دیدگاههای تازه در اصل دوم ترمودینامیک

تقی ابتکار ــ استاد دانشکده فنی

عضوفرهنگستان علوم ایران

چکیده :

همزمان با تدوین اصل دوم ترمودینامیک کوشش در راه نقض آن نیز آغاز شده است . ماشینهای شیطانی "ماکسول" و "زیلارد" که ملکولهای با سرعتهای مختلف را در یک گاز از هم جدا و یا مسیریابی می‌کنند نمونه‌های مهمی از این تلاش اند . البته این‌گروه ماشینها بدون افزایش آنتروپی نمی‌توانند کار کنند بنابراین در همان زمان عرضه کردن ایراد به اصل دوم ، تا حدودی رد شده‌اند .رد قاطع ونهائی این ایرادها فقط اخیرا " در اثر مطالعات انرژی مصرفی حافظه کامپیوتر داده شده است .

به نظر "بولتزمن" : اصل دوم ترمودینامیک درمورد سیستم ملکولهای با تعداد بسیار زیاد معتبر است و هرچه تعداد ملکولها کمتر باشد وجرم انفرادی آنها زیادتر شود امکان عدم تطبیق اصل دوم افزایش می‌یابد . بنابراین اصل دوم ، ریشه های آماری و احتمالی دارد . در ضمن به‌عقیدهٔ شانون ، نظریه های جدید اطلاعاتی می‌توانند مبنای خوبی برای توجیه آنتروپی باشند .هرچه دماکمترباشداطلاعات‌از اوضاع‌ملکولی جسم بیشتر اما آنتروپی آن کمتر خواهد بود . اگرچه "وینر" علم سایبرنتیک رابه عنوان علم کنترل وارتباطات درماشین وجاندار هر دو پیشنهاد کرد اما حاکمیت و کلی نگری این بخش مهم از علوم جدید آن را همسنگ‌ملکه‌علوم جهان‌یعنی ترمودینامیک ساخت . به این‌ترتیب ماشین سایبرنتیک در آغاز کار به علت کمبود اطلاعات ، دارای حداکثرآنتروپی‌است‌وهرچه ماشین‌کارکند با گسترده شدن اطلاعات از عملکرد وکنترل آن آنتروپی آن‌کاهش می‌یابد .همسو بودن افزایش آنتروپی در کل جهان وطی زمان‌از ابتدای خلقت ، اساس مهمی برای تعبیر پیری وکهولت در بیان آنتروپی ایجاد کرده است . در ضمن ، به موجب مطالعات کوانتمی "لاندو" در ملاحظات آماری ، تقارن زمان کلاسیک کاملا " قابل تردید است و شاید همین برای برگشت ناپذیر بودن تحویلات فیزیکی وزمان وهماهنگی بین آنها روزی به اثبات برسد .

۱ ــ معرفی و سوابق تاریخی :

ترمودینامیک ، دارای چهار اصل است :

اصل صفر ، اصل اول ، اصل دوم واصل‌سوم .

اصل صفر : "دودما سنج‌که‌دمایشان بادمای دماسنج مرجع یکی باشد دمای یکسان دارند " .

اصل اول‌یا اصل ثبات انرژی : " کار انجام شده در یک‌فرایند چرخه‌ای متناسب است باگرمای دریافتی سیستم " . این اصل ، درپی تحقیقات انجام شدهٔ کارنو (۱۸۲۴) در مورد چرخه (Cycle) و مایر Mayer (۱۸۴۴) درمورد رابطه بین حرارت‌وکار وکلازیوس وکلوین (۱۸۵۱) در اهمیت رابطه‌بین‌حرارت‌وکار ،بالاخره‌به توسط پوانکاره در سال ۱۹۰۸ صورت نهائی خود را پیدا کرد : $\oint \delta W = \oint \delta Q$ -ازهمین عبارت ، پوانکاره ، وجود انرژی ، E را ثابت کرد به طوری که $E = \delta Q - \delta W$.

باید دانست‌که‌ژول در ظرف ۸ سال (از ۱۸۴۰ به بعد) اساس تجربی اصل اول را پی‌ریزی کرد .

اصل دوم : این اصل را سعدی کارنو که بـــه نـام بنیانگذار علم ترمودینامیک‌نام گرفته بیان کرده است . او با طرح " ماشین‌با چرخهٔ برگشت پذیر"، اصلی را پی ریزی کرد که به موجب آن ، ماشین‌حرارتی دارای عالیترین بازده ، معرفی شد . و این کار ، اساس اصل دوم ترمودینامیک قـرار گرفت . در پی آن ، کلازیوس (۱۸۵۴) و پلانک (۱۸۹۷) نتیجه‌گرفتندکه ماشین‌مبردکه موجب‌نابرابری دمای دو منبع می‌شود بدون جذب انرژی نمی‌تواند به‌کارخود ادامه دهد. و بهمین شکل‌اگر بین دو منبع ، اختلاف دما وجود داشته باشد می‌توان‌ازاین‌دستگاه ،انرژی‌مفید استخراج‌کرد . نمونهٔ دستگاه اول ،یخچال است‌و نمونهٔ‌دستگاه دوم ، ماشین‌بخار است که بین دیگ بخار وچگالنده کار می‌کند و انرژی مفید پدید می‌آورد .

برمبنای اصل دوم ، آنتروپی به عنوان یک‌خاصیت ترمودینامیکی $ds = \frac{\delta Q}{T}$ معرفی شده است .

بالاخره‌اصل سوم ترمودینامیک را در سال ۱۹۰۶ ، نـرنست (Nernst) جهت‌تعیین‌مبنای‌صفر برای‌آنتروپی تدوین کرد .

پیش ازپایان دادن به‌این مقدمه ، لازم به‌یادآوری است که اصل صفرترمودینامیک‌راماکسول در زمانی عرضه‌کرد

که اصلهای اول ودوم قبلا " بههمین نام معرفی شده بودند . درضمن ، ترمودینامیک آماری را ماکسول وبولتزمن و همچنین گیبس پیریزی کردند وبالاخره در همین سال ، مکانیک کوانتمی را پلانک (۱۹۱۰) تدوین کرد .

