

## از چیستی علم به سوی چگونگی علم

دکتر سعید زیباکلام

عضو هیئت علمی گروه فلسفه‌ی دانشگاه تهران

### مقدمه

تا حدود نیمه‌ی دوم قرن بیستم، قاطبه‌ی عالمان و فیلسوفان به علم ارج بسیار می‌نهادند. 'علمی' بودن استدلال‌ها، ادعاها و آثار تحقیقی، حاکی از نوعی امتیاز یا نوع خاصی اعتماد به آن‌ها تلقی می‌شد. به نظر می‌رسید که علم دارای شیوه‌ای خاص به نام 'روش علمی' است. در ابتدای قرن بیستم، پوزیتیویست‌ها نظریه‌ای درباره‌ی روش علمی ارائه کردند که شامل جمع‌آوری «واقعیات» به وسیله‌ی مشاهده و آزمایش دقیق و سپس استنتاج نظریه‌ها و قوانین از آن واقعیات به مدد نوعی شیوه‌ی تعمیم بود. عده‌ی کثیری از فلاسفه مشکلات اساسی این دیدگاه را آشکار کردند و نگتیویست‌ها — همان ابطال‌گرایان — روش دیگری برای علم بیان کردند که عبارت بود از ارائه‌ی نظریه و سپس آزمودن آن با شواهد تجربی و سعی در ابطال آن. این نظریه‌های روش — معرفت‌شناختی — جملگی خصلتی فلسفی — یعنی، هنجاری — قراردادی — دارند.

در نیمه‌ی دوم قرن بیستم، تحولی جدید در علم‌شناسی فلسفی رخ داد که به طور روزافزونی نظریه‌پردازی‌های روش‌شناسانه‌ی هنجاری — اعتباری و توصیه و تجویزهای منطقی — فلسفی درباره‌ی چگونگی کاوش‌های علمی را ناصواب و نابجا می‌یافت و از آن‌ها اجتناب می‌کرد؛ و در عوض می‌کوشید تا هرگونه نظریه‌پردازی روش‌شناختی را با

واقعیت بسیار پیچیده و متنوع شیوه‌های کاوش علمی در فرآیند تکوین علم — بدان‌گونه که در تاریخ علم تحقق‌یافته است — سازگار و همخوان کند. لازمی این رویکرد جدید، توجه بسیار جدی به تاریخ علم، و ضرورت پژوهش‌های موردی و موضوعی بود. این‌گونه پژوهش‌ها در تاریخ علم نشان داد که نظریه‌های علمی را نمی‌توان به‌طور قطعی اثبات یا ابطال کرد و بسیاری از رویدادهای علمی، با روش‌هایی که فلاسفه‌ی تجربه‌گرای منطقی تجویز و توصیه می‌کنند، رخ نموده‌اند.

کتاب چگونگی علم (آنچه هرکس باید راجع به علم بداند)<sup>۱</sup> یکی از آخرین پژوهش‌ها در تاریخ و جامعه‌شناسی علم است. این کتاب شامل هفت مطالعه‌ی موردی درباره‌ی برخی از رویدادهای مهم علمی است و مشکلات اساسی این دیدگاه را که علم بر بنیان مطمئنی از مشاهده و آزمایش استوار است و نیز این که نوعی شیوه‌ی استنتاج وجود دارد که به مدد آن می‌توان به نحو مقتضی نظریه‌های علمی را از آن بنیان اخذ کرد، مشخص و آشکار می‌کند. این مطالعات نشان می‌دهد که هیچ معیار و میزانی که بتواند صدق، یا حتی صدق احتمالی نظریه‌های علمی را اثبات، یا به‌طور قطعی ابطال کند، وجود ندارد. نویسندگان کتاب، پروفیسور هری کالینز<sup>۲</sup> و پروفیسور ترور پینچ<sup>۳</sup> هستند. هری کالینز، استاد جامعه‌شناسی و رئیس مرکز علم‌شناسی در دانشگاه بٲ<sup>۴</sup> (انگلستان) و ترور پینچ، استاد گروه علم‌شناسی و فناوری‌شناسی دانشگاه کُرنل<sup>۵</sup> آمریکا این کتاب را اولین بار در سال ۱۹۹۳ و بار دوم در سال ۱۹۹۴ م منتشر کرده‌اند. در این مقاله تلاش شده است گزارش وافی مختصری از هر فصل این کتاب ارائه کنیم.

### ۱. معرفت خوردنی: انتقال شیمیایی حافظه

در سال ۱۹۵۰ میلادی، جیمز مک‌کانل<sup>۶</sup> آزمایشی را با کرم‌های «پلانیاریا»<sup>۷</sup> انجام داد. او تعدادی از این کرم‌ها را در ظرفی قرار داد و هم‌زمان با تاباندن نور، به آنها شوک الکتریکی داد. این عمل سبب تحریک کرم‌ها می‌شد، به طوری که با پیچ‌وتاب دادن شدید بدنشان صداهایی تولید می‌کردند. مک‌کانل این کار را در فواصل زمانی منظم

1 . *The Golem: What Everyone should know about science* (Cambridge, Cambridge U, p., 1993).

این کتاب توسط راقم همین سطور در حال ترجمه است.

2 . Harry Collins

3 . Trevor Pinch

4 . University of Bath

5 . Cornell University

6 . James V. McConnell

7 . Planarian worms

تکرار کرد. پس از مدتی مشاهده کرد که کرم‌ها با تابیدن نور به بدنشان، بدون وارد کردن شوک الکتریکی به پیچ‌وتاب دادن بدن و تولید صدا می‌پردازند. او نتیجه گرفت که هم‌زمانی میان تاباندن نور و دادن شوک الکتریکی، این مطلب را به کرم‌ها آموزش داده است که با احساس نور، بی‌درنگ واکنش شوک الکتریکی از خود نشان بدهند. مک‌کانل این کرم‌ها را «کرم‌های آموزش دیده»<sup>۱</sup> نامید.

این کرم‌ها قابلیت بازسازی اعضای جدا شده‌ی بدنشان را داشتند. مک‌کانل با قطع نیمه جلویی بدن کرم‌های آموزش دیده — که مغز کرم در آن قرار داشت — مشاهده کرد که نیمه‌ی باقی‌مانده، پس از بازسازی کل بدن کرم، همان رفتار کرم‌های آموزش دیده را از خود نشان می‌دهد. او نتیجه گرفت که آموزش فقط با مغز کرم در ارتباط نیست، بلکه در سراسر بدن به صورت شیمیایی توزیع شده است. مک‌کانل کوشید با پیوند دادن بخشی از بدن کرم‌های آموزش دیده به کرم‌های آموزش نیافته، آموزش را انتقال دهد، اما این کار با توفیق چندانی همراه نبود. بنابراین او آزمایش دیگری را ترتیب داد. بعضی از این کرم‌ها بدن همدیگر را می‌خوردند. مک‌کانل بخش‌هایی از بدن کرم‌های آموزش دیده را تکه‌تکه کرد و به کرم‌های دیگر خورانید و متوجه شد که کرم‌هایی که آن را خورده‌اند، بیش از کرم‌های دیگر در برابر نور واکنش نشان می‌دهند.

مک‌کانل نتایج آزمایش‌های خود را در سال ۱۹۶۲ منتشر ساخت. تصور این که حافظه آموزش دیده می‌تواند با مواد شیمیایی انتقال یابد، سبب مناقشات شدیدی در علم شد. منتقدان مک‌کانل بر این باور بودند که کرم‌ها برای آموزش دیدن بسیار ابتدایی هستند و وی با این گمان که کرم‌ها در برابر واکنش به نور آموزش دیده‌اند، تنها خود را فریب داده و در واقع فقط سطح عمومی حساسیت به هر محرکی را در کرم‌ها افزایش داده است. تنها چیزی که از یک کرم به کرم دیگر منتقل شده، یک ماده حساسیت‌زا بوده است نه حافظه‌ای خاص. دفاع در برابر این انتقاد، کاری مشکل بود. زیرا «آموزش دادن» بسیار مشابه «افزایش حساسیت» است. اما اگر کرم‌ها را به‌طور تصادفی در معرض محرک‌های نور و شوک الکتریکی قرار دهیم و باز همان واکنش‌هایی را ببینیم که در کرم‌های منظم‌تر تحریک شده می‌دیدیم، می‌توانیم بگوییم که تنها افزایش حساسیت رخ داده است. علی‌رغم این‌که چنین آزمایشی ساده به نظر می‌رسد، انجام دادن آن و تکرارش برای کسانی که به موضوع علاقه‌مند بودند، با مشکلات فراوانی همراه بود. زیرا

1 . Trained worms

«آموزش دادن»، عملی ماهرانه است و آموزش دهندگان مختلف ممکن است از روش‌های آموزش مختلف، نتایج متفاوتی بگیرند. به همین سبب، بحث میان مک‌کانل و نقادانش در سال ۱۹۶۴ با انتشار گزارشی در مجله‌ی تخصصی - تحقیقی رفتار حیوانی<sup>۱</sup> به اوج خود رسید. در آن زمان تعیین برنده در این مناقشه‌ی علمی کار سختی بود. اما پیدا بود که ادعای مک‌کانل از پذیرش کم‌تری برخوردار است.

مک‌کانل دانشمندی غیرعادی بود. او هنجارها و قراردادهای علمی دانشمندان را رعایت نمی‌کرد. وی در سال ۱۹۵۶، مجله‌ای تخصصی به نام ورم رانرز دایجست منتشر کرد و ادعا می‌کرد که نامه‌های بسیاری در مورد تحقیقات بر روی کرم‌ها دریافت می‌کند که در مجله به انتشار آن‌ها می‌پردازد. یکی از آفت‌های آزمایش‌های دوباره‌ی کرم‌ها این بود که آزمایش‌ها به نظر ساده می‌رسیدند. به همین سبب، از دانش‌آموزان دبیرستانی گرفته، تا دانشمندان متخصص، به انجام دادن آن می‌پرداختند و مک‌کانل نتایج تمامی این افراد، از جمله دانش‌آموزان دبیرستانی را نیز در مجله‌اش منتشر می‌کرد که این امر موجب تردید در اعتبار کارهای علمی مک‌کانل و مجله‌اش می‌شد.

در سال ۱۹۶۷، مک‌کانل مجله‌ی دیگری به نام مجله‌ی تخصصی روان‌شناسی زیستی<sup>۲</sup> منتشر ساخت. این مجله بیش‌تر از مجله قبلی‌اش از موازین مقبول جامعه‌ی علمی پیروی می‌کرد. با این همه، این مجله نیز هیچ‌گاه به عنوان یک مجله‌ی تخصصی علمی پذیرفته نشد. از آن‌جا که اکثر مقالات مک‌کانل در مجله‌های خودش منتشر می‌شد، دانشمندان آن‌ها را زیاد جدی نمی‌گرفتند.

