4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 341

تقلیل علمی؛ دشمنی یا دوستی*

رابرت. بی. گریفیث
برگردان: محمدحسین ملایری

پشتیبانی برای دیدگاه ماتریالیستی در مورد جهان است. دیدگاه ماتریالیستی بر این نکته تأکید دارد که ماده، اساس هر چیزی را تشکیل می‌دهد و برای درک جهان به چیز دیگری احتیاج نیست. هدف این مقاله آن است که این عقیده را زیر سؤال ببرد.

درآمد

همواره دربحثهای انجام شده در زمینه علم و دین، اعتقاد براین بوده است که **تقلیل‌گرایی علمی**،[1] که همانا تفسیر و توضیح پدیده‌های پیچیده از طریق توضیح در مورد اجزای ساده‌تر آنهاست، تهدیدی برای باورهای دینی بوده و

*. رابرت بی. گریفیت (Robert B. Griffith) استاد فیزیک دانشگاه کارنگی ملون (Carnegie Melo) است. وی از سال ۱۹۶۴ عضو هیئت علمی این دانشگاه بوده و دارای مدرک Ph.D در رشته فیزیک از دانشگاه استنفورد می‌باشد (سال ۱۹۶۲). او عضو «انجمن فیزیک آمریکا» و نیز عضو «آکادمی ملی علوم ایالات متحده آمریکا» می‌باشد. پژوهشهایی که وی در حال حاضر به آنها می‌پردازد در حوزه بنیانهای مکانیک کوانتوم، نظریه اطلاعات کوانتوم و محاسبات کوانتوم می‌باشد. وی پیشتر بر روی بنیانهای ریاضیِ مکانیک آماری، نظریه پدیده‌های بحرانی، الگوهای مواد مغناطیسی و نظریه‌ی کریستالهای نامتناسب، کار کرده بود. از دیگر حوزه‌هایی که وی به آنها علاقمند است می‌توان به تضاد جبرگرایی و آزادی اراده و رابطه علم فیزیک با الهیات مسیحی اشاره کرد.

در این صفحات، برگردان یک مقاله و یک مصاحبه از وی در مورد «تقلیل گرایی» آورده شده است. مقاله گریفیث در کتابی با مشخصات زیر:

Science and Spiritual Quest: New Essays by Leading Scientists Edited by W.Mark Richardson, Robert John Russel, Philip Clayton and Kirk Wegter-McNelly, 2002.

آورده شده که تحت عنوان «**علم وکندوکاومعنوی**» به تازگی از سوی نشر پنگان انتشار یافته است.

1. Scientific Reductionism

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 342

تقلیل گرایی که به معنای توضیح پدیده های پیچیده از طریق توضیح در مورد اجزای ساده تر آن پدیده‌ها است، بخشِ عمده‌یِ علمِ مدرن، محسوب می‌شود. این پدیده را می‌توان به بسیاری از رویدادهایی که در فیزیک و شیمیِ قرن بیستم حادث شده است، اطلاق کرد. این پدیده در زیست‌شناسی (بیولوژی) نقش بیشتر و مهم‌تری را ایفا کرده‌است. به‌ویژه آنکه امروزه، خصوصیات ارگانیسمهای زنده را به برخی از انواع خاص «نیروهای حیاتی» که از قلمرو پدیده‌های غیر زنده غایب‌اند، نسبت نمی‌دهند. در عوض، ما به ارگانیسمهای بیولوژیکی که از سلول تشکیل شده‌اند می‌اندیشیم. این سلولها ساختارهای پیچیده‌ای هستند که در آنها عکس‌العملهایِ شیمیایی و فرآیندهای فیزیکی از همان قانونهایی پیروی می‌کنند که مهندسینِ شیمی برای طراحیِ چیزهایی که هیچ ارتباطی (به طور مستقیم) با موجودات زنده ندارند از آنها بهره می‌برند. ازسوی دیگر، عکس‌العملهای شیمیایی، تجلی آشکار اصولِ اساسیِ کوانتوم مکانیک محسوب می‌شوند، به ویژه، هنگامی که این اصول را در مورد سامانه‌های الکترونی و هسته‌ای (که از طریق نیروهای الکتریکی و مغناطیسی با یکدیگر تعامل دارند) به کار گیرند. برنامه‌یِ تقلیلِ علمیْ کامل نیست، زیرا نحوه‌یِ آشکار شدنِ خواصِ الکترونها و کوارکها و نظایر اینها، با فرض وجود، هنوز درک نشده‌اند و هنوز نمی‌توان نیروی گرانشی را در جهان کوانتوم جای داد. با این حال، باید پذیرفت که در خلال یک صد سالِ گذشته، پیشرفتهایِ چشمگیری صورت پذیرفته است: به خاطر داشته باشیم که در سالهای پایانی سده نوزدهم، هنوز در مورد وجود اتم و ساختار درونی آن تردید و جهلِ کامل، وجود داشت.

اما آیا برای تقلیل علمی هیچ محدودیتی وجود دارد؟ اگر بدن و مغز انسانها از سلول تشکیل شده و فعالیتهای آنها را می‌توان در قالب فرآیندهای شیمیایی و فیزیکی تعریف کرد، آیا جایی برای روحِ انسان، باقی می‌ماند؟ بر سر اصول «جاودانگیِ» [روح] و «رستاخیز» چه خواهد آمد؟ حتی آن دسته از افرادی که با خوشحالی، کنار گذاشتن این عقاید را به معنیِ زدودنِ خرافات می‌دانند، ممکن است با این سؤال مواجه شوند که چگونه یک ماشین شیمیایی (انسان) می‌تواند انتخابهای آزادی را به انجام رساند، که به نظر می‌رسد شالوده تفکر ما در زمینه فاعلیت انسان و مسؤلیت اخلاقی وی می‌باشد.

درعقایدِ سنّتیِ دینی این مسئله مطرح می‌شود که اگر کلِ جهان، صرفاً مجموعه‌ای از اتمها و ذراتی است که بر اساس قوانین جبری رفتار می‌کنند، چگونه می‌توان وجود خداوندی را پذیرفت که به دعاها و نمازها پاسخ می‌دهد و دست به معجزه می‌زند. تردیدی نیست که نظریه‌یِ کوانتوم مدرن، توانسته عقایدِ کلاسیکِ جبرگرایی را تا حدود زیادی متزلزل سازد. با این حال جایگزین شدن جبرگرایی کلاسیک با فرآیندهای اتفاقی، سؤالاتی را در مورد اینکه آیا

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 343

خداوند بر جهان حکم می‌راند و نیز نحوه این حکمرانی مطرح می‌سازد. همچنین این پرسشْ مطرح می‌گردد که آیا امید به آینده -که در آیینهای توحیدی سنّتی به چشم می‌خورد - دارای پایه و اساسی هست یا خیر؟

یکی از راههایی که می‌توان در برابر تهدیدِ تقلیلِ علمی ایستاد، ارائه این برهان است که تقلیلِ علمی، کارایی نداشته و نخواهد داشت: دستاوردهای آن محدود است و تقلیلِ جایگاه بدنِ انسان به مجموعه‌ای از پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی و یا تقلیلِ تفکرِ انسانی به تعاملِ میان نرونها و سلولهای عصبی و یا تقلیلِ جایگاه نژادِ انسان به دستاوردِ تکامل، نهایتاً با شکست مواجه خواهد شد، چرا که جهان این گونه نبوده و نیست. حقیقت آن است که مطالعاتِ علمی، اثبات نکرده‌اند که انسان از تکاملِ موجوداتِ ابتدایی به وجود آمده است و یا مغز انسان بر اساس قوانینِ معمولیِ بیوشیمی، فعالیت می‌کند و ادعاهایی نیز که در این زمینه شده‌اند هنوز در مراحل ابتدایی هستند. خوب است که ابتدا به این مسئله پرداخته شود که یک برنامه‌یِ نوعی در موردِ تقلیلِ علمی تا چه اندازه، موفق بوده است. بررسی صادقانه‌ی شواهد، عموماً نشان می‌دهد که پیشرفت در زمینه‌ی یک «نظریه‌ی نهاییِ» مطلوب، بسیار کمتر از آن است که طرفداران آن ادعا می‌کنند، هرچند این پیشرفت، به مراتب بیشتر از آن چیزی است که منتقدین اعلام می‌دارند. بحث، استدلال، انتقاد و پاسخ، همگی بخشی از فعالیت علمی هستند. هم

