علم و جامعه

آبحیات، قانون دوم ترمودینامیک را نقض می‌کند؟

انتروپی و عالَم

حسن فتاحی*

قانون دوم ترمودینامیک از آن قوانین ساده، اما پر از ظرافت فیزیکی است و به سختی می‌توان ردپای آن را در مباحث عمیق فیزیک ندید. قانون دوم ترمودینامیک در علوم مهندسی و زیستی هم حضوری بزرگ دارد و در این نوشته به کوشه‌ای مهیج از این حضور نگاهی خواهم داشت؛ اما پیش از ورود به بحث، ابتدا ترمودینامیک و قوانین آن را تعریف خواهم کرد. ترمودینامیک از دو کلمه «ترمو» به معنای گرما و «دینامیک» به معنای پویایی تشکیل شده است. ترمودینامیک که معادل فارسی آن «گرماپویایی» است، شاخه‌ای از فیزیک با موضوع مطالعه قانون‌های حاکم بر تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر است با تحول هر سامانه فیزیکی- شیمیایی با درنظرگرفتن تبادل‌های اتفاقی انرژی از هر نوع میان سامانه و محیط بیرون. ترمودینامیک انواعی دارد مانند ترمودینامیک تعادلی و غیرتعادلی، ترمودینامیک تحول‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر، ترمودینامیک تعمیم‌یافته، ترمودینامیک خطی و ناخطی. ترمودینامیک که یک واحد درسی در مقاطع کارشناسی و ارشد فیزیک و برخی گرایش‌های مهندسی است، چهار قانون یا اصل اساسی دارد:

قانون صفر: اگر دو سامانه هر یک جداگانه با سامانه سومی در تعادل گرمایی باشند، با یکدیگر نیز در تعادل با ترازمندی گرمایی هستند.

قانون اول: اگر حالت سامانه‌ای که از همه لحاظ منزوی است با انجام‌گرفتن کار تغییر یابد، مقدار کار لازم تنها به تغییری که در سامانه ایجاد می‌شود، بستگی دارد و به ابزار انجام‌دادن کار و نیز به حالات میانی که سامانه بین حالت اولیه و حالت نهایی از آنها می‌گذرد، بستگی ندارد.

قانون دوم: این قانون بیان‌های مختلفی دارد که همگی هم‌ارز یکدیگرند:

■ بیان کلوزیوس: فرایندی که تنها نتیجه آن تبدیل گرما کم‌ما به کار باشد، به‌هیچ‌وجه ممکن نیست رخ دهد.

■ بیان کلوین: فرایندی که تنها نتیجه آن انتقال گرما از یک چشمه سرد به یک چشمه گرم باشد، به‌هیچ‌وجه ممکن نیست رخ دهد.

قانون سوم: دریافت (معادل فارسی اِنتروپی که در فارسی با تلفظ نه‌چندان صحیح آنتروپی چاپ شده است) در سامانه‌ای در تعادل ترمودینامیکی در دمای صفر مطلق دارای اندازه معینی است. این اندازه را برای همه سامانه‌ها برابر صفر برگرفته‌اند.

