



«گوتینگن»، موزه تاریخ علم معاصر

## تاریخ فیزیک جدید اینجا مدفون شده است!

سال‌های اول دوران دانشجویی ام بود. خیلی خوب خاطر م هست که در یک کلبه ییلاقی کنار شومینه نشسته بودم و سوختن هیزم را تماشا می کردم و در افکار خودم غوطه‌ور بودم. از داخل کوله پشتی کوچک، کتاب جزء و کل، اثر فیزیکدان بزرگ «ورنر هایزنبرگ» را که از کتابخانه دانشگاه به امانت گرفته بودم، برداشتم و زیر نور فانوس نفتی شروع کردم به خواندن. وصف هایزنبرگ از بحث‌های علمی اش با ولفگانگ پاولی، اتوهان، آلبرت اینشتین، شرودینگر و دیگر مشاهیر و دانشمندان برجسته تاریخ علم، چنان مرا مسحور کرد که متوجه گذر زمان نشدم. صبح شده بود و همچنان غرق در مطالعه قلم‌جادی هایزنبرگ بودم.

سال‌ها گذشت و به گونه‌ای کاملاً اتفاقی سر از سرزمینی در آردم که وصف آن را در کتاب هایزنبرگ خوانده بودم. «ماکس پلانک» پایه‌گذار مکانیک کوانتومی یکی از برجسته‌ترین دانشمندان تاریخ علم جهان؛ «اتوهان»، «ماکس بورن» و «کارل فریدریش گاوس» جایی زندگی و تدریس می کرده‌اند که با من تنها چند کیلومتر فاصله دارد.

شهر «گوتینگن» در تاریخ علم شهر مهمی محسوب می شود. رودولف کارنپ (Rudolf Carnap) فیلسوف مشهور علم در کتاب خود با نام مبانی فلسفی فیزیک در فصل هندسه‌های ناقلیدسی می‌نویسد که کارل فریدریش گاوس در فکر اندازه‌گیری مجموع زاویه‌های مثلث عظیم نجومی بود. سپس داستانی مشهور نقل می‌کند که البته در صحت آن تردید دارد. گفته می‌شود گاوس که پروفیسور دانشگاه گوتینگن بود با انتخاب سه قله کوه اطراف شهر گوتینگن، اختلافی در نتایج پیدا کرد و به این نتیجه رسید که فضا با اقلیدسی است یا اگر ناقلیدسی باشد انحرافش بسیار کوچک و کمتر از خطای محتمل اندازه‌گیری هاست.

هایزنبرگ در همان کتاب، جزء و کل، در فصلی با عنوان «معنی فهمیدن در فیزیک جدید» که در آن به شرح گفت‌وگوهایش با ولفگانگ پاولی و زومرفلد درباره نظریه اتمی می‌پردازد، می‌نویسد: «زومرفلد بعد از یک گفت‌وگوی طولانی درباره نظریه اتمی تقریباً ناگهانی از من پرسید: دلت می‌خواهد نیلز بوهر (Niels Bohr) را ببینی؟ او می‌خواهد در گوتینگن یک سخنرانی ایراد کند. از من دعوت شده و دلم می‌خواهد تو را هم با خودم ببرم. من چند لحظه مردد بودم. کرایه رفت و برگشت کاملاً خارج از توانایی مالی من بود. احتمالاً زومرفلد این فکر را در صورت من دید. به هر حال او فوراً اضافه کرد که هزینه مرا خواهد پرداخت و در نتیجه من با کمال میل پذیرفتم. در اوایل تابستان سال ۱۹۲۲، گوتینگن آن شهر کوچک دوست‌داشتنی با ویلاها و باغ‌هایش در دامنه کوه‌های، گویی توده‌ای از باغ‌های گل سرخ و گل‌دان بود. گویا طبیعت هم نام جشنواره بوهر را که ما بعدها به آن روزهای شکوهمند دادیم

پذیرفته بود.»