گفتگوی فیلیپ کلیتون با گریفیث

دخالت کوانتومی خداوند

○ آیا اعتقاد به معنای پذیرفتن بر اساس اقتدارِ حقیقت است و، بنابراین، با علم که کمتر با پذیرش بی‌قید و شرط و اقتدار سروکار دارد، متفاوت است؟

● دانشمندان مسائل زیادی را به دلیل مرجعیّت، می‌پذیرند. دانشجوی من که به تازگی وارد حوزه‌ی این گونه مباحث شده است برخی چیزها را می‌پذیرد، زیرا کتابش به او چنین می‌گوید، زیرا من به او چنین می‌گویم و.... ممکن است فردی بخواهد با تشویق این دانشجو به اندیشیدن و طرح سؤال، حتی پرسشهای ابلهانه، نوعی توازن با پذیرش بی‌چون و چرای مسائل -که بدون آن هیچ گاه مباحث را درک نمی‌کند - ایجاد نماید. بنابراین، مرجعیّت و شک در فیزیک، دارای نقش مهمی هستند.

حال ما به عنوان مسیحی چه کار می‌کنیم؟ مطمئناً والدین و روحانیون دینی چیزهای زیادی در مورد مرجعیّت به ما گفته‌اند. ما آموزه‌های کتاب مقدس را فرا می‌گیریم و آنچه را در اجتماعات دینی سالهای سال مطرح شده است می‌شنویم. اما انسان آزاد است تا در مورد سنّتی که به وی رسیده است، اندیشه کند و در مورد آن بحث نماید. البته درست به همان گونه که آن دانشجوی تازه کار می‌تواند به افراط روی آورده و سؤالات احمقانه مطرح کند، در اینجا نیز امکانِ زیاده‌روی و افراط وجود دارد. ولی من شخصاً معتقدم

←

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 344

رویکردِ سؤال کردن و پرسیدن، رویکردی مناسب است. هنگامی که مزامیر داوود را می‌خوانم، سؤالاتِ واقعی برایم مطرح می‌شود. شخصی که این مزامیر را می‌خواند، می‌گوید: «آه خدای من، خدای من! چرا مرا فراموش کرده‌ای؟» به نظر من این پرسشها و پرسشهای علمی در توازی با یکدیگر هستند.

به گمان من مرجعیّت خداوند در حوزه‌ی اخلاق، چیزی متفاوت از مرجعیّتی است که فرد در علم، با آن مواجه می‌شود. در فیزیک، به عنوان مثال، چیزی قابل قیاس با آن وجود ندارد. در این زمینه مشکلی نمی‌بینیم، زیرا به نظر من ذات خداوند، درست به معنای آن است که فرد می‌تواند - به گونه‌ای بسیارْ متفاوت از ارتباطْ برقرار کردن با جهانِ فیزیکی - با او ارتباط برقرار کند. من کتابِ مقدس را قبول دارم، زیرا معتقدم خداوند به روشهای خاصی با افرادی که آثارشان را در کتاب مقدس می‌یابیم، سخن گفته است. همچنین در کتاب مقدس، مطالب زیادی در مورد روابط شخصی و در مورد نحوه رفتار با مردم وجود دارد، که انسان می‌تواند به آنها رجوع کرده آنها را بیازماید و دریابد که آیا کارآمد هستند یا خیر. تصور می‌کنم در «عالم خارج» یک واقعیتِ فراترْ وجود دارد. خداوند، قانونِ اخلاق و غیره، چیزهایی هستند که وجود دارند. برای من، دین باید مبتنی بر واقعیتی باشد که در «عالم خارج»، وجود دارد، واقعیتی که حقیقت آن وابسته به این نیست که آیا آن را دوست داشته و بدان اعتقاد داریم یا خیر.

● آیا به‌نظر شما در علوم فیزیک یا زیست‌شناسی (بیولوژی) پیشرفتهایی حادث شده که نشان دهند عقاید دینی اشتباه هستند یا در مقابل آنها بایستند؟

←

دانشمندان و هم منتقدین آنها، در صورتِ نشان دادنِ تواضع و فروتنی بیشتر، از منافع بیشتری بهره‌مند خواهند شد.

با این حال، من در این مقاله برآنم به مسئله‌ای بپردازم که تا حدودی متفاوت است. فرض کنید بخشی از برنامه‌های یک تقلیل علمی، بسیار موفقیت‌آمیز بوده باشد. چه نتیجه‌ای به دست خواهد آمد؟ به‌عنوان مثال، اگر یک زمانیْ در آینده این امکانْ فراهم آید که اثباتْ شود آگاهی و اندیشه آدمی به صورتِ بسیار دقیق با فعالیتِ نرونها در مغزِ وی، ارتباط دارند (درست به‌همان گونه که در حال حاضر می‌توان فعالیت ترانزیستورها و مدارهای الکتریکی را به کامپیوترها مرتبط دانست) چه معنای ضمنی به ذهن متبادر خواهد شد؟ آیا آزادیِ انسان و انتخابِ اخلاقیِ وی از بین می‌روند و دچار همان سرنوشتی می‌شوند که ژئوسنتریسم (جهان زمینْ مرکز) به آن گرفتار آمد؟

ازنحوه‌ی مطرح کردن این مسئله، مشخص خواهد شد که پاسخ من «نه» است.[۲] رویکردی که من در این مقاله اتخاذ کرده‌ام آن است که ابتدا آنچه را که نمونه‌ای موفق از تقلیل علمی

۲. اندیشه من در این خصوص، شدیداً از آرای دونالد مک کای تأثیر پذیرفته است؛ هم از نوشته‌هایش و هم از صحبتهایش. ما اولین دیدار را در سال ۱۹۷۱ با هم داشتیم. مک کای، کار خود را با فیزیک آغاز نمود، سپس به تحقیق در مورد «چگونگیِ فرآوری اطلاعات توسط مغز» روی آورد، بعد از آن زمینه تخصصی‌اش در حوزه‌ای علمی بود که در آن، تقلیل، یکی از راهبردهای کلان تحقیق بود. مک کای، درباره‌ی جنبه‌های فلسفی و استلزامهای یزدان‌شناسانه در کار علمی همواره بسیار محتاط بود.

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 345

می دانم، از ترمودینامیک تا فیزیک اتمی، همه را به بحث بگذارم. آن گاه بررسی خواهم کرد تادریابم آیا درسهایی را که از مطالعه این نمونه (یعنی تقلیل علمی اندیشه بشری به فرآیندهای بیوشیمیایی درمغز) گرفته‌ام می تواند چشم اندازهایی متفاوت را، ارائه دهد. تا آنجا که می دانم یکی از مزایای بحث ترمودینامیک آن است که هیچ موضوع دینی یا فلسفی مهمی وجود ندارد که به برونشد خود مقیّد باشد و بنابراین، انسان می تواند بدون آنکه به صورت احساسی درگیر قضیه شود، آن را مورد بحث و بررسی قراردهد. همچنین از آنجا که پیشرفتهای عمده‌ای در گذشته صورت گرفته‌اند (یا حداقل چنین به نظر می رسد)، لزومی ندارد انسان حدس بزند این پیشرفتها به کجا خواهند انجامید.