موضوع این مقالهٔ ، دیدگاههای تازه در اصل دوم ترمودینامیک است که دراین مقدمه از نظر سیر تاریخی همراه سایر اصول ترمودینامیک با ذکر تاریخ تدوین هریک مرور شد . * [۱]

۲ ــ شیطانک ماکسول :

اصل دوم ترمودینامیک ، دارای ریشههای عمیق فلسفی است ضمن اینکه مبانی تکنولوژی تعیین کننده نیز دارد . ازاین نظر از همان زمان تدوین ، مبارزه و کوشش برای زیرسوال بردن این اصل وایجاد اگرواما در آن آغاز شد . ماکسول کهخودازپایهگذاران علم ترمودینامیک است اولین کسی است که درسال ۱۸۷۱ درنظریه حرارتیش ضمن طرح سوالی بهمبارزه با این اصل جهانشمول برخاست . او با طرح شیطانک (Demon) خودبهشرح زیراولین تلاش درراه نقض اصل دوم را آغاز کرد و نیز خودش ، اولین کوشش را در راه تثبیت این اصل بهکاربرد . تلاش دردفاع از اصل دوم تا این زمان ادامه دارد و تنهااخیرا " کوشش قطعی در رد عمل شیطانک ماکسول به نتیجه رسیده است .

شیطانک ماکسول میتواندبدون انجام کار درجائی که دمایکسان است اختلاف دما پدید آورد .

اگر بتوان موجودی درنظرگرفت کهقادر باشد ملکولها را تعقیب کند ، این موجود میتواند عملی انجام دهد که برای انسان ممکن نیست .

چنانکه میدانیم ملکولهای هرگاز درون اتاقکی که دمای یکسان دارد باسرعتهای مختلف ونایکنواخت حرکت میکنند . فرض کنیم که اتاقک با پردهای بهدو بخش " الف " و "ب" تقسیم شود و پردهٔ تقسیم کننده ، دارای دریچهٔ کوچکی باشد . اینک موجود نامبرده که میتواند یکایک ملکولها را ببیند دریچه را بازوبسته میکند وبهاین ترتیب اجازه میدهد که ملکولهای سریعتر ازبخش "ب" به "الف" بگذرند و ملکولهای کندتر ازبخش "الف" به "ب" بیایند . بااین عمل ، بدون صرف انرژی سایان توجه ، دمای بخش " الف " از بخش "ب" زیادتر ودرنتیجه اصل دوم تر مودینامیک نقض میشود . این موجود ، خیلی زود ، شیطانک ماکسول نامیدهشده علت این نامگذاری ، انجام دادن عملی است که خارق عادت است . شیطانک ماکسول میتواند مثلا "ماشین بخار را بدون نیاز به سوخت ، برای همیشه بهگردش درآوردوکار مجانی تولید کند . برای دفاع از اصل دوم ، علم فیزیک با دلائل زیادی ثابت میکند که شیطانک ، بدان گونه که ماکسول شرح داده است نمیتواند کار کند . باعث تعجب است که اغلب این دلائل بعدا " مردود شناخته شدند . بیشتراین دلائل رد از آنجا ناشی شد که دانشمندان بهواسطهٔ احاطه به سایر بخشهای فیزیک به راه ناصحیح کشیدهشدندبسیاری از آنان به غلط تصورکردند که محدودیتهای ایجادشدهبهوسیله نظریهکوانتمی ، شیطانک ماکسول را بیاعتبار میکند .

استدلال درست در بارهٔ اینکه شیطانک ماکسول نمیتواناصل دوم را نقضکند فقط اخیرا " عرضه شده است . این استدلال از بخشی از تحقیقات علمی که اصولا " انتظار نمیرفت یعنی پژوهش درانرژی مصرفی کامپیوترها نتیجه شد . [۲]

از زمان ماکسول ، شیطانکهای مختلفی عرضه شده است . یکی از سادهترین آنها به جای ایجاد اختلاف دما ، اختلاف فشارایجاد میکند دراینجا نیز ملکولهای با سرعت بیشتر دریک بخش وملکولهای با سرعت کمتر در بخش دیگر اتاقک متمرکز میشوند بهاین ترتیب مثلا " در بخش "الف" فشاربیشتری در مقایسه با بخش " ب " ایجاد میشود . مزیت این شیطانک برشیطانک اول (اگر مزیتی بتوانندداشته باشد) این است کهاین شیطانک ظاهرا "حق بهجانب ، نیازی بهدیدن و فکرکردن مانند قبلی ندارد . چندان آشکار نیست که چرا این شیطانک نتواند مانند یک شیر یکطرفه ملکولی کار کند .

یعنی واقعا " مانند یک وسیله غیر جاندار کوچک (دریچه فنردار تله گونه) وشبیه شیطانک اصلی ماکسول ، شیطانک فشارنیزمیتواند بهصورت ماشین کار مجانی درآید و سپس وسائل هوای فشرده را بدون مصرف انرژی فقط با اتکابه جداسازی ملکولهای سریع از کند ، دراتاقک به کار وا دارد .

به این ترتیب ، یک شیر یکطرفهٔ ملکولی مجانی ، جانشین کمپرسوری میشود کهقطعا "مصرف انرژی دارد . در این مثالها شاید تصور شود که این دستگاه ، اصل اول

---

* اعداد داخل پرانتز ، مربوط به مراجع فهرست شده در پایان مقاله است .

ترمودینامیک یعنی اصل ثبات انرژی را نقض کرده است در صورتی که چنین نیست و واقعا " شیطانک ، اصل دوم را نقض کرده است .زیرااصل اول هیچ گونه‌مانعی نمی‌بیند که سیستم ، انرژی لازم‌برای به کارانداختن ماشین حرارتی را به جای مصرف سوخت در دیک بخار از انرژیهای حرارتی موجود در محیط اطراف جذب کند یعنی‌ساختن ماشین کار مجانی ، بر طبق اصل اول ، بلامانع است و فقط این اصل دوم است که ایجاد چنین تکنولوژی را محال می‌داند . بنابراین شیطانک ماکسول دقیقا " در صورت توفیق ، اصل دوم را نقض‌کرده است .

