نگاه نو

ملاقات تکنولوژی با محیط زیست

استفاده از فناوری در راستای ساختن دنیایی بهتر

شایان صولتی

گرمایش زمین! کلمه‌ای که در چند سال اخیر زیاد از آن روبه‌رو شده‌ایم. تلویزیون، روزنامه، فضای مجازی و... هر جایی را که نگاه می‌کنیم، بلافاصله ردی از گرمشدن بی‌وقفه کره زمین خواهیم یافت. کارشناسان هشدار می‌دهند که یخ‌های قطبی در حال آب‌شدن هستند و جنگل‌های بسیاری به علت رفتار غلط انسان‌ها دچار آتش‌سوزی شده‌اند. همه این هشدارها را اگر به این واقعیت اضافه کنیم که یخ سال اخیر جزء گرم‌ترین دوره‌هایی بوده که بشر ثبت کرده است، آنگاه به احتمال زیاد هم نگران عواقب جبران‌ناپذیر آن خواهیم شد. ما رفتارهای ناسامان بسیاری در قبال محیط زیست داشته‌ایم و احتمالاً هنوز هم ادامه‌اش را خواهیم داد. اما در این مقاله می‌خواهیم تمرکزم را بر راه‌های استفاده از تکنولوژی و تأثیری که می‌تواند در راستای حفظ و مراقبت از محیط زیست داشته باشد، معطوف کنم؛ چراکه وقت آن رسیده تمام تمرکز و نیروی‌مان را برخلاف گذشته بر توسعه تکنولوژی در راستای حفظ زمین قرار دهیم.

۱- جلوگیری از هدررفت انرژی به صورت هوشمند: ممکن است برای ما جای پرسش باشد که آیا دستگاه‌های هوشمندی که جزئی از زندگی روزمره ما شده‌اند، توانایی مدیریت انرژی را دارند؟ جواب‌دادن به این پرسش از طرفی ساده و از جنبه‌ای پیچیده و نیازمند بررسی‌شرط‌هایی است. دستگاه‌های هوشمند خانگی که با استفاده از هوش مصنوعی شرایط را تحلیل و بررسی می‌کنند، قابلیت این را دارند که وسایل خانه را نظاره کنند و آنهایی که در آن زمان نیازی به روشن‌بودن‌شان نیست یا می‌توانند با قدرت و توان کمتری کار کنند، خاموش کنند یا توانش را کاهش دهند. بـه طور مثال دمای خانه در فصل زمستان زمانی که افراد در خانـه حضور ندارند، نباید مانند زمانی باشـد که افراد به خانه بازمی‌گردند و این موضوع با هوش مصنوعی می‌تواند مدیریت شود تا نقطه بهینه‌ای برای آن به دسـت آید. همچنین با استفاده از دستگاه‌های هوشمند می‌توان دستگاه‌هایی را که در حال استفاده نیستند، مدیریت و انـرژی بیشـتری را ذخیره کرد؛ اما این نکته را هـم باید در نظر بگیریم که پیش‌شـرط اسـتفاده از چنین تکنولوژی‌هایی نیازمنـد فراهم‌بودن زیرساخت‌ها و همچنین فراوانی دردسـترس‌بودن آن اسـت که برای کشورهای در حال توسعه کمی سخت و دشوار به نظر می‌رسد.

۲- استفاده از هـوش مصنوعـی با هـدف صرفه‌جویی در منابع: همان‌گونه که در مورد اول توضیح دادیم که هوش مصنوعی می‌تواند مدیریت انـرژی را برای ما انجام دهد، این بار می‌توانیم از آن در راسـتای اطلاع‌رسـانی برای قطعات و دستگاه‌هایی که در حال خراب‌شدن هستند یا انرژی زیادی مصرف می‌کنند، استفاده کنیم. به طور مثال در نظر بگیرید قطعه‌ای که علت مشـکل نامشخصی برق بیشـتری مصرف می‌کند. اگر سیسـتمی وجود داشته باشد که به ما هشدار دهد که این دسـتگاه به طور محسوسی انرژی بیشتری مصرف می‌کند، با قبل از آنکه آن دسـتگاه از کار بیفتد، به فکر تعمیر آن خواهیم بود و دراین‌صورت نه‌تنها از نظر اقتصادی و مصرف انرژی این کار به صرفه اسـت؛ بلکه از خرابـشـدن قطعه و دور انداختن‌شدن آن نیز جلوگیری می‌کند.

