



چه چیزی در انتهای سیاهچاله‌ها پنهان شده است؟

سیاهچاله‌ها اجرام شگفت‌انگیزی هستند که مدت‌ها فکر دانشمندان را مشغول کرده‌اند ...

سیاه چاله‌ها اجرام شگفت‌انگیزی هستند که مدت‌ها فکر دانشمندان را مشغول کرده‌اند و موضوع بسیاری از پژوهش‌های علمی به شمار می‌روند. یکی از پرسش‌های مهم در مورد سیاه چاله‌ها این است که چه چیزی در انتهای این اجرام شگفت‌انگیز پنهان شده است.

به گزارش ایسنا، سیاه چاله یک جرم فضایی با گرانش بسیار قوی است که حتی نور یا سایر امواج الکترومغناطیسی نمی‌توانند از آن فرار کنند. دلیل چنین جاذبه قوی این است که ماده در فضای کوچکی فشرده می‌شود. این اتفاق می‌تواند زمانی رخ دهد که یک ستاره در حال مرگ باشد و مرکز آن تحت گرانش قرار بگیرد.

سیاه چاله‌ها نامرئی هستند زیرا نور نمی‌تواند از آنها خارج شود. دانشمندان از تلسکوپ‌های فضایی دارای تجهیزات ویژه برای کشف کردن سیاه چاله‌ها استفاده می‌کنند. تجهیزات ویژه تشخیص می‌دهند که ستاره‌های موجود در نزدیکی یک سیاه چاله چگونه رفتاری متفاوت از سایر ستاره‌ها دارند.

سیاه چاله‌ها به عنوان منابع گرانشی شدید عمل می‌کنند که گرد و غبار و گاز اطراف و همچنین سیارات و حتی سایر سیاه چاله‌ها را به سوی خود می‌کشند. آنها اغلب به عنوان هیولاهای مخرب توصیف می‌شوند زیرا ستاره‌ها و هر چیزی که خیلی به آنها نزدیک شود، فرومی‌پاشد و نور نیز در آنها اسیر می‌شود. سیاه چاله‌ها در سراسر کیهان پراکنده شده‌اند و می‌توانند به فروپاشی ستاره‌ها و سیاره‌ها منجر شوند. اگرچه دانشمندان درک ما را در مورد سیاه چاله‌ها به تدریج و به طرز چشمگیری بهبود بخشیده‌اند اما این اجرام هنوز مرموز باقی مانده‌اند زیرا نور نمی‌تواند از یک سیاه چاله فرار کند و به همین دلیل نمی‌توان آنها را مستقیماً با تلسکوپ مشاهده کرد.

برای درک بهتر آنچه در انتهای سیاه چاله وجود دارد، ابتدا لازم است دو بخش اساسی یک سیاه چاله را مورد بررسی قرار دهیم. افق رویداد

«افق رویداد» (Event Horizon)، نقطه بی بازگشت در یک سیاه چاله است. این یک نقطه مرزی برای مشخص کردن لبه بیرونی سیاه چاله است که فراتر از آن هیچ چیز حتی نور نمی‌تواند از کشش گرانشی فرار کند. به عبارت ساده، این یک مرز یک طرفه برای به دام انداختن نور سیاه چاله است که از محتویات درون آن محافظت می‌کند. همچنین افق رویداد، مرز بین جهان ما و تکنیکی سیاه چاله را مشخص می‌کند.

