



# معرفی کتاب

دکتر فریدون سیامک نژاد

نام کتاب:

ده آزمایش برتر علمی

نویسنده:

جورج جانسون

مترجم:

دکتر محمدرضا توکلی صابری

ناشر:

انتشارات معین

نوبت چاپ:

اول - ۱۳۹۶

شمارگان:

۵۵۰ نسخه

قیمت:

۱۵۰۰۰ تومان

ادرس ناشر:

روبهروی دانشگاه تهران، خیابان فخررازی، فاتیحی داریان، پلاک ۳، تلفن: ۶۶۴۰۵۹۹۲

پی‌دری ۳۴۲  
۳۳۳۲۴

سال بیست و نهم، شماره ۶، شهریور ۹۷



این کتاب شرح ده آزمایش برتر و زیبایی علمی است که بر علم و فلسفه تأثیری پر دامنه نهاده و جهان بینی ما را نسبت به خود و کیهان به کلی تغییر دادند. این آزمایش‌های علمی، بنیان بسیاری از نظریه‌های علمی را در حوزه‌های مکانیک، فیزیولوژی، فیزیک، شیمی، ستاره‌شناسی و روان‌شناسی دگرگون کرد. نکته مهم در همه این آزمایش‌ها این بود که با همه اهمیت و تأثیرشان بر پهنة دانش، با ابزارهایی ساده انجام شدند و نظریه‌های پیچیده‌تر را با نظریه‌های بسیار ساده‌تر، اما واقعی‌تر جایگزین کرد.

جورج جانسون سرگذشت تلاش‌های این دانش‌ورزان را در انجام آزمایش‌هایشان به زبانی ساده برای ما بازگو می‌کند. اما چه کسی می‌داند؟ شاید یازدهمین آزمایش از زیباترین آزمایش‌ها در راه باشد.

آقای دکتر محمدرضا توکلی صابری از همکاران خوبی هستند که همیشه رازی را به عنوان مجله خودشان مورد لطف قرار داده‌اند. تلاش ایشان در ترجمه کتاب‌های باارزش علمی، نشانه علاقه و پشتکار او به این حوزه است.

آقای دکتر توکلی صابری تمامی تلاش خود را در راه ارتقای فرهنگ این مرز و بوم گذاشته و از هیچ کوششی در راه اعتلای ایران فروگذار نکرده‌اند.

آقای بهرام معلمی هم که همکار آقای دکتر توکلی صابری در ترجمه بعضی از کتاب‌ها هستند، ویراستاری کتاب فوق را انجام داده‌اند.

در ابتدای کتاب متن کوتاهی آورده شده که خواندن آن خالی از لطف نیست. با هم می‌خوانیم؛ وقتی اینشتین در پیری تصمیم به نوشتن کتاب

کم برگی از روی یادداشت‌های زندگانی خویش گرفت - «چیزی مانند آگهی درگذشت خودم» - روزی را به یاد آورد که پدرش یک قطب‌نما به او نشان داد. این کودک پس از این که این قطب‌نما را به این سو و آن سو گرداند، با شگفتی دید که عقربه پیوسته رو به شمال می‌ایستد. اینشتین نوشت «من هنوز هم به یاد می‌آورم - یا دست کم باور دارم که می‌توانم به یاد بیاورم - که این تجربه اثری طولانی و عمیق بر من گذاشت، در پشت چیزها باید چیزی ژرف نهفته باشد».

پس از مرور متن فوق، مطلبی را که تحت عنوان «درآمد» در ادامه آمده است را هم با یکدیگر مرور می‌کنیم:

چندین سال پیش، در یک صبح روشن زمستانی به بالای تپه‌ها راندم تا در «کالج سنت‌جان» با الکترون‌ها بازی کنم. به تازگی رئیس این کالج را، که در انزوای کامل تپه‌های سانتافه به سر می‌برد، ملاقات کرده بودم و بسیار خوشحال شدم که دانشجویان در بخشی از درس‌های علوم انسانی‌شان می‌باید آزمایشی مشهور سال ۱۹۰۹ را، که در آن رابرت میلیکان ذرات بنیادی را جدا کرده و اندازه گرفته بود و نشان می‌داد که از الکتروسیته درست شده‌اند، دوباره تکرار کنند.

سنت‌جان، مانند کالج مشابه آن در آناپولیس، یک برنامه درسی کلاسیک دارد که در آن فیزیک از حدود ۶۰۰ سال پیش از میلاد با فیلسوفان پیش از سقراط شروع می‌شود؛ یعنی زمانی که تالس ملطی<sup>۲</sup> اولین کسی بود که «نظریه وحدت بزرگ» را ارایه داد: «همه چیز از آب درست شده است.» اگر امروز زنده بود، احتمالاً بر روی اَبَررسمان‌ها کار می‌کرد.