باید توجه کرد که در تمام جوامع علمی، مجموعه‌ی ویژه‌ای از باورها و پیش‌پندارها، شامل تعهدات مابعدالطبیعی، نظری، ابزاری و روش‌شناختی، سنت علمی آن جامعه را تشکیل می‌دهند. پژوهش‌محققانی که در جامعه‌ی علمی مشغول‌اند، مبتنی بر سنت علمی حاکم بر آن جامعه است. این سنت علمی است که به دانشمند می‌گوید مسئله‌ای که باید به جست‌وجوی پاسخ آن پردازد چیست و پاسخ‌ها باید در قالب کدام مفاهیم و اصطلاحات صورت‌بندی شوند و با کدام اصول و نظریه‌ها سازگاری داشته باشند و به چه شیوه‌ای ارائه و بیان گردند و در کدام مجله‌ی تخصصی منتشر شوند، تا مقبولیت اولیه را بیابند و مورد توجه واقع شوند. در واقع، «جامعه علمی، سنت‌های اعلام شده‌ی ویژه‌ی خودش را دارد» (ص ۱۳). پژوهشگر یک جامعه علمی این سنت‌ها را نه به

1 . *Animal Behaviour*

2 . *The Journal of Biological Psychology*

صورت مجرد در قالب قوانین و اصول، بلکه در حین آموزش آن علم، هنگامی که به عنوان دانشجو یا دستیار محقق ارشدی مشغول به کار بوده، فرا می‌گیرد. به همین سبب دانشمندانی که در جامعه‌ی علمی خاصی به کار مشغول‌اند، از قوانین و موازین یکسانی برای کاوش علمی و چگونگی بیان و انتشار آن تبعیت می‌کنند که همین امر موجب توسعه علم در آن جامعه می‌شود. به عبارت دیگر، این سنت‌ها در واقع تعهدات و اجماع‌های آشکار در یک جامعه علمی هستند که لازمه‌ی پیشرفت پژوهش‌های علمی‌اند. از این رو دانشمندان، آگاهانه یا ناآگاهانه، رعایت آن‌ها را بر خود واجب می‌دانند.

اعتبار فعالیت پژوهشی هر دانشمند به رعایت این سنت‌ها وابسته است. و هرکسی که این سنت‌ها را رعایت نکند، کارش نه تنها بی‌اعتبار می‌شود، بلکه مطرود جامعه‌ی علمی نیز واقع می‌شود. و این دقیقاً همان چیزی است که برای مک‌کانل رخ داد. گرچه محتوای تحقیقات مک‌کانل بسیار جالب بود، اما وی در ارائه و بیان آن‌ها از آداب جامعه علمی پیروی نکرد. از این رو، دانشمندان آن را جدی نگرفتند. او از این نکته غافل بود که: «در رقابت بین ادعاهای علمی، روش بیان و ارائه، به اندازه محتوا [ادعای علمی] مهم است» (ص ۱۳؛ تأکید اضافه شده).

## ۲. دو آزمایشی که نظریه‌ی نسبیت را ثابت کردند

### بخش اول: آیا زمین در دریای اتری شناور است؟

در اواخر قرن نوزدهم این اعتقاد رواج داشت که امواج نورانی در فضا از میان یک مایه غیرمادی به نام «اتر» عبور می‌کنند. طبق این اعتقاد، اتر همچون دریایی بود که زمین و اجرام سماوی دیگر در آن شناور بودند. بنابراین، وقتی زمین حول مدارش به دور خورشید یا حول محور خود می‌چرخید، باد اتری به وجود می‌آمد. حال اگر پرتو نوری بر روی زمین گسیل می‌شد، برحسب آن‌که این پرتو، موافق جهت باد اتری یا مخالف آن بود، در جهت‌های مختلف، سرعت‌های مختلف می‌یافت. بر این اساس، آلبرت مایکلسن<sup>۱</sup> و آرثار مورلی<sup>۲</sup> در سال ۱۸۸۷ میلادی آزمایشی را طراحی کردند، تا با تعیین سرعت‌های نور در جهات مختلف، سرعت باد اتری را به دست آورند. آن‌ها دستگاهی با دو محور عمود بر هم طراحی کردند که می‌توانست بر روی

1 . Albert Michelson

2 . Arthur Morley

صفحه‌ای که قرار داشت دوران نماید. پرتو فرستاده شده از منبع نور، با آینه‌ای نیمه‌مات، به دو پرتو تقسیم می‌شد که در طول محورهای عمود بر هم حرکت می‌کردند. برحسب آن‌که یکی از محورها در جهت حرکت باد اتر است، طبق قانون سرعت‌های نسبی فیزیک نیوتنی، سرعت نور در طول یکی از محورها بیش از دیگری می‌شد و در نتیجه، پرتوهای نور پس از بازتاب از آینه‌هایی که در انتهای محورها قرار داشتند، دوباره با هم ترکیب می‌شدند و باریکه‌هایی از نورهای شدید و ضعیف را بر روی پرده تشکیل می‌دادند. مشاهدات باید در فصل‌های مختلف — به سبب چرخش زمین حول خورشید — و در زمان‌های مختلف یک روز — به سبب چرخش زمین حول محورش — تکرار می‌شد. از این رو، باید دستگاه بر روی صفحه‌ای که قرار داشت، می‌چرخید و این امر موجب ارتعاشاتی می‌شد که ممکن بود تأثیر بسیار مهمی در نتایج آزمایش داشته باشد. پس از آزمایش، مایکلسن و مورلی با کمال تعجب دریافتند که نتیجه آزمایش منفی است. به عبارت دیگر، هیچ مشاهده‌ای انجام نشد که نمایانگر حرکت زمین در باد اتری باشد.

آزمایش بار دیگر در سال ۱۸۸۷ انجام شد و همان نتایج منفی به دست آمد. فیزیک‌دانان برای تبیین نتایج منفی آزمایش، نظریه‌های مختلفی ارائه کردند. مثلاً لورنتس<sup>۱</sup> فرض کرد که طول محورها در دستگاه در حرکت، در داخل اتر کوتاه‌تر می‌شود. نتایج منفی آزمایش همچون اعوجاجی در فیزیک نیوتنی بود که کسی نمی‌توانست تبیین مناسبی برای آن بیابد. تا آن‌که در سال ۱۹۰۰ اینشتاین مقاله مشهور خود درباره نسبیت خاص را منتشر کرد. طبق نظریه‌ی نسبیت خاص، سرعت نور در همه جهات در فضا ثابت فرض می‌شد. بنابراین، سرعت نور در طول محورها در دستگاه مایکلسن و مورلی، چه در جهت باد اتری باشد و چه نباشد، تغییری نمی‌کرد. به همین سبب نتیجه آزمایش همواره منفی بود. بدین‌گونه مایکلسن و مورلی توانستند در پرتو نظریه‌ی نسبیت خاص توجیهی برای نتایج منفی آزمایش خود بیابند.

جالب توجه این است که در متون درسی فیزیک، آزمایش مایکلسن و مورلی به گونه‌ای بیان می‌شود که براساس نتایج منفی آن، اینشتاین نظریه نسبیت خاص را بیان می‌کند. حال آن‌که، این مایکلسن و مورلی بودند که براساس نظریه‌ی نسبیت خاص، تفسیر مجددی از آزمایش خود ارائه دادند. در واقع اینشتاین، براساس تحلیل‌های کاملاً

1. Lorentz

نظری، سرعت نور را در تمامی جهات ثابت فرض کرده بود. نظریه‌ی نسبیت خاص هیچ دلیلی برای وجود اتر نمی‌دید. اما اتر موضوعی نبود که به این راحتی کنار گذاشته شود. در این میان، آزمایش مایکلسن و مورلی، آزمایش تأیید کننده‌ی نسبیت خاص به حساب می‌آمد. از این رو، این آزمایش تا پایان جنگ جهانی دوم بارها تکرار شد.

در سال ۱۹۲۰ میلادی، دیتون میلر<sup>۱</sup> به تشویق اینشتاین و لورنتس، آزمایش مایکلسن و مورلی را در ارتفاع ۶۰۰۰ فوتی در قلعه ماونت ویلسن تکرار کرد. آزمایش‌های وی بسیار دقیق‌تر از آزمایش‌های مایکلسن و مورلی بود. در کمال تعجب نتایج آزمایش وی مثبت و حاکی از وجود باد اتری بود. در واکنش به این آزمایش، مایکلسن در سال ۱۹۳۰، آزمایش دیگری را در رصدخانه ماونت ویلسن، در قلعه کوهی به همین نام انجام داد و نتایج منفی به دست آورد. سپس میلر در مقاله‌ای نشان داد که مایکلسن در آزمایش کلیه‌ی شرایط آزمایش او را رعایت نکرده و به همین سبب به نتایج منفی دست یافته است. سرانجام، ارائه نظریه نسبیت عام و آزمایش‌های ادینگتون تأیید دیگری برای نظریه نسبیت اینشتاین بود. بنابراین، جامعه فیزیک‌دان‌ها به درست بودن نظریه نسبیت اطمینان یافتند و نتایج آزمایش‌های میلر را به کلی نادیده گرفتند.

از نظر کالینز و پینچ، اعوجاج‌ها در علم به دو گونه‌اند. بعضی اوقات اعوجاج‌ها به صورت 'دردسرهای جدی' هستند که بنیان‌های نظریه حاکم بر جامعه علمی را هدف قرار می‌دهند و با وجود این، در برابر تمام تلاش‌های اعضای جامعه علمی برای رفع آن، سرسختانه مقاومت می‌ورزند، تا این‌که نظریه‌ای تازه جایگزین آن شود. گاهی هم اعوجاج‌ها به شکل 'مزاحم'هایی برای نظریه ظاهر می‌شوند که دانشمندان می‌کوشند با تأویل و تفسیر، آن‌ها را کنار گذارند و نادیده بگیرند. این‌که اعوجاج‌ها چگونه ظاهر می‌شوند، به میزان اعتقاد دانشمندان به نظریه‌ای که اعوجاج در آن رخ داده بستگی دارد. اگر نظریه‌ای جدید مقبول دانشمندان واقع شود، اعوجاج‌ها به عنوان دردسرهای جدی برای نظریه‌ی پیشین در نظر گرفته می‌شوند و سرانجام موجب طرد آن می‌گردند. اما اگر هیچ جانشینی برای نظریه‌ی حاکم پیدا نشود که بتواند حمایت دانشمندان را به خود جلب کند، اعوجاج به عنوان 'مزاحمی' برای نظریه در نظر گرفته می‌شود و با تأویل و تفسیرهای انجام شده، نادیده انگاشته می‌شود.

