

روی دیگر زندگی آلبرت

مروری بر زندگی شخصی و دستاوردهای کمتر شناخته شده آلبرت اینشتین، به مناسبت هفتادمین سالروز درگذشت او



شیرین شاطر زاده کارشناس ارشد فیزیک نجومی

پرونده

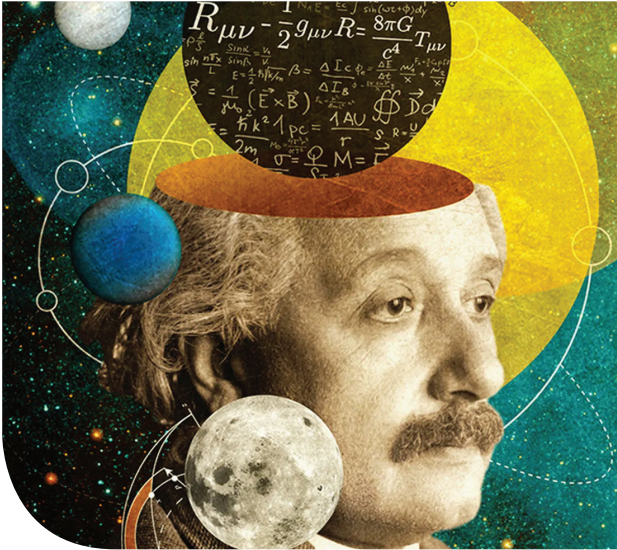
زمانی که از ما می خواهند یک شخصیت علمی را نام ببریم، نام آلبرت اینشتین بی شک یکی از اولین نام هایی خواهد بود که به ذهن ما خواهد آمد. شخصی که

موفق شد در اوایل قرن بیستم، فیزیک را نه از یک جنبه، بلکه در چندین شاخه متحول کند و با وجود این، ما او را تنها با چند تصویر و واژه کلیشه ای می شناسیم. همه ما تصویر پیر مردی خندان با موها و سیل ژولیده را دیده ام که زبانش را رو به دوربین بیرون آورده، و همه ما حداقل یک بار فرمول $E=mc^2$ را در کتاب ها و فیلم های مختلف دیده ایم. اما کمتر کسی می داند که دستاوردهای اینشتین در طول زندگی علمی پر بار خود، تا چه حد در زندگی روزمره ما نقش دارد. ما بسیاری از امکانات زندگی مدرن را مدیون این مغز بزرگ هستیم. GPS تلفن های هوشمند ما بدون تدوین نظر به نسبیت عام هرگز اختراع نمی شد و بدون مطالعات اوری اثر فتوالکتریک، امروزه چیزی به نام سلول های خورشیدی نداشتیم. در پرونده امروز نگاهی خواهیم داشت به دستاوردهای کمتر شناخته شده اینشتین در فیزیک و در کنار آن، بخش هایی کمتر شنیده شده از زندگی و شخصیت او را بررسی خواهیم کرد.

