

## نسبیت خاص

هر دو نظریه نسبیت خاص و عام را آلبرت اینشتین پایه گذاری نمود. در سال 1905 نظریه نسبیت خاص توسط اینشتین 26 ساله منتشر شد. به طور کلی این نظریه رفتار اجسام را در سرعت ثابت بررسی می کند و نسبیت عام که در سال 1915 ارائه شد شرح می دهد که اجسام در حرکت شتابدار چه رفتاری را از خود نشان می دهند نسبیت خاص در سرعتهای نزدیک سرعت نور بیان شده است و در سرعتهای خیلی کمتر کارایی ندارد به همین دلیل است که به پیچیدگی و غیر قابل فهم بودن مشهور شده است چون با مشاهدات عادی مان تطابق ندارد.

این نظریه به بیان این مطلب می پردازد که همه سرعتها نسبی هستند به جز سرعت نور که نسبی نیست و یکسان و مطلق است. حال بینیم که این جمله ساده چگونه منجر به نتیجه گیری عظیمی می شود که اجازه دهید با مثالی این مسئله را توضیح دهیم. فرض کنید دوماشین الف و ب و یک ناظر ساکن در اختیار داریم. از نظر ناظر ساکن ماشین الف با سرعت 10 کیلومتر بر ثانیه حرکت می کند و ماشین ب با سرعت 9 کیلومتر بر ثانیه در پشت سر آن در حال حرکت است. طبیعتاً از نظر ما که داخل ماشین ب هستیم ماشین الف با سرعت 1 کیلومتر بر ثانیه حرکت می کند. حال فرض کنیم ما در یک موشکی با سرعت 200000 کیلومتر بر ثانیه حرکت می کند هستیم و در این لحظه پرتو نوری از کنار ما با سرعت 300000 کیلومتر بر ثانیه می گذرد. به احتمال قوی فکر خواهیم کرد نور با سرعت 100000 کیلومتر بر ثانیه از ما می گذرد. ولی مشاهده خواهیم کرد که نور با همان سرعت 300000 کیلومتر بر ثانیه از او می گذرد! در این لحظه ما سرعت موشک را زیاد می کنیم تا از نظر ناظر ساکن سرعت موشک به 299999.9999 برسد در این لحظه باز هم ما خواهیم دید که نور با همان سرعت حرکت 300000 خواهد کرد. در این هنگام ناظر ساکن به موشک توجه میکند متوجه می شود که طول آن نسبت به قبل کاهش یافته و حرکات درون موشک بسیار کند شده است. اگر او بر نحوی بتواند جرم موشک را اندازه بگیرد متوجه میشود که جرم موشک نیز افزایش یافته است. تا به اینجا به چند نتیجه می رسیم:

- 1- از نظر شخص ساکن به سرعت نور نزدیک می شویم ولی از آن فراتر نخواهیم رفت.
- 2- اگر باز هم سرعت را زیاد کنیم باز هم نور از نظر ما با همان سرعت حرکت می کند به طوری که به نظر می آید که ما اصلاً حرکتی نکردیم!
- 3- هرچه سرعت به سرعت نور نزدیکتر می شود طول ما نیز کمتر می شود.
- 4- هرچه سرعتمان زیاد تر شود حرکتمان از نظر ساکن کندتر میشود ولی خودمان هیچ احساسی نمیکنیم.
- 5- با افزایش سرعت جرممان نیز افزایش می یابد.

### اما راه حل نسبیت خاص:

- 1- سرعت نور در خلا بالاترین سرعت در جهان است.
- 2- این سرعت همانطور که گفته شد مطلق و یکسان برای همه ناظران است.\*
- 3- زمان کند می شود یعنی به جای اینکه خودمان و ساعتهايمان در موشک کند شوند خود زمان کند میشود ولی ماهیچ احساسی نمی کنیم چون ما نیز کند شده ایم. یعنی زمان نسبی است که به آن اتساع نسبیتی زمان میگویند یعنی وقتی دو ناظر نسبت به هم در حرکت باشند هر کدام گذر زمان را برای دیگری کندتر می بیند.
- 4- موشک کوچک میشود چون فضا هم نسبی است و فاصله بین دو نقطه برای ناظران مختلف متفاوت است که به آن انقباض نسبیتی لورنتزمی گویند. یعنی اگر دو ناظر نسبت به هم در حال حرکت باشند هر یک دیگری را کوتاهتر از قبل می بیند.

