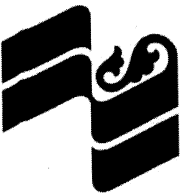
# اینشتین و نسبیت

پل استراترن

ترجمهٔ ابوالفضل حقیری

MATH75.IR



بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم

MATH75.IR

استراترن، پل، ۱۹۴۰ م.Strathern, Paul
اینشتین و نسبیت/پل استراترن؛ ترجمه: ابوالفضل حقیری قزوینی
۹۰ص، تهران: بصیرت، ۱۳۸۹.
شابک:978-600-90476-5-9
فهرست‌نویسی‌براساس اطلاعات‌فیپا
عنوان اصلی:Einstein and relativity, c 1997
کتاب حاضر در سال‌های مختلف توسط ناشران متفاوت منتشر شده است
اینشتین، آلبرت، ۱۸۷۹ـ ۱۹۵۵ م Einstein, Albert
نسبیت عام (فیزیک) فیزیکدانان ـ سرگذشتنامه
حقیری، ابوالفضل، ۱۳۳۸ـ مترجم
رده‌بندی کنگره:۱۳۸۸ ۵ الف ۹ الف/QC۱۶
رده‌بندی‌دیویی: ۵۳۰/۱۱۰۹۲
شماره کتابخانه‌ملی:۱۶۷۸۳۶۲

MATH75.IR

**انتشارات بصیرت**
**اینشتین و نسبیت**
پل استراترن، ترجمه: ابوالفضل حقیری قزوینی
چاپ دوم ۱۳۸۹ ش/۱۴۳۱ ق/ ۱۰۰۰نسخه/ ۲۰۰۰ تومان
حروفچینی و صفحه‌آرایی:انتشارات بصیرت
چاپ‌وصحافی:شرکت چاپ و نشرکیمیای حضور
نشانی:تهران،خیابان‌انقلاب،ابتدای‌خیابان‌ابوریحان،شماره ۹۴،کدپستی ۱۳۱۵۶۹۴۱۶۴
تلفن:۶۶۴۱۵۸۷۹_۶۶۴۶۱۲۹۲/فاکس:۶۶۴۰۶۵۰۵
(کلیه حقوق محفوظ و مخصوص ناشر است)

MATH75.IR

پل استراترن

# اینشتین و نسبیت

ابوالفضل حقیری قزوینی

MATH75.IR

# فهرست


| | |
|---|---|
| پیش‌گفتار | ۷ |
| زندگی و آثار | ۹ |
| چند نکتهٔ کلیدی | ٦٥ |
| چند گفتهٔ مهم از اینشتین | ٦٧ |
| گاه‌شماری | ٦٩ |
| برای مطالعه بیشتر | ۷۱ |

MATH75.IR

MATH75.IR

## پیش‌گفتار

اینشتین درک ما از جهان هستی را دگرگون کرد، اما خود با نامرادی و ناکامی درگذشت. نظریهٔ نسبیت‌اش او را به عنوان بزرگ‌ترین چهرهٔ علمی پس از نیوتون تثبیت کرد. نسبیت درک ما را از فضا و زمان نابود کرد و عالمی را به جای آن نشاند که پیش از آن تصورناپذیر بود. فرمول مشهور او، $e=mc^2$، نشان داد که ماده را می‌توان به انرژی تبدیل کرد و عصر هسته‌ای از اینجا آغاز شد. اینشتین در نظریهٔ کوانتومی نیز سهم بسزایی داشت، اما سرانجام نتوانست پیامدهای یافته‌های خود را، به ویژه در نظریه کوانتومی، بپذیرد. در نتیجه، بیش از ربع قرن عمر خود را به جستجوی نظریه‌ای جامع گذراند، که کار خود وی، یافتن آن را ناممکن کرده بود.

اینشتین، در نیمه دوم عمر خود، به «الگویی همگانی» تبدیل شد: «بزرگترین نابغهٔ جهان». او این عنوان را با روی گشاده پذیرفت و از آن به خوبی بهره برد و به جنگی خستگی‌ناپذیر علیه نیروهای شیطانی و اهریمنی، از جمله سلاح‌های هسته‌ای، دست زد. تصویری که او از خود به مردم جهان ارائه داد، همان تصویر نابغهٔ فراموشکار بود. او جاه‌طلب بود و از استعداد استثنایی خود کاملاً آگاهی داشت و به عاقبتی غم‌انگیز دچار شد. در مقایسه با ناکامی‌اش در توضیح کارکرد غایی جهان هستی در قالب نظریهٔ وحدت میدان‌های[1] خود چندان به نقش اجتماعی‌اش اهمیتی نمی‌داد.

---

۱. unified field theory: (نظریهٔ میدان وحدت‌یافته هم نامیده می‌شود).

MATH75.IR

MATH75.IR

## زندگی و آثار

آلبرت اینشتین در ۱۴ مارس ۱۸۷۹، در شهر کوچک اولم در جنوب آلمان، از والدین آلمانی و یهودی به دنیا آمد. مادرش دختر فرهیخته یک تاجراشتوتگارتی ذرت بود که از نواختن ویولن لذت می‌برد. هنگامی که آلبرت به دنیا آمد، مادرش ۲۱ ساله بود. پدرش، هرمان، مرد مهربان، اهل معاشرت و سبیلویی بود که از خواندن شعر لذت می‌برد.

آلمانی که او در آن می‌زیست، در حاکمیت "خون و آهن" صدراعظم بیسمارک قرار داشت، که در آن حتی درشکه‌چی‌ها نیز لباس‌های متحدالشکل می‌پوشیدند. یهودیان فقط در سال ۱۸۶۷ آزادی عمل رسمی پیدا کرده بودند، و در سال تولد آلبرت، اصطلاح «یهودستیزی» برای نخستین بار در مقاله‌ای در مجله‌ای آلمانی به کار برده شد.

یک سال پس از تولد آلبرت، پدرش در کار تجارت کالاهای الکتریکی ورشکست شد، و خانواده به حومهٔ مونیخ نقل‌مکان کرد تا در خانهٔ یاکوب، برادر هرمان، زندگی کند. در اینجا، هرمان و یاکوب به کسب و کاری کم‌دامنه در زمینهٔ الکتروشیمی دست زدند.

آلبرت پسری نسبتاً خیالباف و به نحوی بارز، کند و دیرآموز بود. اختلال و برهم‌خوردگی خانواده (که به قول روانشناسان «مغضوب شده» بود) او را تحت تأثیر قرار داده بود؛ او فرزند پدری ورشکسته بود.

خصوصیاتی هستند که به نحوی شگفت‌انگیز در زندگی نوابغ پیش می‌آیند. (یوهان فان بتهوون[1] نوازندهٔ دائم‌الخمر، آقای جان شکسپیر[2]، دستکش‌فروش غیرقابل اعتماد...)، اما کودکی آلبرت از جهات دیگر استثنایی نبود.

پدر آلبرت مذهبی نبود، و سعی داشت به رنگ جماعت در آید. در نتیجه، آلبرتِ جوان را به مدرسه‌ای کاتولیک فرستاد، او در آنجا خود را تنها یهودی کلاس یافت. مانند هر جای دیگری در آلمان، مدارس آن کشور نیز به راه و رسم نظامی اداره می‌شدند. آموزگارانِ کودکان به رفتارهای خود، که مانند سرگروهبان‌های امر و نهی کن و سخت‌گیر بود، افتخار می‌کردند. آلبرت جوان از این محیط بیزار شد، در آنجا چندان چیزی فرا نمی‌گرفت، و نسبت به اقتدار کینه‌ای عمیق در دلش ریشه دواند، که در سراسر عمرش باقی ماند. مادرش او را به آموزش ویولن ترغیب کرد؛ او از آن لذت می‌برد و نواختن آن را به خوبی فرا گرفت- این خصیصهٔ دیگری بود که در تمام عمرش کماکان در وجودش ماند. دلمشغولی عمدهٔ پدر آلبرت تلاش برای روبه‌راه نگاه داشتن کار و بار و وضع و معاش خانواده در دوران رکود اقتصادی بود؛ اما [گه‌گاه] تلاش‌های جسته‌گریخته‌ای نیز می‌کرد تا پسرش را به مباحث کم و بیش نظری علاقه‌مند کند. روزی قطب‌نمایی را به پسرش نشان داد. آلبرت پرسید چرا عقربهٔ آن همیشه یک جهت را نشان می‌دهد، هرمان توضیح داد که علت این امر وجود نیروی مغناطیسی است، اما آلبرت می‌خواست بداند که نیروی مغناطیسی چگونه فضا را می‌پیماید. هرمان برای این پرسش پاسخی نداشت.

آلبرت آن شب را با این فکر، که چگونه نیرویی نامرئی می‌تواند در فضا حرکت کند، بیدار ماند.

---

۱. Johann Van Beethoven، پدر لودویگ فان بتهوون مشهور

2. John Shakespeare

در همان زمان، "عمو یاکوب" این پسر جوان را با جبر آشنا کرد. او برایش توضیح داد که جبر "علمی شادی‌آور" است. "وقتی می‌خواهیم حیوانی را شکار کنیم که نمی‌شود آن را گیر آورد، موقتاً آن را $\alpha$ می‌نامیم و به تعقیب کردن آن ادامه می‌دهیم، تا سرانجام به دامش بیندازیم. "برتل" (یعنی «آلبرت کوچولو» که در خانواده او را به این اسم می‌نامیدند) به زودی شکار را به دام انداخت.

در ۱۸۹۱، که اینشتین ۱۲ ساله بود، یک معلم آماتور دیگر در صحنه ظاهر شد. در آن ایام در میان خانواده‌های یهودی اروپای مرکزی رسم بود که در روزهای پنجشنبه یکی از اعضای فقیر جامعه یهودی را به شام دعوت کنند: بنا بر این رسم خانوادهٔ اینشتین از ماکس تالمی[1]، دانشجوی طب، پذیرایی می‌کرد. ماکس به برتل کتاب‌های علمی عامه فهم قرض داد، و مغز او، که در موارد دیگر بسیار تنبل بود، به سرعت جذب آنها شد. در اینجا هم خصلتی در وجود اینشتین شروع به نشو و نما کرد که در تمام عمر وی دوام آورد. او بیشتر خودآموزی می‌کرد، و به آموزگاران خود چندان اعتنا و توجهی نداشت و ترجیح می‌داد علایق خود را پی‌گیرد و کارها را به روش خاص خودش انجام دهد. نتیجهٔ این راه و رسم عمیق‌تر استثنایی دانش‌اش و بروز مشکلات مکرر، حتی در مقدماتی‌ترین امتحانات، بود.

ماکس تالمی به زودی برای اینشتین کتاب‌هایی دربارهٔ هندسه مسطح آورد، گرچه خودش هیچگاه حساب دیفرانسیل و انتگرال تدریس نکرده بود. ماکس، هر هفته پیشرفت آلبرت جوان را تعقیب می‌کرد، تا اینکه ناچار شد اعتراف کند: "دیگر نمی‌توانم به پای او برسم". ماکس بیهوده آلبرت را تشویق می‌کرد که کتاب‌هایی در زمینه پزشکی و زیست‌شناسی بخواند، آلبرت به این زمینه‌ها

---

1. Max Talmey

علاقه‌مند نبود. منازعهٔ فکری آنها چندان طول نکشید؛ به نظر می‌رسید آلبرت فقط به کوشش برای درک مفاهیم پیچیده و اصول بنیادین نهفته در آنها علاقه‌مند است.

به این ترتیب این دانشجوی پزشکی، که سن و سالش از آلبرت بیشتر بود، او را با مبحث مورد علاقهٔ خودش، یعنی فلسفه آشنا کرد. نوجوانی که از آموختن "درس‌های دشوار" مدرسه رنج می‌برد مطالعهٔ آثار کانت[1] را آغاز کرد. این آثار بسیار دشوار بودند: متافیزیک آلمانی، در ملال‌آورترین و پیچیده‌ترین شکل آن. در واقع، شاید حتی در این اقدام ماکس نیتی بدخواهانه نهفته بود و می‌خواست آلبرت را سر جای خود بنشاند. اما آثار کانت در بردارندهٔ بزرگ‌ترین نظام‌های فلسفی بود، ساختاری با ژرفای استثنایی، که در صدد بود هر چیزی را کامل توضیح دهد. اینشتین، پیش از آن با دقت و ظرافت فکری، با مفاهیمی که حتی درک آنها مستلزم تمرکز بسیار بود، با شیوه‌های هوشمندانه برخورد کرده بود. اما در اینجا، برای نخستین بار آموخت که ذهن با تمام عظمت‌اش به چه چیزهایی می‌تواند دست یابد؛ می‌تواند نظام و سامانه‌ای را درک کند که جهان هستی را در خود می‌گنجاند. اینشتین هرگز این درس را فراموش نکرد. شوخی ماکس، اگر نیت‌اش شوخی بوده باشد، با شدت تمام به سوی خود او برگشت.

در ۱۸۹۴، که اینشتین پانزده ساله بود، پدرش دوباره ورشکست شد. خانواده به ایتالیا مهاجرت کردند و در آنجا پدرش کارخانه‌ای در نزدیکی میلان تأسیس کرد. اما اینشتین را در مدرسه شبانه‌روزی در مونیخ گذاشتند، او در آنجا می‌توانست دوره دبیرستان خود را در مدرسه لوئیتپولد[2] بگذراند. در این صورت امکان می‌یافت وارد دانشگاه شود، و مدرکی در مهندسی دریافت کند و به حرفهٔ خانوادگی خود

1. Immanuel Kant
2. Luitpold Gymnasium

MATH75.IR

بپردازد. قرار بود تا زمانی که هرمان بتواند دوباره بر پای خود بایستد، خانواده مادری اینشتین مخارج تحصیل او را بپردازند.

ظرف شش ماه اینشتین به ناراحتی عصبی گرفتار و از مدرسه اخراج شد زیرا (به گفتهٔ خود او) «حضورش در کلاس مخرب بود و حواس دانش‌آموزان دیگر را پرت می‌کرد. ممکن است این اخلال ذهنی او ساختگی بوده باشد، تا بتواند در ایتالیا به خانواده‌اش ملحق شود، اما ظاهراً این رفتار تا حد زیادی در واقعیت‌ها ریشه داشت. او از انضباط بیزار شده بود ـ و براساس خاطراتش ـ برنامهٔ آموزشی مدرسه را معجونی از بی‌حوصلگی، فریبکاری، مباحث بی‌ربط و ملال‌آور می‌دانست. برای فراگیری زبان یونانی، تاریخ، جغرافیا، و با کمال تعجب، زیست‌شناسی و شیمی، هیچ زحمتی به خود نمی‌داد. او از نیروی عقلانی پیشرس خود (که کلاً در زمینه ریاضیات و فیزیک بروز می‌کرد) آگاه بود، و همین امر اعتماد به نفسی آشکار به او می‌داد. این امر، همراه با درجه‌ای از خامی و ناپختگی باعث می‌شد که سرکش و گستاخ به نظر آید.

اکنون آلبرت دوران بسیار خوشی را در ایتالیا می‌گذراند. به مدرسه نمی‌رفت، و اوقاتش را صرف نوشتن مقاله‌ای دربارهٔ یکی از دشوارترین مسائل علمی روز ـ رابطه بین الکتریسیته، مغناطیس و اتر[1] می‌کرد. در سطح تخصصی، این مقاله هیچ مطلب و موضوع بدیع و مبتکرانه‌ای نداشت، اما برای نوجوانی شانزده ساله کاری برجسته به شمار می‌آمد. مقالهٔ یادشده یادآور این نکته هم بود که او هنوز به مغناطیس و چگونگی انتقال آن در فضا فکر می‌کند.

اینشتین در پایان سال در امتحان ورودی مدرسه فنی ایدگنوشت‌تیشه[2] (که عموماً به پلی‌تکنیک زوریخ معروف بود)

---

۱. Ether: محیطی نامرئی، نظر بر این بود که امواج الکترومغناطیسی سوار بر آن منتقل می‌شوند.

2. Eidgenössische

شرکت کرد. استاد فیزیک، هاینریش وبر[۱]، از نمرات عالی او در ریاضیات و فیزیک شگفت‌زده شد. پدرش هرمان، هنگامی که از نمرات وی در دروس زبان فرانسه، زیست‌شناسی، تاریخ و موضوعات دیگر مطلع شد واکنشی کمی متفاوت نشان داد. اینشتین به سختی شکست خورده ـ و تقریباً به طور یقین از رسیدن به هدف بازمانده ـ بود. او هیچ تمایلی به گذراندن دورهٔ مهندسی، که سرانجام آن ورود به کارگاه الکتریکی پدرش بود، نداشت، اما در نتیجهٔ دخالتِ شخص پروفسور وبر برای سال بعد به اینشتین جایی در پلی تکنیک زوریخ داده شد. فقط یک شرط اضافه شده بود، اینشتین باید در سالی که در پیش رو بود، در مدرسه، هر مدرسه‌ای، حضور می‌یافت.

هرمان، اکراهِ پسرش را در ورود به پیشهٔ خانوادگی دریافت، اما هیچ کاری از دستش بر نمی‌آمد. پولی در بساط نداشت. آیا باید اصرار می‌کرد که آلبرت مستقیماً برای کمک به وی در پیشه و کارش وارد شود؟ یک بار دیگر با بستگان همسرش تماس گرفت، و آنها بار دیگر موافقت کردند که هزینه تحصیلات آلبرت را بپردازند، اما این بار می‌خواستند کارشان ثمری داشته باشد. معنی نداشت که پولِ باارزش را خرج آدمی عاطل و باطل کنند.