۱۹۰۵، سال طلایی زندگی آلبرت

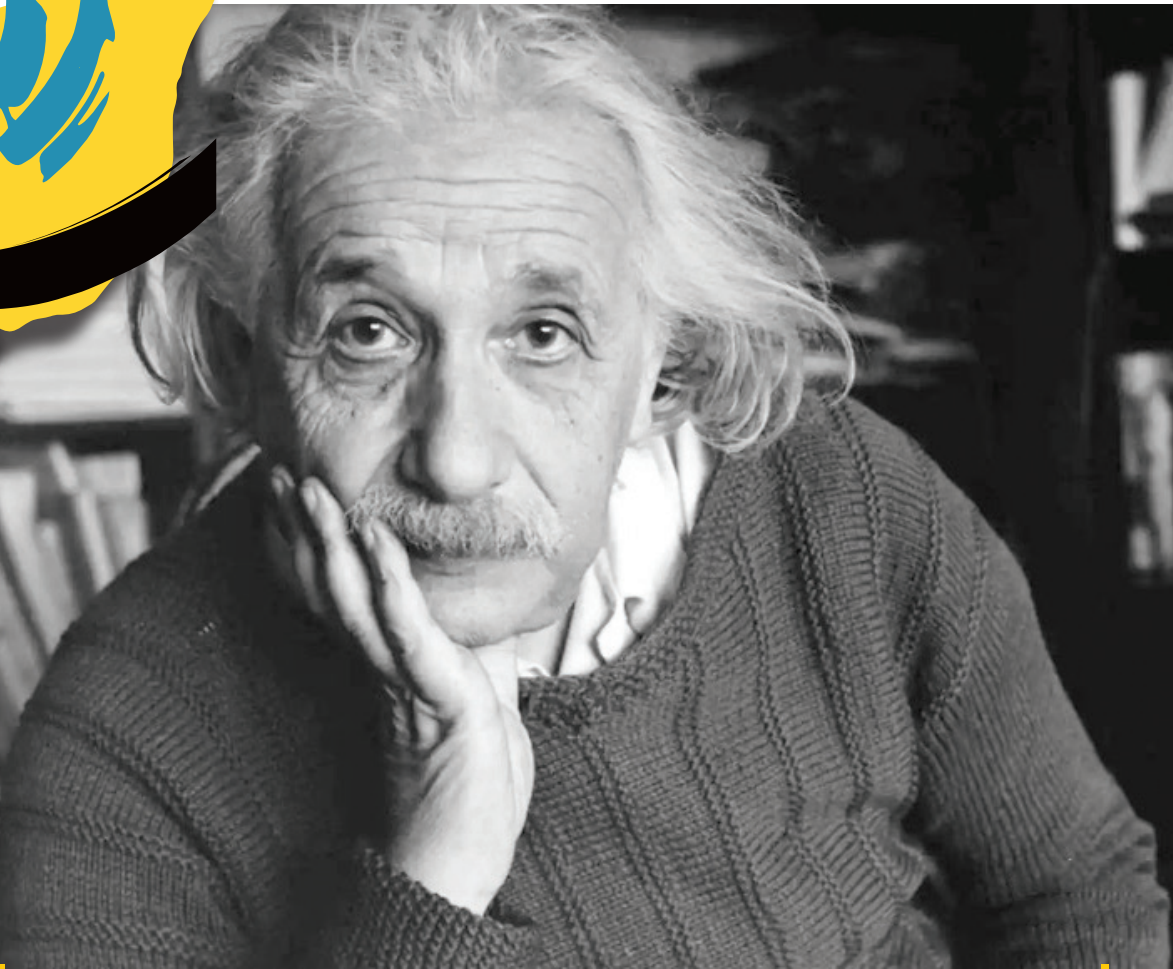
سال ۱۹۰۵ یکی از مهم ترین سال ها در زندگی حرفه ای اینشتین بود. او در این سال، چهار مقاله بسیار مهم را در سه شاخه مختلف فیزیک منتشر کرد که هر یک به تنهایی، مقاله هایی مهم و حیاتی محسوب می شدند و ما فهمیم و دیدگاه های جدیدی را به دنیای فیزیک معرفی کردند.

اثر فتوالکتریک پدیده فتوالکتریک پیش از اینشتین هم شناخته شده بود اما کسی توضیحی برای آن نداشت. در این پدیده دیده می شد که زمانی که نور به سطح برخی فلزات برخورد می کند، با انتقال انرژی می تواند الکترون ها را از سطح فلز جدا کند و یک جریان الکتریکی میان دو الکترود در یک مدار به وجود بیاورد. درک این قسمت از پدیده با فیزیک کلاسیک امکان پذیر بود، اما کسی نمی توانست توضیح بدهد که چرا وقتی از نوری با فرکانس های پایین تری با شدت بالا استفاده می شود، کنده شدن الکترون از سطح فلز اتفاق نمی افتد؛ اما نوری با فرکانس بالاتر و حتی با ضعیف ترین شدت می تواند جریان الکتریکی را ایجاد کند. این جابود که اینشتین ایده اش را مطرح کرد: از نظر او، نور در ذات به شکل بسته های انرژی گسسته یا اصطلاحاً کوانتیده بود. هر بسته یا ذره نور (که اینشتین آن را فوتون می نامید)، توانایی حمل مقدار خاصی از انرژی را داشت و اگر این انرژی از انرژی لازم برای جدا کردن الکترون ها کمتر بود، جریان الکتریکی شکل نمی گرفت؛ حتی اگر هزاران فوتون با انرژی کمتر از حد نیاز به سطح الکترود می تابید، نمی توانست الکترون ها را به ترک سطح فلز وادار کند. این همان ایده ای بود که تنها نوبل عمر اینشتین را برای او در سال ۱۹۲۱ به ارمغان آورد.