هایزنبرگ در این سخنرانی با نیلز بوهر آشنا شد و می‌نویسد که بوهر از او خواسته بعد از ظهر آن روز در دامنه کوه‌های قدمی بزنند و گفت‌وگو کنند. او می‌افزاید:

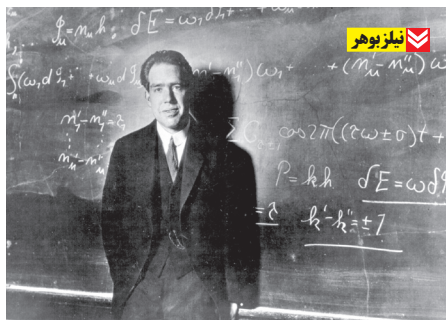
«این گردش تاثیر عمیقی در زندگی علمی من داشت، یا شاید بهتر باشد بگویم، دوران واقعی زندگی علمی من از آن بعد از ظهر آغاز شد. جاده جنگلی شیب‌دار از مقابل قهوه‌خانه معروف «تسوم روهنز» می‌گذشت و به ارتفاعات آفتابگیر می‌رسید و ما از آنجا شهر کوچک دانشگاهی را می‌دیدیم.»

باری! دانشمندان دانشگاه گوتینگن طی یکصد سال گذشته در مجموع، ۴۵ جایزه نوبل در علوم مختلف را از آن خود کرده‌اند. آخرین آنها «اشتفن هل» بود که نوبل شیمی سال ۲۰۱۴ را از آن خود کرد. از زنده‌ها هیچ کدام ولی از بین درگذشتگان، مزار هشت نفر برنده نوبل در گورستان شهر گوتینگن را از نزدیک دیده‌ام. نزدیک به دروازه اصلی گورستان شهر، سنگ مزار ماکس بورن (Max Born) بود که معادله مشهور  $E = h\nu$  که روی آن حک شده به چشم می‌خورد. ماکس بورن برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۹۵۴ یکی از برجسته‌ترین ریاضیدانان و فیزیکدانان عصر حاضر بود. جالب است بدانید که منشاء جمله مشهور اینشتین در مکانیک کوانتومی نامه‌ای بوده که خطاب به بورن نوشته است. ماکس بورن تا سال ۱۹۳۳ تمام وقت خود را صرف پژوهش روی نظریه نسبیت و فیزیک کوانتومی کرد و در سال ۱۹۵۴ بابت تفسیری که از تابع چگالی احتمال در معادله شرودینگر ارائه داده بود، برنده جایزه نوبل در فیزیک شد.

مقبره ماکس پلانک، پدر نظریه کوانتومی کمی آن سوتر با یک سنگ بنای ساده مشخص شده است. گویی که لازم نبوده هیچ نشانه‌ای جز نام ماکس پلانک و عدد ثابت مشهوری که به نام او ثبت شده؛ روی سنگ نوشته شود. عدد ثابت پلانک یکی از بنیادی‌ترین اعداد ساختار طبیعت است و به همین سبب، پلانک یکی از بزرگ‌ترین دانشمندان تمام قرون و اعصار ساخته می‌شود. او راهی جدید در فیزیک گشود و در پیچه‌ای تازه به روی فهم انسان از جهان هستی باز کرد. در سال ۱۹۱۸ آلبرت اینشتین، نیلز بوهر و آرنست رادرفورد، که همگی مستحق کسب جایزه نوبل بودند، با توافق پلانک را مستحق‌ترین شخص برای کسب این افتخار دانستند. به این ترتیب پلانک به اخذ جایزه نوبل نائل آمد و استاد دانشگاه برلین شد.

اینشتین در کتاب حاصل عمر (مجموعه گردآوری شده از ۴۴ مقاله اینشتین)، ستایش نامه‌ای - که عنوان آن در رثای ماکس پلانک بود، می‌نویسد: «مردی که سعادت آن را داشته است که دنیا را با اندیشه‌های بلند و خلاق کند، نیازی به بزرگداشت آیندگان ندارد. کار بزرگ او تا هم اکنون نیز مایه سرفرازی اش بوده است.» کشف ثابت جهانی  $h$  توسط پلانک، شالوده تمام پژوهش‌های قرن بیستم در زمینه فیزیک شد و تکامل بعدی این علم را تقریباً به تمامی در گستره نفوذ خود گرفت. کشف پلانک، کل چهار چوب علم مکانیک و الکترو دینامیک کلاسیک را در هم ریخت و وظیفه‌ای تازه در برابر علم قرار داد. وظیفه یافتن شالوده نظری جدید برای کل علم فیزیک.