یکدیگر را با القاب هم خطاب می‌کنند («آقای فون برسین»، «آقای جانسون»، ...). به طوری که مکالمات داخل راهرو کمی مانند نیویورک تایمز به نظر می‌رسد.

آقای فون بریسن توضیح داد که ایده آزمایش میلیکان این است که از درون یک افشانه عطر، ذرات ریز روغن را در فاصله بین دو صفحه فلز بپاشند، که یکی از آن‌ها بار صمغی و دیگری بار شیشه‌ای داشت. بعضی از قطره‌ها، که مانند کهربای تالس به وسیله هوا مالش داده می‌شوند، الکتروسیسته‌دار می‌شوند. با تغییر ولتاژ بین دو صفحه، می‌توان یک قطره را به بالا یا پایین حرکت داد یا با مقدار مناسب، در وسط هوا به طور معلق نگه‌داشت. از روی وزن قطره و مقدار بار لازم برای جلوگیری از سقوط آن می‌توان بار آن را حساب کرد. بار تعداد کافی قطره‌ها را محاسبه کنید و خواهید دید که آیا این بار، مانند یک سیال به شکل مقادیری پیوسته است، یا مانند پول خرد به شکل مقادیری مجزا است. اگر حالت اخیر واقعیت داشته باشد، کمترین مقدار واحد اساسی الکتروسیسته (بار یک الکترون) است.

هنگامی که دستگاه آماده و اتاق تاریک شد، آزمایش شروع شد. پس از چند بار امتحان، آقای فون بریسن از من دعوت کرد تا نگاهی به آن بیندازم. در حالی که از طریق یک عدسی چشمی (یک تلسکوپ کوچک) به اتاقک خیره شده بودم، قطره‌ها را دیدم. قطره‌ها که از پشت روشن شده بودند مانند یک صورت فلکی یا کهکشان می‌درخشیدند. خود میلیکان آن‌ها را چنین توصیف می‌کند: «ظاهر این قطره مانند یک ستاره درخشان

تالس نیز متوجه شده بود که سنگی به نام مگنتیت در ایالت مگنزییا یافت می‌شود، که کششی نامرئی بر فلزات وارد می‌آورد و مالش یک تکه کهربا (ماده‌ای که یونانی‌ها آن را «الکترون» می‌نامیدند) خاصیت اسرارآمیزی به آن می‌دهد و تکه‌های پوشال یا کاه را به سوی خود می‌کشاند. بیش از دو هزار سال بعد ویلیام گیلبرت - پزشک ملکه الیزابت اول - متوجه شد که وقتی شیشه بر پشم مالیده می‌شود آن را «کهربایی»<sup>۳</sup> و «الکتروسیسته‌دار»<sup>۴</sup> می‌کند (او اولین کسی بود که این اصطلاح را به کار برد) و مواد دیگر نیز به همین ترتیب می‌توانند برقی شوند. گیلبرت تصور می‌کرد که اصطکاک نوعی «اخلاط مایی»<sup>۵</sup> [درون جسم] را گرم و یک بار «سیال»<sup>۶</sup> چسبنده و بخارمانند ایجاد می‌کند.

یک شیمیدان فرانسوی به نام شارل - فرانوسا دو سیسترمی دوفی<sup>۷</sup> کشف کرد که اشیایی را که شیشه مالش داده شده جذب می‌کند کهربای مالش داده شده دفع می‌کند. او نتیجه گرفت که الکتروسیسته باید به دو شکل باشد: «صمغی»<sup>۸</sup> و «شیشه‌ای»<sup>۹</sup>. چیزی در پشت چیزها (اشیا) به طور عمیق پنهان است.

آزمایشگاه فیزیک را در زیرزمین یک ساختمان دوطبقه قدیمی و یک ایوان طویل سفیدرنگ پیدا کردم که با درخت‌های کاج احاطه شده بود. کلاس شروع نشده بود؛ پرده‌ها پایین و چراغ‌ها کم‌نور بود. در انتهای اتاق، رئیس آزمایشگاه به نام هانس فون بریسن<sup>۱۰</sup> داشت قطعات الکترونیکی را بر روی زمین چوبی آزمایشگاه سرهم می‌کرد. یکی از عادت‌های «سنت‌جان» این است که دانشجویان و استادها

است.»

