مطالعات اسلامی: فلسفه و کلام، سال چهل و سوم، شمارهٔ پیاپی ۸۷/۲،
پاییز و زمستان ۱۳۹۰، ص ۸۲- ۶۱

برهان نظم و قانون دوم ترمودینامیک*

دکتر فرح رامین
استادیار دانشگاه قم
Email: farah.ramin@yahoo.com

چکیده
قانون دوم ترمودینامیک (اصل آنتروپی) از اهمیت فلسفی ـ الهیاتی ویژه‌ای برخوردار است. به نظر می‌رسد، این قانون که به «مرگ نرم نظم» مشهور شده با وجود نظم در جهان به مثابه یک کل ناسازگار است.
در این مقاله، مفهوم آنتروپی در سه کاربرد حرارتی، آماری و اطلاعات بررسی و به تعارض قانون دوم با صغرای برهان نظم پرداخته شده و با ارزیابی اصل آنتروپی، به این نتیجه رهنمون می‌شویم که نظم مورد نظر در برهان نظم با کاربرد این واژه در قانون دوم متمایز است و تعادل ترمودینامیکی فرآیندهای طبیعی می‌تواند تبیین جدیدی از حکومت نظم بر جهان طبیعت باشد.
کلیدواژه‌ها: آنتروپی حرارتی، آنتروپی آماری، آنتروپی اطلاعات.

Ø. تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۱/۲۳؛ تاریخ تصویب نهایی: ۱۳۹۰/۳/۳.

مقدمه

در گفت‌وگوی میان علم و دین، گاه علم در برابر دین چالشی نظری را مطرح می‌سازد و نظریه‌های علمی، پیامدهای کلامی را در بر دارند که دیدگاه‌های الهیاتی درباره خدا و آفرینش را نیازمند تدوین و تنسیق نوین می‌گردانند.

تبیین فعل خداوند در طبیعت، در دهه پایانی قرن بیستم، به عنوان مهم‌ترین محور در پژوهش‌های «علم و الهیات» شناخته شده است. نگاهی هرچند گذرا به پیشرفت علم و نظریه‌های علمی، به ویژه در عصر معاصر، نظریه‌هایی مانند نسبیت، کوانتوم و مهبانگ در فیزیک، زمینه‌ساز تحولی اساسی در دیدگاه‌های الهیاتی نسبت به جهان طبیعت شده است که نه تنها تعارض علم و الهیات را به گذشته می‌سپارد، بلکه نسبت به جدایی و انفکاک همه‌جانبه این دو نیز، تردیدهای جدی ابراز شده است. این تحول، آن‌چنان بارز و حائز اهمیت است که برخی محققان از آن به «انقلاب» یاد کرده‌اند (Peters, 1996, 324) و برخی متفکران با تأکید بر گستردگی و عمق درکی که امروزه، محققان از تأثیر متقابل علم و دین دارند، از این که در گذشته از نبرد علم و دین سخن گفته‌اند، اظهار شگفتی می‌کنند (Wildman, 1996, 52). این یافته‌های جدید علمی که برداشت‌های الهیاتی از آن‌ها می‌شود از نوع «رخنه‌ها»ی موجود در توصیف علمی نیست؛ بلکه نمایان‌گر حد و محدودیت‌های تبیین علمی است و مفتاح حقیقتی است که علم خود شاهد آن است. رشد و توسعه همه‌جانبه علوم تجربی، متکلمان جدید را با این سؤال مواجه ساخته است که با توجه به کشفیات جدید ما، چگونه عمل الهی را در جهانی که علم آن را توصیف می‌کند، بفهمیم؟

در میان این نظریه‌های علمی، قانون دوم ترمودینامیک ـ نظریه آنتروپی ـ از اهمیت فلسفی فوق‌العاده‌ای برخوردار است و همواره نظریه‌ها و مباحث گوناگونی پیرامون آن درگرفته است. برخی متکلمان با پذیرش قانون دوم، متناهی بودن عمر جهان و یا حدوث زمانی آن را نتیجه گرفته‌اند، و از این‌رو مؤید این تصور هستند که خداوند

آفریننده جهان است (Barbour, 1971, 323). برخی نیز از طریق قانون دوم ترمودینامیک، برای اثبات حضور مداوم خداوند در هستی و سامان دادن سازوکار جهان می‌کوشند (بازرگان، ۱۳۴۹، ۸۶ ـ ۸۷). در این میان، به نظر می‌رسد که این قانون با نظم مشهود طبیعت در تعارض قرار می‌گیرد، به گونه‌ای که برخی از قانون آنتروپی به عنوان «مرگ نرم نظم»[1] یاد می‌کنند(Flower, 2004, martinfowler. com/ articles/design/dead).

جهان طبیعت به سمت افزایش آنتروپی و به تبع آن افزایش بی‌نظمی پیش می‌رود. نظمی که در برهان نظم، مقدمه‌ای برای اثبات وجود خداوند است و حتی نظریه تکامل نیز به عنوان یک نظریه علمی رقیب در برابر این برهان، نظم گسترده طبیعت را می‌پذیرد؛ گرچه آن را به تصادف کور و نه فعل یک ناظم هوشمند نسبت می‌دهد.

در این نوشتار، بر آنیم تا نشان دهیم که قانون آنتروپی بر فرض صحت ـ تعارضی با صغرای برهان نظم ندارد و حتی شاید بتوان در پرتو آن، به تبیین تازه‌ای از وجود نظم در جهان به مثابه یک کل دست یافت.

۱. قانون آنتروپی

اصطلاح آنتروپی[2] برای اولین بار در فیزیک و ترمودینامیک پدیدارشناسانه مطرح شد و به یک قانون علمی مشهور ـ و نه یک ایده عام فلسفی ـ تبدیل گردید. در تاریخ این مفهوم، سه گام برداشته شده که گاه از یکدیگر تفکیک نمی‌شود. در ابتدا افزایش آنتروپی با زمان قانونی ثابت در نظر گرفته می‌شد. گام دوم در تاریخ این مفهوم، تدوین دوباره آن به صورتی آماری بود که با مفهوم احتمال ارتباط داشت؛ اما سومین و

1- The death of software design.
2-Entropy.