1. Dayton Miller

نتایج آزمایش مایکلسن و مورلی در ابتدا به عنوان اعوجاجی برای نظریه‌ی اتری مطرح شد. پس از ارائه‌ی نظریه‌ی نسبیت و جلب حمایت دانشمندان از آن، این نتایج به عنوان 'دردسرهای جدی' برای نظریه‌ی اتری مطرح شد که سرانجام به طرد آن نظریه انجامید. پس از این که جامعه علمی نسبت را پذیرفت این نتایج، از اعوجاج به 'شواهد' تأییدکننده‌ی نظریه‌ی نسبیت تبدیل شد و بعد از آن که میلر نتایج آزمایش‌های خود را انتشار داد، نتایج وی بار دیگر به عنوان اعوجاج مطرح شد، اما این بار برای نظریه‌ی نسبیت. با وجود آن که آزمایش میلر با دقت بیشتری نسبت به آزمایش مایکلسن - مورلی انجام شده بود، این نتایج به عنوان مزاحم‌هایی برای نظریه‌ی نسبیت نگریسته شدند زیرا جامعه علمی، نظریه‌ی نسبیت را پذیرفته بود و خواستار تغییر آن نبود. بنابراین، نتایج میلر به عنوان 'مزاحم‌هایی برای نظریه‌ی نسبیت، نادیده انگاشته شد. با توجه به این تحولات، کالینز و پینچ به درستی قائل می‌شوند که «نتیجه یک آزمایش، تنها بر دقتی که بر آن اساس آزمایش، طرح و انجام شده است، وابسته نیست بلکه به آنچه مردم حاضرند بدان معتقد شوند، بستگی دارد» (ص ۴۲، تأکید اضافه شده).

### بخش دوم: آیا ستارگان در آسمان جابه‌جا می‌شوند؟

در سال ۱۹۱۶ میلادی، اینشتاین نظریه نسبیت عام خود را منتشر کرد. بر طبق این نظریه، آثار گرانشی با سرعت نور منتشر می‌شوند. هم‌چنین، نور هنگام عبور از کنار اجسام سنگین منحرف می‌شود. البته فیزیک نیوتنی نیز انحراف نور هنگام عبور از کنار اجسام سنگین را پیش‌بینی کرده بود اما مقدار انحرافی که نظریه نسبیت پیش‌بینی می‌کرد، تقریباً دو برابر مقدار پیش‌بینی شده‌ی نظریه نیوتن بود. برای تأیید پیش‌بینی نظریه‌ی نسبیت عام، ادینگتون آزمایشی طراحی کرد تا میزان انحراف نور ستارگان هنگام گذر از نزدیکی خورشید را به دست آورد. اندازه‌گیری مقدار این انحراف بسیار مشکل بود زیرا میزان این انحراف طبق نظریه نسبیت و فیزیک نیوتنی بسیار ناچیز بود. این آزمایش باید هنگام کسوف انجام می‌شد تا نور خورشید موجب اختلال اندازه‌گیری نشود. روش آزمایش بدین‌گونه بود که بخشی از آسمان که ستاره مورد نظر در آن جا بود، باید چندین روز قبل و بعد از آزمایش عکس‌برداری می‌شد و این عکس‌ها با عکس‌های برداشته شده از ستاره در هنگام کسوف مقایسه می‌گردید. میزان جابه‌جایی در مکان ستاره، اندازه‌ی انحراف نور را نشان می‌داد. ناچیز بودن میزان این انحراف احتمال خطا را افزایش می‌داد و



مقایسه‌ی عکس‌ها به دقت فراوانی احتیاج داشت. مناسب‌ترین مکان برای رؤیت کسوف سال ۱۹۱۸، برزیل و افریقای جنوبی بود. ادینگتون گروهی از دانشمندان را به برزیل رهسپار کرد و خود به همراه همکارانش به افریقای جنوبی رفت. یکی از مشکلات آنان چرخش مناسب تلسکوپ‌هایشان بود، تا با خنثی کردن گردش زمین بتوانند مکان واقعی ستاره را در آسمان تعیین نمایند. این کار در تلسکوپ‌های بزرگ، با امکاناتی که در آن‌ها تعبیه شده بود، به دقت انجام می‌شد اما با تلسکوپ‌های دستی که آن‌ها با خود برده بودند، کار دشواری بود و ممکن بود به راحتی موجب خطا در نتایج آزمایش شود. عامل مهم دیگری که احتمال داشت آزمایش را به کلی مختل سازد، تغییرات آب و هوایی بود. متأسفانه گروه ادینگتون هنگام آزمایش با ابرهایی در آسمان مواجه شدند، اما با وجود این به عکس‌برداری پرداختند.

ادینگتون با این پیشفرض به آزمایش پرداخته بود که درستی نظریه‌ی نسبیت عام را مسلم می‌پنداشت. از این رو، او هجده قطعه عکسی را که ستاره‌شناسان در برزیل گرفته بودند که پیش‌بینی فیزیک نیوتنی را تأیید می‌کرد، به کلی نادیده انگاشت؛ در حالی که دو قطعه عکسی را که خود و گروهش در شرایط بد جوی در افریقای جنوبی برداشته بودند، به عنوان شواهد تأییدکننده‌ی نظریه نسبیت عام ارائه کرد.

ادینگتون فیزیک‌دانی بود که گفته می‌شد پس از اینشتاین، یگانه کسی است که نظریه‌ی نسبیت را می‌فهمد. بنابراین، نتایجی که وی از آزمایش‌هایش ارائه کرد، تأیید نهایی نظریه‌ی نسبیت را در پی داشت.

مطابق تصور متداول عامیانه، معرفت علمی، معرفت اثبات‌شده‌ای است. نظریه‌های علمی به شیوه‌ای دقیق از آن دسته از یافته‌های تجربی اخذ می‌شوند که با مشاهده و آزمایش به دست آمده‌اند. عقاید و سلیقه‌های شخصی و تخیلات نظری جایگاهی در علم ندارند و سرانجام، معرفت علمی، معرفتی اطمینان‌بخش است زیرا به طور عینی اثبات شده است. اما دیدیم که مشاهدات ادینگتون از علایق و عقاید شخصی وی جدا نبود. او نظریه‌ی نسبیت را پذیرفته است و بدان ایمان دارد. بنابراین، هنگامی که آزمایش‌ها را انجام داد، هر مشاهده‌ای را که مطابق اعتقاد شخصی‌اش به نسبیت بود، مشاهده‌ی 'درست' و مؤید نظریه‌ی نسبیت، و شواهدی را که مبطل و مخالف نظریه‌ی نسبیت می‌یافت، 'غلط' می‌دانست! بنابراین، آزمون‌های علمی مجموعه‌ای از آزمون‌های کور نیستند که مانع از بازیگری مشاهده‌گر در مشاهدات گردند. در واقع، این

آزمون‌های علمی نبودند که بر درستی نظریه‌ی نسبیت صحه گذاشتند بلکه پذیرش نسبیت توسط ادینگتون، به عنوان فیزیک‌دانی برجسته، سبب اجماع قاطع جامعه‌ی علمی در پذیرش نسبیت شد، عملی که از نظر کالینز و پینچ بیش تر به یک عمل سیاسی شباهت دارد.

### ۳. خورشید در لوله‌ی آزمایش: داستان فیوژن سرد

در بیست و سوم مارس ۱۹۸۹، مارتین فلیش من<sup>۱</sup> و استنلی پُنز<sup>۲</sup> دو شیمی‌دان برجسته‌ی دانشگاه یوتا،<sup>۳</sup> کشف مهمی را اعلام کردند. آنان معتقد بودند که توانسته‌اند واکنش «فیوژن»، منبع تولید انرژی در خورشید و بمب هیدروژنی، را در داخل یک لوله‌ی آزمایش مهار کنند. تجهیزات آزمایش آن‌ها بسیار ساده بود: یک لیوان آب سنگین، دو الکتروود «پالادیوم» (کاتد) و «پلاتینیوم» (آند) و مقداری نمک «لیتیم و تیروکساید» به عنوان هادی. با عبور ولتاژ پایین از الکتروودها به مدت چند صد ساعت، واکنش فیوژن به صورت گرما و ذرات هسته‌ای آشکار می‌شد. این واکنش، «فیوژن سرد» نام گرفت. از آن‌جا که فیوژن یکی از منابع عظیم تولید انرژی است که انسان قادر به کنترل آن نیست، این کشف گامی مهم و بزرگ در کنترل فیوژن تلقی شد که می‌توانست دارای نتایج اقتصادی و تجاری بسیار مهمی باشد و جهان مواجه با بحران انرژی را به کلی دگرگون سازد.

قبل از پُنز و فلیش من، استیون جونز<sup>۴</sup> در ۱۹۸۲ در دانشگاه بریگهام یانگ<sup>۵</sup> به نتایج مشابهی در این باره رسیده بود که پُنز و فلیش من از آن آگاه بودند. اما به سبب عواید تجاری و اقتصادی این کشف و حق تقدم در ثبت آن، این دو گروه نه تنها با یکدیگر همکاری نکردند، بلکه دانشگاه یوتا معتقد بود که جونز نتایج گروه انرژی آن‌ها را دزدیده است. این دو گروه توافق کرده بودند که در ۲۴ مارس ۱۹۸۹، مقالات جداگانه‌ای برای مجله‌ی نیچر<sup>۶</sup> بفرستند و کشف خود را اعلام نمایند. در این میان، مجله‌ی تخصصی شیمی الکترو آنالیتیکال<sup>۷</sup> مقاله‌ای از کارهای اخیر پُنز درخواست نمود. از این رو، پُنز با وجود قراری که با جونز گذاشته بود، مقاله‌ای در مورد فیوژن سرد نوشت. از سوی

1 . Martin Fleischmann

2 . Stanley Pons

3 . University of Utah

4 . Steven Jones

5 . Brigham Young University

6 . *Nature*

7 . *Journal of Electroanalytical chemistry*

دیگر، به سبب فشارهای دانشگاه یوتا، پنز و فلیش من قبل از انتشار مقاله، طی کنفرانس مطبوعاتی در بیست و سوم مارس کشف خود را اعلام کردند.