علم در قرن بیست و یکم صنعتی شده است. آزمایش‌های علمی که اغلب در روزنامه‌ها مشهور شده‌اند (ردیف‌یابی ژنوم، اثبات وجود کوارک بالا، کشف یک سیاره جدید با تفسیر تغییر حرکت ستاره‌ای دوردست) میلیون‌ها دلار هزینه دارند. این آزمایش‌ها تریلیون‌ها بایت اطلاعات تولید می‌کنند که باید به کمک ابر کامپیوترها تفسیر شوند. ابر کامپیوترها، کارخانه‌های محاسبه‌گری هستند که چندان گرما پس می‌دهند که با دستگاه‌های سردکننده‌ای مجهز شده‌اند که انرژی‌ای معادل انرژی مصرفی یک شهر کوچک را مصرف می‌کنند. گروه‌هایی پژوهشی این آزمایش‌ها را انجام می‌دهند که هر یک به اندازه شرکت‌های بزرگ هستند.

اما تا همین اواخر، مهم‌ترین آزمایش‌های علمی با دو دست یک فرد انجام می‌شد؛ از ذهن یک نفر که با ناشناخته‌ها رودررو می‌شد (می‌تراوید). آزمایش‌های بزرگی را که مرزهای درک ما را مشخص می‌کنند غالباً یک یا دو دانشمند و معمولاً روی یک میز آزمایشگاهی انجام می‌داده‌اند. اگر محاسباتی هم وجود داشت روی کاغذ بود یا بعدها از خط‌کش محاسبه استفاده شد.

این آزمایش‌ها با چنان ظرافت صریحی طراحی و انجام شدند که شایسته است آن‌ها را «زیبا» بنامیم. این صفت در مفهوم کلاسیک زیبایی است؛ سادگی منطقی دستگاه‌ها، مانند سادگی منطقی آزمایش، به همان اندازه خطوط یک مجسمه یونانی، خالص و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. ابهام و سردرگمی موقتاً به کناری گذاشته می‌شود و چیزی جدید درباره طبیعت به دیدرس می‌جهد.

من به‌عنوان یک علمی‌نویس<sup>۱۱</sup> (ستون‌نویس علمی) غالباً جذب مفاهیم پیچیده‌ای چون مکانیک کوانتومی<sup>۱۲</sup> یا نسبیت عام<sup>۱۳</sup> شده‌ام، که می‌خواهند واقعیت را با تعدادی قوانین محکمه‌پسند تسخیر کنند. برای یافتن نشانه این که این جست‌وجو چقدر انتزاعی شده است، نیازی نیست تا به دورتر از نظریه ابررسمان نگاهی بیندازیم که در آن فرض می‌شود در نهایت ماده را معادلات ریاضی تولید می‌کنند که در فضای ده بُعدی ارتعاش می‌کنند. این موضوع جالبی است، ولی آن قدر انتزاعی و گیج‌کننده است (آن چنان دور از فهم من، یا هر کس دیگر) که احساس کردم به بنیادهای علم نیاز دارم.

نشریه فیزیک جهان در یک نظرسنجی از خوانندگان‌شان پرسید که چه آزمایش‌هایی را جزء زیباترین آزمایش‌های علمی محسوب می‌کنند؟ از بین پاسخ‌ها، فهرستی از ده قلم اول تهیه شد، که بنابر پیش‌بینی، همگی در حوزه فیزیک بودند. فکر کردم چه می‌شود اگر تور خود را گسترده‌تر افکنیم؟ تصمیم گرفتم که فهرست خودم را تهیه کنم.

سؤال این بود که از کجا شروع کنم؟ از تالس که کهربا را مالش داد تا الکتریسیته ساکن تولید کند؟ این آزمایش فاقد آن ظرافتی بود که من به دنبالش بودم. محدودیتی وجود نداشت؛ کوشش منظمی وجود نداشت تا دریابد چه موادی و تحت چه شرایطی می‌توانند به این ترتیب باردار شوند. هم‌چنان که گیلبرت نمایش داد، خاصیت تکینه‌ای در کهربا وجود ندارد؛ در ضمن این که (در عصر) تالس، هنوز علوم تجربی شروع نشده بود.

فیثاغورس که پیش از سقراط می‌زیست، چه‌طور؟ او کشف کرد نت‌های موسیقی که با نواختن سیم

راهی را برای ارایه یک پرسش به عالم می‌یابد و آن قدر پایداری می‌کند تا به پاسخ برسد. در شرایط آزمایشی خود دستگاه‌ها چیز زیبایی خواهد بود، با چوب‌های جلا یافته، برنج و لاستیک سیاه درخشان. مهم‌تر از همه، زیبایی و طرح آزمایش و اجرای آن و پاکی خطوط اندیشه بود.

