

## انقلاب نسبیت

در دهه اول قرن بیستم انقلابی در فلسفه طبیعی پیش آمد که بسیاری آن را از حیث عمق معنا و درهم ریزی احکام جزمی پذیرفته شده ، نسبت به انقلاب کوپرنیکی \_گالیله ای ، برتر به شمار می آورند . در این فاصله زمانی دو نظریه بسیار مهمی پا به عرصه رقابت نهادند ، نظریه نسبیت و کوانتمی که نسبت به کار های دانشمندان پیشین از جمله ماکسول ، سارین کلون و کلازیوس به نحو چشمگیری متفاوت بودند . این نظریه های جدید نیز ، با میکانيك نیوتونی در بعضی از اصول و فرض های بنیادی اختلاف شدیدی داشتند . این نظریه علاوه بر اینکه در بر گیرنده پیچیدگی های ریاضیست ، تصور ذهنی و فهم آن ، بسیار دشوار است .

البته شایان ذکر است که انیشتین در مقاله ۱۹۰۵ خود که برای اولین بار به نسبیت خاص خود پرداخت از معادلات ریاضی ساده استفاده کرد اما در مقاله ۱۹۱۹ که به نسبیت عام پرداخت ، بر خلاف مقاله پیشین از فرمول های پیچیده ی ریاضی استفاده کرد .

نسبیت از ریشه نسبی گرفته شده است ، یعنی هر کدام از واحد های فیزیکی شناخته شده برای توصیف پدیده های طبیعی ، نسبی هستند . یعنی وزن ، سرعت ، شتاب و حتی زمان که برای ما تعریف می شوند ، نسبی هستند . برای درک این بهتر است چند مثالی بزنم . در میکانيك نیوتنی ، نیروی وزن شیء در کره زمین را مقدار نیرویی که از زمین بر شیء وارد می شود و آن را با شتاب  $g$  به سمت خود می کشاند ، تعریف کرده اند . اگر از شخصی بپرسید که وزنتان چقدر است ؟ او احتمالاً می گوید : در کجا ؟ . وزن شخص در آسانسوری که با شتاب به سمت پایین می رود در مقایسه با هنگامی که آن آسانسور با همان شتاب به سمت بالا می رود ، فرق می کند . حال به مثال دیگری می پردازیم:

مجید و فرهاد دو دوست هستند که سوار بر اتومبیل پرآید ، با سرعت ثابت  $V$  در حال حرکت هستند و مقصد آن ها ، منزل احمد ، است . در این هنگام احمد از پشت بام منزلشان ، اتومبیل مجید را مشاهده می کند . وی در آنجا ، با انجام محاسباتی توسط دستگاهش ، سرعت مجید و فرهاد را  $V$  بدست می آورد (معادل سرعت اتومبیل) . در این لحظه ، اتومبیل پدر احمد ، با سرعت ثابت  $P$  از کنار اتومبیل مجید می گذرد ، در آن لحظه ی عبور ، دستگاه تعبئه شده در اتومبیل پدر احمد ، سرعت مجید و فرهاد را  $U=V+P$  نشان می دهد . در آن لحظه عبور ، احمد با مجید تماس می گیرد و از او می پرسد که سرعت فرهاد را اندازه گیری کند . مجید با شنیدن سخنان احمد ، تعجب می کند و می گوید : " این دیگر چه سوال بی خودی است . می بینی که فرهاد در کنار من ساکن نشسته است ، پس باید سرعت او صفر باشد " . احمد گوشه را می بندد و به پدرش زنگ می زند و از او می پرسد که دستگاه محاسبه گر تو ، سرعت مجید و فرهاد را چند بدست آورده است ؟ پدر می گوید : " سرعت مجید و فرهاد  $U=V+P$  است " . احمد در این هنگام با خود فکر می کند که چگونه فردی در درون اتومبیل با سرعت ثابت ، بنشیند و در حالی که خود دارای سه سرعت کاملاً متفاوتی باشد . احمد با مبنای سینماتیک آشنایی زیادی ندارد . پس سرعت هم نسبی است .

مسئله نسبی بودن سرعت ، از نظر انیشتین ، آن قدر که به اعتبار اصل نسبیت مربوط می شد به اثر و حرکت سوفی ربطی نداشت .

**طبق اصل نسبیت : قوانین طبیعت در تمام چارچوب های مرجع لخت یکسان اند .**

انیشترین پس از مطرح کردن اصل نسبیت ، به دو موضوع بنیادی پرداخت:

۱ - اصل نسبیت در تمام رویداد های طبیعی صحیح و صادق است.

۲ - سرعت نور در خلاء ، در هر چارچوب لختی که اندازه گیری می شود با صرفه نظر از حرکت منبع نور ، معادل  $c$  است.