در عمر بیش از ۱۲۰ سالهٔ ماشین شیطانی ماکسول ، این ماشین‌بارها متوقف وبایگانی شده است وازنو ، ازبایگانی خارج ومطرح شده است .

کلازیوس ،موجودناقص اصل دوم را مردودمی‌دانست وبولتزمن‌معتقدبود درمحیط همدمای دواتاقک مورد تجربه الف و ب ،به‌علت ازبین‌رفتن‌هرگونه اختلاف دما وجود خود شیطانک محال است .

آلبرت انشتین‌نیز عقیده مشابهی داشت .

برای بررسی عمیق تر عمل شیطانک باید ریشه های اصل دوم‌رادقیق تر مطالعه کرد . چنانکه می‌دانیم اصل دوم در اساس، برای ایجاد مانع درجهت انتقال دلخواه انرژی حرارتی وکار وضع شده است . اما بنابر مطالعات بعدی ، یکی از تبعات اصل دوم ،این است که بی‌نظمی‌درعالم فیزیکی ، روبه افزایش است .

به‌موجب نتایج اصل دوم ،آنتروپی یابی نظمی عالم درکل نمی‌تواند کاهش یابد . معنی این حرف آن است‌که فقط دو نوع حادثه ممکن است اتفاق بیفتد : یا آنتروپی ضمن یک حادثه ثابت می‌ماند و یا اینکه افزایش می‌یابد : ($\Delta s \geq 0$)

چنانکه می‌دانیم تساوی برای فرایند برگشت پذیر و نامساوی برای فرایندهای برگشت ناپذیر ، مویداصل دوم‌است و کاهش موضعی آنتروپی ،تنهابه بهای افزایش آنتروپی درکل مجموعه امکان دارد .

فرایندهای‌برگشت‌ناپذیرعبارت انداز اصطکاک حین انجام کار ، انبساط آزاد گاز دراتاقکی که دریک طرفش خلاء است و گاز را غشائی از طرف دیگر جدا می‌کند سپس غشاء پاره می‌شودوگاز کلیه اتاقک را دربر می‌گیرد ، یا مخلوط کردن گاز ها و بالاخره انتقال حرارت از منبع گرم به سرد که همگی این‌فرایندها عملهای‌برگشت‌ناپذیرند .درمثال اتاقک ، این‌استدلال که پس‌ازپاره شدن غشاء ،گاز سرتاسراتاقک را می‌گیرد بیشترجنبه ریاضی دارد تا فیزیکی البته اگر بتوان فرقی بین این دوقائل شد . تعداد ملکولها در دو طرف غشاء تمایل‌به‌برابری‌دارندنه‌به‌دلیل‌اینکه نیروهای دافعهٔ ملکولی آنها رااز هم جدا می‌کنندوبنابراین‌در داخل اتاقک درحد امکان از هم دور می‌شوند . بلکه برخوردهای‌متوالی ملکولها به‌هم وبه دیوارهای اتاقک ، وضعیتی پدیدمی آورندکه ملکولها به‌طور اتفاقی در سرتاسر فضای ممکن درهردوبخش اتاقک‌توزیع می‌شوندتا جائی‌که‌نیمی‌ازمولکولها در یک بخش ونصف‌دوم‌دربخش دیگرقرارمی‌گیرند . چون توزیع ملکولهابه دلیل تغییر وضع آنهاست و نه‌حالت‌دافعهٔ بین‌آنها ،احتمال داردکه تمامی‌ملکولها درهمان بخشی از اتاقک‌قرار گیرند که اول (پیش‌از پاره‌شدن غشاء) قرارداشتند . اگرتعداد ملکولها n باشد احتمال اینکه این مولکولها در بخش اول قرارگیرند مانند این است که در n آزمایش پرتاپ سکهٔ ، نتیجهٔ‌پرتاپ ،تماما " مثلا " خط باشد وهیچ‌شیرنیاید .

این احتمال ، $\frac{1}{2^n}$ است و برای تعداد معلوم‌ملکول (یک‌گرم هیدروژن دارای $30x10^{22}$ ملکول است) در انبساط آزاد در اتاقک که فرایند ، بسیار برگشت‌ناپذیر است باوجود این‌که احتمال مزبور وجود دارد ،نظر به کوچکی عدد ، این حالت تقریبا " غیر قابل مشاهده است .

حالت غیر منظم ، یعنی حالتی که گاز در هر دو بخش اتاقک به جای یک بخش،(حالت منظم) قرار گیرد نسبتا " محتملتر است :

به عبارت دیگر در حالتی که ملکولها هر دو بخش را اشغال کنند اوضاع ملکولی بیشتری وجود دارد . درست مثل حالتی‌که در بازی باسکه اگر ۱۰۰ مرتبه بازی تکرارشود احتمال اینکه ۵۰ شیرو ۵۰ خط بیاید ، بیشتراز حالتی است که صد شیر باشد بدون هیچ خط . به این ترتیب آنتروپی جهان ، تمایل به افزایش دارد و اصل دوم ، چیزی نیست مگر اینکه جهان با گذشت زمان به حالتهای محتملتر سوق داده می‌شود .

