



غلبه بر بُعد چهارم

«اتساع زمان» یکی از مفاهیم جذابی است که به نسبی بودن بُعد چهارم برای ناظرهای مختلف که سرعت یا جاذبه بیشتری را تجربه می کنند، اشاره دارد و برای خیلی ها به فانتزی های شگفت انگیزی مثل سفر در زمان گره می خورد؛ این موضوع جذاب را با بیانی ساده و بر پایه نسبیت خاص و عام اینشتین، بررسی کرده ایم

سید مصطفی صابری | روزنامه نگار

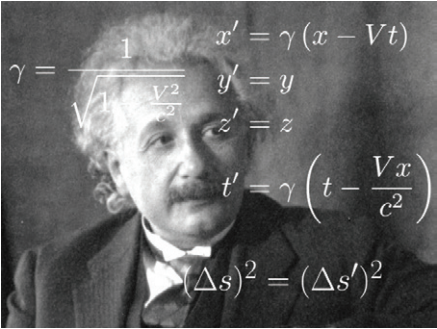
پرونده

آیا می توان زمان را کُند کرد؟ یا می توان در زمان به عقب برگشت؟ آیا ممکن است زمان برای عده ای سریع تر بگذرد؟ اصلا سفر در زمان ممکن است؟ شاید همه سوالات بالا در نگاه اول یک سری فانتزی و تخیل ساده و جذاب به نظر برسند، اما برای هر کدام پاسخ های جالب و دقیقی بر اساس نظریات نسبیت خاص و عام اینشتین وجود دارد. نظریاتی که ما را به سمت یک مفهوم جالب به نام «اتساع زمان» سوق می دهند. مفهومی که بر اساس آن، گذر زمان برای آدم های مختلف به دلیل تجربه متفاوتی که در سرعت یا جاذبه دارند، متفاوت است. اگر اتساع زمان به دلیل تفاوت سرعت را بررسی کنیم، از دید دو ناظر با سرعت متفاوت، گذر زمان متفاوت خواهد بود. ناظری که با سرعت بیشتری حرکت می کند زمان برایش کندتر سپری می شود. البته نه مثل صحنه آهسته فیلم ها بلکه او درک عادی از زمان خواهد داشت، اما وقتی که متوقف شود، می فهمد زمان بیشتری برای ناظری که سرعت کمتری داشته سپری شده و به عبارتی زمان برای شان تند تر گذشته است. خب بیشتر ما تجربه سفر با هواپیما را داشته ایم، اما وقتی به مقصد رسیدیم و به ساعت مان نگاه کردیم نسبی بودن زمان به خاطر سرعت هواپیما را حس نکردیم. پس قانون نسبیت اینشتین چقدر مانی کاربرد دارد؟ آیا امکان سفر با سرعت نور و لمس تجربه بسیار متفاوت از نسبی بودن زمان هست؟ اگر با سرعت نور حرکت کنیم، در بازگشت، زمان برای دیگران که ساکن بودند، چطور گذشته؟ آیا به نوعی چنین تجربه ای مثل سفر به آینده است؟ با ما باشید تا به طور مختصر و با بیانی ساده به این سوالات پاسخ دهیم.

