

## گفتار اول

### زیباترین نظریه

آلبرت اینشتین یک سال از دوران جوانی خود را، بدون دنبال کردن هدفی خاص، سپری کرد. انسان بدون «اتلاف» وقت به جایی نمی‌رسد و این نکته‌ای است که متأسفانه والدین نوجوانان اغلب فراموش می‌کنند.

سخت‌گیری‌های بیش از حد دبیرستان محل تحصیلش در آلمان، اینشتین را وادار کرد تا تحصیل خود را رها کرده، به خانواده‌اش در پادوا بپیوندد.

این اتفاق همزمان با شروع قرن بیستم میلادی و مقارن با آغاز انقلاب صنعتی در ایتالیا بود. پدرش مهندس و در حال راه‌اندازی اولین نیروگاه برق در دشت‌های پادوا بود. آلبرت، کانت می‌خواند و در کلاس‌هایی که گه‌گاه در دانشگاه پادوا برگزار می‌شد شرکت می‌کرد.

او صرفاً از روی علاقه و بدون اینکه حتی در دانشگاه ثبت‌نام کرده باشد یا به امتحان دادن فکر کند در این کلاس‌ها حاضر می‌شد. این همان شیوه‌ای است که دانشمندهای متفکر را می‌آفریند.

او بعدها در دانشگاه زوریخ ثبت‌نام کرد و به مطالعه علم فیزیک پرداخت. چند سال بعد، در سال ۱۹۰۵، سه مقاله به برترین ژورنال علمی آن زمان، به نام سالنامه فیزیک فرستاد که هر یک از این مقالات ارزشمند، شایسته دریافت جایزه نوبل‌اند.

اولین مقاله ثابت می‌کند که اتم‌ها وجود دارند. دومین مقاله پایه‌های اولیه نظریه

مکانیک کوانتومی را بنیان می‌گذارد که در گفتار بعد بحث خواهد شد. سومین مقاله نیز اولین نظریه نسبیت اینشتین را بیان می‌کند (که امروزه «نسبیت خاص» نامیده می‌شود)، این نظریه ثابت می‌کند چگونه گذشت زمان برای هر شخص متفاوت است. به عبارت دیگر، گذر زمان برای دوقلوها یکسان نخواهد بود، اگر یکی از آنها با سرعت نور به فضا سفر کرده باشد.

اینشتین در مدت زمانی کوتاه دانشمندی مشهور و از طرف دانشگاه‌های متعددی دعوت به کار شد. اما یک موضوع او را همچنان آشفته می‌کرد و آن اینکه اگرچه نظریه او تحسین برانگیز بود، با آنچه در مورد گرانش می‌دانیم و چگونگی به زمین افتادن اشیا مغایرت داشت. او زمانی که در حال خلاصه کردن نظریه‌اش و به چاپ رساندن مقاله‌ای در این زمینه بود، به این تضاد پی برد. اینشتین با خود چنین اندیشید که ممکن است قانون «گرانش عمومی» که پدر علم فیزیک، اسحاق نیوتن، آن را بیان کرده بود نیاز به تجدید نظر و اصلاحاتی داشته تا با نظریه نسبیت او مطابقت داشته باشد. او مدت ده سال به مطالعه و تحقیق در این زمینه پرداخت. تا سرانجام با تلاش‌های بی‌وقفه برای رفع ابهامات موفق به درک حقیقت شد.

او در نوامبر سال ۱۹۱۵ با انتشار مقاله‌ای به بیان نظریه جدید گرانش پرداخت و آن را «نظریه نسبیت عام» نامید که فیزیک‌دان معروف روسی لوانداو، از این نظریه با عنوان شاهکار اینشتین و زیباترین نظریه یاد می‌کند.

شاهکارهای انکارناپذیری وجود دارند که عمیقاً در ما تأثیر می‌گذارند: سمفونی (رکوئیم) مرگ موتزارت، اودیسه هومر، کلیسای سیستین و شاه لیر. درک کامل ظرافت این آثار هنری خارق‌العاده نیازمند تفکر و آموزش طولانی مدت است. ولی در عوض، در پایان این دوره آموزشی طولانی آنچه دریافت خواهیم کرد چیزی نیست مگر درک زیبایی محض. و البته در کنار درک این زیبایی محض، چشمان ما را با نگرشی جدید به جهان هستی باز می‌کند. نظریه نسبیت عام اینشتین، شاهکاری از این نوع است.

