

اینشتین و گودل از چه سخن می گفتند ؟

راهزنان زمان

جیم هولت

ترجمه: طاهر سیل سپور



بخش اول

آلبرت اینشتین در سال ۱۹۳۳ با سابقه اکتشافات عظیم علمی اش به آمریکا رفت. او بیست و دو سال آخر عمر را به عنوان عضو برجسته موسسه پژوهش های پیشرفته در پرینستون نیوجرسی سپری کرد. اینشتین از محیط اجتماعی جدیدش خشنود بود و با خونسردی کامل با تکلف هایش می ساخت: «پرینستون قطعه فوق العاده ای است از زمین و در عین حال مانداب تشریفاتی مفرحی برای نیمه خدایان لنگ دراز.» برنامه هرروزه او با پیاده روی آرام از خانه اش (شماره ۱۱۵ خیابان مرسر) به دفتر کارش در موسسه آغاز می شد. او در آن هنگام یکی از مشهورترین و با ظاهر متمایزش - موهایی شلخته فرفری و شلوار خمره ای که با بندشلوار نگه داشته می شد - شناخته شده ترین فرد جهان بود. اینشتین یک دهه بعد همراهی برای پیاده روی پیدا کرد، مردی بسیار جوان تر که در کنار اینشتین ژولیده، چهره بسیار آراسته تری را در کت و شلوار کتانی و کلاه متناسب خویش به نمایش می گذاشت. آن دو در پیاده روی صبحگاه خویش به سمت موسسه و چند ساعت بعد هنگام بازگشت به خانه گفت و گوهای پرشوری به زبان آلمانی داشتند. مردی که کت و شلوار به تن داشت برای بسیاری از مردم شهر ناشناس بود، اما اینشتین در او به چشم یک هم طراز می نگریست، کسی که همچون خود او به تنهایی انقلابی فکری برپا کرده بود. اگر اینشتین با تئوری نسبیتش تصورات هرروزه ما را درباره دنیای فیزیکی پیرامون زیر و رو کرده بود، کورت گودل جوان تر نیز دگرگونی مشابهی در فهم ما از دنیای مجرد (انتزاعی) ریاضیات به بار آورده بود.

گودل که اغلب او را به عنوان بزرگترین منطق دان از زمان ارسطو تاکنون می شناسند، مردی عجیب و در نهایت تراژیک بود. اینشتین خونگرم و خوش خنده اما گودل جدی و سنگین، منزوی و منفی باف بود. اینشتین یک ویولنیست پرشور آماتور عاشق بتهوون و موتسارت بود، اما گودل سلیقه ای متفاوت داشت: فیلم مورد علاقه او «سفیدبرفی و هفت کوتوله» والت دیسنی بود و هنگامی که همسرش فلامینگوی صورتی رنگی را در حیاط جلویی خانه شان رها کرد، وی آن را «پی اندازه دلربا» خواند. اینشتین آزادانه اشتهای خود را با غذاهای سنگین آلمانی فرو می نشاند، اما گودل زندگی اش را با رژیم غذایی پر وسواسی از کره، غذای بچه و مسهل ها می گذراند. گرچه زندگی خصوصی اینشتین خالی از پیچیدگی نبود، اما او بر حسب ظاهر، سرخوش و با دنیای پیرامون راحت بود. گودل در مقابل به نوعی پارانوایا داشت. او به ارواح معتقد بود، ترس بیمارگونه از مسمومیت با گاز یخچال داشت و هنگامی که ریاضیدانان سرشناسی در شهر بودند، از خانه خارج نمی شد (ظاهراً از ترس اینکه او را بکشند). او تأکید می کرد: «هر آشفتگی یک ظاهر فریبنده است» که اولین اصل موضوعه پارانوایی ها است. گرچه دیگر اعضای موسسه، منطق دان افسرده را گیج کننده و غیرقابل مصاحبت می یافتند، اینشتین بارها گفته بود که به دفترش می رفته تا «امتیاز پیاده روی تا خانه در معیت کورت گودل را از دست ندهد». یکی از دلایل ظاهراً این بوده که گودل از شهرت اینشتین باکی نداشته و در به چالش کشیدن نظرات او به خود تردیدی راه نمی داد. بنابر مشاهدات فریمن دایسون فیزیکدان، (یکی دیگر از اعضای موسسه) «گودل... تنها فرد از میان همکاران بود که در پیاده روی و صحبت کاملاً همسنگ اینشتین رفتار می کرد.» اما اگر چنین می نمود که اینشتین و گودل در فلکی فراتر از بقیه بشریت سیر می کنند، این نیز حقیقت داشت که آن دو به گفته اینشتین به «اشیای موزه» تبدیل شده بودند. اینشتین هرگز تئوری کوانتوم نیلز بور و ورنر هایزنبرگ را نپذیرفت. گودل نیز بر آن بود که مجردات ریاضی به اندازه میز و صندلی واقعی است؛ عقیده ای که فلاسفه آن را بسیار ساده و خام دانسته اند. هم گودل و هم اینشتین تأکید می کردند که جهان مستقل از ذهن ماست و در عین حال، ساختاری عقلانی دارد که در دسترس فهم انسان است. آن دو با احساس مشترک بی همتایی فکری، در صحبت هم آرامش خاطر می جستند. یکی دیگر از اعضای موسسه می گوید: «آنها دوست نداشتند با هیچ کس دیگر هم کلام شوند؛ فقط می خواستند با یکدیگر صحبت کنند.» مردم از خود می پرسیدند که آنها درباره چه چیزی صحبت می کنند. سیاست احتمالاً یکی از محور های بحث بوده است. (اینشتین که از آدلای استینوسون حمایت می کرد، هنگامی که گودل در ۱۹۵۲ به دوايت آیزنهاور رای داد، بسیار خشمگین شد.) بدون تردید فیزیک محور دیگر گفت و گوهای آنان بوده است. گودل در این زمینه صاحب اطلاع بود؛ او هم چون اینشتین به تئوری کوانتوم بدگمان بود، اما به آرزوی فیزیکدان پیرتر نیز برای جایگزین کردن آن با یک «نظریه میدان