چند قدم آن سوتر اما نام دانشمندی بر سنگ نقش بسته که اندیشه و کارش تاریخ جهان را تغییر داد. باری بدون تعارف شکافت هسته‌ای،



گراهام بل، ژرژ می لیس و گوتنبرگ چگونه به موفقیت رسیدند؟

## شغل قبلی یک مرد

و آتش بازی و پرواز در هوا داشت. می لیس به یک دلیل توانسته بود چیزی به نام «سرگرمی» را وارد سینما کند. او قبل از اینکه با دوربین آشنا شود، شعبده باز بود و ترفندهای گوناگونی می شناخت که با آنها تماشاگران را حیرت زده کند و به هیجان بیاورد.

**سوم:** زمانی که تعداد زائران کلیساها در اروپا زیاد شده بود، کتاب های مذهبی باید به تعداد زیاد تهیه می شدند. رونویسی از صفحات همه آنها ممکن نبود، زیرا نه تنها کتابی مانند کتاب مقدس حجم زیادی داشت، بلکه بقیه کتاب های مذهبی هم خیلی حجیم بودند. یک روش ممکن چاپ، استفاده از حروف چوبی بود. هر صفحه روی یک لوح چوبی کنده کاری می شد و بعد از آن به جای یک مهر بزرگ استفاده می کردند. چاپ چندصد صفحه کتاب با این روش سرعت بیشتری از رونویسی نداشت. چوب ها هم بعد از مدتی فرسوده می شدند، جوهر بخش می شد و صفحه چاپ شده برای کسی که به متن آن تسلط نداشت، قابل خواندن نبود. هر کس که به روش جدیدی برای حل این مشکل دست پیدا می کرد، نکات فنی را مانند رازی گرانبها در دل خود نگه می داشت، زیرا چاپ انبوه دستاورد بسیار بزرگی بود. مکانیک های زیادی می خواستند روشی برای چاپ انبوه و بدون خطا بسازند، اما دائم اشتباه می کردند. هیچ ماده مناسبی پیدا نمی شد که مقدار کافی جوهر را برای مدتی کوتاه نگه دارد، روی کاغذ انتقال دهد و بعد از چند بار استفاده تغییر شکل ندهد. فلزات یا خیلی سخت یا خیلی نرم بودند. اینکه بشود حروف را جدا از هم ساخت و در یک قاب برای ساخت یک صفحه کنار هم گذاشت، نبوغ خاصی نمی خواست، اما یک نفر توانست این کار را درست انجام دهد. یوهان گوتنبرگ یکی از کسانی بود که می خواست دستگاه چاپ بسازد و توانست الیاز مناسب را از قلع، سرب و آنتی موان به دست بیاورد. او ترکیب مناسب جوهر را هم درست کرد و دستگاهی ساخت که بدون اشتباه، متن های گوناگون را چاپ می کرد. حرفه پدری گوتنبرگ طلاسازی بود. طلاسازان آن زمان، باید همه مواد و ابزار های کار را خودشان فراهم می کردند. گوتنبرگ به همین دلیل با انواع فلزات و روش های ترکیب و شکل دهی آنها آشنایی داشت و مدت ها در کارگاه های مختلف کار کرده بود.

**آخر:** آیا ایده های علمی و فنی فقط به ذهن یک نفر می رسد؟ آیا وقتی کسی می تواند وسیله جدیدی بسازد، باید فکر کنیم که ایده اش تنها به ذهن او رسیده و هیچ کس دیگری حتی به این فکر نکرده است که می شود بخار آب را در لوله ها مهار کرد تا توربین بخار ساخت یا زمین را بر خلاف جهت بقیه کاوشگران دور زد و به سرزمین های جدید رسید؟ چرا از بین تمام کسانی که برای ساختن یک وسیله یا به کار بردن یک ابتکار جدید تلاش می کنند، یک نفر موفق می شود؟

نبوغ همیشه به معنی کشف یک ناشناخته یا حل یک معمای تاریخی نیست. یک راه برای حل مساله ها، این است که از مهارت یا دانش یا امتیازی کمک بگیریم که در بخش دیگری از زندگی مان با آن آشنا شده ایم.