مدت‌ها پس از آن‌همه سرخوردگی و مشاجره و بگومگو، و سال‌ها پس از مرگ هرمان، اینشتین همواره روی یک نکته دربارهٔ پدرش تأکید می‌کرد: او "عاقل" بود. درک هرمان از نیازها و تنفر پسرش از اینکه خود را در کنار پیشهٔ خانوادگی دفن کند. نمایانگر خرد هرمان بود. بدون این درک، نظریهٔ نسبیتی هم در کار نبود.

هرمان تصمیم گرفت آلبرت را به مدرسه‌ای در دهکده‌ای در حومهٔ زوریخ بفرستد، و موافقت کرد که آلبرت هنگامی که وارد

---

۱. Heinrich Martin Weber، او در اصل یک ریاضی‌دان بود.

MATH75.IR

پلی‌تکنیک زوریخ شد، به جای مهندسی، فیزیک و ریاضیات بخواند. اینشتین نزد خانوادهٔ یکی از آموزگاران آن مدرسه اقامت گزید.

اینشتین، علیرغم "خرد" پدرش، هنوز از بازگشت به مدرسه بیم داشت، اما این بیم به زودی زایل شد. آرائو[1]، مکانی باصفا در کنار رودخانه و در میان تاکستان‌های انبوه بود، و میزبانان وی، خانوادهٔ وینتلر، افرادی سرزنده و میهمان‌نواز بودند. این مکان در آلمان نبود، بلکه در سوئیس قرار داشت. آنچه که او یافت نه تحجر و عدم انعطاف در شیوه‌های آموزشی، بلکه روی گشاده برای مباحثات فکری بود. اینشتین هم که برای گردش‌های پایان هفته و بالا رفتن از کوه با افراد این خانواده همراه می‌شد در آنجا شکوفا شد.

اینشتین نواختن ویولن را نزد مادرش فرا گرفته و اکنون یک نوازنده آماتور زبردست بود. عصرها در جمع خانوادهٔ وینتلر، همراه با دختر هیجده ساله‌شان، که پیانو می‌نواخت، با نواختن دوئت‌هایی خانواده را سرگرم می‌کرد. آلبرت ویولن‌نوازی سرزنده بود؛ ظاهراً موسیقی جنبهٔ احساسیِ سرشت و ماهیت او را آشکار می‌کرد.

عکس‌های این دوره، اینشتین را جوانی خوش‌چهره، با موهای مجعد، سبیلی نودمیده و مطمئن به خود نشان می‌دهد. برخلاف مدارکی که از ظاهر آشفتهٔ وی، که بعدها به علامت مشخصه‌اش تبدیل شد، در دست است، او بسیار خوش‌لباس بود. در این دوران، خوش‌لباسی وی صرفاً نشانهٔ کوچکی از هرزگی سرخوشانه‌اش بود. ماری دختر خانواده، شاید به طور اجتناب‌ناپذیری، عاشق وی شد.

این، نخستین تجربهٔ عشقی آلبرت بود. ظاهراً این عشق، نسبتاً شدید، افلاطونی و تا حدی یکطرفه بوده است. فیزیک ریاضی[2]، از علایق عمدهٔ احساسی اینشتین به شمار می‌رفت و تا پایان عمر او

---

1. Aarau

۲. Mathematical physics، به معنای اعمال ریاضی است که بر مسائل فیزیک صورت می‌گیرد.

نیز به همین منوال باقی ماند. گرچه او مجالست با زنان را دوست داشت و می‌دانست که برای آنها جذاب است.

در این دوره، طرز رفتار اجتماعی اینشتین حاکی از اعتماد به نفسی با حاشیه‌ای معین بود؛ او از خنده‌های پرسر و صدا لذت می‌برد. یکی از دوستان دوره مدرسه‌اش به یاد می‌آورد که او چگونه قیافهٔ یک فیلسوف خندان را به خود می‌گرفت و "ریشخند استهزاآمیزش هرگونه تظاهر و خودنمایی را زیر تازیانه می‌گرفت". اما او گرایشی اصلاح‌ناپذیر به غرق شدن در افکار خود داشت. هنگامی که در پاییز ۱۸۹۵ جای خود را در پلی‌تکنیک زوریخ به دست آورد، علاقه‌اش به ماری ناگزیر فروکش کرد. دل ماری شکست، آلبرت نامردانه تصمیم گرفت که همه چیز را به فراموشی بسپارد.

در آن زمان پلی‌تکنیک زوریخ بهترین مدرسه فنی در اروپای مرکزی به شمار می‌آمد. آزمایشگاه‌های آن به طرزی عالی به وسیلهٔ کمپانی زیمنس تجهیز شده بود (جالب آنکه زیمنس یکی از همان شرکت‌های مختلط بزرگی بود که مسئول ورشکست‌شدن هرمان محسوب می‌شد)، و استادانی که جذب آن مدرسه می‌شدند در عالی‌ترین سطح قرار داشتند. با همهٔ این احوال، اینشتین به ندرت آمادهٔ پاسخ دادن به پرسش‌ها بود. یکی از استادان وی، ریاضیدان بزرگ آلمانی ــ روسی، هرمان مینکوفسکی[1]، او را "سگ تنبل" می‌خواند. اما اینشتین مثل همیشه اعتماد به نفس خود را حفظ کرد. ناسپاسی او نسبت به پروفسور وبر ـ که باعث شده بود او به کالج وارد شود ـ آشکار بود. درس‌های فیزیک وبر شامل شرح چند پیشرفت فنی بزرگ بود که در ۲۰ سال گذشته حاصل شده بود، و اینشتین صراحتاً با او مخالف می‌کرد. در آزمایشگاه از پیروی از دستورالعمل‌ها و دستور کارها خودداری می‌کرد و ترجیح می‌داد

1- Herman Minkowski

MATH75.IR

اطلاعات روزآمد خود را در آزمایش‌ها به کار ببرد. در حین آزمایش برای تعیین آثار اتر، وسایل آزمایش منفجر شد و سبب آسیب شدید دست راستش شد. خوشبختانه این آسیب زیاد طول نکشید، و او به زودی توانست ویولن به دست بگیرد.

اینشتین بیشتر اوقاتش را مشتاقانه و حریصانه به خواندن می‌گذراند و راه خود را در میان آخرین پیشرفت‌های فیزیک می‌گشود. علم نسبت به قرن گذشته- به ویژه در حوزهٔ فیزیک، که اکنون پیشتاز تفکر علمی بود- پیشرفت‌های عظیمی کرده بود. اوضاع به گونه‌ای بود که به نظر می‌رسید تمام عناصر جداگانهٔ معرفت علمی، در دیدگاهی جامع و وسیع، در هم ادغام شده‌اند. چشم‌انداز رسیدن آدمی به معرفتی کامل از جهان نزدیک می‌نمود. بسیاری احساس می‌کردند که این هیجان‌انگیزترین دوران تاریخ است که دانشمندان می‌توانند در آن زندگی کنند. دیگر برای نسل‌های آتی چیزی برای کشف کردن باقی نمی‌ماند، و سرنوشت محتومشان این است که فقط به کار خسته کننده اندازه‌گیری مشغول باشند.

اما تردیدها در حوزه‌های دیگر شروع به نمود کردند. برخی یقین‌های قدیمی مورد تردید قرار گرفتند، تردیدی که به این شک فزاینده انجامید که فیزیک کلاسیک برای توصیف واقعیت‌هایی که به طرزی فزاینده پیچیده می‌شوند دیگر کفایت نمی‌کند.

پژواک این اندیشه‌ها در نزد بسیاری از روشنفکران زوریخی، که جهان را از دیدگاهی غیرعلمی می‌نگریستند، شگفت می‌نمود. تروتسکی، لنین، روزا لوکزامبورگ، (و بعداً، فوتوریست‌ها، دادائیست‌ها، و جیمز جویس) مکرراً در کافه‌های زوریخ دیده می‌شدند. در آن ایام، زوریخ فقط یک مرکز بانکداری ایالتی نبود که به وسیلهٔ افرادی کوته‌نظر اداره شود. شهری زنده، در قلب اروپا بود که جامعه‌ای از کافه‌نشینان جهان- وطن را در خود جای می‌داد.

اینشتین در هنگامهٔ خواندن و پژوهش در مطالب پیچیدهٔ خود با دوستانش در کافهٔ متروپول، که پاتوقی دانشجویی در نزدیکی رودخانه بود، ملاقات می‌کرد. او شروع به کشیدن پیپ کرده بود، و نوشیدنی مطبوع وی قهوه سرد بود (در آن ایام اینشتین چیز دیگری نمی‌نوشید، و دلیل عمده آن، نداشتن پول کافی بود. در واقع او در سراسر زندگی خود هرگز نوشابه‌های الکلی را نپسندید، زیرا احساس می‌کرد که الکل کودن و کندذهنش می‌کند).

اینشتین با دوستان نزدیک‌اش محفلی داشت. همهٔ آنها باهوش بودند، ریاضیات یا فیزیک می‌خواندند و ذهنشان به مهم‌ترین مسائل علم مشغول بود. بدون برخورداری از چنین کیفیاتی تعقیب مباحثه‌های ایشان ناممکن می‌بود.

شاید در بین همشاگردی‌های اینشتین، مارسل گروسمن[1] نخستین کسی بود که به هوش غیرعادی او پی‌برد. وقتی ایام امتحانات فرا می‌رسید، گروسمن فداکارانه یادداشت‌های درسی خود را در اختیار اینشتین قرار می‌داد ـ و این تنها راهی بود که اینشتین می‌توانست خود را به موقع برای امتحان آماده کند. همشاگردی اینشتین در دورهٔ مهندسی، میکل آنجلو بسو[2]، شخصیتی دوست‌داشتنی داشت، و در علاقه به فلسفه با اینشتین سهیم بود. او نخستین کسی بود که اینشتین را با آثار ارنست ماخ[3]، فیلسوف علم، که اکنون نام او در اندازه‌گیری دیوار صوتی جاودان شده است، آشنا کرد. در آن دوران، ماخ در جستجوی آن بود که بر فرض‌های انتزاعی بی‌چون و چرا فیزیک کلاسیک تأثیری دوران‌ساز و ویرانگر بگذارد. سومین دوست نزدیک وی، فریتز آدلر[4]، پسر بنیان‌گذار

1. Marcel Grossmann
2. Michele Angelo Besso
3. Ernst Mach
4. Fritz Adler

MATH75.IR

حزب سوسیال دموکرات اتریش، بود. اینشتین، آدلر را به دلیل آرمان‌گرایی خالصانه‌اش تحسین می‌کرد. سنت‌شکنی اینشتین چیزی بیش از یاغی‌شدن و زیر همه چیز زدنی صرفاً ناشی از جوانی بود. قدرت‌ستیزی، نظامی‌گری ستیزی، تحقیر روش‌ها و بینش‌های کهنه- همه بخشی از یک آرمان‌گرایی اجتماعی در حال رشد بود. این صفت‌ها را گاهی، آرمانگرایی عمیق، اما تا حدی ساده‌لوحانه دانسته‌اند؛ دو مشخصه‌ای که تا آخر عمر کماکان آرمان‌گرایی مشخصهٔ وی باقی ماند.

اینشتین هنگامی که در اتاق خود به کار مشغول نبود یا با دوستان خود در کافه متروپل، گرم مباحثات جدی نبود، که با انفجار خنده‌های دیوانه‌وار قطع می‌شد، همراه با دختر صاحبخانهٔ خود به دریاچهٔ زوریخ می‌رفت. این ماجرا آغازگر دو عادتی بود که او تا آخرین روزهای عمر خود حفظ کرد؛ یعنی قایقرانی و مصاحبت با بانوان (دختر صاحبخانه تنها کسی نبود که از جانب او به قایقرانی‌های صمیمانه دعوت می‌شد، هرچند قایق در واقع به خانوادهٔ این دختر تعلق داشت).

تنها یک نفر می‌توانست تمام این جنبه‌های زندگی اینشتین را پر کند. این شخص میلوا ماریک[1] تنها دانشجوی دختر همکلاسی وی بود. او زنی صرب از اهالی نوی ساد[2]، بخشی از امپراتوری اتریش- مجارستان[3] آن زمان بود. پدرش، که کارمندی دولتی بود، دخترش را به پلی تکنیک زوریخ فرستاده بود، زیرا در کشور او زنان مجاز نبودند دوره‌های پیشرفتهٔ فیزیک را بگذرانند. (*هشت سال بعد*، ماری‌کوری، نخستین زنی بود که در فرانسه، در *رشته‌ای* به دریافت درجهٔ دکترا نائل آمد- و در همان سال جایزه نوبل اول خود را برد

1. Mileva Marić
2. Novi Sad
3. Austro-Hungarian Empire

ـ در کشور میلوا چنین امکان‌هایی وجود نداشت). میلوا برخلاف زنان دیگری که اینشتین وقت خود را با آنان می‌گذراند، نسبتاً ساده بود و اصلاً هم اهل عشوه‌گری نبود. او به ندرت می‌خندید و به علت دررفتگی دائمی لگن اندکی می‌لنگید. بسیاری در شگفت‌اند که او چگونه توانست نقشی چنین مهم در زندگی اینشتین ایفا کند. عکس‌های آن زمان او را زنی با خصوصیات بارز اسلاوی نشان می‌دهد، اما قالب چشم‌های تیره و لب‌های کلف او حاکی از حساسیتی پنهان است. همچنین او نخستین زنی بود که اینشتین با او مواجه شده بود و می‌توانست دربارهٔ مسائل مورد علاقه‌اش با او به مباحثه بپردازد. اگر اینشتین از فیزیک سخن می‌گفت او آنقدر در این حوزه اطلاعات داشت که بتواند نظری بدهد و یقیناً، اینشتین استقلال پیشتازانه او را، که در میان زنان آن دوره نادر بود، می‌ستود.

در ۱۹۰۰، اینشتین، برای آخرین بار، یادداشت‌های گروسمن را قرض گرفت و با آنها امتحانات نهایی خود را گذراند. نمرات او عجیب بود و هیچ نشانی از مغز علمی استثنایی‌اش نداشت. این نمرات، همراه با امتناعش از حضور در کلاس‌ها این امر را قطعی می‌کرد که هیچ‌کس از او، برای یافتن شغل دانشگاهی، حمایت نخواهد کرد. او به روش خود برای چند دانشگاه درخواست کار فرستاد. ویژگی اینشتین، که ترکیبی بود از بی‌تعصبی و مناعت روشنفکرانه (که چندان دلیلی برای حمایت از آن وجود نداشت)، نشان می‌داد که او قطعاً پیشنهادی دریافت نخواهد کرد.

در ۱۹۰۰، اینشتین، تا حدی به علت آنکه در سوییس زندگی توأم با آرامشی داشت و تا اندازه‌ای نیز برای آنکه مجبور نباشد برای خدمت نظام به آلمان بازگردد، به شهروندی سوییس در آمد. اما این تابعیت سوییسی تأثیری در درخواست‌های کار او نداشت. او از خصلت شخصی دیگری، حتی آشکارتر از مناعتش، برخوردار بود:

MATH75.IR

یهودی بودن. در آن زمان، یهودستیزی در میان متخصصان اروپایی کاملاً رواج داشت (فقط شش سال از زمانی می‌گذشت که یک افسر یهودی ارتش فرانسه، به اتهام ساختگی جاسوسی، به حبس در جزیره شیطان محکوم شده بود). پول اینشتین رو به اتمام بود و سرانجام مجبور شد شغلی موقت را در مدرسه فنی وینترتوهر[1]، که در ده مایلی شمال زوریخ بود، بپذیرد.

نوع نگرش اینشتین به نظم او را به معلمی دوست داشتنی هرچند بی‌تأثیر تبدیل می‌کرد. او در اوقات فراغت به تحقیقات خود ادامه می‌داد و در این موقع در زمینهٔ امکان برقراری ارتباط بین نیروهای مولکولی و نیروی گرانش، که در فواصل دور عمل می‌کرد، متمرکز بود. ظاهراً در این مرحله می‌کوشید به جای پیشنهاد ساختاری نو آخرین پیشرفت‌های علمی را در ساختار کلّی فیزیک کلاسیک ادغام کند. اما او تعمق بر طرح عظیم‌تر موضوع ـ تلاش در راه اصلاح کارهای نیوتون ـ را آغاز کرده بود. این امور هنوز مبهم بود، اما چنانکه در نامه‌ای برای گروسمن نوشته است "درک این امر که مجموعه‌ای از پدیده‌ها، که براساس تجربه مستقیم حسی کاملاً بی‌ارتباط به نظر می‌آیند، دارای خواصی‌اند که آنها را متحد می‌کند، به آدمی احساس عجیبی می‌دهد". او در آستانهٔ پی بردن به توانایی‌های ذهنی خود قرار گرفته بود.

اگر می‌توانست پایان هر هفته برای دیدار میلوا به زوریخ می‌رفت و آنها در طول هفته نیز برای هم نامه می‌نوشتند.

پس از چند ماه، شغل معلمی اینشتین بدون هیچ امیدی به یافتن کار بعدی به پایان رسید. وقتی گروسمن، دوست قدیمی‌اش، از این موضوع خبردار شد از پدرش خواست که اینشتین را برای احراز شغلی در اداره ثبت اختراعات سوییس در برن پیشنهاد کند. به

1. Winterthur

اینشتین گفتند که در حال حاضر در آنجا شغل خالی وجود ندارد، اما اگر جایی خالی شود برای او در نظر گرفته خواهد شد. خبر بعدی که در این روزها دریافت کرد بارداری میلوا بود.

اکنون اینشتین ۲۱ سال داشت، بیکار و عملاً بی‌پول بود. پدرش یک بار دیگر ورشکست شده بود و بستگان مادرش دیگر تمایلی به حمایت از او نداشتند. اینشتین به میلوا گفت که از او حمایت خواهد کرد، اما هر دو می‌دانستند که عملی‌شدن این قول ناممکن است؛ او قادر به حمایت از میلوا نبود.

