



زیست‌شناسی امروز و علم

ترجمه: مهرگان روزبه

دوران ما دوران زرین علم زیست‌شناسی است. در همین لحظه‌ای که این نوشته را می‌خوانید، دانشمندان بسیاری در تلاش‌اند تا برای هزاران پرسش که به زندگی ما مربوط‌اند، و به همین علت برای ما جالب و مهم‌اند، پاسخ پیدا کنند: پرسش‌هایی همچون: چرا اشتهاهایی که هنگام رشد سلول روی می‌دهند، منجر به سرطان می‌شوند؟

چگونه گیاهان انرژی خورشید را به دام می‌اندازند و این کار چه اثری بر اقلیم جهان دارد؟

موجودات زنده چگونه شبکه‌های بوم‌شناختی ایجاد می‌کنند و چرا فعالیت‌های آدمی این شبکه‌ها را مختل می‌کند؟

چگونه نخستین میکروارگانیسم‌ها به موجودات زنده گوناگون تکامل یافته‌اند و این تکامل بر سلامت آدمی چه اثری دارد؟ چگونه جهش‌زن‌ها باعث بیماری می‌شود؟

DNA چه کاربردی در تحقیقات قضایی دارد؟

این‌ها فقط مُشتی از خروار پرسش‌هایی است که نشان می‌دهد زیست‌شناسی هرگز تا این حد در تار و پود زندگی اجتماعی ما رخنه نکرده بوده است. اگر بخواهید، شما هم می‌توانید به آسانی ده‌ها مورد از تأثیرهای زیست‌شناسی بر زندگی روزمره‌مان را پیدا کنید. زیست‌شناسی را می‌توان بزرگ‌ترین رویداد علمی سده بیست و یکم به‌شمار آورد.

فرایند علم «زیست» یا «حیات»

زیست‌شناسی بررسی علمی است. درباره‌ی زیست‌شناسی و زندگی بسیار گفته شده است؛ بنابراین، در اینجا می‌خواهیم بیشتر درباره‌ی علم سخن بگوییم.

علم چیست؟ چه تفاوتی بین روش علمی و روش‌های دیگر درک و فهم طبیعت وجود دارد؟ واژه علم (Science) از واژه‌های لاتینی به معنی «دانستن» گرفته شده است. علم راهی برای دانستن و رویکردی بر

اساس کاوشگری است. کاوشگری یعنی جست‌وجوی اطلاعات برای پاسخ دادن به پرسش‌های اختصاصی و از کنجکاو‌ی ما درباره‌ی خود و جهان پیرامون سرچشمه می‌گیرد. این راه که راهی اساسی برای یافتن پاسخ و درک ما از جهان است، دو رویکرد اصلی دارد: علم اکتشاف‌محور که بیشتر به توصیف طبیعت می‌پردازد و علم فرضیه‌محور که بیشتر می‌کوشد طبیعت را توضیح دهد. بیشتر دانشمندان معمولاً از ترکیبی از این دو نوع کاوشگری استفاده می‌کنند.

علم اکتشاف‌محور

دانشمندان در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی‌اند. بنابراین، علم به بررسی مواد، ساختارها و فرایندهایی که می‌توانیم به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم و با ابزارهایی مانند میکروسکوپ مشاهده کنیم و اندازه بگیریم، محدود می‌شود. وابستگی به مشاهده که برای کشف طبیعت انجام می‌شود، علم را از جست‌وجو و کنکاش درباره‌ی عالم ماورای طبیعت معاف می‌کند. علم نه می‌تواند وجود فرشته یا روح را نفی کند و نه توان تأیید آن‌ها را دارد. علم نمی‌تواند نیکی را عامل ایجاد رنگین کمان یا پلیس‌دی را عامل بیماری‌ها معرفی کند، چون چنین توضیح‌هایی، اگر چه ممکن است درست باشند، در قلمرو علم جای ندارند. مشاهدات و اندازه‌گیری‌های دقیق و ملموس، داده‌های علمی را تشکیل می‌دهند.