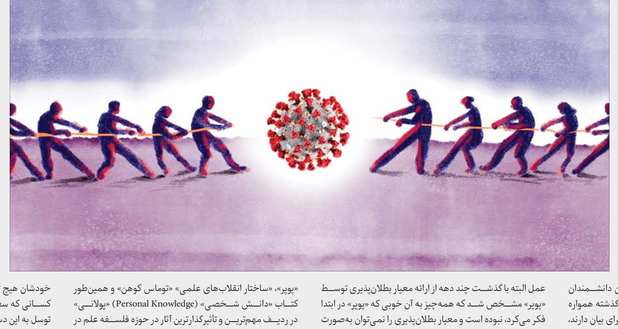
۳- استفاده از پل‌های خورشـیدی و همچنین سـاخت سـازه‌های مناسـب: آمار و ارقام نشـان می‌دهد در سـال ۲۰۱۷ فقـط در آمریکا ۹۳ درصد از زغالسـنگ مصرفی صرفا در راسـتای تأمین انـرژی الکتریکی صرف شـده اسـت. با دانسـتن این‌چنین نتیجه بهره‌بردن از انرژی‌های تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشـیدی بسیار زیـاد اهمیت پیدا می‌کند. امروزه شرکت سولارسـیتی با مدیریت «ایلان ماسک» در پی آن اسـت که پل‌های خورشـیدی را ارزان‌تر و با عمر طولانی‌تری در دسترس عموم قرار دهد که با این کار هم به اهداف خوانده‌شده کمک خواهد کرد و هم از کرمایش بیشـتر کره زمین جلوگیری می‌کند. همچنین سـاختن ساختمان‌هایی که بتوانند از روشـنایی خورشـیدی در طول روز بهره بگیرند، می‌تواند در استفاده‌کردن از لامپ‌ها و دیگر وسایل روشـنایی مؤثر باشد.

معیار مرزبندی

در نیمـه اول قـرن بیسـت کم رشـته نیوای فلسـفه علم در میان علم‌شناسـان مقبولیـت تام داشـت: تلاش‌های فراوانی بـرای بـه‌دسـت‌دادن چنیـن معیـاری صـورت پذیرفـت کـه معروفتریـن آنها معیـار مرزبنـدی پوپری بود کـه تحت عنوان معـروف «بطلان‌پذیری» در کتـاب «منطـق اکتشـافات علمی (The Logic of Scientific Discovery)» صورت‌بندی شد. چنان‌که معروف اسـت اکثریت مباحث انیـن کتاب در واکنـش به نظرات پوزیتیوسـت‌های حلقه وین صورت‌بندی شـده بود که به نحوی طرفدار اثباتـ‌گرایی بودند؛ یعنی به این گفته آنها آن تفاوت گزاره‌های علمی و غیرعلمی به‌نحوی در ایـن نکته نهفته بود که گزاره‌های علمی قابل صحت‌سـنجی هستند. اگر بخواهیم به‌سادگی بگوییم منظـور از بطلان‌پذیری چیسـت، باید ابتدا مقدماتـی درباره روش استقرا که در واقع از همین یکنواختی طبیعت بنیان دارد، ارائه کنیم. بنا بر اصل اسـتقرای طبیعی اگر یک اتفاق در زمـان و در شـرایط خاص یا رها رخ داده باشـد، می‌توانیم نتیجه بگیریم که در شـرایط مشابه باز هم رخ خواهد داد. برای مثال اگر یک جنـاح را در فـضا آتـمـیزی در دمای ۷۰ درجه سـانتی‌گراد بچشد و بارها این آزمایش توسط افراد مختلف تکرار شود و نتایج مشابهی به دست بیاید، با اطمینان بالایی می‌توانیم بگوییم که «مایع در دمای ۷۰ درجه سـانتی‌گراد می‌جوشـد». جدای از این اگر اصل اسـتقرای طبیعی میثای عمل ما باشـد، می‌توانیم ادعا کنیم که گزاره «مایع در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌جوشد» یک گزاره «علمی» اسـت. «پوپر» اسـتفاده از اصل اسـتقرا را به ابزاری برای تشخیص اینکه چه گزاره‌ای را می‌توان علمی دانسـت، قبول نداشت و به‌جای آن پیشنهاد داد که

سینا فلاح‌زاده

بطلان‌پذیـری را معیار علمی‌بودن یک کـزاره بدانیم؛ یعنی به نظر «پوپر» صحت گزاره‌های علمی به‌هیچ‌وجه با اسـتقرا از اسـتقرا قابل اثبات نیسـت. او این نقد اسـتقراء را مدیون بحث «دیوید هیوم» دانسته شود که بتوان برای آن یک آزمایش «باطل‌کننده» تصور کرد یا ترتیب داد؛ برای مثال کزاره «مایع در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌جوشـد» با اسـتفاده از معیار پوپری به این دلیل علمی اسـت که می‌توان آزمایشی را متصور بود که در آن مایع در شرایط مشابه در دمای ۷۰ درجه نجوشد؛ برای مثال دیگر فرض کنید تاکنون هرچه قو دیده‌ایم، سفید بوده اسـت. حال این گزاره را در نظر بگیرید: «همه قوها سـفید هسـتند» برای این گزاره با توجه به معیار پوپری یک گزاره علمی اسـت، چون ممکن اسـت یک قوی سیاه مشاهده شـود و این گزاره غلط از آب دراید (چنان‌که قبلا مشـاهده شـده است!). با این توصیف، تکلیف گزاره‌هایی که غلط از آب درمی‌آیند چه می‌شود؟ آیا نظریات ابطال‌شده را باید نشان‌دهنده شکسـت علم بدانیم؟ بنابر نظر «پوپر» به‌هیچ‌وجه چنین نیسـت بلکه این دقیقا نقطه قوت علم و نشـان پویایی آن اسـت که نظریات علمی را نمی‌توان لازمان و لامکان دانسـت و هرآینه می‌توان منتظر بود که حتی بهترین نظریات علمـی نیز توسـط نظریات بهتر جایگزین شـوند. شـمردن دلایل اینکه چرا «پوپر» اسـتفاده از اصل اسـتقرا را برای تفکیک علم از غیرعلم بسـنده نمی‌دانسـت از حوصله این نوشته خارج اسـت. در