میزان بی‌نظمی‌پس‌از پاره شدن غشاء در مثال بالا به طرق زیرقابل محاسبه است فرض‌کنیم گاز فقط یک ملکول دارد .یک‌ملکول که می‌تواند به هر دو بخش "الف" و "ب" راه یابد مسلما " می‌تواند دو برابر ملکولی که فقط در یک

بخش است دارای اوضاع ممکن باشد : به عبارت دیگر برای ملکول ، دو برابر ، راه اشغال درمورد دو بخش وجود دارد . اگر دو ملکول در جعبه وجود داشته باشد و ملکول دارای دو امکان اشغال در دو بخش جعبه باشد تا فقط در یک بخش ، بنابراین سیستم در مجموع ۲ × ۲ یعنی ۴ برابر ، امکان اشغال وضعیت خواهد داشت . اگر سه ملکول باشد ۲×۲×۲ یعنی ۸ برابر ،امکان وضعیت خواهد داشت . در حالت کلی اگر N ملکول گاز در کار باشد .برای اشغال در هر دو بخش جعبه 2^N برابرحالتی امکان وضعیت خواهد داشت که دریک بخش به تنهائی .

بنابراین ،آنتروپی‌سیستم ،به صورت لگاریتم تعداد حالت قابل اشغال ، قابل تعریف است .

چنانکه قبلا "بیان‌شد عبارات نخستین اصل دوم ، مطلبی در بارهٔ بی نظمی ویا اتفاقی بودن در برنداشت و فقط در مورد کارو حرارت ودما بحث می‌کرد حالا باید دید چگونه این موارد با این تعریف کمی آنتروپی ، قابل تطبیق است .ملکولهادرهرنمونه ازماده ،همیشه در حال حرکت‌اند . جهت وسرعت هر ملکول ، کاملا " اتفاقی است ولی متوسط سرعت ملکولهاباریشهٔ دوم دمای مطلق نمونه مزبور متناسب است .اگردمای نمونهٔ،افزایش یابد سرعت ملکولهای منفرد ، حد متوسطی زیادترازحد متوسط سرعتهای کم ، پیدا می‌کند

(به قسمت ۳ نیز مراجعه شود) .

وقتی که‌سرعت متوسط زیاد شود هرملکول‌در نمونه ، دارای حد بیشتری از سرعت ممکن خواهد بود . به همان‌گونه که‌یک ملکول در دو بخش اتاقک ، وضعیت بیشتری برای‌اشغال داشت تا دریک بخش از همان اتاقک .

بنابراین دردمای بالا حالات قابل دسترس برای ملکول ،بیشتر از حالات در دمای کم است و حرکت در حالت دما بالا بیشتر بی‌نظم‌است زیرا مشکل تر است که بتوان برای هر ملکول ،سرعتی‌رابیش‌بینی کرد،بی‌نظمی در حرکت ملکولی وبی‌نظمی دراوضاع ملکولی هردو باید در تعیین آنتروپی یک سیستم وارد شوند :

آنتروپی یک گاز ممکن است با افزایش حجم آن و یا با بالا رفتن دمایش ، افزایش یابد به هرحال حرکت ملکولی آن بیشتربی‌نظم می‌شود .بنابراین ،هر جریان حرارت ،حامل آنتروپی است . به عبارت دقیق تر ، جریان حرارت ، مقداری آنتروپی متناسب با میزان انرژی حرارتی تقسیم بردمائی که حرارت در آن دما انتقال یافته است همراه دارد .

بنابراین ،جریان‌انرژی‌حرارتی از منبع گرم به منبع سرد ،آنتروپی منبع سرد رابیشتراز کاهش آنتروپی منبع‌گرم ، افزایش می‌دهد . میزان انرژی حرارتی کاسته از منبع گرم و افزوده‌به‌منبع‌سرد ،برابراست‌امادرمحاسبهٔ کم شدن آنتروپی منبع گرم باید این انرژی حرارتی به دمای منبع گرم تقسیم شود درحالی که در محاسبه زیاد شدن آنتروپی منبع سرد باید همان انرژی حرارتی به دمای کم منبع سرد تقسیم شود بنابراین چنانکه گفتیم انتقال حرارت از منبع گرم به منبع سرد یک پدیدهٔ برگشت ناپذیر است و سبب افزایش آنتروپی درعالم می‌شود . با شرح جزئیات بیشتر در تعریف آنتروپی ، اینک روشنتر می‌شود که چرا شیطانک ماکسول به نظر می‌رسید ناقض اصل‌دوم ترمودینامیک است .شیطانک با گروه بندی که انجام می‌دهد باعث می‌شود که انرژی حرارتی از اتاقک "ب" به اتاقک "الف" منتقل شود ودمای اتاقک اخیر بالاتر برود . به این ترتیب ، شیطانک عملا " باعث کاهش آنتروپی اتاقک "ب" به‌میزانی بیشتر از افزایش آنتروپی اتاقک "الف" شده است یعنی شیطانک درکل ، باعث کاهش آنتروپی شده که‌به موجب اصل دوم ترمودینامیک‌محال است .

همان‌گونه‌که‌درمقدمه‌گذشت‌ماکسول در بیان‌شیطانک ، روشن ساخته است که اصل دوم پا برجاست و به نظر او شاید برای انسان ، نقض اصل دوم (یعنی آنچه شیطانک فرضی قادربانجام‌آن‌است)محال باشد .زیرا انسان مانند شیطانک هرگز نمی‌تواند به‌آن صورت،ملکولهای انفرادی را مشاهده کند و به آنها دسترسی داشته باشد . البته این استدلال ، هنوز جواب قطعی را در برندارد و هنوز ، ایراد به قوت خودباقی است که‌آیا موجودی می‌تواند به ملکولهای منفرد دسترسی‌پیداکند .اگرچنین‌موجودی وجود داشت می‌توانست اصل دوم را نقض‌کند .

اینک اگر یک وسیلهٔ سادهٔ مکانیکی به صورت شیطانک نمی‌تواندناقض‌اصل دوم‌باشد شاید ، یک موجود با هوش بتواند دست به چنین عملی بزند این سئوال را پس از ماکسول اسملوچوفکی (Smoluchowski) در سال ۱۹۱۴ ، ضمن یک مقاله ، مطرح کرد . در این مقاله او متذکر شد " هرچند ماشین خودکار کارمجانی ، با وجود تفاوت درسرعتهای‌ملکولی ،ممکن نیست " اما اگر یک موجود با هوش مناسب ، وسیله را اداره کند ممکن است ماشین به طور منظم شروع به‌کار کند " .

