عرفان کسرایی
پژوهشگر مطالعات علم
دانشگاه کاسل

محدودیتی که این قانون برای طبیعت ایجاد می‌کند، شکست‌ناپذیر است

قانون دوم ترمودینامیک؛ فلسفه‌ای تمام‌عیار

آشنایی من با فلسفه، برمی‌گردد به سال‌ها پیش، زمانی که دانشجوی رشته‌ی مهندسی مکانیک بودم. خوب خاطرم هست؛ اولین بار در کلاس درس ترمودینامیک، جایی که صحبت از «قانون دوم ترمودینامیک» شد، مات و مبهوت به تخته خیره مانده بودم و لابه‌لای معادلات ریاضی پیچیده‌ی ترمودینامیکی، به چیزهایی فکر می‌کردم که بعدها فهمیدم به آن چیزها «پرسش‌های فلسفی» می‌گویند.

قانون دوم ترمودینامیک از وجود یک محدودیت عجیب و اجتناب‌ناپذیر در رویدادهای جهان صحبت می‌کرد. این قانون فیزیکی، اجازه نمی‌داد کارها در بهترین حالت خود پیش بروند و به بیان ساده، کاری می‌کرد که اوضاع هرگز خوب نباشد! همیشه یک جای کار را لنگ می‌گذاشت تا هیچ رویدادی به شکل ایده‌آلش انجام نشود. در آن زمان، به قدری تحت تاثیر پی‌آمدهای فکری و فلسفی قانون دوم ترمودینامیک قرار گرفتم که تصور می‌کردم می‌شود از ترمودینامیک یک فلسفه‌ی تمام‌عیار ساخت. فلسفه‌ای که درباره‌ی هر چیز می‌تواند حرف داشته باشد و همه‌ی رویدادهای جهان را تفسیر کند. مرگ، حیات، زمان... این که چرا یک چیز اتفاق می‌افتد و چیز دیگر اتفاق نمی‌افتد و خیلی پرسش‌های فلسفی دیگر. به عبارت دیگر، فکر می‌کردم کلید حل معماهای فلسفی بشر، در علم نهفته است که ترمودینامیک آن را پیدا کرده و به چیز دیگری نیازی نیست.

به صورت کلاسیک، قانون دوم ترمودینامیک را به دو شکل می‌شود توضیح داد. اولی -که به بیان «کلوین- پلانک» مشهور است- می‌گوید امکان ندارد بتوان موتوری حرارتی ساخت که قادر باشد تمام انرژی ورودی‌اش را به کار مفید تبدیل کند. به بیان ساده‌تر، این بیان می‌گوید حتما باید اتلاف انرژی داشته باشیم تا یک موتور حرارتی کار کند. بیان دوم از قانون دوم ترمودینامیک هم به بیان «کلازیوس» مشهور است. طبق این بیان، غیرممکن است که مثلا یک یخچال یا کولر، بتواند بدون پس دادن اتلاف حرارتی کار کند. در واقع گرمایی که بی‌خود و بی‌جهت از پشت یخچال یا کولر بیرون می‌زند بر همین اساس است.

اجازه بدهید خلاصه بگویم؛ قانون دوم ترمودینامیک دست و پای رویدادهای جهان را می‌بندد و اجازه نمی‌دهد هر کاری دل‌مان خواست بکنیم. این خاصیت محدودکننده‌ی قانون دوم ترمودینامیک را می‌توان به حوزه‌های گوناگونی تعمیم داد. این قانون می‌خواهد بگوید رویدادهای جهان فقط در یک جهت می‌توانند پیش بروند و نه بالعکس. مثلا اگر فنجان چای از روی میز بیفتد و بشکند، به تکه‌های ریز تقسیم می‌شود و چای روی زمین می‌ریزد. این رویداد، یک‌طرفه است. یعنی هیچ‌کدام از ما تا به حال ندیده‌ایم که خرده‌های شکسته‌ی فنجان چای خودبه‌خود از روی زمین جمع شوند و به هم بچسبند و چای داخل آن از کف زمین دوباره به فنجان برگردد. تنها حالت ممکن برای چنین صحنه‌ای این است که فیلم این رویداد را به عقب برگردانده باشند.

وقتی هیزم می‌سوزد، از آن خاکستر و دود به‌جا می‌ماند. قانون دوم ترمودینامیک می‌گوید این رویداد، «برگشت‌ناپذیر» است. چوب خودبه‌خود می‌سوزد و دود می‌شود، اما امکان ندارد دود و خاکستر خودبه‌خود دوباره به چوب تبدیل شوند. در ترمودینامیک این واقعیت که رویدادهای جهان تنها در یک جهت به‌خصوص پیش می‌روند، با مفهومی به نام «آنتروپی» توضیح داده می‌شود. اگر یک توپ را روی سطح شیب‌دار رها کنیم، خودبه‌خود به سمت پایین قل می‌خورد. اما عکس این رویداد اتفاق نمی‌افتد. به بیان بهتر، قانون دوم ترمودینامیک اجازه‌ی چنین کاری را نمی‌دهد؛ هیچ وقت توپ به صورت خودبه‌خودی از سربالایی بالا نمی‌رود!