سرانجام میلوا به نوی ساد بازگشت و در آنجا دختری به دنیا آورد که آلبرت و میلوا در نامه‌های خود او را "لیزرل"[1] (لیز[2] کوچک) می‌نامیدند.

در اوایل ۱۹۰۲، اینشتین به برن سفر کرد؛ سرانجام پستی در اداره ثبت اختراعات خالی شده بود. او بازرس فنی (درجه ۳) شد و کارش طبقه‌بندی اختراعات مختلفی بود که برای تصویب به اداره تحویل داده می‌شد. این نوآوری‌ها و اختراعات گستره‌ای معمول از ابزارهای مبتکرانه، دستگاه‌های نامعقول مضحک، و وسیله‌های ساده‌ای را در بر می‌گرفتند که قرار بود دودمان‌ها و شبکه‌های مالی بر پایهٔ آنها شکل بگیرند و استوار شوند. اینشتین، هر یک از این دستگاه‌ها را بازرسی می‌کرد و سپس، نامهٔ همراه با آن را کامل می‌خواند، که اغلب مانند دستگاهی که شرح می‌داد شکنجه‌آور، پیچیده و فهم‌ناپذیر بود. وظیفه او، حصول اطمینان از این موضوع بود که این دو قسمت مجزا با یکدیگر ارتباط دارند و دست‌کم یکی از آنها قابل درک است. او پی‌برد که حتی پیچیده‌ترین مفاهیم را می‌توان معمولاً به مجموعه‌ای از اصول بنیادی ساده تحویل کرد؛ این درسی بود که او هیچگاه فراموش نکرد.

---

1. Liesrel
2. Liese

 MATH75.IR

در این میان، میلوا و لیزرل در فاصله هزار کیلومتری در نوی ساد بودند. ظاهراً لیزرل کودکی بیمار بود و خود میلوا نیز حال چندان خوشی نداشت. آنچه که برای لیزرل و والدینش روی داد نمونه‌ای است از داستان غم‌انگیز زندگی در آن دوران، که فقط در دهۀ ۹۰ معلوم شد و هنوز به طور کامل بیان نشده است. ظاهراً، والدین میلوا موفق شدند او را وادارند که حضانت کودکش را به آنها بسپارد، و اینشتین جوان نمی‌توانست (یا نمی‌خواست) در این مورد کاری انجام دهد. نخستین فرزند اینشتین، که حاصل ژن‌های یکی از بزرگ‌ترین اندیشه‌های علمی تمام دوران بود، چه شد؟ ظاهراً، لیزرل بدون هیچ نشانه‌ای- جز داستانی عجیب- ناپدید شد. بیش از سی سال بعد، هنگامی که اینشتین در اوج شهرت در آمریکا می‌زیست، شنید که زنی سعی می‌کند در مجامع اروپایی خود را دختر اینشتین معرفی کند. اینشتین از پذیرش چنین چیزی خودداری کرد و کارآگاهی را استخدام کرد تا معلوم کند آیا ادعای آن زن صحیح است یا خیر... پایان داستان هنوز کاملاً روشن نیست. اگر حوادث سیر عادی خود را طی کرده باشد می‌توان انتظار داشت که لیزرل دست‌کم تا دهۀ ۱۹۷۰ در قید حیات بوده است. دکتر رابرت شولمان[1]، ویراستار مقالات اینشتین، گفته بود که شاید پس از فروکش کردن بحران یوگسلاوی سابق مدارک جدیدی در این زمینه یافت شود.

میلوا ماریک کمتر از یک سال پس از تولد دخترش نوی ساد را به تنهایی به مقصد سوییس ترک گفت. دوستانش می‌دیدند که او از اندوهی عمیق رنج می‌برد، اما او هرگز دلیل آن را آشکار نکرد. اینشتین به اعتبار آمیزه‌ای از عشق، محبت و وظیفه تصمیم گرفت با میلوا ازدواج کند. انگیزه‌های میلوا نیز به همین شکل گوناگون بود، اما او احساس می‌کرد که جای دیگری را ندارد که به آن رو آورد.

---

1. Robert Schulmann

آلبرت و میلوا در سوم ژانویه ۱۹۰۳ ازدواج کردند. زوج تازه ازدواج کرده، پس از اتمام شام جشن، که به همراه تنی چند از دوستانشان در رستوران محلی برگزار شده بود، در شبی یخبندان به سوی آپارتمان کوچک اینشتین، در شماره ۴۹ کرامگاسه درست در گوشه خیابان، حرکت کردند. وقتی به آنجا رسیدند اینشتین متوجه شد کلیدش را گم کرده است. این داستان را همچون نمونه‌ای کلاسیک از حواس‌پرتی اینشتین بیان می‌کنند. [البته] شاید کسانی هم بخواهند موضوع را به شکلی فرویدی‌تر تفسیر کنند.

اکنون اینشتین ۲۳ ساله و به نحو استیصال‌آوری فقیر بود. او برای اجتناب از روبه‌رو شدن با این حقیقت تلخ، خود را در تحقیقات علمی‌اش غرق می‌کرد. این اتفاق مکرر روی می‌داد. هنگامی که اوضاع سخت می‌شد، اینشتین به جهان انتزاعی خود می‌گریخت. در این دوره چند مقاله نوشت و برخی از آنها در مجله معتبر *سالنامهٔ فیزیک*[1] منتشر شد. اینشتین به ترمودینامیک علاقه‌مند بود و برای ارزیابی حرکات تعداد زیاد مولکول‌هایی که حجم نسبتاً کوچک مایع یا گاز را اشغال می‌کنند چند روش آماری ابداع کرد. هیچ یک از این مقالات چندان اصالت و ابتکار خاصی ندارند و فقط می‌توان با موشکافی در آنها نشانه‌هایی از کشفیات بزرگ آتی را یافت.

در ۱۹۰۴، میلوا نخستین پسرشان هانس آلبرت را به دنیا آورد. چند ماه بعد مایکل بسو[2]، دوست قدیمی اینشتین، نیز در اداره ثبت اختراعات به کار مشغول شد. اکنون ایده‌ها و آرای اینشتین از حد درک میلوا فراتر رفته بود، و حس مادرانهٔ وی نیز بحث‌های آنها را با مانع روبه‌رو می‌کرد. عجیب نیست که میلوا از این موضوع رنجیده‌خاطر می‌شد و بسو همیشه هم در خانه شماره ۴۹ کرامگاسه

1. Annalen der Physik
2- Michele Angelo Besso

MATH75.IR

مورد استقبال قرار نمی‌گرفت. اینشتین نیز، در مسیر بازگشت از کار به خانه، که اغلب مسیری پیچ در پیچ بود، به بحث درباره ایده‌های خود با بسو می‌پرداخت.

شاید مقالات منتشر شده اینشتین در این دوران چندان مهم نباشد، اما بی‌گمان گسترهٔ اشتغالات ذهنی و بینش‌های او بدیع و اصیل است؛ در واقع، چندان اصیل که، چنانکه در پیاده‌روی خود به بسو می‌گفت، نمی‌توانست راهی برای بیان منسجم آنها بیابد. اکنون اینشتین پی‌برده بود که فیزیک کلاسیک به پایان راه خود رسیده است. مفاهیم فضا، زمان و نور با تعاریف نیوتون سازگارند. تبیین کاملاً جدیدی از جهان هستی ضرورت یافته بود.

چنین بود که آن ایده‌های انقلابی در ذهن اینشتین شکل می‌گرفت و او تا آنجا که می‌توانست برای پروراندن آنها وقت صرف می‌کرد. اما نمی‌توان زندگی اینشتین را در خانه موجب تفکراتی دانست که از زمان نیوتون تا آن‌موقع در زمرهٔ نافذترین و جامع‌ترین اندیشه‌هایی بود که به ذهنی خطور کرده بود. در آن روزها آپارتمان شماره ۴۹ کرامگاسه از آرامش و سکون موزه‌ای کوچک برخوردار بود که به اینشتین و نظریهٔ نسبیت خاص اختصاص داشت. در آن روزهای نخستین و در گرماگرم خلاقیت و زندگی خانوادگی محیط تا حدی سنگین بود. دیدارکنندگان بعدها بوی تند لباس‌ها و کهنه‌های در حال خشک‌شدن، توتون پیپ اینشتین و دودی را که از اجاق برمی‌خاست به یاد می‌آوردند. در زمستان، هوا سردتر از آن بود که پنجره‌ها را باز کنند؛ در تابستان، گرما بو را تشدید می‌کرد. در حالی‌که میلوا در لگن رخت می‌شست، اینشتین در کتاب خواندن غوطه‌ور بود و با حواس‌پرتی نوزاد گریان را با پایش در گهواره تکان می‌داد. گهگاهی دوستانش او را در میان ازدحام پیاده‌رو در حالی می‌یافتند که روی کالسکه بچه خم شده و

در محاسبه‌ای طولانی غرق شده است در حالی که نوزاد با جغجغه‌اش بر سر او می‌کوبید.

تمام آن تفکرات وسواس‌گونه‌ای که ذهنش را مشغول می‌کرد در ۱۹۰۵ به اوجی ناگهانی و عجیب رسید. این سال به *سال معجزه‌آسایی*[1] اینشتین تبدیل شد. در طول این سال، او چهار مقاله برای *سالنامهٔ فیزیک* فرستاد که جهان را تغییر داد.

عنوان نخستین مقاله‌ای که در *سالنامهٔ فیزیک* انتشار یافت "در باب دیدگاه تجربی مربوط به تولید و انتقال نور"[2] بود. خود اینشتین این مقالهٔ ۱۷ صفحه‌ای را "بسیار انقلابی" می‌دانست؛ و در واقع هم این مقاله برداشت‌های ما را از ماهیت نور چنان تغییر داد که [بعد از خوانش آن] دیگر هرگز فیزیک نمی‌توانست مانند قبل باشد.

برای درک اهمیت مقاله اینشتین نخست باید تاریخچهٔ علمی نور را ردگیری کنیم. فیلسوفان و دانشمندان، از زمان یونانیان باستان، معتقد بودند که نور از ذرات ریز ماده تشکیل شده است. با اختراع تلسکوپ، در اوایل قرن هفدهم، در این دیدگاه تردید شد. در ۱۶۷۸، کریستین هویگنس[3]، اخترشناس و فیزیکدان هلندی، بیان کرد که نور در واقع از امواج تشکیل شده است، اما یکی از منتقدان معاصر او ایراد گرفت که: "چگونه ممکن است امواج دریا بدون آب شور حرکت کنند؟" به بیان دیگر، امواج برای انتقال همیشه به ماده یا "*محیطی*" نیاز دارند. امواج نور می‌توانند در هوا، آب و شیشه حرکت کنند، اما در فضا یا خلأ چگونه حرکت می‌کنند؟ هویگنس، ماده‌ای نادیدنی و همه‌جاگیر موسوم به اتر را مطرح کرد. بعدها آن را ماده‌ای بی‌وزن و ایستا دانستند که در تمام جهان هستی جاری است.

---

1. Annus mirabilis
2. Uber einen dSie Ergeugung und venwandlung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunfe
3. Christiaan Huygens

MATH75.IR

در ۱۷۰۴، آیزاک نیوتون، اثر بزرگ خود را دربارهٔ نور با عنوان *اپتیک*[۱] منتشر کرد. این کتاب تمام رفتار و کیفیات نور را به شیوه‌ای کامل توصیف می‌کرد. او برای توصیف کردن و تشریح این خواص متنوع نظریهٔ ذره‌ای را پیشنهاد کرد که بنا بر آن نور از ذراتی تشکیل می‌شود که به نحوی تحت تأثیر امواج قرار دارند. متأسفانه، نیوتون نتوانست توضیح قانع کننده‌ای در باب نحوهٔ آمیزش و ادغام این دو سرشت به ظاهر متضاد بدهد.

در قرن بعد، نظریهٔ موجی در کارهای جیمزک کلرک ماکسول[۲]، فیزیکدان اسکاتلندی که در ۱۸۷۸ یک سال پیش از تولد اینشتین درگذشت، به شدت حمایت شد و قوت گرفت. در دهه ۱۸۶۰، ماکسول محاسبه کرده بود که هم نیروهای الکتریکی و هم نیروهای مغناطیسی باید با سرعتی در حدود سرعت نور در فضا حرکت کنند. او بلافاصله نتیجه گرفت که نور مرئی نیز شکلی از تابش الکترومغناطیسی است که به صورت موج در اتر منتقل می‌شود. همچنین، ادعا کرد که طول موج نور فقط دامنه کوچکی از طیف امواج الکترومغناطیسی را اشغال می‌کند و پیش‌بینی کرد که انواع دیگر امواج الکترومغناطیسی، با طول موج‌های دیگر، به زودی کشف خواهد شد.

این یافته‌ها در ۱۸۸۸ پس از آنکه هاینریش هرتز[۳] امواج رادیویی را کشف کرد، تأیید شد. این امواج نیز دقیقاً مانند گرما و نور رفتار می‌کردند و همهٔ آنها کیفیات موج مانندی را به نمایش می‌گذاشتند. هرتز نخستین کسی بود که امواج رادیویی نویافته‌اش را پخش و دریافت کرد، اما متأسفانه در ۱۸۹۴، پیش از آنکه بتواند برای یافته‌های خود کاربردی بیابد بر اثر مسمومیت خونی درگذشت.

---

۱. *Opticks*: نام کتاب آیزاک نیوتن است که در سال ۱۷۰۴ م. منتشر شد.
2. James Clerk Maxwell
3. Heinrich Hertz

کسی که برای کشف هرتز کاربردی علمی یافت مارکونی[1] فیزیکدان ایتالیایی- ایرلندی بود. کار هرتز، که حدس ماکسول را تأیید کرد که نیروهای الکتریکی و مغناطیسی در اتر با همان سرعت نور حرکت می‌کنند، به نظریهٔ موجی اعتبار بیشتری بخشید.

متأسفانه اکنون برخی افراد نسبت به وجود اتر، که کل نظریهٔ موجی ظاهراً بر آن مبتنی بود، تردید می‌کردند. اگر اتر امواج نور را منتقل می‌کرد، نه تنها باید تمام فضا را پر کند و در تمام اجسام جاری باشد، بلکه، در عین حال، باید همگن و صلب نیز باشد.

در ۱۸۸۷، آلبرت مایکلسون[2] دانشمند عضو نیروی دریایی امریکا و همکارش ادوارد مورلی[3] به منظور اندازه‌گیری سرعت زمین، آزمایشی انجام دادند؛ آنها امیدوار بودند که این کار را با نشان دادن اثر حرکت زمین در اتر ایستا انجام دهند. اما هیچ اثری از آن نیافتند و این امر ناظران را به تردید در وجود اتر واداشت. آیا علیرغم ساری بودن اتر هرگز کسی مدرکی واقعی مبنی وجود این مادهٔ خیالی یافته بود؟ آیا کسی حتی نشانه‌ای از آن را در آزمایشی ثبت کرده بود؟ اما بدون اتر چه محیطی برای انتقال نور در فضا باقی می‌ماند؟

علیرغم کارهای ماکسول، و تأیید ظاهراً قطعی هرتز مدارک و شواهد جدیدی یافت شد که ظاهراً نظریهٔ موجی را نقض کرد. هنگام برخورد نور با مادهٔ جامد معینی پدیدهٔ فوتوالکتریک[4] مشاهده می‌شود. علت این پدیده گسیل الکترون‌هاست. به ویژه معلوم شد که هنگامی که نور فرابنفش به برخی فلزات برخورد می‌کند باعث گسیل قابل اندازه‌گیری الکترون می‌شود. فیزیکدان آلمانی، فیلیپ لنارد[5]، این پدیده را از این قرار توضیح داد که این

---

1. Marchese Guglielmo Marconi
2. Albert Abraham Michelson
3. Edward Morley
4. Photoelectric effect
5. Philipp Lenard

MATH75.IR

فوتوالکترون‌ها[1] را نور فرودی از فلز جدا می‌کند. در این صورت، افزایش نور شدت قطعاً بایستی سبب افزایش سرعت الکترون‌های پراکنده می‌شد، اما چنین اتفاقی نیفتاد. آنچه که روی داد این بود که الکترون‌های بیشتری، اما با همان سرعت، گسیل می‌شدند. آنگاه لنارد چیزی باز هم عجیب‌تر یافت. هنگامی که رنگ نور را تغییر داد (به بیان دیگر، با تغییر بسامد موج)، بر سرعت الکترون‌های گسیل شده اثر گذاشت. با افزایش بسامد، سرعت الکترون‌های گسیل شده نیز افزایش یافت.

ماکس پلانک[2]، فیزیکدان آلمانی، در برلین این موارد را همراه با پدیده‌های مربوط به آن، که نمایانگر شکاف‌هایی در نظریهٔ موجی بود، بررسی کرد. او به توصیف ریاضی این پدیده‌ها پرداخت، و به نتایج بسیار جالبی رسید. ظاهراً این نتایج با اصول بنیادی فیزیک کلاسیک، به شکلی که از زمان نیوتون در دویست سال پیش از آن درک شده بود، تناقض داشت.

