتی‌ناپذیر برای توصیف جهان کمک کند: یکی نظریه نسبیت عام که رفتار گرانش را به‌عنوان یک میدان پیوسته به نام فضا-زمان توصیف می‌کند و دیگر، مکانیک کوانتومی که رفتار ذرات گسسته را با استفاده از ریاضیات احتمالات توصیف می‌کند. برای رسیدن به تئوری یکپارچه گرانش کوانتومی که بتوان آن را به‌صورتی جهان‌شمول به کار برد، این دو نظریه غیرقابل امتزاج باید راهی پیدا کنند تا به‌نحوی با هم کنار بیایند. اینجاست که پای سیاه‌چاله‌ها به میان می‌آید؛ شاید عجیب‌ترین پدیده کیهانی که می‌شناسیم. سیاه‌چاله‌ها به قدری چگال هستند که در فاصله معینی از مرکز جرم‌شان، حتی نور هم با آن سرعت بالا قادر به گریز نیست. این فاصله که بسته به جرم سیاه‌چاله متغیر است، افق رویداد نامیده می‌شود. هنگامی که چیزی از این مرز عبور کند، فقط می‌توانیم اتفاقی را که می‌افتد تصور کنیم، زیرا دیگر هیچ‌کس از سرنوشت آن مطلع نخواهد شد. اما در سال ۱۹۷۴، «استیون هاوکینگ» پیشنهاد کرد که وقفه در نوسانات کوانتومی ناشی از افق رویداد، منجر به‌نوعی تابش، بسیار شبیه به تابش گرمایی می‌شود.

اگر این تشعشعات هاوکینگ وجود داشته باشد، آن‌قدر ضعیف است که ما هنوز نمی‌توانیم آن را در مقیاس کیهانی تشخیص دهیم، اما می‌توانیم خواص آن را با ایجاد آنالوگ‌های سیاه‌چاله در آزمایشگاه بررسی کنیم. این کار قبلا انجام شده بود، اما در نوامبر ۲۰۲۲ تیمی به رهبری «لوته مرتنز» از دانشگاه آمستردام در هلند چیز جدیدی را امتحان کردند. در این آزمایش، یک زنجیره یک‌بعدی از اتم‌ها به‌عنوان مسیری برای الکترون‌ها برای «پرش» از یک موقعیت به موقعیت دیگر عمل می‌کرد. فیزیک‌دانان می‌توانند در چنین شرایطی، نوعی افق رویداد ایجاد کنند که با ماهیت موجی مانند الکترون‌ها تداخل داشته باشد.

به گفته این تیم تحقیقاتی، اثر این افق رویداد آزمایشگاهی، باعث افزایش دما شد که با انتظارات نظری از یک سیستم سیاه‌چاله معادل خود مطابقت داشت؛ اما تنها زمانی که بخشی از زنجیره فراتر از افق رویداد گسترش یابد. این می‌تواند به این معنا باشد که درهم‌تنیدگی ذراتی که در افق رویداد قرار دارند، در تولید تشعشعات هاوکینگ مؤثر است.

تشعشعات هاوکینگ شبیه‌سازی‌شده فقط برای طیف خاصی از دامنه‌های پرش حرارتی بود و با شبیه‌سازی‌هایی شروع شد که با تقلید از نوعی فضا-زمان «مسطح» در نظر گرفته می‌شد. این نشان می‌دهد که تابش هاوکینگ ممکن است فقط در محدوده‌ای از موقعیت‌ها و زمانی که تغییری در پیچ و تاب فضا-زمان به‌دلیل گرانش وجود دارد، تابش گرمایی باشد. معلوم نیست که این برای گرانش کوانتومی چه معنایی دارد، اما این مدل راهی برای مطالعه ظهور تابش هاوکینگ در محیطی ارائه می‌کند که تحت تأثیر دینامیک تشکیل یک سیاه‌چاله نیست. به گفته محققان، از آنجا که سیستم بسیار ساده است، می‌توان آن را در طیف وسیعی از مجموعه آزمایش‌ها به کار برد.