عمل البته با گذشـت چند دهه از ارائه معیار بطلان‌پذیری توسـط «پوپر» مشـخص شـد که همه‌چیز به آن خوبی که «پوپر» در ابتدا فکر می‌کرد، نبوده اسـت و معیار بطلان‌پذیری را نمی‌توان به‌صورت سفت‌وسـخت برای تفکیک علم از غیرعلم به کار گرفت. بیشـتر تلاش «پوپر» در آن سـال‌های اولیه شـکل‌گیری این نظریه این بود که معیار تفکیکی میان علم و شـبه‌علم بیابد. او در یک اظهارنظر مشهور در تاریخ علم‌شناسی فلسـفی نتیجه نسبت عام اینشـتین را یک مثال شـاخص از نظریه علمی دانسـت درحالی‌که طالع‌بینی نظریه‌های مارکسیستی درباره تاریخ، سایکوآنالیز فرویدی و ادلری را مثال‌های شاخص از شبه‌علم قلمدار کرد.

معیار مرزبندی بین آیپد و پوپر

چنان‌کـه گفتیم محور بطلان‌پذیری پوپـری چنان‌که در ابتدا به نظر می‌رسـید بی‌عیب و ایراد نبود و به‌زودی خود آن تـوسـط سایر فیلسـوفان مورد مناقشه قرار گرفته و تا حدودی باطل شد! «توماس کوهن» یکی از آن فیلسـوفانی اسـت که نظر «پوپر» در مورد معیار مرزبندی را نه به منزله نظریه اتفاقی برای گسـترش دیدگاه خود پذیرفـت. به نظر «توماس کوهن» تأکیـد «پوپر» روی بطلان‌پذیری موجب می‌شود که تمرکز ما روی اشـتباه‌زدایی در فرایند علم قـرار گیرد. چنان‌که از نظریات «توماس کوهن» در کتاب «سـاختار انقلاب‌های علمی (The Structure of Scientific Revolutions)» در می‌یابیم هزاران دانشـمند در طول روز در حـال انجام کارهای علمی هستند ولی شـواهد باطل‌کننده برای نظریات قبلی معمولا به آن فراوانی نیسـتند که تمام کار علمـی دانشـمندان را تلاش برای یافتن شـواهد یا آزمایش‌های باطل‌کننـده بدانیم. به نظر «توماس کوهن» آنچه به طور عادی کار علمی می‌گیرد در جامعه علمی به «حل معمـا» است. هرورزیی قابل مشاهده است در واقع تلاش برای «حل معما» است. بنابـراین دانشـمندان درحالی‌که می‌تـوان آن را «علم عادی» نامید، دائما در حال استفاده از نظریات مشهور و موفق برای حل مسائل حوزه تخصصی خودشان هستند. آنها در این شرایط نظریات اصلی مورد استفاده خود را دائما تست نمی‌کنند. اما ایمان راسخی هم به درستی آن نظریات ندارند و شواهد غیرقابل توجیه را در سطح بالایه نمی‌ریزند. اما این وضعیت همیشـه پایـدار نمی‌ماند. به طور کلی علم‌گرایی معمولا کار آن حوزه تخصصی به بحران خواهد کشید؛ حالتی که در آن حوزه شـواهد غیرمعمول و غیرقابل توجیه توسـط آن نظریه موفق به حیـز فراوان و چـمگیر اسـت که ضرورت ارائه یک نظریه جدید و رخ‌دادن آنچه «کوهن»، «انقلاب علمی» می‌نامد، به دشت حس می‌شود. حلا از طرف‌هایی گریزی کوچک به مسئله شـبه‌علم بزنیم به‌سـرعت درمی‌یابیم که در جهان شـبه‌علم اصلا خبری از چنین مراحلی نیسـت. در آنجـا معمولا نظریات انتقادی یکسـی، دو نفرار بنیان‌گـذاران بدون هیچ ارزیابـی انتقادی پذیرفته می‌شـود و کسـانی که معمولا برای اسـتفاده از نظریات ترغیب می‌شوند، دانشمندان تعلیم‌دیده در فضاهای انتقادی نیستند بلکه معمولا افرادی غیرمتخصص‌اند که از سـر کنجکاوی و تعجب به مطالب مورد نظر روی آوردهاند. در مباحث شـبه‌علم اصلا بحث از آزمایش‌های دوسـو-کور که ویژگی اسـاسی روش‌شناسـی علمی اسـت، به میـان نمی‌آید و اگر اصل نظریات مورد قبول زیر سـؤال بـرود به جای تولید انگیزه بیشـتر برای تـلاش در راه ارائه نظریات بهتر، بیشتر شاهد ناراحتی و موضع‌گیری غیرعلمی و روی‌آوردن به تئوری‌های توطئه و رفتارهای احساسی دیگر هستیم. برخلاف علم در شبه‌علم شاهد انقلاب به معنایی که در بالا گفته شد، نیستیم.