۱- فروکاستن از ترمودینامیک به فیزیک اتمی

علم ترمودینامیک درقرن نوزدهم پیشرفت کرد. در آن زمان، هنوز در مورد وجود اتمها شک و تردید فراوان وجود داشت، زیرا تمامی ادله‌ی اثبات وجود اتمها و مولکولها، کاملاً غیر مستقیم بودند. با این حال، تلاشهایی به عمل آمد تاقوانین اول و دوم ترمودینامیک در رابطه با خواص مکانیکی اتمها و اندرکنش آنها با یکدیگر تشریح گردد. برای این کارْ از مکانیک کلاسیک استفاده شد، زیرا مکانیک کوانتوم هنوز توسعه نیافته بود. گسترش نظریه کوانتوم در دهه ۱۹۲۰ بدان معنا بود که بحثهای اولیه باید مجدداً

● بر این اعتقادم که اعتقادات مسیحیت را می توان مورد بحث قرار داد. معتقدم می توان در مورد این عقاید، استدلال کرد و حتی احتمالِ اشتباه بودن برخی از آن عقاید را نشان داد. تصورنمی کنم که مسیحیت فی نفسه در حوزه و عرصه‌ای جدا قرار داشته باشد و نتوان در آن دخل و تصرف کرد. اما می توانم بگویم حداقل در علمِ تاریخ، و نه در فیزیک، توانسته‌ام شاهد پیشرفتهایی باشم که بتواند به اشتباه بودن برخی اعتقادات مسیحیت اشاره داشته باشد.

○ در مسیحیت - همانند یهودیت و اسلام - بر حضور خداوند درجهان وفعالیت وی‌دردنیا تأکید شده‌است. دراین‌نگرش، خداوند تغییرات را در جهان فیزیکی پدید می‌آورد. آیا به‌نظر شما اندیشه‌ی حضور خداوند در جهان، تحت تأثیر رشد علم فیزیک قرارنگرفته‌ویاحداقل به چالش کشیده نشده است؟

● به گمان من خداوند از طریق حوادث عادی در جهان، در کار است، زیرا اگر اعتقاد داشته باشیم که خداوند جهان را در زمان ومکان آفریده‌است، می توانیم بگوییم که او از برخی جهات منشاء تمام چیزهایی است که اتفاق می‌افتند (می‌گویم «از برخی جهات» زیرا این اعتقاد، چنان که مشهور است، ما را با انواع مشکلات و مسائل فکری مواجه می‌سازد). پس از آن به حوادثی می‌رسیم که ابداً طبیعی و عادی نیستند و به برخی کارهایِ خاصِ الهی، منتسب می شوند. به عنوان مثال، راه رفتنِ عیسی را بر روی آب - چنان که در انجیل بدان اشاره شده است - مورد توجه قرار دهید. راه رفتن بر روی آبهای دریاچه‌ی جلیل[1]، آن هم بدون

1. Galilee

←

استفاده از هر گونه وسیله، نقض کننده قوانین هیدرودینامیک است و لذا امری غیر ممکن به نظر می‌رسد. اما یک مسیحی می‌تواند در برابر این تشکیک بگوید عیسی پسر مجسم خداوند بود و، در واقع، خداوند آمده و در میان ما زندگی کرده است.

با توجه به این وضعیتِ فوق العاده، آیا ما نباید مسائلی را پیش‌بینی کنیم که از الگوهایِ منظمِ فعالیتِ خداوند - آن گونه که در قوانین طبیعی می‌بینیم - تبعیت نمی‌کنند؟ من تصور می‌کنم تمام آنچه را که علم جدید می‌تواند انجام دهد، آن است که نشان دهد برخی فعالیتهایِ شگفت‌انگیز وجود دارند که در مغایرت با رفتارِ طبیعیِ جهان می‌باشند. تا آنجا که به قوانین مکانیک کوانتوم مربوط می‌شود، احتمال آنکه شخصی بتواند بدون استفاده از وسیله‌ای بر روی آب راه برود، بسیار ضعیف است، ولی غیر ممکن نیست. آیا خداوند واقعاً در جهانْ دخالت دارد؟ اگر چنین باشد، پس وی اصولاً می‌تواند هر آنچه را که غیر ممکن است انجام دهد. او احتمالات را کنترل می‌کند. گویی ما تاس را می‌اندازیم، اما این خداوند است که تصمیم می‌گیرد تاس چگونه به زمین بیافتد.

● شما اندیشه‌ای را در مورد کارهای خداوندی مشخص کردید که ازلحاظ فیزیکی منسجم است و آن را می‌توان، دخالت کوانتومی خداوند نامید. امادرعین حال ازیک عادت ذهنیْ سخن به میان آوردید که علاقه‌ای به پذیرشِ ادعایِ معجزه ندارد. آیا چنین تنشی، علاوه بر دانشمندان، در میان معتقدان به آیین مسیح در ایالات متحده نیز به چشم می‌خورد؟

● به نظر می‌رسد که هر گاه مردم معجزه‌ای را گزارش داده‌اند، میزان مشخصی ازتنش ایجاد می‌شود - هنگامی

←

بررسی می‌شدند. حتی امروزه بحثها و مناظرات مستمری، در مورد موضوعاتی هم در **مکانیک کلاسیک** و هم در **مکانیک کوانتوم**، وجود دارد، هر چند چنین موضوعاتی به هیچ وجه در **پژوهشهای فیزیک**، مطرح نمی‌باشند.

قانون اول ترمودینامیک ازبقای انرژی سخن می‌گوید و بنابراین، برای این قانون، تقلیل به فیزیک اتمی کاملاً موفقیت‌آمیز بوده است. اندیشه و تفکر اساسی‌ای که در این زمینه وجود دارد، کاملاً ساده است: با توجه به سامانه‌ی مکانیکیِ اتمهایِ اندرکنشی، درمکانیک کلاسیک می‌توان هر اتم را دارای انرژی جنبشی دانست. کلِ انرژیِ مکانیکی [در یک جسم] حاصلِ جمعِ انرژیهایِ جنبشیِ موجود در اتمهای آن به علاوه‌ی انرژیِ پتانسیلی که در اندرکنشِ بینِ اتمها موجود است، می‌باشد. کل این انرژی را می‌توان انرژیِ ترمودینامیکِ سامانه‌ای دانست که متشکل از این اتمهاست و بنابراین قانون اول ترمودینامیک. پیامدِ بلافصلِ بقایِ انرژیِ پتانسیل و انرژیِ جنبشی در مکانیک است. در اینجا می‌توان این سؤال را مطرح کرد که چرا انرژی مکانیکی در اتمها باقی می‌ماند. [در پاسخ می‌گوییم که] در حال حاضر، اصل بقاء انرژی، یک اصل موضوعه بنیادین است که تمام انواع آزمایشها آن را تأیید کرده‌اند، و آن گونه نیست که بتوان آن را از اصولِ بنیادی‌تری اقتباس کرد. البته می‌توان جهانهایی را تصور کرد که در آن بقای انرژی وجود ندارد، ولی به نظر می‌رسد که ما در چنینْ جهانی زندگی نمی‌کنیم. با این

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 347

حال، پذیرش این نکته که هنوز سؤالات فراوانی در علم مکانیک بی‌پاسخ مانده‌اند، به معنای وجود نقص دربرنامه‌ی تقلیل (به‌شرحی که گذشت) نیست. ما هنوز می‌توانیم بگوییم که قانون ترمودینامیک را می‌فهمیم و، در واقع، می‌توانیم آن را از یکی از قوانین اساسی مکانیک، اقتباس نماییم.