واحد» که همه نیروهای شناخته شده طبیعت را در یک چارچوب موجییتی به کار می گرفت، به دیده تردید می نگریست. هر دو به مسائلی کشش داشتند که به گفته اینشتین از «اهمیت ذاتی» برخوردار بودند، مسائلی که با بنیادی ترین عناصر واقعیت ارتباط داشتند. گودل به ویژه فکر و ذهنش را به ذات زمان مشغول داشته بود، چنانچه به یکی از دوستانش گفته بود پرسشی فلسفی است. او از خود می پرسید چگونه چنین چیز «اسرارآمیز و به ظاهر خودمتناقضی» «اساس دنیا و هستی ما را تشکیل می دهد؟» این البته موضوعی بود که اینشتین نشان داده بود در آن متبحر است.

اینشتین یک قرن پیش در سال ۱۹۰۵ ثابت کرد زمان آنگونه که دانشمندان و عامه مردم درکش کرده بودند، توهمی بیش نبود و این البته تنها دستاوردش در آن سال نبود. (جان ریجن وقایع آن را در کتاب «اینشتین ۱۹۰۵: معیار عظمت» ماهرانه و ماه به ماه ثبت کرده است) با شروع سال، اینشتین ۲۵ ساله به عنوان کارمند اداره ثبت اختراعات در برن سوئیس استخدام شد. وی پیشتر در گرفتن دکترای خویش در فیزیک ناکام مانده بود و موقتاً ایده پیشه آکادمیک را با گفتن این جمله که «کل کمیدی دیگر خسته کننده شده است» رها کرده بود. او اخیراً کتابی از هانری پوانکاره ریاضیدان نامور فرانسوی، مطالعه کرده بود که مسائل بنیادین حل نشده در عرصه علم را مشخص کرده بود. اولین مسئله به پدیده فتوالکتریک مربوط بود: چگونه نور ماوراءبنفش الکترون ها را از سطح یک قطعه فلز می کند؟ دومین مسئله به حرکت براونی می پرداخت: چرا ذرات گرده معلق در آب در الگوهای زیگزاگی تصادفی حرکت می کنند؟ و سومین مسئله به «اترشفاف» ارتباط داشت که معتقد بودند تمامی فضا را پر کرده و به عنوان محیطی برای سیر امواج نور عمل می کند، همچنان که هوا برای امواج صوت و اقیانوس برای امواج آب عمل می کند. چرا آزمایش ها نتوانسته اند حرکت زمین را در این اثر اثبات کنند؟

