INTERNATIONAL FOUNDATION OF
THEORIES AND DOCTRINES
بنیاد بین‌المللی تئوری‌ها و دکترین‌ها

گزیده ای از کتاب

نظریه علمی چیست؟

نویسنده: موتی بن آری

ترجمه: فریبرز مجیدی

انتشارات مازیار

مجموعه گزیده کتب

توضیح پشت جلد:

بسیاری از مبحثهای سیاسی مهم امروزی بر محور علم دور می‌زنند که در آنها میان می‌توان به افزایش دمای کره زمین، رویارویی با بیماریهای عفونی و بودجه های تحقیقات فضایی اشاره کرد. مباحثه درباره این پرسشها و پرسشهای مشابه غالبا سطحی است چرا که تعداد اندکی از مردم چگونگی خواندن و تفسیر گزارشهای مربوط به نتایج علمی را می‌دانند حتی هنگامی‌که گزارشها را روزنامه‌نگاران شایسته و اهل علم نگاشته باشند.

براساس اعتقادات نویسنده کتاب و آنچه در مقدمه آورده است برای فهمیدن مباحث علمی باید تصویری از چیستی علم و کار دانشمندان داشته باشیم. این کتاب قصد دارد نمای کلی تازه‌ای از ماهیت علمی ترسیم کرده تا بتوان نتایج علمی و بحثهایی را که هر روز در معرضشان هستیم تحلیل و درک کنیم.

برخی از عناوین این کتاب عبارتند از : استقرای خام: آنچه مردم گمان می کنند که دانشمندان انجام می دهند (ماهیت دانشمندان : توصیفهای کوتاه زندگینامه ای)؛ فقط یک نظریه: آنچه دانشمندان انجام می دهند (آیزاک نیوتون: از نابغه پرهیزگار تا مدیر تندخو)؛ کلمه هایی که دانشمندان به کار نمی‌برند: دست کم به شیوه که شما به کار می‌برید(چارلز داروین: انقلابی مبتلا به بیماری هراسی)، ابطال گرایی این امر، اگر نادرست باشد علم است (آلبرت انیشتین: نمونه اعلای یک نابغه)؛ شبه علم: آنچه عده ای از مردم می کنند علم نیست(لوئی پاستور: دانشمند زنجیره ای).

از دیگر عناوینی که نویسنده در این کتاب مورد توجه قرار داده می‌توان به این موارد اشاره کرد: جامعه شناسی علم: دانشمندان این کار را به صورت گروهی انجام می دهند (امی نوتر: برضد جریان تبعیض) ؛ نقدهای پسامدرنیستی بر علم : آیا علم جهانشمول است؟ (جودا فولکمن: غریبه سرسخت)؛ علم ودین : دانشمندان فقط به علم می پردازند (ادسگر دیکسترا: تبدیل ریاضیات به مباحسه کامپیوتری)؛ تقلیل گرایی: کل حاصل جمع اجزا خود است (لاینوس پولینگ: پیوند دادن فیزیک، شیمی و زیست شناسی به یکدیگر؛ آمار: قابل اطمینان به اندازه سود کازینو (جان اسنو: نجات دهنده لندن)؛ منطق و ریاضیات: دانشمندان آن را روشن و دقیق می خواهند (اندرو وایلز: هرگز چیزی را حل ناشدنی نخوانید)؛ زمین شناسی: علم جدید درباره صخره ها (آلفرد وگنر: تزلزل ناپذیر در علم و در یخ)؛ آینده علم : شگفتیها یا انقلابها (ادوارد ویتن: اینشتین امروز).

فصل اول ؛ استقرای خام، آنچه مردم گمان می کنند که دانشمندان انجام می دهند

مشاهده نظریه محور

می توانیم بگوییم که مشاهده، برخلاف مفهوم خام استقرا، در علم، نظریه ـ محور، است، یعنی چارچوب نظری‌ای که مشاهده‌گر در محدوده‌اش کار می‌کند در برابر خود مشاهدات جنبه انتقادی دارد. منظور از این سخن اشاره به این نکته نیست که مشاهده‌گر ممکن است چیزی را که در برابر چشمانش نمودار می‌شود نبیند؛ بلکه منظور این است که آنچه مشاهده‌گر بدان توجه می‌کند، به یاد آورد، و آن را بجا و مناسب می‌انگارد و وابسته به وجود نظریه‌ای است که مشاهده را هدایت می‌کند. گالیله نخستین کسی بود که قمرهای مشتری (= برجیس/ هرمز) و کوه‌های روی ماه را از طریق دوربین نجومی خود «مشاهده» کرد. اگر کسان دیگری که از درون دوربین نجومی می‌نگریستند این مشاهدات را انجام ندادند به دلیل آن نبود که گالیله بینایی بهتر داشت یا آنها می‌خواستند لجاجت نامعقول به خرج دهند. هنگامی که به ژرفای آسمان می‌نگرید، موجودات افسانه‌ای معروفی وجود دارند (مانند بالون‌های حاوی مکالمات در فیلم‌های کارتونی) که آنچه را می‌بینید به شما گوشزد می‌کنند: «هی، من اروپا هستم، یکی از قمرهای مشتری!» برای تشخیص این که آن نقطه‌های نورانی ستاره‌اند یا سیاره، باید بدانید که در پی‌چه چیزی می‌گردید. این نقطه، اگر تا حدی مستدیر به نظر می‌رسد، ستاره است، و می‌تواند شما را در تبیین این که چرا پیشرفت علمی دشوار است کمک کند.

در زمان گالیله، مردم آسمان را چارچوب نظامی بطلمیوسی مشاهده می‌کردند (نام این نظام از نام اخترشناس مصری، بطلمیوسی ـ یا کلاودیوس پتولمایوس ـ [حدود سال 100 ـ 170] گرفته شده بود)؛ بطلمیوسی خورشید ماه، پنج ستاره، و تعداد زیادی از ثواب را شناسایی کرده بود. این چاچوب بر اساس مشاهداتی ساخته و پرداخته گردیده بود که در طی قرن‌ها با شکیبایی گردآوری شده بودند. مردم عقیده داشتند که اجرام آسمان از ماده فسادناپذیری تشکیل شده‌اند که با ماده زمینی فرق دارد. در طبع اشیاء روی زمین است که در پی‌رسیدن به مرکز آن برآیند. حالا خود را به جای کسی بگذارید که این ابزار جدید، یعنی دوربین نجومی، را به دستش بدهند و به او بگویند که به آسمان بنگرد. این همپالگی گالیله به سیاره مشتری اشاره می‌کند ـ که چون شما نیز اخترشناس‌اید ـ و از شما می‌خواهد که به چند نقطه دور و بر آن توجه کند. تا آن جا که اطلاع دارید، آن نقطه‌های نورانی است در اثر غبار روی سطح عدسی‌ها یا نواقص ناشی از ساخت و تولید آنها، یا در اثر بازتاب‌های حاصل از ستارگان دیگر یا از شمع روشن روی ایوان خانه همسایه‌تان پدید آمده باشند. حتی در این مورد نامحتمل که تجربه‌ای با دوربین نجومی داشته‌اید، چنین تجربه‌ای شاید کاملاً محدود به اجسام زمینی باشد، و دلیلی برای این اعتقاد نداشته باشید که این امر را به همین نحو بتوان در مورد اشیاء آسمانی از قبل شناسایی شده‌اند و از این رو، حتی با نادیده گرفتن حس حسادت و کوته فکری، باز هم کاملاً قابل تصور است که همکاران گالیله اعلام او را با تردید تلقی کنند.

در هر حال، گالیله این مشاهدات را بر اساس چارچوب متفاوتی انجام داد. در حدود یکصد سال پیش از زمان او، نیکولائوس کوپرنیکوس این نکته را مطرح کرده بود که حرکت خورشید و ماه و سیاره‌های واقع در حوزه ثواب را بر بنیاد این فرض که زمین و همه سیارات به گرد خورشید می‌گردند بهتر می‌توان تبیین کرد تا بر بنیاد این فرض که خورشید و سیارات به گرد زمین می‌گردند.

بعلاوه، کلپر کشف کرده بود که توضیح دادن مدارهای سیاره‌ای بر حسب بیضی‌ها موفقیت آمیزتر و دقیق‌تر است تا توضیح دادن آنها برحسب دایره‌ها. گالیله، که ریاضی دانی درجه یک بود، قبول نداشت که اجرام آسمانی لزوماً از ماده کامل‌تری ساخته شده‌اند که در مدارهای مستدیر کامل حرکت می‌کنند. گالیله، هنگامی که چند نقطه نورانی اضافی در مجاورت مشتری دید، به قدری کنجکاو شد که چندین روز به مشاهداتش ادامه داد و مواضع نقطه‌های نورانی را ثبت کرد. فقط پس از مطرح کردن و رد کردن چندین شق دیگر، خود را متقاعد ساخت که بهترین تبیین برای مشاهداتش این است که نقطه‌ها در واقع اجسام کوچکی ـ قمرهائی ـ هستند که به دور مشتری (= برجیس) می‌گردند. این تبیین را فقط کسی می‌توانست ساخته و پرداخته باشد که در چارچوب جدید کوپرنیکی می‌اندیشید، چهارچوبی که بطلان ماهیت پیشین سیارات را به اثبات رسانده بود.

بی‌تردید، علم باید کارش را با مشاهده آغاز کند، اما همین که چند مشاهده اولیه صورت پذیرفته باشد، فرآیندی دایره‌وار روی می‌دهد. مشاهدات به نظریه‌ها می‌انجامد و نظریه‌ها به مشاهدات بیشتری رهنمون می‌شوند و این مشاهدات بر نظریه‌ها تأثیر می‌گذارند. معرفی فرآیند علم به منزله فرآیندی اصولاً و عمدتاً استقرایی کاری نه بیش از حد ساده انگارانه بلکه بی‌فایده است. کشف‌های خوش اقبالی در علم وجود دارند که در آنها مشاهدات براستی ظهور نظریه‌هایی را موجب می‌شوند، اما این نظریه‌ها قطعاً به ذهن کسانی خطور می‌کنند که از چهارچوب لازمی برخوردارند که اهمیت آنچه را مشاهده می‌کنند در درون آن چهارچوب می‌فهمند.

در سال 1896، آنری بکرل (1908 ـ 1852) خاصیت پرتوزایی را به نحوی واقعاً خوش اقبالانه کشف کرد. او مشغول پژوهش درباره فسفر سانی بود (یعنی درباره موادی که هنگام قرار گرفتن در معرض نور می‌درخشند) و یک تکه‌ای از کانی اورانیوم را در بالای یک صفحه عکاسی پوشید شده قرار داد. صفحه بعداً، پس از آن که ظاهر شد، نشانه‌هایی از این که در معرض نور قرار داشته است از خود به ظهور رسانید؛ بکرل این امر را نتیجه تابشی تعبیر کرد که از کانی ساطع شده بود. بکرل آن روز صبح از خواب برنخاست و به خود گفت: «قصد دارم امروز صبح پدیده علمی تازه‌ای را مشاهده کنم». اما در آن زمان، بکرل با پرتوهای مجهولی که بتازگی کشف شده بودند کاملاً آشنایی داشت، و از این رو در محدوده چهارچوبی می‌اندیشید که اجازه می‌داد پرتوهای نامرئی در محاسبه وارد شوند. بنابراین، به هیچ روی عجیب نیست که او این امکان را که سنگ معدنی اورانیوم پرتوهای مرموزی گسیل می‌کند مد نظر قرار دهد. صرف مشاهدات صفحه تیره موجب کشف پرتوزایی نشد. شخص دیگری، که مشاهدات را از دیدگاه نظری متفاوتی اجرا می‌کرد، شاید آن صفحه را به عنوان خطایی آزمایشی به دور می‌افکند، یا دستیارش را به سبب بی‌دقتی در ظهور آن صفحه به باد سرزنش می‌گرفت، یا می‌کوشید که آن صفحه را به عنوان جنس معیوب به سازنده‌اش برگرداند. در عوض، بکرل به پژوهشی منظم درباره پرتوهای جدید پرداخت و در سال 1930 به مناسبت کشف پرتوزایی جایزه نوبل برای فیزیک را دریافت کرد. (او در این جایزه با ماری کوری [1867 ـ 1906] سهیم بود.) آری، بکرل نیک بخت بود، اما نیک بختی‌اش را با دنبال کردن پژوهش علمی در محدوده چهارچوبی تأمین کرد که به وی امکان داد تا به اهمیت مشاهده‌ای خوش اقبالانه پی‌ببرد.

تفکر خطی

یکی از عجیب‌ترین انتقادهای وارد بر دانشمندان این است که آنان به «تفکر خطی» می‌پردازند، در حالی که دیگران درگیر «تفکر جانبی»اند. (از قرار معلوم، «جانبی» برتر یا دست کم رضایت بخش‌تر از «خطی» است، اگر چه دلیل این امر توضیح داده نشده است.) این اتهام از نوعی بدفهمی کامل فرایند علم به منزله اجرای حقیقی روش استقرایی ـ قیاسی خام ناشی می‌شود. از طریق استقرا به استنتاج نظریه‌ای می‌پردازد و سپس، بعد از صرف ناهار، نتیجه گیری‌های حاصل از نظریه را از طریق قیاس استنباط می‌کند و آنها را از راه آزمایش به تأیید می‌رساند. تصور می‌شود که هر گونه انحرافی از این سیر راهوار خطی جنبه غیر علمی دارد. آری، دانشمندان به مشاهداتی می‌پردازند و آزمایش‌هایی انجام می‌دهند، و آری، دانشمندان از قانون‌های کلی، نتایج جزئی مشخصی می‌گیرند، اما این فرآیند «خطی» نیست و مسلماً سیر راهواری را نمی‌پیماید.

بار دیگر مثال مربوط به آزمایش فکری گالیله را به خاطر آورید که نشان می‌دهد که حرکت اجسام سقوط کننده وابسته به جرم آنها نیست. بی تردید، صدها ـ اگر نه هزاران ـ تن از مردم پرتابه‌هایی را مشاهده کرده بودند که در هوا متلاشی می‌شدند، یا شاهد لگن‌های اداری بودند که از پنجره‌های طبقات بالای ساختمان رها می‌شدند و نتیجه می‌گرفتند که لگن‌ها و محتویاتشان با یکدیگر به زمین برخورد می‌کنند. نتیجه‌ای که گالیله گرفته بود برای خطی‌ترین اندیشمندان قائدتا می‌بایست به نحو پیش پا افتاده‌ای بدیهی بوده باشد. اما چنین نبود. جهان هستی با مجموعه‌ای از تابلوهای راهنمای تصویری همراه نیست و مراحلی را که به منظور دست یافتن به کشفیات با تدوین نظریه‌های علمی باید بپیماید فهرست نمی‌کند. نظریه‌ها به شما می‌گویند که چه مشاهداتی ممکن است جالب توجه باشند و مشاهدات را چگونه باید تعبیر و تفسیر کرد، در حالی که مشاهدات از همه طرف نظریه‌ها را زیر ضربه‌های خود می‌گیرند. مهم‌ترین پیشرفت‌ها آنهایی هستند که به شناخت هویت مفهوم‌ها و اصول مربوطاند، و این‌ها در نتیجه تلاش شدید ذهنی، و حرکت کردن به پس و پیش در میان نظریه و مشاهده، حاصل می‌شوند. غالب اوقات، آزمایش‌های فکری در تعیین مفهوم‌های ذاتی قطعیت بی‌چون و چرا دارند، اما این‌ها بی تردید «اندیشیدن در ورای قالب‌های محدود» را ایجاب می‌کنند، چنان که آلبرت اینشتین نوجوان هنگامی که از خود پرسید با سوار شدن بر تیغه‌ای نور چه پیش خواهد آمد این گونه می‌اندیشید.

انگشت اتهام تفکر خطی را می‌توان حقاً به سوی بسیاری از کتاب‌های درسی علوم، بخصوص در سطح دبیرستان، نشانه گرفت، کتاب‌هایی انباشته از تمرین‌هایی که خواستار چیزی نیستند جز برقرار ساختن معادله‌های صحیح و حل کردن آنها، یا اجرای دستورالعمل‌های گام به گام در کتابچه راهنمای آزمایشگاه. روال حقیقی علم کاملاً متفاوت است، زیرا هنگامی که از آزمایش یا محاسبه‌ای نتیجه به دست می‌آورید، نمی‌توانید برای آگاه شدن از پاسخ درست از معلم سوال کنید یا آن را در انتهای کتاب بیابید. نظریه پردازان فقط به اعداد داخل فرمول‌ها ورنمی‌ورند؛ در عوض، باید نمونه‌هایی از پدیده‌های فیزیکی را ساخته و پرداخته کنند یا به اجرای شبیه سازی‌هایی در کامپیوتر بپردازند. آنان باید به تجرید سازی‌های صحیح پی‌ببرند و در مورد ساده سازی‌هایی که محاسبه‌ها را انعطاف پذیر می‌کنند بی آن که لطمه‌ای جدی بر نظریه وارد آورند تصمیم قطعی بگیرند. آزمایش‌ها نه تنها باید طرح راهکارهای تازه را دراندازند، بلکه باید ثابت کنند که عوامل پیچیده گیج کننده نتیجه‌ها را آلوده نمی‌سازند. خوشبختانه، فعالیت‌های آموزشی مناسبی به ظهور رسیده‌اند که می‌کوشند شاگردانی به بارآورند که در جریان دست یافتن راه حلی برای مسئله‌ای علمی، هم طعم ناکامی و هم طعم خشنودی را بچشند.

در فصل‌های 4 و 6 کوشش‌های سنجیده‌تر و ظریف‌تر برای تعریف روش علمی را شرح خواهیم داد، اگرچه پذیرش خام این پیشنهاد همان قدر نابجاست که پذیرش خام روش استقرایی ـ قیاسی. فرآیند علمی شبکه پیچیده‌ای از فعالیت‌هاست و قابل تردید است که بتوان آن را به وسیله روشی ساده یا مجموعه‌ای از قواعد توصیف کرد. باری، پیش از ادامه دادن به بحث درباره روش شناسی علم، لازم است که به مفهوم اصلی علم، یعنی نظریه علمی، بازگردیم.

ماهیت دانشمندان: توصیف‌های کوتاه زندگینامه ای

در بین فصل‌ها توصیف زندگینامه‌ای کوتاه درباره برخی از مهم‌ترین پیشگامان علم عرضه خواهیم کرد. بخش فعلی حاوی بیان چند نکته کلی به عنوان پیش درآمد است.

عامه دانشمندان را به چشم آدم‌هایی «بی دست و پا» یا «متعلق به عهد بوق» می‌نگرند که در خارج از محیط آزمایشگاه یا دفتر کار دلبستگی‌های چندانی ندارند. با افکندن نگاهی به زندگینامه‌های دانشمندان معروف، آشکار می‌شود که آنان در چند چیز با یکدیگر اشتراک دارند، اما در غیر آن موارد، انبوه گوناگونی از شخصیت‌هایی هستند که، اگر فرصت دست دهد، می‌توانند موضوع سریال‌های عام پسند تلویزیونی قرار گیرند.

دانشمندان بزرگ لزوماً دانش آموزان خوبی در مدرسه نبوده‌اند، اما آنچه واقعاً به نظر می‌رسد مشترکاً دارند کنجکاوی شدید درباره جهان و قابلیت خودآموزی است. اگر دانش آموزی دبیرستانی را ببینید که به طور منفعلانه ساعت‌هایی طولانی را به گوش کردن موسیقی یا تماشای تلویزیون می‌گذارند، می‌توانید مطمئن باشید که با یکی از برندگان آینده جایزه نوبل روبه رو نشده‌اید. اما موسیقی دانی ورزیده یا خواننده حریصی که در زمینه بسیاری از موضوعات مطالعه می‌کند ممکن است یکی از آن برندگان شود، حتی اگر امروزه به کلاس درس شیمی دبیرستانش علاقه‌مند نباشد. با به بازار آمدن ساعت‌های مچی دیجیتال یکپارچه، اما احتمالاً یکی از وسیله‌های مهم تشخیصی مربوط به دانشمندان آینده ـ یعنی علاقه به باز کردن و دوباره بستن اجزای ساعت‌های دیواری ـ را از دست داده‌ایم!

در فصل پایانی، از پیشگویی‌هایی درباره آینده علم بحث خواهیم کرد؛ به ویژه هشدار خواهیم داد که گذشته لزوماً تکرار نخواهد شد. این نکته در مورد درس گرفتن از زندگینامه‌های دانشمندان نیز صدق می‌کند. دیگر آن روزگار گذشته است که متفنن با استعدادی مانند مایکل فاراده (1867 ـ 1791) با استفاده از ابزار و وسایل خانگی بتواند به کشف‌های مهمی نایل آید. رسیدن به کشفی نو در زمینه علوم تجربی یا آزمایشی مستلزم تجهیزات پیچیده و پرهزینه‌ای است از قبیل طیف نگارها، دستگاه‌های مرکزگریز (سانتریفوژ)، تلمبه‌های تخلیه هوا، دستگاه لیزر، دوربین‌های مربوط به فضانوردی، مواد پرتوزا (رادیواکتیو)، و سکوهای حفاری عمق دریا، و طراحی کردن هر آزمایش و تحلیل داده‌ها، به دانش گسترده‌ای درباره نظریه بنیادین نیاز دارد. در علوم نظری، شاید نیاز داشته باشید که ریاضیات را در سطح فارق التحصیلان دانشگاه کاملاً درک کنید تا بتوانید از خواندن مطالب مربوط به پژوهش‌های رایج سر در آورید.

در عین حال که توصیف‌های کوتاه زندگینامه‌ای سه شخصیت سرشناس ـ آیزاک نیوتون، چارلز داروین، و آلبرت اینشتین ـ در این کتاب مندرج‌اند، زندگینامه‌های دانشمندان جدید نیز در آن گنجانده شده‌اند. از موفقیت‌های دانشمند آموزش ندیده‌ای مانند داروین

درس‌های تاریخی متعددی استخراج نکنید. بی تردید، دانشمند آینده ناگذیر خواهد بود که با جدیت درس بخواند، درجات دانشگاهی بگیرد، و به دانشگاه و موسسه‌های پژوهشی بپیوندد.

INTERNATIONAL FOUNDATION OF THEORIES AND DOCTRINES

فصل دوم ؛ فقط یک نظریه ، آنچه دانشمندان انجام می دهند

آنچه نظریه نیست

نخست اجازه دهید تعریفی از واژه نظریه را که شاید نتیجه تماشا کردن تعداد بسیار زیادی از نمایش‌های پلیسی در تلویزیون باشد رد کنیم:

نظریه عبارت از داستان توجیه پذیری است که با مجموعه‌ای از واقعیت‌های جزئی همسازی دارد.

در این جا مثالی می‌آوریم که با مجموعه‌ای از واقعیت‌های جزئی آغاز شود.

حریقی که تقریباً در ساعت 21 شروع شد، به خرابی گسترده اداره‌ای انجامید. بعداً معلوم شد که بسیاری از کابل‌هایی که قطعات کامپیوتر را به یکدیگر متصل می‌کنند پیش از آتش سوزی قطع شده بودند، و آثار و نشانه‌هایی از ماده شیمیایی قابل اشتعالی باقی مانده بود.

و حال «نظریه»:

کامپیوتر، پس از قطع برق، بلافاصله از قسمت ذخیره برق گرفت و به کارش ادامه داد. گربه‌ای که روی کامپیوتر می‌خوابید، وحشت زده بیدار شد و به درون گلوله درهم پیچیده کابل پشت کامپیوتر پرید. بعضی از کابل‌ها باز شدند و موجب واژگون شدن مایع پاک کننده‌ای گردیدند که برای تمیز کردن نمایشگر (مانیتور) از آن استفاده شده بود. مایع پاک کننده در اثر جرقه زدن کابل‌های شل و ول مشتعل شد و حریق آغاز گردید.

بی‌گمان، این نظریه داستانی است توجیه پذیر و با حقایق هم وفق می‌دهد. در پایان برنامه تلویزیونی حتماً از شما پرسیده خواهد شد که آیا این نظریه صحیح است یا خیر. اگر نیست، به آسانی می‌توانید آن را به عنوان «فقط یک نظریه» کنار بگذارید.

سپس باید از شر غایت انگار، یعنی نسبت دادن قصد یا هدف به پدیده‌های طبیعی، نجات یابیم. انسانها تقریباً بی‌تردید یگانه مخلوقاتی هستند که می‌پرسند «چرا». می‌خواهیم بدانیم که چرا در این جا روی کره زمین بسر می‌بریم، و می‌خواهیم منظور از عملی را که انجام می‌دهیم یا در مورد ما صورت می‌پذیرد بدانیم. ارسطو در مورد حرکت، مبتنی بر این دعوی بود که طبع اشیاء زمینی ایجاب می‌کند که در پی مکان طبیعی خود، یعنی مرکز زمین، برآیند. سنگی که به هوا پرتاب می‌شود از آن رو دوباره پایین می‌آید که می‌کوشد به مکان طبیعی خود باز گردد.

علم جدید صریحاً و مؤکداً غایت انگاری را رد می‌کند. فیزیک می‌تواند خط سیر سنگی را که سقوط می‌کند جزء به جزء شرح دهد، اما هرگز نمی‌کوشد که «میل» یا «قصد» به سنگ‌ها نسبت دهد. زیست شناسی می‌تواند به توصیف فرآیندهای تکاملی بپردازد که نوع ما را به صورت انسان اندیشه ورز در روی کره زمین درآورند، اما نه درباره این که چرا ما در این جا بسر می‌بریم سخنی می‌گوید و نه حتی درباره این که آیا بر وجود ما اصولاً هدفی مترتّب است یا نه. با این حال، مجموعه واژگانی که یادآور غایت انگاری است هنوز به کار برده می‌شود و سردرگمی ما را در این مورد که علم اصولاً درباره چیست شدیدتر می‌کند. برای نمونه، زیست شناسی ممکن است بگوید که هر یک از انواع موجودات با موفقیت محیطی سازش کرده است، که ضمناً این معنی را می‌رساند که آن نوع موجودات تصمیم به سازش

گرفته یا برای سازش کردن کوششی به خرج داده است. سازش به طور ساده نتیجه فرآیند تولیدمثل در هنگامه رقابت است و به تصمیم یا قصد و نیت هیچ یک از اعضای آن نوع موجود زنده نیازی ندارد.

تعریف نظریه‌ای علمی

در اینجا تعریفی ذکر می‌شود که جوهر مفهوم نظریه‌ای علمی را در خود دارد:

نظریه علمی عبارت از مجموعه کوتاه و منسجمی از مفاهیم، دعوی‌ها، و قوانینی است که غالباً به صورت ریاضی بیان می‌شوند و می‌توان از آنها برای توضیح و پیش بینی دقیق و صحیح پدیده‌های طبیعی استفاده کرد. نظریه باید شامل سازوکاری باشد که توضیح دهد که مفاهیم، دعوی‌ها و قوانینش چگونه از نظریه‌های سطح پایین‌تر پدید می‌آیند.

اکنون بهتر است به بررسی یکایک واژه‌هایی بپردازیم که در تعریف ما ذکر شده‌اند و از نظریه گرانش نیوتون به عنوان مثال استفاده کنیم.

کوتاه و منسجم

نظریه گرانش نیوتون بر این دعوی مبتنی است که میان هر دو شیء موجود در جهان هستی نیروی جاذبه‌ای وجود دارد. در این نظریه مفهوم‌های نیرو، جرم، و فاصله به کار برده شده‌اند و رابطه میان آنها در قانون ریاضی واحدی بیان شده است که به صورت معادله در صفحه 36 [1] ← معادله: $F = Gm_1 m_2 / r^2$ ارائه گردید. این نظریه کوتاه است، یعنی از یک دعوی، سه مفهوم، و یک قانون ریاضی تشکیل شده است. حتی اگر سه قانون مکانیک نیوتون را که برای کاربرد نظریه گرانش مورد نیازند بر آن تعداد بیفزاییم، باز هم این نظریه به نحو چشمگیری کوتاه و رساست.

نظریه نیوتون همچنین منسجم است. بگذارید این موضوع را به ذکر قطعه طنز آمیز خنده‌داری که زمانی در تلویزیون دیدم توضیح دهم. یکی از بازیگران کمدی کارش را با بیان فلسفه اخلاق شخصی خود آغاز می‌کند: «نیت خیر در زمین؛ صلح برای همه انسان‌ها.» همبازی او سپس، با شروع بازی خود، فهرست اشخاصی از حرفه‌های متعدد را بر می‌شمارد که ـ به عقیده او ـ به قدری ناخوشایندند که باید آنها را از شمول این جمله منسجم حذف کرد: حسابرسان مالیاتی، داوران فوتبال، و از این قبیل (بیشتر ما احتمالاً گروه مزاحم ارسال کنندگان تبلیغات از طریق پست الکترونیک را به این فهرست خواهیم افزود!) اولین بازیگر کمدی اصل کوتاه و منسجمی از علم اخلاق را مطرح کرده بود. اما بازیگر دوم چیزی را پیشنهاد کرده است که شاید در علم با نظر مساعدی به آن نگریسته نشود: او، با چسباندن تعداد زیادی از توقعات موقت، انسجام آن اصل را از بین برده است. هر «نظریه»ی مرتبط با علم اخلاق نباید شامل موردی جزئی برای حسابرسان مالیاتی باشد. اگر موردهای جزئی خاص از طریق دخل و تصرف‌های موقت در نظریه‌ای که به این ترتیب دیگر

[1] نظریه گرانش نیوتن مشتمل است بر قانونی ریاضی به این شرح: $F = Gm_1 m_2 / r^2$ که به شما امکان می دهد تا نیروی F میان دو شیئی را که جرمهایشان m_1 و m_2 است، و با فاصله r از یکدیگر جدا شده اند، محاسبه کنید. G مقداری ثابت است، یعنی یکی از خواص جهان هستی است که می توان از طریق آزمایش آن را اندازه گرفت.

منسجم نیست طرح و بررسی شوند، دانشمند احساس ناراحتی خواهد کرد؛ در عوض باید نشان داد که موارد خاص به منزله پیش بینی خود نظریه نادیده گرفته شده است.

نظریه نیوتون منسجم است: وجودی نیروئی میان اشیاء را توصیف می‌کند که می‌توان آن را از خواص اولیه خود اجسام ـ جرم‌هایشان و فاصله میان آنها ـ محاسبه کرد. از این مهمتر، نیروی گرانش کلیت دارد و در مورد جهان هستی صدق می‌کند. به کمک نظریه کوتاه و منسجم واحدی می‌توان هم حرکت یک آونگ زمینی را توضیح داد و هم حرکت سیاره‌های آسمانی را، بی آن که قواعد موقتی برای موردهای جزئی خاص در میان باشد. یک قاعده تجربی مناسب برای تشخیص فعالیتی به منزله فعالیت شبه علمی همانا وجود توضیحات موقت و موردی است: «امروز به علت میدان نیرویی که از وجود مجری دشمنکام میزگرد تلویزیونی ساطع می‌شود نیروهای تله پاتیک من کار نمی‌کنند.» به هیچ وجه «روزهای بد ـ جاذبه» وجود ندارد و روزهایی هم وجود ندارند که در آنها کار دستگاه تلویزیون شما به این علت قطع شود که امواج برق مغناطیسی احساس دشمنی می‌کنند. دستگاه تلویزیونتان ممکن است متحمل اختلال ناشی از تداخل سایر امواج برق مغناطیسی شود، اما این امور را هم می‌توان توصیف و اندازه‌گیری کرد.

بر اهمیت ایجاد و انسجام نمی‌توان بیش از حد تأکید کرد. مبالغه نیست اگر بگوییم که چنانچه نتوان نظریه‌ای بر پیراهنی نقش کرد، آن نظریه احتمالاً قابل پذیرفتن نیست (کادر زیر). نظریه مغناطیس جیمز کلارک مکسول، که پدیده‌های آشنایی چون امواج رادیویی و قطب نماهای مغناطیسی را تبیین می‌کند، متشکل از چهار معادله است. ساختار و رفتار اتم‌ها و مولکول‌ها را می‌توان از یگانه معادله مربوط به نظریه مکانیک کوانتمی اروین شرودینگر (1961 ـ 1887) استنتاج کرد.

علم بر روی پیراهن

معادله های مکسول بدین قرارند:

$\varepsilon_0 \oint E \cdot dS = q$ $\qquad$ $\oint B \cdot dS = 0$

$\oint B \cdot dl = \mu_0 (\varepsilon_0 \frac{d\Phi E}{dt}) + i$ $\qquad$ $\oint E \cdot dl = -\frac{d\Phi B}{dt}$

و معادله شرودینگر چنین است:

$$-\frac{\hbar^2}{2}\sum_{j=0}^{N-1}\frac{1}{m_j}\frac{\partial^2}{\partial \chi_j^2}\psi(\vec{\chi},t)+v(\vec{\chi},t)\psi(\vec{\chi},t)=i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi(\vec{\chi},t)$$

همه نتیجه‌های عجیب و غریب مرتبط با نظریه نسبیت خاص اینشتین پیامدهای دو اصل ساده‌اند:

- همه قوانین فیزیک برای ناظرانی که یکنواخت حرکت می‌کنند یکسان‌اند.
- نور در فضای آزاد با سرعتی انتشار می‌یابد که مستقل از حرکت منبع نور است.

کوتاه و منسجم همان «ساده و بدیهی» نیست. ده‌ها سال پژوهش لازم بود تا محیط علمی به نقطه‌ای برسد که در آن مکسول، اینشتین، و شرودینگر بتوانند نظریه‌هایشان را تدوین کنند. ده‌ها سال پژوهش دیگر مورد نیاز بود تا شواهدی برای اثبات درست بودن

این نظریه‌ها فراهم آورند. دانشجوئی باید سال‌ها به تحصیل در دانشگاه بپردازد تا بتواند از عهده فهم این نظریه‌ها برآید. اما خود نظریه‌ها را می‌توان به نحوی کوتاه و منسجم بیان کرد.

پیش بینی

علم در این ادعای خود که می‌تواند آینده را پیش بینی کند تنها نیست. شبه علم‌هایی مانند اختربینی نیز در مورد پیش بینی آینده، مثل دین‌ها، دعوی‌هایی می‌کنند. صحت مفهومی است آماری که به توفیق هر نوع تبیین یا پیش‌بینی اشاره می‌کند. علم فیزیک توانسته است گرفت‌های خورشید (کسوف) را با صحت کامل پیش بینی کند. گرفت‌ها [ی ماه و خورشید] هنگامی که پیش بینی نمی‌شوند روی نمی‌دهند. همین صحت است که از دعوی نظریه بنیادین علم مکانیک نیوتونی مبنی بر این که نظریه علمی موفقیت آمیزی است حمایت می‌کند. دقت یکی از معیارهای درست بودن اندازه‌گیری است. اخترشناسان می‌توانند زمان درست شروع شدن و پایان یافتن خسوف یا کسوفی را با دقت چند ثانیه و نقطه مرئی بودن آن را در روی زمین با دقت چند کیلومتر پیش بینی کنند.

ته دل دانشمندان را دقت خیلی بیشتر گرم می‌کند تا صحت (کادر پایین). پیش بینی صحیح ممکن است بر حسب تصادف روی دهد، یا شاید نتیجه نظریه‌ای موقت یا عاملی نامعلوم در آزمایش باشد. فرضاً پیش بینی می‌کنید که در ده بار پرتاب کردن سکه‌ای ده بار سمت شیر بر زمین خواهد نشست. باز فرض کنید که چنین آزمایشی را به اجرا در می‌آورید و واقعاً هم ده بار سمت شیر بر زمین می‌نشینید. صحت کارتان حیرت انگیز است اما چندان دلگرم نیست، زیرا، هنگامی که محاسبه را انجام می‌دهیم، در می‌یابیم که نتیجه آن همه غیر محتمل نیست. در 1 آزمایش از میان $1024=2^{10}$ آزمایش، این نتیجه را باید انتظار داشت. اگر همه ساکنان شهری متوسط با جمعیت یک میلیون نفر این آزمایش را انجام دهند، شاید بتوان انتظار داشت که حدود یک هزار نفر از آنان فقط بر حسب تصادف ده بار متوالی شیر بیاورند.

پیش بینی دقیقی که از راه آزمایش در نزد شش چهره شناخته شده مهم به تأیید برسد امری است کاملاً متفاوت. از این که می‌بینید علم بدرستی به چگونگی کار جهان پی‌برده است کاری جز احساس شگفتی و هیبت نمی‌توانید کرد. علم فیزیک سرشار از دقت است. پیش بینی‌های نظری، که از راه معادله‌هایی حاصل شده‌اند که نیوتون در یکی از سیبستان‌های لینکن شر در سر پرورانده بود یا اینشتین در قهوه خانه‌ای در شهر برن، ده‌ها سال یا قرن‌ها پس از فراهم شدن فنون آزمایش با زحمت فراوان تا حد دقتی باور نکردنی به تأیید رسیده‌اند.

یا علم اصولاً صحیح است یا ما قربانیان لطیفه‌ای بی‌نهایت عظیم شده‌ایم.

دقت نظریه‌ای علمی در تقابل کامل با پیش بینی‌های نادقیق شبه علوم قرار دارد. ما همگی با پیش بینی‌های آبکی فال گیران و طالع بینان آشنایی داریم:

«در عرض سه روز آینده شخص جالب توجهی را ملاقات خواهید کرد». اما می‌توانید عبارت «جالب توجه» را همیشه همان طور که خودتان صلاح می‌بینید تعریف یا باز تعریف کنید: می‌توانی این پیش بینی را با این معنی تعبیر و تفسیر کنید که فردا یا پس فردا سرانجام رفیق شفیق‌تان را خواهید دید، اما مسلماً روبه رو شدن با حسابرس مالیاتی نیز بر اساس هر تعریف معقولی باز هم «جالب توجه» است. مثال دیگری ذکر می‌کنم: «این نوزاد، بر طبق زایچه‌اش، در بزرگسالی آدمی بلند پرواز و در عین خال خوش قلبی خواهد

شد.» اما اکثر مردم بلند پروازند و عده بسیار اندکی ممکن است خوش قلب نیز باشند؛ پس حتی اگر صحت پیش بینی به اثبات برسد، معلوم نیست که دقیق هم باشد. از سوی دیگر، اگر زایچه‌ای بتواند اندازه وزن و قد نوزادی را در هجده سالگی با نزدیک‌ترین مقدار گرم و میلیمتر پیش بینی کند، یا نمراتی را که در امتحانات ورودی دانشگاه به دست خواهد آورد پیشاپیش بگوید، این پیش بینی بسیار دقیق و به همین سبب براستی چشمگیر خواهد بود.

توضیح

انسان‌ها به نحو بارزی کنجکاوند. بچه‌ها پیوسته پرسش‌هایی از این قبیل را مطرح می‌کنند: «خورشید در هنگام شب کجا می‌رود؟» «شکر چرا پس از مخلوط شدن با قهوه ناپدید می‌شود؟» «آسمان غرنبه چیست؟» ممکن است دانشمندان را به منزله آن انسان‌های توصیف کنید که کنجکاوی دوره کودکی شان را از دست نداده‌اند، و به جست و جو برای تبیین پدیده‌های طبیعی ادامه می‌دهند.

توضیح ارتباط مستقیمی با پیش بینی دارد. اگر برای خشک سالی‌ها توضیحی داشته باشید، این توضیح ممکن است شما را قادر سازد تا پیش بینی کنید که آیا امسال خشکسالی روی خواهد داد. داشتن توضیحی برای نوعی بیماری ممکن است بر درمانی احتمالی یا بر روش‌هایی برای پیشگیری از بیماری دلالت داشته باشد.

پیش بینی، که هدف اساسی علم است، هدف نظام‌های عقیدتی نیز به شمار می‌رود. اما میان توضیح علمی و سایر انواع توضیح تفاوت بسیار مهمی وجود دارد. پیش از ظهور علم جدید، توضیحات جنبه فوق طبیعی و غایت انگارانه داشتند. توضیح فوق طبیعی توضیحی است که برای یافتن دلایل و سازوکارها باید پا از جهان فوق طبیعی فراتر گذاشت. گوناگونی توضیحات فوق طبیعی بسیار زیاد است و از آن‌ها می‌توان برای توضیح وقوع هر پدیده‌ای استفاده کرد. خشکسالی حتماً در نتیجه خشم خدایی پدید آمده است که اعمال شریرانه ساکنان ناحیه‌ای موجب دلسردی او شده‌اند، و بیماری احتمالاً در نتیجه گناهان افراد آدمی به وجود آمده است. از موجودی فوق طبیعی می‌توان برای توضیح هر چیزی ـ هم وجود پدیده‌ای و هم فقدان آن ـ استفاده کرد و به همین سبب از محتوایی توضیحگرانه یا پیش بینانه بی بهره است. توضیحات غایت انگارانه را نیز علم جدید رد کرده است، زیرا علم در پی آن است که، بدون نسبت دادن هدف یا خواست به اشیاء طبیعی، ساختار و طرز کار جهان هستی را توصیف کند.

ساز و کار

اکنون به ظریف‌ترین بخش تعریف نظریه می‌رسیم. نشان داده‌ایم که هر نظریه‌ای اصولاً نقش ابزار سودمندی را ایفا می‌کند: شامل مجموعه کوتاه و منسجمی از مفاهیم، دعوی‌ها، و قوانینی است که ما را قادر می‌سازد تا پدیده‌ها را توضیح دهیم و پیش بینی کنیم ـ ترجیحاً از راه محاسبه یا، در غیر این صورت، از راه صوری ساری‌هایی چون نظام‌های طبقه بندی‌ای که در زیست شناسی و زمین شناسی به کار برده می‌شوند. نظریه‌ای علمی به پرسش‌های «چه» پاسخ می‌دهد و عمداً، از پاسخ دادن به پرسش‌های «چرا» ـ که معنی «به چه منظور» را استفاده می‌کنند ـ می‌پرهیزد. اما سطح بینابینی از پرسش‌ها، یعنی پرسش‌های «چگونه» و همچنین پرسش‌های «چرا» ـ به معنی «به چه وسیله» ـ نیز وجود دارند. پرسش ساده کودکی را ذکر می‌کنیم: «خورشید در هنگام شب به کجا

می‌رود؟» علم مکانیک نیوتونی می‌تواند در پاسخ بگوید که این نوعی تصور باطل است و در حقیقت، نیروی جاذبه موجب می‌شود که زمین گرداگرد خورشید حرکت کند، به طوری که خورشید در هر وهله فقط نیمی از زمین را روشن می‌کند. وانگهی، توافق کردیم که علم در راه پاسخ دادن به این پرسش که «چرا نیروی جاذبه وجود دارد؟» کوششی به خرج ندهد. اما مسلماً باید این پرسش را مطرح کنیم: «جاذبه به چه وسیله‌ای موجب می‌شود که نیرویی در سرتاسر چنین فاصله‌های عظیمی عمل کند؟» به عبارت دیگر، هر نظریه‌ای باید سازوکاری را پیش نهد، و به توصیفی از پدیده‌ای یا قانون محاسبه‌ای اکتفا نکند.

سازوکار برای گرانش (= جاذبه) چه نوع چیزی است؟ با این سازو کار شاید بتوان توضیح داد که پدید آمدن نیروی جاذبه میان دو شی نتیجه وجود ذراتی است که میانشان مبادله می‌شود یا وجود امواجی که از یکی به دیگری نشر می‌یابد. در واقع، ما در پی آنیم که نظریه گرانش را به نظریه‌ای بنیادین تحویل کنیم. صرفاً گفتن این که جاذبه «روی می‌دهد» از لحاظ علمی چندان رضایت بخش نیست، اما گفتن این جمله که «خدا اراده کرده است که جاذبه وجود داشته باشد» از لحاظ علمی کمتر رضایت بخش است.

در این جا خود را ناگذیر احساس می‌کنم که یکی از رازهای کوچک آزار دهنده علم فیزیک را افشا کنم: هیچ سازوکار کافی و مناسبی که گرانش را توضیح دهد وجود ندارد! هم نظریه گرانش نیوتون و هم نسبیت عام اینشتین که سرانجام جای آن را گرفت مفصلاً آزموده شده‌اند و معلوم گردیده است که این نظریه‌ها، از حیث قابلیتی که برای توضیح دادن و پیش بینی کردن دارند، نظریه‌هایی فوق ممتاز به شمار می‌روند. نیوتون هرگز سازوکاری برای تبیین نیروی گرانشی عرضه نکرد، و صحت سازوکارهای نظریه اینشتین هرگز از لحاظ تجربی به اثبات نرسیده است. با این حال، نظریه نیوتون برای طراحی کردن فضاپیما و ترن هوایی مناسب است، و نظریه اینشتین برای طراحی کردن دستگاه کفایت می‌کند.

نسبیت و GPS

نظام مستقرشوندگی جهانی (Global Positioning System [GPS]) به ما امکان می‌دهد که نقطه فوق العاده دقیق محل استقرارمان را در هر جائی از کره زمین تعیین کنیم. کار GPS مبتنی است بر اندازه گیری زمان مصرف شده برای آن که پیام‌های ارسال شده از چندین ماهواره به این دستگاه برسند، و سپس استفاده از موقعیت ماهواره‌ها برای محاسبه محل گیرنده. بر طبق نظریه نسبیت خاص انیشتین، ساعت‌های اتمی روی ماهواره‌ها کندتر کار می‌کنند تا در روی زمین (حدود 7/2 میلیونیم ثانیه در روز)، زیرا حرکت ماهواره نسبت به حرکت زمین سریع‌تر است. بر طبق نظریه عام اینیشتین، ساعت‌ها تندتر کار می‌کنند (حدود 45/9 میلیونیم ثانیه) زیرا نیروی جاذبه زمین در ماهواره دوردست کمتر است تا برای ما در سطح زمین. این اثرهای دوگانه چیزی را باطل نمی‌کنند و در هنگام پخش پیام‌های زمانی از یک عامل اصلاح استفاده می‌شود. از این رو، هرگاه در پروازهای هواپیما یا در صحرا نوردی ها GPS را به کار می بریم، در حقیقت زندگی خویش را بر موفقیت نظریه‌های انیشتین مبتنی می‌کنیم، حتی اگر صحت ساز و کارشان به اثبات نرسیده باشد.

به این ترتیب، مردم زندگی خود را بر نظریه‌هایی متکی می‌کنند که سازوکارهای توضیحی‌شان به نحو کاملی شناخته و فهمیده نشده‌اند. در واقع، نظریه‌های گرانش چنان بخوبی تثبیت شده‌اند که اگر ناهمخوانی‌ای در مدار ماهواره‌ای جلب توجه کند، آن ناهمخوانی به تغییراتی در جرم کره زمین (یا ماه یا سیاره‌ای) نسبت داده می‌شود نه به عیب و نقصی در نظریه‌ها.

از لحاظ تاریخی، سازوکار آخرین جنبه نظریه‌ای است که باید به ظهور برسد، زیرا وابسته به مفهوم‌های سطح پایین‌تری که حتی بیشتر از خود نظریه توضیح داده و تبیین نمی‌شوند. شیمی جدید طی ده‌ها سال پژوهش پیش از آن که مکانیک کوانتمی بتواند سازوکاری فراهم آورد ظهور کرد. مکسول بر این عقیده بود که نظریه برق مغناطیسی را باید به منزله امواجی در اثیر همه جا گستر توضیح داد. سازوکار اثیر مدت‌هاست که مرده و از بین رفته و جای خود را به مفهوم فوتونی داده است که ده‌ها سال بعد ماکس پلانک (1858 ـ 1947) و آلبرت اینشتین مطرح کردند، اما معادله‌های مکسول زنده و برقرارند.

خود نیوتون، چنان که در قطعه معروفی از کتاب پرینکیپیا نشان داده است، از ناتوانی خود در فراهم آوردن سازوکاری برای نیروی جاذبه فوق العاده در رنج بود:

تا اینجا ما پدیده‌های آسمان‌ها و پدیده‌های مربوط به دریا را با نیروی جاذبه توضیح داده‌ایم اما علت این نیرو را تعیین نکرده ایم... ولی تاکنون نتوانسته‌ام علت آن خواص جاذبه را از طریق پدیده‌ها کشف کنم، و فرضیه‌هایی هم نپرداختم؛ زیرا هر آنچه را از پدیدها استنتاج نشود باید فرضیه‌ها نامید؛ چه متافیزیکی چه فیزیکی، خواه دارای کیفیت‌های مرموز و خواه مکانیکی، هیچ جایی در فلسفه تجربی [یعنی علم] ندارد.... و برای ما همین بس که نیروی جاذبه واقعاً وجود دارد و بر طبق قوانینی عمل می‌کند که توضیح داده‌ایم، و برای تبیین همه حرکت‌ها اجرام آسمانی و دریاها کاملاً کافی است.

شاید نیوتون امیدوار بود که سرانجام سازوکاری یافت شود. در عین حال می‌گوید که از نظریه کوتاه و منسجمی که حرکت را با دقت پیش بینی می‌کند و توضیح می‌دهد باید خرسند باشیم.

مسئله‌ای که در مقابل نیوتون قرار داشت این بود: نظریه او بر بنیاد این دعوی استوار بود که هر دو جسم موجود در جهان هستی یکدیگر را با نیرویی جذب می‌کند که با فرمولی ساده نشان داده شده است. در مورد فاصله میان اجسام هیچ محدودیتی وجود ندارد و فرض بر این است که نیرو بی درنگ انتقال می‌یابد. به نظر می‌رسد که «عمل کردن در فاصله‌ای اندک» با جادو و خرافه وجه اشتراک بیشتری داشته باشد تا با علم. رنه دکارت (1596 ـ 1650) و پیروانش با علم مکانیک نیوتونی بشدت مخالف بودند و نظریه‌های دیگری عرضه کردند بر مبنای ملا یا محیطی که نیروی گرانشی را میان دو جسم انتقال می‌داد. مجادله از آن رو فرو نشست که دکارتی‌ها نتوانستند شاهدی برای اثبات وجود آن ملا عرضه کنند، و هواداران و پیروان نیوتون در توضیح و پیش بینی پدیده‌ها با استفاده از نظریه گرانش فوق العاده موفق بودند.

این واقعیت که نظریه گرانش نیوتون وسیله کاملاً کافی و مناسبی برای پیش بینی و توضیح است نشان می‌دهد که ما نظریه‌ای را صرفا به این دلیل که سازو کاری ندارد بی تأمل رد نمی‌کنیم. نظریه نسبیت عام اینشتین از این حیث که سازوکاری برای گرانش فراهم می‌آورد نظریه نسبتا بهتری است: گرانش ناشی از تغییر شکل فضاست، و این نظریه پیش بینی می‌کند که میدان‌های جاذبه‌ای وجود دارند که نیرو را با سرعت نور انتقال می‌دهند. این میدان‌ها موجب پدید آمدن امواج برق مغناطیسی و فوتون‌هایی که از میدان‌های برق مغناطیسی ناشی می‌شوند. با این حال، از آن جا که نیروی جاذبه فوق العاده ضعیف است، دست یافتن به شواهد تجربی برای اثبات وجود امواج گرانشی و گراویتون‌ها بسیار دشوار است؛ فقط برخی از اجرام نجومی مانند اخترنماها و ستارگان دوتایی امواج گرانشی را با

قوت و شدتی کافی گسیل می‌کنند که قابل اندازه گیری‌اند. در زمان کنونی، ارائه شواهد امری است بحث انگیز، و از این رو باید زندگی مان را در عذاب تن در دادن به خطر نظریه‌ای بگذرانیم که سازوکارش کاملاً فهمیده نمی‌شود.

تکامل یک نظریه است

اکنون تکامل را ارزیابی کنیم تا ببینیم که آیا آن هم «فقط یک نظریه» است یا نه. نخست، درباره نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی به گزاره‌ای نیاز داریم. اصول بنیادین آن نظریه بدین قرارند:

- تغییر قابل وراثت در سازواره (ارگانیسم)ها وجود دارد.
- میزان زاد و ولد سازواره‌ها بیش از اندازه‌ای است که محیط بتواند امکان زیستن را برایش فراهم آورد. اگر تغییری به نحوی مثبت یا منفی بر توفیق‌های مرتبط با زاد و ولد در محیط تاثیر بگذارد، نسبت جمعیتی که از این تغییر نصیب می‌برد بترتیب افزایش یا کاهش خواهد یافت.
- تغییر ممکن است چندان زیاد شود که گونه‌های تازه بتوانند پدید آیند. (گفته می‌شود که افرادی که با یکدیگر جفت گیری میکنند به گونه واحدی تعلق دارند؛ افراد موجود در جمعیتی هرگاه دیگر نتوانند با هم جفت گیری کنند متعلق به نوع‌های مختلف به شمار آورده می‌شوند.)

همه آنچه این نظریه می‌گوید همین است.

هر کسی می‌تواند ببیند که تغییر و تنوع وجود دارد (اگر شک دارید، می‌توانید به برنامه مربوط به نمایش سگ‌ها نگاه کنید) و تغییر و تنوع به ارث بردنی است (اگر شک دارید می‌توانید از پرورش دهنده سگ بپرسید) و اگر کار را با یک سگ شروع کنید و جمعیت در هر نسل دو برابر شود، در 33 نسل ـ یعنی کمتر از یک قرن ـ تعداد سگ‌های جهان بیشتر از تعداد انسان‌ها خواهد بود، و اگر حدود 260 نسل ـ یعنی 500 سال ـ تعداد سگ‌ها بیشتر از تعداد ذرات بنیادی در جهان خواهد بود. نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی مبتنی بر این دعوی است که چون جمعیت‌های یک سازواره (ارگانیسم) لزوماً در اثر گرسنگی، بیماری، یا طعمه خواری جانورن محدود می‌شوند، پس هر گونه تغییری که در توفیق مرتبط با زاد و ولد تاثیر گذارد ضرورتا تناسب نسبی سازواره‌های بهره مند از آن تغییر را دگرگون خواهد کرد و در نهایت به گونه زایی خواهد انجامید.

نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی، بی گمان، کوتاه است و فقط از چند اصل تشکیل می‌شود. بعلاوه، نظریه‌ای است منسجم که با استفاده از مجموعه مرتبطی از مفاهیم (وراثت، تغییرپذیری، و توفیق مرتبط با زاد و ولد) بیان می‌گردد، و پیوسته برهمگی موجودات زنده (گیاهان، جانوران، باکتریها، و قارچ ها) صدق می‌کند.

هر نظریه‌ای نه تنها باید کوتاه و منسجم باشد، بلکه باید پدیده‌های طبیعی را به نحوی صحیح و دقیق توضیح دهد و پیش بینی کند. بگذارید کارمان را با بررسی قدرت توضیحی تکامل آغاز کنیم. چارلز داروین تکامل را به منزله نظریه دلخواهانه‌ای مطرح نمود که از نیروی خیال وی تراوش کرده و سپس ساخته و پرداخته شده باشد تا معلوم گردد که آیا می‌تواند چیزی را توضیح دهد یا نه. از لحاظ تاریخی، نظریه‌ها معمولا به این علت پدید می‌آیند که دانشمندی در پی‌توضیحی کوتاه، منسجم، دقیق، و صحیح برای مجموعه

پیچیده‌ای از مشاهدات بر می‌آید. خواننده رابه کتاب درباره اصل انواع به وسیله انتخاب طبیعی داروین ارجاع می‌دهیم تا به انبوه عظیم مشاهداتی پی‌ببرد که داروین گرد آورده و برای توجیه و تبیین نظریه‌اش از آن استفاده کرده بود.

داروین، همانند بسیاری از کسان دیگر، در اثر مشاهده گوناگونی زندگی و سازش موجودات زنده با محیط حیرت زده شده بود. او کوشید تا از نحوه توزیع جغرافیایی گونه ها، روابط میان گونه‌های مختلف در نواحی مجاور، و تعداد وسیع گونه‌های سنگواره، بویژه گونه‌های ناشناخته‌ای که در امریکای جنوبی کشف کرده بود، سر در آورد.

مهم‌ترین مسئله‌ای که لازم بود توضیح داده شود سازش هر موجود زنده با محیط خود بود. این مسئله به معنی آن است که ساختار و کارکرد هر سازواره‌ای درست همان چیزی است که برای بقای موفقیت آمیز مورد نیاز است. مثال پیش پا افتاده عبارت است از گردن دراز زرافه باری تغذیه کردن از نباتاتی که در نقاط مرتفع زمین می‌رویند. زرافه‌ها با محیط موجود در بخش‌های شرقی و جنوبی افریقا، که این نباتات در آن جا یافت می‌شوند، سازش کرده‌اند و با دشت‌های بی علف (توندرای) بخش شمالی کانادا، که البته این رستنی‌ها در آن جا یافت نمی‌شوند، سازش نکرده‌اند. عقاید رایج درباره تکامل در آن زمان این بود که زرافه‌های اولیه برای تغذیه از چنین رستنی‌هایی گردن هایشان را دراز می‌کردند و همین گردن‌های دراز شده به اختلافشان انتقال یافته بود. نبوغ داروین برای آن که مفهوم «سازش» را تبیین کند اصلی به نام انتخاب طبیعی را تنظیم و تنسیق کرد. تکامل هیچ ربطی به اعمال یا خواست‌های افراد معین و مشخصی ندارد، بلکه معمول امری است که در مورد تمامی جمعیت‌ها روی می‌دهد. در درون هر جمعیتی، آن جانورانی که گردن‌های درازتر داشتند و سرانجام فرزندانشان به صورت نوعی زرافه در آمدند.

نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی در تبیین و توضیح جنبه‌هایی از ساختار موجودات زنده، از جمله گیاهان و جانوران منقرض شده، فوق العاده موفقیت آمیز از کار در آمده است. در حقیقت، این نظریه را می‌توان مهم‌ترین اصل وحدت بخش در علم زیست شناسی دانست. تکامل توضیح دهنده یافته‌های نابهنجار است، از قبیل این که چرا نهنگ ها، به جای گرفتن اکسیژن از آب، هوا را تنفس می‌کنند: نیاکانشان پستاندارانی خشکی زی بودند که برای زیستن در آب سازگار شدند، اگر چه به تنفس کردن هوا نیز همچنان ادامه دادند. می‌توان نظری دقیق در زمینه نوع بالش ـ شرحی درباره روابط تکاملی میان همه گونه‌ها ـ ساخته و پرداخته کرد، هر چند همه زیست شناسان در جزئیات آن با یکدیگر توافق ندارند زیرا بخش‌های مختلف شواهد موید نتیجه گیری‌های مختلف‌اند. مثلا معلوم نیست که آیا پرندگان و پستانداران نیای مشترکی داشتند که آن‌ها نیز به نوبه خود با تمساح‌ها دارای نیائی مشترک بودند، یا معلوم نیست که آیا پستانداران منشعب گردیدند و آنگاه فقط پرندگان و تمساح‌ها از نیای مشترکی زاده شدند. تکاملی حوزه تحقیق پویایی این که «تکامل در اثر انتخاب طبیعی» مسبب تنوع زندگانی و سازش موجودات زنده با محیط است ـ مورد تردید نیست.

اما درباره پیش بینی چه باید گفت؟ آیا با نظریه تکامل می‌توان پدیده‌هایی را که از لحاظ تجربی اثبات پذیرند به نحو صحیح و دقیق پیش بینی کرد؟ گاهی اوقات این کار عملا امکان پذیر است و تغییر و سازش ویروس‌ها و باکتری‌ها چنان سریع است که تکامل را می‌توان در آزمایشگاه مشاهده کرد. نظریه تکامل پیش بینی می‌کند که اگر عاملی بخش اعظم اجزاء سازواره‌ای بیماری زا ـ اما به همه آن ـ را از بین ببرد، آن‌هایی که باقی می‌مانند دقیقا همان انواعی از سازواره‌اند که زمان طولانی‌تری خواهند زیست و به همین سبب به احتمال بیشتر در محیط ناسازگار نیز به زاد و ولد ادامه خواهند داد. این تکامل سریع مبین آن است که چرا به وجود آوردن واکسنی بر

ضد ناخوشی‌های ساده‌ای چون سرماخوردگی معمولی و بیماری‌های تهدید کننده‌ای چون ایدز، اگر ناممکن نباشد، فوق العاده دشوار است. در زمانی که واکسنی بر ضد ناخوشی‌های ساده‌ای چون سرماخوردگی معمولی و بیماری‌های تهدید کننده‌ای چون ایدز، اگر ناممکن نباشد، فوق العاده دشوار است. در زمانی که واکسنی بر ضد یک نوع ویروس به وجود می‌آید، آن ویروس به نوع دیگری تحول یافته است. سایر مسائل جدی مربوط به بهداشت همگانی در نتیجه تکامل سازواره‌هایی پدید آمده‌اند که مسبب بیماری‌هایی چون مالاریا و سل به شمار می‌روند، بیماری‌هایی که زمانی به آسانی قابل علاج بودند اما اکنون درمانشان به این سبب دشوار است که بیماری زاهای جهش یافته در برابر داروهای موجود مقاوم شده‌اند.

باری، تکامل، به طور کلی، علمی است تاریخی که بازپس گویی در آن بسیار مهم‌تر از پیش بینی است. اکنون انبوه فوق العاده عظیمی از پدیده‌هایی وجود دارند که تکامل می‌تواند آن‌ها را پیش بینی کند و ما باز گویی می‌کنیم که هر گونه کشف تازه‌ای با توضیحات رایج همساز خواهد بود.

برخلاف عقیده همگانی (از جمله عقیده داروین!)، بهترین راه برای ابطال نظریه تکامل مطرح کردن این دعوی نیست که خصوصیتی از یک شی زنده، به سبب پیچیده بودن بیش از حد آن، قابل تکامل یافتن نبوده است. حتی اگر شواهدی کافی برای توصیف جزییات تکامل آن خصوصیت نداشته باشیم، باز همواره می‌توانیم به انتظار بنشنیم تا شواهد بیشتری به دست آیند ـ خواه از سنگواره‌ای یا از طریق درک و شناخت بهتر یک موجود زنده فعلی. این گفته که «نمی فمم چونه ممکن است X تکامل یافته باشد» صرفا به معنی آن است که شما نمی‌توانید چگونگی تکامل یافتن X را دریابید، و نه به این معنی که X قابل تکامل یافتن نبوده است. در عوض، برای ابطال نظریه تکامل، باید سازواره‌ای کشف کنید که باتمام مجموعه زیست شناسی تکاملی کاملاً ناهمساز باشد.

برای مثال، فرض کنید که جانوری یافته باشید با لاک سنگ پشت، دندان‌های تمساح، پرها قدرت پرواز پرنده، که بچه‌های زنده می‌زاید و آن‌ها را پستان شیر می‌دهد. تکامل پیش بینی می‌کند که در چارچوب نوع بالی که زندگی را به صورتی که در کره زمین وجود دارد یا داشته است توضیح می‌دهد چنین مخلوقی ممکن نیست وجود داشته باشد. (البته، اگر سیر جریان تکامل دیگری می‌بود شاید چنین مخلقی وجود می‌داشت.) نظریه پردازای تکاملی شاید توضیحی می‌یافتند، یا شاید نظریه را طوری طرح و تعدیل می‌کردند که می‌توانست وجود این جانور را توضیح دهد، اما در عین حال، شما هم می‌توانستید به نحوی موجه ادعا کنید که نظریه تکامل را ابطال کرده اید.

آیا آفرینش گرایی و طراحی هوشمندانه نظریه اند؟

نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی همواره ناگزیر بوده است که با اعتراض‌های وارد از جانب اشخاصی مقابله کند که آن نظریه را متضاد با آموزه دینی آفرینش خاص، می‌دانند؛ چنین آموزه‌ای بر بنیاد این عقیده قرار دارد که خدا هر نوعی از انواع موجودات را به صورت منفرد آفریده است. منشور حقوق، که ضمیمه قانون اساسی امریکاست، منع کرده است که دین را دولت بنا کند، و می‌توان تعبیر کرد که تدریس دی در مدرسه‌های دولتی ممنوع است. در کوششی که برای رواج دادن تدریس آفرینش خاص در مدرسه‌های دولتی صورت می‌گیرد، این آموزه، موسوم به آفرینش گرایی، و به بیان جدیدتر طراحی هوشمندانه، مبتنی بر این عقیده است که هستی موجودات

زنده پیچیده روی زمین را فقط بر حسب هستی موجود هوشمندی که آن‌ها را طرح ریزی کرده است می‌توان تبیین کرد. استنتاج آفریننده از وجود پیچیدگی را برهان اتقان صنع نامند و، به منظور توجیه باورهای دینی، این برهان قرن‌ها به کار برده شده است. مشهورترین شرح برهان اتقان صنع را ویلیام پیلی (1743 ـ 1805) در سال 1802 عرضه کرد. او وجود آفرینندهای برای جهان را از این راه استنتاج کرد که از پیچیدگی یک دستگاه ساعت می‌توان وجود طراح ساعت را نتیجه گرفت.

اکنون اجازه دهید که «طراحی هوشمندانه» (= ID) را در درون چاچوب تعریفی که از نظریه‌ای علمی داریم تجزیه و تحلیل کنیم. طراحی هوشمندانه مسلماً کوتاه و خلاصه است، و فقط از این گفته تشکیل می‌شود که سازواره‌های زنده طراحی شده‌اند. درباره ID به عنوان آموزه‌ای منسجم سخن گفتن شاید معنای چندانی نداشته باشد، زیرا مفهوم‌های به هم پیوسته‌ای وجود ندارند و، بعلاوه، کاملاً وابسته به مواردی خاص است. اگر بپرسید که چرا زرافه گردنی دراز دارد، پاسخ این است که گردن او به این نحو طراحی شده است. ID اصولاً مظهر نارسایی کامل نیروی تخیل است؛ زیرا این که شما در نمی‌یابید که چیزی چگونه می‌تواند تحول یافته باشد، به معنی آن نیست که چیزی تحول نیافته است.

صورت روزآمدی از نمونه طراحی پیلی را در نظر گیرید: بازیچه مورد علاقه ام، «دستیار رقمی شخصی» که در دست جای می‌گیرد. اگر ببینید که یکی از این دستگاه‌ها در خیابان قرار گرفته است، مسلماً از پیچیدگی آن و از سازش پذیری ظریفش شگفت زده خواهید شد، و وجود شخص طراحی را نتیجه خواهید گرفت. هر چند کاملاً درست است که مهندسی در [محلی به نام] سیلیکون ولی این نمونه خاص را طراحی کرده و کارگر در چین اجزاء شیء معینی را که من در اختیار دارم گرد هم آورده است، اما من با استفاده از معلوماتم در زمینه فناوری کامپیوتر می‌توانم چگونگی پدید آمدن طرح را توضیح دهم.

اگر بنا بود که از مفهوم‌های ID استفاده کنم، وجود یک شخص طراح را نتیجه می‌گرفتم و از سازش پذیری کامل پرده «نمایشگر بلورمایع»، پرده تماسی، نرم افزاری تشخیص دست نوشته، میانجی تصویری کاربر، و سیستم عاملی که قابلیت ثبت زمان و ایجاد ارتباط با کامپیوترهای دیگر را دارد شگفت زده می‌شدم. بی تردید، اگر هر یک از اجزاء این «دستگاه ها» وجود نمی‌داشت، کل PDC غیر قابل استفاده می‌شد؛ مثلا، تشخیص دست نوشته بدون وجود یک «پرده تماسی» کاملاً بی فایده خواهد بود. اما، باز هم بی تردید، من می‌دانم که هر یک از این دستگاه‌های جزئی بنا بر دلایل کاملاً متفاوتی ساخته و پرداخته شده است. پیدایش پرده‌های تماسی در محیط‌ها صنعتی و نظامی‌ای به کار برده می‌شدند که صفحه کلید معمولی در آن‌ها سالم باقی نمی‌ماند؛ تشخیص درست نوشته برای خواندن چک‌ها و گردآوری اطلاعات از اسناد و مدارک سودمند است؛ «میانجی‌های تصویری کاربر» به این منظور شکل گرفتند که نرم افزار کامپیوتری را به صورت کاربرپسندتری در آوردند؛ و علت پیدایش «سیستم عامل» این بود که استفاده از کامپیوترها ی بزرگ به کارایی و بازدهی بالا نیاز داشت. از سازش پذیری بسیار عالی و چشمگیر PDC نمی‌توان برای پی‌بردن به ده‌ها سال تکامل زیستی را به نحو کامل بازسازی کنیم، به معنی آن نیست که وجود سازواره‌ای باشکوه ایجاب می‌کند که آن سازواره صرفا و اختصاصا آفریده شده باشد.

نیازی به گفتن نیست که هیچ محتوای صوری یا ریاضی در مورد ID وجود ندارد ـ «نظریه »ای که هر چیزی را توضیح می‌دهد، هیچ چیز را پیش بینی نمی‌کند. با ID نمی‌توان توضیح داد که چرا میلیون‌ها گونه موجود زنده آفریده شدند و سپس منقرض گردیدند.

حتی از این مهم تر، با ID نمی‌توانیم «خطاها»ی موجود در طراحی سازواره‌های زنده‌ای چون خودمان را توضیح دهیم. چشم نمونه ساده و متعارف اندامی است که گمان می‌رود به قدری پیچیده است که می‌بایست طراحی شده باشد، اما چشم‌های ما نقصی جدی از حیث طراحی دارند زیرا رگ‌ها و عصب‌ها به جای آن که در پشت شبکیه قرار گرفته باشند در سطح آن جای دارند. چشم پزشکان برای درمان اختلالی در بینایی که از این نقص ناشی می‌شود مقدار زیادی وقت صرف می‌کنند. اگر یک دروبین ویدئویی بخرید که چنین عیبی داشته باشد، برای پس دادنش به فروشگان لحظه‌ای درنگ نخواهید کرد. حالا چنان است که گویی طراح از شیوه بهتری بی خبر بوده باشد: سرپاییان (ماهی‌های مرکب و اختاپوس ها) چشم‌هایی دارند که «بدرستی طراحی شده‌اند.»

این هم نمونه‌ای دیگر. بحث مفصلی درباره کتاب اصل انواع داروین مطرح شده است که وی در آن می‌پرسد که چرا دوزیستانی (قورباقه‌ها و وزغ هایی) وجود ندارند که بومی جزیره‌های مربوط به اقیانوس‌ها باشند، اگرچه این جانوران هنگامی رشد و توسعه یافتند که آدمیان به معرفی شان پرداختند. پاسخ او بر پایه آزمایش‌هایی قرار داشت که نشان می‌داد که هم قورباغه‌های بالغ و هم شکل‌های جنینی آن‌ها (یعنی تخم‌ها کفچه لیزک ها) در اثر برخورد با آب شور کشته می‌شوند. بنابر این، از آن جا که قورباغه در پهنه‌های آب شیرین در قاره‌ای رشد و تکامل می‌یافتند، سازوکارهایی که داروین در مورد مهاجرت گونه‌های موجودات به جزیره‌ها مطرح می‌کرد (روان روی کنده‌های شناور یا متصل به پاهای پرندگان اقیانوسی) در این مورد اثر بخش و کارآمد نبودند.

ID چه سهمی می‌تواند در این پرسش علمی داشته باشد؟ دقیقا هیچ. هر آنچه می‌تواند بیان کند این است که خواست طراح این بوده است که قورباغه‌ها را در جزایر آزور جای ندهد. این گفته ممکن است درست باشد یا درست نباشد، اما مسلماً هیچ محتوای علمی ندارد. نمی‌توانید از طریق ID به پیش بینی‌های سودمند دست یابید، زیرا درخصوص طراح هیچ حدود و ثغوری وجود ندارد. پس، اگر عملا جانوری بیابیم که لاک سنگ پشتی، دندان‌های تمساح، و از این قبیل داشته باشد، نباید تعجبی برانگیزد، چون طراح صرفا تصمیم گرفته است که چنین مخلوقی بیافریند.

و نکته آخر این که هرگاه شرح مفصلی درباره جزئیات نحوه کار طراح درست نباشد، هیچ سازوکاری هم وجود ندارد.

آیا تکامل نوعی دین است ؟

آفرینش گرایان باطنا متوجهند که آنان حامی دین‌اند.ف نه علم، زیرا همین امر را به تکامل نسبت می‌دهند:

بدین ترتیب، تکامل مطمئنا نوعی دین است ـ در هر مفهومی از کلمه، تکامل نوعی جهان بینی است، فلسفه‌ای است درباره زندگی و معنی، کوششی است برای تبیین خاستگاه و سیر تحول هر چیز، از عناصر کهکشان‌ها گرفته تا مردم، بی آن که به آفریننده‌ای قادر مطلق، شخصی، و متعالی داشته باشد. اما تکامل فقط ادعا می‌کند که نظریه‌ای است که توضیح می‌دهد که چگونه شکل‌های سازواره‌های زنده گذر زمان تغییر می‌پذیرند؛ در این نظریه، کوتاهی و انسجام درونی سازواره‌های زنده درد گذر زمان تغییر می‌پذیرند؛ در این نظریه، کوتاهی و انسجام درونی محفوظ مانده است و شواهدی هم تاییدش می‌کنند. نظریه تکامل به هیچ وجه دین نیست، و اکثر زیست شناسان دستخوش شگفتی می‌شوند هرگاه در می‌یابند که دارند از نظریه‌ای استفاده می‌کنند که در واقع جهان نگری‌ای است که «خاستگاه و سیر تحول هر چیز» را توضیح می‌دهد.

آفرینش گرایان واژه تکامل را از نظر نظریه خاصی در زمینه زیست شناسی تا واژه جامعی که خاستگاه هر چیز را در بر می‌گیرد استنتاج می‌کنند:

اگر تکامل حقیقت داشته باشد، در طول دوران‌ها ذره‌های آغازین به مولکول‌ها و کهکشان‌ها تکامل یافته‌اند، مواد شیمیایی غیر آلی به یاخته‌های زنده تحول پیدا کرده‌اند، و تکیاخته‌های ابتدایی به صورت انسان‌ها درآمده‌اند، پس، باید اصل بزرگی در مورد افزایش یافتن سازمان و پیچیدگی وجود داشته باشد که در طبیعت به وظیفه‌اش عمل می‌کند.

مستقل از درست یا نادرست بودن این نظریه که تکیاخته‌های ابتدایی به صورت انسان‌ها در آمده‌اند، نظریه مه مورد خاستگاه «مولکول‌ها و کهکشان ها» ممکن است درست یا نادرست باشد. در واقع، شواهدی موید نظریه تکامل در مقایسه با شواهدی که نظریه مهبانگ را تایید می‌کنند بسیار وسیع‌تر و متقاعد کننده ترند.

و سرانجام، مقام غیر علمی آفرینش گرایی را مجموعه واژگانی که در آن به کار برده می‌شود آشکار است:

در هر صورت، اگر از اصطلاح «آفرینش گرایی» استفاده می‌شود، پس بر همین قیاس باید از اصطلاح «تکامل گرایی» نیز استفاده کرد.

دانشمندان عموما خود را پیرو و متخصص نظریه‌هایی که بررسی می‌کنند نمی‌خوانند بلکه خود را به مبحث یا موضوع بررسی منسوب می‌کنند. از این رو، ما فیزیک دانان و شیمی دانانی داریم و نه کسانی از قبیل «جاذبه گرایان»، «برق مغناطیس گرایان»، و «مکانیک گرایان کوانتمی».

هر نظریه علمی آغازی برای پژوهش است: علاقه مندیم که پدیده‌ها را بیش از پیش توضیح دهیم، برای پرداختن به پیش بینی‌هایی که تاییدپذیر یا ابطال پذیرند به پژوهش درشاخه‌های مختلف نظریه بپردازیم، و در زمینه سازوکارهای بنیادین عمیق‌تر کند و کاو کنیم. نظریه علمی ماهیتی پویا دارد و، هرگاه شواهدی تجربی بیشتری به دست آیند و نظریه‌های دیگری بتوانند سازوکاری برای آن نظریه فراهم آورند، در معرض مباحثه و اصلاح قرار می‌گیرد. نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی «فقط یک نظریه » نیست؛ واقعا نظریه‌ای است و، بر طبق معنی علمی این واژه، نظریه‌ای است موفق. آموزه «طراحی هوشمندانه» نوعی بن بست است؛ شایسته نیست که نام نظریه بر آن نهاده شود.

کلمه هایی که دانشمندان به کار نمی برند:

امر واقع :

اصطلاح امر واقع معمولا برای اشاره به مشاهده یا توضیحی که مطلقا درست باشد اختصاص می یابد . اما هیچ دانشمندی ادعا نمی کند که چیزی مطلقا درست است. آنان، حداکثر ، مدعی اند که انبوه گواهی ها یا شواهد بر صحت مشاهده یا توضیح دلالت دارد حتی گزاره ی ساده ای مبتنی بر مشاهده نظیر « توپی که پرتاپ کردم به زمین برخورد نمود» به طور مطلق درست نیست ، زیرا کسی نمی تواند مطمئن باشد که چنین مشاهده ای نتیجه نوعی وهم و پندار نسیت.

مشاهده ای علمی زمانی به امری واقعی تبدیل می شود که دیگر هیچ دلیلی برای تردید کردن در آن وجود نداشته باشد از این رو ، گزارش مشاهده و پذیرفته شدن آن از جانب جامعه علمی بخشی از آن چیزی است که مشاهده را به صورت امری واقعی در می آورد .

پذیرفته شدن تجزیه و تحلیل گزارش مربوط به شرایط آزمایشی یا مشاهده ای است ؛ تایید نهایی را مشاهده گران مستقل که غالبا از فنون گوناگون استفاده می کنند بر عهده دارند.

قانون و اثبات:

در علم هر قانونی عبارت است از توصیف فشرده قانون مندی یا انتظامی که معمولا از راه تعمیم دادن مجموعه ای از مشاهدات به دست می آید. قانون گرانش صرفا قانونی است که توصیف می کند چگونه اندازه به مسیر حرکت نیروها در دو جسم با جرم های آنها و با فاصله های میان آنها ارتباط دارندو قانئن اجسام را مجبور می سازد که به نحو معینی رفتار کنند و نیز به اجسام نمی گوید که چگونه باید رفتار کنند ، و آنها مسلما نمی توانند « سر باز زنند».

دانشمندان هرگاه کلمه « اثبات » را به کار می برند ـ که به ندرت چنین اتفاقی می افتد ـ درباره یکی از این دو چیز سخن می گویند : برهانی مطلقا ریاضی یا منطقی مبنی بر اینکه نظریه ای معین بر پدیده ای معین دلالت دارد، یا انبوه شواهد تایید کننده ای که پذیزفتن نظریه ای را توجیه می کند. کلمه اثبات کلمه مناسبی نیست که در عرصه علم به کار برده شود زیرا یقین یا قطعیت مفهوم ریاضی اثبات را به ذهن القاء می کند که با مفهوم علمی شواهدی که نظریه ای را تاییدمی کند فرق فاحش دارد.

این امر اگر نادرست باشد علم است:

مرزگذاری :

نخستین نقشی که ابطال در فهم ماهیت علم ایفا می کند ، مرزگذاری میان علم و غیر علم است. چگونه باید تشخیص دهیم که فعالیتی علمی شمرده می شود یا نه؟ بر طبق نظر کارل پوپر ، نظریه ای فقط در صورتی علمی است که گزاره هایش ابطال پذیر باشند، یعنی ـ دست کم در اصل ـ برخی از مشاهدات یا آزمایش ها ما را به رد کردن نظریه هدایت کنند. ابطال پذیری ویژیگی نظریه ای است که مستقل از صحت و صدق آن نظریه است ؛ وانگهی ، نظریه ای می تواند ابطال پذیر باشد حتی اگر آزمایش ابطال کننده ای امکان پذیر نباشد.اگر نظریه ای ابطال پذیر نباشد و به همین سبب علمی نباشد ، منظور این نیست که آن نظریه پیش پا افتاده است یا سودمند نیست .

درجات ابطال پذیری:

اصل ابطال پذیری پوپر از این شرط لازم ساده که نظریه علمی ابطال پذیر است فراتر می رود ، بنابر دعوی او درباره نظریه ها باید بر طبق درجه ابطال پذیرشان قضاوت کرد:

نظریه Aدرصورتی ابطال پذیر تر از نظریه B است که پیش بینی های A دقیق تر از B باشند و بنابراین فرصت های بیشتری برای ابطال فراهم می آورند.

آیا علم جهان شمول است؟

عقیده ای که بیشتر دانشمندان این است که جهان وجود دارد ، قابل بررسی علمی است و خود علم جهان شمول است یعنی برای همه ساکنان زمین صرف نظر از جنسیت ، قومیت ، یا فرهنگ به طور مساوی قابل دسترسی است. به نفع علم است که برای با استعداد ترین مردم فرصتی فراهم بیاورند که علم بیاموزند و تحقیق علمی انجام دهند.

INTERNATIONAL FOUNDATION OF THEORIES AND DOCTRINES

آیزاک نیوتن: از نابغه پرهیزکار تا مدیر تندخو

آیزاک نیوتون (1642 ـ 1727) شاید مثل هر دانشمند مشهوری به آدم ساده بی دست و پایی شباهت داشت و سی و چند سال از عمرش را در دفتر کارش ـ که آزمایشگاه و محل اقامتش هم بود ـ در کالج ترینیتی وابسته به دانشگاه کیمریج گذرانید. هرگز ازدواج نکرد و شاید همه عمرش بی همسر بوده باشد. موقعیت شغلی وی در کمبریج و ارثیه‌ای که از مادرش به او رسید نیازمندی‌های مالی او را تامین می‌کرد. نیوتون عمیقا مذهبی بود و درباره تاریخ مسیحیت و الاهیات مسیحی بیش هر موضوع دیگری مطلب نوشته است.

پدر نیوتون پیش از تولد او در گذشت؛ وی در هنگام تولد به قدری کوچک و ضعیف بود که کسی انتظار زنده ماندنش را نداشت. مادرش اندک زمانی بعد دوباره ازدواج کرد، اما آیزایک خردسال هرگز با ناپدریش تفاهم نداشت. خانواده می‌توانست از عهده تامین وسایل تعلیم و تربیتش برآید، و از این رو نیوتون در خانه شخص داروخانه داری در نزدیکی مدرسه به صورت شبانه روزی پذیرفته شد ـ شاید به منظور رهایی یافتن از محیط زندگی خانوادگی خودش، زیرا مدرسه تا خانه مادرش فاصله چندانی نداشت. هرچند نیوتون شاگرد مدرسه‌ای نبود که آینده امیدبخشی برایش پیش بینی شود، ولی می‌توانیم سرچشمه‌های علاقه‌اش به علم را شناسایی کنیم. او الگوها و ابزارهایی می‌ساخت و ساعت‌ها با صاحب خانه‌اش صرف می‌کرد تا طرز تهیه داروها را فراگیرد؛ در روزگارانی که هنوز قرص‌های محصول کارخانه وجود نداشتند، داروسازان ناگذیر بودند که مواد دارویی را با دست به هم بیامیزند. نیوتون علاقه‌ای ژرف به علوم شیمی و کیمیا در خود یافت، اگرچه دستاوردهای موفقیت آمیز علمی او در علوم فیزیک در ریاضیات بودند.

نیوتون از 1661 تا 1668 در کالج ترینیتی در کیمبریج به تحصیل اشتغال داشت، و در 1669 در 27 سالگی به استادی کرسی اوکاسی ریاضیات منصوب شد. استاد مشاورش وی را در مطالعاتش در زمینه هنر و ادبیات کلاسیک [رومی ـ یونانی] هدایت می‌کرد، اما آیزاک ناگزیر بود که ریاضیات و فیزیک را نزد خود بیاموزد. مهم‌ترین کار نیوتون در سال 1666، که به سال معجزه» ی وی شهرت دارد، به اجرا در آمد. دانشگاه کیمریج به علت شیوع طاعون موقتا تعطیل شد و نیوتون برای اقامت به خانه بازگشت. روشن نگری‌های او در مورد حرکت و گرانش، که علم مکانیک نیوتونی را تشکیل می‌دهند، و نیز بسیاری از محاسبه‌های مفصلی که شواهدی به نفع این نظریه‌ها فراهم می‌آورند، از این دوره آغاز می‌شوند. احتمال می‌رود که داستان مربوط به سیب حقیقت داشته باشد. شاید درست همان موقعی که نیوتون به ماه نزدیک افق نگاه می‌کرد، سیبی در دیدرس او سقوط کرده باشد. او استنباط کرد که در هنگام سقوط سیب در حقیقت ماه در حال سقوط کردن است، اما حرکت افقی‌اش چنان زیاد بود که ماه هرگز به زمین نمی‌رسید.

هرچند نیوتون جوان مهم‌ترین مسائل مربوط به علم فیزیک روزگار خود را حل کرده و روش‌ها و ابزارهای فیزیک ریاضی را به وجود آورده بود، اما اثر علمی معروفش، پرینکیپیا، را تا بیست سال بعد منتشر نکرد. این تاخیر تا حدی به او امکان داد که پیامدهای مفصل نظریه را با دقت بررسی کند و تا حدی موجب شد که از افشای شتاب زده نتیجه گیری هایش و گذاشتن آن‌ها در اختیار رقیبانش بپرهیزد. نیوتون با کینه ورزی‌های تلخی از جانب رابرت هوک (1635 ـ 1707) و گوتفریت ویلهلم لایب نیتس (1646 ـ 1716) بر سر تقدم علمی مواجه بود. این گفته مکرر ذکر شده او که «با ایستادن بر شانه‌های غول‌ها توانسته ام افق‌های دورتر را ببینم»، شاید همان معانیی را که می‌پنداریم نداشته باشد، یعنی نه نشانه‌ای از فروتنی و اذعان به دین فکری‌اش به گالیله و دیگران، بلکه نیش بی رحمانه و طعن آمیزی باشد که متوجه هوک است.

نیوتون، علاوه بر کار پیشگامانه‌اش در علم فیزیک، وقت فراوانی در فعالیت‌هایی چون کیمیا نیز صرف کرد که، هرگاه به گذشته نگریسته می‌شد، چیزی جز اتلاف وقت جلوه نمی‌نمود. او انبوه نوشته هایش درباره الاهیات را هرگز انتشار نداد، زیرا به آیین آریوس معتقد شده بود، یعنی روایتی از مسیحیت بر بنیاد این عقیده که عیسی خداگونه نیست. اگر عقاید بدعت آمیز علنی شده بودند، او از سمت هایش برکنار می‌شد و منزلت اجتماعی‌اش را از دست می‌داد.

در سال 54 سالگی، نیمه دیگر نیوتون به ظهور می‌رسد: ضرابخانه سلطنتی» لندن به کار پرداخت و در عرض چند سال به مقام عالی ریاست ضرابخانه نایل شد. سازندگان سکه‌های تقلبی را بی رحمانه و، در صورت لزوم، تا مرحله رساندنشان به چوبه‌های دار تعقیب می‌کرد، و شبکه اطلاع رسانی وسیعی از میان مجرمان لندن را به خدمت گرفت. آیا می‌توانید حتی داستان فیلمی را تصور کنید که در آن لازم شود که بزرگ‌ترین فیزیک دان روزگار در می‌فروشی‌های دود آلود و گوشه خیابان‌های مه گرفته سرکند و برای ملاقات جاسوسان خبرچین انتظار بکشد؟!

نیوتون در طول عمر خویش سخت مورد احترام بود: لقب اشرفی گرفت و چندین بار به عضویت پارلمان انتخاب شد، اگرچه به صورت عضوی غیر فعال باقی ماند. در سال 1703، نیوتون به ریاست مهم‌ترین موسسه علمی بریتانیا، یعنی «انجمن سلطنتی»، برگزیده شد. او انجمن را از نو سازمان داد، آن را بر شالوده مالی و اداری سالمی نهاد، و برای جای دادن انجمن در ساختمانی مناسب و نیز برای نظارت بر نوسازی آن چندیدن سال وقت صرف کرد.

نیوتون تا پایان عمر خود در هشتاد و چهار سالگی به تجدید نظر در آثار علمی ادامه می‌داد.

چارلز داروین: انقلابی مبتلا به بیماری هراسی

چارلز داروین (1809 ـ 1882) این خوش اقبالی را داشت که در خانواده‌ای ثروتمند به دنیاید و ناگزیر نبود که در پی‌تلاش برای تامین معاش برآید. در مدرسه شاگردی ضعیف (اما ورزشکاری با استعداد) بود و سال‌های دراز نتوانست ـ آن گونه که ما امروز می‌گوییم ـ «توانایی‌های خود را کشف کند». در ادینبرا به تحصیل در رشته پزشکی پرداخت اما مدتی بعد منصرف شد، و سپس در دانشگاه کیمریج تحصیل در رشته الاهیات را آغاز کرد و خود را آماده می‌ساخت که در مقام کشیش کلیسای انگلستان زندگی آرامی را پیش گیرد. در طول سال‌های تحصیل، علاقه‌ای به طبیعت در وجود داروین به ظهور رسید و با وسواس به گردآوری سوسک‌ها همت گماشت. با حضور یافتن در جلسه‌های سخنرانی و گردهمایی در انجمن‌های علمی، جنبه‌های علمی شیوه‌های طبیعت پژوهشی را بتدریج آموخت. این امر سبب شد که در سال 1831 پیشنهاد همراه شدن با کشتی سلطنتی بیگل، به فرماندهی ناخدا فیتسری، را بپذیرد؛ این کشتی عازم سفری دو ساله به امریکای جنوبی بود. در آغاز، پدرش با این کار که آن را اتلاف وقت می‌دانست مخالفت کرد، اما سرانجام متقاعد شد که دعای خیر بدرقه راه داروین بیست و دو ساله کند و او را از لحاظ مالی تامین نماید. این فراقت خاطر، همان گونه که گفته‌اند، تاریخ است.

کشتی سلطنتی بیگل در 27 دسامبر 1831 پلیمت انگلستان را ترک گفت و رهسپار ساحل شرقی امریکای جنوبی شد؛ در آن جا اجرای پژوهش‌ها از برزیل تا تیئرا دل فوئگو تا اواسط سال 1834 ادامه یافت. سپس برای پژوهش در ساحل غربی، کشتی راه اقیانوس

آرام را پیمود. در پاییز 1835، کشتی بیگل به جزایر گالاپاگوس سفر کرد. در اکتبر، به سمت غرب پیش رفت، و سرانجام یک سال بعد در دوم اکتبر 1836 در فلمت به ساحل رسید. در هر توقفی در طول راه این سفر پنج ساله، داروین به مسافرت‌هایی می‌رفت که هر بار غالبا روزها یا هفته‌ها به طول می‌انجامید. او سازنده‌های زمین شناختی را مشاهده می‌کرد و نمونه‌های زیست شناختی، هم از موجودات زنده و هم سنگواره، گرد می‌آورد و آنها را به انگلستان می‌فرستاد. در همه جا می‌دید که خود زمین و همه صورت‌های زندگی آن فوق العاده متنوع‌اند، تنوعی که هرگز به عرصه خیال طبیعی دانی خانه نشین خطور نمی‌کرد.

داروین، پس از بازگشت از این سفر طولانی، ترتیبی داد که گردآوردهای زمین شناختی و زیست شناختی او را کارشناسان بررسی کنند، و به نوشتن درباره سفر خویش و مشاهداتش پرداخت. تا پیش از فرا رسیدن سال 1842، خطوط کلی و اصلی نظریه تکامل در اثر انتخاب طبیعی را نوشته اما به چاپ نرسانده بود. داروین، که از ماهیت انقلابی نظریه‌اش آگاهی داشت، تا زمان گردآوری و تحلیل شواهد و مدارک بیشتر، از چاپ نوشته‌ها خودداری کرد. محرک انتشار کتاب اصل انواع در 1859 مقاله‌ای بود به قلم الفرد والیس (1823 ـ 1913) که نظریه مشابهی مطرح ساخته بود.

داروین بقیه عمرش را به کار بر سر نظریه تکامل ادامه داد. او در اصل به سازش انواع موجودات با محیطشان توجه علاقه مندانه‌ای داشت و آزمایش‌های فراوانی با جانوران کوچک (انگل‌های دریایی و قورباغه ها) و با گیاهان انجام داد.

داروین در سال 1839 با خویشاوندزاده‌اش اما وج وود (1808 ـ 1896) (آری، از خانواده ثروتمندی که در تولید چینی آلات و سفید شهرت داشت) ازدواج کرد، و در 1842 در داون، استان کنت، خانه‌ای ییلاقی خرید و مدت چهل سال تا پایان عمر در آن جا باقی ماند. این زوج زناشویی طولانی و شادمانه‌ای داشتند و صاحب ده فرزند شدند که متاسفانه سه تن از آنان در خردسالی درگذشتند.

داروین به علت بیماری نمی‌توانست به کار ممتد در دوره‌های طولانی ادامه دهد. نظریه‌های جذاب متعددی درباره این بیماری وجود دارند. یکی از احتمالات آن است که این بیماری نوعی بیماری مختص مناطق گرمسیری بود که وی ضمن سفرهایش در امریکای جنوبی به ان مبتلا شد. عده‌ای عقیده دارند که او مسائل ناچیز را بزرگ جلوه می‌داد تا از دیدار مهمانان و سفر کردن بپرهیزد. احتمال بیشتر این استکه آن بیماری ماهیتی روان ـ تنی داشت، که زمینه گسترده‌ای برای نظریه پردازی درباره مسئله روان شناختی بنیادین ایجاد می‌کند. یکی از عقاید مطرح شده عامه پسند اسن است که داروین از احساس گناه ناشی از سقوطش به لادریگری رنج می‌برد و در نتیجه پژوهش هایش در زمینه تکاامل به مرز الحاد یا خداناشناسی نزدیک می‌شد. حدسی که با این مورد اخیر ارتباط دارد آن است که همسر او، که خالصانه مذهبی باقی مانده بود، از این تغییر موضع داروین به افسردگی دچار شده بود و داروین از این بابت حقیقتا احساس اندوه می‌کرد. و سرانجام، عده‌ای از اشخاص مذهبی این فکر را القا کرده‌اند که داروین به کیفر تبلیغ الحاد به عذاب الاهی گرفتار آمده بود.

لوئی پاستور: دانشمند زنجیره‌ای

لوئی پاستور (1822 ـ 1895) این بخت را نداشت که ماند چارلز داروین در خانواده مرفه زاده شود. او هنرمند فوق العاده با استعدادی بود، و تصور کردن این نکته مبالغه آمیز نیست که اگر اوضاع و احوال متفاوت می‌بود، او شاید همانند سایرهنرمندان قرن نوزدهم به

شهرت می‌رسید. پاستور، اگرچه شاگرد ممتازی نبود، با این حال، به قدر کافی با استعداد بود که معلمانش پیش بینی می‌کردند که استاد کالج شود، و والدینش کوشیدند که او را به موسسه آبرومند دانشسرای عالی در پاریس بفرستند. پاستور به تحصیل در رشته شیمی پرداخت، درجه دکتری گرفت، و پژوهش‌های پیشگامانه‌ای در باب بلورها انجام داد. او توانست نشان دهد که ترکیب اسید تارتاریک به دو شکل مستقل وجود دارد، یکی چپ دست و یکی راست دست.

در آستانه سال 1854، پاستور در شهر صنعتی لیل واقع در بخش شمال شرقی فرانسه استاد شیمی بود. از او خواسته شد که درباره دشواری‌های موجود در تخمیر الکل از شکر به تحقیق پردازد. گاهی اوقات، بسته محلولی که دستخوش تخمیر می‌گردید الکل مطلوبی به وجود می‌آورد و گاه به نحو پیش بینی نشده‌ای فاصد می‌شد. پاستور، در رشته‌ای از آزمایش ها، توانست ثابت کند که تخمیر نوعی فرایند زیست شناختی است، و الکل تفاله جذب قند به وسیله یاخته‌های خمیر مایه است. بسته‌های فاصد شده نتیجه اعمال مشابه خردسازواره‌های دیگر بودند. شیوه‌ای که او برای جلوگیری از فاسد شدن مواد خوراکی ابداع کرد ـ حرارت دادن به منظور از بین بردن خردسازواره‌ها ـ به افتخار او پاستوری کردن نامیده می‌شود.

گاهی اوقات درباره جنایتکاری زنجیره‌ای سخن می‌گوییم که مجبور است جنایت هایش را تکرار کند؛ زندگی نامه لوئی پاستور زندگی نامه دانشمندی زنجیره‌ای است که همیشه مجبور است برای مسائل جدید در پی‌یافتن راه حل برآید، و استعداد هایش وی را به اجرای یک رشته پژوهش‌های پیشگامانه هدایت می‌کردند. وارد شدن به موضوع تخمیر نشانگر شروع کار پاستور در زمینه زیست شناسی است، که وی را به حوزه بیرون از تخصص رسمی او، یعنی شیمی، رهنمون شد. بررسی‌های مربوط به خردسازواره‌ها که با تخمیر ارتباط داشتند به آزمایش‌هایی انجامیدند که بطلان آفرینش خود به خودی زندگی را ثابت کردند. تحقیق درباره خردسازواره‌ها به بررسی بیماری انجامید، نخست در کرم‌های ابریشم، سپس در جانوران کشتزارها (سیاه زخم)، و سرانجام در انسان ها(هاری).

کشفی که از خوش اقبالی صورت پذیرفت موجب شد که روش جدید مایه کوبی از طریق تزریق کشت‌های خردسازواره‌های ضعیف شده پدید آید. معلوم شد که دسته فراموش شده‌ای از کشت‌های وبای حاصل از جوجه قادر به عفونی کردن جوجه‌های دیگر نمی‌شود، اما همین جوجه‌ها هنگامی که با کشت تازه تزریق شدند مبتلا به وبا نگردیدند. بررسی بیماری هاری نشان داد که ممکن است این بیماری معلول «ویروس‌های پالایش پذیر» ی باشد که از فرط کوچکی در زیر ذره بین قابل دیدن نیستند. همچنین معلوم شد که ویروس‌ها ـ برخلاف باکتری‌ها ـ می‌توانند فقط در ماده آلی رشد کنند نه در محلول‌های سترون شیمیایی. با این حال، پاستور چنان به نتایج آزمایش هایش اطمینان داشت که، اگرچه با اضطراب، موافقت کرد که نخستین مایه کوبی بر ضد بیماری هاری را انجام دهد.

در سال 1857، پاستور به دانشسرای عالی در پاریس بازگشت، اما در 1868 به سکته‌ای مغزی دچار شد که وی را نیمه فلج ساخت. با این همه، به کار علمی خود تا نزدیک به پایان عمر ادامه داد.

لوئی پاستور از نعمت شم و شهود خاصی برخوردار بود که او را به نتایجی علمی هدایت می‌کرد که دیگران قادر به دریافت آن‌ها نبودند، اما او از نتایج علمی هدایت می‌کرد که دیگران قادر به دریافت آن‌ها نبودند، اما او از پذیرفتن هر عقیده‌ای که با آزمایش‌های فوق العاده دقیق تایید نمی‌شد خودداری می‌کرد. به شبه عالمان، بویژه کسانی که از فراورده‌های بهداشتی آزمایش نشده پشتیبانی می‌کنند، توصیه می‌شود که گوش جان را خردمندانه به سخنان پاستور بسپارند:

این روش آزمایشی حیرت انگیز، که در حقیقت درباره‌اش نه فقط می‌توان گفت برای هر منظوری کافی است، بلکه باید گفت بندرت کسی را به بیراهه می‌کشاند، و سپس فقط مناسب حال کسانی است که بخوبی از آن بهره نمی‌گیرند.... جاذبه پژوهش‌های ما، افسون علم، این است که می‌توانیم، در همه جا و همیشه، برای اثبات حقانیت اصول خویش دلیل به دست دهیم و برای کشف هایمان برهان عرضه کینم.

امی نوتر: بر ضد جریان تبعیض

امی نوتر (1882 ـ 1935) در خانواده‌ای از طبقه متوسط در شهر ارلانگن آلمان متولد شد؛ پدرش یکی از ریاضی دانان آلمان بود. امی، پس از گذراندن دوره دبیرستان مخصوص دختران، معلم زبان‌های فرانسوی و انگلیسی شد، یعنی دقیقا همان شغلی که از زنان طبقه متوسط انتظار می‌رفت. نوترتصمیم گرفت که به کلاس‌های رشته ریاضیات دانشگاه ارلانگن راه یابد، اگرچه زنان ظاهرا مجاز نبودند که دوره‌های دانشگاهی را بگذرانند و امتحان دهند. پس از گذراندن امتحان لازم بود برای ورود به دانشگاه، به دانشگاه گوتینگن نقل مکان کرد، سپس به ارلانگن بازگشت و در سال 1908 در آن جا درجه دکتری گرفت.

مقاله‌های تحقیقی نوتر توجه برجسته‌ترین ریاضی دانان آن روزگار، یعنی داوید هیلبرت (1862 ـ 1943) و فلیکس کلاین (1849 ـ 1925)، را جلب کردند و در سال 1915 از او دعوت شد که به هیئت علمی دانشگاه گوتینگن بپیوندد. متاسفانه، فایق آمدن بر شیوه‌های رفتار تعصب آمیز مرد سالارانه آن دوران امکان پذیر نبود و، به رغم اظهار نظر نیشدار هیلبرت که: «از همه این‌ها گذشته، ما دانشگاه هستیم نه استخر شنا»، نوتر از کسب آن مقام محروم شد. فقط پس از سال 1919 بود که توانست نوعی شغل رسمی در دانشگاه به دست آورد.

در سال 1933، نازی‌ها همه دانشمندان یهودی از جمله نوتر را واداشتند که دست از مشاغل دانشگاهی خود بردارند. او به ایالات متحد امریکا مهاجرت کرد و به تدریس در کالج برین مار پرداخت؛ در آنجا نخستین بار با زنانی در شغل‌های منظم و ثابت دانشگاهی برخورد کرد، از جمله با سرپرست گروه، خانم آناپل ویلر (1883 ـ 1966)، که او نیز در گوتینگن تحصیل کرده بود. متاسفانه، امی نوتر درست دو سال بعد، پس از یک عمل جراحی، در گذشت.

نوتر خدمات بسیار زیادی به جبر انتزاعی کرد؛ از این رو، دسته‌ای از حلقه‌های موجود در جبر، برای تجلیل از نوتر، به نام او نامگذاری شده‌اند و با این نام شناخته می‌شوند: (حلقه‌های نوتری). به سبب مهارتش در زمینه نامتغیرها، یعنی فرمول ریاضی‌ای که هرگاه به شیوه‌های معینی تعدیل گردند هیچ تغییری نمی‌پذیرند، هیلبرت بیش از همه مایل به همکاری با او بود. نوتر، با اثبات قضیه فوق العاده مهمی، نشان دادکه نامتغیرها در قانون‌های ریاضی فیزیک حاکی از آن‌اند که قانون‌های بقا باید صدق و معتبر باشند (کادر).

دستاوردهای امی نوتر نشان می‌دهند که تبعیض از آن رو محکوم به شکست است که می‌تواند علم را طور اعم و موسسه‌های معینی را به اخص از وجود با استعدادترین اشخاص محروم کند. او بی تردید برای همه کسانی که باید بر هر شکلی از تعصب و خشک اندیش غلبه کنند مایه الهام به شمار می‌رود.

جودا فولکمن: غریبه سرسخت

جودا فوکمن (1933 ـ) آلفرد وگنری است امروزی دانشمندی از رشته‌ای وابسته که نظریه کاملاً تازه‌ای را پیش نهاد که در آغاز بکلی رد شد و فقط اندکی بعد در روند کلی پژوهش در آن رشته پذیرفته شد. اگر ظاهر امر این گونه می‌نماید که من بر این شخصیت‌ها به زیان شخصیت‌های دیگری تاکید می‌کنم که دستیافت هایش در محدوده رشته‌هایی است که در آن‌ها تربیت شده‌اند، فقط یک دلیل دارد. اغلب اوقات، شبه عالمان به این شخصیت‌ها به منزله شاهد زنده آزار و سرکوبی اشاره می‌کنند که دامن گیر هر نظریه تازه‌ای شده است. معنی ضمنی این عقیده آن است که درست همان گونه که وگنر و فولکمن سرانجام تبرئه و تایید شدند، روزی فرا خواهد رسید که در آن دانشمندان از اختربینان و هومیوپات‌ها هم عذر خواهی خواهند کرد. اینان تفاوت ظریفی را بکلی نادیده می‌گیرند ـ فقط در صورتی پذیرفته خواهند شد که بر شاهد و مدرک متکی باشند، و آنان برای گردآوری شواهد و مدارک و استفاده از روش‌هایی که در نظر دانشمندان دیگر متقاعد کننده باشد ده‌ها سال صرف کردند.

جودا فولکمن در «بیمارستان کودکان» وابسته به «مدرسه پزشکی هاروارد» در مقام جراح تربیت شد. در اوایل دهه 1960، هنگامی که در آزمایشگاه پژوهشی نیروی دریایی امریکا درباره نگاه داری هموگلوبین کار می‌کرد، تصادفا به پدیده عجیبی برخورد نمود: رشد غده‌های سرطانی صورتی متوقف می‌شود که خون به مقدار فراوان در غده‌ها نباشد. او عنوان کرد که غده‌ها ماده‌ای ترشح می‌کنند که موجب رگ زایی یعنی رشد آوندهای خونی تازه‌ای می‌شود. منظور این بود که با استفاده از راه درمانی برای پس راندن آن ماده می‌توان مانعی در سر راه غده ایجاد کرد.

فولکمن در آغاز به مسخره گرفته شد، یا بدتر. پیشنهاد فولکمن برای حوزه‌های متداول پژوهش‌های سرطانی ـ که زیست شناسی یاخته‌ای و مولکولی بودند ـ کاملاً بیگانه بود. در هنگام بازنگری، در می‌یابیم که به عقیده فولکمن دقیقا به سبب آن که او از خارج به عرصه پژوهش‌های سرطانی وارد شده بود می‌توانست به ارزش و اهمیت کشف خویش پی‌ببرد. تجربه گسترده وی در مقام جراحی که غده‌های خون آلود را قطع می‌کرد برایش چشم اندازی به وجود آورده بود که دانشمندانی که فقط با نمونه‌های آسیب شناسی محافظت شده کار می‌کردند فاقد آن بودند. همانند آنری بکلر که به اهمیت توموری که تشنه خون بود پی‌برد.

بیش از ده سال گذشت، اما دانشمندان آزمایشگاه فولکمن سرانجام توانستند پروتئین‌هایی را که موجب رگ زایی می‌شدند جدا کنند. برای یافتن نخستین عوامل بازدارنده، که برخی از آن‌ها اکنون در آزمایش‌های بالینی مربوط به بیماران سرطانی شناخته شده‌اند، ده سال دیگر هم گذشت. شواهدی برای متقاعد ساختن اکثر منتقدان وی کافی بودند، و پژوهش درباره رگ زایی دیگر خارج از حوزه اصلی پژوهش پزشکی جریان ندارد.

کارجودا فولکمن همچنین نشان می‌دهد که پژوهش علمی، حتی در غیاب انقلاب‌های کونی، آینده‌ای دارد. هیچ چیز انقلابی‌ای در مورد این نظریه جدید وجود نداشت، به این معنی که متضمن اصولی کاملاً شناخته شده زیست شیمی بود اما نظریه جدید، بنا بر هر تعریفی، شگفت انگیز، جالب توجه، و سودمند بود.

لاینس پولینگ (لاینوس پاولینگ): پیوند دان فیزیک، شیمی، زیست شناسی به یکدیگر

اعتراف می‌کنم که در این کتاب به علم شیمی توجهی نکرده ام. شیمی را می‌توان در جایی میان فیزیک و زیست شناسی قرار داد. از یک سو، از دیدگاه فلسفه علم، شیمی به بررسی ذرات بنیادی و نیروهایی که جهان هستی از آن‌ها تشکیل شده است نمی‌پردازد و، به همین سبب، کمتر از فیزیک ـ که با نظریه‌های غیر شهودی مکانیک کوانتومی و نسبیت سروکار دارد ـ موجب بحث‌های فلسفی می‌شود. از سوی دیگر، شیمی کمتر در معرض بگومگوهای الاهیات و اجتماعی که در زیست شناسی مطرح می‌شنود قرار می‌گیرد زیرا ما خود را موجوداتی زیستی می‌انگاریم.

با این حال، اهمیت شیمی در زندگی روزمره ما احتمالاً بیشتر از اهمیت دو علم دیگر است. هر قرص سردردی که فرو می‌دهید، هر قطره بنزینی که اتومبیلتان می‌بلعد، و تقریباً هر بخیه جامه‌ای که تنتان را می‌پوشاند از طریق فرایندها شیمیایی‌ای تهیه گردیده‌اند که در عرض یک یا دو قرن اخیر شناخته شده‌اند. لاینس پولینگ (1901 ـ 1994) شیمی دان پیشتاز قرن بیستم بود و موجب شد که شیمی با فیزیک و هم با زیست شناسی پیوند یابد.

لاینس پولینگ بیشترین بخش زندگی حرفه‌ای خود را در موسسه «فناوری کالیفرنیا» گذرانید، نخست به عنوان دانشجو و سپس در مقام عضو هیئن علمی. کار علمی آغازین او در زمینه بلورنگاری پرتو مجهول (x) بود که برای مطالعه ساختار مواد به کار برده می‌شود. در سال 1926، در اوج شکوفایی نظریه مکانیک کوانتمی، سری به آلمان زد. پولینگ از این نظریه جدید استفاده کرد تا مسئله اصلی شیمی را توضیح دهد: چگونگی پیوند یافتن اتم‌ها به یکدیگر برای تشکیل شدن مولکول‌ها.

ما همگی در شیمی دبیرستانی آموخته ایم که اتم سدیم الکترون بیرونی خود را از دست می‌دهد تا یک یون مثبت به وجود آورد، در حالی که یک اتم کلر برای به وجود آوردن یونی منفی الکترونی به دست می‌آورد، و دو یون یکدیگر را جذب می‌کنند تا کلرورسدیم ـ یعنی نمک طعام ـ به وجود آورند. درک کردن این نوع پیوند یونی نسبتا ساده است، اما پولینگ توانست هم ظرفیت و پیوند تازه‌ای موسوم به تشدید کشف کرد ـ توصیف کند. این امر پولینگ امکان داد که ساختار حلقه‌ای مولکول بنزن را، که در اصل به همت فریدریش ککوله (1829 ـ 1896) در سال 1856 مطرح شده بود، توضیح دهد. در سال 1954 جایزه نوبل مربوط به شیمی به پولینگ اهدا شد.

نظریه پولینگ شیمی را بر شالوده نظری استوار قرار داد و شیمی دانان را قادر ساخت که خواص مواد را پیش بینی کنند. هر چند کار پولینگ ظاهرا شیمی را به فیزیک تقلیل می‌دهد، اما در عمل، نظریه فیزیکی می‌تواند همچنان رو به پیش رود، و شیمی با مفهوم ها، نظریه ها، و فنونش سطح بسیار سودمندی از تجرید به شمار می‌رود.

پولینگ سپس توجه خویش را به زیست شیمی معطوف کرد؛ ساختار و نحوه کارکرد مولکولی هموگلوبین را روشن ساخت، سازو و کار بیماری کم خونی نوع گویچه‌های داسی شکل را توضیح داد. او نخستین کسی بود که ساختار مارپیچی را برای پروتئین‌ها مطرح کرد و حدس زد که مولکول DNA سه رشته دارد. گمان می‌رود که اگر به او اجازه داده شده بود که در سال 1952 در انگلستان در کنفرانسی حضور یابد که در آن رازلیند فرانکلین (1920 ـ 1958) عکس‌های خود را از DNA نشان داد شاید می‌توانست قبل از فرانسیس کریک (1916 ـ 2004) و جیمز واتسون (1928 ـ) ساختار دومارپیچی DNA را استنتاج کند.

پس از جنگ جهانی دوم، لانس پولینگ در اعتراض به آزمایش سلاح‌های هسته‌ای در جو از زمره فعالان بود. عمل گرایی فعالانه سیاسی وی در نهایت به کناره گیری او از «موسسه فناوری کالیفرنیا» (کال تک) انجامید، و دولت امریکا چندین سال از دادن گذر نامه به او خودداری کرد. فعالیت خستگی ناپذیر پولینگ و دانشمندان دیگر موجب شد که «پیمان منع آزمایش‌های محدود هسته ای» سال 1963 منعقد شود. لاینس پولینگ در 1962 برنده جایزه صلح نوبل شد.

نقطه چشمگیر لاین پولینگ عبارت بود از توانایی او در بررسی مسئله‌ای و سپس، از طریق شهودی، به دست آوردن راه حلی که فقط بعداً به کمک محاسبات مفصل و آزمایش‌های مشروح به اثبات رسید. اما این مسئله به یکی از دعوی‌های بحث برانگیزتر او انجامید: این دعوی که مصرف مقادیر زیادی از ویتامین C می‌تواند تندرستی را حفظ کند و بیماری را از پا در آورد. در این جا نمونه‌ای از تاثیر عوامل اجتماعی بر علم را مشاهده می‌کنیم. حقیقت این است که شهرت و اعتبار پولینگ به او امکان داد که بودجه‌ای تحقیقاتی کسب کند که دانشمندان دیگر شاید امکان به دست آوردنش را نیافته بودند، اما این تاثیر اجتماعی موجب نشد که دعوی‌های او در مورد درمان نتوانسته‌اند در زیر پژوهش‌های علمی بعدی تاب آورند. آخرین تحقیق «موسسه ملی بهداشت» نشان می‌دهدکه مصرف حدود 200 میلی گرم ویتامین در روز کافی است، یعنی یک دهم می‌شود. «موسسه لاینس پولینگ » (در دانشگاه دولتی ایالت آریگان) اصولاً با این توصیه موفق است. این واقعه نشان می‌دهد که حتی نظریه‌های برندگان جایزه نوبل در معرض فرایندهای علمی تایید و ابطال ناشی از شواهد تجربی قرار دارند. لاینس پولینگ تا زمان مرگش 93 سالگی به اجرای پژوهش علمی فعالانه ادامه می‌داد.

فصل سوم ؛ آمار: قابل اطمینان به اندازه ی سود کازینو

تصمیم گیری در علوم آماری

اصطلاحی که وجود دارد مشهور به (رشک فیزیک) که برای توصیف ریاضی افراطی رشته‌های تحقیقی به کار برده می‌شود که می‌کوشند به همان سطح دقت و سختی برسند که در پژوهش فیزیک امکان پذیر است. نظریه‌های علمی باید بتواند پدیده‌های طبیعی را به نحو دقیق و صحیح پیش بینی کنند، اما در هنگام سروکار داشتن با نظام‌های پیچیده‌ای مانند سازواره‌های زنده مقداری انعطاف پذیری ضروری است. پیش بینی‌ها ممکن است فقط آماری باشند، اما این امر موجب نمی‌شود که از اعتبارشان به عنوان نظریه‌های علمی کاسته شود؛ عرضه کنندگان درمان‌های پزشکی شبه علمی گاه ادعا می‌کنند که این پیش بینی‌ها ارزش و اعتبار کمتری دارند. منظور ما این است که دانشمند در طراحی و تحلیل آزمایش‌ها باید کوشش فراوانی به خرج دهند تا آن‌ها را تفسیر کنند و به واکنش‌های معقول و منطقی بپردازند.

تصمیم‌های پزشکی، در اصل، فرقی با این تصمیم ندارند که آیا چتر برداریم در هنگامی که پیش بینی مستلزم پنجاه درصد احتمال بارندگی است، اما اهمیتشان رویکرد عقلانی‌تری را ایجاب می‌کند. ما در جهانی بسر می‌بریم که در آن نمی‌توان آینده را با دقت و صحت کامل پیش بینی کرد. ما باید همان کاری را انجام دهیم که مسئول قمارخانه می‌گوید: [آقایان و خانم ها، پول‌های قمار را رو کنید] ولی مسلما، شما باید نرخ شرط بندی‌ها و پیامدهای ممکن را بدانید، زیرا همان موقعی که پکی به آن سیگار می‌زنید یا به آن همبرگر گاز می‌زنید، [دیگر هیچ کاری نمی‌شود کرد].

چگونگی به اثبات رساندن هر چیز

فرض کنید که گزاره‌ای به نام S وجود دارد به طوری که هم S و هم منفی آن اثبات پذیرند. ما یک گذاره اختیاری R را به اثبات خواهیم رسانید. نشانه گذاری: - به معنی منفی و → به معنی استلزام (مادی) است. ما صحت دو طرح ساده اصل موضوعه

(-B→-A) → (A→B) و A – A → (-B → -A) را برای هر نوع گزاره‌های A و B مسلم فرض می‌کنیم. در این جا برهانی است که در آن از قاعده وضع مقدم قائده استنتاج از یک مرحله به مرحله دیگر استفاده شده است.

⊂ از نخستین اصل موضوعه (-S→-R) → S – و این پیش فرض که S– اثبات پذیر است، S→-R- استنتاج می‌کنیم.

- از دومین اصل موضوعه (S→R) → (-S→-R) و S→-R-، که در نخستین مرحله به اثبات رسیده است، S→R را استنتاج می‌کنیم.

⊂ **از S→R**، که در مرحله دوم به اثبات رسیده است، و این پیش فرض که S اثبات پذیر است، R را استنتاج می‌کنیم.

آیا واقعا اهمیتی دارد ؟

قضیه گودل نشان می‌دهد که اگر دستگاه قیاسی D همساز باشد، آنگاه همسازی D را نمی‌توان در درون D به اثبات رساند. بر عکس، نوعی D همساز را در نظر بگیرید که همسازی‌اش را بتوان در درون D به اثبات رساند. اما در کادر پیشین نشان داده ایم که اگر D همساز نباشد، می‌تواند چیزی را به اثبات برساند، از جمله همسازی خودش را! بنابراین، اثبات همسازی D در درون D در واقع ثابت کننده چیزی نیست که در اثباتی وجود می‌داشت. اسمولیان این امر را مقایسه می‌کند با اعتماد کردن به یک شخص صرفا به این دلیل که ادعا می‌کند که هرگز دروغ نمی‌گوید. اگر او راستگو باشد، پس هرگز دروغ نمی‌گوید و آنچه بر زبان می‌آورد راست است، اما اگر دروغگو باشد، پس هنوز هم ادعا می‌کند که هرگز دروغ نمی‌گوید، و از این رو هیچ اطلاع سودمندی در این گفته وجود نداد.

وگنر و نظریه رانه قاره ای

هرگاه به گذشته بنگریم، در می‌یابیم که لحظه سرنوشت ساز برای زمین شناسی جدید زمانی بود که کتاب خاستگاه‌ها و اقیانوس‌های آلفرد وگنر در سال 1915 انتشار یافت. وگنر مطرح کرد که همه قاره‌ها در آغاز بخش‌هایی از توده خشکی واحد بودند که از یکدیگر جدا شدند؛ سپس قاره‌ها در اثر رانش جابه جا گردیدند تا این که به محل‌های فعلی خود رسیدند، و در واقع رانش تا امروز ادامه دارد. از زمان «کشف» دنیای «نو» و نقشه برداری از آن، مردم متوجه شده بودند که خطوط ساحلی قاره امریکا با خطوط ساحلی اروپا و آفریقا می‌توانند جفت و جور شوند. اما وگنر نخستین کسی بود که با فراهم آوردن شواهد و قراینی از نظریه دقیق و منسجمی درباره رانه قاره‌ای حمایت کرد.

این شواهد از سه منبع ناشی می‌شوند. نخست این که نه تنها طرح‌های ساحلی قاره‌ها با یکدیگر مطابقت دارند، جزئیات سازندهای زمین شناختی واقع در سمت مقابل اقیانوس اطلس نیز با یکدیگر کور در می‌آیند. زمین شناسان اهل افریقای جنوبی در بخش‌هایی از برزیل مثل خانه خود احساس راحتی می‌کنند، و کوه‌های اپالچیا در ایالات متحد از لحاظ زمین شناسی به کوه‌های اسکاتلند نروژ شباهت فراوان دارند و دوم این که تحلیل جانوران و گیاهان زنده و منقرض شده موارد متعددی را روشن می‌سازد که در آن نشانه‌های کوچک مشابهت در محل‌های فوق العاده دوردست یافت می‌شوند، اما نه در نواحی مجاور. چرا لمورها در ماداگاسکار وجود دارند و گونه‌های میمون وار مرتبط با آن‌ها در ناحیه‌های سراسر اقیانوس هند؟ چرا کیسه داران در استرالیا و امریکا وجود دارند نه در گینه نو یا آسیای جنوب شرقی (که تقریباً به نزدیک استرالیا است)؟ کشف جانوران منقرض شده کمیاب نیز شواهد هرچه بهتر و بیشتری در مورد وجود همبستگی‌ها قدیمی میان قاره‌ها به دست می‌دهد. خزنده فوق العاده زشتی به نام کانمیریا هم در افریقا و هم در آرژانتین می‌زیست، اما این خزنده چندان بزرگ و سنگین بود که نمی‌توانسته است اقیانوس اطلس را پیموده باشد و به عنوان خزنده یا خون سرد نمی‌توانسته است در راه خود از یک اقلیم گرم به اقلیم گرم دیگر از معبر منجمد میان سیبره و آلاسکا بگذرد.

سوم این که سنگواه‌هایی یافت شده‌اند که با جغرافیای فعلی زمین کاملاً ناسازگارند. کوه‌های هیمالیا از هر اقیانوسی فاصله زیادی دارند، اما عمدتا از سمگ‌های رسوبی ساخته شده‌اند که پر از اسکلت‌های جانوران دریایی‌اند. بنابراین، کوه‌ها به احتمال بسیار قوی از خشکی‌هایی تشکیل شده‌اند که در آغاز جزئی از کف اقیانوس بودند. به همین سان، نهشته‌های زغال سنگ و سنگواره‌های یافت شده در قطب جنوب (یا جنوبگان) نشان می‌دهند که این قاره زمانی آب و هوای دلپذیری داشته، اگر چه فعلا می‌تواند فقط پناهگاه سازواره‌هایی باشد که اختصاصا خود را با اقلیم سرد و گزنده آن وفق داده‌اند.

الفرد وگنر، پس از تجزیه و تحلیل همه این داده ها، نتیجه گرفت که قاره‌ها زمانی به یکدیگر پیوسته بودند و سپس از یکدیگر جدا شده‌اند. در این نظریه فعلا پذیرفته شده این نکته مطرح است که توده خشکی واحدی با نام پانگئا در حدود 200 میلیون سال پیش به دو شبه قاره تقسیم شد: لائوراسیا که (امروزه) آسیا، اروپا و امریکای شمالی را تشکیل می‌دهد، و گوندوانالند که (امروزه) افریقا، امریکای جنوبی، هند، استرالیا، جنوبگان را در بر می‌گیرد. این‌ها سپس به قاره‌هایی تقسیم گردیدند که ما امروزه به رسمیت می‌شناسیم و به جایگاه‌های فعلی خود «رانه» شدند. در حقیقت، قاره‌ها هنوز همه به میزان چند سانتیمتر در سال حرکت می‌کنند؛ اندازه گیری‌های فوق العاده دقیقی که با کمک بازتابگرهای لیزری واقع در ماهواره‌ها و کره مان صورت گرفته‌اند این نظریه را تایید می‌کنند.

نظریه رانه قاره‌ای توانسته است بسیاری از مشاهدات حیرت انگیزی را که در بالا نام برده شده‌اند توضیح دهد. کوه‌های هیمالیا هنگامی تشکیل شدند که هند از گوندوانالند جدا شد و با حرکت سریع به سمت جنوب با آسیا تصادم کرد و، درست به همان نحو که کاپوت اتومبیلی در هنگام تصادف مچاله می‌شود، رسوب‌های اقیانوس را به صورت سلسله کوه‌های وسیعی بالا آورد. جنوبگان در آغاز هنگامی که به مدت میلیون‌ها سال جزء گوندوانالند بود در مسافت دورتری درشمال جایگاه کنونی‌اش قرار داشت و پناهگاه گیاهان و جانورانی از مناطق گرمسیری بود که سرانجام تحت فشار سرما قرار گرفتند. فقط در حدود سی میلیون سال پیش به سمت قطب جنوب رانه شد و بتدریج یخ پهنه عظیم و گسترده‌اش را به وجود آورد.

به آلفرد وگنر خندیدند؛ البته نه واقعا و نه همگان. اما اکثریت زمین شناسان حرفه‌ای نظریه او را یاوه سرایی می‌دانستند. بخشی از دلیل این امر آن بود که وگنر فردی بیگانه به شمار می‌رفت، و بخشی از دلیل این امر آن بود که سایر زمین شناسان نظریه‌هایی مختص خودشان داشتند که همان پدیده‌ها را توضیح می‌دادند و پیش بینی می‌کردند. تغییر آب و هوای قاره را که به وسیله تغییر سابقه سنگواره منعکس می‌شود می‌توان با این فرض مسلم تبیین کرد که زمین به طور کلی سمت گیری خود در فضا را تغییر داده بود، یعنی قطب‌های جغرافیایی شمال و جنوب (که بر حسب محور دوران زمین تعریف می‌شوند) حرکت کرده بودند. سالها بعد دانشمندان در اثر مشاهده ناهمسازی‌های درونی و محاسبات نظری توانستند این امکان را منتفی سازند. وجود گونه‌های جاندار مرتبطی که جدا و دور از یکدیگر بر اساس این فرض قابل توضیح بود که میان قاره‌ها پل‌هایی از خشکی وجود داشتند که بعداً به زیر آب رفته بودند.

اما دلیل عمده استقبال سردی که از نظریه را به قاره‌ای به عمل آمد فقدان سازوکار بود که معقول و پذیرفتنی باشد. بهترین کاری که وگنر می‌توانست انجام دهد مسلم انگاشتن این نکته بود که قاره‌ها راهشان را از میان پوسته جامد اقیانوسی «شکافتند»، اما این سخن معنایی نداشت زیرا همگان می‌دانستند که کف اقیانوس‌ها از سنگ‌های سخت [آذرین و دگرگونی] تشکیل شده است. نظریه رانه قاره‌ای، سه دهه پس از مطرود شدنش، نیروی خود را از دست داد، هم به سبب آن که فاقد سازوکاری روشنگر بود و نیز به سبب آن که مقدار زیادی پیش بینی هایش به صورت‌های دیگری قابل توضیح بودند. منظور این نیست که نظریه‌های دیگر خیلی موفقیت آمیزتر بودند. اما آن‌ها دست کم این دردسر را نداشتند که بر خلاف انتظار باشند. پذیرفتن کره زمین که منقبض یا منبسط شده باشد آسان‌تر است از پذیرفتن این که قاره ها، در ضمن حرکت کردن، صخره‌های سخت را شکافته باشند.

فصل چهارم ؛ شگفتی ها یا انقلاب ها

پایان علم؟

موفقیت چشمگیر علم در قرن بیستم موجب دو پیشبینی درباره آینده علم شده است. عده‌ای اطمینان دارند که علم به پیشرفت ادامه می‌دهد، شاید حتی با سرعتی همواره فزاینده، در حالی که عده‌ای دیگر به گذشته و به دستاوردهای درخشان قرن پیشین می‌نگرند و قضاوت می‌کنند که پیشرفت‌های بزرگ قبلا صورت پذیرفته‌اند. این مباحثه از راه دو کتاب در میان عامه مردم رواج یافته است: آنچه هنوز کشف ناشده مانده است به قلم جان مدوکس (1925-)، سردبیر پیشین نیچر، یکی از مجله‌های برجسته علمی، و ساینتیفیک امریکا است. آینده علم را در قالب فلسفه علم، آن گونه که توماس کون بیان کرده است، نیز می‌توان ساخته و پرداخته کرد: آیا انقلاب‌های علمی گریز ناپذیرند؟ آیا وقوع انقلاب علمی دیگری محتمل است؟

نکته بنیادین در مبحث مربوط به آینده علم بیش از یک قرن پیش در سال 1984 پدید آمد. فیزیک دان امریکایی، البرت مایکلسون (1852 ـ 1931)، در یکی از سخنرانی هایش گفت: «فیزیک دانی سرشناس اظهار نظر کرده است که حقایق آینده فیزیک را در ششمین رقم کسرهای اعشاری باید جست و جو کرد». در پایان قرن نوزدهم، برخی از دانشمندان عقیده داشتند که آنان اکثر مسائل مهم را حل کرده‌اند و دانشمندان آینده فقط خواهند توانست اصلاحات ناچیزی در نظریه‌های موجود به عمل آورند. از قضای روزگار، در سال 1887 خود مایکلسون، با همکاری ادوارد مورلی (1838 ـ 1923)، آزمایشی را به اجرا درآورده و نشان داده بود که سرعت نور ثابت است و از حرکت زمین تاثیر نمی‌پذیرد. این آزمایش نشان داد که پدیده‌های تبیین ناشده‌ای در فیزیک وجود دارند که از «ششمین رقم اعشاری» فراتر می‌روند. درست یازده سال پس از این سخنرانی، آلبرت اینشتین مقالاتش را در زمینه نسبیت خاص و ماهیت کوانتمی انتشار داد و به انقلابی در علم فیزیک شتاب بخشید.

به عنوان جمله‌ای معترضه، لازم به ذکر است که مایکسون اشتباه می‌کرد، به این معنی که همه مسائل علمی مطابق میل داشتن آن روز حل و فصل نشدند. مثلا، دشواری مسلمی وجود داشت که در راه پذیرش کامل نظریه داروین ـ تکامل در اثر انتخاب طبیعی ـ موانعی ایجاد می‌کرد. بهترین تخمین سن زمین به همت ویلیام تامپسن (لرد کلوین) (1824 ـ 1907) صورت پذیرفته بود؛ او مدت زمانی را که صرف شده بود تا زمین به دمای کنونی‌اش برسد محاسبه کرد. مقداری را که او محاسبه کرد بسیار کوتاه‌تر از آن بود که امکان پیدایش حیات، آن گونه که ما می‌شناسیم، فراهم‌اید، و حتی در آن صورت هم، باز نظریه تکامل با چنین شاهدی بشدت تایید می‌شد. نابجا نمی‌بود اگر تکامل و گرماپویایی (تومودینامیک) را بر طرف سازد. در حقیقت، چند سال بعد چنین کشف انقلابی‌ای هم روی داد. کشف پرتوزایی (رادیواکتیویته) امکان اثبات این نکته را به دانشمندان داد که گرمی حاصل از ماده پرتوزای درون زمین برای توضیح این امر کافی است که زمین برای آن که وقوع تکامل در آن میسر باشد چه قدمتی می‌توانست داشته باشد.

نظر مدوکس، پیشینه تاریخی برای اثبات حقانیت اعتقاد به انقلاب‌های آینده در علم به قدر کافی متقاعد کننده است: «تاریخ طرفداران دسته دوم است [کسانی که معتقدند به جای پدید آمدن «نظریه‌ای درباره هر چیز» یک «فیزیک نو» عرضه خواهد شد]، و من هم به این دسته تعلق دارم». با این حال، تاریخ لزوماً تکرار نمی‌شود؛ برای نمونه، امپراتوری بیزانس [یا روم شرقی] از زمانی که به دست

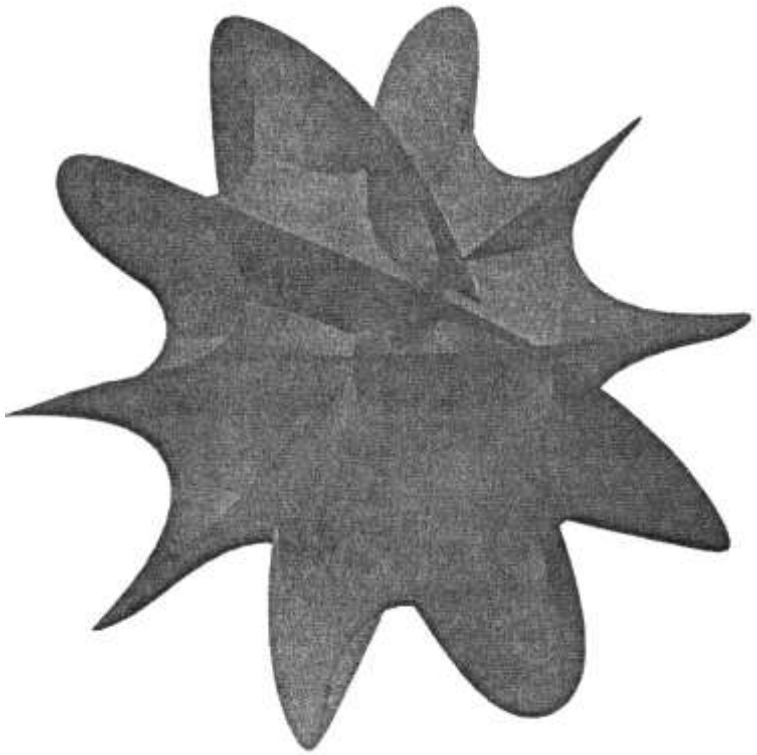
کنستانتین در سال 324 بنیاد نهاده شد تا زوال نهایی‌اش در هنگامی که ترکان عثمانی در سال 1453 قسطنطنیه را تصرف کردند (ظاهرا) بیش از هزار سال دوام آورد، اما تلاش‌های ناپلئون و هیتلر در راه استقرار امپراتوری‌های پردوام بسرعت به شکست انجامیدند. از این رو، شایسته است که در هنگام اندیشدن درباره آینده علم امکان تکرار نشدن تاریخ را در نظر داشته باشیم.

جان هوگرن، در کتاب پایان علم، قاطعانه به طرفداری از کسانی بر می‌خیزد که هیچ انقلابی رادر تاریخ پیش بینی نمی‌کنند که با شکل نظریه‌های دقیق و منسجمی که بتوان از آن‌ها برای توضیح و پیش بینی استفاده کرد، قربانی موفقیت خودش شده است. اجتماعی در این مورد وجود دارد که نظریه‌های فیزیک، از آنچه در پایین‌ترین سطح به کوئارک‌ها و به نخستین ثانیه پس از مهبانگ مربوط میشود، همگی حقیقی‌اند. شیمی به نحوی استوار مبتنی بر مکانیک کوانتمی است، و زیست شیمی زیست شناسی مولکولی سازوکاری برای توضیح فرایندهای زندگی فراهم می‌آورد. هورگن با بسیاری از دانشمدان درخشانی که شیوه‌های بنیادین تازه‌ای برای برخورد با علم مطرح کرده‌اند به مصاحبه پرداخت، اما همه آن رویکردها در این موقعیت فقط گمانه زنی‌اند، حتی به هیچ وجه دقیق و منسجم هم نیستند، و باز حتی نمی‌توانند پدیده‌های طبیعی را توضیح دهند و پیش بینی کنند. به رغم مشکلاتی که سخنرانی مایکلسون برای پیشگویان ایجاد می‌کند، امکان دارد که تاریخ نشود و شاید چند کشف علمی انقلابی در آینده صورت پذیرد.

یک انقلاب علمی جدید به چه می‌ماند؟

حتی اگر برخی از مسائل بزرگ علم حل شوند، ممکن است این واکنش به ظهور رسد: «خوب، که چی؟» نظریه برق مغناطیس مکسول به صنعتی الکترونیک انجامید که با هر جنبه‌ای از زندگی شما بستگی نزدیک و عمیقی دارد. مکانیک کوانتمی، آنگاه که در بهبود بخشیدن به درک ما از شیمی و توانایی ما در طراحی وسایل نیم رسانا به کار برده شده، مطمئنا زندگی ما راتحت تاثیر قرار داده و معمولا آن را بهتر کرده کرده است، در حالی که فیزیک هسته‌ای هم مایه خطری در برابر هستی ما ایجاد می‌کند و هم وعده زندگی بهتری را می‌دهد به شرط آن که گداخت کنترل شده بتواند انرژی پاک و کم هزینه در اختیار ما قرار دهد. اما چه کسی براستی از نظریه‌های میدان کوانتمی جدید تاثیر می‌پذیرد؟ خوب، چه پیش می‌آید اگر نوکلئون‌ها از کوارک‌ها تشکیل شوند و گلوئون‌ها را مبادله کنند؟ قدرت پیش بینانه نظریه محدود به پدیده‌هایی است که فقط از طریق آزمایش‌های فوق العاده و پرهزینه می‌توان به مشاهده آن‌ها پرداخت.