«فایرابند» علیه روش

پس از «توماس کوهن» نظریات دو نفر از دوستان او به نام‌های «ایمـره لاکاتوش» و «پاول فایرابند» در بـاب مرزبندی میان علم و غیرعلم به‌طور کلی در مباحث مربوط به علم‌شناسـی فلسـفی اهمیت ویـژه می‌یابند. کتاب «علیـه روش» (Against Method) نوشته «فایرابند» در کنار کتاب‌هایی چون «منطق اکتشافات علمی» «پوپر»، «سـاختار انقلاب‌های علمی» «توماس کوهن» و همین‌طور کتـاب «دانـش شـخصی» (Personal Knowledge) «پولانـی» در ردیـف مهم‌تریـن و تاثیرگذارترین آثار در حوزه فلسـفه علم در قرن بیسـتم دسـته‌بندی می‌شـود. کتاب «علیه روش» به بررسی مؤشـکافانه تغییر دیدگاه ویتگنشـتاین در دیدگاه خودشـمردگی به محوریت کتاب «تاملاتی» می‌پـردازد. «تاملیه» در نظر «فایرابنـد» وقوع قهرمان انقلاب علمی قلمرو خود هسـت و انقلاب علمی قرن هدفعم نیز به نظـر او به دلیل تغییر مفهومی بنیادینی که در عصر برمکس این اسـت. همیـنکه نظریه‌های بسـیار موفق و پرکاربردی مثل مکانیک کوانتومی هرروز در معرض ابطال هستند نشان می‌دهد که جهان علم با هیچ نظریه‌ای عهد اخوت نبسته است؛ یعنی اگر روزی بفهمیم که دانشمندان تصمیم گرفته‌اند از این پس یک نظریه را بدون بحث انتقادی بپذیرند باید نگران شویم.

•••

ذکر یک نکته پایانی در اینجا لازم است و آن هم بحث خود کارایی علم و بود نداشتن‌شاخه است. ما نمی‌توانیم انجام تمام دانش بشری را هر شـیوه بحث و استدلال را به نظر غیرعلمی می‌بریم، محکوم کـرده و از میدان به در کنیم. این نوعی نیتی بدون‌ارزیابی اسـت که در جهان فلسـفه به نام «سـاینتیزم» یا «علموگرایی» از آن یاد می‌شـود. سایتیزم انواع و اقسـام گوناگونـی دارد که مشـهورترین آنها تلاش برای تحمیل روش علمی و همین‌طور شـاخه نظری بی‌پایان برای اسـتفاده از رویکردهای علمی در حوزه‌هایی است که می‌توان اسـتفاده به‌هیچ‌روی ارتباطی با علم ندارند. البته ادعای اصلی سایتیزم در چنین مواردی این اسـت که هیچ عرصه‌ای که بتوان آن را بررسیه به علم دانسـت، وجود ندارد. در فرضی دیگر به مباحث مربوط به سایتیزم خواهیم پرداخت. اگرچه ممکن اسـت معیارهای مبتنی صفت و سختی برای تفکیک علم از غیرعلم وجود نداشـته باشـد، اما هنوز هـم نمی‌توان دانش علمـی و شـبه‌علم را برابر دانسـت و این دو را از جهـت کارایی علمی و قدرت شناخت‌شـناسـانه به هیچ رو در یک مرتبـه قرار ندارند. حتی «فایرابنـد» هم منکر قدرت شـگفت‌انگیز و شـگفتی علمی نمی‌شد بلکه می‌خواسـت از دیکتاتوری علم جلوگیری کند. کاری که امروزه با نقد ساینتیزم ارتدکس می‌توان ادعاهایش را پی گرفت. کسانی که خود پاول فایرابند را به‌عنوان یک فیلسوف علم‌دسـت در شهروندی به جایگاه علم همدسـت کسانی هستند که آنگارا با توسل به شـبه‌علم در تلاش‌اند تا از نمد اشغالگری برای خود کلاهی بدوزند.