هر کدام از این مسائل این امکان را داشت تا آنچه را که اینشتین سادگی بنیادین طبیعت می دانست، برملا کند. کارمند جوان که تنها و جدا از جامعه علمی کار می کرد، موفق شد به سرعت ترتیب هر سه مسئله را بدهد. او راه حل هایش را در چهار مقاله که در ماه های مارس، آوریل، مه و ژوئن ۱۹۰۵ نوشت، ارائه کرد. وی در مقاله ماه مارس درباره پدیده فتوالکتریک بدین نتیجه رسید که نور به صورت ذراتی مجزا که بعدها «فوتون» نامیده شدند، سیر می کند. در مقاله های آوریل و مه یک بار برای همیشه واقعیت اتم ها را تدوین کرد، از اندازه آنها برآوردی نظری ارائه کرد و نشان داد که چگونه تکان های آنها حرکت براونی را ایجاد می کند. در مقاله ماه ژوئن ضمن حل مسئله اتر از نظریه نسبیت پرده برداشت. بعداً در ماه سپتامبر در نوعی «اجرای اضافه» یادداشتی سه صفحه ای منتشر کرد که دربردارنده مشهورترین فرمول تمام دوران ها یعنی $E=mc^2$ بود.

همه این مقاله ها نوعی جادو در خود داشتند و عمیقاً باورهای رایج در جامعه فیزیک را واژگون ساختند. با این حال از لحاظ محتوا و بی باکی مقاله ماه ژوئن برجستگی خاص یافت. اینشتین با آغاز از دو اصل خشک و خالی و طی سی صفحه موجز و مختصر قوانین فیزیک را تماماً بازنویسی کرد. اصل نخست: قوانین فیزیک مطلق هستند؛ قوانین یکسان باید برای تمامی ناظران معتبر باشند. اصل دوم: سرعت نور مطلق است؛ سرعت نور نیز برای تمامی ناظران یکسان است. اصل دوم گرچه وضوح کمتری دارد، منطق مشابهی را ورای خود دارد. از آنجا که نور یک موج الکترومغناطیسی است (این را از قرن نوزدهم می دانستند) و قوانین الکترومغناطیس سرعت آن را تعیین می کنند، این قوانین باید برای همه ناظران یکسان باشند و در نتیجه همه باید نور را با سرعت سیر یکسان و فارغ از چارچوب مرجع شان ببینند. با این همه پذیرفتن اصل نور از شجاعت اینشتین بود، چرا که نتایج این اصل مطلقاً بی معنی به نظر می رسیدند.

برای روشن تر شدن موضوع فرض کنید که نور با سرعت صد کیلومتر بر ساعت حرکت می کند. اکنون فرض کنید من در کنار جاده ای ایستاده ام و می بینم که پرتو نوری با این سرعت می گذرد. بعد شما را می بینم که با اتومبیل خود با سرعت شصت کیلومتر بر ساعت نور را تعقیب می کنید. به نظر من چنان می آید که سرعت پرتو نور چهل کیلومتر در ساعت بیشتر از سرعت شما است. اما شما از داخل اتومبیل خود بایستی پرتو نور را با سرعت صد کیلومتر در ساعت در گریز ببینید، درست همان گونه که اگر بر جای خود بی حرکت ایستاده بودید، می دیدید: این همان چیزی است که اصل نور می گوید. حال اگر سرعت خود را به ۹۹ کیلومتر بر ساعت افزایش دهید، چه می شود؟ می بینم که پرتو نور فقط یک کیلومتر بر ساعت از شما پیشی می گیرد. با این حال برای شما که در داخل اتومبیل هستید، به رغم اینکه بر سرعت خود افزوده اید پرتو نور همچنان با سرعت صد کیلومتر بر ساعت به پیش می تازد. چگونه چنین چیزی ممکن است؟ سرعت البته برابر است با مسافت بخش بر زمان. لذا روشن می شود که هر چه شما سریع تر برانید بایستی خط کش شما نسبت به خط کش من کوتاه تر شود و ساعت شما نسبت به ساعت من کندتر تیک تاک کند. تنها بدین گونه است که می توانیم همچنان در مورد سرعت نور توافق داشته باشیم. بر همین منوال اینشتین بر آن شد که قوانین فیزیک را از نو تنظیم کند. او مسافت و زمان را نسبی ساخت تا این قوانین را مطلق گرداند.

