نظرية النسبية العامة :

نظريهء نسبيت عام:

بحسب قوانين نيوتن فإنّ الجاذبية بين جسمين تعتمد على كتلتيهما وأيضاً على المسافة بينهما في اللحظة نفسها، وهذا يعني إنه لو تحرك أحد الجسمين بحيث تغيرت المسافة بينهما فمباشرة سيتغير تأثير قوة الجاذبية على الجسم الآخر أي إنّ التغير يحدث آنياً، ومعنى هذا الكلام أن تأثير قوة الجاذبية ينتقل بسرعة لا متناهية، وهذا يعارض النسبية الخاصة التي بينت أنّ السرعة القصوى للأشياء هي سرعة الضوء، ولهذا عمل اينشتاين طيلة عشر سنوات على نظرية تفسر الجاذبية بصورة لا تتعارض مع النسبية الخاصة، فوضع عام 1915 م نظرية النسبية العامة وهي تصف الكون ككل من حيث تأثير جاذبية المادة والطاقة فيه وتأثيرها على بعضها البعض على ضوء ما طرحه اينشتاين في النسبية الخاصة حيث لا توجد سرعة - في داخل الكون - أكبر من سرعة الضوء ولا يوجد زمان مطلق ولا يوجد استقلالية تامة للزمان عن أبعاد الكون الأخرى التي نسميها بالمكان، بل هناك نسيج كوني من الأبعاد الأربعة.

طبق قوانين نيوتن، نيروی جاذبهء گرانش بين دو جسم به جرم آنها و نيز فاصلهء بين آن دو در يک لحظه بستگی دارد. مفهوم اين سخن آن است که اگر يکی از اين دو جسم حرکت کند به گونهای که مسافت بين اين دو تغيير يابد، نيروی گرانش بر جسم دوم فوراً تغيير خواهد کرد. به عبارت ديگر تغيير در لحظه و به صورت آنی ايجاد میشود. اين به آن معنا است که اثرگذاری نيروی گرانش با سرعت بینهايت منتقل میشود، و اين با نسبيت خاص - که میگويد سرعت نور، بالاترين سرعتها است - سر ناسازگاری دارد. از اين رو اينشتين ده سال تمام در کار ارائهء نظريهء گرانشی بود که با نسبيت خاص در تعارض نباشد. وی در سال ۱۹۱۵ ميلادی نظريهء نسبيت عام را

مطرح کرد که کیهان را از نظر تأثیر گرانش ماده و نیروی آن و نیز تأثیر مواد بر یکدیگر، به صورت یک مجموعهء کلی و واحد در نظر می‌گیرد که با آنچه اینشتین در نسبیت خاص مطرح کرده بود، در تعارض نمی‌باشد؛ اینکه در کیهان سرعتی بالاتر از سرعت نور نیست، و زمان فاقد استقلال مطلق از دیگر ابعاد کیهانی که ما آنها را مکان می‌نامیم، می‌باشد، ما با یک بافت کیهانی که از ابعاد چهارگانه تشکیل شده‌است، مواجه می‌باشیم.

وفي النظرية النسبية العامة، فإنّ تأثير الجاذبية هو نتيجة انحناء الأبعاد الكونية الأربعة الزمان - المكان بسبب المادة والطاقة، فكأن النسيج الكوني مرن قابل للانحناء وكل مادة في الكون تقوم بحني هذا النسيج بمقدار كتلتها وكل طاقة كذلك تقوم بحني هذا النسيج بمقدار يعادل مكافئها المادي بحسب المعادلة التي بينها اينشتاين في نظرية النسبية الخاصة: $E = mc^2$.

در نظریهء نسبیت عام، تأثیر گرانش در نتیجهء خمیدگی ابعاد چهارگانهء کیهانی زمان-مکان به دلیل وجود ماده و انرژی است؛ گویا بافت موجود در هستی به صورتی است که می‌توان در آن خمیدگی ایجاد کرد و هر ماده‌ای در جهان با مقدار جرم خود، این بافت را خمیده می‌سازد. هر انرژی نیز به همین صورت این بافت را به اندازه‌ای که معادل مقدار مشابه مادی آن طبق معادله‌ای که اینشتین در نظریهء نسبیت خاص مطرح کرده است $E=mc^2$ خم می‌کند.