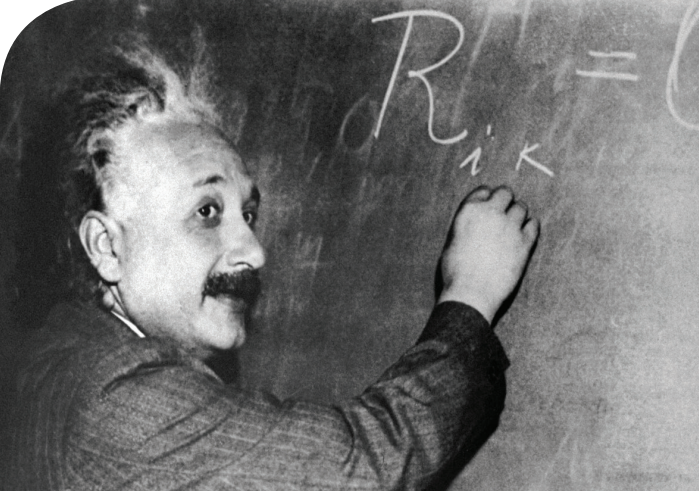
حرکت براونی در قرن نوزدهم، شخصی به نام رابرت براون مشاهده کرد که اگر دانه های گرد گل در لیوانی از آب ریخته شوند، حرکتی نامنظم و زیگزاگ مانند خواهند داشت. این پدیده که به حرکت براونی معروف شد، به تحركات نامنظم و تصادفی ذرات ریز معلق در مایع یا گاز گفته می شود. تا مدت ها دلیل این حرکت نامشخص بود تا این که در سال ۱۹۰۵، اینشتین نشان داد که این حرکت ناشی از برخورد دائمی و نامتقارن مولکول های آب با ذرات ریز است. محاسبات اینشتین به قدری دقیق بود که بعدها دانشمندان توانستند اندازه اتم ها را با آن تخمین بزنند. این کار نقشی کلیدی در اثبات فیزیکی وجود اتم ها و پیشبرد مکانیک آماری ایفا کرد.

نسبیت خاص و هم ارز جرم و انرژی پرسش مهمی وجود داشت که نسبیت خاص به نوعی برای پاسخ دادن به آن زاده شد و این پرسش را می توان با یک مثال توضیح داد: اگر دو قطار با سرعت های مختلف از کنار هم عبور کنند، به سادگی با جمع و تفریق کردن سرعت های آن ها می توانیم سرعت نسبی بین دو قطار را به دست بیاوریم، اما چرا انجام چنین کاری برای سرعت نور امکان پذیر نیست؟ به عبارتی چرا سرعت نور در خلا (بدون توجه به این که ما نسبت به منبع نور چه سرعتی داریم) همواره ثابت و برابر با ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه است؟ نسبیت خاص برای پاسخ دادن به این سوال و با تصحیح مفاهیمی چون فاصله و زمان متولد شد و یکی از نتایج آن، معادله معروف $E=mc^2$ بود. اینشتین با این معادله نشان داد که جرم و انرژی، به نوعی دوروی یک سکه هستند و می توان آن ها را به هم تبدیل کرد. این مفهوم، بعدها در فیزیک هسته ای و فیزیک ذرات نقش بسیار مهمی بازی کرد.