هر چند این بحث را باید از برخیْ جهات تعدیل کرد، ولی اگر بگوییم علمِ مکانیک بر حرکتِ اتمیِ مکانیکِ کوانتومْ حاکم است، سخنی به گزاف نگفته‌ایم. یک بار دیگر می‌توان کل انرژی یک سامانه را که درنظریه‌ی مکانیک کوانتوم با **عملگر هامیلتونی**[3] پیوند دارد، معین کرد. تقسیم انرژی یک سامانه به انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل، جزئیاتی را به دنبال دارد، ولی در هر صورت این نوع تقسیم بندی در ترمودینامیک مورد نیاز نیست، زیرا انرژی ترمودینامیکی را می‌توان با کل انرژی سامانه، یکسان دانست. اصول بقای انرژی و حتی توان ادای این مطلب که یک سامانه دارای حد مشخصی ازانرژی است، از جمله نکات ظریف درنظریه کوانتوم هستند. ازآنجا که ترمودینامیک، توصیفی نسبتاً خشن (با توجه به معیارهای فیزیک اتمی) ازسامانه‌های بزرگ ارائه می‌دهد، با این حال، چنین ظرایفی، مشکلاتِ جدی‌ای برای برنامه تقلیل، ایجاد نمی‌کنند. به عبارت دیگر، مشکلاتی که هنوز از منظر فیزیک اتمی

3. Hamiltonian operator

که پولُس[2] در آتن مشغول ایراد خطابه بود آیا کسانی که به سخنان وی گوش می‌دادند بیش از ما - که در قرن بیستم زندگی می‌کنیم - آمادگی این را داشته‌اند که باور نمایند عیسی دوباره زنده شده است؟ در اینکه آنان بیشتر از ما آمادگی پذیرش این رخدادها را داشته‌اند، شک دارم.

○ آیا کارهای علمی شما برای شما هیچ الهام دینی به ارمغان آورده است؟

● قطعاً تأیید می‌کنم که علم زمینه‌هایی برای پرستش خالق، فراهم می‌آورد. من فکر می‌کنم آنچه علم مدرن در مورد جهان به ما نشان داده است، بسیار پرشکوه و عظیم است. اگر شاعرانِ عبری می‌توانستند خداوند را به خاطر شگفتیهایی که خلق کرده است ستایش کنند، فکر می‌کنم که ما باید بهتر بتوانیم این کار را انجام دهیم. هر چند شعر من بسیار پایین‌تر از استانداردهایِ آنها است.

○ یعنی شما معتقدید که آگاهی از جهان فیزیکی و زیباییهایی که ما در ریاضیات و در پدیده‌هایِ واقعی، کشف می‌کنیم، برای مؤمنین الهام‌بخش است؟

● به نظر من، به عنوان یک فرد مسیحی، پاسخ این سؤال مثبت است. مسیحیانی وجود دارند که می‌گویند جهان تنها ۱۰/۰۰۰ سال سن دارد و یا اینکه معتقدند تکامل نمی‌تواند رخ داده باشد. آیا آنان هنگامی که در روزجزا، دربرابر خداوند حاضر می‌شوند و می‌گویند: «ما کارهای شگفت‌انگیز تو را دیدیم ولی تصمیم گرفتیم که آنها راباور نداشته باشیم!» شرمنده نخواهند شد؟

2. Paul

■

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 348

در تعریف قانون اول ترمودینامیک وجود دارند، از بخشی از مشکلِ کلی (و تا حدودی جنجالی) در ارائه یک تعریفِ فیزیکیِ قابلِ قبول از نظریه کوانتوم، منبعث می‌شوند و، بنابراین، هیچ گونه نقص آشکاری در برنامه تقلیل، ایجاد نمی‌کنند.

قانون دوم ترمودینامیک بیان می‌دارد که **آنتروپی** در یک سامانه‌ی منفرد[4] با گذشت زمان افزایش می‌یابد و یا هنگامی که سامانه به تعادل رسید ثابت می‌ماند. بنابراین، سمتِ زمان، مشخص می‌شود و گفته می‌شود فرآیندهایی که در چارچوب قانون دوم ترمودینامیک انجام می‌شوند (از دیدگاه علم ترمودینامیک) برگشت‌ناپذیر[5] هستند: این فعالیتها تنها در یک سمتْ انجام می‌شوند و برگشت نمی‌پذیرند. تلاشها در جهتِ فهمِ قانونِ دوم ترمودینامیک از جنبه‌ی فرآیندهای اتمی با کارهای **ماکسول**[6]، **بولتزمان**[7] درخلال قرن گذشته آغاز شد. هرچند از آن زمان تاکنون، پیشرفتهای زیادی صورت گرفته، لکن شماری از مشکلات همچنان باقی مانده که حداقل از لحاظ معیارهایِ جامعه‌ی (نسبتاً کوچک) پژوهشگرانِ علاقه‌مند به این موضوعات، به گونه‌ای رضایت‌بخش حل نگشته‌اند. بررسی بخشهای موفقیت‌آمیز و همچنین بخشهایِ مشکل آفرینِ برنامه‌ی تقلیلِ علمی، این حسن را دارد که نگرشهایِ مفیدی را در زمینه آنچه که از سایر مواردِ تقلیلِ علمی می‌توان انتظار داشت، در اختیارمان می‌گذارد.

آنتروپی، برخلاف انرژی، هیچ همتایِ مکانیکیِ مستقیمی ندارد و از یک منظر این مسئله در کانونِ مشکلاتی است که در ارائه یک تعریفِ مکانیکی از قانونِ دوم (مبتنی بر فیزیک اتمی) وجود دارد. در خلال قرن نوزدهم، علم **مکانیک آماری** توسط افرادی نظیر جیمز کلرک ماکسول، لودویک بولتزمان، **جوسیا گیبز**[8] و دیگران توسعه یافت. اینک با استفاده از همین مکانیک آماری می‌توانیم قانون دوم ترمودینامیک را بفهمیم. مکانیک آماری همانا کاربرد قوانینِ نظریه‌ی احتمالات در سامانه‌های مکانیکی است و صِرف ظاهرْ شدن آن در عرصه‌ی فرآیندِ تقلیل، فی‌نفسه جالب توجه است. دلیل این امر آن است که در ابتدا ابداً مشخص نبود که ارائه تفکرِ احتمالات برای درک قانون دوم سودمند است. باید به خاطر داشت که برخلافِ وضعیتِ موجود درنظریه‌ی کوانتوم، درمکانیک کلاسیک هیچ چیزِ ذاتاً احتمالی‌ای، وجود ندارد. بنابراین، جای تعجب نیست که تلاشهای بولتزمان در تشریح قانون دوم از جنبه‌ی احتمالات، در ابتدا واضح و روشن نبود و با انتقادات شدید مواجه گردید. امروزه کاربرد تفکراحتمالات درمکانیک کلاسیکْ آشناتر به نظر می‌رسد، زیرا این تفکر درمطالعه‌ی آشفتگیها،[9] نقش مهمی ایفا می‌کند. اما حتی اگر چنین باشد هنوز نکات مبهمی در فهم قانون دوم ترمودینامیک از جنبه احتمالات

4. Isolated System
5. Irreversible
6. James clerk Maxwell
7. Ludwing Bultzman
8. Josiah Gibbs
9. Chaos

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 349

وجود دارد؛ خواه از کوانتوم استفاده شود، خواه از مکانیک آماری کلاسیک (بنگرید به: اسکلار ۱۹۹۳).