فكتلة وطاقة الشمس مثلاً تحني نسيج الزمكان، والأرض تسير في هذا الانحناء في مسار أشبه بالمستقيم حيث يمثل أقرب مسار بين نقطتين في الأبعاد الأربعة، ونحن نرى هذا المسار دائرياً تقريباً في عالم الأبعاد الثلاثة. تماماً كما أنّ الطائرة المتحركة بخط مستقيم بين نقطتين في الأبعاد الثلاثة في

الجو تترك أثراً (ظلاً) منحنياً على سطح الأرض نتيجة الارتفاع والانخفاض في سطح الأرض وليس في مسارها.

به عنوان مثال جرم و انرژی خورشید، بافت زمان-مکان را خم می‌کند و زمین در این مسیر منحنی که بسیار شبیه به مسیر مستقیم و در واقع کوتاهترین فاصله بین دو نقطه در ابعاد چهارگانه است، حرکت می‌کند. ما در جهان سه‌بُعدی، این مسیر را تقریباً به‌صورت دایره‌ای شکل می‌بینیم. دقیقاً مشابه هواپیمایی که در ابعاد سه‌گانه، بر خط مستقیمی بین دو نقطه در هوا حرکت می‌کند، ولی مسیر سایهء آن بر روی سطح دو بعدیِ زمین الزاماً خط مستقیم نیست و در نتیجهء پستی و بلندی‌های سطحِ زمین، مسیر سایه منحنی می‌شود.

«ونظرية النسبية الخاصة نجحت جدا في تفسير ان سرعة الضوء تبدو هي نفسها لكل الملاحظين (كما بينت تجربة ميكلسون - مورلي) وفي توصيف ما يحدث عندما تتحرك الأشياء بسرعات مقاربة لسرعة الضوء. على انها كانت غير متوافقة مع نظرية نيوتن للجاذبية التي تقول ان الأشياء يجذب احدها الاخر بقوة تعتمد على المسافة التي بينها. ويعني هذا انه لو حرك المرء احد الأشياء، فان القوة التي على الشيء الاخر ستتغير في التو. او بكلمات أخرى، فإن تأثيرات الجاذبية ينبغي ان تنتقل بسرعة لامتناهية، بدلا من ان تكون بسرعة الضوء او اقل منه، كما تتطلب نظرية النسبية الخاصة. وقام اينشتاين بعدة محاولات فاشلة بين 1908، و1914 للعثور على نظرية للجاذبية تتوافق مع النسبية الخاصة. وأخيرا فأنه في 1915 اقترح ما نسميه الآن النظرية العامة للنسبية.
وطرح اينشتين اقتراحا ثوريا بأن الجاذبية ليست قوة مثل سائر القوى، ولكنها تنتج عن حقيقة ان المكان - الزمان ليس مسطحا كما كان يفترض من قبل: وإنما هو منحنى، أو (ملوى)، بسبب توزيع الكتلة والطاقة فيه. فالاجسام مثل الأرض لم تُجعل لتتحرك على افلاك منحنية بسبب قوة تدعى الجاذبية، وبدلا من ذلك فانها تتبع اقرب شيء للمسار المستقيم في المكان المنحني، وهو مايسمى Geodesic بالجيوديسي »[1].

1. المصدر (هوكنج - موجز تاريخ الزمن): ص37 ـ 39.