برای این منظور مجبور شدم از یونان باستان یکسره به قرن هفدهم برگردم؛ به هنگامی که مردی به نام گالیله قانون اساسی حرکت را بیرون کشید. از آن جا من گام به گام پیش رفتم و در مسیر علمی از نه ایستگاه دیگر بازدید کردم و سرانجام بار دیگر به دیدار با میلیکان و ستارگان کوچکش رفتم. احتمال می‌رود که هر کسی که این کتاب را می‌خواند فهرست متفاوتی را ارایه کند. یکی از دوستانم چنین اعتراض کرد: «بهتر نبود آن را ده ولی امیدوارم که در این تصمیم دل‌خواهی، هنری نهفته باشد؛ هم در انتخاب من از آزمایش‌ها و هم در آنچه برای گفتن درباره هر یک از آنها انتخاب کرده‌ام. این کتابی درباره اکتشافات بزرگ نیست؛ حیرت غیرمنتظره، مانند زمانی که گالیله اقماری را دید که مشتری را دور می‌زند، یا مشاهدات چارلز داروین<sup>۱۶</sup> از سهره‌ها.

آن چه می‌خواستیم بیابیم، بازپرسی سنجیده و تحت کنترل واقعیت نبود. قصد این کتاب نیز گردآوری جزئی نگارانه زندگی‌نامه‌های علمی نبود؛ تعداد زیادی از آنها وجود دارد. زندگی بعضی‌ها مانند آنتوان لورن لاووازیه و آلبرت مایکلسون، با جزئیات عجیبشان مرا منحرف کرد. در مورد بعضی دیگر - مانند گالیله و نیوتون - پیش از این بسیار

ساز شنیده می‌شوند از نسبت‌های دقیق ریاضی پیروی می‌کنند. اگر تمامی سیم ساز صدای «دو» کامل بدهد، سه چهارم سیم، صدای «فا» و دو سوم آن صدای «سُل» می‌دهد. میانه سیم را بفشارید؛ دوباره صدای «دو» می‌دهد که یک اکتاو بالاتر است. فیثاغورس می‌گفت که همه چیز از عدد درست شده است؛ یک نظریه وحدت بزرگ<sup>۱۴</sup> دیگر. بهتر بود تا همین جا بسنده می‌کرد. او تصور می‌کرد که آتش از بیست و چهار مثلث قائم‌الزاویه درست شده که با چهار متوازی‌الاضلاع احاطه شده‌اند که آنها هم از گردش شش مثلث ساخته شده‌اند. هوا از چهل و هشت و آب از صد و بیست مثلث تشکیل شده است. آزمایش، جایش را به تخیل داده بود. گزینه دیگر ممکن است ارشمیدس بوده باشد. افسانه مشکوک درباره بیرون پریدن او از حمام و فریاد «یافتیم»<sup>۱۵</sup> اش، پس از کشف قانون شناوری، عظمت دستاورد او را مبتذل می‌سازد. رساله او درباره اجسام شناور، نه فقط به خاطر استنتاج اصل ارشمیدس، که به لحاظ استدلال ریاضی (نیز) یک شاهکار است (جسمی که در یک مایع شناور می‌شود نیرویی بالارونده برابر مقدار وزن مایع جابه‌جا شده بر آن وارد می‌آید). او از اصل اول نیز نتیجه گرفت که اگر یک شیء مخروطی شکل در آب فرو رود چگونه شناور می‌شود (کوره‌های یخ تقریباً مخروطی شکل هستند و همان طور که ارشمیدس گفته است رفتار می‌کنند).

با این حال، عظمت او بیشتر در شیوه استدلال اوست تا آزمایش‌اش. یک نظریه‌پرداز دیگر. آنچه را به دنبالش بودم آن لحظات نادری بود که یک ذهن کنجکاو با استفاده از موادی که در اختیار دارد

زیرنویس

1. Robert Millikan
2. Thales of Miletus
3. amberized
4. electrified
5. watery humor
6. effluvium
7. Charles-Francois di Cisternay Dufay
8. resinous
9. vitreous
10. Hans von Briesen
11. Science writer
12. quantum mechanics
13. general relativity
14. Grand Unified Theory
15. Eureka
16. Charles Darwin
17. Robert Mayer

گفته شده است. من کوشش کرده‌ام تصویر هر دانشمند را به رنگ سیاه‌ارایه دهم. من می‌خواهم «آزمایش»، بازیگر این نمایش باشد، نه آزمایشگر. برای آن که داستان‌ها تا جایی که ممکن است روشن باشد، کوشش کمی کرده‌ام تا اعتبار اشخاص را تعیین کنم و کار تاریخ‌نویسان را انجام دهم. کشف حیرت‌آور جیمز ژول از انرژی و گرما را رابرت مایر<sup>۱۷</sup> پیش‌بینی کرده بود؛ اما این ژول بود که آن آزمایش زیبا را انجام داد. من آن‌چه را که لرد کلونین درباره‌اش گفته است دوست دارم: «مسأله اولویت شخصی، هر چقدر هم برای شخص مربوط جالب باشد، در چشم‌انداز کسب هرگونه بصیرت ژرف‌تر از رازهای طبیعت، بی‌اهمیت می‌شود.»