رایج‌ترین گام در مفهوم این واژه، آن را با مفهوم کمّی جدیدی در باب اطلاعات پیوند داد و آن را از محدوده فیزیک خارج کرد (Edward, 1967, vol 2, 528):

۱. ۱. آنتروپی حرارتی

توماس کوهن[1]، فیلسوف دین معاصر، معتقد است اصطلاح آنتروپی برای اولین بار با به‌کارگیری مثال‌های متفاوتی در سال ۱۸۵۰ توسط رودلف کلازیوس[2] و لرد کلوین[3] (ویلیام تافمن) به کار برده شد (Kuhn, 1978, 13)؛ اما ریچارد فین من[4]، دانشمند فیزیک کوانتوم، بیان می‌کند که ۲۵ سال قبل از این دو، فیزیک‌دان فرانسوی به نام کارنو[5] این واژه را مطرح کرده است (Feynman, 1963, Sec 44-3).

آنتروپی در اصطلاح کلاسیک ـ کلوین و کلازیوس ـ کمیتی برای آسان کردن محاسبات در ترمودینامیک است. قانون دوم ترمودینامیک بیان می‌دارد که اگر فرآیندی در یک دستگاه بسته رخ دهد[6]، آنتروپی برای فرآیندهای برگشت‌ناپذیر[7] افزایش می‌یابد و برای فرآیندهای برگشت‌پذیر ثابت می‌ماند، ولی هرگز کاهش پیدا نمی‌کند (هالیدی و

1- Thomas Kuhn.
2- Rudolph Clausius.
3- Lord Kelvin.
4- Richard Feynman.
5- N. L. Sadi Carnot.

۶- سیستم بسته به دستگاهی اطلاق می‌شود که با خارج از خود تبادل انرژی نداشته باشد. ظرف سیاهی را فرض کنید که حرارت آب درون آن با هوای اطراف یکسان باشد. اگر ظرف در برابر نور خورشید قرار گیرد، از آن‌جا که هر شی سیاهی نور خورشید را جذب می‌کند، آب درون ظرف گرم‌تر از هوای اطراف آن خواهد شد و انرژی در دسترس افزایش می‌یابد. جذب نور خورشید این سیستم را تبدیل به یک سیستم باز کرده است. البته اگر ما سیستم‌های بزرگ‌تری فرض کنیم که شامل خورشید نیز بشود، در این صورت انرژی در دسترس کاهش یافته و به تبع آن آنتروپی افزایش یافته است (Morowitz, 1992, 81).

۷- فرآیندهایی که فقط می‌توانند با ترتیب معینی رخ دهند و هرگز با ترتیب معکوس رخ نمی‌دهند. تخم‌مرغی روی کف اتاق می‌افتد، پیتزا پخته می‌شود، اتومبیلی به تیر چراغ برخورد می‌کند، ساحل ماسه‌ای بر اثر موج‌های بزرگ فرسایش می‌یابد، این فرآیندهای یک‌سویه برگشت‌ناپذیر هستند. به این معنا که نمی‌توانند تنها به کمک تغییرات کوچک در محیط خود معکوس شوند (هالیدی و دیگران، ۱۳۸٤، ج۱، ۵۰۲). در جهان واقعی تقریباً همه فرآیندها به دلیل وجود اصطکاک، آشفتگی و عامل‌های دیگر تا اندازه‌ای برگشت‌ناپذیرند، به طوری که آنتروپی دستگاه‌های بسته واقعی که در آن‌ها فرآیندهای واقعی صورت می‌گیرند همیشه زیاد می‌شود. فرآیندهایی که در آن‌ها آنتروپی دستگاه ثابت می‌ماند همیشه آرمانی‌اند. در یک ماشین آرمانی تمام فرآیندها برگشت پذیرند و هیچ‌گونه اتلاف انرژی مثلاً به صورت اصطکاک و آشفتگی صورت نمی‌گیرد (پیشین، ۵۰۷ ـ ۵۰۸).

دیگران، ۱۳۸٤، ج۱، ۵۰۷). به بیان دیگر هیچ فرآیند فیزیکی واقعی با همان میزان انرژی مفید که از ابتدا آغاز شده، پایان نمی‌یابد و همواره مقداری انرژی تلف می‌گردد. بنابراین محال است که این سیستم به طور دائم فعالیت نماید.

فیزیک‌دانان بعد از تدوین قانون دوم ترمودینامیک در قرن نوزدهم، به این نتیجه رهنمون شدند که گرما هرگز نمی‌تواند به خودی خود از جسم سردتر به جسم گرم انتقال یابد و یک فرآیند فقط در یک جهت معین پیش می‌رود و در جهت خلاف، قابل وقوع نیست. در واقع، قانون دوم جهت تبادل حرارت را تعیین می‌کند.

در چرخه‌های حرارتی برگشت‌پذیر یا ایده‌آل نسبت معین و ثابتی وجود دارد و تغییرات آنتروپی را فقط در فرآیندهای برگشت‌پذیر می‌توان حساب کرد و بنا به تعریف برابر است با خارج قسمت مقدار گرمای مبادله شده به دمای مطلقی که این مبادله در آن انجام گرفته است. برای فرآیندهای واقعی که برگشت‌ناپذیرند، می‌توان فرآیندهای بازگشت‌پذیر فرضی معادلی را در نظر گرفت و تغییرات آنتروپی را محاسبه کرد.

امروزه مرسوم شده که در تبیین قانون دوم گفته می‌شود که آنتروپی یک سیستم بسته هرگز کاهش نمی‌یابد یا باید ثابت بماند (فرآیندهای برگشت‌پذیر) یا افزایش یابد (فرآیندهای برگشت‌ناپذیر). اگرچه آنتروپی ممکن است در بخشی از یک دستگاه بسته کاهش یابد، همواره در بخش دیگری از دستگاه برابر با آن یا بیش‌تر افزایش می‌یابد به‌طوری که آنتروپی دستگاه در کل هرگز کاهش نمی‌یابد (پیشین). در دیکشنری آمریکایی هریتیج[1]، آنتروپی حرارتی این‌گونه تعریف می‌شود:

در یک سیستم بسته، آنتروپی میزان انرژی حرارتی یا گرمایی است که برای انجام کار در دسترس نیست.

1- American Heritage Dictionary.