یکی از این ابهامات، برگشت‌ناپذیر بودن است: چرا آنتروپی همواره با گذشت زمان افزایش می‌یابد؟ برخی استدلالهای غیر رسمی وجود دارند که، حداقل به نظر من، دربرگیرنده اندیشه‌های ضروری هستند، ولی باید این اندیشه‌ها را مرتب کرد. همان گونه که **اسکلار** (۱۹۹۳) روشن کرده است، هنوز فیزیک ریاضی آن دسته از نتایجی را که برای مواردِ تعادلی به دست آورده، برای مکانیکِ آماریِ غیرِتعادلی، درپی‌نداشته است. ما کاملاً از نحوه محاسبه آنتروپی در یک سامانه‌ی تعادلی، اطمینان داریم، ولی روند مشخصی برای اندازه‌گیری سامانه‌هایی که نامتعادل هستند، وجود ندارد و ما نمی‌توانیم به نحو قانع کننده‌ای نشان دهیم که این آنتروپی، با احتمال بالا، با گذشت زمان، افزایش می‌یابد.

فرض کنید پرداختن به ابهامات ما از نحوه‌ی ارتباط ترمودینامیک با فیزیک اتمی، هیچ گونه تغییر ریشه‌ای به دنبال نداشته باشد. بنابراین، می‌توان گفت دو قانون ترمودینامیک به گونه‌ای درک می‌شوند که با دیدگاه فیزیک اتمی متفاوت هستند. قانون اول از کاربردِ نسبتاً روشنِ اصلِ بقاء انرژی ناشی می‌شود که نقشی اساسی هم در مکانیک کلاسیک و هم در مکانیک کوانتوم ایفا می‌کند. انسان می‌تواند از انرژی یک ذره‌ی واحد، دو ذره، ده ذره یا بیست ذره، سخن بگوید؛ بدون اینکه خلأیی مفهومی در فاصله بین فیزیکِ اتمیِ اتمهایِ واحد گرفته تا قانونِ ترمودینامیک، به چشم بخورد. اما قانون دوم بسیار مشکل است. سخن گفتن در موردِ آنتروپیِ یک ذره‌ی واحد، معنا ندارد. در حالی که تحت برخی شرایط، می‌توان فرمولی برای آن ارائه داد، اما روشن نیست که این فرمولْ اهمیتی داشته باشد. در عوض، آنتروپی، تحت شرایطی که ما کاملاً آن را درک نمی‌کنیم، با رفتار شمار کثیری از ذرات، سروکار دارد. این رفتارها در اهداف مختلفی که ما در فعالیتهای روزانه خود دنبال می‌کنیم (و نیز در آزمایشگاه‌ها) به چشم می‌خورند. می‌توان گفت آنتروپی، خاصیت «نوخاسته» ای است که نمی‌توان آن را به تعداد اندکی از ذرات اطلاق کرد، ولی برای تشریح سامانه‌های بزرگی از ذرات، بسیار مفید است. در اینجا می‌توان آن را با مفهوم «دولت» قیاس کرد: واژه «دولت» برای یک فرد تنها و منزوی مفهومی ندارد، ولی در جوامعی که شمار زیادی از افراد در آنها زندگی می‌کنند، این واژه مفهوم پیدا می‌کند.

افزون بر این، در فرآیندِ تقلیلِ قانونِ دوم به فیزیک اتمی، ابداع رشته جدیدی که مکانیکِ آماری باشد یا، به عبارت دیگر، معرفیِ مفاهیمِ نوینِ احتمالات در رشته‌یِ مکانیکِ کلاسیک، ضرورت داشته است؛ مفاهیمی که حداقل در مکانیک کلاسیک، جزء ذاتی این رشته علمی نبوده‌اند. این مفاهیم جدید، برای فرآیند تقلیل علمی، بسیار ضروری هستند. به عنوان مثال،

هم مکانیک کلاسیک و هم مکانیک کوانتوم، یک مسیر زمانی را مشخص می‌کنند،[10] مسیری که در آن آنتروپی، رو به فزونی دارد. تنها راهی که من برای شناخت این ارتباطاتِ به ظاهرْ متناقض، سراغ دارم، ارائه توصیف احتمالی است: برگشت‌ناپذیری ترمودینامیکی در قوانین مکانیک، تضمین نشده است ولی **تقریباً** تضمین می‌شود.

اما آیا ما باید آنتروپی را جزئی از جهان واقعی بدانیم؟ آیا آنتروپی نمی‌تواند تنها افسانه‌ای باشد که دانشمندان و مهندسان در بخشی از محاسبات خود بدان استناد می‌کنند؟ آیا آنتروپی چیزی مانند اشیاء مادی نظیر آجر یا اتمهای آجر است؟ حتی اگر مشکلاتی در تقلیلِ آنتروپی به فیزیکِ اتمی وجود داشته باشد، آیا این مسئله باید یک ماتریالیست واقعی را نگران سازد؟ من به جای آنکه مستقیماً به یافتن پاسخ سؤالی بپردازم که آکنده از مسائل فلسفی است، تدبیر دیگری را برگزیده و سؤالی از همان دست را مطرح می‌کنم.

مردم عادی، مخصوصاً مردمِ عادیِ **پیتسبورگ**،[11] هرگز از آنتروپی چیزی نشنیده‌اند، ولی آنها می‌دانند که ما با یک «بحران انرژی» مواجه هستیم و هوا در زمستان به شدّت سرد می‌شود. برای افرادِ متخصص در ترمودینامیک، موضوعهای آنتروپی، انرژی و دما همه با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند.[12] در نتیجه، هر مشکلی که بر سر راه تقلیل آنتروپی به فیزیکِ اتمی وجود دارد، در مورد دما نیز صادق است. می‌توان به سادگی از مسئله اخیر الذکر چشم پوشی کرد، زیرا در مکانیکِ آماریِ کلاسیک، دما با انرژی جنبشی نسبت دارد و، بنابراین، مرتبط دانستن دمای ترمودینامیکی با فیزیک اتمی (به اندازه‌ی مسئله مشابه در انرژی کل) مشکل به نظر نمی‌آید. با این حال، این یک مورد از همان مواردی است که نظریه‌ی مکانیک کوانتوم در مورد آن فرق می‌کند: رابطه‌ی انرژی جنبشی یک سامانه‌ی کوانتومی با دما به هیچ وجه ساده نیست؛ و بنابراین، فرد مجدداً به آنتروپی یا چیزی معادل آن روی می‌آورد. در نتیجه من به کسانی که شک دارند آنتروپی جزئی از واقعیت است، اعتراف می‌کنم که من هم چنین شکی دارم. البته باید اضافه کنم که این شک در مورد دما نیز وجود دارد. البته هر چند جزئیات زیادی برای درک مفهوم اخیر دما از بُعد فیزیک اتمی به چشم می‌خورد، ولی من عملاً جانب احتیاط را رعایت کرده و مثلاً وقتی در فصل زمستان در پنسیلوانیا هستم، با خود لباس گرم، کلاه و دستکش، همراه دارم!

---

۱۰. نکته‌ای برای متخصصان: مسئله، نشان دادن یک جهت زمان، به مثابه تقارن معکوس زمان در فیزیک کوانتوم - که ما اکثراً معتقدیم تقارن دقیقی از طبیعت نمی‌باشد - نیست. در عوض آنچه که مطرح است این است که پیشرفت زمان در مکانیک کلاسیکِ هامیلتونی، نگهدارنده‌ی حجم فضای فاز می‌باشد، در حالی که پیشرفت زمان در تئوری کوانتوم با عملگر یکانی (unitary operator) [که عبارت مربوطه را مثبت یا منفی می‌سازد (م)] نشان داده می‌شود.