زیست‌شناسی

را می‌توان

بزرگ‌ترین

رویداد علمی

سده بیست و یکم

به‌شمار آورد

روش علمی دو

رویکرد اصلی

دارد: علم

اکتشاف‌محور و

علم فرضیه‌محور

مشاهدات و اندازه‌گیری‌های دقیق و ملموس، داده‌های علمی را تشکیل می‌دهند

منجر شده است؛ سؤال روشن است: چرا این دستگاه کار نمی‌کند؟ ممکن است در پاسخ چند فرضیه مطرح شود، اما فقط باید یکی از آن‌ها را انتخاب کنیم تا به پاسخ برسیم. در این مورد، یکی از فرضیه‌های منطقی که براساس تجربه‌های پیشین است، آن است که باتری دستگاه کنترل از دور تمام شده است. وقتی که فرضیه‌ای شکل می‌گیرد، پژوهشگر برای آزمودن آن از منطق بهره می‌برد. این منطق در فرایند علم معمولاً به شکل پیشگویی درباره آنچه نتایج آزمایش‌ها یا مشاهدات مورد انتظار نمود پیدا می‌کند. ما سپس با انجام آزمایشی فرضیه را آزمون می‌کنیم تا ببینیم آیا نتایج با پیش‌بینی‌ها مطابقت دارند یا نه. این آزمون منطقی معمولاً به شکل منطق «اگر... پس آن‌گاه» است:

مشاهده: دستگاه کنترل از دور تلویزیون کار نمی‌کند.

سؤال: چرا این دستگاه کار نمی‌کند؟

فرضیه: باتری دستگاه تمام شده است.

پیش‌بینی: اگر باتری را تعویض کنیم، دستگاه به کار خواهد افتاد.

آزمایش: باتری نو و جدیدی روی دستگاه انداختم.

نتیجه پیش‌بینی: دستگاه باید به کار افتد.

اگر دستگاه به کار نیفتاد، آن‌گاه فرضیه دیگری را آزمون خواهیم کرد. مثلاً، تلویزیون به جریان برق متصل نیست. البته می‌توانیم کار نکردن دستگاه را به گردن ارواح خبیثه هم ببندازیم! اما چون نمی‌توانیم چنین فرضیه‌ای را آزمون کنیم، بنابراین از حیطه علم خارج نمی‌شویم.

آیا چربی‌های ترانس برای ما مضرند؟

یکی از روش‌های درک بهتر فرایند علم، آزمون یک مورد تجربی، یعنی تجربه کردن عمیق پژوهشی واقعی است. مثلاً می‌خواهیم اثرهای نوعی چربی خوراکی را بررسی کنیم. چربی‌های خوراکی، که یکی از ترکیبات موجود در غذاهای ماست، چند شکل مختلف دارد. چربی‌های ترانس شکل مصنوعی چربی‌هایی است که در فرایندی مصنوعی به نام هیدروژن‌دهی (مانند روغن‌های نباتی نیمه جامد که برای سرخ کردن غذا از آن‌ها استفاده می‌کنیم) تولید می‌شوند.

می‌توان چربی‌های ترانس را پیش از فروش و مصرف به مدت زیاد نگه‌داشت. به علاوه، این چربی‌ها ارزان‌اند. بنابراین، آن‌ها را در سراسر قرن بیستم به گونه‌ای فزاینده به صورت مارگارین و روغن‌های تردکننده شیرینی به مواد خوراکی می‌افزودند.

چربی یکی از اجزای غذاهاست که در پروژه‌های موسوم



ما در پی توصیف دقیق طبیعت ساختار آن را کشف می‌کنیم. علم اکتشاف‌محور در زیست‌شناسی ما را توانا می‌کند تا سطوح مختلف زندگی را توصیف کنیم، از اکوسیستم تا سلول‌ها و مولکول‌ها. یکی از نمونه‌های جدید علم اکتشاف‌محور تعیین توالی ژنوم آدمی، یعنی توصیف مشروح مواد ژنتیک ماست.