اما همین فیزیکدان لهستانی در مقاله دیگری نوشت که خود شیطانک ودری را که بازوبسته می‌کند باید تابع حرکات هرج ومرجی ملکولی دانست پس بازوبسته کردن آن نمی‌تواند به دلخواه او باشد . در سال ۱۹۲۹ فیزیکدان دیگری بنام زیلارد Szilard در مقالهٔ در کاهش آنتروپی در سیستم ترمودینامیک به وسیله دخالت موجود باهوش به‌بررسی کمی مسئله پرداخت . با وجود آنکه ظاهرا " موضوع مقالهٔ ، نقض اصل دوم توسط یک نوع شیطانک دیگر است اما درمتن مقاله نتیجه‌گیری می‌شود که هیچ موجودی چه باهوش چه بی‌هوش ، محال است بتواند چنین عملی را انجام دهد .

به عقیدهٔ ژیلارد مشاهده ویا سنجشی که شیطانک انجام می‌دهد (مثلا " از کدام جهت وبا کدام سرعت ملکول درحال حرکت است) بدون مصرف انرژی و انجام کار برای افزایش آنتروپی که از نقض اصل دوم جلوگیر می‌کند کافی است . سپس ژیلارد شیطانک دیگری که به نام ماشین ژیلارد شهرت یافت پیشنهاد کرد .اویک استوانه دارای دو پیستون متقابل راکه در وسطش غشائی قابل حرکت قرار دارد و یک ملکول دریکطرف غشاء در حال حرکت است مورد توجه قرار می‌دهدوبابه حرکت درآوردن غشاءکه مصرف انرژی چندانی ندارد باعث به حرکت درآمدن پیستونها در دو طرف (در اثر حرکت ملکولی) می‌شود . ملکول از محیط خارج ، گرما می‌گیرد و گرمای مازاد را به خارج می‌دهد ، شکل (۱) .

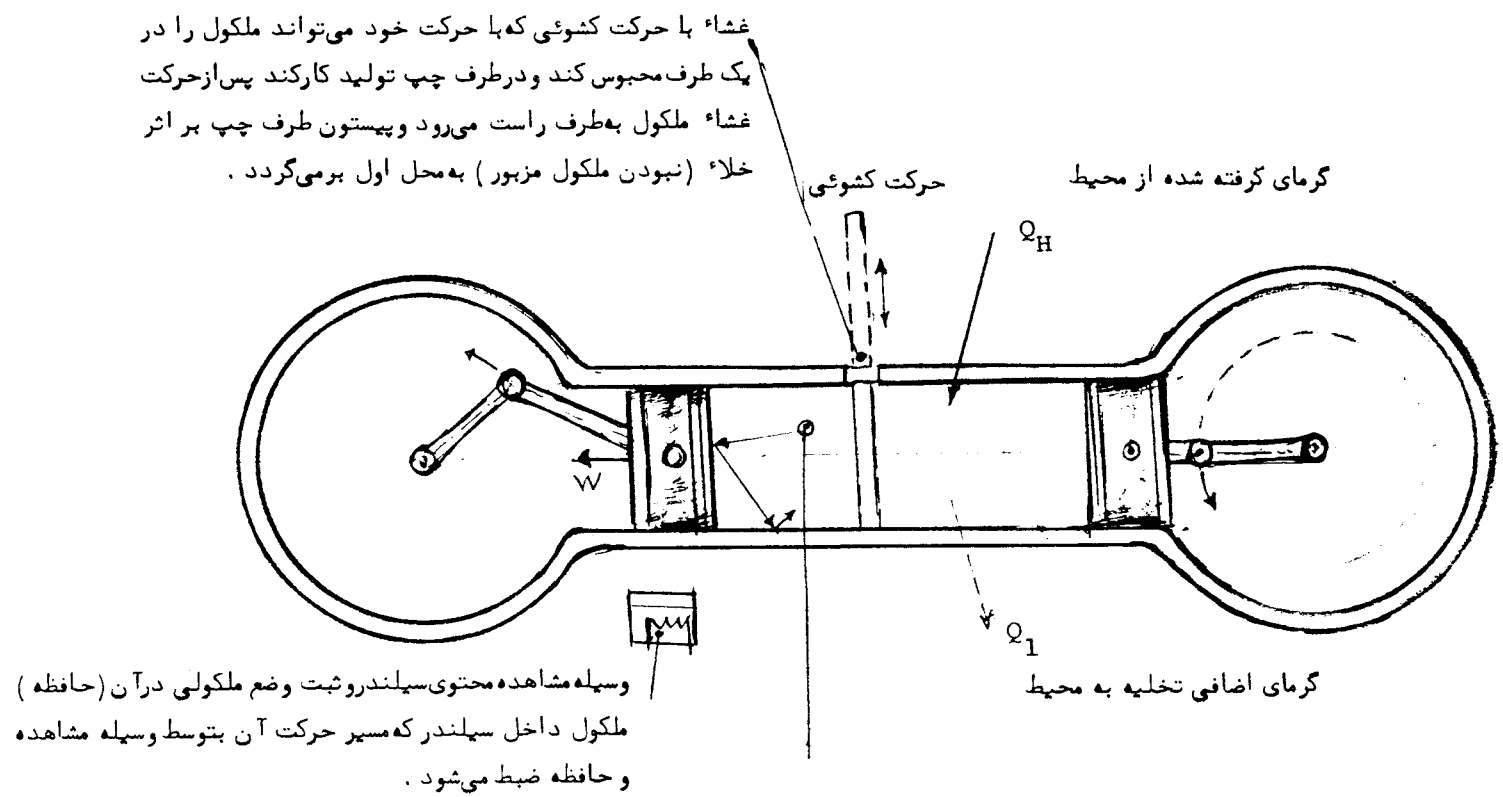
بنابراین ظاهرا "به‌نظر می‌رسد که با استفاده از حرارت محیط ماشین کار مجانی ایجاد می‌شود که ناقض اصل دوم و باعث کاهش آنتروپی است .در رد این نظر ، ژیلارد استدلال می‌کند که عمل مشاهده واندازه‌گیری موقعیت ملکول ، با وسیلهٔ مشاهدهٔ آنتروپی را آن‌قدر بالا می‌برد که کاهش آنتروپی در اثر تولید کار W را جبران می‌کند . البته خود ژیلارد در محل افزایش آنتروپی تردید داشت تا اینکه سالها بعداز او یعنی سال ۱۹۵۶ چندین فیزیکدان ودر راس آنان واضع نظریه های اطلاعاتی یعنی بریلوین (Brillouin) ،سعی درجایگزینی برگشت ناپذیر بودن عمل اندازه گیری محل ملکول مخصوصا " میزان انرژی مصرفی برای مشاهده آن با انرژی نورانی مصرف شده دروسیلهٔ مشاهده وثبت وضع ملکولی داشت . بریلوین و همکارانش ، نظریه ای راعرضه کردند که از زمان ماکسول گسترش یافته بود : [۲]