**محمد سرابی (روزنامه نگار) | اول:** قسمت زیادی از وقت الکساندر گراهام بل صرف رسیدگی حقوقی به ثبت اختراع تلفن شده بود. قبل از ثبت، تلاش می کرد وقت را از دست ندهد و هر چه زودتر آخرین اختراعش را به نام خودش بزند و امتیاز تجاری آن را به دست بیاورد. بعد از ثبت و آزمایش تلفن، باید ثابت می کرد که اختراعش از انواع مشابه دیگر بر داشت نشده است. چندین مخترع همزمان با او دستگاه های دیگری ساخته بودند که ادعا می کردند صدرا از راه سیم منتقل می کند. گراهام بل اصلا در این کار پیشتاز نبود. در زمان او فکر اینکه به جای خط و نقطه باید بتوان صدای آدم ها را از پشت سیم شنید، بارها مطرح شده بود. مهندس های صنعت نوظهور الکترونیک در حال آزمایش ابزار های مختلف بودند و سرمایه گذاری از آنها حمایت می کردند. گراهام بل هم بارها دستگاه های مختلف را آزمایش کرده بود، اما در مرحله ای که بقیه متوقف می شدند، باقی نماند و زمانی که از دستگاه های بقیه انبوهی «خش خش» شنیده می شد توانست کلمه ها و جمله های قابل تشخیص را از راه سیم های مسی منتقل کند. رمز کار در یک نکته نهفته بود؛ بل دانشی داشت که دیگر مخترعان آن موقع کانادا و آمریکا نداشتند. او مربی ناشنویان بود و چند نفر از اعضای خانواده خودش هم ناشنوا و کم شنوا بودند. این جوان اسکاتلندی زمانی که به کانادا آمد، تا مدتی طولانی بعد از مهاجرت به آموزش ناشنواها می پرداخت و بعد از مدتی هم یک مدرسه برای این کار ساخت بود. تجربه کار کردن با کسانی که نقص شنوایی داشتند، باعث شده بود بل با «فیزیک صدای انسان» آشنا باشد. او تلفن را با استفاده از همین تجربه تکمیل کرد.

**دوم:** برادران لومیر بعد از اختراع دوربین فیلم برداری، در اولین و دومین و چندمین فیلمی که ضبط کردند از صحنه های عادی زندگی روزمره فیلم گرفتند. موقعی که اولین آپارات ها در چند شهر اروپا این فیلم ها را نشان داد، سینما آغاز شد؛ اما تمام فیلم های اولیه صحنه هایی مستند را نشان می دادند. در ست مثل موقعی که دوربین عکاسی ساخته شد. کسانی که با تقلید از لومیر ها یا با همکاری آنها، کار فیلم برداری را شروع کردند هم از اتفاقات عادی اطراف شان فیلم می گرفتند. خروج کارگران از کارخانه، ورود قطار به ایستگاه، بالارفتن گربه از درخت، پایین آمدن پرچم از میله و صحنه های دیگری که در همه جا دیده می شدند، ولی باز هم تماشای آن برای مردمی که به سالن های اولیه سینما در اروپا می رفتند، جالب بود. نهایتا داستان هایی اولیه از زندگی روزمره مانند غذا دادن به بچه و آب دادن به گل های باغچه، سوژه یک داستان کوتاه می شد. دستگاه جدید جالب بود و همین هم می توانست مردم را به تماشا بکشاند، اما یک نفر توانست مسیر سینما را عوض کند. ژرژ می لیس از همان ابتدا به ثبت و ضبط زندگی روزمره قناعت نمی کرد. اما در عوض باید از چه چیزی فیلم می گرفت؟ می لیس شروع به ساخت صحنه های عجیب کرد. گروهی از بازیگران و عوامل تولید را به کار گرفت که توانستند اولین جلوه های ویژه را با ابتدایی ترین وسایل بسازند. دکور متحرک، قطع و وصل فیلم برداری، استفاده از سیم های نازک برای پرواز کردن و کاربرد فشفشه و دود برای انفجار، ایده های می لیس بود. او به سرعت توانست فیلم هایی بسازد که ماجراهایی عجیب مانند سفر با سفینه های فضایی یا جنگ با اژدها و غول

حاصل کار «اتو هان» (Otto Hahn) بود. همان کسی که در سال ۱۹۴۴ برنده جایزه نوبل شیمی شد. او خود را بابت اکتشافی که به ساخت بمب اتمی و نابودی و ویرانی هیروشیما منجر شده بود، سرزنش می کرد. اتوهان در سال ۱۹۳۸ با کشف شکافت هسته ای راهی را گشود که حتی تصورش را هم نمی کرد روزی منجر به ساخت سلاحی مخرب و ویرانگر شود.