آلبرت در پشت صحنه تصمیمی مهم

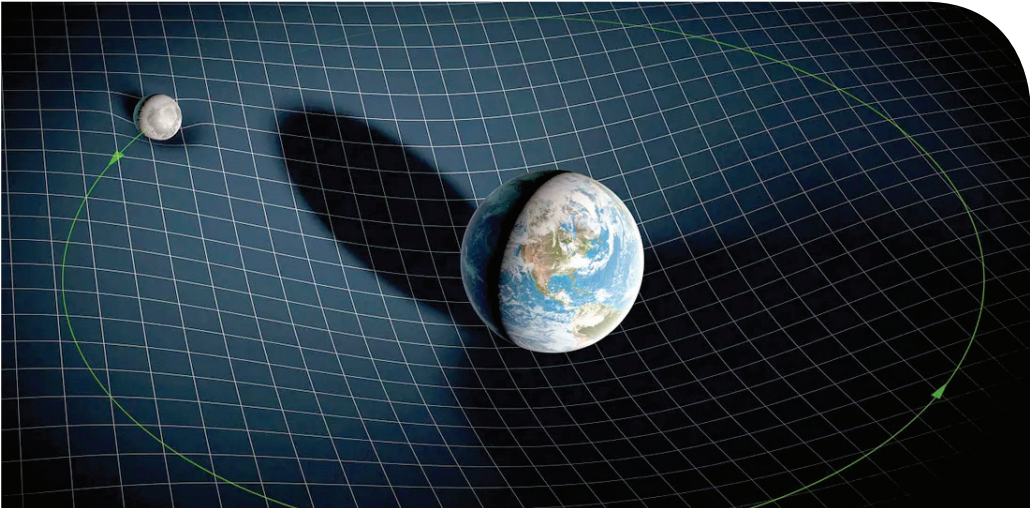
زندگی شخصی اینشتین هم مانند زندگی حرفه ای او سرشار از فراز و نشیب بود. به عنوان مثال، در سال ۱۹۳۳ برای سفری به آمریکا رفت و زمانی که در آلمان بود، متوجه شد که حزب نازی، قدرت نوظهور آن روز های آلمان، هر گونه شغل مرتبط با تدریس را برای اساتید یهودی ممنوع کرده است. او همچنین شنید که نازی ها چند بار به خانه اش یورش برده و مقداری از اموالش را مصادره کرده اند و این جا بود که فهمید دیگر نمی تواند به



در تاروپود فضا-زمان

نسبیت عام را می توان انقلابی ترین نظریه اینشتین دانست که تا امروز نقش مهمی در زندگی روزمره ما داشته و درک ما را از مفهوم زمان و کیهان تکامل بخشیده است انقلابی ترین نظریه اینشتین را می توان نسبیت عام دانست. نظریه ای که یک توصیف کاملاً جدید از نیروی گرانش ارائه کرد و دیدگاه ما را به این نیرو کاملاً تغییر داد. تا پیش از نسبیت عام، ما گرانش را تنها به عنوان نیرویی می شناختیم که سبب ریزش درخت به زمین انداخت و باعث شد نیوتن آن را کشف کند. ولی اینشتین در سال ۱۹۱۵، گرانش را نه به عنوان یک نیرو بلکه به عنوان خمیدگی فضا-زمان تحت تاثیر جرم اجسام معرفی کرد. برای ساده تر درک کردن این ایده، تصور کنید یک توپ سنگین را روی یک سطح کشسان مثل یک ورق لاستیکی بزرگ قرار دهیم. حالا اگر یک تپله سبک را روی همان سطح رها کنیم، به جای حرکت در خط مستقیم، به سمت توپ سنگین منحرف می شود. در جهان واقعی، آن توپ بزرگ نماینده یک جرم سنگین مثل خورشید است و سطح کشسان، همان چیزی است که اینشتین «فضا-زمان» می نامد. اجرام سبک تر، مانند سیارات یا نور، هنگام عبور از کنار این خمیدگی، مسیرشان تغییر می کند.

درک عمیق تر زمان نظریه اینشتین پیامدهای بسیاری



وطن اش باز گردد.