نظریه کوانتمی تشعشع ، به موجب نظریهٔ کلاسیک امواج نورانی که خود ماکسول از واضعین مهم آن بود ، انرژی یک اشعهٔ نورانی را می‌توان به دلخواه کوچک انتخاب کرد . اما بنابر نظریهٔ کوانتمی ، نور مشتمل بر بسته بندیهای انرژی به‌نام فوتون است . انرژی فوتون به طول موج ورنگ آن بستگی دارد وغیر ممکن است که کمتر از یک فوتون نوری را بتوان در اختیارداشت .بریلوین متذکرشد که برای مشاهدهٔ یک ملکول

(اشاره به دستگاه مشاهده وحافظه ماشین ژیلارد است) ،حداقل یک فوتون بایدازاشعه اندازه‌گیری منتشرشود و انرژیی که فوتون به صورت حرارتی هدر می‌دهد بایدحداقل آن قدرباعث افزایش آنتروپی شود که کاهش آنتروپی ماشین ژیلارد راهنگام جستجو برای محل ملکول پراکنده شده ، جبران کند . اما مشکل به‌کار بستن یک فوتون با انرژی کم ، توسط سیستم مشاهده کننده وحافظه ، برای بررسی وضع ملکولی موردبحث چیست ؟ این ارائه طریق نیز کارنخواهد کرد و دلیل آن ایجاد مشکل دیگری است که از تبعات اصول مکانیک کوانتمی است .

به موجب قانون تشعشعی کیرشف (۱۸۵۹) هرظرفی که دیوارها وفضایش در دمای ثابت باشد مملواز گازفوتون است "حمام تشعشعی " . طول موج فوتونها تابع دمای محیط آنهاست . این گازهای فوتونی که در داخل یک کوره تشکیل رنگ قرمز ویا نارنجی می‌دهند دردمای متعارفی ، در بخش مادون قرمز طیف تشعشعی هستندوبنابراین غیرقابل رویت‌اند . به نظر می‌رسد گاز فوتون مزبور در اولین حدس ، بهترین وسیله است که شیطانک بتواند ملکولهای گاز را مشاهده کند وازاین راه هرگونه بهای افزایش آنتروپی وسیله روشن کردن محیط را صرفه جوئی کند .

امایک نتیجه شگفت انگیز اصل دوم ، مانع این امر می‌شود . این نتیجه را کیرشف کشف کرد : " در یک ظرف دارای دمای ثابت ،محال است که بتوان با تشعشع خودفضای ظرف ، داخل آن را مشاهده کرد " . اگر به مشاهدهٔ پخت کوزه های سفالی در داخل یک کوره بپردازیم . حتی اگر کوزه ها دارای رنگها و طرحهای مختلف باشند غیر قابل تشخیص خواهند بود . اجسام داخل کورهٔ داغ مانند این است که همگی یک رنگ دارند ودرخشندگی آنان نیز یکسان



شکل شماره ۱ماشین‌ژیلارد (SziLARD) با یک ملکول فرضی که‌بادریافت انرژی حرارتی از محیط خارج ،Q_H ، و تبدیل آن به‌کار ، W ، و تخلیه‌حرارت مازادبه محیط Q_L تولید کارمجانی می‌کند وناقض اصل دوم است و سبب کاهش آنتروپی‌می‌شود .

است وحال آنکه واقعا " این گونه نیست و مثلا " می‌توان با روشن کردن داخل کوره با نورخارجی آنها را از هم تشخیص داد . تشعشعات اجسام مختلف رنگارنگ در داخل‌کورهٔ دما ثابت ، رنگها را یکسان می‌کند . یکسان بودن وضع در کوره از تبعات اصل دوم ترمودینامیک است زیرا هرگونه تفاوت رنگ به‌معنی تفاوت دماست و انتقال حرارت از جسم گرم تر به جسم سردتر در محیطی که بنا به فرض، دارای دمای یکسان است عملی محال است زیرابدون‌مصرف انرژی (کار) ،دماهای متفاوت ایجاد شده است .

به طور خلاصه ، برای رویت اجسام داخل کوره لازم است از چراغی که دمای بخش نورانی آن بیشتر از دمای‌کوره است استفاده شود .

در زندگی معمولی ، منشاء‌نورانی ، همان نورخورشید است که دیدن اشیاء‌رادراماکنی که دمای محیط یکسانی دارند ممکن می‌کند .

از این‌رو ، بریلیون وسایرین‌با آگاهی از گاز فوتون ، استدلال‌کردندکه‌شیطانک‌ماکسول نمی‌تواندبدون‌دردست‌داشتن یک منبع نورانی‌مثلا "چراغی‌به شرح فوق ، ملکولهای اتاقکهای "الف "و "ب "را گروه بندی کند و بنابراین شیطانک نمی‌تواند ناقض اصل دوم باشد . برای مشاهدهٔ یک ملکول ، شیطانک مجبور است حداقل از انرژی یک فوتون نوری‌استفاده کند ضمنا "انرژی آن فوتون از حداقل انرژی (دمای گاز) که شیطانک در محیط‌آن مستقر است باید بیشتر باشد .