این تحقیق در «Physical Review Research» منتشر شده است.

سیاه‌چاله‌ها از چیزی که فکر می‌کردیم به ما نزدیک‌ترند!

دانشمندان می‌گویند: احتمالا سیاه‌چاله‌ها بسیار نزدیک‌تر از آنچه تصور می‌کردیم در کمین زمین باشند. کهکشان راه شیری باید مملو از سیاه‌چاله‌های کوچک باشد. تخمین زده می‌شود که در گوشه و کنار کهکشان، سیاه‌چاله‌هایی با جرم ستاره‌ای ۱۰میلیون تا یک میلیارد کمین کرده باشند. چون معمولا نمی‌توانیم آنها را ببینیم (مگر اینکه فعال باشند)، قادر نیستیم سرشماری‌شان کنیم. همچنین نمی‌دانیم که آنها کجای کهکشان راه شیری هستند. ما فقط از حدود ۲۰ سیاه‌چاله با جرم ستاره‌ای در کهکشان راه شیری خبر داریم که نزدیک‌ترین آنها به زمین در فاصله ۱۵۶۵ سال نوری از ما قرار دارد. یک مطالعه جدید نشان می‌دهد که آنها می‌توانند از آنچه قبلا فکر می‌کردیم بسیار به ما نزدیک‌تر باشند. با تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی خوشه قلائص (گروهی از ستارگان که در فاصله ۱۵۰ سال نوری از ما قرار دارند) تیمی از ستاره‌شناسان دریافته‌اند که ممکن است ۲ یا ۳ سیاه‌چاله جرم ستاره‌ای در آن پنهان شده باشند. استفانو تورنیامنتی، اخترفیزیک‌دان از دانشگاه پادوآ در ایتالیا می‌گوید: «شبیه‌سازی‌های ما تنها درصورتی می‌تواند با جرم و اندازه قلائص مطابقت داشته باشد که در مرکز خوشه (دست کم تا همین اواخر) سیاه‌چاله‌هایی وجود داشته باشند.» قلائص که با چشم غیرمسلح در آسمان شب در صورت فلکی برج ثور قابل مشاهده است، به‌عنوان یک خوشه باز شناخته می‌شود (گروهی از ستارگان که ویژگی‌های مشابهی دارند و با هم در فضا در یک حباب گرانشی در حال حرکت هستند.) هر خوشه ستاره‌ای باز خانواده‌ای از ستارگان خواهر و برادر است که همگی از یک ابر مولکولی عظیم متولد شده‌اند و قبل از اینکه در نهایت هر کدام راه خود را بروند، با هم می‌چرخند. انتظار می‌رود که در این محیط های پر تراکم، ستاره‌ها با سرعتی بالاتر از آنچه در محیط های ستاره‌ای کم‌جمعیت می‌بینید، موجب حرکت یکدیگر شوند و در نتیجه نرخ بالاتری از برخورد و ادغام به‌وجود می‌آید. ستاره‌شناسان پیش‌بینی می‌کنند که در قلب خوشه‌های ستاره‌ای، سیاه‌چاله‌هایی را می‌توان یافت که محصول نهایی این فعل و انفعالات هستند. ما نشانه‌هایی از آنها را در انواع دیگر خوشه‌ها دیده‌ایم، اما چون سیاه‌چاله‌ها هیچ نوری از خود ساطع نمی‌کنند مگر اینکه به‌طور فعال در حال بلعیدن ستاره‌ها باشند، یافتن آنها یک چالش است. محققان قادر به شناسایی مکان‌های دقیق نبودند، اما می‌گویند این یافته نشان می‌دهد که قلائص، حاوی نزدیک‌ترین سیاه‌چاله‌ها به منظومه شمسی است که بیش از ۱۰ برابر نزدیک‌تر از گزینه قبلی است. واضح است که ما در معرض هیچ خطری از جانب آنها نیستیم و محققان دریافتند که بیشترین سرعت حرکت این سیاه‌چاله‌ها ۳ کیلومتر در ثانیه است و حتی اگر آنها در جهت ما سفر کنند، زمان بسیار زیادی طول می‌کشد تا به اینجا برسند.