افق رویداد به عنوان یک دروازه بان کیهانی موثر برای سیاه چاله عمل می‌کند که ما را از دیدن اسرار داخلی آن باز می‌دارد. درک کردن سیاه چاله‌ها و نحوه تعامل آنها با محیط اطرافشان بسیار مهم است. تکنیکی

در انتهای سیاه چاله، یک نقطه گرانش شدید وجود دارد که به عنوان «تکنیکی» (singularity) شناخته می‌شود. تکنیکی، ناحیه‌ای است که در آن تمام ماده و انرژی در یک نقطه بی نهایت کوچک فشرده می‌شوند و مشاهده مستقیم را غیرممکن می‌سازند. تکنیکی در یک سیاه چاله، ناحیه بسیار متراکمی در مرکز آن است. گرانش بسیار قوی، فضا، زمان، انرژی و ماده را به حدی فشرده می‌سازد که حتی نور نیز نمی‌تواند از آن فرار کند. در تکنیکی سیاه چاله‌ها، قوانین فیزیک احتمالاً شکسته می‌شوند.

اعتقاد بر این است که تکنیکی‌ها نقاط بسیار کوچک با چگالی بی نهایت هستند اما اندازه دقیق آنها هنوز یک راز باقی مانده زیرا به دلیل نیروی گرانشی بسیار زیاد آنها، هیچ بررسی یا مشاهده‌ای امکان‌پذیر نیست. دانشمندان سخت تلاش می‌کنند تا درک بهتری را در مورد آنچه در تکنیکی‌ها اتفاق می‌افتد، ارائه دهند و با توصیف بهتر آنچه در مرکز سیاه چاله رخ می‌دهد، یک نظریه کامل را ایجاد کنند.

اثر اسپاگتی

«اثر اسپاگتی» (Spaghettification) زمانی رخ می‌دهد که یک جرم نجومی مانند یک ستاره یا سیاره به افق رویداد یک سیاه چاله خیلی نزدیک شود. با نزدیک شدن به تکنیکی سیاه چاله، گرانش شدید جرم را به سوی خود می‌کشد و آن را مانند رشته‌های بلند و نازک اسپاگتی در هم می‌شکند.

نیروی گرانشی شدید سیاه چاله‌ها باعث ایجاد اثرات جزر و مدی می‌شود که اثر اسپاگتی را به همراه دارند. به عنوان مثال، هنگامی که یک جرم در حال سقوط کردن به داخل سیاه چاله است، در جهت سقوط کشیده می‌شود اما در جهت عمود فشرده می‌شود. در نتیجه، جرم به صورت بلند و نازک تغییر شکل می‌دهد و مانند رشته‌های اسپاگتی کشیده می‌شود.

سیاه چاله‌ها آن قدر قوی هستند تا هر چیزی از جمله گاز، غبار، سیاره‌ها، ستاره‌ها یا حتی یک مسافر فضایی فرضی را که خیلی به آنها نزدیک شود، به سوی خود بکشند و بر آن تأثیر بگذارند. تأثیر دقیق یک سیاه چاله به جرم آن بستگی دارد که می‌تواند به طور چشمگیری متفاوت باشد. سیاه چاله‌ها می‌توانند مینیاتوری یا کلان جرم باشند و جرم آنها ممکن است از ده‌ها تا

میلیاردها برابر جرم خورشید ما متغیر باشد. اگرچه گرانش سیاه چاله به خودی خود عجیب نیست اما وقتی یک جرم خیلی به آن نزدیک شود، همه چیز تغییر می کند؛ به این معنی که جرم آن قدر به سیاه چاله نزدیک شده است که دیگر نمی تواند یک مدار پایدار را در اطراف این جرم بزرگ حفظ کند.

چیزی که سیاه چاله ها و قدرت گرانشی آنها را متمایز می کند، چگالی شدید آنهاست. اگرچه اجرامی به اندازه برخی از سیاه چاله ها وجود دارند اما چگالی آنها یکسان نیست. برخی از سیاه چاله ها کلان جرم هستند اما این جرم در ناحیه کوچک تری متمرکز شده است و چگالی بالایی را ایجاد می کند که حداکثر نیروی گرانش سیاه چاله را با اجازه دادن به اجرام برای نزدیک شدن به آن افزایش می دهد.