هیچ رشته‌ای از فرآیندها که تنها نتیجه آن‌ها انتقال انرژی گرمایی از یک منبع گرمایی و تبدیل کامل این انرژی به کار باشد امکان‌پذیر نیست. کار انرژی است که به علت نیرویی که بین دو جسم عمل می‌کند از یک جسم به جسم دیگر انتقال می‌یابد.

بر طبق این تعریف از قانون دوم ترمودینامیک، آنتروپی کمیتی منفی است (انرژی غیرقابل دسترس برای انجام کار) و تنها قاعده‌ای است که همواره با تجربه موافق بوده و دلیلی برای مخالفت با آن نداریم (Klyce, 2010, panspermia. org / seconlaw. htm).

۱. ۲. آنتروپی آماری

آنتروپی در این کاربرد، معیاری از تعداد حالت‌های داخلی است که یک سیستم می‌تواند داشته باشد، بدون آن که برای یک ناظر خارجی که فقط کمیت‌های ماکروسکوپیک (مثلاً جرم، سرعت، بار،...) آن را مشاهده می‌کند، متفاوت به نظر آید.

در ترمودینامیک آماری، رابطه بین آنتروپی سیستم و تعداد حالات امکان‌پذیر میکروسکوپیک آن به وسیله رابطه بولتزمان نشان داده می‌شود. در سال ۱۸۷۷ لودویگ بولتزمان[1] ـ فیزیک‌دان اتریشی ـ آنتروپی آماری را مطرح کرد. آنتروپی یک دستگاه را از دیدگاه آماری، می‌توان بر حسب توزیع‌های ممکن مولکول‌های آن تعریف کرد. آنتروپی آماری به معنای بی‌نظمی[2] و غیر سامان‌یافتگی[3] است. ویلارد گیبز[4] ـ فیزیک‌دان قرن نوزدهم میلادی ـ آن را سردرگمی مولکولی[5] نامید. از دیدگاه میکروسکوپیک هنگامی که بی‌نظمی افزایش می‌یابد، آنتروپی سیستم نیز افزایش می‌یابد. از این‌رو طبق قانون دوم، فرآیندهای واقعی که در جهان روی می‌دهد، همگی در جهت اصل افزایش آنتروپی و به تبع آن افزایش بی‌نظمی هستند.

1-Boltzmann.
2-disorder.
3-disorganization.
4-Willard Gibbs.
5-mixedupness.

دیکشنری هریتیج، آنتروپی آماری را این‌گونه تعریف می‌کند:

آنتروپی میزان بی‌نظمی یا تصادفی بودن حالات امکان‌پذیر در یک سیستم بسته است (Klyce, 2010, panspermia. org / seconlaw. htm).

آنتروپی در معنای آماری نیز مفهومی منفی است که در برابر نظم و سامان‌یافتگی به کار می‌رود. در زمان بولتزمان، اعتراضی که بر قانون دوم می‌شد این بود که به نظر می‌رسد، آنتروپی جهت و مسیری خاص را بر طبیعت تحمیل می‌کند. با پذیرش قانون دوم، اشیاء تنها می‌توانند در یک مسیر خاص حرکت کنند و این امر آشکارا با قوانین فیزیک در سطح مولکولی تعارض دارد؛ زیرا هیچ مرجحی برای یک مسیر خاص در سطح مولکولی وجود ندارد. حرکات تصادفی بین مولکولی ظاهراً در هر جهت و مسیری می‌تواند اتفاق بیفتد. در دهه ۱۸۸۰ بولتزمان با استفاده از مولکول‌های گاز به عنوان یک مدل و با به‌کارگیری قوانین احتمال، نشان داد که هیچ تعارض حقیقی بین قانون دوم و طبیعت وجود ندارد. در این مدل معلوم گردید که حرارت به سرعت و به طور کاملاً یکنواخت در سراسر گاز انتشار می‌یابد.

از این مدل برای نشان دادن این که دو نوع گاز مختلف نیز به همین‌گونه به طور یکنواخت ایزوله می‌شود، نیز استفاده شد. استدلال بولتزمان برای مخلوط شدن دو نوع گاز بسیار مشابه با استدلال وی برای انتشار حرارت در سطح گاز بود، با این تفاوت که در انتشار حرارت افزایش آنتروپی می‌تواند با واحدهای فیزیکی مثل ژولز در درجه اندازه‌گیری شود، اما در مخلوط شدن دو نوع گاز در یک حرارت یکسان، اگر هیچ نوع انرژی صرف نشده باشد، نسبت ژولز در درجه بی‌ربط است و تنها این دو امر شباهت تمثیلی دارند (Levine and Tribus, 1979, 179 – 188).

۱. ۳. آنتروپی در نظریه اطلاعات

گام سوم در تاریخ اصطلاح آنتروپی، مطرح شدن آن در علم اطلاعات است. آنتروپی به عنوان میزان و معیاری در علم اطلاعات، علوم کامپیوتر و نظریه‌های

ارتباطات به کار برده می‌شود که در آن از هیچ واحد و معیار فیزیکی استفاده نشده است.

منشأ گسترش‌های اخیر در مفهوم آنتروپی را می‌توان در مقدمه ماکسول[1] در باب «شیطان هم‌آهنگ‌کننده»[2] یافت که در سال ۱۸۷۱ منتشر شد (Baeyer, 1998, 165). ماکسول حوادثی را بررسی کرد که در ظرفی پر از گاز اتفاق می‌افتد. این ظرف، دو بخش داشت که در بخش جداکننده، سوراخی تعبیه و فرض شده بود موجودی در آن‌جا وجود دارد که مولکول‌های مستقل گاز را می‌بیند و می‌تواند این سوراخ را به گونه‌ای باز و بسته کند که مولکول‌های با سرعت بیشتر، بتوانند فقط از بخش A به سمت B عبور کنند و مولکول‌های با سرعت کمتر، تنها بتوانند از بخش B به سمت A روند. در این روش، بدون هیچ هزینه‌ای، حرارت B افزایش و حرارت A کاهش می‌یابد. این امر با قانون دوم ترمودینامیک متناقض می‌نمود، زیرا در شرایط عادی مولکول‌های گاز به شیوه‌های مختلف و با سرعت‌های متفاوتی می‌توانند حرکت کنند.