5- هرچه سرعتمان افزایش بیابد از نظر ناظر بیرون از موشک جرممان نیز افزایش خواهد یافت در حالیکه خودمان متوجه نشدیم یعنی افزایش جرم نیز نسبی است. که به آن افزایش نسبیتی جرم می گویند که یعنی اگر دو ناظر نسبت به هم در حرکت باشند هر کدام جرم دیگری را بیشتر از قبل می بیند . این جرم اضافی از رابطه مشهور  $E=mc^2$  بدست می آید ( E انرژی، m جرم ، c سرعت نور است) . یعنی اینکه جرم و انرژی می توانند به هم تبدیل شوند . در نتیجه چون سرعت نور مقدار زیادی است بنابراین مقدار کمی از جرم می تواند به انرژی زیادی تبدیل شود و یا مقدار زیادی انرژی می تواند به مقدار ناچیزی جرم تبدیل شود بنابراین در سرعتهای کم افزایش جرم مشهود نیست .  
\* ( البته سرعت نور در خلا یکسان است و در محیط غیر خلا سرعت نور کم می شود).

## نسبیت عام

آلبرت اینشتین پس از ارائه نظریه نسبیت خاص به اصلاح نظریه نیوتون پرداخت تا آن را با اصول نسبیتی تطبیق دهد . بنابر نظریه گرانش نیوتون دو جسم نیروی گرانشی برهم وارد می کنند . این نیرو متناسب است با جرم هرکدام ، و تناسب معکوس دارد با مجذور فاصله آنها . در نظر نیوتون این نیرو آنی بر جسم وارد می شود یعنی اینکه به محض حضور جسم نیرو بر آن وارد می شود . پس اگر جسم نابود شود بلافاصله نیرویی که بر جسم دیگر وارد می کند از بین خواهد رفت . اینشتین به نادرست بودن این نظر پی برد ، چرا که هیچ نیرو (هم چنین هیچ جسمی) نمی تواند سریعتر از نور منتشر شود . از این رو اینشتین نظریه خود براساس این که سرعت انتشار گرانش همان سرعت نور باشد ارائه کرد . اینشتین برای توضیح این مطلب بعد زمان را به سه بعد فضایی دیگر اضافه کرد در نتیجه مفهوم فضا- زمان را ایجاد کرد . سپس توصیف کرد که در این صورت هر جرمی بدلیل انحنای فضا باعث ایجاد گرانش می کند . بنابراین مفهوم نیرو از بین رفت . برای سادگی مطلب به جای فضای چهار بعدی یک مثال در فضای سه بعدی می زنیم یک صفحه لاستیکی را بر روی یک چهارچوب کشیده شده است در نظر آورید . این صفحه صاف است . پس اگر تیله ای را بر روی آن سر دهیم خط مستقیم را طی می کند . حال اگر یک توپ سنگین را بر روی صفحه رها کنید . باعث می شود صفحه در اطرافش گود بردارد . اکنون اگر تیله را روی صفحه لاستیکی و درحوالی گول سنگین سر بدهید . انحنای صفحه لاستیکی باعث می شود که تیله مسیری منحنی دنیا کند . یک ناظر که نتواند انحنای سطح لاستیکی را ببیند خواهد گفت : بلبرینگ دارد نیروئی بر تیله اعمال و آن را از مسیر منحرف می کند و ولی ما میدانیم نیرویی در کار نیست بلکه حرکت انحراف حرکت نتیجه انحنای صفحه است . فضا- زمان نیز تا حدودی به همین شکل است اگر جرمی در آن قرار بگیرد باعث انحنای آن می شود که حتی نور (که جرم ندارد) را منحرف می کند . بنابراین نیرو مفهوم خود را ازدست می دهد .