هنگامی که یک جرم خیلی به سیاه چاله نزدیک شود، نیروهای جزر و مدی را تجربه می کند. به دلیل چگالی شدید یک سیاه چاله، اجرامی که در مجاورت آن قرار دارند، گرانش شدید و در نتیجه نیروهای جزر و مدی شدید را تجربه خواهند کرد که حتی می توانند به فروپاشی جرم منجر شوند.

با نزدیک شدن یک جرم به افق رویداد سیاه چاله، اثرات همچنان تشدید می شوند. این نقطه بی بازگشت یا مرزی که سیاه چاله را احاطه کرده است، اجازه نمی دهد هیچ چیز حتی نور از آن خارج شود. برای هر جرمی که در سیاه چاله سقوط می کند، قسمت نزدیک تر به سیاه چاله، کشش گرانشی قوی تری را نسبت به قسمت دورتر احساس خواهد کرد. این تفاوت در کشش گرانشی، با نزدیک تر شدن جرم به افق رویداد افزایش می یابد. تفاوت در کشش گرانشی، به سیاه چاله ها منحصر نیست اما چگالی شدید آنها یک اثر شدید را ایجاد می کند. این اثر اساسا با نزدیک تر شدن جرم به سیاه چاله افزایش می یابد و به آن یک شکل بلند و نازک می دهد.

نظریه «نسبیت عام» می گوید ماده و انرژی که به سیاه چاله وارد می شوند، تا نقطه ای با چگالی بی نهایت در تکنیکی فرومی پاشند. این بدان معناست که هر چیزی از جمله نور وقتی به سیاه چاله وارد می شود، نمی تواند از آن فرار کند و همین ویژگی، تکنیکی را عملا به نقطه ای بدون بازگشت تبدیل می کند.

تکنیکی ها نقاط بسیار کوچک با چگالی بی نهایت هستند اما اندازه دقیق آنها هنوز یک راز باقی مانده زیرا به دلیل نیروی گرانشی بسیار زیاد آنها، هیچ بررسی یا مشاهده ای امکان پذیر نیست. در هر حال، مفهوم آنچه در انتهای سیاه چاله نهفته است، هنوز موضوع بحث های شدید بین فیزیک دانان به شمار می رود و هیچ توافق روشنی در مورد اینکه تکنیکی واقعا چه چیزی را نشان می دهد، وجود ندارد. برخی از نظریه ها نشان می دهند که تکنیکی ممکن است یک وجود فیزیکی واقعی نباشد، بلکه حله ای از یک ناقص، ما در مه، د قهوان، فینک در مقیاس های بسیار که حک باشد. آنچه دیده می شود، قرص در این عکس، حلقه بزرگی از نور در اطراف یک فضای خالی سیاه قرار گرفته است و می درخشد. آنچه دیده می شود، قرص

برافزایشی است که از نور میلیاردها خورشید تشکیل شده اما چیزی در قلب سیاه چاله دیده نمی شود و یکی از بزرگترین اسرار علم مدرن در همین جا وجود دارد.

اگرچه ما امروز یک عکس از سیاه چاله داریم اما باید به این پرسش خارق العاده پاسخ بدهیم که در انتهای سیاه چاله چیست. وجود یک سیاه چاله معمولا تنها از طریق تأثیراتی که گرانش آن بر محیط مجاور دارد، استنباط می شود. از میان تمام اجرام موجود در فضا، سیاه چاله ها شاید مرموزترین نمونه باشند. در سطح اولیه، ما می دانیم سیاه چاله ها اساسا نور مجاور را جذب می کنند که آنها را در بیشتر موارد نامرئی می سازد. این بدان معناست که وجود یک سیاه چاله معمولا تنها از طریق تأثیراتی که گرانش آن بر محیط مجاور دارد، استنباط می شود.