حال اگر همه مولکول‌ها در مسیرهای موازی حرکت کنند، یا مولکول‌های سریع‌تر یک طرف و مولکول‌های با سرعت کمتر طرف دیگر روند، و یا همه مولکول‌های گاز در یک طرف ظرف جمع شوند، این شکل‌های منظم، بسیار به حرکت جزئی مولکول‌ها حساس خواهند بود. بنابراین، حالت‌های منظم (با آنتروپی پایین)، بسیار نامحتمل و ناپدیدارند. آن‌ها به همکاری دقیق تعداد بسیاری از مولکول‌های ویژه گاز نیازمندند. در حالت‌های نامنظم (آنتروپی بالا) همه مولکول‌ها می‌توانند به گونه تصادفی، بدون در نظر گرفتن مولکول‌های دیگر، حرکت کنند، و از آن‌جا که احتمال بیش‌تر با شیوه‌هایی است که مولکول‌های گاز به صورت نامنظم قرار می‌گیرند، در یک شیوه منظم قرار گرفتن مولکول‌ها، مطابق با قانون دوم ترمودینامیک نخواهد بود.

1- Maxwell.
2- Sorting demon.

لئوسزیلارد[1] در مقاله مهمی که در سال ۱۹۲۹ منتشر شد، نشان داد که هیچ تناقضی بین قانون آنتروپی با مثال ماکسول وجود ندارد. باید تبیین درستی از این واقعیت انجام گیرد که شیطان ماکسول (که باید او را بخشی از سیستم بسته مورد بحث، در نظر گرفت)، بر طبق اطلاعاتی عمل می‌کند که با حرکت جزئی مولکول گاز در ارتباط است و او در واقع اطلاعات را به سمت آنتروپی منفی معکوس می‌نماید. در سال بعد، جی. ان لویس،[2] مسئله تفکیک و انتشار گازها را بررسی کرد و نتیجه گرفت که افزایش آنتروپی، همواره به معنای کاهش در اطلاعات است.

این تحقیقات، تأثیر بسزایی در گسترش نظریه اطلاعات جدید[3]، توسط کلود شنون[4] در سال ۱۹٤۸ داشت. اطلاعات در این نظریه با معنا[5] مرتبط نیستند، بلکه با ویژگی آماری یک زنجیره کلی از پیام‌های ممکن ارتباط دارند و در واقع، میزان اندازه آزادی انتخاب ما در ترکیب کردن پیام‌ها را نشان می‌دهد. تحقیقات شنون با تمثیل آماری بولتزمان از آنتروپی، ارتباط ویژه‌ای داشت. برای بولتزمان این سؤال مطرح بود که آیا ممکن است تمثیل آماری مشابه مناسب‌تری وجود داشته باشد؟ شنون ویژگی‌های معین و عام ریاضی‌گونه‌ای را مشخص کرد که این کارکرد ضروری باید ایجاد کند و تنها کارکرد ممکن را نظر بولتزمان دانست (Shannon, 1948, v 27, 379-423).

پیش‌تر آنتروپی میزان اندازه بی‌نظمی در یک سیستم فیزیکی در نظر گرفته شده بود، اما آشکار شد که آنتروپی فقدان اطلاعات در باب ساختار یک سیستم را اندازه می‌گیرد. این فقدان اطلاعات، کاملاً با احتمالات ممکن در باب تنوع فراوانی از ساختارهایی مرتبط است که به گونه ماکروسکوپی مستقل هستند و در عمل می‌توانیم این ساختارها را از یکدیگر متمایز کنیم. از آن‌جا که هر یک از این ساختارهای ماکروسکوپی،

1- Leo Szilard.
2 -G. N. Lewis.
3- Modern Information Theory.
4- Claud Shannon.
5- meaning.

می‌توانند در هر زمان مفروضی ایجاد گردند، فقدان اطلاعات مطابق است با بی‌نظمی واقعی که در آن مرحله وجود دارد و افزایش آنتروپی مطابق است با فقدان تدریجی[1] اطلاعات (برای مثال، به وسیله کاهش دادن زنجیره‌ای از ضربه‌هایی که همراه با یک کابل الکتریکی فرستاده می‌شود).

اروین شرودینگر[2]، بر اهمیت آنتروپی منفی در بیولوژی بسیار تأکید کرد؛ هر ارگانیسم زنده‌ای زوال (مرگ) خویش را از طریق تعادل حرارتی و استعدادش در نگاه‌داری خود در یک مرحله بسیار استواری از نظم (یعنی در مرحله بسیار پایین آنتروپی) به وسیله جذب مستمر آنتروپی منفی از محیطش به تأخیر می‌اندازد.

خلاصه این که، گسترش نظریه اطلاعات باعث شد که مفهوم آنتروپی از ترمودینامیک جدا گردد و به توزیع احتمال ـ به هر شکلی ـ بپیوندد. به ویژه این که مفهوم آنتروپی می‌تواند از طریق مطالعه ساختار آماری زبان نیز بررسی شود و این امر به نتایج بسیار جالبی در ویژگی آماری واژگان ادبی انجامیده است.

۲. تعارض قانون دوم ترمودینامیک با برهان نظم

همان‌گونه که آشکار شد، معمولاً آنتروپی را معیاری برای بی‌نظمی یک سیستم می‌دانند. هر قدر نظم ساختاری و عمل کرد یک سیستم کمتر باشد گفته می‌شود آنتروپی آن بیش‌تر است. بر طبق قانون دوم، هر فعالیت طبیعی موجب افزایش آنتروپی است و جهت و گرایش طبیعت نیز به سوی بی‌نظمی است. اوراق منظمی که پشت سر هم چیده شده‌اند یا کتاب‌هایی که به طور مرتب در قفسه کتاب‌خانه قرار دارند، اگر کوششی در جهت برقراری نظم آن‌ها انجام نگیرد، بی‌نظمی و آنتروپی آن روز به روز بیش‌تر خواهد شد.

1- progressive.
2- Erwin Schrodinger.