11. Pittsburg

۱۲. از نقطه نظر ریاضی، دمای (مطلق)، مشتق انرژی نسبت به آنتروپی است (با فرض ثابت گرفتن پارامترها).

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 351

آیا ترمودینامیک به فیزیک اتمی «تقلیل» پیدا کرده است؟ پاسخ به این مسئله، به معنای واژه‌ی «تقلیل» در نظرِ افرادِ مختلف برمی‌گردد. حتی اگر دیدگاهی خوش بینانه در مورد آنچه تاکنون انجام شده است داشته باشیم و بپذیریم که اگر افرادی علاقمند به رفع ابهامات باشند، این ابهامات در نهایت مرتفع خواهند شد، باز دلیلی ندارد که تصور کنیم رشته فیزیکِ اتمیْ جایگزینِ رشته‌ی ترمودینامیک می‌شود. قوانین ترمودینامیک، توضیحات بسیار خوبی در مورد آنچه درجهان درحال انجام است، ارائه می‌دهند. این قوانین از آن جهت که به حوادث روزمره در چارچوبِ مشاهداتِ ماکروسکوپیِ انسان اشاره دارند، قوانینی «پدیدار شناسانه»[13] هستند. اما صِرف ارائه‌ی توضیح اتمی در مورد قوانین ترمودینامیک (به خاطر داشته باشید که من دیدگاهی خوش بینانه را اتخاذ کرده‌ام)، بدان معنا نیست که این قوانین اشتباه هستند و یا چیزهایی که این قوانین به آنها اشاره دارند، خواه در عمل و خواه در «اصل»، غیر واقعی می‌باشند.

افزون بر این، هر چند نمی‌توان ادعا کرد که نظریه ترمودینامیک (یا سایر نظریه‌های پدیدارشناسانه، نظیر هیدرودینامیک) برای فهم جهان ضرورت دارند - این نظریه‌ها ممکن است روزی جای خود را به نظریه‌های بهتری بدهند -، با این حال، دلایل قابل قبولی وجود دارند که نشان می‌دهند «نمی‌توان» این نظریه را با توصیف اتمی از جزئیات، جایگزین کرد. ممکن است فردی در کمال سادگی تصور کند که آنچه ما «واقعاً» نیاز به دانستن داریم موقعیت و سرعت اتمها، به همراه قوانینِ حاکمِ برهمکنشی آنهاست، تا توصیف «کاملی» از طبیعت ارائه دهیم که نیازی به مفهوم انرژی یا آنتروپی نداشته باشد. اما ارائه چنین تعریفِ مکانیکیِ دقیقی از تعداد اندکی از اتمها و مولکولها (مثلاً اتمها و مولکولهای موجود در یک سانتی‌متر مکعب هوا) به چنان اطلاعات انبوهی نیاز دارد که محال است آن را در کامپیوترهای کنونی یا حتی کامپیوترهای آینده ذخیره نمود. مطمئناً هیچ چیز نمی‌تواند مانع از آن شود که - آن‌چنان که **لاپلاس** می‌گفت - تصور نماییم اَبَر هوشمندی با رفتاری که درک آن برای ما مشکل است، اطلاعات لازم را گردآوری کرده و بدین ترتیب، فهمِ موقعیت را مدیریت می‌کند. اما از آنجا که آن فهم به ما اتصال نمی‌یابد، بنابراین گمراه کننده خواهد بود اگر ادعا کنیم می‌توان توصیف ترمودینامیکی یا هیدرودینامیکی را «به طور اصولی» با توصیفی اتمی جایگزین کرد. اگر تصور کنیم آن اَبَر هوشمند، بیشتر از مکانیکِ کوانتوم بهره می‌برد تا مکانیکِ کلاسیکِ لاپلاس، اوضاع بهبود نخواهد یافت.

مضاف بر این، بدون تفکرِ احتمالاتیِ فزون‌تر، نمی‌توانیم قانون دوم ترمودینامیک را از فیزیک اتمی، مشتق سازیم. این مسئله در نظر یک فرد عادی، ممکن است نقصی جدی در

13. phenomenological

برنامه تقلیل تلقی شود؛ با این حال دانشمند پژوهشگر، عقیده‌ای متفاوت دارد، زیرا وی از ارائه افکار جدید به منظور تبیین آنچه قبلاً درک نمی‌شده لذت می‌بَرَد. برنامه‌ی تقلیل که در اینجا وصف آن رفت، پتکی نیست که بر سر آگاهیِ پیشین و دانسته‌هایِ قبلی فرود آید، بلکه هم‌پیمانی ارزشمند برای درکِ بهترِ جهان است، زیرا ما را وامی‌دارد که به چیزها و دیدگاههای جدیدی بیندیشیم که در غیاب تقلیل علمی به آنها دست نمی‌یافتیم.

۲- تقلیل در اندیشه بشری

آیا می‌توان تلقی مثبت مشابهی نسبت به تقلیل در سایر حوزه‌های تحقیقات علمی - که ظاهراً بیش از قوانین ترمودینامیک با عقاید دینی ارتباط دارند - داشت و آن را به عنوان هم‌پیمان دانست؟ معتقدم پاسخ این سؤال مثبت است، اما برای اجتناب از سوءتفاهم باید بگویم من معتقد نیستم که هر باور پدیدارشناسانه می‌تواند با پیشرفتهای علمی به حیات خود ادامه دهد. انرژی و آنتروپی به گونه‌ای بسیار دقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند و همچنان دست نخورده به حیات خود ادامه داده‌اند؛ اما «فلوژیستون» و «حرارت» به عنوان سیال [از میان رفتند و] به همان سرنوشتی گرفتار آمدند که اندیشه‌ی زمینْ مرکز (ژئوسنتریسم)، بدان گرفتار آمد. بنابراین، نمی‌خواهم بگویم تمام عقاید دینی از نقادی در یک برنامه تقلیل علمی (خواه در روان‌شناسی، خواه در «جامعه‌شناسی» و خواه در زیست‌شناسی تکاملی) سربلند و دست نخورده بیرون می‌آیند. اما در عین حال، دلیلی نیز نمی‌بینم که تصور کنم آن عقایدی که من، به عنوان یک مسیحی، به آنها اعتقاد وافر دارم، در فرآیند پیشرفت علمی در معرض تهدید و فروپاشی قرار می‌گیرند. البته شاید در این زمینه مرتکب اشتباه باشم؛ چون هیچ کس نمی‌تواند بگوید علم در آینده چگونه شکلی خواهد داشت. انسان باید منتظر آینده باشد و هنگامی که انتظار به سرآمد - اگر برای فرد اصلاً جالب توجه باشد - خواهد دید که آنچه وی مشاهده خواهد کرد با آنچه که انتظار آن را داشته بسیار متفاوت است. آنچه که ما در حال حاضر می‌توانیم انجام دهیم، آن است که از بهترین تفکرات و اندیشه‌هایِ علمیِ موجود، بهره برده و به گونه‌ای حدس، دست یازیم.