در ۱۴ دسامبر ۱۹۰۰، پلانک به نتیجه مهمی رسید. ساعت‌های بعد در همان روز، در حالی که در جنگل گرون والد[3] در نزدیکی برلین قدم می‌زد، به پسر خود گفت: "امروز به کشفی به اهمیت کشف نیوتون نایل آمده‌ام... من نخستین گام را در فراسوی فیزیک کلاسیک برداشته‌ام". براساس یافته‌های پلانک، وقتی که نور به ماده برخورد می‌کند، برخلاف آنچه که عقل متعارف و هر دو نظریهٔ موجی و ذره‌ای نور می‌گویند، به صورت جریانی پیوسته جذب یا گسیل نمی‌شود، بلکه، به صورت رگبار یا فوران‌های مجزای انرژی، که بسیار شبیه ذرات است گسیل یا جذب می‌شود. او این رگبارهای

---

۱. Photoelectron: به الکترون‌هایی گفته می‌شود که پس از برخورد نور با سطحی، آزاد می‌شوند.

2. Max planck
3. Grunwald

مجزای انرژی را "کوانتوم" نامید، که از واژه لاتینی به معنای کمیت گرفته شده است. او دریافت که میان اندازه این کوانتوم‌ها و بسامد فرکانس موج نور رابطه‌ای برقرار است.

نور ذاتاً متناقض به نظر می‌رسید، چراکه هم از امواج و هم از ذرات تشکیل می‌شود. این مسئله به معنی واقعی کلمه قابل درک نبود و پلانک با آن سر سازگاری و موافقت نداشت. او بیان کرد که نظریه‌اش فقط رابطهٔ بین نور و ماده را توصیف می‌کند و در مورد *ماهیت* خود نور قابل اعمال نیست. او مطمئن بود که رگبارهای گسستهٔ انرژی ـ یعنی کوانتوم‌ها ـ پس از جدا شدن از ماده دوباره به نحوی به هم می‌پیوندند تا به موج تبدیل شوند، اما نمی‌توانست چگونگی وقوع این امر را توضیح دهد. نظریهٔ کوانتومی پای بر عرصهٔ وجود نهاده بود، گرچه حتی برای بنیان‌گذارش تا حد زیادی توضیح‌ناپذیر باقی مانده بود.

آنکه سرانجام راه‌حلی برای این مسئله پیشنهاد کرد اینشتین بود. پلانک، مانند کوانتوم‌های خودش، در عین حال حامل دو چیز متضاد بود: هم درست می‌گفت و هم اشتباه می‌کرد. کوانتوم‌ها نور را در ارتباط با ماده توصیف می‌کردند؛ اما موضوع فراتر از اینها بود، آنها ماهیت خود نور را نیز توضیح می‌دادند. اینشتین در مقالهٔ تاریخی خود با عنوان "دربارهٔ دیدگاه اکتشافی مربوط به گسیل و انتشار نور"[1] در ۱۹۰۵، نظریهٔ خود را با استدلال دقیق فیزیکی ـ ریاضی بیان کرد. ممکن است خود اینشتین این مقاله را "بسیار انقلابی" دانسته باشد، اما او به طرزی عجیب مردد ماند. او اذعان می‌کرد که این دیدگاه "با اصول پذیرفته شده آشتی‌ناپذیر... و شاید حتی در غایت غیرقابل دفاع باشد".

---

1. "über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt"

MATH75.IR

به نظر اینشتین، به دلایلی، نور را باید مجموعهٔ ذرات مستقل گازمانندی، با جرم سکون صفر دانست. در این حالت، نور از کوانتوم‌ها (که بعداً فوتون[1] خوانده شدند) تشکیل شده است.

پلانک بی‌هنجاری جدیدی را آشکار کرده بود که از دامنهٔ فیزیک کلاسیک فراتر می‌رفت. راه‌حلی که اینشتین ارائه کرد، تا جایی که به نور مربوط می‌شد، به معنای پایان یافتن قطعی دیدگاه کلاسیک در علم فیزیک بود. بدتر آنکه [نور] قواعد منطقی را زیر پا گذاشت. انتظار می‌رفت که نور، در عین حال، دو چیز متناقض باشد. چگونه ممکن بود چیزی از ذرات گسسته تشکیل شده باشد و در عین حال، موجی باشد، با طول موجی قابل اندازه‌گیری؟ علم به دوران جدیدی پای نهاده بود که فراسوی عقل متعارف قرار داشت. در مواردی از این دست، علم لزوماً در پی درک این نبود که چه می‌گذرد، بلکه طالب توضیح وقایع بود، [آن‌هم] به شیوه‌ای (اعم از آنکه متناقض باشد یا خیر) که بتوان آن را برای توضیح پدیده‌های دیگر و تصمیم‌گیری در مورد علم آینده به کار برد.

"دیدگاه اکتشافی" اینشتین (که نه بر پایهٔ نظریه‌ای جامع، بلکه بر شالودهٔ پدیده‌های مشاهده شده استوار بود)، پدیدهٔ فوتوالکتریک را توضیح می‌داد و بدین‌طریق، اتر را حذف می‌کرد و کنار می‌گذاشت. [در این دیدگاه] نور به صورت کوانتوم حرکت می‌کرد؛ رفتاری مانند ذرات داشت که برخلاف امواج، برای انتقال نیازی به محیط مادی نداشت. همان‌طور که بسیاری از دانشمندان مدت‌ها گمان می‌کردند، اکنون نیازی به این مادهٔ خیالی نبود (درست است که انفجار وسایل آزمایشگاهی حین کشف اتر باعث آسیب دیدن دست اینشتین شده بود، اما اکنون او با حذف کامل اتر انتقام خود را گرفته بود).

---

1. Photon

نظریهٔ جدید اینشتین در باب نور نیز بی‌هنجاری‌هایی را که در فیزیک کلاسیک روی داده بود توضیح می‌داد. آشکار بود که این نگاه مکانیکی به جهان دیدگاه غایی نبود. هرچند که دیدگاه اینشتین به نور شباهت عجیبی با صورت‌بندی غیردقیق نیوتون داشت، اما آغاز پایان فیزیک نیوتونی را اعلام می‌کرد. برهان فیزیکی ـ ریاضی اینشتین صحنه را برای ورود نظریهٔ کوانتومی مهیا کرد و مفهوم بدیعی را که پلانک مطرح کرده بود (یعنی کوانتوم را) به بنیان ماهیت نور تبدیل کرد.

اما پلانک موضوع را چنین نمی‌دید. او بر سر حرف خود ایستاده بود و ادعا می‌کرد که کوانتوم‌ها فقط از ارتباط نور با ماده سخن می‌گویند، حتی در ۱۹۱۲، هنوز پلانک در درس‌های خود در دانشگاه برلین به "دیدگاه اکتشافی" اینشتین حمله می‌کرد، او در این مورد تنها نبود. دانشمندان اندکی حاضر بودند بپذیرند که علم می‌تواند به این شکل به منطق بی‌اعتنا بماند. نظریهٔ نور اینشتین تا ۱۹۱۵، که شواهد تجربی انکارناپذیری به نفع آن به دست آمد، پذیرفته نشد. در دههٔ ۱۹۲۰، نظریهٔ کوانتومی همچون یکی از نقاط عطف قرن بیستم ظهور کرد. پلانک در ۱۹۱۹ و اینشتین دو سال بعد جایزه نوبل را دریافت کرد. (اینشتین به دلیل کاری که در زمینهٔ نور انجام داده بود و نه به سبب نظریهٔ نسبیت، به این افتخار بزرگ نایل آمد). در عرصهٔ عمل، نظریهٔ نور اینشتین نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در پیدایش تلویزیون ایفا کرد. اما مهم‌ترین کاربرد امروزی آن در "چشم الکتریکی" است که درها را خودکار باز می‌کند. اینشتین در کودکی در بسترش بیدار می‌ماند و فکر می‌کرد که نیروی مغناطیسی چگونه از فضا می‌گذرد. توضیحی که بیست سال بعد در این زمینه ارائه داد فیزیک را متحول کرد.

"شیوهٔ جدید تعیین اندازهٔ مولکول‌ها"[1] عنوان دومین مقاله اینشتین بود که در دوره مشهور هفدهم سالنامهٔ فیزیک منتشر شد.

---

1. Eine neue Bestimmung der molefuldimensionen

MATH75.IR

(شایع است که اخیراً نسخه‌ای کمیاب از این دوره به بهای ۱۰۰۰۰ دلار معامله شده است). مقاله دوم اینشتین شیوه‌ای برای توصیف اندازه مولکول قند ارائه می‌کرد. این اثر او را، به درستی، "ماهی کوچکی در میان نهنگ‌های سه مقالهٔ دیگر" خوانده‌اند.

اینشتین پس از این دست‌گرمی به مباحث بنیادی‌تری بازگشت. عنوان مقاله بعدی او "در باب حرکت ذرات کوچک در مایع ایستا، براساس نظریهٔ جنبشی مولکولی گرما"[1] بود. دشوار می‌شود نظر داد که بررسی این مایع، نویددهندهٔ اکتشافات علمی دوران‌ساز باشد، اما عزم اینشتین در رسیدن به ریشهٔ مسائل موضوع را دگرگون کرد.

بار دیگر باید نگاهی به تاریخ بیندازیم. در ۱۸۲۸ رابرت براون[2]، گیاه‌شناس اسکاتلندی، طی تحقیقات خود روی گیاهان، به مشاهدهٔ ذرات گردهٔ معلق در آب پرداخت. او هنگام مطالعهٔ آنها در زیر میکروسکوپ پی برد که تک ذرات گرده حرکت زیگزاگی پیوسته‌ای دارند که ظاهراً تصادفی و کاتوره‌ای است. مثل آن بود که این ذرات گرده زنده‌اند، حتی هنگامی که او به جای گرده‌های گیاهی گردهای معدنی را به کار برد باز هم همین پدیده را مشاهده کرد؛ ظاهراً براون به نمونه‌ای برخورد کرده بود که از لحاظ علمی ناممکن می‌شمرد: حرکت دائمی. این پدیده که به نام براون به "حرکت براونی"[3] مشهور شده است و در سراسر قرن نوزدهم جامعه علمی را به خود مشغول داشت، خود او را مبهوت و تشریح آن را غیرممکن ساخته بود.

هنگامی که اینشتین حرکت براونی را مطالعه کرد کنجکاوی‌اش از این بی‌اعتنایی ظاهری به قوانین فیزیک برانگیخته شد و به راه‌حلی بدیع و جسورانه برای آن رسید. براساس *نظریهٔ جنبشی*

---

1. über die von der molekularkinetischen Theorie der wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen.
2. Robert Brown
3. Brownian motion

*مولکولی گرما*[1] مولکول‌های نادیدنی مایع در حال حرکت‌اند و با افزایش دما این حرکت تشدید می‌شود. به نظر اینشتین رفتار ظاهراً کاتوره‌ای ذرات معلق در مایع در واقع به این سبب است که مولکول‌های نامرئی تشکیل دهندهٔ مایع این ذرات را بمباران می‌کنند. این نظریه از آن رو جسورانه بود که بسیاری از دانشمندان مشهور هنوز باور نداشتند که مولکول‌ها و اتمهایی واقعاً وجود دارند. (این ذرات، هنوز در برابر هر گونه تلاشی برای مشاهده‌شان سرکشی می‌کردند. و در نتیجه، مانند اتر خیالی، هنوز هیچ کس آنها را ندیده بود). اما اکنون اینشتین یک گام پیش رفته و به اثبات وجود این مولکول‌های نادیدنی پرداخته بود و توانسته بود با بهره‌گیری از اصول دینامیک آماری تعداد دقیق مولکول‌ها در مقدار معینی از مایع را تخمین بزند.

حتی ساده‌ترین توضیح در مورد چگونگی موفقیت او در انجام این کار چیزی از پیچیدگی‌های آن نمی‌کاهد. شیئی که در آب (یا در هر مایع دیگری) قرار دارد تحت بمباران دائمی مولکول‌های آن مایع یا گاز است. تعداد مولکول‌هایی که از هر طرف شیء بزرگی را بمباران می‌کنند سرانجام برابر می‌شود و شیء دیگر جابه‌جا نخواهد شد: اما شیء بسیار کوچکی نظیر ذرهٔ گرده، اگر تعداد مولکول‌هایی که آن را از یک طرف بمباران می‌کنند اندکی بیش از تعداد مولکول‌ها در طرف دیگر باشد، به این سو و آن سو رانده خواهد شد. اینشتین به فرمولی برای توصیف این پدیده رسید. بنا براین فرمول، جابه‌جایی متوسط ذرات مرئی در هر جهت، با ریشه دوم زمانِ مشاهده، افزایش می‌یابد. اگر مسافتی که ذرات در این مدت می‌پیمودند اندازه‌گیری می‌شد، آنگاه محاسبه تعداد مولکول‌های نامرئی در حجم معینی از مایع یا گاز میسر می‌بود. به این ترتیب،

1. Molecular kinetic theory of heat

MATH75.IR

اینشتین محاسبه کرد که یک گرم هیدروژن حاوی $۳/۰۳\times۱۰^{۲۳}$ مولکول است.

اینشتین در این مقاله نه تنها قصد اثبات وجود مولکول‌ها را داشت، بلکه بر آن بود تا چگالی عددی آنها و روش نگاشت رفتارشان را نیز توضیح دهد.

آزمایش‌هایی که سه سال بعد ژان‌پرن[1]، شیمی ـ فیزیک‌دان فرانسوی، انجام داد، آنچه را که اینشتین در نظریهٔ خود به استدلال دربارهٔ آن پرداخته بود به طور تجربی به تأیید رساند. آزمایش‌هایی که پرن بر روی حرکت براونی گامبوژ[2] (نوعی رزین زرد رنگ) در آب انجام داد، نخستین اثبات عملی وجود فیزیکی اتم‌ها بود. آزمایش‌های وی دقت چشمگیر محاسبات نظری محض اینشتین را نیز به تأیید رساند.

این تأیید عملی کار اینشتین جنبهٔ اساسی روش او را برجسته می‌کند. در اینجا با رویکرد علمی جدید قرن بیستم روبه‌رو می‌شویم، همان گونه که کوبیسم و موسیقی آتونال[3] شاخص‌های این قرن بودند. قرن نوزدهم شاهد رشد بسیاری از شاخه‌های علوم، از نوزادی تا بلوغ کامل، بود. روش علمی در این دوره عمدتاً تجربی بود و از طریق تجربه، مشاهده و استفاده از دستگاه‌های ابتکاری و هوشمندانه پیشرفت‌های خارق‌العاده‌ای حاصل شد. اما روش اینشتین تجربی نبود، برعکس، او در باطن نظریه‌پردازی بی‌پروا و بی‌ملاحظه باقی ماند. آزمایش و تجربه باید انجام شود تا حقایقی را که با نظریه‌های او مطابق بود، تأیید کند. روش قدیمی پرداختن به نظریه‌ای که شواهد تجربی آن را حمایت می‌کند، از دیدهٔ اینشتین بسیار کند، ملال‌آور و پیش پا افتاده بود. ذهن او ترجیح می‌داد که به

---

1. Jean Baptiste Perrin
2. Gambooge
3. Atonal Music

پیش رود و با احتمال‌های غایی واقع در فراسوی دامنه تجربه روبه‌رو شود.

اینشتین در اتخاذ چنین رویکردی تنها نبود. این رویکرد داشت به روش قرنی که در راه بود تبدیل می‌شد. (امکان انفجارهای اتمی و پرتاب موشک به ماه، مدت‌ها پیش از آنکه به عمل درآید، از لحاظ نظری اثبات شده بود). اکنون این نابغه با خط‌کش محاسبه‌اش به جای آنکه محققی در آزمایشگاه باشد در نوک پیکان علم قرار داشت.

اینشتین، در مقالات قبلی خود، ماهیت نور و وجود اتم‌ها، یعنی دو موجود و هستی بنیادی را نشان داده بود. وی با این کار نگرش علم به جهان هستی را دگرگون ساخت. این بینش‌های منحصر به فرد کافی بود تا او را در مقام یکی از اذهان علمی برجستهٔ دوران خود تثبیت کند. اما او باز هم یک گام به پیش رفت. وی بینش‌هایش را در چهارچوب جهان‌های صغیر ادغام کرد و نظریه‌ای در باب عالم کبیر بیان کرد که جهان هستی را متحول ساخت. این دستاورد او را به عنوان یکی از خلاق‌ترین اندیشه‌های تاریخ بشری (در کنار کسانی چون نیوتون و بتهوون) مطرح کرد.

اینشتین ۲۶ ساله و بنابر تمامی شواهد صرفاً کارمند جزء فقیر اداره ثبت اختراعات برن بود. هرچند در اوقات فراغت خود گاهی مقالات علمی می‌نوشت، اما حتی جامعه علمی محل سکونت وی نیز او را به هیچ‌وجه به رسمیت نمی‌شناختند.

اینشتین در سراسر آن *سال معجزه‌آسا* در انزوایی مجازی کار کرد. دو قرن پیش از آن، نیوتون نیز سال خلاقیت معجزه‌آسای مشابهی را از سر گذرانده بود، که طی آن بخش اعظم اثر بزرگ خود را پدید آورد. او در آن سال تقریباً هم سن و سال اینشتین در این دوره بود و به دلیل شیوع طاعون به انزوای روستا پناه برده بود. اما نیوتون مجبور نبود که هر روز کار کند و همراه همسر و نوزادش

MATH75.IR

در آپارتمانی کوچک زندگی نمی‌کرد. ظاهراً شاهکار فکری اینشتین همتایی در تاریخ اندیشه بشری ندارد. این نظر اغراق‌آمیز را فقط با انتشار مقاله چهارم وی می‌توان توجیه کرد.

اکنون مدتی بود که اینشتین در باب این موضوع فکر می‌کرد که چگونه می‌توان در صورت‌بندی‌های فیزیکی بسیار مهم به یقین رسید. یقیناً باید در این مورد معیار ثابتی وجود داشته باشد تا بتوان بر اساس آن تمام کمیت‌های متغیر را اندازه‌گیری کرد. اگر چنین معیاری وجود نداشت همه چیز نسبی می‌شد و به چهارچوب مرجعی که از آن همه چیز مشاهده می‌شد بستگی پیدا می‌کرد.