•••

دیگر اینکه پایانی در اینجا لازم است آن هم بحث خود کارایی علم و بود نداشتن‌شاخه است. ما نمی‌توانیم تمام دانش بشری را هر شـیوه بحث و استدلال را به نظر غیرعلمی می‌بریم، محکوم کـرده و از میدان به در کنیم. این نوعی نیتی بدون‌ارزیابی اسـت که در جهان فلسـفه به نام «سـایتیزم» یا «علموگرایی» از آن یاد می‌شـود. سایتیزم انواع و اقسـام گوناگونـی دارد که مشـهورترین آنها تلاش برای تحمیل روش علمی و همین‌طور تلاش بی‌پایان برای استفاده از رویکردهای علمی در حوزه‌هایی است که می‌توان اسـتفاده به‌هیچ‌روی ارتباطی با علم ندارند. البته ادعای اصلی سایتیزم در چنین مواردی این اسـت که هیچ عرصه‌ای که بتوان آن را بررسیه به علم دانسـت، وجود ندارد. در فرضی دیگر به مباحث مربوط به سایتیزم خواهیم پرداخت. اگرچه ممکن اسـت معیارهای صفت و سختی برای تفکیک علم از غیرعلم وجود نداشـته باشـد، اما هنوز هـم نمی‌توان دانش علمـی و شـبه‌علم را برابر دانسـت و این دو را از جهـت کارایی علمی و قدرت شناخت‌شناسـانه به هیچ رو در یک مرتبـه قرار ندارند. حتی «فایرابنـد» هم منکر قدرت شـگفت‌انگیز و شـگفتی علمی نمی‌شد بلکه می‌خواسـت از دیکتاتوری علم جلوگیری کند. کاری که امروزه با نقد ساینتیزم ارتدکس می‌توان ادعاهایش را پی گرفت. کسانی که خود پاول فایرابند را به‌عنوان یک فیلسوف علم‌دسـت در شهروندی به جایگاه علم همدسـت کسانی هستند که آنگارا با توسل به شـبه‌علم در تلاش‌اند تا از نمد اشغالگری برای خود کلاهی بدوزند.

علیه آنارشیسم

در ضرورت توجه به معیارهای مرزبندی میان علم و غیرعلم در دوران کرونا

وقتی پاندمی کرونا جهان را برآشفت، تمام کسانی که به‌نحوی در بحث سلامت کار می‌کردند، اعم از پزشکان و پژوهشگران حوزه پزشکی و آنچه به نام «طب جایگزین» شناخته می‌شود، دست‌به‌کار شدند تا برای مهار آن راه‌حلی بیابند. در کشور ما نیز طرفداران انواع نظام‌های مکمل و جایگزین طب رسمی براساس آنچه مورد قبولشـان بود، برای پیشـگیری و درمان بیماری راه‌حل‌هایی ارائه کردند. راه‌حل‌هایـی که در برخی موارد در تناقـض با دیدگاه‌های پزشـکان بود. این اتفاق بیش از هر چیـز دیگر ضرورت تقویت دیـدگاه جامعه درباره علم را به فیلسـوفان علـم و علم‌پژوهان یادآوری کـرد. چراکه برخـی از روش‌هایی که توسـط طرفداران نظام‌هایی غیر از طب رسـمی ارائه می‌شـد، جنـاب معرالعقول بود که ضرورت داشـت جـواب درخوری به آشـفتگی بیدرآمده داده شود. شـاید در ماه‌های اول گسـترش بیماری، وضعیت برای پیچیده بود که نمی‌شد انتظار داشت طرفین مباحث چنان بادقت به عمق تمامات فلسفی بپیاموین تفکیک علم قابل اعتماد از آنچه چندان قابل‌اعتماد نیسـت، ورود کنند؛ اما به‌هرحال از آن آشفتگی دریافتیم که نعتـهـا جامعه ما بلکه افکار عمومی تمام جهان نیاز مبرم دارند تا درباره جایگاه واقعی علـم در نظام‌های دانایـی ما بیش‌ازپیـش اقناع شـوند تا در موارد مشابه ایده‌شاه دچار زیسـوال‌رفتن زحمات دانشـمندان توسط افراد کم‌اطلاع و احیانا سوءاسـتفاده‌هایی که ممکن است در این میان رخ دهد، نباشـیم. نکته مرکزی در تمـام این مباحث اینجاسـت کـه در برخـورد با یک مسـئله، روش علمی و راه‌حلی که براسـاس علم ارائه می‌شود، چه تفاوتی با راه‌حل‌هایی که توسـط سایر روش‌ها ارائه می‌شـوند، دارد کـه ما بتوانیم براسـاس آن روش علمی حل مسئله را ترجیح دهیم. گزاره‌های علمی دقیقا چـه تفاوتی با گزاره‌های غیرعلمی دارند؟ آیا اساسـا می‌توان معیاری به دسـت داد که به‌دقت آنچـه را علمی اسـت از آنچه غیرعلمی اسـت تفکیک کند؟ چه معیارهایی تاکنون دراین‌باره مطرح‌شـده‌اند و میزان موفقیـت آنها تا چه اندازه بوده اسـت؟ اگرچه بزرگترین جلوه این مباحث را می‌توان در بحث بهداشـت و درمان ملاحظه کرد، اما این تنها جایی نیسـت کـه تـلاش برای علمی نشـان‌دادن یک نظریه غیرعلمی موجب برآشـفتن دانشـمندان می‌شود. موفقیت‌های چشـمگیر علم در سـه قرن گذشته همواره موجب شده اسـت کسانی که به هر نحوی مطالبی برای بیان دارند، از صفت علمی برای اعتبارخشـی به عقاید خود اسـتفاده کنند. عقایدی که در بسـیاری از موارد با استفاده از روش‌شناسی علمی به دست نمی‌آیند و چنان‌که درباره گزاره‌های علمی مرسوم اسـت، توسط آزمایش و تأیید توسـط فیلسـوفان و علمای محک زده نمی‌شوند. اما صاحبان چنین عقایدی بدون احسـاس هیچ خطری از صفت «علمی» به برای توصیف آنها استفاده می‌کنند و آنها را دارای اعتباری شبیه به گزاره‌های علمی جلوه می‌دهند.