شاید به نظر برسد که در طبیعت فرآیندهایی نیز هست که در آن‌ها از یک حالت بی‌نظم به یک حالت منظم برسیم. چنین فرآیندهایی در جهت افزایش نظم و به تبع آن کاهش آنتروپی پیش می‌رود، امّا باید گفت قانون دوم یک سیستم را مجزا از محیط در نظر می‌گیرد. آن‌چه افزایش می‌یابد آنتروپی کل است که شامل محیط و سیستم می‌شود. ممکن است در بخش‌هایی از سیستم شاهد کاهش آنتروپی و در نتیجه افزایش نظم باشیم، امّا بی‌تردید در جای دیگر با افزایش بیش‌تری در میزان بی‌نظمی روبه‌رو هستیم. به بیان دیگر، تمرکز نظم در یک نقطه به قیمت افزایش بی‌نظمی در نقطه دیگر است. در یک تحلیل آماری می‌توان به این نتیجه رسید که همواره تعداد حالات بی‌نظم در یک سیستم بسیار پرشمارتر از حالات منظم‌اند. البته از دیدگاه آماری احتمال این که یک فرآیند در جهت کاهش آنتروپی پیش رود صفر نیست، اما امکان بروز آن به قدری کم است که تقریباً غیرممکن است.

برخی محققان با نام‌گذاری آنتروپی به «اصل کهولت» بر آن شده‌اند که از طریق این قانون حضور مستمر خداوند در جهان طبیعت و دخالت هر لحظه او در کار و بار جهان را اثبات نمایند:

بنابراین، چون هر چیز وقتی به حال خود رها می‌گردد، رو به یک‌نواختی و همواری و پستی می‌رود، آنتروپی (اصل کهولت) یک امر بسیار طبیعی و بدیهی این دنیا بوده و ناشی از نرسیدن امداد و دور ماندن از اراده یا امر است. سیر دنیا چنان است که اراده الهی چیزی را ابداع می‌کند و سپس در سراشیبی‌ها و ضمن تمام شدن مایه، دو مرتبه به سراغش آمده، با یک وحی یا اشراق تازه، صورت جدید و جهشی به آن می‌دهد و مجدداً تا مدتی به حال خود رهایش می‌کند. موجود از یک طرف تکامل می‌یابد، ولی از طرف دیگر فرسوده و مخزن فضولات کهولتی (آنتروپی) می‌گردد. اگر امداد الهی به سراغش نیاید خاموش و فراموش خواهد شد...

اگر چنین امداد و اشراق‌هایی در جهان خلقت نبود، دنیا پایدار نمی‌ماند و در زوال مستمر به زودی به مرگ ابدی فرو می‌رفت و تازه‌ای پدیدار نمی‌شد. ما می‌دانیم که چنین نیست و دنیا با وجود واقعیت آنتروپی، هر روز شکوفه‌ای و نوبری می‌دهد. پس خداوند دائماً در وحی و امر یا سازندگی است و مجموعه دستگاه خلقت در حال رهایی و غفلت نیست (بازرگان، ۱۳٤۹، ۸٦ ـ ۸۷).

این تفسیر از نظم‌انگاری در طبیعت، بسیار شبیه آراء متفکران قرن هفدهم میلادی است که خداوند را با مبدع و سازنده ماشین‌هایی قیاس می‌کردند که بسیار ماهرانه تنظیم شده‌اند. تعبیر به خدای ساعت‌ساز[1] در این دوران یعنی مهندس عالی ماشین عظیم طبیعت (ژیلسون، ۱۳۷٤، ۱۱۰)، چنین تفاسیری از قانون آنتروپی برای ضرورت وجود یک ساعت‌ساز لاهوتی به کار می‌آید که نه تنها عالم را حفظ می‌کند که فعالانه مداخله می‌کند تا ماشین کائنات را در جنبش نگاه دارد. پیروان مکتب دئیسم[2]، در قرن هجدهم، مانند ولتر و روسو چنین خدایی را «ساعت‌ساز ناشی[3]» نام نهاده بودند که ناگزیر ساعت کوک شده خود را (جهان طبیعت) هراز چند گاهی تعمیر می‌کند تا از کار باز نایستد. به اعتقاد دئیست‌ها، خدا جهان را چنان کامل ساخته و قوانین آن را چنان وضع کرده که به هیچ روی احتیاجی به دخالت مستمر ندارد و هر چیز بر همان قرار است که می‌باید و نقش خداوند پرده پوشاندن بر رخنه‌های جهان[4] نیست (Barbour, 1971, 50-51).

در مقابل این تفسیر خداباورانه از اصل آنتروپی برخی قائل به تعارض این قانون با مقدمه اول برهان نظم شدند. این برهان با پذیرش نظم در طبیعت، در پی اثبات ناظمی هوشمند و مدبر برای هستی است. نظم‌داری جهان طبیعت به دو شکل قابل تصور

1- watch – maker.
2- deisn.
3- a bad clock maker.
4- god of the gaps.

است: برخی پدیده‌های عالم طبیعت منظم هستند (موجبه جزئیه یا مهمله بودن صغرا)، کل عالم طبیعت منظم است (موجبه کلیه بودن صغرا).

قانون دوم ترمودینامیک، منافاتی با پذیرش نظم در برخی پدیده‌های طبیعت ندارد ولی آن را موجب افزایش بی‌نظمی در جای دیگر می‌داند. اثبات نظم در برخی پدیده‌ها از طریق تقریرهای تمثیلی است که در آراء آکوئیناس (Aquinas, 1992, 12-13)، جان ری (Barbour, 1971, 47)، ویلیام پیلی (Paley, 1867, 16-17) ورسایل بریج واتر (Barbour, 1977, 84) یافت می‌شود. این نحوه استدلال که بر موارد جزئی نظم در طبیعت تکیه می‌زند و با تشبیه آن‌ها به مصنوعات بشری سعی در اثبات خداوندی حکیم دارد؛ از طریق اشکال‌های کانت (Kant, 1929, 57)، هیوم (Hume, 1943, 214-227) و نظریه تکاملی داروین (Barbour, 1977, 80-85) از اعتبار افتاد. زیرا در صورت پذیرفتن نظم تنها در برخی پدیده‌ها، دلیل نظم فرو خواهد ریخت و استحکام برهانی خود را از دست خواهد داد. با پذیرش وجود پدیده‌های نامنظم، راه برای تفسیر دیگری غیر از نظم‌انگاری ـ تصادف‌انگاری ـ باز خواهد شد. گروهی استدلال بر موارد منظوم می‌کنند و دیگران می‌توانند بر موارد آشفته و بی‌نظم استدلال آورند. جهان آمیخته از نظم و بی‌نظمی را با تئوری‌هایی چون تکامل نیز می‌توان تفسیر کرد.