برخلاف تصور رایج، اینشتین در زمینهٔ این مسائل و مطالب صرفاً به تفکر عمیق و خلسه‌آور فرو نمی‌رفت (که در ضمن آن انواع و اقسام کارهای عجیب و غریبِ ناشی از حواس‌پرتی روی می‌دهد). اینشتین ترجیح می‌داد این تصور را در میان همکارانش بپردازند، اما رفتار واقعی او چندان صمیمانه و خودمانی نبود. او اندیشمندی احساساتی بود که در مجامع خصوصی اعتراف کرده بود دوره‌های طولانی تفکر عمیق نظری در وجودش تنشی روحی ایجاد کرده... که با انواع کشمکش‌های عصبی همراه است. در بهار ۱۹۰۵، اینشتین در دشوارترین بحران روحی تمام عمرش تا آن زمان گرفتار شد.

در بازگشت از اداره ثبت اختراعات، نظراتش را با بسو به بحث گذاشت، اما پس از کوتاه‌زمانی روشن شد که دامنهٔ اندیشه‌اش به عرصه‌ای وارد شده است که دیگر نظرات بسو برایش سودی ندارد. اینشتین به پیاده‌روی در خیابان‌ها و معابر قرون وسطایی برن می‌پرداخت و اغلب با حواس‌پرتی از کنار رودخانه به حومه شهر می‌رفت. یک بار، هنگامی به خود آمد که در یکی از کوچه‌های حومه شهر بود و تا مغز استخوانش از باران خیس شده بود.

بخشی از استعداد استثنایی اینشتین در توانایی اندیشیدن به دشوارترین فرمول‌ها و مسائل و رسیدن به اصولی بنیادی بود که در شالودهٔ آنها قرار داشت. او تمام روش‌های استنتاج را در مورد این اصول می‌آزمود تا اصول دیگری را بیابد که باز هم بنیادی‌تر باشند. در بهار ۱۹۰۵، تلاش فکری مداوم اینشتین برای انجام این کار او را به آستانهٔ از هم گسیختگی روانی و عصبی رساند. او، چه از نظر روانی و چه از لحاظ جسمی، بسیار خسته بود؛ نمی‌توانست درست غذا بخورد و درست بخوابد. و بدتر آنکه، هر قدر هم که فکرش را متمرکز می‌کرد افکارش گسسته می‌ماند. نمی‌توانست این افکار را در نظریه‌ای منسجم ـ که مطمئن بود وجود دارد ـ گرد هم آورد. به بن‌بست رسیده بود؛ ظاهراً راهی نبود. سرانجام یک روز که با بسو از ادارهٔ ثبت اختراعات باز می‌گشت اعتراف کرد: "تصمیم گرفته‌ام رهایش کنم ـ کل نظریه را".

آن شب با ناامیدی به رختخواب رفت، و در همان حال متوجه حسی عجیب شد که حاکی از آسودگی بود. مبهوت دراز کشیده بود، نه خواب بود و نه بیدار. صبح روز بعد به حالتی از اضطراب شدید رسید. خودش این حالت را چنین توصیف کرده است "طوفانی در سرم وزیدن گرفت" و در میان این طوفان نظریه‌ای را که این همه از او گریخته بود یافت، چنانکه خود او می‌گوید، گویی به "اندیشه‌های خدا" دست یافته است.

این حالت برقراری ارتباطی شخصی با ملکوت نبود. اینشتین همواره باور به خدای شخصی را انکار می‌کرد. اما در کنار بسیاری از متفکران برجسته دوران خود (نظیر پیکاسو[1]، ویتگنشتاین[2]، و حتی گاهی فروید[3])، هنگامی که از حقایق عظیمی سخن می‌گفت که در

1. Pablo Picasso
2. Ludwing Wittgenstein
3. Sigmund Freud

MATH75.IR

مرز ادراک بشری قرار دارد، از واژهٔ خدا نیز استفاده می‌کرد. ظاهراً این واژه به تنهایی حس هیبت و شکوه را القا می‌کرد. ظاهراً اینشتین و پیکاسو، هر دو، آن حس عمیق اعجاب را، که فیلسوفان بزرگ از افلاطون تا کانت از آن سخن گفته بودند، تجربه کرده بودند.

اینشتین آنچه را که دریافته بود از این قرار شرح داده است: "راه حل ناگهان به ذهنم رسید، با این فکر که مفاهیم و قوانین ما در مورد فضا و زمان تا جایی می‌توانند معتبر باشند که در رابطه آشکاری با تجارب ما قرار داشته باشند و این تجارب به راحتی می‌توانند مفاهیم و قوانین ما را تغییر دهند. به این ترتیب، با تغییر مفهوم هم‌زمانی به شکلی انعطاف‌پذیرتر، به نظریهٔ نسبیت خاص رسیدم". درک این مطلب (اگر خوب به آن فکر کنیم) شاید ساده باشد، اما درک استدلال و فرمول‌های فیزیکی ـ ریاضی مورد استفاده برای اثبات آن آسان نیست. اکنون اینشتین این استدلالات را در مقاله‌ای ۳۱ صفحه‌ای با عنوان "*در باب الکترودینامیک اجسام متحرک*"[۱] مطرح کرده بود.

برای درک نظریه نسبیت اینشتین (آن طور که خودش آن را نامید)، نخست باید دستگاه نیوتونی را، که نظریه نسبیت جای آن را گرفته بود، شناخت. در واقع، ما هنوز هم در مورد مسائل روزمره جهان را از دیدگاه دستگاه نیوتونی می‌بینیم. در دیدگاه نیوتونی، همه چیز، از سیاراتی که در مدار می‌گردند تا سیبی که بر زمین سقوط می‌کند، از یک قانون پیروی می‌کنند: نیروی گرانش. جهان هستی را [در این دستگاه] منطقی می‌بینیم؛ قوانین آن در هر جا و تحت هر شرایطی که به کار برده شود، کماکان منسجم باقی می‌ماند. بنیان‌های این جهان عقل متعارف، فضا و زمان هستند. نیوتون در کتاب

---

۱. عنوان این مقاله که در تاریخ به زبان آلمانی مشهور شده، از این قرار است:
«Zur Elektrodynamik bewegter Körper».

پرینسیپای[1] خود، آن را با اطمینان این‌گونه بیان کرده است: "زمان مطلق، حقیقی و ریاضی، به خودی خود و بنا بر ماهیتش، به آرامی جاری و ساری است، بدون آنکه با چیزی خارجی در ارتباط باشد؛ نام دیگر این زمان، زمان حقیقی است". به همین ترتیب "فضای مطلق، بنا بر ماهیتش، بدون ارتباط با چیزی خارجی، ثابت و نامتحرک می‌ماند". به بیان دیگر، فضا و زمان مطلق‌اند و ظاهراً چنین هم بود.

هرگاه کسی جرئت می‌کرد از نیوتون سؤالی در این مورد بکند، او پرسش‌کننده را به خدا حواله می‌داد [می‌گفت] تقدیر چنین بوده است، جهان به این شکل پدیدار شده است. اما چرا؟ نیوتون از کجا می‌دانست؟ وظیفه یک جستجوگر علمی این است که چنین پرسش‌هایی را مطرح کند، اما اقتدار نیوتون چندان پردامنه بود که فقط معدودی افراد جرئت این کار را به خود می‌دادند. حمله از جبههٔ متفاوتی صورت گرفت. حتی هنگامی که شواهد تجربی شکاف‌هایی را در توضیح نیوتونی جهان آشکار کردند، افراد معدودی حاضر بودند که در کل ساختار فیزیک نیوتونی تردید کنند.

فیزیک کلاسیک نیوتون به خوبی از عهدهٔ [تبیین] حرکت نسبی برآمده بود. دریانوردی که در بستر خود در کشتی آرمیده است، خود را نسبت به کشتی ساکن می‌یابد؛ اما نسبت به کسی که در ساحل ایستاده و کشتی را نگاه می‌کند، دریانورد دارای سرعت نسبی است. به همین ترتیب، اگر به ناظری که در ساحل ایستاده است از فضای خارجی نگاه کنیم، دارای سرعت نسبی زیادی خواهد بود، زیرا سرعت زمین را خواهد داشت که در فضا حرکت می‌کند. اما نسبیت در اینجا متوقف شد، زیرا فضا ساکن و غیرمتحرک بود (درست

---

۱. عنوان کامل کتاب نیوتون *اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی* است.
*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*

MATH75.IR

مانند اتر موهوم که آن را پر کرده بود). این معنی همراه با زمان مطلق، معیار مرجع مطلق بود.

تا دهۀ ۱۸۶۰، که نظریه الکترومغناطیسی موجی نور ماکسول (که در مقاله اینشتین در خصوص نور نقش مهمی ایفا کرده بود) منتشر شد، در این مورد تردیدی جدی ابراز نشد. نظریه ماکسول، وقتی نوبت به سرعت نور در اجسام متحرک رسید، مشکلی را در مکانیک کلاسیک نیوتون آشکار کرد. آیا ممکن بود که سرعت ناظر یا سرعت چشمه نور بر سرعت نور تأثیری نداشته باشد؟ ظاهراً آزمایش معروف ماکلسون ـ مورلی[1] برای اندازه‌گیری سرعت زمین در اتر، این موضوع را تأیید کرده بود. چنانکه دیدیم، این امر وجود اتر ساکن ساری را مورد تردید قرار داد. اما اثر آن بسیار بیش از اینها بود. علی‌الاصول، هدفْ اندازه‌گیری سرعت نور(ها)، و سپس اندازه‌گیری سرعت نوری بود که در جهت حرکت زمین بر زمین برخورد می‌کند. این کمیّت، سرعت نور منهای سرعت حرکت زمین بود (s-m). دو سرعت به دست آمده را از هم کم کنید؛ سرعت زمین به دست می‌آید s-(s-m)=m. اما در کمال تعجب، سرعت نور در هر دو مورد یکسان بود. ظاهراً سرعت زمین، بر سرعت نور تأثیری نداشت. اما این امر نمی‌توانست درست باشد، با عقل متعارف جور در نمی‌آمد (از فیزیک نیوتونی چیزی نمی‌گوییم).

تقریباً در همان زمان، ماخ[2] در مفاهیم فضا و زمان مطلق نیوتون تردید کرده بود. اصرار ماخ بر شواهد و حقایق تجربی، این دو مفهوم را به "مفاهیم صرفاً ذهنی که نمی‌توان آنها را در آزمایش تولید کرد" تقلیل داد.

---

1. Michelson – Morley experiment
2. Ernst Mach

پیش از آغاز قرن، بزرگ‌ترین ریاضی‌دان عصر، پوانکاره[1] فرانسوی نیز در مفاهیم فضای مطلق و زمان مطلق تردید کرده بود. او به نحوی مبتکرانه استدلال کرد که اگر شب هنگامی که همه خواب‌اند ناگهان ابعاد جهان هزار برابر شود آیا جهان همان جهان قبلی می‌ماند؟ چطور می‌توانیم بگوییم که چه چیزی تغییر کرده است؟ چطور می‌توانیم این تغییر ابعاد را اندازه‌گیری کنیم؟ قطعاً نمی‌توانیم. به این ترتیب، مفهوم فضا نسبت به چهارچوب مرجعی که نسبت به آن اندازه‌گیری می‌شود نسبی است. فیزیک کلاسیک به نقطهٔ بحرانی نزدیک می‌شد و پوانکاره از این امر آگاه بود. او می‌گفت شاید مجبور باشیم در جایی که سرعت نور به مرزی غیرقابل گذر تبدیل می‌شود مکانیک کاملاً جدیدی بنا کنیم. پوانکاره از برداشتن چنین گامی، تمام دانش علمی را به درغلتیدن به بی‌نظمی تهدید می‌کرد، خودداری کرد. اما اینشتین دست به اقدام زد و از خطر نهراسید.

این اینشتین بود که سرانجام، در خصوص بسیاری از بی‌نظمی‌هایی که در فیزیک کلاسیک آشکار شده بود، راه حلی یافت. توفیق اینشتین این بود که نظریه‌ای را مطرح کرد که نه فقط این بی‌نظمی‌ها را توضیح می‌داد، بلکه در عین حال، توضیح کاملاً جدیدی از جهان ارائه می‌کرد. در اصل، او این کار را با این پیشنهاد انجام داد که سرعت نور در فضا، اعم از آنکه چشمه نور یا ناظر حرکت کند، ثابت است. در عین حال، گفت که چیزی به نام حرکت مطلق وجود ندارد. منظورش این بود که چیزی به نام سکون مطلق وجود ندارد. در هر حال، سرعت نسبت به چهارچوب مرجع خاص خود نسبی است (هرچند سرعت نور، که ثابت است، چهارچوب مرجع هر چه که باشد، ثابت خواهد بود).

---

1. Henri Poincare

MATH75.IR

تا اینجا همه چیز به خوبی پیش رفت؛ نخستین پیشنهاد آزمایش ماکلسون ـ مورلی را توضیح می‌داد. و پیشنهاد دوم بی‌نظمی‌هایی نظیر آنچه را که پوانکاره بیان کرده بود توضیح می‌داد. اما چنانکه آشکار است، دو پیشنهاد اینشتین متناقض به نظر می‌رسد؛ اگر سرعت نور همیشه ثابت است چگونه ممکن است چیزی به نام حرکت مطلق وجود نداشته باشد؟

اکنون اینشتین دلیرانه به مبارزه برخاسته بود. راهی وجود داشت که هر دو پیشنهاد درست باشد؟ یعنی، بپذیریم فضا و زمان هر دو نسبی‌اند، اما چطور چنین چیزی ممکن است؟ پوانکاره نشان داده بود که فضا چگونه نسبی است؛ و آنچه که در این مثال جهان هزار برابر شده مستتر بود، این بود که زمان هم نسبی است. اینشتین این موضوع را تأیید کرد و با نتایج عظیم آن روبه‌رو شد.

به نظر اینشتین همیشه تمام داوری‌های ما، که زمان در آن نقشی ایفا می‌کند، قضاوت در مورد *رویدادهای هم‌زمان* است. مثلاً، وقتی می‌گویم: "قطار ساعت هفت به اینجا می‌رسد" منظورم در واقع چنین چیزی است: "قرار گرفتن عقربه کوچک ساعت من روی عدد هفت و رسیدن قطار رویدادهایی هم‌زمان‌اند". اینشتین می‌گفت شاید بتوان با قرار دادن "وضعیت عقربه کوچک ساعت مچی من" به جای کلمه "زمان" بر این مشکلات غلبه کرد. و هنگامی که فقط در مورد محل قرارگیری ساعت سخن می‌گوییم این کافی است. اینشتین توضیح می‌دهد: "اما وقتی بر آن می‌شویم بین چند رویداد که در مکان‌های متفاوت روی می‌دهند، از لحاظ زمانی رابطه برقرار کنیم این دیگر درست نیست. برای برقراری ارتباط بین زمان رویدادهایی که در مکان‌های دور از ساعت روی می‌دهند این قانع‌کننده نیست".

اینشتین همیشه نظریه را بر آزمایش و استدلال را بر ریاضیات ترجیح می‌داد. یک‌چهارم نخست مقاله او دربارهٔ نظریه نسبیت

MATH75.IR


خاص، تقریباً از فرمول‌های ریاضی خالی بود و در بخش‌های بعدی نیز این فرمول‌ها به هیچ‌وجه قسمت اصلی مضمون را تشکیل نمی‌دادند. یکی از توانایی‌های بزرگ اینشتین قدرت او در تجسم مسائل پیچیده به ساده‌ترین شیوهٔ ممکن بود؛ مثلاً تأمل و تفکر او در مورد نسبیت، یک روز که با تراموا به سر کار می‌رفت و با حواس‌پرتی از پنجرهٔ عقبی تراموا و در خلاف جهت حرکت آن به برج ساعت مشهور قرون وسطایی برن خیره شده بود، برانگیخته شد. اگر تراموا با سرعت نور حرکت می‌کرد، چه می‌دید؟ بنا بر نظریه نسبیت خاص، که او در حال تدوین آن بود، به نظر می‌رسید که گویی ساعت برج از حرکت باز ایستاده است. در عین حال، ساعت جیبی او کماکان به کار کردن ادامه می‌داد (هرچند در واقع کندتر کار می‌کرد. یکی از پیامدهای نظریه اینشتین از این قرار بود که با نزدیک شدن به سرعت نور گذشت زمان نیز کندتر، و در سرعت نور صفر می‌شد). وقتی سرعت‌ها به سرعت نور نزدیک می‌شدند، زمان هم برای تمام ناظران یکسان نبود.

با همهٔ این احوال این امر اعتراضی آشکار را موجب می‌شود: پس زمان "واقعی" چه می‌شود؟ بدیهی است که ساعت برج و ساعت جیبی باید در مورد زمان "واقعی" توافق داشته باشند، اما بنابر استدلال اینشتین، چیزی به نام زمان "واقعی" وجود ندارد. زمان مطلق وجود ندارد. زمان فقط در مورد نقطه‌ای صادق است که در آن این زمان اندازه‌گیری می‌شود. *راه دیگری وجود ندارد که بتوان آن را اندازه‌گیری کرد.*

این امر به احتمالات وسوسه‌کننده‌ای می‌انجامد. "*پارادوکس دو قلوها*" را در نظر بگیرید؛ یکی از آنها در خانه می‌ماند و دیگری با سرعتی نزدیک به سرعت نور به سفر فضایی طولانی می‌رود. از نظر اینشتین، هنگامی که همزاد فضانورد باز می‌گردد جوان‌تر از همزاد

MATH75.IR

زیستی خود است (زمان در طول سفر بر او کندتر خواهد گذشت، در حالی که برادر خانه‌نشین به زندگی با زمان "عادی" خود ادامه خواهد داد).