اصل موضوعی دوم انیشترین ، در واقع اندیشه میکانیکی نیوتنی و سینماتیکی گالیله ای را زیر پا می گذارد . طبق اصول سینماتیک ، اگر دو جسم متحرك با سرعت ثابت ، در حال حرکت به سمت یکدیگر باشند ، سرعت هر يك از آن ها در نقطه برخورد ، برابر با مجموع سرعتشان است .

اما در نسبیت انیشترین ایگنونه نیست . اگر در نقطه ای نوری را گسیل کنیم ، ناظر ساکن و ناظر متحرك که با سرعت  $v$  در حال حرکت به سمت منبع است ، سرعت نور را  $c$  محاسبه می کنند.

این دو اصل سه نتیجه ی حیرت آوری به همراه دارد:

(الف) همزمانی اتساع زمان . (ب) پارادوکس دو قلوها (پ) انقباض جرال-لورنتس.

### الف) همزمانی اتساع زمان:

مطابق میکانیک نیوتنی ، زمان مطلق است ، یعنی زمان در تمام نقاط جهان و بدون وابستگی به شرایط حاکم بر محیط ، به طور یکنواخت جریان دارد.

اما انیشترین خلاف آن را معتقد است ، و در واقع اینجاست که نیوتن و انیشترین از هم جدا می شوند.

انیشترین برای اثبات گفته های خود در مورد عدم مطلق بودن زمان ، به اصل موضوعی دوم خود پناه می برد . برای اثبات فرضیه ی انیشترین ، دو لامپ فلاش در نقاط  $A$  و  $B$  داریم . فردی در میانه ی  $BA$  قرار می گیرد . و مشاهده می کند که دو فلاش  $A$  و  $B$  همزمان به او می رسد ، اما اگر فرد به نقطه  $A$  نزدیکتر باشد ، مشاهده می کند که نور گسیل شده از  $A$  زودتر از  $B$  به او می رسد ، اما اگر فرد به نقطه  $B$  نزدیکتر باشد ، مشاهده می کند که نور گسیل شده از  $B$  زودتر از  $A$  به او می رسد . پس این رویداد ها همزمان نیستند.

اکنون یکی از معروفترین پیامدهای این نظریه ، یعنی اتساع زمان ، را بررسی می کنیم.

منظور از اتساع زمان اینست که ، ساعت در چارچوب های لختی متحرك نسبت به چارچوب های لختی ساکن ، کند کار می کند.

برای روشن کردن بحث اتساع زمان ، يك جفت ساعت کاملاً متشابه به هم را تهیه نموده ایم . در این ساعت ، در آینه به طور موازی و به فاصله  $d$  از یکدیگر قرار دارند . در یکی از آینه ها نقطه ای وجود دارد که از آن نوری گسیل می شود و آن نور پس از انعکاس از آینه دومی ، به همان نقطه تابش خود برمی گردد . این ساعت به گونه ای کار می کند که واحد زمان را معادل ، زمان رفت و برگشت نور بین دو آینه ، نشان می دهد . یعنی واحد زمانی که این ساعت نشان می دهد برابر  $t = 2d/c$  است.

یکی از ساعت ها در چارچوب مرجع ساکن لختی قرار می دهیم ، و مشاهده می کنیم که واحد زمان محاسبه شده معادل  $t$  می باشد.

ساعت دیگر را در چارچوب متحرك لختی که با سرعت فوق العاده  $u$  حرکت می کند، قرار می دهیم . در این چارچوب مسیر رفت و برگشت نور ، بیشتر از  $2d$  است . زیرا این ساعت با سرعت  $u$  در حال حرکت است . پس مکان این آینه پیوسته در حال تغییر است به همین دلیل نور در این مسیر رفت و برگشت خود ، يك مسیر شکسته ( به صورت  $\Lambda$  است ) طی می کند . پس واحد زمان در چارچوب متحرك لختی بزرگتر از واحد زمان در يك چارچوب ساکن لختی است . به همین دلیل ساعت ها در چارچوب متحرك لختی نسبت به چارچوب ساکن لختی کند کار می کنند.

## (ب) پارادوکس دوقلو ها:

اتساع زمان در نظریه نسبیت ما را به پارادوکس دو قلو ها می کشاند ، این پارادوکس بیش از ۵۰ سال بعد از انتشار نظریه نسبیت انیشتین ، مورد بحث میان دانشمندان بوده است . که خلاصه این داستان بدین شرح است که : یکی از دو قلوه ها تصمیم می گیرد که با يك فضاپیما که با سرعت نزدیک به سرعت نور حرکت می کند ، به يك سیاره دور برود . این مسافرت ۷۰ سال زمینی طول می کشد . هنگامی که او بر می گردد می بیند که برادرش به سن ۹۰ سالگی رسیده و در حالی که او ۲۹ سال بیشتر سن ندارد.