معیار مرزبندی

در نیمـه اول قـرن بیسـتم که رشـته نیوای فلسـفه علم در میان علم‌شناسـان مقبولیـت تام داشـت: تلاش‌های فراوانی بـرای بـه‌دسـت‌دادن چنیـن معیـاری صـورت پذیرفـت کـه معروفتریـن آنها معیـار مرزبنـدی پوپری بود کـه تحت عنوان معـروف «بطلان‌پذیری» در کتـاب «منطـق اکتشـافات علمی (The Logic of Scientific Discovery)» صورت‌بندی شد. چنان‌که معروف اسـت اکثریت مباحث انیـن کتاب در واکنـش به نظرات پوزیتیوسـت‌های حلقه وین صورت‌بندی شـده بود که به نحوی طرفدار اثباتـ‌گرایی بودند؛ یعنی به این گفته آنها آن تفاوت گزاره‌های علمی و غیرعلمی به‌نحوی در ایـن نکته نهفته بود که گزاره‌های علمی قابل صحت‌سـنجی هستند. اگر بخواهیم به‌سادگی بگوییم منظـور از بطلان‌پذیری چیسـت، باید ابتدا مقدماتـی درباره روش استقرا که در واقع از همین یکنواختی طبیعت بنیان دارد، ارائه کنیم. بنا بر اصل اسـتقرای طبیعی اگر یک اتفاق در یک شـرایط خاص یا رها رخ داده باشـد، می‌توانیم نتیجه بگیریم که در شـرایط مشابه باز هم رخ خواهد داد. برای مثال اگر یک جناح را در فضـا آتـمـیزی در دمای ۷۰ درجه سـانتی‌گراد بچشد و بارها این آزمایش توسط افراد مختلف تکرار شود و نتایج مشابهی به دست بیاید، با اطمینان بالایی می‌توانیم بگوییم که «مایع در دمای ۷۰ درجه سـانتی‌گراد می‌جوشـد». جدای از این اگر اصل اسـتقرای طبیعی میثای عمل ما باشـد، می‌توانیم ادعا کنیم که گزاره «مایع در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌جوشد» یک گزاره «علمی» اسـت. «پوپر» اسـتفاده از اصل اسـتقرا را به ابزاری برای تشخیص اینکه چه گزاره‌ای را می‌توان علمی دانسـت، قبول نداشت و به‌جای آن پیشنهاد داد که