قدم‌بعدی در مبارزه علیه شیطانک را آثار جانبی تحقیقات ترمودینامیک در داده پردازی برداشت . عملیات داده‌پردازی مشخصی مانند تصویربرداشتن از داده های یک دستگاه ،با دستگاه دیگر، شبیه‌اندازه‌گیری است . زیرا یک دستگاه نیازبه‌اطلاعات ازدستگاه دیگرخواهدداشت .بنابراین در سالهای ۱۹۵۰ ، باور براین قرار گرفت که عملیات داده پردازی ذاتا "به‌زبان ترمودینامیکی برگشت ناپذیرند ، عینا " به همان گونه که ژیلارد ثابت می‌کرد که اندازه‌گیریها عموما " برگشت ناپذیرند . اصل فکر براین قرار گرفت که هرگونه عملیات داده ها نیاز به تولید وحذف حداقل یک بیت (bit) با ارزش حرارتیی برابر هر بیت از داده‌هائی که باید فرایند شوند دارد .این مقدار حرارت هرچند درمقایسه با حرارت تولیدی مدارهای الکترونیکی بسیار ناچیز است اما به هر حال قابل محاسبه است .

در ادامهٔ همین بحث بعدا " ثابت شد که حالات منطقی یک کامپیوتر را باید بتوان باحالات مشخص سخت افزارآن نمایش داد . مثلا " هرحالت ممکن حافظهٔ کامپیوتر باید بایک‌وضعیت خاص فیزیکی مانند جریان ،ولتاژ ،میدان و غیره مشخص شود .

اینک فرض کنیم که‌ثبت‌کنندهٔ یک حافظه که‌دارای چندین بیت‌است پاک شود به عبارت دیگر بدون در نظر گرفتن ارزش قبلی‌فرض کنیم ارزش‌هر موضع برابر صفر باشد . بعدازاین عمل ، ثبت کننده فقط می‌تواند دریک حالت‌واقع شود . بنابراین ، این عمل ، بسیاری از حالات منطقی را تبدیل به یک حالت کرده است . خیلی شبیه پیستونی که گازی را فشرده است اینک در صورتی که حالت منطقی یک کامپیوترباید‌فشرده‌شود ، حالت فیزیکی آن نیز باید فشرده شود .یعنی بایدآنتروپی‌سخت‌افزارآن کاهش یابد .به‌موجب اصل دوم ،کاهش آنتروپی سخت افزار کامپیوتر ممکن نیست مگر به بهای افزایش آنتروپی محیط خارج کامپیوتر .

بنابراین پاک کردن نوشته‌های حافظه بدون تولید حرارت‌و افزودن‌آنتروپی‌محیط خارج‌ممکن نیست . پاک کردن حافظهٔ کامپیوتر ، یک عمل برگشت ناپذیر ترمودینامیکی است .

عمل بعد عبارت بود از ارتباط مطالب بالا با اندازه‌گیریهای‌لازم‌بتوسط شیطانک ماکسول . این موضوع در بحث ماشین ژیلارد کاملا " مشخص شد که دستگاه مشاهده کنندهٔ وضع ملکول مرتبا " اوضاع استقرار آن در دو سوی غشاء‌رادرحافظه ثبت‌می‌کند واین ثبت و پاک کردن‌اطلاعات قبلی به‌این ترتیب باعث افزایش آنتروپی محیط می‌شود . حتی اندازه گیریها نیز مستلزم بهای ترمودینامیکی هستند درحالت ماشین ژیلارددوبار آنتروپی عالم افزایش می‌یابد یکی در زمانی که موضوع ملکول اندازه‌گیری می‌شود و دیگری وقتی‌که حافظه برای سنجش‌بعدی پاک می‌شود .البته‌تنهاراه منحصر به فرد سنجش ، راه‌پربهای ترمودینامیکی نیست ولی به‌هرحال نتیجه همان خواهد بود که بحث شد .

بنابراین نتیجه می‌شود که به زبان جدیدتریـن محاسبات ترمودینامیکی ، شیطانک ماکسول نمی‌تواند اصل دوم را نقض کند .

در پایان ،این بخش ،خاطر نشان می‌سازد که یک نتیجهٔ مهم‌مکانیک‌کوانتمی این است که برای کسب اطلاعات باید‌بهای ترمودینامیکی پرداخت واساس این مطلب متکی

براصل عدم قطعیت است که می‌گوید شجشهای موردلزوم بدون مقدارمعلومی انحراف ازوضع دقیق ، ممکن نیست [۷] بااینکه اصل عدم قطعیت ، خیلی شبیه فرضیات ژیلارد ، برگشت ناپذیری سنجشها را یادآور می‌شود ولی اصولا " مقوله دیگری است . زیرا اصل عدم قطعیت ، دقیق نبودن اندازه گیریها را مطرح می‌سازد وفرضیات ژیلارد ، پرخرج بودن ترمودینامیکی آنهارا .

۳ ــ دیدگاههای ریزسنجی در اصل دوم

الف ــ نتایج آمار واحتمالات :

" هیچ چیز به اندازهٔ یک نظریه خوب عملی نیست " این گفته بولتزمن است که با بیان آنتروپی به کمک حالت محتمل یک سیستم ایستا فاصله بین اصل دوم ونظریهٔ احتمالات را میان برکرد . این موفقیت ، ارزش عملی زیادی داشت . ماکسول نیز موفق شد که به طور نظری برمبنای احتمالات ، تابع چگالی خودرا درمورد توزیع سرعت ملکولها عرضه کند وسپس بولتزمن بابکار بستن نظریه ماکسول در مورد گازها اساس ارتباط انرژی جنبشی ملکولهای گاز ودمای مطلق را پی‌ریزی کرد . درحالی که دمای مطلق به طرف صفر میل کند حرکت ملکولی هم زائل می‌شود .