«نظریهء نسبیت خاص در توضیح این پدیده که سرعت نور برای همهء ناظران ثابت است، (همانطور که آزمایش مایکلسون-مورلی نشان داد) بسیار موفق بود و به خوبی توانست آنچه را در سرعتهای نزدیک به نور برای یک شیء اتفاق میافتد، را توضیح دهد؛ اما این با نظریهء گرانش نیوتن همساز نبود که میگفت اجسام یکدیگر را با نیرویی که به فاصلهء میان آنان بستگی دارد، جذب میکنند. یعنی اگر یکی از آنان را جابهجا کنیم، نیروی وارد بر دیگری همزمان با این جابهجایی دستخوش تغییر میگردد. یا به دیگر سخن تأثیرهای گرانشی به جای آنکه مطابق با نظریهء نسبیت خاص، با سرعت نور یا کمتر از آن سیر کنند، با سرعت بینهایت اثر میکنند. بین سالهای ۱۹۰۸ تا ۱۹۱۴ اینشتین چندین بار کوشید نظریهء گرانشی تدوین کند که با نسبیت خاص همساز باشد؛ ولی موفق نشد. او سرانجام در سال ۱۹۱۵ نظریهای را مطرح ساخت که امروز به نام نظریهء نسبیت عام معروف است.

اینشتین این ایدهء انقلابی را عرضه کرد که گرانش، نیرویی همانند سایر نیروها نیست، بلکه نتیجهء این واقعیت است که فضا - زمان آن طور که تا آن روزگار تصور میرفت، مسطح نمیباشد: فضا-زمان به سبب توزیع جرم و انرژی، خمیده و یا دارای «پیچ و تاب» است. حرکت اجسامی چون زمین بر مدارهایی خمیده به خاطر اعمال نیروی جاذبه نیست، بلکه آنها در فضایی خمیده و پر پیچ و تاب مسیری را که کاملاً مشابه خط راست است و ژئودزیک (Geodesic) نام دارد میپیمایند »[1].

1. مصدر : هاوکینگ، تاریخچهء زمان، ص ۳۷ تا ۳۹.

وقد أثبتت كثير من التطبيقات والتجارب أنّ ما تنبأت به نظرية النسبية العامة يطابق الواقع والمشاهدات، فمثلاً: تفسيرها لمدار عطارد أدق من تفسير قانون نيوتن للجاذبية، وتنبأت بانحراف الضوء وتأثره بالحقول الثقالية وفعلاً وجد أنّ هذا صحيح بالتجربة، وقد تنبأت بالثقوب السوداء وفعلاً تم اكتشاف الثقوب السوداء.

بسیاری از برنامهها و آزمایشها ثابت کردهاست که پیشبینی نظریهء نسبیت عام، با واقعیت همخوانی دارد. به عنوان مثال تفسیری که این نظریه از مدار عطارد به دست میدهد، دقیقتر از تفسیر قانون گرانش نیوتن میباشد. این نظریه همچنین توانسته انحراف پرتو نور و تأثیرگذاری آن بر میدانهای

گرانشی را مشخص کند، که در عمل درستی آن در آزمایش ثابت شده‌است. نسبیت عام همچنین وجود سیاه‌چاله‌ها را پیش‌بینی کرده‌بود که با کشف سیاه‌چاله‌ها، این پیش‌بینی نیز تاییدشد.

وأهم ما طرحته النسبية العامة فيما يخص موضوعنا الذي نحن بصدد بحثه هو أنّ الزمان والمكان ليسا فضاءً جامداً تقع فيه الأحداث بل الزمان والمكان ينحنيان ويتأثران بالأشياء الموجودة فيهما، أي إنهما وجود ديناميكي يتحرك.

مهم‌ترین چیزی که نسبیت عام در خصوص موضوع مورد بحث ما مطرح کرده، این است که زمان و مکان فضای منجمدی که رویدادها در آن واقع می‌شود، نمی‌باشد ، بلکه زمان و مکان خم می‌شوند و از چیزهای موجود در خود تأثیر می‌پذیرند. به‌عبارت دیگر وجود آنها دینامیکی و متحرک است.

وهذا سمح أن يفترض بعض علماء الكونيات أن توسع الكون لا يقتصر على المادة والطاقة وإنما يشمل الفضاء الذي يحويهما.

برخی کیهان‌شناسان با استناد به همین نظریه، چنین فرض گرفته‌اند که گستره‌ء هستی فقط به ماده و انرژی محدود نمی‌شود؛ بلکه فضایی را که این دو را در بر می‌گیرد نیز شامل می‌گردد.

*****