پس از آنکه اینشتین مقالهٔ خود دربارهٔ نظریه نسبیت خاص را به پایان برد به استنتاج پیامدهای ریاضی آن پرداخت. این پیامدها نمایانگر نتایج باز هم شگفت‌آورتری بودند؛ بخصوص وقتی اصل نسبیت در مورد معادلاتی به کار می‌رفت که ماکسول در مورد نظریهٔ الکترومغناطیسی نور خود به دست آورده بود. اینشتین نشان داد که وقتی ذره‌ای با سرعت نزدیک به سرعت نور حرکت کند جرمش افزایش می‌یابد و پیش راندن آن نیازمند انرژی بسیار بیشتری است.

در حدود ۱۹۰۶، اینشتین به درک و فهمی سرنوشت‌ساز رسید، که نه فقط بینشی عمیق‌تر در مورد ماهیت کوانتوم پدید آورد، بلکه نمایانگر تحولی باز هم شورانگیزتر بود. به نظر می‌رسید که کوانتوم‌های نور فقط ذراتی‌اند که به نحوی از دست جرم خود خلاص شده و به شکلی از انرژی، که با سرعت نور در حال حرکت است، تبدیل شده‌اند. بین جرم، انرژی و سرعت نور به نحوی پیوندی برقرار بود.

اما اکنون اینشتین باید تاوان غرور سال‌های دانشجویی خود را باز پس دهد. او نمی‌توانست از پس محاسبات و مفاهیم ریاضی برآید. تقریباً دو سال ـ دو سال توأم با پیشرفت عظیم، که به دلیل فقدان تکنیک و روش لازم و اشتباهات اتفاقی با اختلال روبه‌رو شد ـ طول کشید تا سرانجام اینشتین به فرمول مشهور خود برسد، و رابطه‌ای را که می‌دانست وجود دارد به اختصار بیان کند. بنابر این رابطه فرمول $e=mc^2$ برقرار است، که در آن e انرژی، m جرم و c سرعت نور است. این فرمول تکان‌دهنده بود و نشان می‌داد که ماده، انرژی متراکم است، و اگر بتوان جرم را به نحوی به انرژی تبدیل

کرد مقدار کمی ماده، انرژی عظیمی رها خواهد کرد. سرعت نور، تقریباً ۳۰۰,۰۰۰ کیلومتر در ثانیه است. بنابراین اگر فرمول اینشتین را به صورت $m=e/c^2$ تبدیل کنیم، به آن معنی خواهد بود که یک واحد جرم ۹۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ واحد انرژی آزاد خواهد کرد.

این معنا کلید چند سؤال را، که مدت‌ها ذهن دانشمندان را به خود مشغول کرده بود، به دست می‌داد. مثلاً، ظاهراً توضیح می‌داد چگونه خورشید و ستارگان می‌توانند میلیون‌ها سال این همه گرما و نور تابش کنند؛ ماده آنها به نحوی به انرژی تبدیل می‌شد، اما چگونه؟ با آزمایش‌هایی که ماری کوری[1]، فیزیک‌دان فرانسوی لهستانی‌تبار، در ۱۸۹۸ انجام داد، دریافت، که یک اونس رادیوم، به مدتی نامتناهی، در هر ساعت ۴۰۰۰ کالری انرژی آزاد می‌کند. رادیوم عنصری پرتوزا و ناپایدار است و پس از تلاشی به رادون تبدیل می‌شود، و در این اثنا انرژی آزاد می‌کند. فرمول اینشتین توضیح می‌داد که چه اتفاقی افتاده است و مادام کوری نشان داد که این اتفاق *چگونه* روی داده است، اما ۲۵ سال طول کشید تا بتوان حتی درستی فرمول اینشتین را تحقیق کرد. اینشتین فرمول خویش را مهم‌ترین پیشرفت ناشی از نظریه نسبیت خاص‌اش می‌دانست، اما در آن روزها نمی‌دانست که چگونه می‌توان از آن استفاده کرد.

به سال ۱۹۰۵ بازگردیم. اینشتین مقاله خود را درباره نظریه نسبیت خاص تمام کرد و آن را برای چاپ به *سالنامهٔ فیزیک* تحویل داد، که به موقع در ۲۶ سپتامبر ۱۹۰۵ منتشر شد. او نیز مانند هر جوان دیگری که به تازگی کاری را به انجام رسانده است و آن را حاصل نبوغ کامل خود می‌داند، اکنون به انتظار تحسین توأم با شگفتی جهانیان نشسته بود، اما چنین موقعیت‌هایی اندک‌شمارند و فاصلهٔ رخداد آنها طولانی. و به همان اندازه اندک که ظهور نوابغ

1. Marie Curie

MATH75.IR

نادر و فاصله کشف پدیده‌ها و ظهور طولانی است، و اگرچه جای افسوس دارد که انطابق این دو رویداد به ندرت پیش می‌آید و در این مورد هم هیچ استثنایی وجود نداشت.

تا چند ماه هیچ اتفاقی نیفتاد. آیا او در محاسبات خود اشتباه ساده‌ای مرتکب شده بود؟ اما قطعاً نمی‌توانست در هر سه مقاله اصلی خود اشتباه کرده باشد. پاییز جای تابستان را گرفت و سپس به زمستان جای سپرد. یک بار دیگر اینشتین به خرد کردن هیزم و بالا بردن کیسه‌های ذغال سنگ برای بخاری پردود خانهٔ خود پرداخت. سپس در سال نو نامه‌ای از ماکس پلانک دریافت کرد که از او خواسته بود برخی محاسبات خود را در مقالهٔ نسبیت توضیح دهد. اینشتین یکباره پی‌برد که یکی از دانشمندان بزرگ عصر اهمیت کار او را دریافته است. مطمئناً دیگران هم آن را تشخیص می‌دادند، اما روند این شناسایی و دریافت کند و آهسته بود. ایده‌های اینشتین چنان انقلابی و برخلاف عقل متعارف بود که بسیاری نمی‌خواستند (یا نمی‌توانستند) آن را جدی بگیرند. برای فیزیکدانان آسان نبود که پایان عمر فیزیکی را بپذیرند که آن را دریافته و فهمیده بودند.

در عین حال، اینشتین به کار در اداره ثبت اختراعات ادامه می‌داد و گاهی در کافه‌ای با بسو فنجانی قهوه می‌نوشید و به بحث دربارهٔ ایده‌های خود با او می‌پرداخت. اتفاقاً این رستوران پاتوق مطلوب اعضای دانشکده علوم دانشگاه بود؛ اما اینشتین برای فرهیختگان میزهای دیگر ناشناخته باقی مانده بود. اکنون اینشتین طالب آن بود که نظریهٔ نسبیت خود را تعمیم دهد، به نحوی که گرانش هم در آن بگنجد. این کار تقریباً به همان اندازهٔ مفهوم خود نسبیت دشوار و پیچیده بود ـ اما به مبحثی مربوط می‌شد که سال‌ها به شدت بر روی آن فکر کرده بود.

یکی از کسانی که به سرعت به اهمیت کار اینشتین پی‌برد مینکوفسکی[1] استاد سابق ریاضیات او در پلی‌تکنیک زوریخ بود (همان کسی که اینشتین را سگ تنبل خوانده بود). در واقع اکنون کار اینشتین به دلیل فقدان تمرین و مطالعه در مباحث ریاضی در ایام دانشجویی باز هم او را دستخوش زحمت کرده بود. نسبیت خاص نکات بسیاری را حل ناشده باقی گذاشته بود و ناشناخته‌های بسیاری در آن وجود داشت که باید کشف می‌شد. بسیاری از این نکات بیش از اینکه فیزیکی باشند ریاضی بودند.

در آغاز، روشن شد که هندسهٔ سه بعدی دیگر نمی‌تواند جهان هستی (عالم) را توصیف کند. شکل جدیدی از هندسه ضرورت یافته بود. در ۱۹۰۷، مینکوسکی کتابی با عنوان *فضا و زمان* نوشت و در آن توضیح داد که زمان را باید بعد چهارم تلقی کرد. او نشان داد که نه فضا و نه زمان، هیچ یک، را نمی‌توان دارای وجودی مستقل دانست. زمان جدا از فضایی که به آن مرتبط می‌شد وجود نداشت، به همین ترتیب، فضا هم جز در قالب زمان وجود نداشت. جهان هستی را باید متشکل از "فضا ـ زمان" در هم تنیده دانست. مینکوسکی ریاضیات لازم را نیز برای پشتیبانی از این ادعا پدید آورد.

همهٔ این اتفاقات هم به اینشتین الهام بخشید و هم او را برانگیخت. اکنون دیگرانی هم در قلمرو او به زورآزمایی پرداخته بودند. اما محاسبات مینکوسکی به او بینشی عمیق داد. ناگهان دریافت که چگونه می‌تواند گرانش و نسبیت را در هم ادغام کند. نیوتون گرانش را نیرویی دانسته بود که اجسام را به سوی یکدیگر می‌کشد. اما اگر اجسام در میدان گرانشی حرکت می‌کردند چه می‌شد؟ در آن صورت ممکن بود ماده باعث انحنای فضا شود.

---

1. Herman Minkowski

اینشتین این الهام را "شادی‌آورترین فکر" زندگی خود دانسته است. نظریه نسبیت عام متولد شده بود ـ هرچند بیش از شش سال طول کشید تا تکمیل شود.

سرانجام اینشتین موفق شد به کار دانشگاهی مطمئنی مشغول شود، اما حتی اکنون هم به کمک دوستان نیاز داشت. هم‌کلاس قدیمی او، آدلر رنگ‌پریده، یعنی همان آرمانگرای سیاسی، به سمت استادیار در دانشگاه زوریخ منصوب شده بود. اما هنگامی که آدلر پی‌برد که اینشتین هم برای آن شغل درخواست داده است با بزرگواری و دریادلی کناره گرفت و گفت: "اگر برای دانشگاه ممکن باشد که مردی مانند اینشتین را به دست آورد انتصاب من بی‌معنی است".

در سال ۱۹۰۹ اینشتین به زوریخ برگشت و پسر دومش ـ ادوارد[1] ـ در سال بعد در آنجا به دنیا آمد. میلوا در شهری که روزگاری در آن دانشجو بود، احساس راحتی بیشتری می‌کرد، و اینشتین به شغل استادیاری در آنجا مشغول شد. ابتدا منظره این جوان ژولیده، با شلواری خیلی کوتاه و موهایی خیلی بلند، در حالی که کارت ویزیت مچاله شده‌ای در دست داشت و پشت میز می‌ایستاد، دانشجویان را به حیرت انداخت. معلوم شد که کارت ویزیت یادداشت‌های درس اینشتین است، اما او که ترجیح می‌داد مسیر افکار خود را دنبال کند به زودی این کارت ویزیت را کنار نهاد و بعد دانشجویان را به ادامه بحث در کافه تراس، که در همان حوالی بود، دعوت کرد.

در سال ۱۹۱۱، مقام استادی تمام در دانشگاه آلمانی پراگ به اینشتین پیشنهاد شد. در این شهر همه چیز مثل قبل باقی مانده بود. هنگامی که به دروازهٔ شهر رسید باربر فکر کرد او برقکاری است که

---

1. Eduard Einstein

برای تعمیر چراغ‌ها آمده است. اینشتین خوشحال بود که پول بیشتری به دست می‌آورد، اما ترک زوریخ میلوا را عمیقاً افسرده کرد. میلوا در پیلهٔ تنهایی خود فرو رفت و اینشتین که به کار خود پناه برده بود تظاهر می‌کرد توجهی به او ندارد. اکنون شهرت اینشتین در محافل دانشگاهی گسترش می‌یافت و او اغلب (دور از میلوا) به سخنرانی و توضیح نظریات خویش مشغول بود. میلوا می‌گفت اینشتین آن قدر از او دور است که اگر او را بشناسد تعجب خواهد کرد.

در سال ۱۹۱۲ در سفری که برای سخنرانی به برلین رفته بود، دوباره با دخترخاله‌اش السا لوونتال[1]، که او را بیست سال پیش در مونیخ دیده بود، دیدار کرد. السا ۵ سال بزرگ‌تر از اینشتین بود: بانویی ۳۸ ساله که به تازگی از همسر خود جدا شده بود و دو دختر جوان داشت. او بیش از آنکه زیبا باشد رفتاری مادرانه داشت. او به علت نزدیک‌بینی مجبور بود برای خواندن روزنامه، آن را به صورت خود بچسباند. السا زنی عملگرا با نگرش‌های شهرستانی بود که هیچ‌چیز از علم نمی‌دانست. به نظر می‌رسید که اصلاً از جنس اینشتین نباشد ـ اما حتماً تاری را در وجود اینشتین به ارتعاش در آورده بود. آنها شروع به نامه‌نگاری کردند.

احتمالاً به دلیل آشنایی آنها از دوران کودکی، اینشتین به نحوی نامعمول از همان آغاز در این ارتباط در مسیری مستقیم قرار گرفت. او همان داستان همیشگی را که مادرش هرگز او را واقعاً دوست نداشته است برای السا بیان کرد و سپس افزود که همیشه نیازمند کسی بوده است که او را دوست بدارد. به زودی به السا گفت که اکنون او این نقش را ایفا می‌کند. به نظر می‌رسد که پاسخ السا با مهربانی توأم بوده است ـ اما پس از آن دلهره‌های اینشتین شروع

1. Elsa Löwenthal

MATH75.IR

شد. میلوا در تنهایی خود به زنی حسود تبدیل شده بود. نامه‌نگاری بین آلبرت و السا به طور پراکنده ادامه یافت. او نامه را به نشانی محل کار آلبرت می‌فرستاد و از او قول می‌گرفت که هرچه را که از او دریافت کرده است نابود سازد. ممکن است اینشتین نقش پروفسور کم‌حافظه را بازی کرده باشد، اما فراموش نمی‌کرد که نامه‌های السا را بسوزاند.

در سال ۱۹۱۴، اینشتین مدیر گروه فیزیک مؤسسه کایزر ویلهلم[1] در برلین شد. او ۳۵ سال داشت و از لحاظ علمی سرانجام به هدف خود رسیده بود. مؤسسه کایزر ویلهلم یکی از بهترین مؤسسات علمی جهان به شمار می‌رفت و ماکس پلانک از جملهٔ همکاران برجستهٔ آنجا بود. در اینجا اینشتین می‌توانست تحقیقات خود را بدون مزاحمت انجام دهد و فقط لازم بود گاهی در دانشگاه برلین سخنرانی کند. او برای برآورده کردن شرایط مؤسسه به تابعیت آلمان درآمد.

میلوا از آلمان حتی بیش از پراگ متنفر بود. ظرف سه ماه او به زوریخ رفته و دو کودکش را هم با خود برده بود. به نظر می‌رسید که پیوند آنها به طرز برگشت‌ناپذیری گسیخته بود. اینشتین از دوری پسرانش بسیار غمگین بود. اثاثیه منزل را برای مبله کردن آپارتمان میلوا در زوریخ از برلین به زوریخ فرستاد و قول داد که برای پشتیبانی از او هر سه ماه برایش پول بفرستد و به زندگی مجردی در خانهٔ لخت خود باز گشت. السا در همان منطقه زندگی می‌کرد و گهگاهی اینشتین در منزل او غذا می‌خورد، اما فقط همین و مانند همیشه رفتار می‌کرد و خود را به شدت در کار غرق می‌کرد.

اما این بار موضوعی در کار بود که حتی اینشتین هم نمی‌توانست آن را نادیده بگیرد. در آگوست ۱۹۱۴ جنگ جهانی اول

1. Kaiser Wilhelm Society

شروع شد. آلمان را نیز (مانند هر کشور در حال جنگ در اروپا) موج احساسات میهن‌پرستانه در هم نوردید: ستون سربازانی که به سوی جبهه روان بودند ـ و ساده‌دلانه از کشتار مهیبی که در انتظارشان بود غافل بودند ـ در خیابان‌ها استقبال می‌شدند. اینشتین هراسیده بود. حتی مؤسسه هم درگیر جنگ شده بود. برخی دوستان اینشتین مأمور شده بودند گاز سمی مؤثری تولید کنند.

اینشتین برای کار بر روی نظریه نسبیت به اتاق زیر شیروانی خود پناه برد و اغلب روزها از خانه بیرون نمی‌آمد. مهمانان او از اتاق بی‌فرش‌اش سخن می‌گفتند. کتابی در قفسه‌ها نبود؛ در عوض نسخه‌های پراکنده آخرین نشریات علمی و اوراق گوناگون مقالات علمی که پر از محاسبات بود کف زمین را پوشانده بود. خود اینشتین اغلب پابرهنه به جلوی در می‌آمد و ظاهراً زیر یک پتوی کهنه می‌خوابید. موهایش خاکستری می‌شد و اکنون به شکل آن گیسوی ژولیده‌ای در آمده بود که در سال‌های بعد به موضوع بسیار دوست‌داشتنی کاریکاتوریست‌ها بدل شد. یکی از کسانی که به ندرت به دیدارش می‌رفت او را چنین توصیف کرده است: شبیه "شیر بلندیال مبهوتی که همین الآن به او شوک الکتریکی مهیبی وارد آورده باشند". به ندرت غذا می‌خورد و غذایش به سادگی تهیه می‌شد: همه چیز را با هم در یک ظرف می‌پخت. یک روز وقتی دختر السا سرزده وارد شد دید که تخم‌مرغی را که پوسته آن به فضله مرغ آلوده است، در سوپ خود آب‌پز می‌کند. اثر این نوع تغذیه بر روی دستگاه گوارش‌اش قابل پیش‌بینی و دردناک بود. دلیل اصلی این امر اضطراب احساسی ناشی از کار بود که او را به اوج بحران نزدیک‌تر کرده بود.