علم فرضیه‌محور

مشاهدات علم اکتشاف‌محور ما را وامی‌دارد تا سؤال‌هایی را مطرح کنیم و در جست‌وجوی پاسخ‌هایی برای آن‌ها باشیم. کاربرد فرایندی کاوشگرانه به نام روش علمی در این نوع تحقیق آرمانی است. روش علمی فرایندی رسمی برای کاوشگری است و از چند گام یا مرحله تشکیل شده است. این گام‌ها برای تحقیقات علمی لازم‌اند، اما هر دانشمندی در حال کار آن را مو به مو اجرا نمی‌کند، بلکه دانشمندان مختلف به روش‌های متفاوت تحقیق می‌کنند. جدیدترین نوع تحقیق علمی را می‌توان علم فرضیه‌محور دانست. فرضیه پاسخی موقت برای پرسش و توضیحی آزمایشی برای «مسئله» است. ما هر روز برای حل مشکلات روزانه‌مان از فرضیه استفاده می‌کنیم، اگر چه ممکن است آن را فرضیه ننامیم.

مثلاً وقتی می‌بینیم دستگاه کنترل از دور تلویزیون کار نمی‌کند، مشاهده انجام داده‌ایم که به یک سؤال

از ویژگی‌های فرهنگ علم همکاری توأم با رقابت است

دیگر هم وجود دارند، این نتایج به انبوه شواهدی افزوده می‌شوند که چربی‌های ترانس بیماری‌زا هستند و باید از خوردن آن‌ها دوری کرد. در واقع، این شواهد باعث شد که برخی کشورها (مانند استرالیا و دانمارک)، برخی ایالت‌های آمریکا (مانند کالیفرنیا) و برخی شهرها (مانند نیویورک) عرضه چربی‌های ترانس را ممنوع کنند. به این ترتیب چربی‌های ترانس از بسیاری از غذاها حذف شدند. بهتر است شما هم تا آنجا که می‌توانید در رژیم غذایی خود از چربی‌های ترانس کمتر استفاده کنید.

پژوهش درباره چربی‌های ترانس نمونه‌ای از پژوهش‌های کنترل شده است. این آزمایش طوری طراحی شده است که، در آن، گروه آزمایشی (در اینجا بیمارانی که سکتۀ قلبی داشته‌اند) با گروه شاهد (کسانی که سکتۀ قلبی نداشته‌اند) مقایسه می‌شوند. این آزمایش طوری آرمان‌گرایانه طراحی شده است که گروه شاهد و گروه آزمایش فقط در یک عامل با هم تفاوت داشته باشند و آن بروز سکتۀ قلبی است. عوامل دیگر، مانند سن، وزن و جنسیت بیمار در این دو گروه یکسان بود. بنابراین، در گروه شاهد اثرهای همه متغیرهای دیگر، به جز آن که مورد آزمایش قرار داشت، نادیده گرفته شد. استفاده از یک گروه آزمایشی شاهد سبب شد پژوهشگران فقط درباره یک متغیر، یعنی «اثر چربی‌های ترانس بر سکتۀ قلبی» نتیجه بگیرند.

تئوری در علم

بسیاری از مردم فکر می‌کنند علم مجموعه‌ای از اطلاعات است، در حالی که هدف اولیه علم انباشت اطلاعات نیست. دفترچه تلفن نمونه پرکاربری از اطلاعات فهرست شده است که با علم سر و کار اندکی دارد. درست است که اطلاعات حاصل از مشاهده متغیرها و نتایج قابل اعتماد آزمایش‌ها پیش نیاز علمند؛ اما چیزی که سبب برتری علم می‌شود تئوری‌هایی است که شماری از مشاهدات را، که قبلاً بی‌ارتباط با هم به نظر می‌آمدند، با هم پیوند می‌دهد. بنیاد و اساس علم توضیحاتی است که برای انواع بسیار گوناگون پدیده‌ها ارائه می‌شود. نام انسان‌هایی مانند نیوتون، داروین و اینشتین برای آن در تاریخ علم ثبت نشده است که اطلاعات بسیار زیادی را کشف کرده‌اند، بلکه به این علت است که تئوری‌های آنان توان توضیحی گسترده راجع به چیستی طبیعت و کارکردهای آن دارند.