از همه خیره کننده تر فدا کردن مفهوم زمان مطلق بود. آیزاک نیوتن معتقد بود زمان به وسیله نوعی ساعت جهانی پدربزرگ تنظیم می شود. او در ابتدای کتاب «اصول» خود نوشت: «مطلق و حقیقی! زمان ریاضی از خود و از ذات خود با ملایمت و ثبات جریان می یابد بدون اینکه به هیچ چیز بیرونی وابستگی داشته باشد.» به هر روی اینشتین دریافت که ایده ما از زمان چیزی است که از تجربیات خویش با پدیده های موزون همچون ضربان قلب، گردش سیارات به دور خورشید و تیک تاک ساعت درک می کنیم.

قضاوت درباره زمان معمولاً به قضاوت درباره همزمانی تحویل می شود. او در مقاله ماه ژوئن نوشت: «اگر من مثلاً بگویم: «قطار راس ساعت ۷ به اینجا می رسد» منظورم چیزی شبیه به این است «نشانه رفتن عقربه کوچک ساعت من به سوی ۷ و رسیدن قطار اتفاق هایی همزمان هستند.» اگر اتفاق های مورد نظر از یکدیگر فاصله داشته باشند تنها با فرستادن سیگنال های نور است که می توان راجع به همزمانی آنها قضاوت کرد. اینشتین با آغاز از دو اصل اساسی خود ثابت کرد اینکه ناظری بخواهد دو اتفاق «در یک زمان» روی دهد به چگونگی حرکت وی بستگی دارد. به دیگر سخن اکنون دیگر قاعده فراگیری وجود ندارد. نظر به ناظران مختلفی که گستره زمان را به اشکال مختلف به «گذشته»، «حال» و «آینده» قطعه قطعه کرده اند، چنین می نماید که به این نتیجه می رسیم تمامی لحظه ها با اصالتی یکسان همزیستی می کنند.

نتیجه گیری های اینشتین محصول تفکر صرف بودند و در خشک ترین فرضیات درباره طبیعت ریشه داشتند. طی یک قرنی که از ارائه آنها گذشت آزمایش های متعدد با دقت بسیار زیاد آنها را تأیید کرده است. با این حال مقاله ماه ژوئن او درباره نسبیت که به عنوان تز دکترای ارائه شده بود، مورد قبول قرار نگرفت. (او سپس مقاله ماه آوریل درباره اندازه اتم ها را ارائه کرد چرا که کمتر احتمال می داد محتملان را برماند؛ و آنها فقط وقتی آن را پذیرفتند که اینشتین جمله ای بدان افزود تا معیار حجم رساله را برآورده سازد.) جایزه نوبل فیزیک ۱۹۲۱ که به اینشتین داده شد به خاطر کار او بر روی اثر فتوالکتریک بود. آکادمی علوم سوئد او را از ذکر

هر نکته ای راجع به نسبیت در سخنرانی نوبل بر حذر داشت. از قضا اینشتین نتوانست در جشنی که در استکهلم برگزار شد حضور یابد. او سخنرانی نوبل را در یوته بوری و در حالی ایراد کرد که پادشاه گوستاو پنجم در ردیف جلویی حاضر نشسته بود. پادشاه می خواست نسبیت بیاموزد و اینشتین این لطف را از او دریغ نکرد.

کورت گودل سال ۱۹۰۶ سال پس از سال درخشان اینشتین، در شهر برنو (واقع در جمهوری چک کنونی) به دنیا آمد. همانگونه که ربکا گولدشتاین در بیوگرافی مسحورکننده «ناتمامیت: اثبات و پارادوکسی از کورت گودل» می نویسد کورت کودکی بود هم کنجکاو-والدین و برادرش به شوخی او را «آقای چرا» می خواندند- و هم عصبی. در سن پنج سالگی چنین می نمود که از روان نژندی رنج می برد. در سن هشت سالگی کشمکش دهشتناکی با تب روماتیسم داشت که باعث شد بقیه عمر را با این باور به سر برد که قلبش به شدت صدمه دیده است.