قانون دوم نیوتون می گوید نیرو برابر است با جرم در شتاب . اکنون با این قانون و قانون گرانش نیوتون اگر جرم یک جسم را نداشته باشیم می توانیم از هر دو فرمول جرم یک جسم را بدست آوریم . در این هنگام متوجه می شویم که جرم بدست آمده از هر دو روش با دقت بالایی مساوی هستند . حتی با آزمایش های بسیار دقیق متوجه شده ایم که جرم بدست آمده حداقل با دقت یک در  $10^{12}$  با هم یکدیگر برابر می باشند . اینشتین احساس کرد که برابری این دو جرم بدست آمده از دوروش اتفاقی نیست بلکه گرانش و شتاب با هم ، هم ارزند . او این مسئله را اصل هم ارزی نام نهاد . یعنی اینکه گرانش و شتاب مانند هم اثر می کنند . یک مثال ساده آسانسوری است که وزنه تعادل اش پاره شده است و آزادانه سقوط می کند . شخصی که در این آسانسور است احساس بی

وزنی می کند ، یعنی اگر روی ترازویی ایستاده باشد ، عقربه ترازو صفر را نشان خواهد داد . پس نیروی گرانش چه شده است ! حال اگر به دور از جرم بزرگ و در فضا باشید باز هم همین احساس بی وزنی را خواهید داشت. یعنی در آن حال سقوط نیروی گرانش از بین رفته است ؟ نه قطعاً از بین نرفته است . هر شیئی را که در این آسانسور رها کنید ، در همان محل اولیه خود می ایستد . پس اگر دسترسی به بیرون آسانسور نداشته باشید خواهید گفت هیچ نیرویی بر اشیاء داخل آسانسور وارد نمی شود ، چون نیروی گرانش به سمت پایین وارد می شود ، باید نتیجه بگیریم که نیروی دیگری برابر اما در خلاف جهت گرانش بر اشیاء وارد می شود که گرانش را خنثی می کند. این نیرو ناشی از وجود شتاب برابر و یعنی سقوط آزاد به سمت پایین است که نیرویی برابر گرانش اما به سمت بالا بر اشیاء وارد می کند . از این اصل می توان نتیجه گرفت که همان اثری که گرانش بر فضا- زمان می گذارد شتاب هم انجام می دهد .

می بینید که نسبیت عام تصور ما را از فضا و زمان تا چه اندازه تغییر داده است . ولی هنوز نظریه نیوتون در جرم های پایین از دقت بالایی برخوردار است . حال نباید فراموش کنیم که هر دو به وجود آورنده این دو نظریه از بزرگترین دانشمندان تمام دوران هستند.

منابع :

1. فلک را سقف ... (کیهانشناسی برای همه)، دکتر رضا منصوری ، طرح نو
2. شناخت گیتی ، پروفیسور باربارا رایدن ، گردآوری و ترجمه : مهندس افشین آزادمنش
3. نجوم و اختر فیزیک مقدماتی جلد دوم اختر فیزیک ، زیلیک و اسمیت . ترجمه دکتر جمشید قنبری و دکتر تقی عدالتی ، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)
4. ساختار ستارگان و کهکشانها ، نوشته پاول هاچ ، ترجمه توفیق حیدرزاده ، انتشارات گیٹاشناسی

نویسنده و گردآورنده : محمد شیرانی . ایمیل :  
[irannojum@yahoo.com](mailto:irannojum@yahoo.com)

<http://irannojum.persianblog.com/>

مطالعه بیشتر و منابع :  
شناخت گیتی پروفیسور باربارا رایدن ، نشر معین  
ابرفضا میچو کاکو ، نشر اشرافیه  
ساختار ستارگان و کهکشانها ، پاول هاچ ، انتشارات گیٹاشناسی  
نسبیت خاص و عام و کیهانشناسی ، ولفگانگ ریندلر ، مرکز نظر دانشگاهی  
<http://www2.slac.stanford.edu/vvc/theory/relativity.html>  
<http://users.powernet.co.uk/bearsoft/SpRel.html>  
<http://science.exeter.edu/ssaltman/relativity/relativity.html>  
<http://www.ncsu.edu/felder-public/kenny/papers/relativity.html>  
<http://web.wt.net/~cbenton/relativity.htm>