قانون اول ترمودینامیک را به یاد بیاورید. انرژی کل یک سامانه بسته همواره پایسته است. اگرچه این قانون در اصل برای سامانه‌های گرمایی کلی و بدون جزئیات بسیار را می‌توان از نگرش مردمان دنیای پساتوریایی به هستی نقش کرد. نخستین ویراست مشابه قانون‌ها به اشاره چندانی به عقاید علمی‌دانان و اندیشه‌وران در باب ماهیت چیزی و تبیین فرایندهایی که منجر به پدیدآمدن دنیای زنده کرده‌اند، نمی‌کند. شاید نیرداختن به نظریات رایج پیش از داروین در منشأ گونه‌ها را بتوان ناشی از این حقیقت دانست که داروین ابدا نیت انتشار کتابی را در باب نظریه تکاملی نداشت. میل او بر این بود تا با بیان ناشی از این حقیقت دانست که داروین دانشمند تأمین کند، اما به نظر می‌آید این فرض یک تبیین نیست. چراکه به علت سازگاری اشکال آلی با یکدیگر و شرایط فیزیکی حیات نمی‌پردازد و آن را توضیح نمی‌دهد» (داروین، ۱۸۵۹، صص ۴-۵). ویراست سوم منشأ (۱۸۶۱)، با تاریخچه‌ای موجز از ایده‌هایی تکاملی آغاز می‌شود و داروین به‌درستی با لامارک می‌آغازد: «نخستین [لامارک] در نخستین خدمت برجسته او برانگیختن توجه به این نکته بود که جمله دگرگونی‌های دنیای آلی و غیرآلی را می‌توان حاصل قانون و نه وساطت معجزه‌وار انگاشت» (داروین، ۱۸۶۱، ص ۱۵). تصور اریستو از ایده‌های زان باتیست پیر آنتونی دو مونه شوالیه دو لامارک (۱۷۴۴-۱۸۲۹) به کاریکاتوری از ایده تکاملی او خلاصه می‌شود: تصویری از جاریانایی که تلاش برای رسیدن به برگ‌های نوک درخت می‌کند و در نهایت تلاش آنان برای رسیدن به نوک درخت به درازترشدن گردن فرزندان آنان در طی نسل‌ها می‌انجامد و در نهایت جانداری شبیه به زرافه پدید می‌آید. شاید بازخوانی یکی از نخستین مثال‌هایی که لامارک به‌منظور روشن‌کردن دیدگاه تکاملی خود ارائه داد، به فهم ما از عصاره ایده لامارک کمک کند: «می‌توان تبین تصور کرد که پرندگان ساحلی به‌هیچ‌وجه دروغ می‌گویند؟ آیا واقعا جشنی برگزار نکرده‌اند یا صرفا نمی‌خواهند شما را به جشن جشنی دعوت کنند و به این منظور وانمود می‌کنند که رفتاری که از فروفرتشان در آب جلوگیری کند، عادت به انقباض و کش‌دادن و طولانی‌کردن بدنشان را در آنان پدید می‌آورد. این رفتار در طی نسل‌هایی که به زندگی این‌چنینی ادامه می‌دهند، به ظهور افرادی می‌انجامد که روی عضلایی- «همان عضلای دارا و عریان این پرندگان»- راه می‌روند» (لامارک، نظام طبقه‌بندی بی‌مهرگان، ۱۸۰۱، ص ۱۴). مفهوم مبهمی مانند میل یا آرزو در تفکر لامارکی سازوکاری است که به دگرگونی گونه‌ها می‌انجامد. نسخه تمام‌وکمال‌تر نظریه تکاملی لامارک را باید در اثر مهمش، فلسفه جانورشناختی (۱۸۰۹)، جست‌وجو کرد. در این اثر، لامارک قوانین مورد نظر خود در باب تکامل گونه‌ها را به‌صورتی جامع و کامل معرفی می‌کند. لامارک نیز مانند داروین تحت تأثیر روبکرد نیوتنی به عالَم، در پی «قوانین» بودند و نه صرفا توصیفاتی کلی. قانون اول لامارک مبتنی بر وراثت صفات اکتسابی چنین اظهار می‌کند که انداه‌ها در طی نسل‌ها به سبب استفاده‌شدن یا استفاده‌نشدن دستخوش دگرگونی می‌شوند. قانون دوم به تغییر محیط به‌عنوان نیروی محرکه استفاده یا عدم استفاده انداه می‌نگرد و قوانین می‌کند چنین تغییراتی منجر به تغییر گونه‌ها در گذر زمان می‌شوند. شاید بر اساس مشاهدات بالا، ما صرف فرض دگرگونی و تغییر موجودات در طی نسل‌های متمادی، دو باور رایج آن زمان، ثابت‌بودن اشکال حیات و عمر کوتاه زمین را به چالش می‌کشد. صرف تصور پویایی موجودات زنده در گذر زمان، در برابر