خلاصه این‌که هیچ عاقلی وجود مصادیقی از نظم در جهان طبیعت را انکار نمی‌کند، بیشتر مباحث و نفی و اثبات‌ها، مربوط به پذیرش نظم در کل جهان طبیعت است و قانون آنتروپی آشکارا نظم در کل طبیعت را نفی می‌کند.

۳. ارزیابی و نقد قانون دوم ترمودینامیک

۳. ۱. کارل پوپر ـ فیلسوف علوم طبیعی و اجتماعی ـ مبدع نظریه‌ای به نام «ابطال‌پذیری[1]» است. پوپر بر آن است که علمی بودن هر دستگاهی در گرو اثبات‌پذیری[2] به تمام معنای آن نیست، بلکه منوط به این است که ساختمان منطقی آن چنان باشد که رد آن به مدد آزمون‌های تجربی میسر باشد. هر دستگاهی علمی تجربی، باید در تجربه ابطال‌پذیر باشد (Popper, 1963, 40).

مفهوم آنتروپی در بیان کلاسیک، آماری و اطلاعات، مفهومی سلبی و منفی است و ابطال بیان سلبی ناممکن است. به بیان دیگر هر آزمایشی که صورت می‌گیرد به طور مستقیم و غیرمستقیم مؤید قانون دوم ترمودینامیک بوده و هیچ آزمایشی منجر به نقض قانون دوم نشده است. بنابراین اگر با کارل پوپر در نظریه ابطال‌پذیری هم داستان شویم این قانون، قانونی علمی و تجربی نیست؛ زیرا ابطال‌پذیر نیست.

۳. ۲. اصل آنتروپی نظم در برخی از پدیده‌های جهان طبیعت را می‌پذیرد ولی آن را دلیلی بر افزایش بی‌نظمی در جای دیگر می‌داند و در نهایت، نتیجه این قانون آن است که جهان طبیعت به عنوان یک کل در جهت بی‌نظمی است. نکته لازم به ذکر آن است که گرچه داوری در مورد وجود نظم در برخی پدیده‌ها در توان تجربه است؛ اما داوری درباره منظوم بودن یا نبودن کل طبیعت این‌گونه نیست. زیرا علم درباره ساختار جهان به منزله یک کل، نمی‌تواند سخن بگوید؛ بلکه می‌کوشد تا نظم را در مجموعه اجزاء و مراحل مختلف در درون جهان مادی بیابد (Alston, 1967, v 8, 187).

قانون دوم ترمودینامیک تنها یک مدل ریاضی است که با مشاهدات تجربی جزئی (و نه برای همه زمان‌ها از ازل تا ابد) به دست آمده و نمی‌توان با استقراء آن را بر همه

1- falsifiablity.
2- verifiablity.

جهان خلقت و در تمام زمان‌ها انطباق داد و از آن به سادگی و در چند جمله وجود یا عدم وجود نظم را نتیجه گرفت.

از طرفی، مفهوم نظم، معقول ثانی فلسفی است. بنابراین نظم در خارج، با وجود منشأ انتزاع آن و به عین وجود منظوم و منتظم موجود است و اگر گاهی نظم طبیعی را شی محسوس یاد می‌کنند برای آن است که فکر با کمک حس، آن را اثبات می‌نماید، نظیر این که درباره حرکت گفته‌اند که فکر به یاری حس آن را درک می‌نماید (ملاصدرا، ۱۹۸۱ م، ج ۳، ۲۲).

برهان نظم یک برهان تجربی و پسین[1] است، ولی تجربی بودن مقدمه اول آن به معنای حسی بودن نیست؛ زیرا اگرچه انسان از طریق حواس خود پدیده‌هایی را درک می‌کند که منشأ انتزاع نظم هستند، نظم جزء کیفیات محسوس نیست، بلکه ربط وجودی و پیوند ضروری بین دو یا چند چیز است و ضرورت پیوند و لزوم ربط هرگز از راه احساس به دست نمی‌آید. صغرای برهان نظم بر مدار امور طبیعی تجربی است و نه حسی (جوادی آملی، ۱۳۷۵، ۲۸ ـ ۳٦). اعتبار علمی این مقدمه تجربی به قیاس خفی است. از این روی، می‌توان گفت مقدمات برهان نظم (بدون واسطه یا با واسطه) عقلی هستند. در حقیقت می‌توان گفت که شناخت در تمامی علوم طبیعت، بر مبنای استنباط از روی آثار است و ما هیچ کدام از قوانین فیزیکی یا شیمیایی را مستقیماً با تجربه به دست نمی‌آوریم و در واقع آن‌ها را بر مبنای استنتاجات عقلی کسب می‌کنیم.

خود ماده را نیز ما با استنتاجات عقلی می‌شناسیم، زیرا آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی تنها خواص و عوارض ماده را به ما می‌دهند. اکثر علمای طبیعی عصر حاضر این دیدگاه را تأیید می‌کنند؛ اما به قول انشتین بهتر است به سخن علمای فیزیک گوش ندهیم بلکه به عمل آن‌ها نظر افکنیم (گلشنی، ۱۳۷۵، ۱٤٤).

1- posteriori.

۳. ۳. اصل آنتروپی ـ بر فرض صحت ـ اطلاق‌پذیر بر سیستم‌های «باز» نیست، کاربرد آن فقط در سیستم‌های «بسته» می‌باشد (Davies, 1983, 175). آشکار است که هیچ بخشی از جهان سیستم مطلق و مستقل نیست و در ارتباط با بخش‌های مجاور است. به مثال زیر توجه کنید:

اگر به دقت قاشقی شیر را روی آب درون یک لیوان قرار دهید، انتظار دارید که شیر درون آب به سرعت پراکنده گردد و هرچه سریع‌تر با آب مخلوط گردد و آنتروپی آن افزایش یابد. حال اگر در لیوان شیر باز باشد و با اتاق تبادل گرمایی داشته باشد، در طول مدتی طولانی آب بخار می‌شود و شیر باقی می‌ماند که البته این به معنای نفی قانون دوم نیست، بلکه در این‌جا در بخشی از سیستم، آنتروپی کاسته شده و در بخش دیگر (اتاق) آنتروپی افزوده شده است. این مثال، برای یک سیستم بسته یا خود بسنده[1] بود. حال اگر ما با کندنسور[2] بخار آب را به فنجان دیگری منتقل کنیم، چیزی را وارد کرده‌ایم که جزء سیستم نیست. از این روی، سیستم بسته به یک سیستم باز تبدیل می‌گردد. در این‌گونه فرآیندها، ماده یا انرژی با سیستم بیرون مبادله می‌گردد و اصل آنتروپی دیگر کاربرد ندارد. جهان مادی (کره زمین) سیستمی باز است و آن‌چه آن را از نابود شدن حفظ می‌کند، دریافت دایمی انرژی از خورشید است. دریافت انرژی، فرآیندی را شکل می‌دهد که به طور منطقی به کاهش آنتروپی می‌انجامد و چه تمسخرآمیز است (مانند برخی) خدا را خورشید جهان[3] فرض کنیم که به عنوان خالق و حافظ حیات پیوسته در کار جهان دخالت می‌کند و آنتروپی را کاهش می‌دهد! (Craigen, 2004, charlswood. ca/reading/evolution. php)

۳. ٤. اغلب آنتروپی را سنجش بی‌نظمی دانسته‌اند؛ اما این امر به معنای تعریف آنتروپی به بی‌نظمی نیست. دوگ کریجن در مقاله خود به نام «آنتروپی» تأکید دارد که

1 -self – contained.
2 -condenser.
3 -sungod.

آنتروپی بی‌نظمی نیست. وی با تمایز قائل شدن بین سه واژه «order»، «disorder» و «design» بیان می‌دارد که فرض کنید شانزده مهره، درون جعبه‌ای ریخته شوند، کدام یک از سه حالت زیر برای این مهره‌ها احتمال بیش‌تری دارد:

الف) order: این واژه به ترتیبی از اجزاء یک سیستم اطلاق می‌شود که با قاعده‌ای نظم‌دهنده تبیین بپذیرد. برای مثال، مهره‌های درون جعبه به شکل هندسی خاصی (مثل لوزی، مثلث و...) درآیند، به گونه‌ای که با به کار بردن قاعده نظم‌دهنده حتی بتوان جایگاه مهره‌های دیگر را پیش‌بینی کرد.

ب) disorder: اگر مهره‌ها به گونه‌ای درون جعبه قرار گیرند که از طریق قاعده‌ای نظم‌دهنده نتوانیم آن‌ها را تبیین کنیم، به این حالت بی‌نظمی یا آشفتگی می‌گویند.

ج) design: مهره‌ها به گونه‌ای در جعبه قرار گیرند که مثلاً کلمه «Hi» را در جعبه بسازند، یعنی چگونگی قرار گرفتن آن‌ها به ما معنا یا مفهومی را القا کند که ما احتمال دهیم طراح هوشمندی پشت این صحنه قرار گرفته است. حال شاید ترتیب (order) به معنای یاد شده در یک مجموعه منظم وجود داشته باشد یا نداشته باشد.

واقع امر این است که هر سه این احتمالات، از نظر ریاضی یکسان است، اما از وقوع حالت اول و سوم، ما بسیار حیرت‌زده می‌شویم؛ زیرا تعداد شکل‌های ممکن برای قرار گرفتن مهره‌ها در جعبه که حالت دوم را ایجاد کند، بسیار بیش از موارد اول و سوم است. این مثال را در ترمودینامیک این‌گونه می‌توان مطرح کرد:

مولکول‌های گازی که یکنواخت در هوای اتاق شما پراکنده هستند ملاحظه کن. شکل‌های احتمالی بسیاری وجود دارد که مولکول‌های گاز همه در قسمتی از اتاق (که شما در آن نیستید) قرار گیرند، اما شما تمام عمر می‌توانید در آن اتاق به سر برید، بی آن که از مردن بترسید. دلیل این امر آن است که تعداد احتمالاتی که این گازها ممکن است بر طبق هر یک از آن‌ها، تمام فضای اتاق را پر کنند، آن قدر بسیار است که احتمال قرار گرفتن مولکول‌ها تنها در بخش خاص را به صفر می‌رساند. شیوه‌های

رسیدن به هر احتمال اهمیت فراوانی دارد تا بتوان آن‌چه را اتفاق افتاده پیش‌بینی کرد. این تعداد احتمالات، آنتروپی نامیده می‌شود.

اغلب، آنتروپی را سنجش بی‌نظمی دانسته‌اند، اما این به معنای تعریف آنتروپی به بی‌نظمی نیست. آنتروپی از طریق تعداد روش‌هایی که می‌توانید به حالتی دست یابید معین می‌شود؛ اما بی‌نظمی به وسیله میزان انحراف از قانون نظم‌دهنده تعیین می‌گردد. این‌که گفته‌اند: «آنتروپی بی‌نظمی است»، برای بیان شرایطی مثل «هر چه فضایی که گاز اشغال می‌کند بیشتر باشد، آنتروپی آن افزوده می‌گردد» مورد توجه قرار گرفته است، زیرا شما کمتر از جایگاهی اطلاع دارید که همه مولکول‌ها در آن‌جا هستند.

بنابراین، آنتروپی به خصوص آنتروپی آماری و اطلاعت یک اصطلاح subjective (ذهنی) است و بازتاب معرفت نداشتن ما به سیستم‌هایی است که دارای قوانین دقیق است و نمایان‌گر عدم تکافوی اطلاعات است. احتمال امری معرفت‌شناختی است، نه وجودشناختی و مربوط به میزان فقدان معرفت است و نه چیزی که در طبیعت وجود دارد.

مولکول‌های گازی که درون یک اتاق کاملاً در حالت disorder هستند، شاهکاری از یک تعادل ترمودینامیکی را به نمایش گذارده‌اند. اگرچه در چنین مواردی آنتروپی افزایش یافته و مفهوم disorder بر آن صادق است. اما این تعادل ترمودینامیکی می‌تواند تبیینی تدبیری داشته باشد و حکایت از design و طرح و نقشه‌ای هدف‌دار داشته باشد. آنتروپی نظم نوینی را در عالم طبیعت آشکار می‌سازد که منشأ ایجاد و بقاء حیات بر روی کره خاکی است.