مرتضی مقدسی*

آنا نوغ انسـان با کمک فناوری‌های جدید و نوظهور می‌تواند بر کووید-۱۹ غلبه کند؟ آیا پدارش سـیاهچال‌ها در داده‌های بیشتر و مرتبط‌تر و تجزیه‌وتحلیل‌شـده با مدل‌های مناسب، بیشتر بهتری در کاهش شیوع همه‌گیری‌های آینده در اختیار ما می‌گذارد؟ آنا تکنولوژی‌های نوین در طراحی روش‌های درمانی مؤثر و ایجاد واکسن‌های موفق تأثیر مثبتی خواهند داشت؟ در هفته‌های اخیر نظرات گوناگونی نسبت به به‌کارگیری تکنولوژی‌های نوین همچون رایانه‌های کوانتومی در برخورد با معضل فعلی جهان ما ابراز می‌شد. در شرایطی که جهان با بحران پاندمی بیماری کووید-۱۹ دست‌وپنجه نرم می‌کند، گروهی از دانشمندان امیدوار هستند که با کمک کارایی‌های کوانتومی به شـبیه‌سـازی دقیقی از مدل‌های پیچیده و بسـیار پیچیده‌ای آرایه‌ها و روال اتصالی که این به سـلول هدف، دست یافته و روند مقابله با کووید-۱۹ را تسهیل کنند. این محققان همچنین امیدوار هستند که با دانستن سازوکارهای آنزیمی و عملکردی، راستای مقابله با ویروس جدید خانواده کروناویروس‌ها نیازمند دانستن‌شان هستیم. اگرچه امروزه در اکثر شرکت‌های داروسازی، ابررایانه‌ها مستمرا در تحقیقات جهت یافتن علاجی برای بیماری‌ها و همین‌طور شـناخت ساختار مولکولی ویروس‌ها به کار گرفته می‌شوند، بااین‌حال شـیوه پردازش داده در ابررایانه‌ها مبتنی بر معماری محاسبات کلاسیک است. در این سبک از معماری محاسباتی، تمام داده‌ها به‌صورت در این میان سبب بهترشدن بهره‌وری می‌شود. همچنین که نظریه‌های صدردصدی در سـاختار و عملکرد کیرده‌های مولکولی و مسـیرهای آنزیمی است، به زنان ساده کلید ما بسـته به میان تطابق یا خطا فرض، می‌تواند محدودیت نسـبی داشته باشد. به بیان ساده‌تر در زیست‌شناسی سـلولی، ابزوما شرایط صرف و یکی وجود ندارد. در این راستا به طبیعی که هرگز، کمی تا قسـمتی مشترک خواهند بود و ما باید در پی اینچیوم آنها باشیم. مثلا داروهای کنترل اسید معده را در نظر بگیرید. برای کنترل اسید معده ما باید به مهار گیرنده‌های هیستامینی بپردازیم. در ابتدا با شـناخت تقریبی‌ای که از شکل سـه‌بعدی مولکول‌های گیرنده هیستامینی توع دو واجد دانسـت، نسل اولی از داروهای کنترل اسید معده مانند سیمیتیدین تجویز می‌شـد اما این داروِ در سـاختار سـه‌بعدی خود با گیرنده‌ها کاملا جفت نمی‌شـد و دو بازتابی از این داروِ نیاز بود تا به‌فرگ‌کافی گیرنده‌ها را مهار کند. به مرور و با شـناخت بهتری که از ساختار سـه‌بعدی گیرنده‌های هیستامینی به دست آمد، به‌این‌ترتیب نسـل دوم مدنام رانیتیدین با ساختاری بهتر در مهار مولکول‌های ترشح اسید معده طراح شـده‌اند. این داروها با یک‌پنجم دوز داروهای نسل اول نتیجه مطلوب را ایجاد می‌کردند. در مدتکامسیک آزمایشگاهی، استفاده از سـیستم پردازشـی دو-دویی خود را در این جلـق خلع سـلاح کرده‌اند و این مسـئله بدین سبب است که کوه‌های مختلفی از محققان در سراسر کره خاکی شعر امید خود را به کامپیوترهای پردازش شـاخت ساختار مولکولی ویروس‌ها به بخشـی از این شرایط دسـت‌یافتنی دارد را تسهیل کنند. در این شـرایط قطعا یک مزیت مهم رایانه‌های کوانتومی پردازش بسیار سریع آنها حتی نسبت به ابرکامپیوترهاسـت. اما در این میان سبب بهترشدن بهره‌وری می‌شود. همچنین که نظریه‌های صدردصدی در سـاختار و عملکرد گیرنده‌های مولـی و مسـیرهای آنزیمی است، به زنان ساده کلید ما بسـته به میان تطابق یا خطا فرض، می‌تواند محدودیت نسـبی داشته باشد. به بیان ساده‌تر در زیست‌شناسی سـلولی، ابزوما شرایط صرف و یکی وجود ندارد. در این راستا به طبیعی که هرگز، کمی تا قسـمتی مشترک خواهند بود و ما باید در پی اینچیوم آنها باشیم. مثلا داروهای کنترل اسید معده را در نظر بگیرید. برای کنترل اسید معده ما باید به مهار گیرنده‌های هیستامینی بپردازیم. در ابتدا با شـناخت تقریبی‌ای که از شکل سـه‌بعدی مولکول‌های گیرنده هیستامینی توع دو واجد دانسـت، نسل اولی از داروهای کنترل اسید معده مانند سیمیتیدین تجویز می‌شـد اما این داروِ در سـاختار سـه‌بعدی خود با گیرنده‌ها کاملا جفت نمی‌شـد و دو بازتابی از این داروِ نیاز بود تا به‌فرگ‌کافی گیرنده‌ها را مهار کند. به مرور و با شـناخت بهتری که از ساختار سـه‌بعدی گیرنده‌های هیستامینی به دست آمد، به‌این‌ترتیب نسـل دوم مدنام رانیتیدین با ساختاری بهتر در مهار مولکول‌های ترشح اسید معده طراح شـده‌اند. این داروها با یک‌پنجم دوز داروهای نسل اول نتیجه مطلوب را ایجاد می‌کردند. در مدتکامسیک آزمایشگاهی، بیداکردن آن شـکل مولکولی سـه‌بعدی و بهینه را باید با آزمون و خطا جلو برد و در نتیجـه، این کار سـال‌ها اتلاف زمان، انرژی و هزینه به دنبال داشـت. در این میان کامپیوترهـای کوانتومی با پردازش طبیعی می‌توانند انواع حیاط را با یکباره مورد سنجش قرار داده و طبیعی از نسل‌های مختلف درمانی را بررسی و پیشنهاد کنند. وقتی یک تغییر کوچک در جزء متمم تنیجه تنیجه بهتری ناله. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با مکانیسم‌های شبیه فرکشت و سازوکار انتخاب طبیعی، مولکول‌های بهره‌درنخود را کنار می‌گذارند و حالا تغییرات جدید را روی مولکول بهینه، اعمال و اختیار می‌کنند. نسل‌های مختلفی از مولکول‌ها با جهش‌های رنده و بهینه می‌توانند در مدل، دسـتخوش کوندرایی نسـبی‌ای شـوند. اگرچه دیگر مولکول‌ها با کارکرد متفاوت را پردازش و مهار می‌کنند. نباید از این نکته غافل شد که در ساخت داروها ما باید از فرقلمرو مولکولی می‌گذاریم؛ درست همان جایی که قواعد کلاسیک کیرفم رنگ باخته و جایی خود را به قوانین عجیب کوانتومی می‌دهند. در چنین شـرایطی، ما نیاز به کمک شـبیه محاسـبات کوانتومی داریم تا کـه مدلی واقع‌بینانـه را مولکول‌ها و برهم‌کنش آنها را بـه‌درسـتی شـبیه‌سـازی کنیم. نیاز به برخورداری از قدرت محاسـبات کوانتومی نسـبت به معماری سنتی محاسبات کلاسیک را می‌توان برای دستیابی به مدل‌های بهینه‌تر به دلیل کام‌نهادن در ابعاد ریزذرات امری غیرقابل‌کتمان خواهد بود. برای مثال در نظر بگیرید زنان‌که دو مولکول با ترکیب بر هم اثر می‌کنند. در ساخت یک مدل مناسب از این اثر، اینکه باید بتوانیم نیروهای الکتروستاتیک تعاملی در سطح اتمی را بین آن مولکول‌ها شبیه‌سازی کنیم. در چنین شرایطی ناتوانی ما در انجام محاسبات کوانتومی، مانعی بر آگاهی ما از مقدار این نیروهای الکتروستاتیک شده و در نتیجه امر باید اذعان کرد که آنگاه هرگونه شبیه‌سازی ما از دقت مناسبی برخوردار نخواهد بود. با توجه به مسـائل بیان‌شده می‌توان به اهمیت دسـتیابی به امکان انجام محاسـبات کوانتومی پی برد. باوجوداین برخی از محققان باور دارند که نسـل کنونی کامپیوترهای کوانتومی برای حل بحران فعلی جهان هنوز بسیار نوپا هسـتند و استفاده از آنها با محدودیت‌های بسـیاری همراه بوده و به این سبب شـاید امکان استفاده تعاملی‌مآل از آنها فراهم نباشد. اما برخی دیگر امیدوارند که به‌روزی شاهد تحقق همکاری بهره‌برن از شیوه محاسبات کوانتومی باشـیم و بدین طریق قدرت محاسباتی گسترده‌ای را فراهم آوریم که به ما امکان دهد ساختارهای مولکولی را در زمان فعلی، نقشه‌برداری کنیم و اسرار پزشکی را حل کرده و به‌سرعت در شناسایی داروها و درمان‌های جدید گام مناسبی برداریم.