گودل در سال ۱۹۲۴ وارد دانشگاه وین شد. قصد داشت فیزیک بخواند اما خیلی زود شیفته زیبایی های ریاضیات و به ویژه این تفکر شد که مجرداتی مثل اعداد و دایره ها وجودی کامل، بی زمان و مستقل از ذهن انسان دارند. این دکتترین که افلاطون گرای خوانده می شود (زیرا از نظریه مثل افلاطون سرچشمه می گیرد) همواره با اقبال ریاضیدانان مواجه بوده است. در دنیای فلسفی دهه ۱۹۲۰ وین، این نظر را مشخصاً از مد افتاده تلقی می کردند. در میان جنبش های فکری فراوانی که در فرهنگ غنی کافه ای شهر شکوفا شدند، «حلقه وین» یکی از برجسته ترین ها بود. گروهی از اندیشمندان با این اندیشه گردهم آمده بودند که فلسفه بایستی از متافیزیک پالوده شود و در قالب علم از نو بنا گردد. اعضای حلقه وین تحت تاثیر مراد و مرشد سردمزاج خویش، لودویک ویتگنشتاین ریاضیات را به مثابه بازی ای می انگاشتند که بر روی نمادها انجام می شود؛ یعنی مثلاً شکل بفرنج تری از شطرنج. آنها معتقد بودند آنچه که گزاره ای چون $2+2=4$ را راست می گرداند این نیست که به درستی دنیای مجردی از اعداد را توصیف می کند بلکه این است که می توان آن را در یک دستگاه منطقی براساس قواعد مشخص به دست آورد.

گودل به وسیله یکی از اساتیدش به حلقه وین معرفی شد اما از دیدگاه های افلاطونی خود سخنی به میان نیاورد. از آنجا که هم جدی و هم از جدل بیزار بود، دوست نداشت راجع به باورهای خویش بحث کند، مگر آنکه بتواند به شیوه ای که مو لای درزش نرود معتبر بودن آنها را نشان دهد. اما چگونه کسی می توانست نشان دهد که ریاضیات را نمی توان به ترفندهای منطقی تقلیل داد؟ راهکار گودل - که چنانچه گولدشتاین بحق توصیف می کند دارای «زیبایی نفس گیر» است - این بود که منطق را علیه خودش به کار برد. وی با آغاز از یک دستگاه منطق ریاضی که بنا بر فرض خالی از تناقض باشد، طرح نبوغ آمیزی ابداع کرد که اجازه می داد گزاره های دستگاه به گونه ای دوبهلو تعبیر شوند. گزاره ای که درباره اعداد صحبت می کرد در این طرح می توانست اینگونه تعبیر شود که درباره دیگر گزاره ها و اینکه چگونه منطقاً با یکدیگر ارتباط دارند، سخن می گوید. در واقع همانگونه که گودل نشان داد حتی می توان گزاره ای عددی به گونه ای ساخت که درباره خودش نیز سخن بگوید (گولدشتاین این مطلب را با نمایشنامه ای قیاس می کند که در آن کاراکترها خود بازیگران نمایش دیگری در بطن نمایش اصلی هستند؛ اگر نمایشنامه نویس به اندازه کافی باهوش باشد، دیالوگ هایی را که بازیگران در نمایش فرعی بر زبان می آورند، می توان دارای «معنای اصیل» در متن نمایش اصلی تعبیر کرد) گودل که توانسته بود این دستگاه خودمرجع ریاضی را بسازد، به ناگاه «پیچ و خم» مبهوت کننده ای را رو کرد: او گزاره ای را تولید کرد که در حالی که ظاهراً حکمی را درباره اعداد بیان می کرد، در عین حال می گفت «من قابل اثبات نیستم». در نگاه اول این مسئله همانند یک پارادوکس به نظر می رسد و ما را به یاد آن داستان می اندازد که مرد کرتی می گفت: «تمامی اهالی کرت دروغگو هستند.» اما گزاره خودمرجع گودل نه درباره راستی خود که درباره اثبات پذیرش سخن می گوید. آیا می توان آن را دروغ شمرد؟ خیر، چرا که اگر اینگونه بود، به این معنا می بود که می توان آن را اثبات کرد که گزاره را راست می گرداند. لذا این ادعا که نمی توان آن را اثبات کرد بایستی راستگو باشد. اما راست بودن این گزاره را تنها از بیرون از دستگاه منطقی کذایی می توان دید. در داخل دستگاه، نه اثبات پذیر است و نه اثبات ناپذیر پس این دستگاه، ناقص است.

نتیجه نهایی (اینکه هیچ دستگاه منطقی نمی تواند تمامی حقیقت ریاضیات را در خود بگنجاند) به عنوان اولین قضیه ناتمامیت شناخته می شود. گودل همچنین ثابت کرد که هیچ دستگاه منطقی ریاضیات را نمی توان، به وسیله ابزارهای خود، خالی از «ناسازگاری» [inconsistency] نشان داد. این نتیجه به عنوان دومین قضیه ناتمامیت شناخته می شود.