جونز پس از آگاهی از این موضوع بسیار عصبانی شد و تصمیم گرفت بی درنگ مقاله‌ی خود را به مجله‌ی نیچر بفرستد. پنز و فلیش من برای جلوگیری از انتشار مقاله‌ی جونز، یکی از دانشجویان خود را در ۲۴ مارس به اداره‌ی پست فرستادند تا مانع ارسال مقاله شود. اما خوش بختانه هیچ مقاله‌ای از جونز پست نشد و تنها، مقاله‌ی پنز و فلیش من ارسال شد! برای تأیید ادعای پنز و فلیش من، جامعه‌ی علمی باید به تکرار آزمایش‌های آن‌ها می‌پرداخت. بنابراین، به جزئیات بیش‌تری از چگونگی آزمایش احتیاج بود. اما پنز و فلیش من از دادن اطلاعات بیش‌تر طفره می‌رفتند. گویا خود آنان نیز به نتایج آزمایش‌ها تردید داشتند. به همین سبب جامعه‌ی علمی، آن‌ها را به رازداری در مورد نتایج و جزئیات آزمایش‌هایشان متهم نمود.

با این همه، بسیاری از فیزیک‌دانان و شیمی‌دانان در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های مختلف در تکرار آزمایش کوشیدند. دو مشاهده‌ی تأییدکننده‌ی آزمایش پنز و فلیش من، پدید آمدن انرژی اضافی و تولید ذرات هسته‌ای بود. از این رو، آزمایش‌های گروه‌های تحقیقاتی بایستی این دو نتیجه را تأیید می‌کردند. اما نتایج به دست آمده از این آزمایش‌ها یکسان نبودند و حتی در بعضی موارد هیچ اثر اضافی و تولید ذرات هسته‌ای مشاهده نشد. میان طرف‌داران و منتقدان فیوژن سرد مناقشه‌ای سخت درگرفت، به طوری که هریک، دیگری را به رفتار غیرعلمی متهم می‌نمود. در واقع آزمایش‌ها نمی‌توانستند به طور قاطع ادعای پنز و فلیش من را تأیید یا ابطال کنند. اینک، این سؤال به قوت تمام مطرح می‌شود که جامعه‌ی علمی چگونه این آزمایش را داوری کرد؟

پنز و فلیش من، به عنوان الکتروشیمیست، مورد قبول جامعه‌ی شیمی‌دانان بودند اما واضح بود که در میان فیزیک‌دانان هسته‌ای چندان مقبولیتی نداشتند. فیزیک‌دانان هسته‌ای بودجه‌های عظیم چند میلیون دلاری برای تحقیقات فیوژن جذب نموده بودند که تضمین‌کننده‌ی وضعیت شغلی و پژوهشی آنان بود. بنابراین، اگر فیوژن سرد درست می‌بود، موقعیت پژوهشی آن‌ها به خطر می‌افتاد. به همین سبب، در برابر پذیرش فیوژن سرد از خود مقاومت نشان می‌دادند. آنان بیش از آن‌که به انرژی اضافی تولیدشده در آزمایش توجه نشان‌دهند، داوری در مورد آزمایش را به سمت تولید ذرات هسته‌ای هدایت کردند، تا به کمک حوزه‌ی تخصصی‌شان آن را نقد کنند. جالب آن‌که پنز و

فلیش من در گزارش اولیه‌ی خود ادعایی در مورد ذرات هسته‌ای به وجود آمده نداشتند. این موضوع به سبب یافته‌های جونز مطرح شد و پنز و فلیش من را مجبور کرد تا در آزمایش‌های بعدی‌شان به آن بپردازند. نتایجی که آنان در این زمینه به دست آوردند، از جنبه‌ی نظری چندان پذیرفتنی نبود و فیزیک‌دانان با تأکید بر آن، در بی‌اعتبار کردن آزمایش آنها کوشیدند. سرانجام، انستیتو ملی فیوژن سرد یوتا<sup>۱</sup> در ژوئن ۱۹۹۱ منحل شد و پژوهش درباره‌ی فیوژن سرد به پایان رسید.

این مطالعه‌ی موردی، دو درس مهم روش - معرفت‌شناختی را به ما می‌آموزد: اولاً، مشاهدات و آزمایش‌ها همواره به رأی قاطع و صریح درباره‌ی درستی یا نادرستی یک نظریه نمی‌انجامند و بنابراین، مشاهدات نمی‌توانند اساس وثیقی برای ارزیابی نظریه‌ها فراهم نمایند. ثانیاً، برخلاف تصور سطحی و گمراه‌کننده متعارف که مناقشات علمی براساس استدلال‌های منطقی مبتنی بر شواهد تجربی انجام می‌گیرد، اینک باید نتیجه گرفت که از آن جهت که طرفین مناقشات علمی در برخی از پیشفرض‌ها و شواهد تجربی مورد استتهاد خود باهم اختلاف دارند، استدلال‌های ایشان و نیز فرجام استدلال‌های ایشان متغایر و بعضاً متخالف و متعارض خواهند بود.

گرچه این استدلال‌ها می‌توانند مواضع طرفین مناقشه را روشن نمایند اما هیچ‌گاه نمی‌توانند طرف مقابل را قانع کنند. در واقع مناقشات علمی از نبردهایی نیست که با استدلال خاتمه‌یابد. با این وصف، این سؤال مطرح می‌شود که پس چگونه مناقشات علمی پایان می‌پذیرد؟ پینچ و کالینز معتقدند آنچه باید در یک مناقشه‌ی علمی بدان توجه داشت این است که «جدال میان متقدان و طرف‌داران در یک مناقشه‌ی علمی، همیشه جدالی برای مقبولیت است» (ص ۷۴ تأکید اضافه شده). بنابراین، هریک از طرفین مناقشه که بتواند مقبولیت جامعه‌ی علمی را به دست آورد، پیروز خواهد شد. اینک این پرسش مهم مطرح می‌شود که چه معیاری برای مقبولیت در جامعه‌ی علمی وجود دارد؟ استدلال‌ها و شواهد تجربی در کسب مقبولیت جامعه‌ی علمی تأثیر دارند اما همان‌طور که در داستان فیوژن سرد دیدیم، عوامل دیگری از قبیل: منافع مادی، تجاری، شهرت و موقعیت شغلی نقش بسزایی در این زمینه دارند. دیدیم که چگونه تعلقات شغلی و منافع مادی فیزیک‌دانان هسته‌ای مانع پذیرش نتایج آزمایش پُنز و فلیش من شد. در واقع، هیچ معیار کلی قاطع و روشنی وجود ندارد که بر تصمیمی حکم کند که برای جامعه‌ی علمی

1 . Utah National cold Fusion Institute

منطقاً الزام آور باشد. گزینش‌های انجام شده‌ی یک جامعه‌ی علمی بستگی دارد به آنچه مورد حرمت آن جامعه است و شناخت آن انتخاب‌ها مستلزم پژوهشی جامعه‌شناختی است. تنها چیزی که می‌توان گفت این است که برای پذیرش ادعای یکی از طرفین مناقشه‌ی علمی، هیچ میزانی بالاتر از توافق جامعه‌ی ذی‌ربط وجود ندارد.

#### ۴. میکروب‌های اختلاف عقیده: لویی پاستور و منشأ حیات

در سال ۱۸۶۰، مباحثه‌ای جدال‌برانگیز میان طرف‌داران دو نگرش درباره‌ی «حیات» رخ داد. دانشمندانی از قبیل فیلیکس پوشه<sup>۱</sup> به «حیات خودجوش»<sup>۲</sup> معتقد بودند. یعنی حیات می‌تواند از ماده‌ی بی‌جان به وجود آید. در حالی‌که دانشمندانی هم‌چون لویی پاستور معتقد بودند که حیات فقط از حیات می‌تواند به وجود آید. اختلاف میان این دو نگرش با مناقشات پوشه و پاستور در مورد کپک‌زدن مایعاتی هم‌چون شیر، جوی خیس شده و خمیر ترش شده، به اوج خود رسید.

داستان بدین قرار است که اگر مقداری مایع ترش شده یا جوی خیس خورده را بجوشانیم تا میکروب‌های آن از بین برود و سپس آن‌ها را در مجاورت هوا قرار دهیم، پس از مدتی کپک می‌زند. پاستور معتقد بود که میکروب‌های موجود در هوا موجب کپک‌زدن مایع می‌شوند، حال آن‌که پوشه بر این باور بود که هوا جوهری از حیات دارد که سبب به وجود آمدن آثار زندگی (کپک) در مایع می‌گردد. پوشه برای اثبات ادعای خود آزمایش «تحت جیوه»<sup>۳</sup> را ترتیب داد. وی مایع حاصل از جوی خیس خورده را درون ظرفی شیشه‌ای با دهانه‌ای باریک ریخت. سپس مایع را جوشاند تا میکروب‌های داخل آن از بین برود، و بخار برخاسته از مایع هوای داخل ظرف را نیز خارج کرد. بدین‌گونه او توانست به مایع استریل دست یابد. پوشه این ظرف را داخل تغاری از جیوه غوطه‌ور کرد، به طوری که هوا نمی‌توانست به درون آن راه یابد. وی سپس مقداری هوای خالص (بدون میکروب) تهیه کرد. روش او برای تهیه‌ی هوای خالص، حرارت دادن هوای معمولی یا تجزیه‌ی اکسید جیوه بود. پوشه هوای خالص را با حباب‌هایی در تغار جیوه به داخل ظرف شیشه‌ای هدایت کرد و پس از مدتی، مشاهده کرد که مایع درون ظرف کپک‌زده است. این بدان معنا بود که هوای عاری از میکروب، سبب کپک‌زدن مایع

1 . Felix Pouchet

2 . Spontaneous generation

3 . experiments 'undermercury'

استریل شده بود. بنابراین، پوشه نتیجه گرفت که حیات می‌تواند از هوا، که ماده‌ای بی‌جان است، به وجود آید. نکته‌ی جالب و مهم این است که پاستور در اکثر آزمایش‌هایی که با این روش انجام داد، به نتایج پوشه رسید، اما از پذیرش شواهد تجربی مؤید فرضیه حیات خودجوش امتناع کرد. پاستور خود تصریح می‌کند که من «آن آزمایش‌ها را منتشر نکردم زیرا نتایج ضروری قابل اخذ از آنها، چنان برای من سهمگین بود که، برغم وقتی که بکار بسته بودم تا آنها را نقض نپذیر کنم، گمان بردم علت پنهانی برای خطا باید وجود داشته باشد» (ص ۸۵). به بیانی دیگر، وی چنان در مخالفت خود با حیات خودجوش متعهد بود که ترجیح داد قائل شود که خطای نامعلومی در آزمایش رخ داده تا اینکه نتایج آزمایشگاهی خود را انتشار دهد. به عبارت ساده‌تر، پاستور آزمایش‌هایی را که به نظر می‌رسید فرضیه حیات خودجوش را تأیید می‌کنند ناموفق می‌خواند، و آزمایش‌هایی که آن فرضیه را ابطال می‌کرد موفق می‌خواند (همانجا).