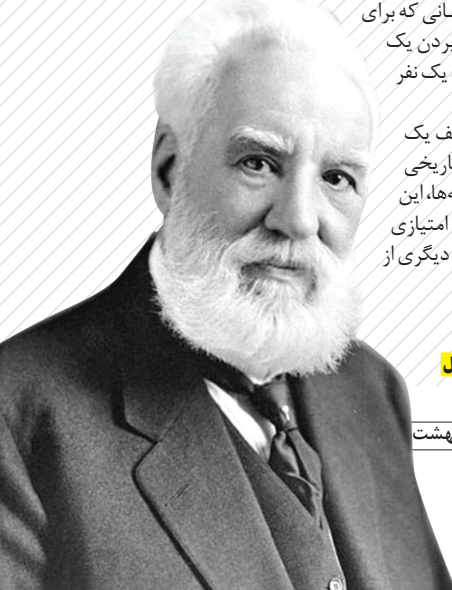
هاینریش در کتاب «جزء و کل» در فصلی با عنوان مسؤولیت دانشمند درباره واکنش اتوهان از شنیدن خبر بمباران اتمی هیروشیما می نویسد:

«بعد از ظهر روز ششم آگوست ۱۹۴۵، کارل ویرتس شتابان آمد و خبر تازه ای برای من آورد. هیروشیما بمباران اتمی شده بود. اول نمی خواستم این خبر را باور کنم، زیرا اعتقاد داشتم که ساختن بمب اتمی مستلزم کوشش های عظیم فنی و صرف هزاران میلیون دلار است. اما شب با شنیدن اخبار رادیو با کمال اکراه و ناچار قبول کردم که تحول فیزیک اتمی که مدت ۲۵ سال در آن شرکت جست به بوم اکنون باعث مرگ صد هزار انسان شده است.

اتوهان از همه ما بیشتر ناراحت بود. شکافت اورانیوم، مهم ترین کشف علمی او، گام اساسی در راه رسیدن به قدرت اتمی بود و این گام اکنون به انهدام وحشتناک یک شهر و ساکنان آن، یعنی گروهی مردم بی سلاح منجر شده بود. هان در اتاق خود از همه کناره گرفته بود، پیدا بود که سخت متأثر و ناراحت است. همه ما نگران بودیم که مبادا بلایی سر خودش بیاورد. آن شب از هر دری حرف زدیم و تا صبح روز بعد نتوانستیم به فکر آشفته خود نظمی ببخشیم.»

هاینریش می نویسد: «صبح روز بعد از آن اتفاق وحشتناک، کارل فریدریش فون وایتساکر و من چند ساعت پشت فارم هال، یک ساختمان قدیمی از آجر سرخ در گذرگاه چمن و باغچه گل سرخ قدم زدیم و صحبت کردیم. گفت و گوی ما با اظهار نگرانی درباره اتوهان شروع شد. او گفت: پی بردن به علت ناراحتی هان کار مشکلی نیست. دامن بزرگ ترین کشف علمی او اکنون به لکه ننگ عظیم ترین مصائب بشری آلوده شده است. اما آیا او واقعا باید احساس گناه بکند؟ آیا گناه او از بقیه ما که در فیزیک اتمی کار کرده ایم بیشتر است؟»

هاینریش در پاسخ می گوید که اتوهان همواره در حرف هایش اصرار داشت که استفاده از شکافت اورانیوم به مقاصد صلح آمیز منحصر شود. در آلمان با صدای بلند درباره استفاده از انرژی اتمی در جنگ هشدار می داد. کارل فریدریش دنباله حرف های هاینریش را می گیرد و می گوید: «علاوه بر این باید حساب کار کاشف و مخترع را جدا کرد. معمولا کاشف نمی تواند پیش از کشفی که می کند نتایج آن را پیش بینی کند، به خصوص وقتی که میان کشف او و بهره برداری از آن چندین سال فاصله باشد.» گالوانی و ولتا کمترین تصویری از تحولات بعدی مهندسی برق نداشتند و نمی توان آنها را بابت استفاده های درست یا نادرستی که از تحولات بعدی شده، مسؤول دانست. آزمایش های هان در شکافت اتم کشف بود، اما ساختن بمب اتم اختراع است. فیزیکدانانی که بمب اتم را در آمریکا ساختند، مخترع بودند.



الکساندر گراهام بل