به عنوان مثال، تقلیلِ جایگاهِ تفکرِ انسانی به واکنشهایِ شیمیایی و یا الگوسازیِ کامپیوتری از تفکرِ انسانی را مدنظر قرار دهید. هر دوی این حوزه‌ها، حوزه‌های عام پژوهش در زمان ما محسوب می‌شوند. فرض کنید آنها به انجام کاری نظیر تبیین یا تقلیلِ قوانین ترمودینامیک به فیزیک اتمی توفیق یابند. به ویژه فرض کنید که درآینده، علم چنان پیشرفت کند که فرآیندهایی که دربرگیرنده‌ی فعالیتِ نرونهایِ عصبی هستند و در درون مغزصورت می‌گیرند درقالب نوعی محاسبه، با موفقیت الگوبرداری شوند. همچنین تصورنمایید که ارتباط بین این فرآیندها و افکار بشری (خود آگاهی، تصمیم‌گیری و

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 353

غیره) به درستی شناسانده شوند. آیا می‌توان گفت آنچه بعداً ادعا می‌شود این است که انسان «چیزی نیست مگر» یک ماشین؟

کسانی که آثار **دونالد مک کای** را مطالعه کرده‌اند، از مخالفتهای شدید وی با این گونه عقاید که وی آنها را عقاید «چیزی نیست مگر» می‌نامد آگاهند. من نیز دیدگاههای او را قبول دارم، هر چند ترجیح می‌دهم از واژه دیگری استفاده کنم. به نظر من، مشکلِ چنان عقایدی آن است که آنها آن نگرش ارزشمندی را که از یک برنامه تقلیل علمی به دست آمده است - مثلاً مغز انسان یا بدن انسان از برخی جهات ماشین یا شبیه ماشین تلقی می‌شود - اخذ کرده و آنگاه ادعا می‌کنند که کل داستان همین است و چیز بیشتری در این زمینه نمی‌توان گفت. برای نشان دادن اشتباههای این رویکرد، بهتر است بحث مستقیم در مورد انسان را خاتمه دهیم و به جای آن به وضعیتهای مشابهی توجه کنیم که لحن فلسفی واحساسی آنها کمتر است.

تصور کنید کامپیوتر روی میز کار من، یک معادله دیفرانسیل مرتبه چهارم را با استفاده از فرآیند «رانژ - کوتّا» حل کند. اجازه بدهید توصیف این نحوه از کار کامپیوتر را «**توصیف کارکردی**» بنامیم. البته می‌پذیرم که در داخلِ ماشین، کوبه‌های[14] سریع و متوالیِ الکتریکیْ وارد می‌شوند. این کوبه‌ها از برخیْ قوانینِ جبرگرایانه، ناشی می‌شوند که برای برخی مهندسین که ماشین را طراحی کرده‌اند، شناخته شده است. ما این توصیف اخیر را «**توصیف الکتریکی**» می‌نامیم. آیا آنچه در این کامپیوتر در حال انجام است «چیزی نیست جز» آنچه در توصیف الکتریکی آمده است؟ آیا می‌توان «توصیفِ کارکردی» را تقلیل داد و یا آن را با «توصیف الکتریکی» جایگزین کرد؟ به طور کلی‌تر، توصیفهای کارکردی و الکتریکی چگونه با یکدیگر ارتباط دارند؟

در صورتی که در فرآیند «رانژ - کوتّا» برای ضرب یا جمع کردن دو عدد در «توصیف کارکردی»، ما به‌ازایی در «توصیف الکتریکی» وجود نداشته باشد، نتیجه‌ای که در پایان محاسبات به دست می‌آید، احتمالاً استفاده‌ای برای من نخواهد داشت. به این معنی، باید بین این دو توصیف، سازگاری خاصی وجود داشته باشد. اما رابطه واقعی آنها تا حدودی پیچیده است. نمی‌توان بدون احاطه بر حجم عظیمی از اطلاعات، نظیر اطلاع از ساختار ماشین، نوعِ زبانِ برنامه‌نویسی و کامپایلر آن، شرایط مطلوب اولیه و...، شرایط توصیف الکتریکی را از توصیف کاربردی اقتباس کرد.

اما در نسبتِ معکوس چه؟ آیا می‌توان گفت که فرآیند حل یک معادله دیفرانسیل «چیزی نیست جز» مجموعه‌ای از ضربات الکتریکی در داخل کامپیوتر؟ شاید بتوان این مطلب را به عنوان مطلبی صحیح، به کسی گفت که اذعان می‌دارد علاوه بر مدار الکتریکی، یک نیروی جادویی در درون ماشین وجود دارد که کارها را

14. Impulses

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 354

انجام می‌دهد. اما فکر می‌کنم اگر «چیزی نیست جز» را به این معنا تلقی کنیم که می‌توان «توصیف کارکردی» را کنار گذاشته و آن را با «توصیف الکتریکی» جایگزین کرد، به بیراهه رفته‌ایم. اگر این کار را انجام دهیم درست شبیه این است که تصور کنید صدایی که در خانه شنیده شده‌است، مربوط به یک دزد بوده است، ولی، در واقع، آن صدا چیزی جزصدای گربه‌ای که به‌دنبال خوراکی می‌گشته، نبوده‌است. بسیار مشکل است که با توجه به توالی وضعیتهای الکتریکی به‌این نتیجه برسیم که ماشین،معادلات دیفرانسیل را حل کرده و یا حتی دریابیم که چه روشِ عددی‌ای به کار رفته است. البته ممکن است اَبَر هوشمندی موفق به انجام چنین کاری بشود، ولی این کار دانشِ قابل ملاحظه‌ای در زمینه روشهایی که انسان برای حل مسائل ریاضی به کار می‌برد می‌طلبد. به علاوه، تا حدودی کارِ کارآگاهی و پلیسی نیز لازم است. کارآمدترین شیوه‌ای که وجود دارد (و اَبَر هوشمندان هم در مورد کارآمدی، اهمیت می‌دهند) توجه و یا شاید واسازیِ شکلِ نمادینِ (در فُرترن، سی و...)، برنامه‌ی اولیه و نیز پیش‌بینی کاری است که سعی در انجام آن داریم. اما ما درحال حاضر، به گونه‌ای خطرناک به «توصیف کاربردی»‌ای نزدیک شده‌ایم که با وجود «توصیف الکتریکی» غیرضروری محسوب می‌شود!

شاید در مثالی که ارائه شد نقایصی وجود داشته باشد، اما مطمئنم تفکر پایه‌ای آن، تفکری مناسب است. درک انسان از پدیده‌هایِ جهانِ طبیعت، عملاً مبتنی برانواع مختلف توصیفهایی است که مکمل یکدیگرند و بنابراین اشتباه است اگرفکر کنیم چون یک شئ یا مجموعه‌ای از حوادث را می‌توان به طرق مختلف توصیف کرد، باید یکی از آن توصیفها «اساسی‌تر» از دیگر توصیفها باشد و می‌توان سایر توصیفها را از آن اقتباس و استخراج کرد. ما در عمل درخواهیم یافت که این گونه نیست و باید در این ادعا که فلان رویکرد «به طور اصولی» می‌تواند همه چیز را در مورد یک موضوع، به ما بگوید به دیده شک نگریست، درست همانند قضیه آنتروپی و فیزیک اتمی که قبلاً شرح آن رفت.

با این حال نمی‌توان ادعا کرد که مرتبط ساختن مطالعه‌ی فکربشربه فرآیندهای شیمیایی که در نرونها صورت می‌گیرد (یا مسائلی از این قبیل) نمی‌تواند - حداقل به گونه‌ای بالقوه - به نتایج فلسفی و دینی مهمی منتهی شود. البته شخصاً امیدوارم که چنین باشد، زیرا این امر باعث می‌شود انجام تحقیقات، که ظاهراً مستلزم حجم عظیمی از فعالیتهای پرهزینه است، مقبول‌تر و ارزشمندتر گردد. با این همه، در حال حاضر که هنوز تحقیقاتی انجام نشده، مشکل بتوان آن نتایج فلسفی و دینی را پیش‌بینی کرد. اما دلیلی نمی‌بینم که تصورکنم کاربرد روشهای تقلیل علمی درحوزه‌ی جسم ومغزانسان بتواند

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 355

ما را به این نتیجه برساند که انسان «چیزی نیست مگر» ماشین. شاید ارائه مثالی دیگر در این زمینه بتواند مفید باشد.