## (ب) انقباض لورنتس-جرالد:

اتساع زمان که یکی از مهمترین نتایج نظریه نسبیت است ، موجب شد که انقباض لورنتس-جرالد ، قدم به صحنه رقابت بگذارد.

ناظر  $O$  در چارچوب ساکن لختی قرار دارد و می خواهد طول لوله ای را محاسبه کند . روش اندازه گیری او ، اینگونه است که يك شیء را با سرعت ثابت  $v$  ، از يك سر لوله پرتاب می کند و با ثبت مدت زمانی که آن شیء به آن سر لوله می رسد ، و با استفاده از فومول های سینماتیک ، طول لوله را می یابد . او طول لوله را  $L$  محاسبه می کند.  $L = vt$  .

ناظر  $Z$  واقع در چارچوب متحرك لختی نیز می خواهد طول همان لوله را محاسبه کند . او برای محاسبه طول لوله از شیوه ی ناظر  $O$  استفاده می کند و طول لوله را  $L'$  می یابد (  $L' = vt'$  ).

طبق نتایج قبلی نسبیت ( اتساع زمان ) ، به این نتیجه رسیدیم که زمان در چارچوب متحرك نسبت به چارچوب ساکن ، کندتر می گذرد . پس  $t' > t$  بنابراین  $L > L'$  ، که نشان دهنده انقباض طول لوله در چارچوب متحرك است.

درك چنین واقعیتی بسیار دشوار و سخت است . اما لورنتس علت آن را تغییر در نیروی الکترومغناطیسی اتم ها در سرعت های بالا می داند.

اما متاسفانه تا کنون دانشمندان موفق نشده اند که انقباض لورنتس-جرالد را در حد آزمایش عملی کنند.

يك از نتایج نسبیت خاص ، که با سینماتیک در تضاد است جمع سرعت هاست که در خور مسائل ریاضیست.

$$E=mc^2$$

یکی از معادلات زیبا و پراهمیتی که انیشتین آن را در مقاله ی علمی با استدلال زیبا و دور از هرگونه پیچیدگی های ریاضی استنتاج کرد ، معادله هم انرژی جرم-انرژی است . وی در مقاله ی خود می نویسد : " اگر جسمی انرژی  $E$  را بصورت تابش از دست بدهد ، جرمش به اندازه ی  $E/c^2$  ، کم می شود."

اگر جسمی ، مقداری از جرم خود را از دست بدهد ، انرژی به اندازه  $E$  که معادل  $E=MC^2$  ، می باشد به صورت تابشی آزاد می کند و  $M$  مقدار جرم از دست رفته است.

در واکنش های هسته ای ، مشاهده شده است که در طی شکافت هسته ، مقداری از جرم هسته کاهش و به انرژی تابشی تبدیل می شود . البته عکس این معادله نیز صادق است ، یعنی می توان با فراهم آوردن مقدار انرژی به اندازه کافی ، جسمی پر جرم را به وجود آورد.

یکی از نتایج مهم هم ارزی جرم-انرژی ، تغییر جرم جسم در سرعت های نزدیک به سرعت نور است.

جرم جسم متحرک با سرعت نزدیک به سرعت نور ، نسبت به همان جسم ولی در حال سکون ، بیشتر است.

امروزه در آزمایشگاه ها ، با دادن انرژی به الکترون ها ، توانسته اند سرعت آن ها را نزدیک به سرعت نور ، برسانند.

در این آزمایش ها مشاهده شده که جرم الکترون ها مطابق با فرمول نسبیت ، افزایش پیدا کرده است . و همچنین با استفاده از ساعت های اتمی (سزیم) ، کندی گذر زمان در چارچوب متحرک نسبت به چارچوب ساکن را مشاهده کرده اند.

انیشتمین در سال ۱۹۱۹ ، با ترمیم و تعمیم نسبیت خود ، نسبیت عام را مطرح کرد . نسبیت عام برخلاف نسبیت خاص ، در برگیرنده معادلات و پیچیدگی های ریاضی بود.

یکی از پیش بینی های این نظریه آن بود که ساعت ها در میدان گرانشی بسیار قوی ، کندتر کار می کنند و همچنین نور در میدان گرانشی بسیا قوی ، در مسیر مستقیم خود منحرف می شوند . این نظریه توانست به بسیاری از معما های کیهان شناسی در مورد سیاهچاله ها ، عمر کرات و سیارات ، انرژی ستاره ها و کهکشان ها ، چگالی جهان و ... پاسخ دهد

<http://www.denaboy.persianblog.ir>

وبلاگ کرانه گمنام

<http://www.et4ir.blogfa.com>

وبلاگ آموزش های کاربردی

<http://denaboy.parsaspace.com>

وبسایت فرزند دنا

مدیر سایت و وبلاگ ها : فرید نیک اقبالی