«جان میچل» (John Michell) دانشمند انگلیسی، برای اولین بار این ساختارهای باورنکردنی را در سال ۱۷۸۳ نظریه پردازی کرد اما این مفهوم در آن زمان آن قدر عجیب بود که نادیده گرفته شد تا اینکه «آلبرت اینشتین» (Albert Einstein) بیش از یک قرن بعد، پژوهش های خود را آغاز کرد. حتی در آن زمان نیز زیاد به این مفهوم پرداخته نشد؛ تا این که در دهه ۱۹۶۰ نام سیاه چاله به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت.

امروز هم سیاه چاله ها هنوز برای ذهن های مدرن چندان معنا ندارند و وقتی می پرسیم در مرکز یا تکنیکی هایشان چیست، حتی مطمئن ترین معادلات ما در هم می ریزند. این موضوع به اندازه ای پیچیده است که حتی مفاهیم مرکز یا انتهای یک سیاه چاله را نمی توان به معنای واقعی کلمه در نظر گرفت. نسبیت عام به ما می گوید جرم زیادی درون سیاه چاله ها متمرکز شده است که در واقع فضا-زمان را بی نهایت تاب می دهد تا یک حفره بی پایان را در بافت فضا ایجاد کنند. بنابراین براساس تفکر کنونی، در واقع هرگز نمی توان به انتهای سیاه چاله رسید. در هر حال، این به هیچ وجه یک پرونده بسته نیست و دانش ما همیشه در حال تغییر کردن است.

چیزی که در قلب یک سیاه چاله قرار دارد، پیچیده تر از گفتن عبارت «این یک تکنیکی است» محسوب می شود. براساس یکی از رویکردها، وقتی فضا-زمان را در نظر می گیریم، باید پرسیم که با چه نوع تکنیکی سروکار داریم و این تکنیکی مکانی است یا زمانی. تکنیکی های فضایی یا «فضا مانند» متفاوت از همتایان زمانی یا «زمان مانند» خود عمل می کنند. در یک تکنیکی فضایی، ماده به محض رسیدن به افق رویداد به دام می افتد و در این نقطه به معنای واقعی کلمه، آینده ای از منظر زمانی ندارد و دیگر وجود ندارد. در یک تکنیکی زمانی، اگرچه افق-ماده پس از رویداد دوباره به دام می افتد اما حضور آن در زمان ادامه می یابد و بدین ترتیب، ماده همچنان تا حدودی وجود دارد.

جریان اصلی تر به سمت سیاه چاله ها منحرف می شود که دارای تکنیکی فضایی هستند. این موضوع برای دهه ها به همین صورت مطرح می شد اما اخیرا پرسش هایی مطرح شده اند. از یک سو، تکنیکی های زمانی ممکن است بسیاری از مشکلات پیرامون سیاه چاله ها را حل کنند و آنها را از مناطق مرده که ما به طور کلیشه ای تصور می کنیم، به چیزی بسیار زنده تر و شاید

حتی به یک نیروی خلاق تبدیل کنند. خود تکینگی های زمانی نیز احتمالا بسیار بیشتر قابل مشاهده خواهند بود اما در حال حاضر ما می دانیم که سیاه چاله ها این طور نیستند. شاید این موضوع فقط مربوط به زمان باشد اما تا رسیدن به پاسخ، تحقیقات ادامه خواهند داشت.