پاستور سپس آزمایش دیگری را ترتیب داد. وی تعداد زیادی ظرف استریل و در بسته، حاوی مایع خمیر ترش شده تهیه کرد. او در مکان‌های مختلف نوک باریک این ظروف را با انبری شکافت تا هوا به درون آن‌ها راه یابد. در اکثر موارد مایع‌ها کپک زدند، جز یک مورد، و آن وقتی بود که پاستور بیست عدد ظرف از این نوع را به ارتفاع دوهزار متری در کوه‌های آلپ برد. وی معتقد بود که هوای این ارتفاعات تقریباً عاری از آلودگی است. پس از در معرض هوا قراردادن مایع ظروف در این ارتفاع، مشاهده کرد که مایع خمیر ترش شده به‌ندرت کپک می‌زند. در سال ۱۸۶۳، پوشه این آزمایش را با رعایت کلیه‌ی شرایطش در ارتفاعات پیرینه انجام داد، با این تفاوت که وی به جای مایع خمیر ترش شده، از مایع جو خیس شده استفاده کرد و نوک ظروف را با گیره‌ای که با حرارت استریل شده بود، شکست.

آنچه در آزمایش پوشه رخ داد، بسیار جالب بود زیرا مایع‌های داخل ظروف کپک زدند. پاستور اعلام کرد که مشکل آزمایش در گیره‌ی به کار رفته برای شکستن نوک ظروف است: این گیره آلوده بوده و این آلودگی به مایع داخل ظروف سرایت نموده است.

با این آزمایش، مناقشه‌ی میان پاستور و پوشه به اوج خود رسید. تنها مرجع شایسته‌ی داوری درباره‌ی این اختلاف فرهنگستان علوم پاریس بود. کمیسیونی مأمور بررسی این موضوع شد. اکثر اعضای این کمیسیون مخالف حیات خودجوش بودند. از این رو، از

نتایج پوشه بسیار خشمگین شدند و قبل از آزمودن آن، نتایج آزمایش او را رد کردند. این مخالفت شدید ریشه در رویداد دیگری در علم داشت. بیان نظریه‌ی حیات خودجوش، هم‌زمان با بیان نظریه‌ی داروینیسیم بود. بنابراین، تصور می‌شد که حیات خودجوش می‌تواند تأییدی بر داروینیسیم باشد. کمیسیون فرهنگستان علوم پاریس، که مخالف داروینیسیم بود، می‌کوشید با طرف‌داری از پاستور و شکست حیات خودجوش، ضربه‌ای جدی به داروینیسیم وارد سازد.

آنچه موجب اختلاف در نتایج آزمایش‌های پاستور و پوشه می‌شد، نوع مایعی بود که آن‌ها به کار می‌بردند. پاستور از مایع خمیر ترش شده استفاده می‌کرد که با جوشاندن، میکروب‌های آن از بین می‌رفتند. بنابراین، در مجاورت هوای استریل کپک نمی‌زدند. در حالی که پوشه از مایع جو خیس خورده استفاده می‌کرد که میکروب‌های آن با جوشاندن از بین نمی‌رفتند. به همین سبب، مایعی که به نظر استریل می‌آمد، در برابر هوای خالص باز هم کپک می‌زد. در آن زمان این موضوع روشن نبود و به این دلیل است که امروزه برخی معتقدند که واقعیت مایع جو خیس خورده — حتی به کمیونی که جانب‌دارانه بوده است — به زبانی خطاناپذیر و بدون ابهام سخن می‌گفته و حکم بر صدق حیات خودجوش می‌کرده است. کالینز و پینچ معتقدند که واقعیات علمی، خود، بیانگر چگونگی واقعیت خود نیستند (ص ۸۹)، زیرا اگر چنین می‌بود، نمی‌باید توسل به واقعیت فیزیکی، آن چنان که در تاریخ علم شاهد آن هستیم، تا این اندازه، مشحون از مناقشات طولانی و سردرگم باشد. لذا حتی اگر پوشه بر شواهد آزمایشی و دلالت آنها پافشاری می‌کرد، «کمیسیون راهی برای تأویل پوشه می‌یافت» (همان‌جا). سرانجام، هنگامی که این مناقشه برای داوری به بالاترین نهاد علمی آن زمان، فرهنگستان علوم پاریس، ارائه شد، فرهنگستان هیچ چارچوب برتر و مستقلی از شواهد تجربی یا استدلال در اختیار نداشت تا برای داوری و رفع اختلاف به آن رجوع کند. ناگزیر، سرانجام با توسل به ملاک‌های ارزشی، که در خارج از قلمرو شواهد و استدلال‌های علمی قرار داشت، به داوری درباره‌ی این مناقشه پرداخت. کمیسیون فرهنگستان علوم، به سبب تعلقات مذهبی، خود مخالف داروینیسیم بود و احساس می‌کرد که شکست پاستور می‌تواند پیروزی داروینیسیم محسوب شود. بنابراین، در مناقشه‌ی پاستور و پوشه، از پاستور جانب‌داری کرد، و مرجعیت فرهنگستان علوم پاریس سبب شد که دانشمندان رأی آن را درباره‌ی این مناقشه بپذیرند و مخالفانی مثل پوشه سکوت نمایند.

### ۵. دریچه‌ای نو به جهان: ناممکن بودن ردیابی تشعشع گرانشی

در سال ۱۹۶۹، پروفیسور وبر<sup>۱</sup> از دانشگاه مریلند ادعا کرد که اشعه‌ی گرانشی را کشف کرده است. قبل از وی فیزیک‌دانان پیش‌بینی می‌کردند که طبق نظریه‌ی نسبیت عام اینشتاین، ممکن است حرکت اجسام عظیمی مثل سوپرنواها و سیاهچاله‌ها اشعه‌ی گرانشی تولید کنند، گرچه مقدار چنین اشعه‌ای بسیار ضعیف خواهد بود. وبر برای ثبت امواج گرانشی از نوعی آشکارکننده استفاده کرد که خود طراحی‌نموده بود. مقدار اشعه‌ی ثبت شده به وسیله‌ی آشکارکننده‌ی وی، به مراتب بیش‌تر از مقدار مورد انتظار بود. دانشمندان سعی در تکرار آزمایش وبر کردند. مشکلی که همواره با آن مواجه بودند، چگونگی تمییز اشعه‌ی گرانشی از نویزهای موجود در فضا بود. بنابراین، لازم بود که آشکارکننده‌هایی ساخته شود تا این امواج به صورت بزرگتر و واضح‌تری نمایان شدند. برای ساختن چنین آشکارکننده‌هایی، آگاهی از محدوده‌ی امواج گرانشی لازم بود تا بتوان آشکارکننده‌هایی ساخت که امواج آن محدوده را مشخص‌تر نشان‌دهند. نظریه‌های موجود نمی‌توانستند این محدوده را تعیین کنند، در نتیجه، یافتن این محدوده جز از طریق آزمایش به وسیله‌ی آشکارکننده‌ها میسر نبود و، همانطور که دیدیم، برای ساختن چنین آشکارکننده‌هایی بایستی محدوده‌ی امواج گرانشی تا حدودی برآورد می‌شد و .... بدین‌گونه دور یا تسلسلی به وجود می‌آید که معمولاً تسلسل آزمایشگر<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. کالینز و پینچ معتقدند «آزمایش، تنها زمانی به عنوان یک آزمون به کار می‌رود که روش‌هایی برای پایان دادن به تسلسل آزمایشگر یافت شود. این دور در اکثر علوم پایان می‌پذیرد، زیرا محدوده‌ی مناسب از نتایج در ابتدا 'معلوم' است. این، معیار موافقت کلی درباره‌ی چگونگی آزمایش را به دست می‌دهد. جایی که چنین معیار روشنی در دسترس نباشد، تسلسل آزمایشگر تنها وقتی اجتناب‌پذیر است که روش‌های دیگری برای تعریف چگونگی یک آزمایش یافت شود، و این معیار باید مستقل از نتیجه‌ی خود آزمایش باشد» (ص ۹۸؛ تأکید اضافه شده است).

شاید خواننده‌ی تیزبین و نقاد از این‌که کالینز و پینچ قایل شده‌اند که «محدوده‌ی مناسب نتایج در ابتدا معلوم است»، اظهار تعجب و تردید کند. به گمان ما این احساس تردید درباره‌ی وجود معرفتی از پیش موجود نسبت به محدوده‌ی مناسب نتایج، بسیار بجاست، زیرا معرفت ما در این‌جا و در این مرحله بسیار بحث‌برانگیز است، زیرا این

1 . Joseph Weber

2 . experimenter's regress



معرفت، یا مولود نظریه‌ی ماست — که در این صورت منزلت معرفت‌شناختی آن محل تردید و آزمون است — یا این به اصطلاح معرفت‌ما، نوعی اجماع میان دانشمندان ذی‌ربط است، که در این صورت هم هیچ‌حجت و بینه‌ای برای آن نمی‌توان اقامه کرد، مگر خود اجماع! نتیجه‌ای که از این سخن می‌خواهیم بگیریم این است که، براساس سخن پروفیسور کالینز و پروفیسور پینچ، درست است که «این دوره در اکثر علوم پایان می‌پذیرد» اما علتی که این دو علم‌شناس معاصر ذکر می‌کنند، سخت برخفاست: اگر کمی دقت کنیم متوجه می‌شویم که علم و معرفت ما درباره‌ی محدوده‌ی مناسب نتایج — همان‌طور که استدلال شد — یا به نظریه‌ی تحت آزمون بازمی‌گردد، یا به چیز دیگری. اگر به نظریه معطوف باشد، که خود آن تحت آزمون و صدقش محل بحث و بررسی است. و اگر معرفت ما به چیز دیگری معطوف است که لازم بود کالینز و پینچ آشکار کنند آن چیز یا مرجع و منبع دیگر که جاست! و ثانیاً، چه حجت و اعتباری دارد. ادامه‌ی ماجرا از زبان کالینز و پینچ مؤید این نقادی است.

به سبب تسلسل آزمایشگر و روشن نبودن جزئیات آزمایشی، دانشمندان نظریات مختلفی در تأیید یا ابطال امواج گرانشی مطرح کردند. آنان برای رهایی از تسلسلی که در مناقشه‌ی امواج گرانشی بدان گرفتار شده بودند، به معیارهای مختلفی توسل جستند. برخی از این معیارها درباره‌ی تکنیک‌های آزمایش و دستگاه‌های به کار رفته بود، اما این، تنها منبع داوری آن‌ها نبود، بلکه علل دیگری نیز دخیل بودند که هیچ ارتباطی به نتایج آزمایش نداشتند.