اصلاً تعجب‌آور نیست. کاری را که اینشتین در این دوره به آن مشغول بود از این قرار توصیف کرده‌اند: "بزرگ‌ترین شاهکار تفکر

MATH75.IR

بشر دربارهٔ طبیعت، شگفت‌ترین ترکیب بینش فلسفی، فیزیک شهودی و مهارت ریاضی".

نظریه نسبیت خاص اینشتین دربارهٔ اشیایی صدق می‌کرد که با سرعت یکنواخت نسبت به هم در حال حرکت بودند. نظریه نسبیت عام چنان گسترده شد که اشیایی در آن می‌گنجیدند که با حرکت نسبی شتاب‌دار، از جمله بر اثر گرانش (که در آن سرعت جسم در حال سقوط افزایش می‌یابد) حرکت می‌کردند. برای انجام این کار، اینشتین نخست ناگزیر بود مفهوم کلاسیک گرانش نیوتون را به عنوان نیرویی که بین دو جسم عمل می‌کند، کنار بگذارد. در عوض، او گرانش را میدان انرژی تلقی کرد که از خود ماده گسیل می‌شود. هرچه مقدار ماده بیشتر باشد، اثر انرژی گرانشی‌ای که منتقل می‌کند، بیشتر است.

ممکن است این امر موضوعی کوچک به نظر برسد، اما تفاوت بین این دو نگرش بسی چشمگیر بود. نیوتون تمام عالم خود را بر مفهومی غلط از گرانش بنیاد نهاده بود.

دیدگاه نیوتون دربارهٔ گرانش، به منزلهٔ یک نیرو، به آن معنی بود که تأثیر خورشید بر سیارات و اثر سیارات بر قمرهای خود آنی است. اما چنانکه دیدیم، بنا بر نظریهٔ نسبیت خاص اینشتین، *هیچ چیز نمی‌تواند سریع‌تر از نور حرکت کند*. چون سیارات با سرعتی در حدود ۱/۱۰۰۰ (یک‌هزارم) سرعت نور حرکت می‌کنند، اختلاف بین محاسبات مبتنی بر این دیدگاه‌های مختلف بی‌نهایت کوچک بود، اما این دو محاسبه متفاوت بودند: فقط یکی از آنها می‌توانست درست باشد و نتیجه‌ای بنیادی به بار آمد، فقط یکی از آنها می‌توانست جهان هستی را توضیح دهد.

دیدگاه اینشتین در بردارنده نتایج دیگر و شگفت‌آورتری بود. اینشتین از ۱۹۰۵، با طرح این موضوع که نور را باید در عین حال

هم موج و هم ذره دانست نظریه نور خود را نیز توسعه داده بود. اما اگر نور از ذرات تشکیل شده باشد ممکن است هنگامی که از میدان گرانش می‌گذرد تحت تأثیر قرار گیرد. به بیان دیگر، اگر نور از میدان گرانشی شدیدی بگذرد ممکن است خمیده شود.

اما کل تصور ما از خط راست به سیر نور بستگی دارد. مثلاً کوتاه‌ترین فاصله بین دو نقطه در این میدان خمیده خط راست نخواهد بود. مانند هواپیمایی که در کوتاه‌ترین فاصله بین لندن و لس‌آنجلس پرواز و مسیری خمیده را دنبال کند.

به این ترتیب، کل تصور ما از سرعت نهایی (به همان ترتیب فضا) به سرعت نور بستگی دارد. اگر باریکهٔ نور هنگام عبور از میدان گرانشی خمیده شود، یعنی هیچ چیز نمی‌تواند بین دو نقطه روی باریکه جز در امتداد باریکهٔ خمیده حرکت کند. به بیان دیگر بین این دو نقطه فاصله کوتاه‌تری از این مسیر خمیده وجود ندارد (این معنای فضای خمیده بود).

در نتیجه، هندسه کلاسیک اقلیدسی دیگر برای توصیف جهان کافی نبود. در اینجا بود که مهارت و دانش ریاضی اینشتین او را مأیوس کرد. او راه دیگری نداشت. بدون زیربنایی ریاضیاتی نظریه او حدس محض بود و از آن نتایج اندکی حاصل می‌شد.

خوشبختانه، برای اینشتین، گئورک ریمان[1] آلمانی در قرن نوزدهم در زمینهٔ هندسه غیراقلیدسی کار کرده بود. نیم قرن بود که ریاضیات سطوح خمیدهٔ او را بسیار نبوغ‌آسا اما بسیار غیرعملی تلقی می‌کردند. ریمان نشان داده بود که در هندسهٔ خمیده می‌توان بین دو نقطه هر تعداد خط مستقیم ترسیم کرد (حتی خط مستقیمی که از لندن به سانفرانسیسکو می‌رود سرانجام، روی کره زمین از لس‌آنجلس خواهد گذشت).

---

1. Georg Friedrich Bernhard Riemann

MATH75.IR

به همین ترتیب ریمان نشان داد که در هندسهٔ خمیده چیزی به نام خط راست با طول نامتناهی نمی‌تواند وجود داشته باشد. اینشتین پی‌برد که اگر فضا خمیده باشد، در مورد عالم هم همین امر صادق است. خط راست سرانجام دوباره با خود تلاقی خواهد کرد. برداشت جدید اینشتین از جهان را مفهوم فضا ـ زمان استاد قدیمی‌اش مینکوفسکی قویاً تأیید می‌کرد. این مفهوم پیوند دیگری بین نظریه خاص و نظریه عام برقرار کرد و تمام نقاط ضعفی را که اثر نور خمیده بر فضا و زمان باقی نهاده بود از بین می‌برد. [در این نظریه] فضا خمیده می‌شد و زمان هم مطلق نبود بلکه فقط به عنوان بعد چهارم در پیوستار فضا ـ زمان عمل می‌کرد و خمیده می‌شد. (اگر نور روی منحنی حرکت کند، زمان نمی‌تواند روی خط مستقیم *سریع‌تری* حرکت کند، زمان نیز باید روی منحنی حرکت کند).

اینشتین نتایج خود را در مارس ۱۹۱۶ در *سالنامهٔ فیزیک* در قالب مقاله‌ای با عنوان «مبانی نظریه نسبیت عام»[1] منتشر کرد. ایده‌های جدید و شورانگیز اینشتین با شگفتی و تحسین روبه‌رو شد. همه چیز به خوبی پیش می‌رفت، اما همه چیز فقط نظریه بود. او ادعا می‌کرد که جهان هستی را توصیف می‌کند، اما آنچه که ارائه کرده بود فقط ریاضیات بود ـ بدون اثبات عملی. یقیناً به نظر می‌رسید که نظریه او بی‌نظمی جزئی در مدار عطارد (تیر) را، که فیزیک نیوتونی قادر به توضیح آن نبود، توضیح می‌دهد. اما این اثبات و برهان عملی قطعی چنین ادعاهای بزرگی در مورد ماهیت بنیادی عالم و جهان هستی نبود.

اینشتین آزمایشی عملی پیشنهاد کرد. بنا بر نظریه او، نور ستارگان دوردست، هنگامی که از میدان گرانشی قدرتمند خورشید

---

1. Die Grunlage der allgemeinen Relativitästheorie.
General relativity: نسبیت عام

می‌گذرد باید منحرف شود. متأسفانه، چنین نوری را فقط در حین کسوف می‌شد دید و کسوف بعدی تا ۱۹۱۹ روی نمی‌داد. دنیا باید منتظر می‌ماند تا بفهمد آیا بخشی از عالم خمیده است یا "تخت".[۱]

در این میان، کارهای مهم‌تری در دنیا در پیش بود که باید انجام می‌شد. در نزد اغلب مردم، اتفاق مهم مارس ۱۹۱۶، کشتار مهیب نبرد وردن[۲] بود. اینشتین دستخوش وحشت شد و دیدگاه‌های صلح‌طلبانه‌اش شدیدتر و پردامنه‌تر شد.

هنگامی که اینشتین سرانجام به سوئیس رفت پی برد که زندگی مشترکش با میلوا به پایان راه خود رسیده است. در بازگشت، از تصور آینده‌ای دور از دو پسرش اندوهگین شد. اما هنوز اقامهٔ دعوا در مورد طلاق در پیش بود. اثر این جریان بر میلوا فاجعه‌بار بود و او را دستخوش بحران عصبی کرد.

تمام این فشارها که پس از دوره طولانی کار فکری بسیار سخت پیش آمد اینشتین را نیز به آستانه بحران عصبی کشاند. به نظر پزشک معالج‌اش: "مثل مغز او که مرزی نمی‌شناسد بدنش نیز از هیچ قاعده معینی پیروی نمی‌کند؛ آنقدر می‌خوابد تا بیدارش کنند، آنقدر بیدار می‌ماند تا به او گفته شود که بخوابد؛ آنقدر گرسنه می‌ماند تا چیزی برای خوردن به او بدهند و سپس آنقدر می‌خورد تا او را از خوردن بازدارند". شرایط برلین ایام جنگ بسی نامطلوب بود. در یک مرحله اینشتین آشفته، ظرف دو ماه، حدود بیست و چهار کیلو وزن کم کرد. السا او را به خانه خود برد تا از او مراقبت کند.

---

۱. منظور از بخشی از عالم در اینجا فضا- زمان است.

۲. Battle of verdun: طولانی‌ترین و خونین‌ترین نبردهای جنگ جهانی اول در وردن بین آلمان و فرانسه روی داد، که در آن دو میلیون سرباز شرکت داشتند و حدود ۳۷۰،۰۰۰ تن کشته شدند. وردن در این نبرد حملهٔ آلمان‌ها را دفع کرد. م.

MATH75.IR

سرانجام در نوامبر ۱۹۱۸ جنگ با شکست آلمان پایان یافت. قیصر به هلند گریخت، حکومت سوسیالیست مستقر شد و بی‌نظمی سیاسی آلمان را فرا گرفت. روی کار آمدن سوسیالیست‌ها اینشتین را دلگرم کرد؛ او باور داشت که نظامی‌گری آلمانی اکنون دیگر متعلق به گذشته است.

سرانجام بیماری اینشتین با مراقبت مادرانهٔ السا بهبود یافت، اما او هیچ نشانه‌ای از تمایل به بازگشت به آپارتمان خود نشان نمی‌داد. او در اتاق بالایی خانهٔ السا شروع به کار کرد و از آنجا گاهی صدای نواختن ویولنش شنیده می‌شد. غذایش معمولاً پشت در اتاق می‌ماند. اینشتین نسبت به وضعیت خانه بی‌اعتنا بود و السا فقط به آن راضی بود که بگذارد این جریان ادامه یابد. هنگامی که اینشتین همسرش را طلاق داد به نظرش رسید که شاید با السا ازدواج کند و ظاهراً پیشنهاد خود را با خوشحالی کامل مطرح کرد. السا موهای او را کوتاه کرد، لباسی مرتب به او پوشاند و در ژوئن ۱۹۱۹ با هم ازدواج کردند.

در نوامبر همان سال، اخباری رسید که زندگی اینشتین را تا ابد تغییر داد. قبلاً در همان سال، اختر فیزیکدان انگلیسی آرتور ادینگتون[1] در رأس هیئتی به جزیرهٔ آفریقایی پرنسیپ[2] پرتغال در خلیج گینه رفته و در آنجا از کسوف عکس‌برداری کرده بودند. اکنون می‌شد ستارگانی را که قبلاً به سبب تابش خورشید قابل رؤیت نبودند مشاهده کرد. عکس‌ها نشان می‌داد که نور ستاره با عبور از مجاورت خورشید خمیده شده است، یعنی، وضعیت ستاره‌ها غیر از وضعیت آنها در هنگامی بود که نورشان از مجاورت خورشید عبور نمی‌کرد. مشاهدات ادینگتون با پیش‌بینی‌های اینشتین

1. Sir Arthur Stanley Eddington
2. Principe

در مورد خمیده شدن نور ستارگان دوردست در هنگام عبور از مجاورت خورشید مطابقت می‌کرد. نظریه نسبیت عام تأیید شده بود؛ اینشتین چندین روز را در سرخوشی و شادمانی سپری کرد.

اما واکنش اینشتین با واکنش مطبوعات جهان به این موضوع قابل مقایسه نبود. فقط تعداد بسیار اندکی (حتی در محافل علمی) واقعاً می‌دانستند که نسبیت درباره چیست، اما همه درک، می‌کردند که جهان ظاهراً تا ابد تغییر کرده است. ناگهان این استاد گمنام فیزیک در برلین، به عنوان "بزرگ‌ترین نابغه روی زمین" مورد تشویق قرار گرفت و تحسین شد.

جهان به تازگی از خونریزی و کشت و کشتار فاجعه‌بار جنگ جهانی، به اصطلاح "جنگی برای پایان دادن به جنگ‌ها"، بیرون آمده بود و نیازی پردامنه به اخبار خوش داشت. بزرگان گذشته ـ رهبران نظامی، دولتمردان، اشراف ـ اعتبار خود را از دست داده بودند. جهان وارد عصر توده‌ها ("عصر انسان معمولی") می‌شد که به یافتن قهرمانان خود نیاز داشت. این فرایند در آمریکا با پدیده چارلی چاپلین آغاز شده بود و اکنون اینشتین به او می‌پیوست. نابغه فراموشکار متواضع ـ که گاهی فراموش می‌کرد غذا بخورد یا پیراهن بپوشد؛ ویولن می‌نواخت و ممکن بود هنگام شام فرمول‌های درهم و بر هم ریاضی را روی رومیزی بنویسد ـ درست همان کسی بود که مطبوعات و مردم در انتظارش بودند. سرخوردگی مردم پس از جنگ از قالب‌های قدیمی دین و فلسفه نیز، خلائی معنوی ایجاد کرده بود و بسیاری می‌کوشیدند آن را با نظریهٔ نسبیت پر کنند. این نظریه توضیح واقعی همه چیز بود.

اکنون اینشتین به شخصیتی اجتماعی تبدیل شده بود که در سراسر اروپا سفر می‌کرد و به سخنرانی و توضیح نسبیت می‌پرداخت. او از اروپا به امریکا رفت، در آنجا به او لقبی بزرگ

MATH75.IR

دادند ("مردی که فضا را خم کرد به شیکاگو می‌آید"). السا سعی می‌کرد او را به نحوی مناسب لباس بپوشاند و تظاهر می‌کرد که مصاحبت گرم او را با بانوان جامعه نمی‌بیند. نزد خود می‌گفت: "آن کسی که با او به خانه می‌رود من هستم". با این همه لحظاتی بود که رفتار اینشتین او را به راستی اندوهگین می‌کرد. اما این رفتار صرفاً به شخصیت او ربط نداشت، بلکه موضوع اصول هم بود. اصول سوسیالیستی اینشتین اعتقاد به آزادی گفتار را هم در بر می‌گرفت. نگرش او فقط شامل وضعیت ظاهری‌اش نمی‌شد.

در سال ۱۹۲۴ جایزه نوبل به او تعلق گرفت و ۳۲۰۰۰ دلار از جایزه‌اش را برای میلوا فرستاد. او به هنگام طلاق، چند سال پیش از آنکه اهمیت کارش تأیید شود، به میلوا محرمانه چنین قولی داده بود. اینشتین هیچگاه در اهمیت دستاوردهای خود، یا اینکه روزی کارش تأیید خواهد شد و پاداش آن را خواهد گرفت، تردید نکرده بود.

اینشتین به خوبی از جنبه مضحک شهرت خود آگاه بود. به عنوان شکلی از صیانت نفس، نقش حواس‌پرت را ایفا می‌کرد که کار دشواری نبود اما در موارد دیگر، اصرار داشت که از شهرت خود حسن استفاده را کند. مدتی طولانی، سرسختانه برای خلع سلاح بین‌المللی فعالیت کرد، و هرکاری که در توانش بود برای مقابله با موج در حال خیزش یهودستیزی در آلمان انجام داد.

اینشتین می‌کوشید در اثنای سفرها و مبارزات شورانگیز خود کارش را نیز پیش ببرد. هرچند او در تعریف مجدد گرانش و برقراری ارتباط آن با نسبیت موفق شده بود، اما هنوز نواقصی در کار بود که باید رفع می‌شد. اینشتین خواهان آن بود که رابطه‌ای ریاضی بین نیروهای الکترومغناطیسی (نظیر نور) و گرانش برقرار کند. این قانونی بنیادی در مورد رفتار کلی همه چیز از کوچک‌ترین

الکترون‌ها تا بزرگ‌ترین ستاره‌ها را بنیان می‌نهاد. اینشتین می‌کوشید فرمولی بیابد که حتی از $e=mc^2$ هم بنیادی‌تر باشد. او آرزو می‌کرد که بین تمام خواص ماده در قالب نظریه وحدت میدان‌ها رابطه برقرار کند. آنگاه بر آن شد که از این نظریهٔ مطلق به استنتاج نظریه کوانتومی بپردازد. به این ترتیب می‌توانست بر آن عنصر اساساً مبهم نظریهٔ کوانتومی، که نور را هم موج و هم ذره می‌دانست و مخالف با منطق متعارف بود، غلبه کند و مشهور است که در نامه‌ای، در ۱۹۲۶ خطاب به ماکس بورن[1]، نظریه‌پرداز کوانتومی، نوشت: "به نظرم خداوند تاس نمی‌اندازد". اما نیلز بور[2]، که تدوین نظریهٔ کوانتومی را در کپنهاگ هدایت می‌کرد، اطمینان داشت که اعتقاد اینشتین به عالمی که دقیقاً طراحی شده باشد، اشتباه است. اگر اصل مطلقی وجود می‌داشت آن اصل نظریه کوانتومی بود.