در اولین سال های اقامتش در ایالات متحده بود که او به درخواست برخی فیزیکدانان همکارش، در نوشتن نامه ای خطاب به رئیس جمهور وقت آمریکا، روزولت، نقش داشت. نامه ای که به رئیس جمهور درباره خطر ساخت بمب اتم به دست آلمان نازی هشدار می داد و از او درخواست می کرد که اقدامات امنیتی لازم را برای مقابله با این خطر انجام دهد. هر چند امروزه می دانیم که در آن دوران درباره آلمان اتمی بیش از حد اغراق می شده است، نامه اینشتین و همکارانش باعث شکل گیری پروژه منهن یا همان پروژه ساخت نخستین بمب اتمی جهان شد و هر چند اینشتین هیچ نقشی در این پروژه نداشت، نامش برای همیشه و بعضاً به اشتباه به بمب اتم گره خورد. هر چند که معمولاً از او با عنوان انسانی ساده زیست، شوخ طبع و صلح طلب نام می برند که عاشق موسیقی بود و محال بود که با ساخت سلاحی به خطرناکی بمب هسته ای موافقت کند.

ZENDEGI-SALAM

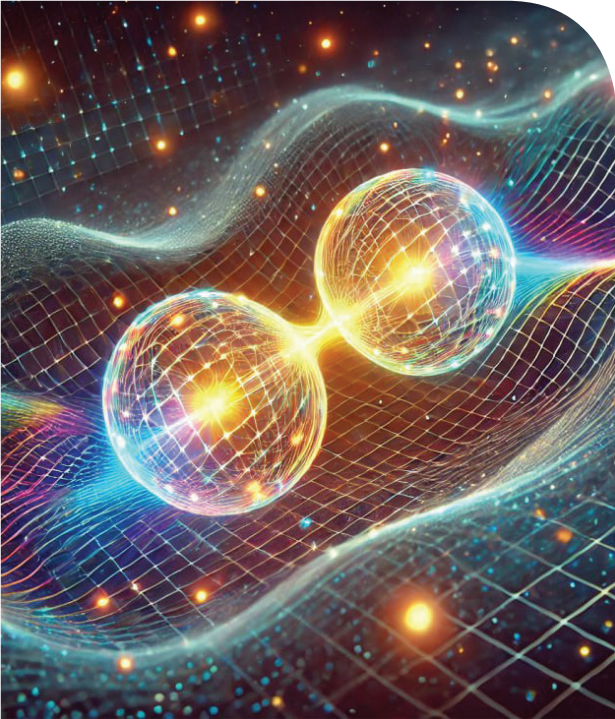
ضمیمه روزنامه خراسان

پنج شنبه ۲۸ فروردین ۱۴۰۴
۱۸ شوال ۱۴۴۶ ۱۷ آوریل ۲۰۲۵
شماره ۲۱۷۴۶

۲۹۶۵

جدال نابغه قرن با نظریه کوانتوم

بسیاری اینشتین را مخالف نظریه کوانتومی می دانند؛ اما داستان اینشتین با کوانتوم، به یک مخالفت ساده ختم نمی شود. اینشتین در تدوین چارچوب اولیه مکانیک کوانتومی نقش بسیار مهمی را ایفا کرد، اما در دهه ۱۹۲۰، مکانیک کوانتومی وارد مرحله ای شد که قوانین آن دیگر به هیچ وجه شبیه به فیزیک کلاسیک نبود و احتمال، تصادف و عدم قطعیت در قلب آن قرار داشتند. یکی از مهم ترین پایه های این نظریه، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ قرار داشت که بر اساس آن، نمی توانستیم مکان و سرعت یک ذره را به شکل همزمان و دقیق اندازه گیری کنیم. به عبارتی آگاهی از یکی از این کمیت ها باعث ناآگاهی ما درباره کمیت دوم می شد. اما این مسئله به دلیل دقت پایین ابزارهای اندازه گیری ما نبود، بلکه «ذات» ذراتی بود که در دنیای کوانتومی زندگی می کردند. این تفسیر ذات واقعیت، که به تفسیر کپنهاگی از مکانیک کوانتومی معروف شد، بیان می کرد که در قلمرو فیزیک کوانتوم، ذرات پیش از اندازه گیری واقعیت مشخصی ندارند و در مجموعه ای از احتمالات شناور هستند. اما به محض اندازه گیری، یکی از حالت های احتمالی ممکن به واقعیت می پیوندد و ما آن حالت را به عنوان ویژگی های ذرات مشاهده می کنیم.