برخی از این علل با شهرت، شخصیت دانشگاهی، ملیت، موفقیت‌ها و شکست‌های آزمایشگر، هم‌چنین سبک ارائه‌ی نتایج به‌وسیله آزمایشگر، و گرایش روان‌شناختی او به آزمایش، ارتباطی تنگاتنگ داشتند.

مناقشه در مورد امواج گرانشی تا سال ۱۹۷۵ ادامه یافت، بدون این‌که جامعه‌ی علمی بتواند در مورد درستی یا نادرستی آن داوری کند، تا این‌که ریچارد گاروین<sup>۱</sup> فیزیک‌دان برجسته، با انتشار مقاله‌ای به این مناقشات پایان داد. گاروین با توسل به یک آزمایش نظریات و بر را رد کرد.

وی در مقاله‌اش چنین بیان کرد: «گروه و بر بدون هیچ شاهد معتبری برای ادعای آشکارکردن تشعشع گرانشی، نتایج خود را منتشر کرده است» (ص ۱۰۶). حتی یکی از

1 . Richard Garwin

اعضای گروه گاروین گفت: «روشن نیست که آن [کاروبر] حتی فیزیک بوده است» (ص ۱۰۶). مهم این است که آزمایش مورد استناد گاروین چنان نبود که بتواند به این مناقشه پایان دهد، بلکه اعتبار و شهرت گاروین به عنوان یک فیزیکدان برجسته موجب خاتمه بخشیدن به مناقشات شد. پس از مقاله‌ی گاروین، جامعه‌ی علمی ادعای وبر را به کلی کنار گذاشت. جالب آن‌که بعد از اظهار گاروین، حجم گزارش‌های منفی درباره‌ی اشعه‌ی گرانشی — که چندان هم قطعی نبودند — نه تنها رو به افزایش نهادند، بلکه گزارش‌هایی قطعی معرفی شدند، در حالی که آزمایش‌هایی که درباره‌ی اشعه‌ی گرانشی نتایج قطعی مثبت داشتند، مخدوش گزارش شدند.

آنچه می‌توان از این داستان آموخت این است که خاتمه‌یافتن یک مناقشه‌ی علمی، بسیار شبیه مناقشات سیاسی است. در مناقشات سیاسی، هنگامی که مناقشه به اوج خود می‌رسد و بحرانی که جامعه را دربرگرفته ژرف‌تر می‌شود، جامعه به دو گروه یا حزب رقیب هم تقسیم می‌شود. وقتی که چنین قطب‌بندی‌ای صورت گرفت، راه‌حل‌های سیاسی شکست می‌خورد. از آن‌جا که احزاب، دیگر به یک چارچوب برتر برای داوری و رفع اختلافات اعتقاد ندارند، ناگزیر سرانجام به راه و رسم‌های قانع‌کننده‌ی توده‌ی مردم متوسل می‌شوند که غالباً با اعمال تزویر و خطابه و قدرت اجتماعی-سیاسی همراه است.

در حوزه‌ی کاوش‌های طبیعت‌شناختی، هرگاه ادعای جدیدی با مجموعه‌ی نظری، مفهومی، ابزاری، روش‌شناختی (همان پارادایم علمی) سازگاری داشته باشد و یا به تعبیر دیگر، ادعای جدید محتمل بوده باشد، مناقشه و معضلی زاده نخواهد شد. اما اگر با پارادایم موجود سازگاری لازم و حداقلی را نداشته باشد، مناقشه بروز خواهد کرد. در این‌گونه موارد، گزارش نتایج آزمایشی به خودی خود برای اعتباربخشیدن به یک دعوی غیرعادی و نامنتظر کافی نیست (ص ۱۰۶). در این موارد، مناقشات جدی بروز خواهد کرد، به نحوی که «ترکیب نظریه و آزمایش، به تنهایی برای پایان بخشیدن به آن کفایت نخواهد کرد، زیرا تسلسل آزمایشگر مانع از این‌کار خواهد بود» (همان‌جا). دانشمندان برای رفع و دفع این تسلسل نیز به شیوه‌ها و مکانیسم‌هایی متوسل می‌شوند که نوعاً غیرمجاز و غیرعلمی محسوب می‌شوند، لیکن دعاوی و نظریه‌های مناقشه‌آمیز علمی بدون آن‌ها «سامان نمی‌یابد» (همان‌جا).

### ۶. زندگی جنسی مارمولک ویپ‌تیل<sup>۱</sup>

در سال ۱۹۸۹، دیوید کروز،<sup>۲</sup> پروفسور جانورشناس و روان‌شناس دانشگاه تگزاس، مطالعاتی را بر روی نوعی از مارمولک‌ها انجام داد. تولیدمثل این نوع مارمولک‌ها، برخلاف خزندگان دیگر، غیرجنسی بود، یعنی جنس ماده در این گونه، «بکرزا»<sup>۳</sup> بود. کروز تعدادی از این مارمولک‌ها را در یک ظرف آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار داد. وی متوجه شد که گاهی مارمولک‌ها بر هم سوار می‌شوند، به طوری که اندام‌های جنسی خود را با یکدیگر تماس می‌دهند و رفتاری شبیه رفتار جنسی از خود بروز می‌دهند. جالب آن‌که هر دو مارمولکی که چنین رفتاری از خود نشان می‌دادند، ماده بودند. مارمولکی که در زیر قرار می‌گرفت، دارای تخمکی بود که استعداد باردار شدن را داشت، در حالی که مارمولکی که در رو قرار داشت، دارای تخمک‌های تحلیل رفته و نامستعد برای باروری بود. تا آن زمان چنین مشاهده‌ای گزارش نشده بود. از این رو کروز تصور کرد که به کشف مهمی دست یافته است و نتایج مشاهدات خود را منتشر نمود. این رفتار مارمولک‌ها «شبه جفت‌گیری»<sup>۴</sup> نام گرفت.

دانشمندان چندان به مشاهدات کروز مطمئن نبودند. از جمله زیست‌شناسانی که درباره‌ی مشاهدات وی اظهار نظر کردند، دو زیست‌شناس مشهور اورلاندو کوئیلار<sup>۵</sup> و س. ج. کول<sup>۶</sup> بودند. کوئیلار استاد دانشگاه یوتا بود که در سال ۱۹۷۰ مکانیزم کروموزومی بکرزایی را بیان کرده بود. کول نیز استاد موزه تاریخ طبیعی امریکا<sup>۷</sup> و پیشگام در مطالعات فیزیولوژیک این‌گونه مارمولک‌ها بود. این دو نفر مشاهدات کروز را جدید و مهم نمی‌پنداشتند و معتقد بودند که خود نیز در پژوهش‌های شان این پدیده را مشاهده کرده‌اند. کوئیلار و کول معتقد بودند که این پدیده ناشی از ازدحام مارمولک‌ها در ظرف آزمایشگاهی است. آن‌ها کروز را دانشمندی مبتدی، بی‌تجربه و بی‌دقت نامیدند. اظهارات این دو زیست‌شناس درباره‌ی مشاهدات کروز تأثیر مهمی در جامعه‌ی علمی داشت، زیرا کوئیلار و کول به سبب مقالات و پژوهش‌های علمی شان، به عنوان زیست‌شناسانی مجرب و ماهر مطرح بودند.

حربه کوئیلار و کول در نقد کروز، نداشتن صلاحیت و بی‌دقتی وی در مشاهداتش بود.

1 . Whiptail lizard

2 . David Crews

3 . Parthenogenetically

4 . Pseudo-copulatory

5 . Orlando Cuellar

6 . C. J. Cole

7 . American Museum of Natural History

اما باید توجه کرد که در مناقشات علمی، «دقت» هم چون شمشیری دولبه است. بنابراین، کروز نیز از همین حربه به عنوان شیوه‌ای برای دفاع از خود استفاده کرد. او معتقد بود که اگر ازدحام مارمولک‌ها در ظرف آزمایشگاهی موجب بروز رفتار جنسی می‌شود، پس منتقدانش باید ابعاد ظرف و شمار مارمولک‌ها برای ممانعت از ازدحام را منتشر سازند. کروز با این ادعا نه تنها بر دقت بودن مشاهداتش تأکید می‌کرد، بلکه بی‌دقتی منتقدانش را نیز بیان می‌نمود.

نوع بحث‌هایی که در این مناقشه بیان می‌شد، به گونه‌ای بود که اگر شما به درست بودن شبه‌جفت‌گیری معتقد بودید، کروز را مشاهده‌گری دقیق و منتقدانش را بی‌دقت می‌نامیدید. برعکس، اگر شبه‌جفت‌گیری را امری ساختگی در نظر می‌گرفتید، کروز را دانشمندی بی‌دقت و منتقدانش را پژوهشگرانی دقیق می‌نامیدند. در واقع، «دقت» نمی‌توانست معنایی مستقل از موضوعات مطرح شده توسط طرفین مناقشه داشته باشد. بنابراین، حاصل بحث‌ها غلتیدن در یک دور بود، و به قول کالینز و پینچ، به طور کلی «تهام بی‌دقتی در حل مناقشات علمی بی‌تأثیر است، زیرا به دور می‌انجامد.» (ص ۱۵)، تأکید اضافه شده).

جالب آن‌که کروز و منتقدانش از ناپسند بودن چنین مناقشاتی در علم آگاه بودند، از این رو در مقالاتی که در مجله‌ی تخصصی *سایتیفیک امریکن*<sup>۱</sup> منتشر کردند، از ارجاعاتی که صریحاً دلالت به چنین مناقشه‌ای داشته باشد، پرهیز می‌کردند.