*پژوهشگر حوزه ایمنی دانشگاه علوم پزشکی رودرام، هلند

داستان واکسن؛ از آبله تا کرونا

محققان در تکاپوی ساخت واکسن و دولت‌ها در تلاش برای مهار بحران

آمینه داخواه*

واکسن‌ها محصولاتی دارویی هستند که سیستم ایمنی را برای مبارزه با بیماری‌های خطرناکی که هنوز برای فرد رخ نداده است، آماده می‌کنند. واکسن در برابر یک بیمـاری خاص، مصونیت ایجاد کـرده و نقـش درمانی ندارد. دروافع وظیفه واکسن‌ها پیشـگیری از وقوع بیماری اسـت. برای درک بهتر سـازوکار واکسن و چگونگی مصونیت بدون بروز بیماری، ابتدا لازم اسـت که از سـاختار سیستم ایمنی، عملکرد آن و سازوکار مواجهه با ذرات بیماری‌زا یا در اصطلاح رایـج میکروب‌ها کمی بیشـتر بدانیـم. به طور طبیعـی میلیاردها میکـروب درون و روی سـطح بدن وجود دارند که با ما همزیسـتی می‌کنند. این میکروب‌ها روی سـطح پوست، درون دهان و لوله‌های گوارشی، بخشی از دسـتگاه تنفسـی و دستگاه تناسلی سـاک هستند. سوال این اسـت که آیا باید از وجود چنین جمع عظیمی از میکروب نگران باشیم؟ در حقیقت اکثر این میکروب‌ها نه‌تنها برای ما بیماری‌زا نیسـتند؛ بلکه نقش