تفسیری غیر قابل قبول برای اینشتین این تفسیر برای اینشتین غیر قابل قبول بود و جمله معروف او «خداوند تاس نمی اندازد» به نمادی از مخالفت او با تفسیر کپنهاگی تبدیل شد. اینشتین معتقد بود که مکانیک کوانتومی با وجود موفقیت هایش، تنها بخشی از واقعیت را توصیف می کند و باید زیر مجموعه نظریه ای کامل تر قرار بگیرد. از نظر او، این که ما بعضی ویژگی های ذرات را ندانیم به این معنی نبود که خود ذره هم از ویژگی های خود بی اطلاع باشد. یکی از بحث های مهمی که در این مورد وجود داشت، بررسی رفتار ذراتی بود که به «ذرات در هم تنیده» معروف بودند. برای توصیف ذرات در هم تنیده، یک جفت دو قلو را در نظر بگیرید که یکی چشم های آبی و دیگری چشم های قهوه ای دارد. ما نمی دانیم کدام رنگ چشم متعلق به کدام قل است ولی هر زمان که رنگ چشم یک نفر از آن ها را ببینیم، بلافاصله رنگ چشم دیگری را هم خواهیم دانست؛ حتی اگر یک قل در تهران و یک قل در مشهد باشد. این وابستگی ویژگی ها، همان رفتار ذرات در هم تنیده را توصیف می کند. بر اساس تفسیر کپنهاگی، رنگ چشم دو قلوها از پیش وجود ندارد و لحظه ای که رنگ چشم یک قل را در تهران یا مشاهده مشخص می کنیم، رنگ چشم قل دیگر هم در مشهد بلافاصله و در همان لحظه مشخص می شود. اما اینشتین معتقد بود که رنگ چشم هر دو قل از پیش وجود دارد و این تنها ضعف مادر در ک طبیعت است که باعث می شود رنگ چشم آن ها را ندانیم.

وقتی آلبرت اشتباه می کند اینشتین در سال ۱۹۳۵ برای اثبات حرف خود، به همراه دو فیزیکدان دیگر یک آزمایش ذهنی طراحی کرد که به پارادوکس EPR معروف شد. طبق این آزمایش ذهنی، مشخص شدن همزمان وضعیت دو ذره ای که از یکدیگر فاصله داشتند، با قوانین نسبیت خاص که می گوید هیچ اطلاعاتی نمی تواند سریع تر از نور منتقل شود، در تناقض بود. بنابراین، اینشتین و همکارانش استدلال کردند که باید متغیرهای پنهانی وجود داشته باشند که وضعیت ذرات را از پیش مشخص کرده و به این ترتیب از این تناقض جلوگیری کنند. اما چند دهه بعد، مشخص شد که اینشتین اشتباه می کرده است. در دهه ۱۹۶۰ فیزیکدانی به نام جان بل نامعادلاتی را برای توصیف ذرات در هم تنیده نوشت که نتیجه آن ها در تفسیرهای کپنهاگی و نظریه متغیرهای پنهان، متفاوت بود. پس از بل، فیزیکدان دیگری به نام آلن اسپکیت در دهه ۱۹۸۰ آزمایش هایی برای ناماسوی های بل انجام داد که نتیجه آن ها، با مکانیک کوانتومی همخوانی کامل داشت و هیچ نیازی به متغیرهای پنهان در آن دیده نمی شد. این آزمایش ها نشان دادند که در حقیقت، ذرات در هم تنیده می توانند به طور آتی و بدون نیاز به انتقال اطلاعات فیزیکی از یکدیگر تأثیر بگذارند، یا به عبارت دیگر، رنگ چشم دو قلوها از پیش وجود ندارد و مشخص شدن رنگ چشم یک قل، واقعاً بلافاصله رنگ چشم قل دیگر را هم تعیین می کند. این آزمایش ها، پارادوکس EPR را به طور کامل رد کرد و نشان داد که حتی اینشتین، کسی که یک تنه بسیاری از شاخه های فیزیک را متحول کرده بود، ممکن است بر اساس تمایلات و عقاید شخصی مرتکب اشتباه شود.