ارتباط مفهومی بین آنتروپی و بی‌نظمی، نباید به این معنا تفسیر شود که آنتروپی همان بی‌نظمی است. به این مثال توجه کنید! اگر قطعه‌ای شیشه بدون شکل (با اتم‌های نامنظم) را درون یخچال قرار دهید، در محل استقرار اتم‌ها هیچ تغییری ایجاد نکرده‌اید و این شیشه کماکان دارای اتم‌های نامنظم است، اما آنتروپی آن کاهش یافته است، به

همان‌گونه که دمای آن کاهش می‌یابد. در واقع، در یک یخچال سالم، هر چه دما را به صفر نزدیک‌تر کنیم، آنتروپی نیز به سمت صفر نزدیک‌تر می‌شود و این همه اتفاق می‌افتد، بدون این‌که در ساختار بی‌نظم این شیشه، تغییری ایجاد گردد (Craigen, Ibid).

بنابراین می‌توان در طبیعت شاهد افزایش آنتروپی بود، اما تعادل ترمودینامیکی مشاهده شود که دلالت بر طرح و نقشه ناظمی هوشمند داشته باشد و نیز می‌توان شاهد کاهش آنتروپی در طبیعت بود، در حالی‌که پدیده مانند حالات پیشین خود هم‌چنان بی‌نظم باشد. آنتروپی مصداقی از مفهوم disorder است و نه design و در برهان نظم design مدنظر است و نه disorder.

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که بیان شد، آنتروپی یک قانون عام علمی است و نه یک مفهوم فلسفی ـ الهیاتی. آن‌چه مورد نظر دانشمندان است، گستره قانون دوم در بعد ماده است، در حالی که فلاسفه بر روی نتایج ناشی از بسط قانون دوم در حیطه متافیزیک بحث می‌کنند. بی‌تردید مفاهیم دینی را با ابزار علم و در قالب مفاهیم علمی نمی‌توان تفسیر کرد و یا در متن علم و مسائل علمی، الهیات و مسائل الهیاتی را نمی‌توان گنجاند و روش‌های متمایز علم و دین را نمی‌توان در هم آمیخت. اما تعامل دیدگاه‌های علمی با تأملات فلسفی ـ الهیاتی در باب جهان طبیعت، می‌تواند زمینه‌های مناسبی برای تبیین منسجمی درباره طبیعت در چارچوبی خداباورانه فراهم آورد.

اصل آنتروپی به عنوان قانونی علمی نه تنها در تعارض با نظم طبیعت و تفسیر تدبیری و حکیمانه آن توسط برهان نظم نیست، بلکه شاید بتوان ادعا کرد که تعادل ترمودینامیکی برگرفته از قانون دوم، تبیینی جدید از حکومت نظم نوینی بر جهان است.

منابع

بازرگان، مهدی، *ذره بی‌انتها*، تهران، شرکت سهامی انتشار، ۱۳٤۹.

جوادی آملی، عبدالله، *تبیین براهین اثبات خدا*، قم، مرکز نشر اسراء، ۱۳۷۵.

جلیلیان نصرتی، محمدرضا ،محمد عابدینی و محمدرضا خوش‌بین خوش‌نظر، تهران، انتشارات صفار، ۱۳۸٤.

ژیلسون، اتین، *خدا و فلسفه*، ترجمه شهرام پازوکی، تهران، انتشارات حقیقت، ۱۳۷٤.

شیرازی، صدرالدین محمد، *الحکمة المتعالیه في الاسفار العقلیة*، بیروت، داراحیاء التراث العربی، ۱۹۸۱ م.

گلشنی، مهدی، *قرآن و علوم طبیعت*، تهران، نشر مطهر، ۱۳۷۵.

هالیدی، دیوید، رزنیک، رابرت، واکر، جرل، *مبانی فیزیک (مکانیک و گرما)*، ترجمه

Alston, William P, "*Teleological Argument for the Existence of God*", from, *The Encyclopedia of philosophy*, Paul Edwards (ed), USA, Macmillan, 1967.

Aquinas, Thomas, *Summa Theologica*, from *The, Great Books of The Western World*, Mortimer, Adler (ed), Chicago, University of Chicago Press, 1992.

Baeyer, Hans Christian Von, *Maxwell's Demon: Why Warmth Disperses and Time Passes,* Random House, 1998.

Barbour, Ian, G, *Issues in Science and Religion,* London, Harper Torchbooks, 1971.

Davies, Paul, *God and the New Physics,* NewYork, Simon and Schuster, 1983.

Doug, Craigen, *Entropy* [charleswood.ca / reading / evolution. php, Oct 2004].

Edwards, Paul, *The Encyclopedia of Philosophy,* USA, Macmillan, 1967, vol. 2.

Feynman, Richard, P, Robert B Leighton and Mattew Sands, *The Feynman Lectures on Physics,* USA, Addition - Wesley Publishing Company, 1963.

Fowler, Martin, *Is Design Dead?* [martinfowler.com / articles / design dead, May 2004].

Hume, David, *Dialogues Concerning Natural Religion*, Norman kemp Smith (ed), New York, Social Sciences Pub, 1943.

Kant, Immanuel, *Immanuel Kant's Critique of Pure Reason*, Trans, Norman Kemp Smith, London, Macmillan Press, 1929.

Klyce, Brig, *The Second Law of Thermodynamics* [panspermia. org/seconlaw.htm, Oct, 2010].

Kuhn, Thomas, *Black – Body Theory and the Quantum Discontinuity,* Chicago, University of Chicago Press, 1978.

Levine, Raphael D and Tribus, Myron, *The Maximum Entropy Formalism,* The MIT Press, 1979.

Morowitz, Harold, *Beginnings of Cellular Life: Metabolism Recapitulates Biogenesis,* Yale University Press, 1992.

Paley, William, *Natural Theology: or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity Collected from Appearances of Nature,* Boston, Gould and Lincoln, 1867.

Peters, Ted, *Playing God: Genetic, Determinism and Human Freedom,* London, Routledge, 1996.

Popper, Karl Raimond, *The Logic of Scientific Discovery,* London, Routledge and Kegan Paul, 1963.

Shannon, C. E., *A Mathematical Theory of Communication* form, *The Bell System Technical Journal* Postscript and Pdf reprints [panspermia. org / seconlaw.htm, Oct 2010].

Wildman, Wesley and W. Mark Richardson, *Religion and Science: History, Method, dialogue,* London, Routledge, 1996.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی