



لذت علم

لذت علم

نویسنده کتاب جهان هستی براساس فیزیک

جیم الخلیلی

ترجمه‌ی جمیل آریابی

زمت‌لالت ماریار

سرشناسه : خلیلی، جیم، ۱۹۶۲ - م.
Al-Khalili, Jim
عنوان و نام پدیدآور : لذت علم/ جیم الخلیلی؛ ترجمه‌ی جمیل آریایی.
مشخصات نشر : تهران: مازیار، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری : ۱۱۲ ص.
فروست : قلمرو علم
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۳۳-۸
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: The joy of science,c2022
یادداشت : کتابنامه
موضوع : Science -- Philosophy
موضوع : علوم -- فلسفه
شناسه افزوده : آریایی، جمیل، ۱۳۳۰ - ، مترجم
رده‌بندی کنگره : Q1۷۵
رده‌بندی دیویی : ۵۰۱
شماره کتابشناسی ملی : ۹۰۰۸۶۶۵

mazyarpub@yahoo.com

نمات‌های مازیار

ثبت علامت تجاری: ۳۵۳۴۲۴

مقابل دانشگاه تهران، ساختمان ۱۲۹۶ (ظروفچی) طبقه اول، واحد ۴، تلفن ۶۶۴۶۲۴۲۱

لذت علم

جیم الخلیلی

ترجمه‌ی جمیل آریایی

صفحه‌آرایی مروا ک.

چاپ اول ۱۴۰۲

شمارگان ۵۵۰

لیتوگرافی سحر، چاپ و صحافی طیف‌نگار

شابک ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۳۳-۸

مواد اولیه این کتاب به صورت آزاد تهیه شده است.

| برای خرید اینترنتی و اطلاعات بیشتر |

www.mazyarpub.ir

فهرست مطالب

۹	پیش‌گفتار
۱۳	مقدمه
۲۹	۱. چیزی یا حقیقت است، یا حقیقت نیست
۴۱	۲. پیچیده‌تر از آن است
۴۹	۳. اسرار را باید پذیرفت، لیکن باید حل‌شان نیز کرد
	۴. اگر چیزی را نمی‌فهمید به این معنی نیست که نباید
۵۷	سعی کنید آن را بفهمید
۶۷	۵. عقیده را بیش از شاهد ارزش‌گذاری نکنید
	۶. قبل از این که به قضاوت دیدگاه‌های
۷۷	دیگران پردازید جانبداری‌های خودتان را بشناسید
۸۷	۷. نترسید که افکارتان را عوض می‌کنید
۹۳	۸. برای واقعیت بپاخیزید
۱۰۱	نتیجه‌گیری
۱۰۵	فرهنگ اصطلاحات

در ستایش کتاب

«جیم الخلیلی ژرفای عصاره‌ی علم را تقطیر کرده است. این کتاب مشحون است از لذت، الهام، و خرد راستین.»
— آلیس رابرتز، استاد اشتغال همگانی در علم، دانشگاه بیرمنگام.

«جیم الخلیلی با شیوایی همه‌ی دلایلی را یادآور می‌شود که چرا باید به استقبال علم برویم. کتابی دوست‌داشتنی که برای شما راهنمای قابل‌اعتمادی در این عصر دشوار پساحقیقت است.»

— سایین هوسفلدر، فیزیکدان و نویسنده‌ی کتاب غرق در ریاضیات.

«کتاب لذت علم نقاب از چهره‌ی علم راستین برمی‌کشد و مشکلاتی را برطرف می‌کند که مردم در درک این که چگونه می‌توانند علم‌آموزی کنند، با آن‌ها روبرو هستند.»

— اس جیمز گیتس جی‌آر، نویسنده‌ی همکار کتاب اثبات این که اینشتین راست می‌گفت.

«در عصر سیاست‌های پساحقیقت، آنگاه که سیل اطلاعات نادرست و نظریه‌های توطئه بر رسانه‌های اجتماعی آوار می‌شوند و زندگانی‌ها را به مخاطره می‌اندازند، کتاب جیم الخلیلی اصلاح‌گر تعالی‌بخش، صبور، و مهربان است. لذت علم فراخوانی است برای رویکردی عقلانی‌تر و با بصیرت به آنچه ما در زندگانی تجربه می‌کنیم که آن را تخصص، قضاوت انتقادی، و نیز شفقت رهبری می‌کند.»

— فیلیپ بال، نویسنده‌ی کتاب‌های فراسوی هراس و کنجکاوی.

«جیم الخلیلی را به حق به عنوان یکی از پیشگامان تفسیر علم تحسین می‌کنند. او در این کتاب سرشت و محدودیت‌های دانش علمی ما را تقطیر می‌کند و نشان می‌دهد که افکار علمی می‌توانند در زندگی روزمره به ما کمک کنند. ادراکات خردمندانه‌ی او به ویژه در عصر حاضر ارج نهاده می‌شوند که در آن، علی‌رغم کامیابی‌های علم، اخبار ساختگی و نظریه‌های توطئه بر باورهای مردم سوارند. ما همه شهروندان بهتری

می‌شویم اگر به پیام او از صمیم قلب آری بگوییم — این کتاب ارزش آن را دارد که طیف وسیعی از مردم آن را بخوانند.»

— مارتین ریس، نویسنده‌ی کتاب در باب آینده.

«علم راه درک جهان هستی و تفکر درباره‌ی آن است — و در این کتاب جذاب، الخلیلی استدلال می‌کند که ما همه باید علمی‌تر فکر کنیم. او به زیبایی هر چه تمام‌تر از پیچیدگی‌های مفاهیم و ایده‌های علمی می‌گوید و از جانبداری‌های ما پرده برمی‌دارد و افسانه‌ها و سوءتفاهم‌های رایج درباره‌ی سازوکارهای جهان هستی و علم را برطرف می‌سازد. خواندن کتاب فوق‌العاده سرگرم‌کننده‌ی او بر همه‌ی ما واجب است، به ویژه در این دوران پاندمی جهان‌گیر و بحران آب و هوایی که یافتن راه‌حل‌ها در گرو درک ژرف‌تر از چیزی است که علم چه هست و چه نیست.»

— سارا-جین بلیکمور، نویسنده‌ی کتاب اختراع خودمان.

«این کتاب کوچک زیبا، آسان، و خواندنی درباره‌ی این که چگونه و چرا باید به علم بپردازیم، حرف‌های زیادی برای گفتن دارد. در این دوران دیوانه، خواندن این کتاب را به همه‌ی کسانی که می‌خواهند معنی و ارزش پیروی از علم را بدانند، توصیه می‌کنم.»

— دانیل ام آلمن، امپریال کالج لندن.

«این کتاب مختصر و بینش‌افزا، مجموعه‌ای از سرگرمی‌ها و ایده‌های باارزش را به شیوه‌ای قابل‌درک برای خوانندگان‌اش فراهم آورده است.»

— شون کارول، نویسنده کتاب چیزی عمیقاً پنهان.

«واپسین شاهکار جیم الخلیلی به زیبایی پیوند ژرف، نزدیک، و منحصر بفرد ما را با علم آشکار می‌کند. کتاب لذت علم تفکر علمی را بیدار می‌کند که در همه‌ی ما ریشه دوانده است و نه تنها از روش‌های آن پرده برمی‌دارد، بلکه نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با پیروی از آن‌ها روشنگری کرد.»

— کلودیا دی رهام، امپریال کالج لندن.

«این نوشته‌ی باارزش و الهام‌بخش الخلیلی به ما اجازه می‌دهد تا قطره‌ای از «لذت» علم را بچشیم.»

— هلن پیرسون، ویراستار ارشد نشریه‌ی نیچر.

پیشگفتار

در اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ که دانشجوی جوانی بودم، کتابی خواندم با عنوان آشنایی با شگفتی که آن را فیزیکدان انگلیسی ایوان اسکواریز نوشته بود. این کتاب درباره‌ی واپسین ایده‌های فیزیک بنیادی (در آن زمان) بود و حالا نزدیک به چهار دهه است که من هنوز آن را جایی در قفسه‌ی کتاب‌هایم دارم. بعضی از مطالب این کتاب امروزه قدیمی شده‌اند، اما من همیشه عنوان آن را دوست داشته‌ام. روزگاران‌ی که به فکر شغلی در فیزیک بودم، شانس «آشنایی با شگفتی‌ها»ی دنیای فیزیکی به من این انگیزه را داد تا زندگانی‌ام را به علم اختصاص دهم.

دلایل زیادی دارد که چرا مردم علایق‌شان را به یکی از موضوعات معطوف می‌کنند. در علم، عده‌ای از هیجان صعود به قله‌ی آتشفشان لذت می‌برند یا به لبه‌ی صخره‌ای چنگ می‌زنند تا لانه‌سازی پرندگان را تماشا کنند — یا از درون تلسکوپ‌ها یا میکروسکوپ‌های‌شان دنیا‌های فراتر از حس‌های ما را ببینند. عده‌ای روی میزهای آزمایشگاه‌های‌شان آزمایش‌های هوشمندانه‌ای طراحی می‌کنند تا از اسرار درون ستارگان پرده بردارند، یا در زیر زمین شتاب‌دهنده‌های گول‌پیکر ذرات می‌سازند تا اجزای بنیادی سازنده‌ی ماده را جستجو کنند. عده‌ای نیز ژنتیک میکروب‌ها را مطالعه می‌کنند تا بتوانند دارو یا واکسن‌هایی بسازند که از ما در برابر این میکروب‌ها محافظت کنند. عده‌ای دیگر در ریاضیات تخصص می‌گیرند و صفحات زیادی معادلات جبری زیبا و در عین حال انتزاعی می‌نویسند، یا هزاران سطر برنامه می‌نویسند تا اَبَر کامپیوترهای‌شان آب و هوای زمین، یا تکامل کهکشان‌ها، یا حتی مدل فرآیندهای زیست‌شناختی در بدن‌های ما را شبیه‌سازی کنند. علم قلمرو فعالیت‌ی گسترده‌ای است و هر جای آن را که نگاه کنی مملو است از الهام، شور و اشتیاق، و شگفتی.

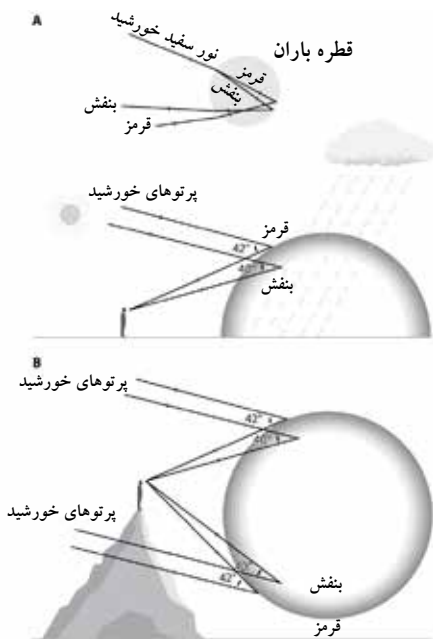
باری این اندرز قدیمی که می‌گوید علف باید به دهان بزی شیرین بیاید، نه تنها در علم بلکه به طور کلی در زندگانی‌های ما نیز کاربرد دارد. آنچه را ما باشکوه یا زیبا می‌پنداریم، از هر لحاظ ذهنی است. دانشمندان نیز مثل

مردم عادی می‌دانند که موضوعات جدید یا روش‌های جدید فکری می‌توانند ترسناک باشند. وقتی که با موضوعی آشنایی کامل نداریم، این موضوع می‌تواند سرتاپا درک‌ناشدنی به نظر برسد. پاسخ من این است که اگر تلاش کنیم، همیشه می‌توانیم درک کم و بینش بهتری از ایده یا مفهومی کسب کنیم که پیش‌تر برای ما درک‌ناشدنی می‌نمود. کافی است چشمان و ذهن‌مان را باز کنیم و وقت صرف کنیم تا به مسائل فکر کنیم و اطلاعات به دست آوریم — نه الزاماً در سطح تخصصی، بلکه آن قدر که کافی باشد چیزی را که نیاز داریم بفهمیم.

مثال رنگین‌کمان را در نظر می‌گیریم که پدیده‌ای همه‌جایی و ساده در دنیای طبیعی است.^[۱] همه می‌توانیم توافق داشته باشیم که رنگین‌کمان‌ها پدیده‌ای سحرآمیز هستند. اگر من به شما علم تشکیل رنگین‌کمان را توضیح دهم، آیا سحرآمیز بودن آن از بین می‌رود؟ کیتس شاعر ادعا کرد که نیوتون «رنگین‌کمان را به رنگ‌های منشوری تقلیل داد و همه‌ی شاعرانگی آن را نابود کرد.» از دیدگاه من علم نه تنها «شاعرانگی رنگین‌کمان را نابود نمی‌کند» بلکه بر شناخت ما از زیبایی طبیعت می‌افزاید. ببینید چطوری.

رنگین‌کمان دو ماده‌ی اولیه را با هم ترکیب می‌کند که یکی نور خورشید و دیگری باران است. لیکن علم زیربنایی ترکیب این دو و خلق کمان نور در آسمان مه‌گرفته به اندازه‌ی خود این منظره زیبا است. رنگین‌کمان‌ها از شکست نور خورشید ساخته می‌شوند که پس از عبور پرتوهای خورشید از میلیاردها قطره‌ی باران، وارد چشمان ما می‌شوند. همین‌که پرتوهای خورشید وارد هر یک از قطرات باران می‌شوند، همه‌ی رنگ‌های مختلفی که نور خورشید را می‌سازند کُند می‌شوند تا با سرعت‌های اندک متفاوتی حرکت کنند و در فرآیندی به نام شکست، خم می‌شوند و از یکدیگر جدا می‌گردند.^[۲] این پرتوها از پشت قطرات باران بازتابیده می‌شوند و برمی‌گردند تا از نقاط مختلف در جلو قطرات باران خارج شوند و از این‌رو برای بار دوم می‌شکنند و به رنگ‌های رنگین‌کمان تجزیه می‌شوند. اگر زوایای میان باریکه‌ی خورشیدی و پرتوهای رنگارنگ را اندازه بگیریم که از درون چادر قطرات باران پیش روی ما پدیدار می‌شوند، درمی‌یابیم که گستردگی آن از ۴۰ تا ۴۲ درجه است، ۴۰ درجه برای نور بنفش که دستخوش بیشترین شکست شده است و از این‌رو درونی‌ترین رنگ

رنگین کمان را تشکیل می‌دهد، تا ۴۲ درجه برای نور قرمز که دستخوش کمترین می‌شود و لبه‌ی بیرونی رنگین کمان را می‌سازد. (نمودار را ببینید).^[۴]



نمودار رنگین کمان

از این هم باشکوه‌تر، این کمان تکه‌تکه‌شده‌ی نور خورشید در واقع فقط بخش بالایی دایره‌ای است — سطح خمیده‌ی مخروطی خیالی که روی ضلع‌اش خوابیده است و رأس‌اش روی چشم ما قرار دارد. از آنجا که ما روی زمین قرار داریم، تنها نیمی از این مخروط را می‌بینیم. حال اگر می‌توانستیم در آسمان شناور بمانیم، کل این رنگین کمان را به شکل دایره‌ای کامل می‌دیدیم.

شما نمی‌توانید رنگین‌کمانی را لمس کنید، چون ماده‌ای ندارد و در بخش خاصی از آسمان نیست. هر رنگین‌کمانی نوعی برهم‌کنش غیرقابل لمس میان دنیای طبیعی و چشمان و مغز ماست. در واقع هیچ دو نفری رنگین‌کمان یکسانی را نمی‌بینند. رنگین‌کمانی که ما می‌بینیم از پرتوهای نوری تشکیل شده است که تنها به چشمان ما وارد می‌شوند. در نتیجه، هر یک از ما رنگین‌کمان منحصر به فرد خود را

تجربه می‌کنیم که طبیعت آن را تنها برای خود ما ساخته است. این برای من چیزی است که نوعی درک علمی می‌تواند به ما ارزانی دارد، درکی غنی‌تر، بنیادی‌تر — و بیشتر شخصی — از جهان هستی که بدون علم هرگز آن را نمی‌داشتیم.

رنگین‌کمان‌ها چیزی بیش از کمان‌های رنگین زیبا هستند، همان‌طور که علم چیزی بیش از واقعیت‌های سخت و درس‌هایی در تفکر سنجش‌گراانه است. علم به ما کمک می‌کند تا ژرفای جهان را ببینیم، علم ما را غنی می‌کند، علم روشنگری می‌کند. امید من این است که این کتاب شما را با دنیای نور و رنگ، حقیقت و زیبایی ژرف آشنا کند — دنیایی که هرگز محو نخواهد شد، مشروط بر این که ما همه چشم‌ها و اذهان‌مان را باز نگه داریم و آنچه را می‌دانیم با یکدیگر به اشتراک بگذاریم. هر چه دقیق‌تر نگاه کنیم، بیشتر می‌بینیم و شگفت‌زده‌تر می‌شویم. امیدواریم شما هم با من در آشنایی با شگفتی — لذت علم — همراه شوید.

یادداشت‌ها

[۱] در آغاز این کتاب من پدیده‌ی رنگین‌کمان را مثال زدم و راهی را رفتم که پیش از من نویسندگان دیگر علم آن را کهنه کرده‌اند، برای مثال، کارل سیگن (جهان شیطان‌زده: علم شمع‌ی فواره تاریکی) و ریچارد داکینز (پنبه کردن رنگین‌کمان: علم، پندارزدگی، و اشتباهی شگفتی). امیدوارم خوانندگانی که با این کتاب‌ها آشنا هستند به من نیز این اجازه را بدهند که همین سنت را دنبال کنم تا خوانندگانی که به تازگی با این مثال روبرو می‌شوند، از آن منتفع شوند.

[۲] نور خورشید، یا نور سفید، از رنگ‌های مختلف ساخته شده است که هر یک از آن‌ها طول‌موج متفاوتی دارد. آنگاه که نور خورشید در محیطی، مثل هوا یا آب، وارد شود، گند می‌شود، لیکن هر یک از رنگ‌های سازنده‌ی آن، بسته به طول‌موجی که دارد، به مقادیر متفاوت گند می‌شود و در نتیجه هر رنگ زاویه‌ی شکست متفاوتی را تجربه می‌کند.

[۳] نوع رنگین‌کمانی که در اینجا توصیف کرده‌ام، رنگین‌کمان اولیه نام دارد. گاهی می‌توانیم رنگین‌کمان‌سهای ثانویه‌ی محوتر و بیرونی‌تری را نیز مشاهده کنیم که وقتی تولید می‌شوند که پرتوهای خورشید، به جای یک‌بار، دوبار دستخوش بازتاب‌های داخلی در درون هر قطره‌ی آب می‌شوند. در این موارد، تنها پرتوهای رنگینی را می‌بینیم که بین زوایای ۵۰ و ۵۳ درجه پدیدار می‌شوند. در رنگین‌کمان‌های ثانویه، بر اثر بازتابش دوگانه، رنگ‌ها وارونه هستند، یعنی قرمز در داخل و بنفش در خارج دیده می‌شود.

مقدمه

بهار سال ۲۰۲۱ است که دارم این واژه‌ها را می‌نویسم. در حالی که همه‌ی ما هم‌چنان با پیامدهای پاندمی کوید دست و پنجه نرم می‌کنیم، شاهد جابه‌جایی بزرگ در نگاه مردم دنیا به علم هستیم — به نقش و ارزش آن در جامعه — این که ما در پژوهش‌های علمی چه می‌کنیم و ادعاهای آن را چگونه راستی‌آزمایی می‌کنیم، و به راستی دانشمندان چگونه خود را هدایت می‌کنند و کشف‌ها و یافته‌های‌شان را گزارش می‌دهند. به طور خلاصه و با در نظر گرفتن ویران‌کننده‌ترین و فاجعه‌بارترین شرایط، امروزه علم و دانشمندان چنان زیر ذره‌بین هستند که تاکنون سابقه نداشته است. به یقین، مسابقه برای درک ویروس سارس-کو-۲ و یافتن راه‌های مقابله با آن، این واقعیت را پررنگ کرده است که انسانیت نمی‌تواند بدون علم نجات یابد.

همیشه کسانی خواهند بود که از علم هراس داشته باشند و با دیده‌ی تردید به آن نگاه کنند، لیکن من در میان اکثریت بزرگی از مردم دنیا، قدرشناسی تازه و اعتماد به روش علمی را می‌بینم، چون هر روز که می‌گذرد مردم بیشتری پی می‌برند که سرنوشت آدمی، نه به دست سیاستمداران، اقتصاددانان، یا سایر رهبران، بلکه به دست شناختی رقم می‌خورد که ما از راه علم درباره‌ی جهان هستی کسب می‌کنیم. همین‌طور دانشمندان نیز به این نتیجه رسیده‌اند که نباید یافته‌های پژوهش‌های‌شان را پیش خودشان نگه دارند. ما دانشمندان باید با صداقت و شفافیت هر چه بیشتر تلاش کنیم تا توضیح دهیم که چگونه کار می‌کنیم، به چه پرسش‌هایی پاسخ می‌دهیم، و تاکنون چه آموخته‌ایم و به مردم دنیا نشان دهیم که از شناخت تازه‌ای که کشف کرده‌ایم چگونه می‌توانند به نحو شایسته استفاده کنند. امروزه، به معنی واقعی کلمه، زندگانی‌های ما به هزاران ویروس‌شناس، ژنتیک‌دان، ایمنی‌شناس، متخصص بیماری‌های واگیردار، مدل‌ساز ریاضیاتی، روان‌شناس رفتاری، و دانشمندان بهداشت عمومی بستگی

دارد که در اقصی نقاط دنیا با هم کار می‌کنند تا با ارگانسیم میکروبی کشنده‌ای مقابله کنند. اما موفقیت فعالیت‌های علمی به تمایل جامعه، هم جمعی و هم فردی، نیز بستگی دارد تا بتوانیم برای خود، عزیزانمان، و جوامع بزرگتری که در آن‌ها زندگی می‌کنیم تصمیمات آگاهانه‌ای بگیریم و از دانشی که دانشمندان کسب کرده‌اند به نحو احسن استفاده کنیم.

کامیابی ادامه‌دار علم — خواه حل بزرگترین چالش‌هایی باشد که انسان در قرن بیست و یکم با آن‌ها روبرو بوده است، چون پاندمی‌ها، تغییرات اقلیمی، ریشه‌کن کردن بیماری و فقر، خواه خلق تکنولوژی‌های شگفت‌انگیز، فرستادن مأموریت‌هایی به مریخ و توسعه‌ی هوش مصنوعی، یا پی بردن به جایگاهی که ما در جهان هستی داریم — همه به رابطه‌ی صادقانه و همکاری میان دانشمندان و مردم عادی بستگی دارد. این‌ها همه میسر می‌شود اگر سیاستمداران از نگرش‌های کنونی انزواگرایی و ملی‌گرایی فراگیر دست بردارند. کوید ۱۹، مرز، ملت، فرهنگ، نژاد، یا دین نمی‌شناسد. همین‌طور است بزرگترین مشکلاتی که گریبان‌گیر ما گونه‌های انسانی می‌شوند. بنابراین، درست مثل خود پژوهش‌های علمی، حل چنین مشکلاتی نیز باید به شکل فعالیت جمعی و گروهی انجام شود.

در این گیرودار، نزدیک به هشت میلیارد ساکنان انسانی این سیاره هم‌چنان باید زندگانی روزمره‌ی‌شان را داشته باشند، تصمیماتی بگیرند و به آن‌ها عمل کنند، و در عین حال در مه غلیظی از اطلاعات گیج‌کننده — اطلاعات نادرست — دست و پا بزنند. حال چگونه می‌توانیم گامی به عقب برداریم و با نگاه ژرف‌تری جهان و خودمان را ببینیم؟ چگونه می‌توانیم در میان این همه پیچیدگی بگردیم و برای خودمان و یکدیگر مفید واقع شویم؟

حقیقت این است که این پیچیدگی‌ها تازه نیستند. اطلاعات نادرست و گیج‌کننده تازگی ندارند. شکاف‌های بزرگی که در شناخت ما وجود دارند تازه نیستند. جهانی که با آن روبرو هستیم، هراسناک، گیج‌کننده، و حتی گاهی طاقت‌فرساست. البته این‌ها نباید برای ما تازگی داشته باشند. در واقع، علم بر همین فرض بنا شده است و انسان‌ها روش علمی را ابداع کرده‌اند تا دقیقاً مشکل معنی بخشیدن به کیهانی گیج‌کننده و پیچیده را برطرف سازند. هر یک

از ما — دانشمند و آدم عادی — در زندگانی‌های روزمره‌ی مان، با جهانی مملو از اطلاعات روبرو هستیم که مدام جهالت ما را به رخ مان می‌کشد. درباره‌ی آن چه باید بکنیم؟ به راستی، آیا باید درباره‌ی آن کاری بکنیم؟

در این کتاب، من راهنمای همه‌منظوره‌ی مختصری گرد آورده‌ام تا به ما فکر کردن و زندگی کردن علمی‌تری را بیاموزد. قبل از این که این کتاب را بخوانید، لختی درنگ کنید و از خود بپرسید که آیا می‌خواهید این جهان را آن‌گونه که هست درک کنید؟ آیا می‌خواهید براساس دانشی که به دست می‌آورید تصمیماتی بگیرید؟ آیا می‌خواهید هراس از ناشناخته‌ها را به نوعی حس امید، توانایی، و حتی هیجان تبدیل کنید؟ اگر پاسخ‌تان به هر یک از این پرسش‌ها «آری» است و حتی اگر (یا جسارت کنم و بگویم، به ویژه اگر) هنوز نمی‌دانید چه احساسی نسبت به این پرسش دارید، آنگاه چه بسا این کتاب بتواند به شما کمک کند.

من که دانشمند فعالی هستم ادعا نمی‌کنم که خرد بنیادینی به شما منتقل خواهم کرد و امیدوارم که از لحن این کتاب برداشت نکنید که من بر شما برتری دارم یا به شما منت می‌گذارم. هدف من این است که توضیح دهم اگر علمی فکر کنیم چگونه خواهیم توانست تا اندازه‌ای روی اطلاعات پیچیده و متناقضی کنترل داشته باشیم که جهان هستی برای ما به ارمغان می‌آورد. این کتاب نه درس‌هایی در فلسفه‌ی اخلاق است و نه فهرستی از مهارت‌های زندگانی یا روش‌های درمانی که به شما کمک کند تا شادتر زندگی کنید یا زندگانی‌تان را بیشتر تحت کنترل داشته باشید. آنچه می‌خواهم بگویم مجموعه‌ای است درباره‌ی این که علم چیست و روش‌های به کار بردن آن کدام هستند، رویکردی که به کار برده شده و راستی‌آزمایی شده است و طی قرون طولانی به نوع آدمی خدمت کرده است تا جهان هستی را درک کند. با وجود این، در سطحی ژرف‌تر، دلیل این که علم چنین خوب به ما خدمت کرده است این است که علم ساخته شد تا به انسان‌هایی مثل من و شما کمک کند تا به پیچیدگی دانشی که داریم معنی بدهیم و جهان هستی را درک کنیم و به طور کلی به ما اعتماد به نفس بدهد تا با ناشناخته‌ها که روبرو می‌شویم، چشم‌انداز بهتری در اختیار ما بگذارد. از آنجا که شیوه‌ی پرداختن ما به علم، از دیرباز و

با کامیابی، برای نوع آدمی تا این اندازه خوب خدمت کرده است، گمان می‌کنم ارزش داشته باشد این شیوهی تفکر را با شما به اشتراک بگذارم. قبل از این که مردم را مطرح کنم که چرا ما همه باید علمی‌تر فکر کنیم، باید بگویم که خود دانشمندان چگونه فکر می‌کنند. دانشمندان نیز مثل همه‌ی مردم دیگر در این دنیای واقعی زندگی می‌کنند و شیوهی فکری‌شان در اختیار مردم دیگر نیز بوده است که بتوانند آنگاه که با ناشناخته‌ها روبرو می‌شوند این شیوه را به کار ببرند و براساس آن تصمیماتی برای زندگی روزمره بگیرند. این کتاب درباره‌ی آن است که این شیوه‌های فکری را با همگان به اشتراک بگذارد. این شیوهی تفکر همیشه برای همگان نیز بوده است، لیکن جایی در این مسیر، به نظر می‌رسد که نادیده گرفته شده باشد.

نخست، بر خلاف این که بیشتر مردم تصور می‌کنند، علم مجموعه‌ای از واقعیت‌ها درباره‌ی جهان هستی نیست که به آن «شناخت» می‌گویند. در عوض، علم روش فکر کردن به جهان هستی و معنی بخشیدن به آن است که می‌تواند به شناخت تازه منجر شود. البته راه‌های زیادی برای کسب شناخت و بینش وجود دارد، از جمله هنر، شعر و ادبیات، متون دینی، بحث‌های فلسفی، یا تأمل و بازتاب. باری، حال که این حرف‌ها را زدیم، اگر بخواهید بدانید که جهان هستی به راستی چیست — چیزی که فیزیکدان‌هایی مثل من گاهی آن را «سرشت راستین واقعیت» می‌گوییم — آنگاه علم برتری و الایی دارد، چون بر «روش علمی» تکیه داده است.

روش علمی

وقتی که از «روش» علمی صحبت می‌کنیم، چنین برداشت می‌شود که فقط یک راه برای «انجام» علم وجود دارد. این برداشت غلط است. کیهان‌شناسان نظریه‌های عجیب و غریبی می‌سازند تا مشاهدات اخترشناختی را توضیح دهند، آنانی که در کار پزشکی هستند آزمون‌های کنترل‌شده‌ی کاتوره‌ای انجام می‌دهند تا تأثیرات دارو یا واکسن جدیدی را امتحان کنند، شیمیدان‌ها ترکیب‌های مختلف را در لوله‌های آزمایش با هم مخلوط می‌کنند تا ببینند که این ترکیبات چگونه با هم واکنش می‌کنند، اقلیم‌شناسان مدل‌های کامپیوتری پیچیده‌ای طراحی می‌کنند تا تقلیدی باشند از برهم‌کنش‌ها و رفتار جو، اقیانوس‌ها،

دشت‌ها، بیوسفر، و خورشید، و اینشتین با حل معادلات جبری و مقداری زیادی فکر کردن به این نتیجه می‌رسد که فضا و زمان در هر میدان گرانشی می‌توانند خمیده شوند. این فهرست بسیار سطحی است، لیکن جمله اقلام آن از درون‌مایه‌ی مشترکی برخوردارند. می‌توان گفت که همه‌ی این فعالیت‌ها از نوعی کنجکاوی درباره‌ی بعضی از جنبه‌های جهان حکایت می‌کنند — سرشت فضا و زمان، خواص ماده، سازوکار بدن آدمی — و نوعی اشتیاق برای یادگیری بیشتر و درک عمیق‌تر.

اما خیلی کلی به نظر نمی‌رسد؟ به یقین، تاریخدان‌ها هم بسیار کنجکاو هستند. آن‌ها نیز در جستجوی شواهدی هستند تا فرضیه‌ای را راستی‌آزمایی کنند یا از واقعیت ناشناخته‌ی پیشینی در گذشته رمزگشایی کنند. آیا ما باید تاریخ را هم شاخه‌ای از علم بدانیم؟ حال درباره‌ی آن نظریه‌پرداز توطئه چه می‌توان گفت که ادعا می‌کند زمین تخت است؟ آیا او به اندازه‌ی دانشمند کنجکاو نیست و نمی‌خواهد شاهد محکمه‌پسندی برای اثبات ادعای خود پیدا کند؟ چرا باید بگوییم این‌گونه افراد «علمی» نیستند؟ پاسخ این است که نظریه‌پردازان زمین تخت توطئه‌ای، بر خلاف دانشمندان یا حتی تاریخدان‌ها، نمی‌پذیرند از نظریه‌ی‌شان در برابر شواهد انکارناپذیری که علیه آن وجود دارند، دست بردارند، شواهدی چون تصاویر ناسا از فضا که انحنای سیاره‌ی ما را نشان می‌دهند. آشکارا، کنجکاوی درباره‌ی جهان هستی به تنهایی به این معنی نیست که فرد علمی فکر می‌کند.

روش علمی چند ویژگی دارد که آن را از ایدئولوژی‌های دیگر متمایز می‌کند، و ویژگی‌هایی چون ابطال‌پذیری، تکرارپذیری، اهمیت عدم قطعیت و ارزش پذیرفتن اشتباهات که ما در طول این کتاب به آن‌ها خواهیم پرداخت. لیکن، برای حال حاضر، به اختصار چند جنبه‌ی مشترک میان روش علمی و راه‌های دیگر تفکر — راه‌هایی که لزوماً علمی راستین در نظر گرفته نمی‌شوند — را یادآوری می‌کنیم تا نشان دهیم که هیچ‌یک از این جنبه‌ها به تنهایی برای برآورده کردن دقیق الزامات روش علمی کافی نیستند.

در علم، مدام باید ادعا یا فرضیه‌ای را راستی‌آزمایی کرد و زیر سؤال برد، گیرم که در حمایت از آن شواهد زیادی در دست باشد، زیرا نظریه‌های علمی

باید ابطال‌پذیر باشند — یعنی هر نظریه‌ی علمی باید قادر باشد به این که ابطال‌پذیری‌اش ثابت شود. برای این که مثالی قدیمی بزنم، این نظریه‌ی علمی را مطرح می‌کنم که همه‌ی قوها سفید هستند. این نظریه ابطال‌پذیر است، چون شما می‌توانید با مشاهده‌ی قویی به رنگ متفاوت، ابطال‌پذیر بودن آن را ثابت کنید. اگر شاهدی پیدا شود که نظریه‌ی مرا نقض کند، آنگاه این نظریه را باید اصلاح کرد یا کنار گذاشت. دلیل این که چرا نظریه‌های توطئه علم راستین نیستند این است که حامیان آن‌ها هیچ شاهدی در تضاد با آن را نمی‌پذیرند. در واقع، نظریه‌پرداز راستین توطئه در برابر نگرش‌های پیشین‌اش هیچ شاهد متناقضی را نمی‌بیند. بر عکس، دانشمند رویکرد مخالفی دارد. ما در پرتو داده‌های جدید، فکرمان را عوض می‌کنیم، زیرا آموخته‌ایم که از قطعیت مطلق افراد متعصب دوری کنیم که می‌گویند ما فقط قوهای سفید را داریم.

هر نظریه‌ی علمی باید آزمون‌پذیر باشد و زیر نور شواهد و داده‌های تجربی قرار بگیرد. یعنی، باید بتوانیم با هر نظریه‌ی علمی پیشگویی‌هایی انجام دهیم و آنگاه ببینیم که آیا این پیشگویی‌ها را آزمایش یا مشاهده نیز تأیید می‌کند. حالا، این نیز به تنهایی کافی نیست، چون جداول طالع‌بینی نیز پیشگویی می‌کنند. آیا این پیشگویی‌ها باعث می‌شود که طالع‌بینی را علم راستین بپنداریم؟ اگر پیشگویی طالع‌بینانه درست از آب درآید، چطور؟ آیا بر طالع‌بینی مهر تأیید می‌زند؟

بگذارید برای شما داستان نوترینوهای سریع‌تر از نور را تعریف کنم. نظریه‌ی نسبیت خاص که اینشتین در سال ۱۹۰۵ آن را منتشر کرد، پیشگویی می‌کند که چیزی در جهان هستی پیدا نمی‌شود که بتواند سریع‌تر از نور حرکت کند. امروزه فیزیکدان‌ها به قدری به درستی این نظریه اعتماد دارند که به طور کلی اصرار می‌ورزند که اگر در نوعی اندازه‌گیری نشان داده شود که چیزی سریع‌تر از نور حرکت می‌کند، آن اندازه‌گیری خطا دارد. باری، این چیزی بود که در سال ۲۰۱۱ گزارش شد و امروزه به آزمایش باریکه‌ی ذرات زیراتمی به نام نوترینوها معروف شده است. اکثر فیزیکدان‌ها نتایج این اندازه‌گیری را باور نکردند. آیا چنین برخوردی از جزم‌اندیشی یا از بسته بودن افکار فیزیکدان‌ها ناشی می‌شد؟ مردم عادی شاید این گونه فکر کنند. این مورد را با مورد طالع‌بینی

مقایسه کنید که ادعا می‌کند روز سه‌شنبه ستارگان شما در یک ردیف قرار می‌گیرند و شما اخبار خوبی دریافت می‌کنید که این هم اتفاق می‌افتد چون رئیس‌تان حکم ارتقای شما را به دست‌تان می‌دهد. در یک سو شما نظریه‌ای دارید که با داده‌های آزمایشگاهی وفق نمی‌دهد و در سوی دیگر نظریه‌ای که پیشگویی‌های آن را رویدادها تعیین می‌کنند. حالا چطور است که ما می‌گوییم نسبت نظریه‌ی علمی معتبری است، لیکن طالع‌بینی نه؟

معلوم شد که فیزیکدان‌ها حق داشتند که به این راحتی‌ها از نظریه‌ی نسبت دست نکشند، چون گروهی که آزمایش‌نوترینو را انجام داده بود طولی نکشید که پی‌برد یکی از کابل‌های فایبر اپتیک را به طور نادرست به وسیله‌ی اندازه‌گیری زمان وصل کرده بود و با اصلاح آن نتایج فراتر از سرعت نور از بین رفت. واقعیت این است که اگر نتایج این آزمایش درست می‌بودند و نوترینوها به راستی سریع‌تر از نور حرکت می‌کردند، آنگاه هزاران آزمایش دیگر که خلاف آن را ثابت می‌کردند، می‌بایست غلط می‌بودند. اما برای نتایج تعجب‌آور این آزمایش توضیح بخردانه‌ای وجود داشت و نظریه‌ی نسبت هم‌چنان استوار ماند. با وجود این، ما به نظریه‌ی نسبت نه از این بابت اعتماد داریم که از ابطال این نتیجه‌ی آزمایشگاهی (در نهایت غلط) جان سالم به در برد، بلکه از این بابت که نتایج آزمایشگاهی بی‌شمار دیگری صحت آن را تأیید کرده‌اند. به بیان دیگر، این نظریه ابطال‌پذیر است، آزمون‌پذیر است، و هم‌چنان با قدرت پابرجا می‌ماند و با همه‌ی آنچه ما از جهان هستی می‌دانیم سازگاری دارد.

بر عکس، پیشگویی طالع‌بینانه‌ی درست، کاملاً تصادفی است، چون هیچ سازوکار فیزیکی نمی‌تواند آن را توضیح دهد. برای مثال، از آنجا که نشانه‌های طالع‌بینانه ابداعی بودند، صحنه آسمان بر اثر جابه‌جایی محور زمین تغییر کرده است و از این‌رو شما زیر نشانه‌ای به دنیا نیامده‌اید که فکرش را می‌کنید. مهم‌تر این که درک مدرن اخترشناسی ما از سرشت راستین ستارگان و سیارات سبب شده است که اساس نظری معنی دادن به نشانه‌های طالع‌بینانه کار بی‌فایده‌ای باشد. به هر حال، اگر طالع‌بینی درست بود و ستارگان دوردستی که نورشان سال‌های زیادی طول می‌کشد تا به ما برسد و اثرات گرانشی‌شان آن قدر ضعیف است که روی زمین احساس نمی‌شوند، می‌توانستند بر رویدادهای

آینده‌ی فعالیت‌های پیچیده و حیرت‌انگیز نوع آدمی تأثیر بگذارند، آنگاه به این معنی می‌شد که همه‌ی فیزیک و اخترشناسی را کنار می‌گذاشتیم و برای همه‌ی پدیده‌هایی که امروزه علم به این خوبی توضیح می‌دهد و دنیای مدرن ما، با همه‌ی تکنولوژی‌های‌اش، بر پایه‌ی آن‌ها ساخته شده است، به نوعی توضیح غیرعقلایی و ماوراءالطبیعی تازه‌ای نیاز می‌داشتیم.

جنبه‌ی دیگر روش علمی که اغلب از آن می‌شنویم این است که علم خوداصلاح است. لیکن از آنجا که علم تنها نوعی فرآیند است — راهی برای درک و دیدن جهان هستی — غلط است اگر برداشت کنیم که خود علم نوعی کارفرما دارد. معنی چنین گزاره‌ای این است که دانشمندان یکدیگر را اصلاح می‌کنند. علم را مردم انجام می‌دهند و ما همه می‌دانیم که مردم جایز الخطا هستند، به ویژه از این بابت که آن‌گونه که گفته‌ایم، جهان هستی جای پیچیده و سرسام‌آوری است. این است که ما ایده‌ها و نظریه‌های یکدیگر را راستی آزمایی می‌کنیم، استدلال می‌کنیم و بحث می‌کنیم، داده‌های یکدیگر را تفسیر می‌کنیم، گوش می‌کنیم، اصلاح می‌کنیم، بسط می‌دهیم — گاهی که دانشمندان، یا حتی خود ما، نشان می‌دهیم که ایده یا نتیجه‌ی آزمایشگاهی غلط است، آن را به کل نادیده می‌گیریم. باید بدانیم که این قدرت ماست نه ضعف ما، چون برای ما مهم نیست که ثابت شود غلط فکر کرده‌ایم. طبیعی است که بخواهیم نظریه‌های خود ما و تفاسیرمان از داده‌ها درست باشند، لیکن اگر شواهد قوی در مخالفت با آن‌ها وجود داشته باشند، هرگز به آن‌ها نمی‌چسبیم. اگر اشتباه کرده باشیم، اشتباه کرده‌ایم و نمی‌توانیم آن را لاپوشانی کنیم و اگر بخواهیم این کار را بکنیم برای ما سرشکستگی خواهد داشت. به این دلیل است که قبل از اعلام ایده‌های مان، آن‌ها را با سخت‌ترین انتقادات و آزمون‌هایی که فکرشان را می‌کنیم محک می‌زنیم و حتی از آن پس «هر کاری را کرده‌ایم نشان می‌دهیم» و عدم قطعیت در نتایج مان را معلوم می‌کنیم. وانگهی، اگر همه جا را گشتیم و قوی سیاهی ندیدیم، به این معنی نیست که چنین چیزی وجود ندارد، بلکه چه بسا جایی در آنجا قوی سیاهی بوده که به چشم ما نخورده است.

آنگاه که به مرحله‌ای می‌رسیم تا تصمیم بگیریم آیا چیزی علم «راستین» است یا نه، ادعا نمی‌کنم که فهرستی از ضوابط داریم که آن را ملاک قضاوت