آلبرت با نسبیت خاص و عام وارد می شود

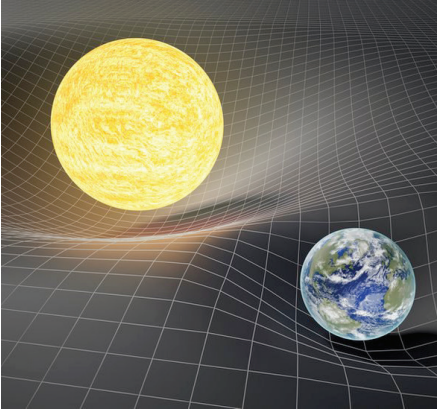
مطالعه در بحث سرعت نور، اتساع زمان و... می تواند در کاوش های فضایی، مأموریت های اکتشافی در منظومه شمسی و ماه کمک کند. در هر مأموریت فضایی انسان ها و ابزارهای زیادی تحت تاثیر اتساع زمان خواهند بود، اما واقعیت این است که این مفهوم در علم بسیار تازه است. تا زمانی که دنیای علم بر مبنای قوانین نیوتن بود، در کی از چنین مفاهیمی ایجاد نمی شد، اما نسبیت خاص انقلابی ایجاد کرد و باعث شد چالش های تازه ای پیش روی علم قرار بگیرد و حجم کنجگاو های بیشتر شود. گام اول این جهش بزرگ نسبیت خاص بود. آلبرت اینشتین نابغه دنیای فیزیک سال ۱۹۰۵ میلادی با «نسبیت خاص» جرقه اتساع زمان ناشی از تفاوت در سرعت را زد. بر اساس نسبیت خاص شما بسته به سرعتی که دارید، درک متفاوتی از زمان خواهید داشت. دوقلوهای همسانی را تصور کنید که یکی فضانورد است و یکی شکل معمولی روی زمین دارد. یکی از آن ها برای سال ها با سرعت زیادی به یک سفر فضایی می رود و وقتی به زمین برمی گردد بسیار جوان تر از برادرش خواهد بود که روی زمین قرار دارد. خب اولین جایی که ذهن ما می رود بحث سفر های هوایی معمولی و با سرعت هواپیماهای امروزی است. واقعیت این است که این اتفاق همیشه می افتد ولی وقتی تفاوت سرعت ها کم باشد، نسبی بودن زمان خودش را در حد بسیار کمی نشان می دهد که دو ناظر مختلف اصلا آن را حس نمی کنند، اما هر چه اختلاف سرعت بیشتر باشد، اتساع زمان هم محسوس تر خواهد بود.

نتایج نسبیت خاص و عام کاربردهای عملی نظریه های اینشتین فراتر از انتظار است و افق های جذابی را پیش روی علم قرار می دهد، اما در کنار کار بردها نباید از نتایج این نظریه ها غافل شد. یکی از نتایج مفاهیم مرتبط با نسبیت خاص، فرمول معروفی است که رابطه بین انرژی، جرم و سرعت را نشان می دهد یعنی $E=mc^2$. این فیزیک دان بر جسته با نسبیت خاص



به دنیا نشان داد که قوانین فیزیک نیوتن وقتی سرعت اجسام زیاد می شود، کاربرد ندارد و در ادامه مشخص شد قانون جاذبه نیوتن هم وقتی پای میدانی با جاذبه بالا در میان باشد، کاربرد سابق را ندارد. نیوتن معتقد بود نور در یک مسیر مستقیم حرکت می کند، اما نسبیت عام نشان داد جاذبه قوی حتی نور را هم منحرف می کند. به این شکل معمایی مربوط به انحراف نور برخی اجرام هم حل شد.

مفهوم تازه ای از فضا و زمان از زمان و فضا طبق نظریه های اینشتین به هم بافته شده و ساختاری بُعدی را ایجاد کرده اند. هر جرم سنگینی در این ساختار انحنا ایجاد می کند و وقتی جاذبه و سرعت در این ساختار زیاد باشد بُعد آخر یعنی زمان هم تغییر محسوسی خواهد داشت. به این شکل مشکل عدسی های گرانشی، سراب کهانی، ویژگی سیاه چاله ها و... حل شد و مفهوم جذابی شکل گرفت به نام اتساع زمان که طبق آن زمان دیگر مثل سابق یک شاخص ساده نبود بلکه برای ناظران مختلف کیفیت متفاوتی دارد.