سرانجام، این مناقشه چگونه پایان یافت؟ یکی از روش‌های خاتمه‌دهنده‌ی یک مناقشه، بازنویسی تاریخ سیر آن است، به گونه‌ای که بروز مناقشه، ناشی از توسعه‌نیافتن لازم حوزه‌ی مزبور به نظر آید. در این صورت، مناقشه زودرس به نظر خواهد رسید. از آن‌جا که ادعای کروز در برابر نقادی‌های کوئیلار و کول چندان اعتباری نداشت، وی به چنین روشی برای پایان دادن به مناقشه متوسل شد. او در مقالات بعدی‌اش ناکامی بحث درباره‌ی مارمولک‌های ویپ‌تیل را ناشی از عدم آزمایش‌ها و شواهد قطعی درباره‌ی آن‌ها بیان کرد. این‌گونه شیوه‌ی برخورد که به نوعی لفاظی می‌مانست، به کروز این امکان را داد که اگر بعدها به نتایجی در این زمینه دست یافت، آن را به عنوان پیشرفت‌هایی در زمینه‌ی بحث اولیه‌اش بیان سازد. با آن‌که پنج سال از آن زمان (زمان انتشار کتاب ۱۹۹۴) می‌گذرد، داوری درباره‌ی ارتباط شبه‌جفت‌گیری مارمولک‌های ویپ‌تیل با تولیدمثل

1. *Scientific American*

آن‌ها هم‌چنان نامشخص است: «مطابق نظر یک گروه از دانشمندان معتبر، ارتباط وجود دارد؛ و مطابق نظر گروه دیگری از این دانشمندان، ارتباط وجود ندارد» (ص ۱۱۹). پینچ و کالینز معتقدند که: «مثل همیشه، چیستی واقعیات طبیعت در چهارچوب استدلال انسان‌ها تعیین می‌شود» (ص ۱۱۹، تأکید اضافه شده).

#### ۷. داستان عجیب نوترینوهای خورشیدی مفقود شده

طبق نظریه‌ی تکامل ستارگان، فیوژن هسته‌ای، منبع انرژی ستارگان، از جمله خورشید است. یکی از ذرات بنیادی که در فرایند فیوژن هسته‌ای تولید می‌شود، نوترینو است. ویلیام فاولر<sup>۱</sup>، فیزیک‌دان هسته‌ای انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا، معروف به کل‌تک<sup>۲</sup>، در سال ۱۹۵۷ نظریه‌ای ارائه کرد که چگونگی ترکیب عناصر سبک و تولید عناصر سنگین در ستارگان را تعیین می‌کرد. وی نتیجه گرفت که خورشید نوترینوهای با انرژی بالا تولید می‌کند، و ری دیویس<sup>۳</sup>، فیزیک‌دان تجربی آزمایشگاه ملی بروک هیون<sup>۴</sup>، را تشویق کرد که آن‌ها را بیابد.

نخستین گام در طراحی چنین آشکارکننده‌ای، تعیین تعداد نوترینوهای بود که دیویس باید انتظار یافتن آن‌ها را می‌داشت. چنین کاری، از جنبه‌ی نظری، کار بسیار پیچیده‌ای بود و به همکاری شاخه‌های مختلفی، همچون فیزیک هسته‌ای، فیزیک نوترینو و رادیوشیمی نیاز داشت. جان بکول<sup>۵</sup>، دانشجوی فوق‌دکتری فیزیک، در این زمینه کمک فراوانی به دیویس کرد. دیویس برای آزمایش خود به بودجه‌ای حدود ششصد هزار دلار نیاز داشت که تأمین آن بسیار دشوار بود. حمایت سازمان‌هایی همچون کمیسیون انرژی اتمی، بنیاد ملی علوم<sup>۶</sup>، و ناسا تأثیر فراوانی در جلب این بودجه داشت. از این رو، دیویس و بکول با روش‌های دیپلماتیک سعی در متقاعدکردن این سازمان‌ها برای اجرای آزمایش نمودند. مقالات و کتاب‌های منتشرشده، موفقیت کارهای گذشته و به طور کلی، اعتبار علمی دیویس و بکول نقش مهمی در این زمینه داشتند. اما مهم‌تر از همه، نامه‌ی فاولر، فیزیک‌دان برجسته، به کمیسیون انرژی اتمی بود. وی در این نامه با اصرار درخواست کرده بود که از آزمایش دیویس حمایت شود. برای

1 . William Fowler

2 . CalTech

3 . Ray Davis

4 . Brookhaven National Laboratory

5 . John Bahcall

6 . National Science Foundation

متقاعد کردن سازمان‌های ذی‌ربط، لفاظی‌های بزرگی انجام شد تا نشان دهد که آزمایش دیویس مستقیم‌ترین روش برای اندازه‌گیری نوترینوهای خورشید است. هم‌چنین از آن‌جا که نظر فیزیک‌دانان هسته‌ای، به سبب دقیق بودن کارهای علمی‌شان، بسیار معتبر تلقی می‌شد، جلب‌نظر آن‌ها، به ویژه موریس گلدهابر<sup>۱</sup>، رییس آزمایشگاه ملی بروک‌هیون، اهمیت بسزایی داشت. از این رو، بکول در یک ملاقات اختصاصی، در تأمین نظریه‌ی درباره‌ی اعتبار و عملی بودن آزمایش کوشید. اما باید شک‌های گلدهابر به کلی برطرف می‌شد. بنابراین، دیویس و بکول می‌بایست مقدار شار دریافتی نوترینوهای خورشیدی را پیش‌بینی می‌کردند. جالب آن‌که مقدار شار پیش‌بینی شده، با نیاز فیزیکدانان برای بودجه تغییر می‌کرد. سرانجام در سال ۱۹۶۷، دیویس توانست بودجه‌ی لازم را برای آزمایش تأمین کند.

وی برای اجرای آزمایش، مخزنی به بزرگی استخر شنای المپیک فراهم آورد. این مخزن از ماده‌ی پاک‌کننده‌ی کلرین پر شده و در ورودی یک معدن متروکه قرار گرفته بود. چون نوترینوها از هر جسمی عبور می‌کنند، این مایع انتخاب شده بود تا در برخورد نوترینوهای خورشیدی به کلرین، اتم‌های عنصر آرگون آزاد شوند و آشکارکننده‌ها با یافتن آن‌ها، به شار نوترینوی منتشرشده از خورشید پی ببرند. دیویس هرماه مخزن کلرین را بررسی می‌کرد، ولی نتایج به دست‌آمده منفی بود و آشکارکننده‌ها شاری بسیار پایین‌تر از مقدار پیش‌بینی شده ثبت کرده بودند.

برخلاف بسیاری از موارد دیگر در علم که آزمایش و آزمایشگر، هنگام تعارض میان آزمایش و نظریه، مورد تردید قرار می‌گیرند آزمایش دیویس اعتبار خود را از دست نداد. دیویس از نظر جامعه علمی آزمایشگر دقیقی به حساب می‌آمد و نمونه‌ی بی‌تعصبی، احتیاط، و فروتنی بود (ص ۱۳۵). ناگزیر فرض‌هایی که آزمایش بر آن‌ها بنا شده بود موردتحدی قرار گرفت، به طوری که بعضی از دانشمندان این نظر را مطرح کردند که خورشید برای تأمین انرژی اصلاً هیدروژن نمی‌سوزاند! و واکنش فیوژن در آن رخ نمی‌دهد!

بکول سعی کرد که مقدار کم شار نوترینو را توجیه کند. اما گزارش‌های بعدی دیویس وی را بیش از پیش مأیوس کرد. با این همه، وی از حمایت از آزمایش دست برنداشت،

1 . Maurice Goldhaber

به طوری که ایکو ایبن،<sup>۱</sup> فیزیک دان کل تک، از وی به شدت انتقاد کرد که با تزویر سعی در تغییر فراسنج‌های آزمایش به دلخواه خود دارد، تا بتواند شار بیش‌تری برای نوترینوهای آزمایش به دست آورد. اختلاف میان بکول و ایبن بار دیگر به ما یادآوری می‌کند که «پیش‌بینی، با درون‌ده‌های بسیارش، چقدر می‌تواند انعطاف‌پذیر و متغیر باشد» (ص ۱۳۳). به علاوه، این ماجرا نشان می‌دهد که:

«داوری درباره‌ی فرجام آزمون یک نظریه، همواره امر سرراست و روشنی نیست. داوری درباره‌ی فرجام یک نظریه، برخلاف آنچه برخی فیلسوفان می‌پندارند، صرف بررسی پیش‌بینی‌های نظریه و نتایج آزمایشی نیست؛ تفسیر همواره حضور و دخول دارد.» (همان‌جا) مناقشه‌ای سخت میان این دو دانشمند درگرفت و فیزیک‌دانان به طرفداری از هر یک، نظریه‌های مختلفی ارائه کردند. حتی آزمایش‌هایی که بعدها دیگران انجام دادند نیز نتوانست نظر قاطعی درباره‌ی نوترینوهای خورشیدی ایجاد کند. این مناقشات تا به امروز به هیچ اجماعی درباره‌ی راه‌حل معضل نوترینوی خورشیدی نینجامیده است. اما جالب است که این تحدی‌ها و مناقشات بیانگر و برملاکننده‌ی دنیایی از شک است که حتی پشتِ وثیق‌ترین حوزه از معرفت وجود دارد.

پیش از سال ۱۹۶۷، طرح تحقیقاتی یافتن نوترینوهای خورشیدی، مبتنی بر ساختار مستحکمی از مفروضات نظری و آزمایشی بود (ص ۱۳۷). اما اینک در سال ۱۹۹۲، داوری علمی درباره‌ی ماجرای نوترینوی خورشیدی به جایی نرسیده است. دو آزمایش نسل دوم، نتایج خود را گزارش کردند. سیج<sup>۲</sup>، نام آزمایش گالیوم مشترک شوروی-آمریکا است که در ذیل کوهی در شمال قفقاز صورت گرفته است. گلکس<sup>۳</sup> نام مجموعه‌ی تحقیقاتی بین‌المللی دیگری است که در ذیل کوه‌های آپنین در ایتالیا صورت می‌گیرد. هر دو آزمایش پیش‌بینی کرده‌اند که حدود ۱۲۴ تا ۱۳۲ نوترینوی خورشیدی را بیابند. سیج فقط بیست نوترینو، و گلکس ۸۳ نوترینو یافته است. نتیجه‌ی گلکس را می‌توان با «تسامح بسیار سخاوتمندانه» تلفیق کرد، لیکن نتیجه‌ی سیج تبیین بنیانی متفاوتی لازم دارد. دانشمندان تعارض نتایج را معلول کار با یابنده‌ی گالیوم خالص، در مقابل یابنده‌ی کلورید گالیوم، تبیین می‌کنند و این یعنی، «مذاکرات و مناقشات هم‌چنان ادامه دارد!» (ص ۱۳۹).