مقالات منتشرشده اینشتین همیشه با تردید روبرو شده بود ـ اما از این زمان به بعد تردید از جانب کسانی ابراز می‌شد که قبلاً از او حمایت می‌کردند. شاید او جهان را تغییر داده باشد، اما اکنون به نظر می‌رسید که گویی از قافله عقب افتاده است. اینشتین انسانی جاه‌طلب بود و همین ویژگی برایش مایهٔ اندوه شده بود. آن روزها، پس از آن ایام شهرت، روزگار سختی را می‌گذرانید. پسرش ادوارد از بحران روحی رنج می‌برد. قبلاً ادوارد از دور پدرش را مانند قهرمانی می‌پرستید، اما اکنون این عشق، به دلیل اینکه پدرش میلوا را رها کرده بود، به نفرت از او تبدیل شده بود. کم‌کم نازی‌ها در آلمان حکومت را به دست گرفتند و برای سرش بیست هزار مارک جایزه تعیین کردند. او می‌گفت "نمی‌دانستم قیمتم اینقدرها بالاست"، اما مجبور شد به آمریکا بگریزد.

---

1. Max Born
2. Niels Bohr

MATH75.IR

مؤسسه مطالعات پیشرفتهٔ پرینستون[1]، که به تازگی برای تحقیقات محض تأسیس شده بود، به اینشتین شغلی دائمی داد؛ وقتی به آمریکا رسید، ناگهان پیر شده بود. هرچند فقط ۵۴ سال داشت، انبوه موهای پریشانش یکدست سفید شده بود و چنان به نظر می‌رسید که صورتش سنگ شده است.

از آن پس، روال زندگی اینشتین یکنواخت بود و تا آخر عمرش تغییر عمده‌ای در آن پدید نیامد. هر روز صبح خانهٔ کوچک خود را در شماره ۱۱۲ خیابان مرکر ترک می‌کرد و پس از بیست دقیقه پیاده‌روی به مؤسسه مطالعات پیشرفته می‌رسید، که به تازگی شروع به جذب جمعی از برجسته‌ترین متفکران جهان علم کرده بود.

این اینشتین بود که به افسانه‌ای زنده تبدیل شده بود ـ نابغهٔ مهربان فراموشکاری که بسیار مورد علاقه رسانه‌ها بود. اما از برخی جهات اکنون شخصیتی غمگین بود. اینشتین از مدت‌ها پیش معاشرت با همکاران خود را قطع کرده بود. اکنون نظریهٔ کوانتومی نتایج شگفت‌آوری به بار آورده بود و اصرار اینشتین بر تحقیق در مورد وحدت میدان‌ها به نظر بسیاری به هرز رفتن بی‌دلیل یک ذهن برجسته بود و به قول دوستش، ماکس بورن "بسیاری از ما این را یک تراژدی می‌دانستیم، هم برای خود او که در تنهایی به راه خود ادامه می‌داد و هم برای ما که مرشد و مرجع خود را از دست داده بودیم". اینشتین نقشی بزرگ در تدوین و گسترش نظریه کوانتومی ایفا کرده بود، اما اکنون به نتایج آن باور نداشت.

در سال ۱۹۳۶ السا درگذشت، و او بیشتر در پیلهٔ تنهایی خود تنید، و به نحوی آزاردهنده به کار روی محاسبات به ظاهر بیهودهٔ خود مشغول شد.

---

1. Institute for Advanced Study at Princeton

گفته می‌شود که اینشتین در دو دهه آخر عمر خود دو کار بزرگ انجام داد. کار نخست عالی بود ـ هم از لحاظ موفقیت آن و هم از لحاظ وحشتی که آفرید. در ۱۹۳۹، نیلز بور در پرینستون با اینشتین تماس گرفت و چند خبر نگران‌کننده را محرمانه با او در میان نهاد. فرمول اینشتین، $e=mc^2$، تأییدی جهش‌آور و دهشتناک یافته بود.

دانشمندان آلمانی اتم را شکافته بودند و ممکن بود به زودی بتوانند بمبی با قدرت غیرقابل تصور بسازند. اینشتین نامه‌ای برای رئیس جمهور روزولت[1] نوشت و او را از این امر آگاه کرد. روزولت بدون اطلاع اینشتین و محرمانه پروژهٔ مانهاتان[2] را برای تولید نخستین بمب اتمی به راه انداخت. در ۱۹۴۵، هنگامی که اینشتین نتایج کارهایی را مشاهده کرد که خود انجام داده بود، مبارزه‌ای بین‌المللی را برای منع تولید تسلیحات اتمی آغاز کرد. او به دلیل مشکلاتی که در این راه آفریده بود از سوی پلیس فدرال امریکا (FBI) بازجویی شد.

برعکس، کار دوم در خور توجه اینشتین، در دهه‌های واپسین عمرش عنصری خنده‌آور و مضحک را در برداشت. اینشتین اکنون پرآوازه‌ترین چهرهٔ یهودی جهان به شمار می‌آمد، و در سال ۱۹۵۲ مقام ریاست جمهوری دولت نوبنیاد اسرائیل به او پیشنهاد شد. معلوم است که هرگز این پیشنهاد را نپذیرفت و البته با ملایمت و روی خوش عذر خواست.

در این میان، اینشتین به کار بر روی نظریهٔ وحدت میدان‌های خود ادامه می‌داد. کوشش‌های توان‌فرسای او، علیرغم وضع نگران‌کننده سلامتی‌اش، ادامه داشت. کم‌کم ناگزیر شد سرگرمی‌های مورد علاقه‌اش را یکی پس از دیگری رها کند. دردهای مزمن معده

---

1. Franklin Roosevelt
2. Manhattan Project

(که تا حدی میراث رژیم تک‌غذایی سال‌های پیشین بود) او را مجبور کرد کشیدن پیپ مورد علاقهٔ خود را کنار بگذارد. سرانجام حتی ویولن ارزشمند خود را به کناری نهاد. اما اینها اصلاً اهمیتی نداشتند. اکنون این پرهیزها دست‌کم به این معنا بود که برای تمرکز روی هدف نهایی خود وقت بیشتری داشته باشد.

در سال ۱۹۵۰، اینشتین ویرایش جدیدی از نظریهٔ وحدت میدان‌های خود را منتشر کرد. همتایان علمی او از این مقاله با سکوتی آزارنده استقبال کردند. اکنون او ۷۱ سال داشت، اما (دست‌کم در ظاهر) بیش از این سن و سال به نظر می‌رسید. او اغلب اذعان می‌کرد که خود را در جهان مانند بیگانه‌ای احساس می‌کند و در خانه احساس سرخوردگی عمیقی می‌کرد. آزار و اذیت‌های مداوم اف. بی. آی. و ناکامی‌هایش در حل و فصل مسائل نظریهٔ وحدت میدان‌ها، آثار خود را بر او باقی نهادند. او خیلی خسته شده بود. در بهار ۱۹۵۵، در ۷۶ سالگی از حال رفت و نقش زمین شد. چهار روز بعد، در ۱۸ آوریل ۱۹۵۵ بر بستری در بیمارستان پرینستون درگذشت. در کنار رختخواب وی کاغذی افتاده بود که روی آن محاسبات ناتمامی در مورد نظریه وحدت میدان‌ها به چشم می‌خورد.

MATH75.IR

MATH75.IR

# چند نکتهٔ کلیدی

## چکیدهٔ مقالهٔ ۱۹۰۵ اینشتین دربارهٔ نسبیت:

"نظریه‌ای که پردامنه خواهد شد- مانند تمام علم الکترودینامیک - در مورد سینماتیک[۱] جسم صلب است. علت این امر آن است که احکام چنین نظریه‌ای به روابط بین اجسام صلب (دستگاه‌های مختصات)، ساعت‌ها و فرایندهای الکترومغناطیسی می‌پردازد. عدم توجه به این حقیقت علت مسائلی است که در حال حاضر الکترودینامیک اجسام متحرک با آن روبه‌رو است".

## ۱. بخش سینماتیکی

### تعریف همزمانی

دستگاه مختصاتی را در نظر بگیرید که در آن معادلات مکانیک نیوتونی به خوبی (یعنی با تقریب اول) صادق است. برای رعایت دقت و برای اینکه بتوانیم این دستگاه را از سایر دستگاه‌های به کار رفته تمییز دهیم، آن را "دستگاه ساکن" خواهیم نامید.

اگر نقطه‌ای مادی نسبت به این دستگاه مختصات ساکن باشد وضعیت آن را نسبت به دستگاه می‌توان با دقت اندازه‌گیری و در چهارچوب هندسه اقلیدسی تعریف و در مختصات دکارتی بیان کرد.

اگر بخواهیم حرکت نقطه‌ای مادی را توصیف کنیم مقادیر مختصات آن را به عنوان تابع زمان خواهیم داد. اما باید بدانیم که

---

۱. Kinematik: توصیف ظاهری حرکت است.

این نوع توصیف ریاضی هیچ معنای فیزیکی ندارد مگر آنکه دربارهٔ آنچه که از "زمان" می‌فهمیم ذهنمان کاملاً روشن باشد. باید درک کنیم که تمام قضاوت‌های ما، که زمان در آنها دخیل است، همیشه قضاوت در مورد *رویدادهای هم‌زمان* است. مثلاً اگر بگوییم: "قطار ساعت هفت به اینجا می‌رسد" منظورمان چیزی شبیه به این است: "قرار گرفتن عقربه کوچک ساعت ما روی عدد هفت و رسیدن قطار رویدادهای هم‌زمان‌اند".

## نسبیت در یک کلام

در فواصل طولانی زمان و فضا نسبی می‌شوند. *فقط سرعت نور ثابت می‌ماند.*

## تعریف اینشتین از نسبیت برای مردم عادی

"وقتی در مصاحبت یک دوست گرامی به سر می‌برید یک ساعت یک ثانیه به نظر می‌آید؛ هنگامی که روی ذغالی که از شدت حرارت سرخ شده می‌نشینید، یک ثانیه یک ساعت به نظر می‌رسد. این نسبیت است".

## فرمولی که به ساخت بمب انجامید: $e=mc^2$

که در آن e انرژی رهاشده، m جرم، و c سرعت نور است.

## در آغاز:

فیزیکدانان، در نتیجهٔ نظریهٔ اینشتین، توانسته‌اند تاریخ جهان هستی را تا کسری از ثانیه پس از مهبانگ[1] دنبال کنند. آن کسر ثانیه اکنون به یک صفر، یک ممیز، چهل و دو صفر و یک[2] یا
0.00000000000000000000000000000000000000001
تقلیل یافته است. آنچه که در لحظهٔ دقیق آفرینش روی داده، دست‌کم برای علم، نامعلوم و ناشناخته مانده است.

---

1. Big Bang
2. $10^{-42}$

## چند گفتهٔ مهم از اینشتین

✓ "به نظر من خدا تاس نمی‌اندازد".

✓ "نیروی نامتناهی اتم همه چیز جز طرز تفکر، ما را تغییر داده است و به این ترتیب ما به سوی فاجعه‌ای بی‌همتا پیش می‌رویم".

✓ "هرگز به آینده فکر نمی‌کنم، خودش خیلی زود خواهد رسید".

✓ "سیاست مربوط به اکنون است اما معادله چیزی است که به ابدیت تعلق دارد".

✓ "اگر A موفقیتی در زندگی باشد، آنگاه A= x+y+z که در آن x کار، y بازی و z حفظ سکوت" است.

✓ "اگر ثابت شود که نظریهٔ نسبیت من درست است آلمان ادعا خواهد کرد که من آلمانی‌ام، و فرانسه ادعا خواهد کرد که من شهروند جهانم. اما اگر ثابت شود که نظریه من نادرست است فرانسه خواهد گفت که من آلمانی‌ام و آلمان اعلام خواهد کرد که جهودم".

✓ "قوانین ریاضیات تا جایی که به واقعیت اشاره دارند قطعی نیستند و تا آنجا که قطعی‌اند اشاره‌ای به واقعیت ندارند".

**اظهارنظرها و آرایی در مورد اینشتین:**

✓ "نبوغ اینشتین به هیروشیما انجامید".

پابلوپیکاسو

✓ "اینشتین همان‌قدر از روانشناسی می‌فهمد که من از فیزیک"

زیگموند فروید

✓ "کاملاً احمق"

ج. رابرت اپنهایمر

MATH75.IR

MATH75.IR

## گاه‌شماری

### گاه‌شماری زندگی اینشتین

| | |
|---|---|
| ۱۸۷۹ | تولد در اولم، آلمان |
| ۱۸۹۴ | مهاجرت خانواده به‌ایتالیا،ماندن آلبرت در مونیخ، آلمان |
| ۱۸۹۵ | رفت به سوییس |
| ۱۹۰۰ | فارغ‌التحصیلی از پلی‌تکنیک زوریخ. در آمدن به شهروندی سوییس. |
| ۱۹۰۳ | ازدواج با میلوا ماریک. |
| ۱۹۰۵ | انتشار سه مقاله دوران‌ساز، از جمله مقاله‌ای دربارهٔ نظریهٔ نسبیت خاص |
| ۱۹۰۹ | کناره‌گیری از ادارهٔ ثبت اختراعات برن. |
| ۱۹۱۳ | عهده‌دار شدن مدیریت بخش فیزیک مؤسسه کایزر ویلهلم در برلین. |
| ۱۹۱۶ | انتشار مقاله‌ای دربارهٔ نظریه نسبیت عام. |
| ۱۹۱۹ | جدا شدن از میلوا و ازدواج با دختر عمویش السا لوونتال. |
| ۱۹۱۹ | تأیید نظریه نسبیت و کسب شهرت جهانی. |
| ۱۹۲۱ | دریافت جایزه نوبل فیزیک. |
| ۱۹۲۹ | انتشار نخستین ویراست نظریهٔ وحدت میدان‌ها. |
| ۱۹۳۳ | مهاجرت به ایالات متحده امریکا در پی تهدیدشدن به مرگ از جانب نازی‌ها. پذیرش |

شغلی تمام‌وقت در مؤسسه مطالعات پیشرفته پرینستون.

۱۹۴۰ در آمدن به شهروندی ایالات متحدهٔ آمریکا.

۱۹۴۶ متهم شدن به "کمونیست بودن"، به علت مخالفت با تولید سلاح‌های هسته‌ای.

۱۹۵۰ متهم شدن از جانب مک کارتی.

۱۹۵۵ مرگ در سن ۷۶ سالگی در پرینستون.

## گاه‌شماری دورهٔ حیات

۱۸۸۲ مرگ داروین

۱۸۸۹ ساخته شدن برج ایفل در پاریس

۱۹۰۰ انتشار کتاب *تعبیر خواب* فروید.

۱۹۰۳ اهدای جایزهٔ نوبل به ماری و پیر کوری به دلیل کشف پرتوزایی (رادیواکتیویته).

۱۹۰۷_۱۹۱۴ عصر کوبیسم

۱۹۱۲ غرق شدن تایتانیک

۱۹۱۳ اجرای بالهٔ *تقدیس بهار* استراوینسکی در پاریس به برانگیخته‌شدن شورو هیجان عمومی منجر می‌شود.

۱۹۱۴_۱۹۱۸ درگرفتن نخستین جنگ جهانی

۱۹۲۲ انتشار *اولیس* جیمز جویس

۱۹۲۹ سقوط سهام وال استریت و آغاز دوران رکود بزرگ اقتصادی.

۱۹۳۳ به قدرت رسیدن هیتلر در آلمان.

۱۹۳۹_۱۹۴۵ دومین جنگ جهانی

۱۹۴۵ انفجار بمب اتمی روی هیروشیما. تأسیس سازمان ملل متحد

۱۹۵۰ آغاز جنگ کره.

MATH75.IR

## برای مطالعه بیشتر

Brian, Denis. *Einstein: A Life* (Wiley, 1997). A biography offering previously unknown details re Milveva.

Clark, Ronald W. *Einstein : The Life and Times* (A von, 1994). The standard full-length biography.

Einstein, Albert. Relativity: * The special and the General

Einstein, Albert. The Meaning of Relativity** (Princeton University Press, 1990). Four Lectures.

Theory (Crown, 1995). A popular exposition by Einstein himself.

Einstein, Allert, and Maric, Mileva. *The Love Letters* (Princeton University Press, 1992). Offers and insight into their relationship, as well as Einstein's intellectual development.

Folsing, Albrecht. *Albert Einstein: A Biography* (Penguin, 1998). The latest biography, by a writer who is himself a German physicist.

* و ** این کتاب نیز به قلم دکتر خواجه‌پور از سوی انتشارات خوارزمی به زبان فارسی انتشار یافته است.

MATH75.IR



انتشارات بصیرت

9 786009 047659

اینشتین جهانِ هستی را دگرگون کرد. اما خود با نامرادی و ناکامی درگذشت. نظریهٔ نسبیّتش، او را به عنوان بزرگ‌ترین چهرهٔ علمیِ پس از نیوتن تثبیت کرد. نسبیّت، درک ما را از فضا و زمان نابود کرد، و عالمی را به جای آن نشاند که پیش از آن تصویرناپذیر بود. فرمول مشهورش $e=mc^2$ ، نشان داد که ماده را می‌توان به انرژی تبدیل کرد، و عصر هسته‌ای از اینجا آغاز شد. او در نظریهٔ کوانتومی نیز سهم به‌سزایی داشت. اما اینشتین سرانجام، نتوانست پیامدهای یافته‌های خود را، به‌ویژه در نظریهٔ کوانتومی بپذیرد. در نتیجه، بیش از ربع قرن را به جست‌وجوی نظریه‌ای جامع گذراند، که کار خود وی، یافتن آن را ناممکن کرده بود.

ISBN 978-600-90476-5-9