اگر جاذبه زیاد را درک کنیم تصور کنید در محدوده جاذبه یک سیاه چاله عظیم هستید که حتی نور را هم می بلعد، جاذبه زیاد باعث نسبی بودن زمان یا اتساع گرانشی آن می شود. یک تشک نرم را تصور کنید. اگر یک گوی سنگین رویش بگذارید تشک گود می شود و اگر چند تپله روی تشک قل بدهید، مسیر شان به سمت گوی که در صافی تشک اعوجاج ایجاد کرده تغییر خواهد کرد. این همان رفتاری است که جاذبه یک سیاه یا سیاه چاله با زمان و نور انجام می دهد. نسبیت عام روی سطح سیارات فرضی که در دور دست قرار دارند و جاذبه شان با زمین متفاوت است هم صدق می کند. یعنی اگر روی سیاره ای باشیم که جاذبه بیشتری از زمین داشته باشد، بعد از بازگشت به زمین ما از اهالی زمین جوان تر خواهیم بود. به نوعی می شود گفت به آینده سفر کرده ایم.

نسبیت چه ابعاد دیگری دارد؟ سرعت و جاذبه مولفه هایی هستند که روی نسبی بودن زمان اثر



اگر جاذبه زیاد را درک کنیم تصور کنید در محدوده جاذبه یک سیاه چاله عظیم هستید که حتی نور را هم می بلعد، جاذبه زیاد باعث نسبی بودن زمان یا اتساع گرانشی آن می شود. یک تشک نرم را تصور کنید. اگر یک گوی سنگین رویش بگذارید تشک گود می شود و اگر چند تپله روی تشک قل بدهید، مسیر شان به سمت گوی که در صافی تشک اعوجاج ایجاد کرده تغییر خواهد کرد. این همان رفتاری است که جاذبه یک سیاه یا سیاه چاله با زمان و نور انجام می دهد. نسبیت عام روی سطح سیارات فرضی که در دور دست قرار دارند و جاذبه شان با زمین متفاوت است هم صدق می کند. یعنی اگر روی سیاره ای باشیم که جاذبه بیشتری از زمین داشته باشد، بعد از بازگشت به زمین ما از اهالی زمین جوان تر خواهیم بود. به نوعی می شود گفت به آینده سفر کرده ایم.

معمای سفر در زمان

اتساع زمان نتایج زیادی برای علم دارد و افق های تازه ای را پیش روی دانشمندان قرار می دهد؛ اما بخش جالب آن برای آدم های معمولی داستان «سفر در زمان» است. هر چند اتساع زمان به نسبی بودن بُعد چهارم یعنی زمان اشاره دارد ولی نمی شود تا این جای ما چرا جری گرفت و وار د بحث «غلبه بر بُعد چهارم» نشد. موضوعی که ابعاد علمی و فلسفی پرچالشی هم دارد. به طور مثال آیا ما با غلبه بر زمان و تغییر گذشته، زمان حال و آینده را هم تغییر می دهیم یا صرفا واقعیت تازه ای به آن اضافه می کنیم که مسیر خودش را فارغ از واقعیت های قبلی ادامه می دهد؟

نوع خاصی از سفر به آینده

همان طور که گفتیم هر چه اختلاف سرعت بیشتر باشد، اتساع زمان محسوس تر خواهد بود و اگر به سرعت نور نزدیک شویم ماجرا به شدت جالب می شود. تصور کنید با سرعتی معادل ۹۹ درصد سرعت نور که بیشترین سرعت ممکن در کیهان است به یک سفر فضایی می روید. حالا اگر سفر شما سه سال طول بکشد، وقتی به زمین برگردید شما فقط ۳ سال پیر شده اید اما دیگران شاید حدود ۲۱ سال. انگار بعد از اتمام سفر فضایی، به نوعی به آینده هم سفر کرده اید. هر چند این سفر شبیه فیلم های علمی و تخیلی نیست که وادریک دروازه یا ماشین شوی و از آن طرف سراز آینده در بیاورید؛ اما در نوع خودش هم جالب است.