تئوری علمی چیست و با فرضیه علمی چه فرقی دارد؟ تئوری علمی بسیار گسترده‌تر از فرضیه علمی است. مثلاً، این یک فرضیه علمی است: «موی سفید خرس قطبی نوعی سازگاری تکاملی است که به این جانور

به «بررسی سلامت پرستاران» مورد پژوهش قرار گرفت. بررسی سلامت پرستاران نوعی پژوهش برجسته روی بیش از ۱۲۰۰۰ پرستار آمریکایی است که از سال ۱۹۷۹ در حال انجام است. شرکت‌کنندگان در این پروژه هر دو سال یک‌بار پرسش‌نامه‌ای را درباره وضعیت سلامت و عادت‌های غذایی خود پر می‌کنند. در سال ۱۹۹۴ پژوهشگران داده‌های جمع‌آوری شده را بررسی، و کشف کردند که خطر دچار شدن به بیماری‌های قلبی در آن گروه از شرکت‌کنندگان این پژوهش که مقدار زیادی چربی ترانس می‌خورند، تقریباً دو برابر شرکت‌کنندگانی است که به مقدار اندک از چربی‌های ترانس استفاده می‌کنند. این مورد یکی از نمونه‌های خوب علم اکتشاف‌محور است: بررسی مجموعه‌ای از داده‌ها بدون پیش‌فرض و فرضیه قبلی.

چون داده‌های حاصل از پژوهش حاکی از وجود ارتباط بین دو چیز هستند، برخی از پژوهشگران نسبت به ارتباط بین چربی‌های ترانس و سلامت آدمی مشکوک شدند. در سال ۲۰۰۴ گزارشی از مشاهده گروهی از پژوهشگران منتشر شد. که، طی نوعی بررسی فرضیه‌محور، مشاهده کرده بودند در بافت‌های چربی بدن انسان آثاری از چربی‌های ترانس وجود دارد. این مشاهدات منجر به این پرسش شد که: آیا بافت چربی قلب بیمارانی که دچار سکتۀ قلبی می‌شوند، به اندازه‌ای با بافت چربی افراد سالم متفاوت است که می‌توان این تفاوت را اندازه‌گیری کرد؟ فرضیه پژوهشگران این بود که پیش‌بینی می‌شود چربی‌های بدن افراد سالم نسبت به چربی‌های بدن افرادی که دچار سکتۀ قلبی شده‌اند، مقدار کمتری چربی ترانس دارد.

این پژوهشگران سپس، طی آزمایش برای تعیین انواع چربی‌ها، به بررسی بافت‌های چربی ۷۹ بیمار که دچار سکتۀ قلبی شده بودند پرداختند. این مقادیر با داده‌های ۱۶۷ بیمار که سابقۀ سکتۀ قلبی نداشته‌اند مقایسه شد، اما مشاهده شده که اینان، از بسیاری از جنبه‌های دیگر، مشابه نخستین گروه بودند. چون چربی‌های ترانس در بدن تولید نمی‌شوند پژوهشگران فرض کردند که همه چربی‌های ترانس که در بافت چربی یافت می‌شوند، از راه غذا وارد شده‌اند. نتایج آنان نشان داد که مقدار چربی‌های ترانس در بدن بیمارانی که به سکتۀ قلبی دچار شده‌اند، به‌طور معنی‌داری زیاد است. اگر چه عوامل‌های خطر

ما هر روز برای حل مشکلات روزانه‌مان از فرضیه استفاده می‌کنیم، اگر چه ممکن است آن را فرضیه ننماییم





کمک می‌کند تا در زیستگاه قطبی خود بیشتر زنده بماند». اما تئوری علمی چنین است: «انتخاب طبیعی سبب سازگاری موجود زنده به محیط‌های محلی می‌شود». چون تئوری‌ها بسیار جامع‌اند، فقط وقتی در علم به‌طور گسترده پذیرفته می‌شوند که انبوهی از شواهد گسترده و متنوع از آن‌ها پشتیبانی کنند. کاربرد واژه تئوری در علم، که به معنای توضیحاتی جامع با پشتیبانی شواهد فراوان است، در تضاد با کاربرد این واژه در زندگی روزمره است که در آن برای تفکر، تعمق یا فرضیه استفاده می‌شود. انتخاب طبیعی مشخصات یک تئوری را دارد، چون کاربرد گسترده‌ای دارد و شمار عظیمی مشاهدات و آزمایش‌ها آن را تأیید می‌کنند.