عجیب نیست؟ از دید ترمودینامیکی، بدن انسان مانند یک ماشین حرارتی عمل می‌کند. انرژی ورودی‌مان از سوخت‌وساز غذا تامین می‌شود و بدن‌مان نیز کار انجام می‌دهد، اما کمتر از میزانی که انرژی دریافت کرده! یعنی حتما باید بخشی از انرژی ورودی، تلف شود و تنها قسمتی از آن به کار بدن (پیاده‌روی، ورزش، مطالعه، پلک زدن و...) تبدیل می‌شود. در واقع هیچ انرژی‌ای این وسط از بین نمی‌رود. طبق قوانین فیزیکی، همیشه میزان انرژی ورودی با انرژی خروجی، برابر و موازنه شده است، اما مساله این است که بخشی از انرژی ورودی، الزاما باید تلف شود تا چرخه‌ای راه بیفتد.

با این تفسیر، زندگی انسان تلاشی است برای حفظ درجه‌ی حرارت. غذایی که می‌خوریم، سوخت بدن را تامین می‌کند تا درجه حرارت بدن‌مان ثابت بماند. این جدال برای حفظ درجه حرارت، با مرگ پایان می‌یابد و بدن انسان با محیط هم‌دما می‌شود. یک تکه سنگ، برای حفظ درجه حرارتش تلاشی نمی‌کند؛ با سرد و گرم شدن هوا، سرد و گرم می‌شود و مقاومتی برای ثابت نگه داشتن دما از خود نشان نمی‌دهد.

قانون دوم ترمودینامیک و مفهوم آنتروپی تا حد زیادی یادآور «پیکانِ زمان» است. زمان تنها در یک جهت پیش می‌رود و گذشته، قابل دسترس نیست. قانون دوم ترمودینامیک نیز همین را می‌گوید. وقتی سس سفید و سس قرمز را با هم مخلوط می‌کنیم و هم می‌زنیم، دیگر همه چیز تمام شده؛ این رویداد، صِرفا یک‌طرفه است و دیگر نمی‌توان آن دو را از هم تفکیک کرد؛ یعنی اگر جهت چرخش قاشق را برعکس کنیم، این دو سس دوباره از هم جدا نمی‌شوند؛ چراکه این رویداد اساسا بازگشت‌ناپذیر است. دلیل در دسترس نبودن گذشته نیز چیزی شبیه همین است. ما نمی‌توانیم به گذشته سفر کنیم، چون قانون دوم ترمودینامیک به ما اجازه نمی‌دهد.

اگر فنجان چای داغ، همین‌طور روی میز بماند، سرد می‌شود. حتما با محیط تبادل حرارت می‌کند و هم‌دما می‌شود، البته می‌توان تا حدی قانون دوم ترمودینامیک را دور زد! مثلا فلاسک باعث می‌شود حرارت چای برای مدت زمان بیشتری حفظ شود. اما درنهایت، قانون دوم ترمودینامیک پیروز میدان است و چای درون فلاسک بالاخره سرد می‌شود. در واقع محدودیتی که قانون دوم ترمودینامیک برای طبیعت ایجاد می‌کند، شکست‌ناپذیر است.

ممکن است گفته شود، محدودیت‌های ایجادشده به واسطه‌ی دیگر قوانین فیزیکی هم شکست‌ناپذیرند و این مساله فقط مختص قانون دوم ترمودینامیک نیست. مثلا گرانش را هم هرگز نمی‌توان از بین برد. بله درست است، اما درباره‌ی مساله‌ای مانند گرانش، مثلا می‌توان از قوانین و معادلات مکانیک سیالات بهره گرفت و هواپیمایی ساخت و لااقل به صورت ظاهری بر آن غلبه کرد. یا -اگر بخواهیم دقیق‌تر بگوییم- می‌توان در فضا در حالت بی‌وزنی قرار گرفت و به نحوی با وارد کردن شتاب در جهت مخالف اثر گرانش، آن را خنثی کرد. تفاوت قانون دوم ترمودینامیک با مثلا قانون گرانش این است که حتی به صورت موقتی و ظاهری نیز هیچ راهی برای غلبه‌ی قطعی بر آن وجود ندارد.

تفسیر فلسفی مفهوم قانون دوم ترمودینامیک و به عبارتی آنتروپی، به حدی انتزاعی (Abstract) است که در نوشتن این مطلب، به‌خصوص حین نوشتن دو پاراگراف آخر تردید داشتم که مبادا خودم آن را درست نفهمیده باشم!