هیجانی را که در آغاز درک بخشی از این نظریه داشتم خوب به خاطر دارم. تابستان بود و من سال آخر دانشگاه بودم، تعطیلات دانشگاهی را سپری می‌کردم و در ساحلی واقع در گندوفوری در کالابریا، از تابش نور خورشید مدیترانه‌ای یونان لذت می‌بردم. به دور از

دغدغه درس و دانشگاه، با آرامش خیال مطالعه می‌کردم. لبه‌های کتابی را که می‌خواندم موش‌ها جویده بودند، چراکه شب‌ها با آن کتاب سوراخ‌های ورود و خروج این موجودات کوچک را به داخل خانه مسدود می‌کردم. خانه‌ای مخروبه و ویران واقع در تپه‌های اوامریا؛ جایی که معمولاً برای رهایی از کلاس‌های خسته‌کننده دانشگاهی در بولونیا به آنجا پناه می‌بردم. هر از گاهی چشم‌هایم را از کتاب برداشته، نگاهی به دریای درخشان می‌انداختم: چنین به نظر می‌رسید که واقعاً پیش فضا و زمان را که اینشتین بیان کرده بود، می‌بینم. به گونه‌ای معجزه‌آسا، مثل زمانی که دوستی در گوشم حقیقت پنهان خارق‌العاده‌ای را زمزمه کند، ناگهان پرده از حقیقت برداشته شد و نظام ساده‌تر و عمیق‌تری آشکار شد. از زمانی که کشف کردیم زمین گرد است و حرکتی مشابه دوک نخریسی دارد، فهمیده‌ایم واقعیت دقیقاً آن چیزی نیست که به نظر ما می‌رسد: در هر زمان بخشی از آن را درک می‌کنیم. این تجربه‌ای عمیقاً احساسی است، بنابراین پرده دیگری می‌افتد و حقیقت آشکار می‌شود.

اما در میان تلاش‌های متعدد ما در درک مفاهیم در طول زمان، درک نظریه اینشتین شاید بی‌ظنیر باشد. چرا؟

قبل از هر چیز، به محض اینکه نظریه اینشتین را درک کنیم، به سادگی خارق‌العاده آن پی می‌بریم. در اینجا من این نظریه را خلاصه خواهم کرد.

نیوتن سعی کرد توضیح دهد چرا اشیا به زمین می‌افتند و چرا سیاره‌ها در حال گردش‌اند. او این مسئله را چنین توجیه کرد که «نیرو»یی وجود دارد که همه اجسام مادی را به سمت یکدیگر می‌کشاند و این نیرو را «نیروی گرانش» نامید. اینکه چگونه این نیرو بین اجسام دور از هم اعمال می‌شود، بدون اینکه چیزی بین آن‌ها قرار گرفته باشد، ناشناخته بود و پدر علم فیزیک مدرن در ارائه نظریه در این زمینه با احتیاط عمل کرد. نیوتن همچنین تصور می‌کرد که اجسام در فضا حرکت می‌کنند، و فضا یک ظرف بزرگ خالی است، جعبه بزرگی که جهان هستی را احاطه می‌کند، ساختاری عظیم که همه اشیا در آن حرکت می‌کنند تا زمانی که نیرویی باعث تغییر مسیر آن‌ها شود و آن‌ها را از مسیرشان منحرف کند. اما نیوتن قادر به بیان این مطلب نبود که «فضا»، یا به تعبیر وی ظرف دربرگیرنده جهان هستی، از چه تشکیل شده است. اما چند سال قبل از تولد اینشتین، دو فیزیک‌دان معروف و بزرگ بریتانیایی، به نام‌های مایکل فارادی و جیمز مکسول، جزء

کلیدی جدیدی را که همان میدان الکترومغناطیسی بود، به جهان سرد نیوتن افزودند: این میدان موجودیتی واقعی است که همه جا منتشر می‌شود، امواج رادیویی را منتقل می‌کند، فضا را پر می‌کند، ارتعاش یافته، درست مثل سطح دریاچه نوسان می‌یابد، و به این ترتیب نیروی الکتریکی را «منتقل می‌کند». میدان الکترومغناطیسی، پره‌های نیروگاه‌های برق را، که پدر اینشتین ساخته بود و از دوران نوجوانی توجه اینشتین را به خود جلب کرده بود، به چرخش درمی‌آورد. او خیلی زود این مطلب را درک کرد که نیروی جاذبه نیز همانند الکتریسیته باید از طریق یک میدان منتقل شود: یک «میدان گرانشی» مشابه «میدان الکتریکی» باید وجود داشته باشد. او سعی کرد بفهمد که «میدان گرانشی» چگونه عمل می‌کند و چگونه می‌توان این میدان را با کمک معادلات توصیف کرد.

و درست در همان زمان بود که ایده بسیار جالبی، که نشانه و تأییدی بر نبوغ خالص اوست، به ذهنش خطور کرد: میدان گرانشی در فضا منتشر نمی‌شود؛ میدان گرانشی در واقع، خود فضاست. این همان ایده‌ای است که نظریه نسبیت عام اینشتین بیان می‌کند. بنابراین «فضا» که از دید نیوتن اجسام در آن حرکت می‌کنند، و «میدان گرانشی» هر دو یک مفهوم دارند و یکی هستند.