اکنون فرض کنید که نظریه دقیق و منسجمی پدیداید که بتواند ترکیب بنیادین جرم و انرژی، زمان و مکان، را توضیح دهد. یکی از نظریه‌هایی از این دست که امروزه رواج دارد نظریه ابرریسمان‌ها است که این واقعیت را مطرح می‌سازد که هر چیزی مرکب است از بسته‌های ده بعدی ارتعاش موسوم به ریسمان‌ها اگر چه می‌توانیم فقط چهار تا از بعدها را احساس کنیم.



تصویر بالا برگردانی است از یک چند لایه شش بعدی. باید بکوشید تا در ذهن مجسم کنید که هر «نقطه» از مکان ـ زمان چهار بعدی همین چیز است. مواظب باشید که نگویید هر نقطه «شامل» یک لایه است، زیرا مکان و زمان فقط به منزله جلوه‌هایی از خواص آن‌ها وجود دارند. ریسمان‌ها به نحو تصور ناپذیری کوچک‌اند. واحد اندازه گیری ریسمان عبارت است از طول پلانگ، که در حدود 10^{-35}متر است. برای مقایسه، شعاع یک الکترون، یعنی کوچک‌ترین ذره‌ای که به فناوری هر روزه مربوط می‌شود، در حدود 10^{-15} متر است. بدشواری می‌توان میزان کوچک بودن اتم‌ها و الکترون‌ها را تصور کرد؛ با این حال، اشیاء مورد بحث در نظریه سیم حتی نسبت به الکترون‌ها کوچک ترند تا الکترون‌ها نسبت به ما. چه قدر احتمال می‌رود که از نظریه ابرریسمان براستی چیزی جز نوعی صورت گرایی ریاضی سر در آوریم؟

چه پیش خواهد آمد اگر سرانجام انبوه شواهد صحت نظریه ابرریسمان را تایید کنند؟ این نظریه توضیح دهنده و پیش بینی کننده پدیده ایی خواهد بود که می‌توان آن‌ها را فقط در شتاب دهنده ذره‌ای مشاهده کرد چندان بزرگ که ساختنش از حد توانایی ما خارج است، یا پدیده‌های بسیار دوردستی که در دوربین‌های نجومی بزرگ مشاهده می‌شوند. به همین سان، بسختی احتمال می‌رود که نوعی اجماع آینده درباره حوادثی که در نخستین ثانیه مهبانگ روی داده‌اند کسی جز مشتی از فیزیک دانان را تحت تاثیر قرار دهد.

در عرصه زیست شناسی، انقلابی که از طریق زیست شناسی مولکولی به بار آمد چنان کامل بود که بعید است جایی برای انقلاب‌های دیگری وجود داشته باشد. بی تردید، ناشناخته‌ها بسیارند: معلوم نیست که موجودی زنده چگونه از نطفه‌ای پرورش می‌یابد و شکل می‌گیرد و مغز چگونه کار می‌کند. اما پاسخ ها، اگر یافت شوند، تقریباً بی گمان در درون چاچوب زیست شناسی مولکولی، آن گونه که فعلا معمول است، یافت خواهد شد. بر همین قیاس، ممکن است بتوانیم یا نتوانیم نظریه دقیق و منسجمی عرضه کنیم که منشا

حیاط، یعنی منشا خود ـ باز سازی در DNA و RNA، را تبیین نماید. ممکن است خدا آن را از هیچ آفریده باشد. اما اگر به توضیحی طبیعی دست یابیم، این توضیح احتمالاً یک فرایند زیست شیمیایی غیر انقلابی خواهد بود.

هورگن و مدوکس با یکدیگر اختلاف نظر کاملی ندارند؛ تضاد آشکار عمدتا مربوط به معناشناسی است، یعنی مربوط به بازشناسی میان رویدادهای شگفت انگیز و انقلاب‌ها. مثلا، مدوکس می‌گوید: «هرگونه اعتقاد به این نکته که هیچ وجه نمونه‌ای از یک انقلاب نیست. خود مدوکس درتوضیح این نظریه می‌گوید که اخترنماها معلول سیاه چاله‌ها هستند، و این مفهوم با سال 1916 باز می‌گردد که در آن کارل اشوارتس شیلت (شوارتس شیلد) (1873 ـ 1916) به بررسی پیامدها نظریه نسبیت عام اینشتین مشغول بود. سرانجام، اگر انبوه شواهد دانشمندان را متقاعد سازند که اخترنماها در واقع از سیاه چاله قدرت حرکت می‌گیرند هیچ تغییر انقلابی‌ای در شالوده‌های علم فیزیک روی نخواهد داد؛ برعکس، به منزله تاییدی برای نظریه اینشتین تلقی خواهد شد که تقریباً یک قرن قدمت دارد.

تمثیلی ذکر می‌کنیم. اگر مادری به مناسبت هجدهمین سالروز تولد پسرش موتور سیکلت برگی برای او بخرد این کار یک رویداد شگفت انگیز است، زیرا مادران معمولا می‌کوشند نوجوانان را متقاعد سازند که از راندن وسایل نقلیه خطرناکی مانند موتور سیکلت خودداری کنند؛ اما این کار یک انقلاب نیست. پسر از چند ماه پیش تقاضای موتور سیکلت را مطرح کرده و، به رغم هر دلیلی، امید بسته است به این که آرزویش برآورده شود. اما، فرض کنید که همین مادر به پسرش در هجدهمین سالروز تولدش بگوید که وی زاییده زن دیگری است یا به فرزندخواندگی پذیرفته ست. این خبر خیلی غافلگیر کننده است و به قدری مایه شگفتی می‌شود که ممکن است پسر را دچار پریشانی روانی کند، و به همین دلیل روان شناسان توصیه می‌کنند که چنین مسائلی در دروه خرد سالی افراد مطرح شوند. اما حتی این موضوع را هم نمی‌توان انقلاب نامید، زیرا آن پسر درباره فرزند خواندگی یا جانشینی از دوستانش یا از رسانه‌ها مطالبی آموخته است. اما، اگر به او گفته شود که منشا وی از سیاره کریپتون است، حالا این نوعی انقلاب به شمار می‌رود!

دلایل دیگری هم برای اثبات این اعتقاد وجود دارند که علم قربانی موفقیت خویش است. نخستین این که علم در اثر پالایش‌های پیاپی پیشرفت کرده است، و دوم این که علم برای تقریباً همه پدیده‌های طبیعی آشنا توضیحاتی به دست داده است. به بررسی مفصل این دو موضوع بپردازیم.

پالایش نظریه‌های علمی

غالباً گفته می‌شود که نظریه‌های قدیم تقریب‌هایی از نظریه‌های جدیدتری هستند که جای آن‌ها را می‌گیرند؛ مثلا، مکانیک نیوتونی تقریباً جدیدتری هستند که جای آن‌ها را می‌گیرند؛ مثلا، مکانیک نیوتونی تقریباً از نظریه نسبیت خاص اینشتین است. این اصطلاح [تقریب] بسیار گمراه کننده است. نظریه نسبیت خاص بر پایه این دعوی قرار دارد که مکانیک نیوتونی صحیح نیست، زیرا نسبیت به هیچ وجه وجود مفهوم‌های بنیادین مکانیک نیوتونی ـ مکان و زمان مطلق، نامحدود ـ را نمی‌پذیرد. همه آنچه می‌توان گفت این است که مکانیک نیوتونی در اوضاع و شرایط بسیار گسترده‌ای از لحاظ پیش بینی معدل است با نسبیت خاص یا از لحاظ محاسباتی معدل با آن است.

اکنون فرض کنید که بر طبق نظریه‌ای جدید و انقلابی، معلوم گردد که نظریه نسبیت انیشتین کاملاً نادرست است. هم شعور عادی و هم پیشینه تاریخی (پیشینه متعدد، از زمان گالیله با این سو) نشان می‌دهند که هر گاه انبوه عظیمی از شواهدی وجود داشته باشند که نظریه‌ای را تایید کنند، آنگاه هر نظریه تازه در اوضاع و شرایط بسیار گسترده‌ای جای آن را می‌گیرد. بنابراین، نظریه‌ای که ظاهرا جای نسبیت همساز خواهد بود مگر در شرایطی اغراق آمیز، شاید شبیه به آغاز مهبانگ یا در ساختار درونی ذرات بنیادی. به هواداران سریال تلویزیونی جنگ ستارگان بدرستی توصیه شده است که از دیدن نمایش‌ها و فیلم‌های تلویزیونی به عنوان قصه‌های علمی سرگرم کننده لذت ببرندو با نفس‌های در سفینه حبس شده منتظر سفر سریع السیر سفینه‌های فضایی و وسایل حمل و نقل موجودات غول پیکر نباشند.

در زیست شناسی نیز، نظریه‌های جانیشین از لحاظ پیش بینی معادل یکدیگرند. کوشش‌های ناشیانه داروین برای توضیح مسئله وراثت را علم وراثت شناسی مندلی به شکست کشانید، اما این نظریه بسادگی موجب شد که نظریه داروین ـ مربوط به تکامل طبیعی ـ قوت و شدت بیشتری بگیرد زیرا شالوده ریاضی و استواری به آن داده شد. سپس، وراثت شناسی مولکولی توانست نشان دهد که پیش فرض‌های ساده انگارانه وراثت شناسی مندلی معتبر نیستند، اما نظریه مولکولی به طور کلی از لحاظ پیش بینی معادل با نظریه مندلی بود.

علم پدیده‌های طبیعی را توضیح می‌دهد

دومین دلیل شک گرایی درباره توالی نامحدود انقلاب‌های علمی این است که علم اکثرا به پدیده‌های طبیعی‌ای مربوط می‌شود که وجودشان آشکار است و هیچ گونه اختلاف نظر و مناقشه‌ای در مورد وجود ندارد. علم مکانیک نیوتونی توضیح دهنده حرکات سیارگان و ستارگان دنباله داری بود که هزاران هزار سال در همه فرهنگ‌ها مشاهده شده بودند. خورشید گرفتگی (کسوف)ها مکررا روی می‌دادند و کاری که علم کرد این بود که به جای اسطوره‌های مربوط به اژدهایی که خورشید را می‌خورند نظریه‌هایی در باره حرکت و نیروی جاذبه را نشاند که چگونگی وقوع خورشید گرفت‌ها را توضیح می‌دهند و به فیزیک دانان امکان می‌بخشد که وقوع آنها را با دقت و صحت کامل محاسبه کنند. به همین نحو، نیروی برق از طریق آذرخش برای همگان شناخته شده بود، و قطب نماهای مغناطیسی زمان‌های درازی مورد استفاده بوده‌اند. اگر کسی در هزاران سال پیش ادعا کرده بود که یک روز از نیروی آذرخش برای ایجاد ارتباط تقریباً فوری استفاده خواهد شد، او را به جرم بدعت گذاری شاید به آتش می‌کشیدند، اما ـ البته، با نگاه به گذشته ـ این ادعا را نمی‌توان نامعمول و هولناک انگاشت.

به همین سان، در زیست شناسی، خویشاوندی‌های ساختاری میان جانوران و گیاهان مشخصا شناخته شدند، اگر چه برای توضیحی در این مورد می‌بایست انتظار نظریه تکامل را کشید. بیماری یکی دیگر از پدیده‌های طبیعی بود که در همه جا حضور داشت و شخص می‌توانست امیدوار باشد که آن را به طور علمی توضیح دهد.

هنگامی که به علم قرن بیستم می‌رسم، موقعیت تا حدی متفاوت می‌گردد، اما هنوز امکان طرح این دعوی وجود دارد که علم به توضیح پدیده‌های طبیعی‌ای پرداخته است که در مورد وجودشان هیچ گونه اختلاف نظر و مناقشه‌ای در میان نیست. همگی ما با پرتو

شدیدی که از خورشید ساطع می‌شود عمیقا آشنایی داریم، و از این رو فیزیک دانان در سال 1900 خیلی شگفت زده نمی‌شدند اگر با یک دستگاه ماشین زمان به گذشته باز می‌گشتیم و به آنان می‌گفتیم که فیزیک موفق به کشف نوع تازه‌ای از واکنش خواهد شد که سوخت خود را از خورشید می‌گیرد.

به این ترتیب، آیا پدیده‌هایی طبیعی وجود دارند که چشم به راه توضیح باشند؟ در زندگی روزمره ما چند پدیده انگشت شمار ملاحظه می‌شوند، بویژه اگر پای پرسش‌های تاریخی نظری این پرسش‌ها را به میان نیاوریم: «جهان هستی چگونه آغاز شد؟» و «زندگی چگونه پدید آمد؟» و توانایی‌های شناختیِ آدمی چگونه تکامل یافتند؟» این پرسش‌ها اهمیت فوق العاده زیادی دارند، اما ممکن است صرفا به این علت قابل حل نباشند که قراین و شواهد کافی در این زمینه‌ها باقی نمانده‌اند. حداکثر شاید بتوانیم نتایج تجربی و استدلال‌های متقاعد کننده‌ای به دست دهیم که موجه بودنشان را به اثبات برسانند، اما ممکن است گواه قطعی دسترسی نشود.

پرسش‌های بنیادینی وجود دارد که چشم به راه توضیح‌اند، مثلا: آگاهی چیست؟» و «چه چیزی موجب حرکت صفحه‌ها یا ورقه‌های زمین ساخت (تکنوتیک) می‌شود؟»و «رویانی متشکل از چند یاخته چگونه به صورت سازواره پیچیده‌ای در می‌آید؟» اما شخص چاره‌ای ندارد جز آن که احساس کند که حتی اگر علم سرانجام قادر به حل این مسائل شود، راه حل‌ها ناشی از تغییراتی انقلابی نظیر برافتادن و جابه جا شدن علم مکانیک کوانتمی یا زیست شناسی مولکولی نخواهند بود، بلکه از راه کاربرد و گسترش همین علوم موجود میسر خواهد شد.

می توان رویدادهایی را تصور کرد که هر کس با گنجاندن آن در مقوله «انقلابی» موافقت داشته باشد. یکی از این نمونه‌ها عبارت است از کشف صورتی از زندگی (خواه در این جا بر روی کره زمین یا از هر جای دیگر) که بر پایه زیست شیمی آشنای اسیدهای نوکلئیک و پروتئین قرار داشته باشد. حتی اگر زیست شناسی نوع دیگری وجود داشته باشد، تصور این که آن علم بر حسب شیمی و فیزیک ما قابل توضیح نباشد کار دشواری است. از سوی دیگر، اگر صورت زندگی برون زمینی‌ای یافت شود که بر زیست شیمی آشنای ما مبتنی باشد، کشف آن حیرت انگیز خواهد بود، اما صفت انقلابی به آن علم نمی‌توان داد.

ادوارد ویتن: اینشتین امروز

ادوارد ویتن (1915-) از زمان آلبرت اینشتین به این سو درخشان‌ترین فیزیک دان نامیده شده است. ویتن، همانند اینشتین در زمان خویش، در «موسسه مطالعات پیشرفته» در پرینستون، ایالت نیوجرزی، کار می‌کند و، همانند اینشتین، با نظریه انقلابی تاره‌ای در فیزیک پیوند دارد. اما مشابهت در همین جا پایان می‌یابد.

ویتن مطالعه فیزیک را فقط در دانشکده فوق لیسانس آغاز کرد، در حالی که اینشتین همیشه مایل بود که فیزیک دان شود. در زمینه نسبیت پیشگام بود، حال آنکه ویتن به زمینه نظریه ریسمان‌ها و ابرریسمان‌ها فقط پس از آن که ابداع شده بود توجه یافت. او به نظریه ریسمان کشانده شد زیرا وجود نیروی جاذبه یکی از پیامدهای طبیعی این نظریه است، که آن را به صورت شایسته‌ترین جانیشین برای یگانه ساختن دو حوزه اصلی فیزیک قرن بیستم ـ مکانیک کوانتمی و نسبیت ـ در می‌آورد. ادوارد ویتن، از زمانی که کار در نظریه ریسمان را آغاز کرد، پرکارترین پژوهشگر شده است، و دانشمندان این رشته هزاران بار به مقاله‌های او استناد کرده‌اند.

در میانه دهه 1990، نظریه ریسمان تا حدی آشفته و درمانده شده بود و به پنج صورت روایت می‌شد که هیچ یک از آن‌ها ظاهرا مزیت چشمگیری بر گونه‌های دیگر نداشت. ادوارد ویتن نشان داد که همه آن نظریه را می‌توان نمونه‌های محدود کننده نظریه ریسمان یکپارچه‌ای موسوم به نظریه M(M-theory) انگاشت؛ این پیشرفت جان تازه‌ای به پژوهش درباره نظریه ریسمان دمید.

شاید مهم‌ترین تفاوت میان ویتن و اینشتین این باشد که اینشتین پیش از هر چیز فیزیک دان بود، و هر چند سررشته کافی در ریاضات داشت هرگزخود را کارشناسی در این رشته نمی‌دانست؛ او غالبا در پی‌بهره گیری از کمک ریاضی دانان متخصصی مانند هرمان مینوکوفسکس (1864 ـ 1909) و مارسل گروسمان (1878 ـ 1936) بر می‌آمد. ویتن، از سوی دیگر، در سال 1990 به مدل فیدز ـ بالاترین جایزه در ریاضیات ـ دست یافت. تلفیق روشن بینی فیزیکی و استعداد ریاضی به او امکان داد که به ریاضیات جدید مکان شناسی (توپولوژی) و هندسه خدمت اساسی عرضه کند.

دقیقا همین ریاضی سازی افراطی فیزیک، که جزء ذاتی نظریه ریسمان است، آن را تا حدی بحث انگیز می‌سازد. با این که همه دانشمندان از زمان گالیله و نیوتون به اهمیت ریاضی سازی علم پی‌برده‌اند، اما پذیرفتن نظریه‌ای درباره فیزیک که برجسته‌ترین کارورز آن ریاضی دانی است که شایستگی لازم برای دریافت مدال فیلدز را دارد کار دشواری است. شلدون گلاشو (1932-)، که جایزه نوبل فیزیک را در 1979 دریافت کرد، به ناتوانی خود در درک نظریه ریسمان اعتراف می‌کند و بسیار نگران نظریه‌ای است که پیش بینی هایش از لحاظ تجربی آزمون پذیر نیستند.

اگر در آینده، نظریه ریسمان در نهایت به عنوان توصیف صحیحی از طبیعت، شاید پیش بینی‌ای که از لحاظ تجربی به اثبات می‌رسد، از جانب جامعه فیزیک دانان پذیرفته شود، ادوارد ویتن خواهد توانست جایزه نوبل در فیزیک را به مل فیلدز خود بیفزاید.

INTERNATIONAL FOUNDATION OF
THEORIES AND DOCTRINES
بنیاد بین‌المللی تئوری‌ها و دکترین‌ها

نظریه علمی چیست؟

نویسنده: موتی بن آری

ترجمه: فریبرز مجیدی

انتشارات مازیار

آدرس سایت :

www.theorium.net

آدرس ایمیل :

books@iftad.org