از سوی دیگر، برخی معتقدند که ممکن است تمرکز زیاد روی تکینگی ها در آغاز کار اشتباه باشد و شاید چیز دیگری وجود داشته باشد که در اعماق سیاه چاله پنهان شده است. برخی تا آنجا پیش می روند که می گویند کل نظریه ما در مورد سیاه چاله ها ممکن است اشتباه باشد. ما می دانیم که این اجرام دقیقا با بیشتر نظریه های کنونی ما در مورد زندگی، جهان و سایر موضوعات مطابقت ندارند اما یک فرضیه که توسط فیزیک دانان «پاول مازور» (Pawel Mazur) و «امیل موتولا» (Emil Mottola) ارائه شده است، نشان می دهد این موضوع به این دلیل است که سیاه چاله ها در واقع سیاه چاله به آن مفهومی نیستند که ما در حال حاضر درک می کنیم. در عوض، مازور و موتولا معتقدند که آنها یک جرم فضایی بزرگ دیگر به نام «گرت اختر» (Gravastar) هستند. در یک گرت اختر، ماده از افق رویداد و فراتر از دید ما می گذرد اما از آنجا به درون نمی افتد، بلکه توسط انرژی تاریک دفع می شود و در اطراف هسته گرت اختر قرار می گیرد. یک گرت اختر از دور دقیقا مشابه سیاه چاله به نظر می رسد اما چیز متفاوتی درون آن وجود دارد و شاید مانند سیاه چاله یک انتها در آن برای رسیدن وجود داشته باشد. به جای تکینگی های بی پایان، گرت اخترها مخازنی از انرژی تاریک را در خود جای داده اند. بنابراین، انرژی تاریک اغلب به عنوان پاسخی برای پرسش های پاسخ ناپذیر مطرح می شود زیرا آن نیز برای ما یک راز باقی مانده است.

در یک گرت اختر، ماده از افق رویداد و فراتر از دید ما می گذرد اما از آنجا به درون نمی افتد، بلکه توسط انرژی تاریک دفع می شود و در اطراف هسته گرت اختر قرار می گیرد. اگرچه ماده برای ما دیگر گم شده است اما برای جهان هنوز وجود دارد. نکته مهم این است که تا به امروز، این نظریه به طور گسترده مورد حمایت قرار نگرفته اما همچنان یک احتمال جذاب است و به این نکته اشاره می کند که شاید روزی به اکتشافاتی در مورد سیاه چاله ها دست پیدا کنیم که درک ما را در مورد فیزیک کاملا تغییر دهند. برخی از دانشمندان نظریه های کاملا متفاوتی را در مورد نحوه عملکرد خود جهان ارائه می کنند تا توضیح دهند که چگونه یک سیاه چاله می تواند در آن وجود داشته باشد. «گرانش کوانتومی حلقه ای» (Loop Quantum Gravity) یکی از این نظریه هاست و تلاش می کند با بیان این که جهان در واقع از حلقه های کوچک در فضا-زمان ساخته شده است، یک نظریه در مورد گرانش کوانتومی بسازد.

نظریه «گرانش کوانتومی حلقه ای» می گوید که جهان در واقع از حلقه های کوچک در فضا-زمان ساخته شده است. اگر این درست باشد، پیامدهای بسیار دیگری نیز وجود دارد اما برای سیاه چاله ها به این معناست که در انتهای آنها چیزی به نام «ستاره پلانک» (Planck Star) یا «ستاره تاریک» (Dark Star) وجود دارد. وجود یک ستاره پلانک تقریبا غیرممکن است اما این مدل می گوید که ستاره پلانک می تواند انرژی دیگر را دفع کند و به همین دلیل، یک نقطه پایان را برای همه چیز در یک سیاه چاله نشان می دهد.

یکی از مشکلات بالقوه این رویکرد این است که مشخص شده سیاه چاله ها در این سناریو باید پس از مدت کوتاهی منفجر شوند اما مطمئن نیستیم که این اتفاق رخ می دهد. ایده هایی که ارائه می شوند، دائما در حال تکامل یافتن هستند اما ماهیت واقعی یک سیاه چاله همچنان مبهم است.

تا آن زمان، آنچه دقیقا در انتهای سیاه چاله ها پنهان شده است، برای ما یک راز باقی می ماند و براساس دانش و فناوری کنونی ممکن است هرگز نتوانیم به اندازه کافی به یکی از آنها نزدیک شویم تا کاملا آن را درک کنیم. رمز و راز سیاه چاله ها همچنان پایدار است.