لحظهٔ بینش، درک و آگاهی است. درک سادگی زیبا و حائز اهمیت جهان هستی: فضا دیگر چیزی جدا از ماده نیست، یکی از اجزای هادی سازندهٔ جهان هستی است. ماهیتی که موج است و ارتعاش می‌یابد، انحنای پیدا می‌کند، خمیدگی و پیچ‌وتاب دارد. ما درون زیرساختاری سخت، انعطاف‌ناپذیر و نامرئی محصور نشده‌ایم، بلکه در فضایی غوطه‌وریم که چون پوستهٔ حلزون منعطف و بسیار بزرگ است. خورشید، فضای اطرافش را خم می‌کند و چرخش زمین به دور خورشید به دلیل وجود نیرویی اسرارآمیز نیست، بلکه حرکت زمین به دور خورشید به دلیل این است که زمین در فضایی حرکت می‌کند که خم می‌شود، درست شبیه گلوله‌ای که در یک قیف می‌چرخد. در مرکز این قیف هیچ نیروی اسرارآمیزی وجود ندارد، بلکه ماهیت خمیدهٔ دیواره‌های آن است که باعث می‌شود گلوله به چرخش و دوران درآید. سیاره‌ها به دور خورشید می‌چرخند، و اجسام می‌افتند، به دلیل اینکه فضا خمیده است.

چگونه می‌توان خمیدگی فضا را توصیف کرد؟ برترین ریاضی‌دان قرن نوزدهم میلادی، کارل فردریش گاوس معروف به «شاهزاده ریاضی دانان»، با ارائه فرمول‌های ریاضی توانست سطوح خم‌شونده دوبعدی، مانند سطوح تپه‌ها را توصیف کند و سپس از یکی از دانشجوهای بااستعدادش خواست این نظریه را به گونه‌ای تعمیم دهد تا فضاها سه‌بعدی یا چندبعدی را در بر گیرد. آن دانشجو، برنارد ریمان، تز دوره دکتری خود را در این زمینه به پایان رساند. نتایج به دست آمده از تز او کاملاً غیرکاربردی به نظر می‌رسید و بر اساس آن نتایج، خواص فضای خمیده با رابطه‌ای ریاضی، که امروزه آن را با انحنای ریمان می‌شناسیم و با حرف «R» نمایش می‌دهیم، بیان می‌شوند. اینشتین معادله‌ای نوشت که بر طبق آن R معادل انرژی ماده است که بیان می‌کند: هر کجا ماده وجود دارد، فضا انحنای پیدا می‌کند. این معادله در نیم خط بیان می‌شود و هیچ توضیح بیشتری ندارد. به این ترتیب، این نگرش که فضا خم می‌شود تبدیل به یک معادله شد. اما در این معادله، جهانی پرتکاپو وجود دارد. در اینجا این چشمگیر بودن جادویی نظریه در پیچه‌ای باز می‌کند به سوی توالی قابل توجهی از فرضیه‌هایی که به هذیان‌های یک دیوانه شباهت دارند ولی این فرضیه‌ها همگی واقعیت پیدا کرد و به حقیقت پیوست. برای شروع، این معادله توصیف می‌کند که چگونه فضا به دور یک ستاره خم می‌شود. به علت وجود این انحنای، نه تنها سیاره‌ها به دور ستاره می‌چرخند، نور نیز از حرکت در مسیر مستقیم بازمی‌ماند و منحرف می‌شود. اینشتین دانست که نور خورشید باعث می‌شود نور منحرف شود. در سال ۱۹۱۹ این انحراف، اندازه‌گیری شد و صحت این فرضیه تأیید شد. اما این تنها فضا نیست که انحنای دارد، زمان نیز انحنای دارد. اینشتین پیش‌بینی کرد که زمان در بالا و در مقایسه با پایین، یعنی جایی که به زمین نزدیک‌تر است، سریع‌تر می‌گذرد. این موضوع نیز بررسی شد و معلوم شد که صحت دارد. چنانچه انسانی که کنار دریا زندگی کرده است دوقلوی خود را که در کوهستان زندگی کرده است ملاقات کند، دوقلوی خود را کمی پیرتر از خود خواهد یافت. و این در واقع آغاز ماجراست.

زمانی که ستاره‌ای عظیم همه مواد قابل احتراق خود (هیدروژن) را می‌سوزاند خاموش می‌شود. دیگر چیزی برای سوختن و انفجار وجود ندارد و آنچه باقی می‌ماند زیر وزن