فرهنگ علمی

در جهان علم غیرمعمول نیست که چند دانشمند یک سؤال را بپرسند. این هم‌پوشانی باعث ایجاد کیفیت خودپیشرونده و خوداصلاح‌کننده علم است. دانشمندان از آموخته‌های خود از تحقیقات قبلی درس می‌گیرند و توجه زیادی به دانشمندان معاصر می‌کنند که روی همان مسئله درحال کارند. دانشمندان در نشریات، سمینارها، همایش‌ها، وب‌گاه‌ها، وب‌لاگ‌ها و نامه‌ها و ارتباط‌های شخصی به تبادل اطلاعات می‌پردازند. از ویژگی‌های فرهنگ علم همکاری توأم با رقابت است. دانشمندانی که روی موضوع همانندی کار می‌کنند، کارهای یکدیگر را مطالعه می‌کنند تا دقت و موشکافی آن‌ها را افزایش دهند. در میان دانشمندان مرسوم است که در ضمن تلاش در تکرار آزمایش‌ها نتایج و دستاوردهای علمی یکدیگر را نیز زیر نظر داشته باشند. این وسواس در مورد شواهد و تأییدها به توصیف سبک علمی کاوشگرانه کمک می‌کنند. دانشمندان معمولاً انسان‌های شکاکی هستند.

مشاهده کردیم که علم دو ویژگی کلیدی دارد که آن را با انواع دیگر کاوشگری متمایز می‌کنند:

۱. وابسته بودن به «مشاهده» و «اندازه‌گیری» به گونه‌ای که دیگران بتوانند آن‌ها را تأیید کنند.
۲. قابل آزمون بودن اندیشه‌ها (فرضیه‌ها) به گونه‌ای که در هر زمان بتوان آزمایش‌ها را تکرار کرد.

علم، فناوری و جامعه

علم و جامعه به هم وابسته‌اند. فناوری‌های نوین، مانند میکروسکوپ‌های قوی‌تر و رایانه‌های پیشرفته‌تر علم را به پیش می‌برند و یافته‌های علمی منجر به فناوری‌های نوین می‌شوند. در بسیاری موارد، فناوری‌ها از یافته‌های علم برای توسعه کالاها و خدمات جدید بهره می‌برند.

بهتر است شما هم تا آنجا که می‌توانید در رژیم غذایی خود از چربی‌های ترانس کمتر استفاده کنید

برای نمونه، حدود ۶۰ سال پیش جیمز واتسون و فرانسیس کریک ساختار DNA را طی فرایندی علمی کشف کردند. این یافته سرانجام به انواع فناوری‌های DNA مانند مهندسی ژنتیک و کاربرد DNA در تحقیقات جنایی منجر شد. شاید واتسون و کریک تصور می‌کردند که کشف آنان روزی به فناوری‌های نوین می‌انجامد، اما نمی‌توانستند دقیقاً پیش‌بینی کنند که سرانجام کار چه خواهد بود.

فناوری از بسیاری جهات باعث بهبود زندگی ما شده است، اما خود شمشیری دولبه است. یک لبه آن که انسان‌ها را سالم نگه می‌دارد، سبب شده است جمعیت انسان در سه سده گذشته به بیش از ده برابر برسد و فقط در ۴۰ سال گذشته دوبرابر شود و به بیش از ۷ میلیارد نفر برسد!

گاه پیامدهای زیست‌محیطی مخرب است. باران‌های اسیدی، جنگل‌زدایی، تغییر اقلیم جهان، انفجارهای هسته‌ای، مواد سمی و انقراض گونه‌ها نتیجه کاربرد لبه دیگر فناوری‌ها به‌وسیله افراد بشری است. علم می‌تواند در شناسایی چنین مسائلی به ما کمک کند و دیدگاه‌هایی درباره فعالیت‌های آسیب‌زای آینده بدهد. اما راه‌حل این مسائل به سیاست، اقتصاد، فرهنگ و ارزش‌های جوامع بستگی دارد. اکنون که علم و فناوری در فرهنگ ما تا این حد نیرومند شده‌اند، هر یک از ما مسئولیت توسعه سواد علمی را بر دوش داریم.

* پی‌نوشت

1. Nurses' Health Study

* مرجع

1. Simon, E. et al.; Campbell Essential Biology with Mastering Biology, 5/E; Benjamin Cummings; 2013