1 . Icko Iben

2 . Sage

3 . Gallex

### نتیجه‌گیری

پیش از این که به جمع‌بندی خلاصه‌تر کتاب تازه منتشر شده‌ی دو علم‌شناس معروف معاصر، کالینز و پینچ، بپردازیم، بجاست نظر خود آن‌ها را به نقل از فصل آخر - که نتیجه‌گیری کتاب است - نقل کنیم. به نظر آنان، «پژوهش‌های موضوعی ما نشان می‌دهد که هیچ منطق اکتشاف علمی‌ای وجود ندارد و یا این که اگر چنین منطقی وجود دارد، منطق زندگی روزمره است» (ص ۱۴۲؛ تأکید اضافه شده). نکته‌ی اساسی دیگری که بسیاری از علم‌شناسان واقعیت‌گرای معاصر آن را تأیید و بر آن تأکید کرده‌اند این است که «محال است بتوان علم را از جامعه جدا کرد. با این وصف، حفظ این فکر که دو حوزه‌ی متمایز وجود دارد، همان چیزی است که تصویر اقتدارگرایانه‌ای را که آشنای اکثر ماست، به وجود می‌آورد» (همان جا). نکته‌ی بسیار دلالت‌آمیز دیگری که کالینز و پینچ مطرح می‌کنند این است که «تصادفی نیست آن‌هایی که احساسی یقینی از فهم و درک روش علمی دارند، به ندرت خودشان در خط مقدم علوم کار و کاوش کرده‌اند» (ص ۱۴۳؛ تأکید اضافه شده).

درباره‌ی شواهد تجربی و آزمایش، کتاب چگونگی علم به نتیجه‌گیری‌هایی مغایر و بلکه مخالف تجربه‌گرایی اثبات‌گرایانه و ابطال‌گرایانه می‌رسد، به طوری که قائل می‌شود که «ما نباید از این که شواهد تجربی را می‌توان بررسی و بدان شک کرد شگفت زده شویم. این مطلبی است که با توجه به فهم تازه از علم باید انتظار داشته باشیم. این‌گونه نیست که یک طرف، درک درستی از واقعیات علمی داشته باشد و طرف دیگر برخطا باشد. تردید درباره‌ی شواهد را همیشه می‌توان مطرح کرد» (ص ۱۴۷؛ تأکید اضافه شده).

در همین زمینه، این دو علم‌شناس معاصر تصریح می‌کنند که «آنچه ما نشان داده‌ایم این است که آزمایش‌ها در علوم واقعی هرگز فرجام شسته‌رفته‌ای در اختیار انسان نمی‌نهند» (ص ۱۴۹). و سرانجام این که، «ما نشان داده‌ایم که دانشمندان خط مقدم تحقیق نمی‌توانند اختلافات خود را با آزمایش‌های بهتر، معرفت‌ییش‌تر، نظریه‌ی پیشرفته‌تر، و یا اندیشیدن شفاف‌تر فیصله بخشند» (ص ۱۴۴؛ تأکید اضافه شده).

همان‌طور که ملاحظه کردیم، در یک مناقشه‌ی علمی هیچ برهان صرفاً منطقی و مبتنی بر شواهد تجربی وجود ندارد که برتری یک نظریه را بر دیگری ثابت کند و، در نتیجه، دانشمندان را به قبول یا رد نظریه سوق دهد. یکی از دلایل امکان نداشتن چنین اثباتی، این است که طراحان نظریه‌های رقیب، به مجموعه‌ی متفاوتی از قواعد روش‌شناختی و موازین معرفت‌شناختی و اصول مابعدالطبیعی و غیره توسل می‌کنند.



بنابراین، نتیجه‌ی هر برهانی تنها هنگامی الزام‌آور می‌شود که مقدمات آن پذیرفته شده باشد. حامیان نظریه‌های رقیب، مقدمات یکدیگر را نمی‌پذیرند، همان‌طور که پاس‌تور اصل اساسی پوشه را درباره‌ی حیات، یعنی حیات خودجوش، نمی‌پذیرفت، در نتیجه با براهین یکدیگر، الزاماً متقاعد نخواهند شد. در واقع، هیچ معیار واحد یا معیارهای مشترکی وجود ندارد که دانشمندان بتوانند با آن درباره‌ی توانایی یا آینده‌ی یک نظریه، یکسان داوری کنند. بنابراین، عوامل مختلف دیگری پا به میان می‌گذارند که در ارزیابی دانشمندان درباره‌ی قابلیت‌های یک نظریه‌ی علمی مهم و مؤثرند. تصمیم هر دانشمند به اولویتی بستگی دارد که وی برای این عوامل قایل است. این عوامل، مشتمل است بر چیزهایی از قبیل: سادگی، دقت، ارتباط با بعضی نیازهای اضطراری جامعه، توانایی حل نوعی از مسائل مشخص، و هم‌چنین شهرت، شخصیت دانشگاهی، ملیت و سوابق شکست‌ها و موفقیت‌های دانشمندان ارائه‌دهنده‌ی نظریه. بنابراین، عوامل مؤثری را که سبب می‌شوند دانشمندان نظریه‌ای را قبول یا رد کنند، نمی‌توان صرفاً در استدلال‌های منطقی یا قوت و استحکام شواهد تجربی جست، بلکه باید پژوهش‌های روان‌شناختی و جامعه‌شناختی را هم‌دوش و همراه آن عوامل کرد. از این‌رو، قواعدی که روش‌شناسی‌های معمول برای علم بیان می‌کنند (از قبیل «نظریه‌ای را بپذیرید که دارای بیش‌ترین تأیید استقرایی از واقعیات پذیرفته شده باشد»، یا «نظریه‌هایی را وانهد که با واقعیات عموماً مقبول، ناسازگارند») مغایر با رویدادهایی است که واقعاً در علم رخ می‌دهند. با توجه به پیچیدگی‌های تاریخ علم، انتظار این‌که علم براساس چند قاعده‌ی ساده‌ی روش‌شناختی تبیین‌پذیر باشد، بسیار خام و غیرواقعیانه به نظر می‌آید، زیرا از استعدادهای انسان و عوامل و اوضاعی که مشوق، مسبب و مقوم تصمیم‌های اوست، تلقی بسیار ساده‌ای دارد. بنابراین، باید این فرض خلاف واقع را که یک روش جهان‌شمول علمی وجود دارد که تمام اصناف معرفت باید از آن تبعیت کنند، قویاً وانهد.<sup>۱</sup> چنین فرضی در جامعه‌ی دانشگاهی و حوزوی ما نقش مهلکی دارد، به‌ویژه در پرتو این واقعیت که نوع روشی که معمولاً تبلیغ و در اکثر قریب به اتفاق کتب روش تحقیق و روش‌شناسی تعلیم داده می‌شود، نوع بسیار عامیانه و خامی از روش‌شناسی اثبات‌گرایانه یا ابطال‌گرایانه است.

پروفسور هری کالینز و پروفسور ترورپینچ «تغییر فهم عامه‌ی مردم از نقش سیاسی

۱. برای کاوشی فلسفی در این باره، ر.ک. به: زیباکلام، سعید، «آیا علوم اجتماعی باید از روش‌های علوم طبیعی تبعیت کنند؟»، نقد و نظر، شماره ۱-۲ (۱۳۷۷).

علوم و فناوری» را «مهم‌ترین» هدف کتاب خود اعلام می‌کنند (ص ۱۴۵). کالینز و پینچ عامه‌ی مردم غرب‌نشین و به خصوص، ملل انگلیسی‌زبان را مخاطب ساخته‌اند تا در برابر نقش سیاسی علوم و فناوری‌ای که در همان غرب تولید می‌شود، حساس و هوشیار باشند. اینک، آیا وقت آن نرسیده است که عامه‌ی مردم تحصیل‌کرده‌ی شرق اسلامی و خصوصاً عالمان حوزوی و دانشگاهی ایران زمین نسبت به نقش سیاسی علوم و فناوری‌ای که در غرب، برای غربیان، و با توجه به تعلقات، حاجات و هوسات آنان تولید می‌شود، حساس و هوشیار شوند؟ چقدر این امید، دور از انتظار است؟ ربع قرن، نیم قرن، یک قرن؟ و چرا؟

## منابع

- AYER, A.J., Language, Truth and Logic First ed. 1936 (London Penguin Books, 2001).
- BARRY, B. Political Argument: A Review (Hemel Hempstead Wheatsheaf, 1990).
- CARNAP, R., The Logical Structure of the World. (London: Routledge, 1967).
- EASTON, D., The Political System (New York: Knopf, 1953).
- GUNNELL, J. G, "Political Theory and Political Science", in The Blackwell Encyclopedia of Political Thought, Ed. by D. Miller (Oxford: Blackwell, ?).
- HUME, D., A Treatise of Human Nature. Ed. by P. H. Nidditch (2nd ed., Oxford: Oxford university Press, 1978).
- HUME, D., Enquiries Concerning Human Understanding and Concerning the principles of Morals, Ed. by P. H. Nidditch (3rd ed., Oxford: Oxford university Press, 1975).
- HUNTER, G., "Hume on 'Is' and 'Ought'" Philosophy, April 1962.
- KUHN, Thomas s., The Structure of Scientific Revolutions Revised ed. 1970 (3rd., Chicago: university of Chicago press, 1960).
- LASLETT, P. "Introduction" in Philosophy, Politics and Society, Ed. by P. Laslett (Oxford: Blackwell, 1956).
- MACCINTYRE, A. C. "Hume on 'is' and 'Ought'", Philosophical Review, vol. 68, October 1959.
- MARGOLIS, J., The Truth about Relativism (Oxford: Blackwell, 1991).
- PETTIT, "The Contribution of Analytical Philosophy" in a Companion to Contemporary Political Philosophy, Ed. by R. E. Gooding and P. Petit (Oxford: Blackwell, 1993).
- PLANT, R., Modern Political Thought (Oxford: Blackwell, 1991).
- POPPER, Karl R., The Logic of Scientific Discovery first ed. 1959 (London: Routledge, 1977).

- RAWLS, J., A Theory of Justice (Oxford, Oxford University Press, 1971).
- RUSSELL, B., & WHITEHEAD, A. N., Principia Mathematica (Cambridge: Cambridge University Press, 1952).
- WITTGENSTEIN, Ludwig, Blue and Brown Books First ed. 1969 (2nd., Oxford: Blackwell Publishers, 1974).
- WITTGENSTEIN, Ludwig, on Certainty Ed. by G. Elizabeth, G. E. M. Anscombe, C. H. von Wright and D. Paul. First ed. 1975 (Oxford: Blackwell Publishers, 1975).
- WITTGENSTEIN, Ludwig, Philosophical Investigations First ed. 1953 (3rd ed., Oxford: Blackwell Publishers, 1998).
- WITTGENSTEIN, Ludwig, Zettel Ed. by G. E. M. Anscombe and G. H. von Wright (2nd ed., Blackwell Publishers, 1981).
- WITTGENSTEIN, Ludwig, Tractatus Logico-Philosophicus First ed. 1921 (London: Routledge, 1981).
- WINTERS, B., "Hume on Reason", in David Hume: Critical Assessments, Ed. by S. Tweyman, (London: Routledge, 1995).