کشف دورترین در پرتو ایکس

اخترشناسان با ترکیبی از اطلاعات به‌دست آمده از «رصدخانه پرتو ایکس چاندرا» و «تلسکوپ فضایی جیمز وب»، دورترین سیاه‌چاله را در پرتو ایکس کشف کردند. به گزارش ناسا، این سیاه‌چاله که پیش‌تر هرگز مشاهده نشده بود، در مراحل نخستین رشد قرار دارد و در این دوره، جرم آن مشابه کهکشان میزبان است. این گروه توانسته‌اند نشانه‌ای از یک سیاه‌چاله در حال رشد را ۴۷۰ میلیون سال پس از انفجار بزرگ پیدا کنند. نکته مهم اینجاست که داده‌های تلسکوپ فضایی جیمز وب مشخص کرد که کهکشان بسیار دورتر از خوشه و در فاصله ۱۳/۲ میلیارد سال نوری از زمین قرار دارد. بیش از ۲ هفته مشاهده با چاندرا، وجود گاز شدید و فوق‌گرم و پرتو ایکس را در این کهکشان نشان داد که علامتی برای وجود یک سیاه‌چاله بزرگ در حال رشد محسوب می‌شود. نور کهکشان و پرتوهای ایکس در اطراف سیاه‌چاله بزرگ آن توسط ماده مداخله‌گر در آبل ۲۷۴۴ به‌دلیل همگرایی گرانشی تقریبا ۴ برابر می‌شوند، سیگنال مادون قرمز شناسایی‌شده توسط وب را تقویت می‌کنند و به چاندرا این امکان را می‌دهند تا منبع کم‌نور پرتو ایکس را شناسایی کند. محدودیت‌های فیزیکی در مورد سرعت رشد سیاه‌چاله‌ها پس از تشکیل‌شدن وجود دارد، اما سیاه‌چاله‌هایی که پرجرم‌تر متولد می‌شوند، آغاز مطلوبی دارند؛ درست مثل کاشت نهالی که رشد آن برای تبدیل‌شدن به درخت به زمان کمتری در مقابل با رشد از یک دانه است. براساس درخشندگی و انرژی پرتو ایکس این سیاه‌چاله، جرم آن بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون خورشید تخمین زده شده است. این محدوده جرمی مشابه همه ستارگان موجود در کهکشان محل زندگی آن است و در تضاد کامل با سیاه‌چاله‌های مرکز کهکشان‌های جهان مجاور به‌شمار می‌رود که معمولا تنها حدود یک دهم درصد از جرم ستاره‌های کهکشان میزبان آنها را شامل می‌شود.

جرم بزرگ سیاه‌چاله در سنین جوانی، به‌علاوه مقدار پرتو ایکس که تولید می‌کند و روشنایی کهکشان که توسط جیمز وب شناسایی شده است، همگی با پیش‌بینی‌های نظری مطابقت دارند که در سال ۲۰۱۷ توسط «پریامووادا ناتاراجان» پژوهشگر «دانشگاه ییل» ارائه شد. این پیش‌بینی‌ها در مورد سیاه‌چاله بسیار بزرگی بودند که مستقیما از فروپاشی ابر بزرگ گازی تشکیل شده است.

پژوهشگران قصد دارند از این شواهد و نتایج دیگری که داده‌های جیمز وب و تلسکوپ‌های دیگر در آنها ترکیب می‌شوند، برای ترسیم کردن تصویر بزرگ‌تری از کیهان اولیه استفاده کنند.

«تلسکوپ فضایی هابل» پیش‌تر نشان داده بود که نور کهکشان‌های دور توسط ماده در خوشه کهکشانی مداخله‌گر تشدید می‌شود. یافته‌های هابل، بخشی از انگیزه رصدهای جیمز وب و چاندرا را که در این پژوهش توضیح داده شده است، فراهم می‌کند.