به آزادی بشر توجه کنید: آزادی یعنی توانایی انجام یک کار به جای کاری دیگر. اگر پژوهشها در مورد مغز انسان نشان دهند که اندیشه بشر - به گونه‌ای شبیه به کامپیوترها - اندیشه‌ای جبرگرایانه است، آیا آن گاه می‌توان آزادی را - که برای تفکرات ما در زمینه مسئولیت اخلاقی اساسی به نظر می‌رسد - به عنوان بخشی حقیقی از پدیدارشناسی حفظ کرد؟ یا آیا می‌توان گفت هر چند ما (در لحظاتی که کمتر می‌اندیشم) تصور می‌کنیم آزاد هستیم، در واقع، این آزادی، یک نوع توهم است؟ فکر می‌کنم تقلیل ترمودینامیک به فیزیک اتمی که قبلاً مورد بحث قرارگرفت می‌تواند در پرداختن به این پرسشها سودمند باشد. اگر فرض کنیم «جبرگرایی» در مقابل «آزادی» انسان قرار دارد و جبرگرایی را می‌توان با انرژی ترمودینامیک (مفهومی که هم می‌توان به کل سامانه و هم به سامانه‌های فرعی به طور مساوی اطلاق نمود) قیاس نمود آنگاه تا حدودی می‌توان اندیشه‌ی جبرگرا بودن انسانها و بنابراین (با توجه به تعریفی که ارائه شد) آزاد نبودن آنها را پذیرفت. کامپیوترهای جدید، اشیایی بسیار جبرگرا هستند و در واقع، همین جبرگرا بودن است که آنها را این چنین مفید ساخته است. اگر از همین دیدگاه به مسئله نگاه کنیم می‌توانیم این سؤال را مطرح کنیم که چرا **نرونها** باید با **ترانزیستورهای سیلیکونی** متفاوت باشند؟

از سوی دیگر، اگر آزادی انسان (به گونه‌ای مبهم) قابل قیاس با آنتروپی- یعنی نوعیْ خاصیت «در حال تجلی» که در شرایط خاص می‌توان آن را به سامانه‌ای با پیچیدگیِ مشخص، نسبت داد- هست، پس فقدان آن در کامپیوترها و سایر سامانه‌های مکانیکی غیرآزاد، به هیچ وجه نشان‌گر آن نیست که این یک توهم است. در عوض، اگر بتوانیم رابطه آن را با نرونها به درستی، درک کنیم (نرونهایی که برای سهولت بحث، آنها را ساختارهای جبرگرا فرض می‌کنیم) به مفاهیم جدید، رویکردهای جدید و افکار جدیدی که بخشی از نظریه‌ی متعارفِ سیستمهایِ دینامیکیِ جبرگرا نیستند، نیازمند خواهیم بود. از آن به بعد، یافتنِ اندیشه‌های جدید، یکی از چیزهایی خواهد بود که این برنامه‌ی مشخص تقلیل علمی را فوق‌العاده، جالب توجه می‌سازد.[۱۵]

ضرورتی نمی‌بینم اضافه کنم که قیاس آنتروپی بهتر از قیاس انرژی است. دلیل این امر آن نیست که آزادی انسان، با الگوهای احتمالاتی ارتباطی ضروری دارد، بلکه دلیل این امر، سالها

۱۵. مطمئناً این اندیشه‌ها قبلاً هم وجود داشته‌اند. به عنوان مثال، دونالد مک کای اطمینان یافته بود که کلید فهم آزادی انسان را به نحوی که سازگار با مغز به عنوان «یک ساعت کوکی مکانیکی» باشد، یافته است. او البته تلاشی برای قانع کردن دیگران در مورد صحّت ادعایش به کار نبرد، اما به نظر من این ادعا ارزش آن را داشت که مورد مداقه بیشتری قرار بگیرد.

4-mab1-36.qxd 03/05/1384 06:38 Page 356

مناقشات فلسفی و الهیاتی است که نشان می‌دهند آزادی انسان به هیچ وجه مفهومی ساده نبوده و ابداً شبیه انرژی که هیچ مابه‌ازای آشکاری در سامانه‌های ساده ندارد، نیست. البته، هم‌قیاسِ انرژی و هم‌قیاسِ آنتروپی می‌توانند گمراه‌کننده باشند و این امر حتی جالب توجه‌تر است. اما درست به همان گونه که می‌توانم بپذیرم که دمای هوا در شهر **پیتسبورگ** در ماه فوریه بالاتر از ۱۰ درجه سانتی گراد است [که البته بسیار غیرمحتمل است] همین طور می‌توانم بپذیرم که در آینده مشخص شود که آزادی انسان یک توهم است. با این همه، چه بسا امکان دارد که آزادی انسان یک توهم باشد، ولی این مسئله، به نظر من، مسئله چندان مهمی نیست و نباید در حال حاضر به‌طور جدی، نگران آن باشیم.

فرجام

آیا برنامه تقلیل علمی، دشمن است یا هم‌پیمان؟ من به عنوان یک مسیحی و یک فیزیکدان آن را هم‌پیمان می‌دانم. تاکنون در نتیجه‌ی برنامه‌ی تقلیل علمی، پیشرفتهای علمی زیادی به دست آمده است. این برنامه در درکِ اجزاءِ ساده‌ترِ موضوعاتِ پیچیده به ما کمک کرده است و معتقدم هنوز چیزهای بیشتری هست که می‌توان از این برنامه فرا گرفت. شاید ما فیزیکدانان به محدودیتهای علمی در قلمروهایِ زیرْ اتمی نزدیک‌تر باشیم، زیرا هزینه‌ی شتاب‌گرها در حال افزایش است. با این همه، امکانات **فهمِ بهترِ نحوه‌ی به کار بردنِ روشهایِ تقلیلِ علمی**، درحوزه‌های خارج ازفیزیک ذره‌ای (مخصوصاً در حوزه‌های زیست‌شناسی و روانشناسی)، همچنان بسیار بالاست. ضمناً نباید از بیم اینکه این امکانها، شایدحمایتِ عامه را ازدست بدهند، حسرت خورد وترسی غیرمنطقی (مبنی بر اینکه نتایج به دست آمده عقاید دینی را جریحه‌دار خواهند ساخت) به خود راه داد. مطمئناً انسان قبل از انجام یک پژوهش نمی‌تواند بگوید نتایج آن پژوهش چه خواهد شد، اما به نظر من، این اعتقادِ سنّتی به توحید نیست که به پیشرفتْ آسیب می‌رساند، بلکه آن ماتریالیسمِ ساده‌انگارانه‌ای به پیشرفتِ علمیْ آسیب می‌رساند که تصور می‌کند آنچه در مغز اتفاق می‌افتد، صرفاً فرآیندهایی شیمیایی و فیزیکی است و می‌خواهد توصیفی را که در آن، انسانْ فاعلِ اخلاقیِ آزاد است و مدیون عشق خداوند و همسایه‌ی خود می‌باشد، بی‌اساس جلوه دهد.

منابع

1. MacKay, Donald M. (1967) **Freedom of Action in a Mechanistic Universe**, Cambridge: Cambridge University Press.
2. --- (1974) The **Clockwork Image**, Downers Grove, Illinois: Inter Varsity Press.
3. Sklar, Lawrence (1993) **Physics & Chance**, Cambridge: Cambridge University Press.