تصور ساکن میتی بر ایستایی، نظریه لامارک را به نظریه‌ای انقلابی در منظر هم‌عصرانش بدل کرد. زمانی که همکار لامارک، ایین ژوفروا سَنتِ هیلر در ۱۸۰۲ با کاوشگر در مصر بازگشت و توشه‌ای از گونه‌های مومیایی‌شده را به فرانسه آورد، مقایسه این گونه‌ها با نمونه‌های فوق نوزدهمی و نیمه تفاوت معنی‌دار میان این نمونه‌ها، شاهدی محکم علیه نظریه‌های میتی بر پویایی گونه‌ها قلمداد شد. نظریه لامارک چنان مستحق تمسخر قلمداد می‌شد که حتی ژرژ کوویه، طبیعی‌دان مشهور فرانسوی، «مدعی» پس از مرگ لامارک نکاشت و زندگی لامارک را سرمشقی در باب چگونگی علموزری نادرست تصویر کرد! واکنش علموزران هم‌عصر لامارک به ایده‌های تکاملی، به رغم وجوه نیشی می‌تواند که چرا آنچه ارنوبیسیم خوانده می‌شود، با وجود سادگی ظاهری سازوکاری که در قلب این تفکر جای دارد، بیش از داروین بدبیاد شد. برای علموزران عصر امروز علموزری بدون تکیه بر آنچه «طبیعت‌گرایی روشمند» خوانده می‌شود، غیرقابل تصور است؛ اما تا میانه قرن نوزدهم، درآمیختن سازوکارهای فیزیکی و متافیزیکی به‌منظور تبیین پدیده‌های طبیعی به‌هیچ‌وجه غریب به نظر نمی‌رسید؛ بلکه روشی پذیرفته‌شده و قابل دفاع بود. اشکال ابتدایی تفکرات علمی را می‌توان در آثاری مانند تاریخ طبیعی حیوانات به قلم ارسطو نیز مشاهده کرد؛ اما حتی ارسطو نیز چندان قائل به رویکردی تجربی در حل تمامی مسائل نبود. آن‌گونه که برتراند راسل متذکر می‌شود: «ارسطو باور داشت که دندان‌های زنان از مردان کم‌شمارتر است؛ او دو بار از ازدواج حق بود، اما هرگز به ذهنش خطور نکرد تا صحت این باور را با بررسی دهان همسرانش تأیید کند» (تأثیر علم بر جامعه، ۱۹۵۹، ص ۷). پذیرش ایده‌های علمی تنها نیازمند ارائه آن توسط یک فرد یا افرادی نیست؛ تاریخ علم در انزوا شکل نگرفته، بلکه در بستر تاریخ یک جامعه پدید می‌آید و در نتیجه کشفیات و باورهای علمی تنها زمانی به تغییر بنیادین در برنامه‌های پژوهشی می‌انجامد که روح زمانه پذیرای چنین تغییری باشد. سوای بازبودن آغوش فضای جامعه علمی که خود نمونه خوبی از جامعه در برابر ایده نوی علمی است، باید در تفکر گرفت که مدل‌های انقلابی عملی غالبا در تضاد آشکار با آنچه علم عوام می‌توان خواند، قرار دارند. علم عوام اساسا نسبتی با علم مدرن ندارد، بلکه پیدایش آن به شکل‌گیری سامانه عصبی انسان بازمی‌گردد. انسان مانند هر موجود دیگری در برابر سیلی عظیم از داده‌های محیطی قرار داشته و باید لیست داده‌ها را سامان درآورده و داده را از بازاریست (نوفه) تمییز دهد و تنها داده‌هایی را که بقای او را در ادامه تأثیر قرار می‌دهند، در قالب مدلی شهودی تصرف کند. ناتوانی در تفسیر صحیح این داده‌ها مرز میان مرگ و زندگی است. علم عوام در زندگی اجتماعی تک‌تک ما اثری عمیق دارد و چگونگی برهم‌کنش ما با دیگران را مشخص می‌کند. «آیا دوست شما در باب جشن تولد خود دروغ می‌گوید؟ آیا واقعا جشنی برگزار نکرده‌اند یا صرفا نمی‌خواهند شما را به جشن جشنی دعوت کنند و به این منظور وانمود می‌کنند که دریافت کرد. در آن نامه به داروین جایگاه طبیعت‌شناس بدون مزد در کشتی بیگل پیشنهاد شده بود. هلنسلو تأکید کرده بود این موقعیتی برای یک «جنتلمن» است و نه یک «کردآورنده صرف». کشتی بیگل، کشتی کوچکی بود که دولت بریتانیا به منظور بررسی سواحل آمریکای جنوبی و انجام یک سری اندازه‌گیری‌های زمانی به دور دنیا فرستاده بود. داروین از طرف کاپیتان رابرت فیتزروی برای یک سفر دورهمه‌ای به کشتی بیگل دعوت شد. هلنسلو و شکار