پی انتهای کیهان

جالب است که نزدیک ترین کهکشان که یکی از میلیاردها کهکشان کیهان است فاصله ای حدود ۲٫۵ میلیون سال نوری با ما دارد، در حالی که عمر انسان شهرنشین فقط ۱۰ هزار سال است. یعنی اگر ما میانبری برای حرکت در زمان و فضا داشته باشیم که دو نقطه را به هم وصل کند، می توانیم به چیزی فراتر از تصور دسترسی داشته باشیم. این جاست که ایده کرم چاله ها به میان می آید؛ در گاه های زمان و مکان که مثل یک میان بُر بُدهای مختلف را به هم وصل می کنند. هر چند کرم چاله ها هم ایده ای نظری هستند و هنوز شواهدی از وجود شان وجود ندارد، در عوض طی دو سه سال اخیر شواهد زیادی از وجود سیاه چاله ها به دست آمده اما ورود به آن ها هم به دلیل جاذبه قوی که دارند هیچ خروجی ندارد. در فیلم «بین ستاره ای» کریستوفر نولان، شخصیت های داستان برای سفر به نقاط دور کیهان از یک کرم چاله استفاده کردند تا مسافت هایی



پاسخ به چند کنجگاو جالب

چرا اثراتساع زمان را به خاطر اختلاف سرعت و ارتفاع درک نمی کنیم؟

به پوست صاف و شفاف افرادی که در ارتفاعات زندگی می کنند دقت کرده اید؟ هیچ تفاوتی با دیگران ندارد؛ البته همان طور که گفتیم اثر سرعت و جاذبه روی سیاره ما ناچیز است و آن قدر محسوس نخواهد بود. پس اگر یک خلبان یا مهماندار همیشه در سفر باشد، در نهایت طی تمام عمرش شاید کمتر از یک روز اثر اتساع زمان برایش اتفاق بیفتد که آن قدر چشمگیر نیست که حس کنیم، اما چشمگیر نبودنش دلیل بر نبودنش نیست.

آیا آزمایشی برای اثبات اتساع زمان انجام شده؟

هر چند فرمول بندی ماجرا از لحاظ نظری اثبات شده و دقیق است، اما در سال ۱۹۷۱ آزمایشی با عنوان هیفل کیتینگ انجام شد و دو ساعت اتمی بسیار دقیق درون دو هواپیما که خلاف جهت هم حرکت می کردند، گذاشته شد



انسان با چنین جرمی در میان باشد، آن وقت تامین انرژی لازم غیر ممکن و فراتر از تصور است. به همین دلیل جسم مادی به سرعت نور نزدیک هم نمی شود چه رسد به آن که سرعت بیشتری داشته باشد تا در زمان به عقب برگردد، اما اگر با ذره ای مواجه باشیم که جرم موهم یا منفی داشته باشد، چه؟ تا کیون ها جرم موهم دارند و وجود شان به صورت نظری اثبات شده است. جالب است بدانید تا کیون ها نمی توانند کمتر از سرعت نور حرکت کنند چون جرم ندارند و برای همین همیشه بیشتر از سرعت نور حرکت می کنند، پس مدام در زمان به عقب برمی گردند. حالا اگر سفینه ای ساخته شده از تا کیون ها داشته باشیم به عقب برمی گردیم؟

تلاش برای رسیدن به سرعت نور



طی سال های اخیر ناسا پیشنهاد های زیادی برای رساندن یک ذره به سرعت نور مطرح کرد که معروف ترینش میدان الکترومغناطیسی بود. این میدان ها با بار دار کردن ذرات به آن ها شتاب می دهند، اما تا به حال تلاش های بشر برای رسیدن به این مهم بی نتیجه مانده است. پیشترانه هایی بدون سوخت تلاش دیگری بود. مرکز فضایی جانشون حدود ۷ سال قبل اعلام کرد تلاشی در این زمینه داشته که اثر بخش نبوده است. خیلی ها هم سرمایه گذاری روی تولید پادمادر ا کلیدر سیدن به این سرعت می داندند، اما چالش هایی مثل هزینه زیاد و نابودی پادماده در صورت برخورد با ماده وجود دارد. پادماده به طور طبیعی در سیاره ما وجود ندارد و فقط در مقیاس آزمایشگاهی امکان تولیدش هست.

■



اتساع زمان شامل ذرات کوانتومی هم می شود؟

آزمایش های محققان موسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا گویای آن است که اتساع زمان گرانشی یا همان اثر جاذبه بر زمان، حتی برای ذراتی که از قوانین کوانتومی پیروی می کنند هم وجود دارد.