ونیز ثابت شدکه ملکولهای منفرد ، سه درجهٔ آزادی دارند وبرای هر درجهٔ آزادی ، $\frac{1}{2}KT$ ، انرژی وجود دارد که در آن K ، ثابت بولتزمن است . کمی بعد ، واندروالس توانست ازاین نظریه های اساسی ، یک رابطهٔ عملی درمورد گازها پیشنهاد کند .

بولتزمن بااراءقضیه H بیان کرد که هرسیستم مجزای مرکب ازگازی در حالت غیرمتعادل پس از مدت زمانی به طرف وضع متعادلی که محتملترین حالت است سوق داده می‌شود و سپس ثابت کرد که شرط لازم برای برقراری تعادل آماری فقط توزیع بولتزمن است . در همان مقادلهٔ ، بولتزمن احتمالات حالات مختلف یک سیستم را محاسبه کرد و نشان داد که محتملترین حالت ، حالتی است که آنتروپی سیستم ، حدبرین خود را دارد . اوثابت کرد هر فرایندی درگازهای واقعی (مختلوط شدن ، هدایت حرارت وغیره) ، ملکولهای منفرد را در وضعی قرار می‌دهد که با نظریه های احتمالات همساز باشد وسپس نتیجه گرفت که "بنابراین ، اصل دوم یک اساس احتمالی دارد " .

پس به عقیده بولتزمن اصل دوم یک قانون آماری است که قابل گسترش به کل عالم نیست یعنی در عالمی که اجسام باهرج ومرج حرکت نمی‌کنند و هرکدام ، از قوانین حرکتی خودپیروی می‌کنند اصل دوم محلی ندارد . به علاوه اصل دوم در محلهائی که تعداد ذرات کم باشد بیشترقابل نقض است مخصوصا " اگر سرعتهای آنها کم باشد . به نظر بولتزمن ، هرتوزیع انرژی ، به طور کمی مربوط به یک وضع احتمالی مشخص است ونهایتا "آنتروپی به احتمال ارتباط پیدا می‌کند .ماکس پلانک درسال ۱۹۰۰ این رابطه رابیان کرد :

$S=KlnW$ که در آن K ، ثابت بولتزمن و W ، عبارت از احتمال ترمودینامیکی یعنی تعداد زیر حالاتی است که یک سیستم می‌تواند داشته باشد مانند اوضاع ذرات ، سرعتها ، انرژی یک حالت کلان که بادما مشخص می‌شود . فشار وغیره .

کاملا " مستقل از بولتزمن وماکسول ، یک سیستم کامل وجامع ازمکانیک آماری گازها یعنی ترمودینامیک آماری را ویلاردگیبس پیشنهادکرد .این نظریه در جهت پیشنهاد بولتزمن اما بسیار کاملتر وجامع تر است . به نظر وینر (Norbert winer) پایه گذار علم سایبرنتیک که بعدا " از او بحث خواهیم کرد " گیبس با این کار مهمش پایهٔ علم جدیدی را گذاشت که ریاضی رابه فیزیک مرتبط می‌کند " .

با بیان اساس آماری اصل دوم ، نتیجه گیری شد که برخلاف اصل جهان شمول ثبات انرژی، اصل دوم با ریشه های آماریش درمورد تعداد بسیار عظیم ذراتی صادق است که ازحرکات کاملا " هرج ومرجی پیروی می‌کنند و اصل دوم محتملترین جهت فرایند رامشخص می‌کند . البته مبارزه با نتایج تفسیر مجزای آماری اصل دوم همواره وجود داشته وادامه دارد .دخالت خالق عالم در همین زمینه ها کاملا " مطرح است و نظرات متفاوتی از جانب دانشمندان الهی و مادی بیان شده که در بخش آخر از نظر خواهد گذشت . قدرمسلم ومتفق همهٔ ، این مطلب است که جهان به سوی تعادل هر استعدادی (پتانسیل) در حال پیشرفت است با محتملترین حالت . جهان درحال مصرف انرژی است که کسی (جل‌جلاله) روزی آنها را جمع کرده است . به عبارت دیگرمکانیزمی درجائی ازطبیعت وجود دارد که شاید با اصل دوم ترمودینامیک ناسازگار است .

یعنی درآنجاانرژی ممکن است جمع شود وآنتروپی کاهش یابد .

ممکن است روزی مکانیزمی کشف شود که گویای این مطلب باشد .

به موجب نظریه‌های پیدایش جهان :

از یک گاز هیدروژنی همگون وداغ در تاریخ عالم ساختهای متمایزی نظیر هسته‌های غامض اتمی ، ستارگان و سحابیهاخود بخود ایجاد می‌شوند . این با آنچه فوقا " در رویدادهای ترمودینامیکی بحث شد شاید در تناقض باشد . فرایندهای سازگار با اصل دوم ، باعث تخریب ونه تولید ساختها می‌شوند . گازها در بخشهای "الف" و "ب" مثال گذشته به صورتی متشابه توزیع می‌شوند و اختلاف حرارتی‌از بین می‌رود .حرکات ونوسانات اتمها به علت اصطکاک بسکون تبدیل می‌شود .آیا پیدایش جهان با اصل‌دوم در تناقض است ؟ این ظاهرا " نمی‌تواند درست باشد زیرا مبنای همهٔ بررسیهای‌پیدایش جهان ،اصول‌ترمودینامیک‌است ،مخصوصا " مطالعات‌سالهای اخیر پریگوگین (Prigogine) نشان‌داد که چگونه می‌توان شرایطی ایجادکرد که روایداهای هدری که باعث افزایش آنتروپی می‌شود به جای تخریب ساختهاباعث تولید آنها شود [۳] با بیان این مطلب ، نتیجهٔ گسترش قوانین آماری واحتمالی حاکم بر عالم ذره به مقیاس بزرگ تاحدی روشن شد .در پایان فصل ، مجددا " به این مقوله اشاراتی خواهیم داشت .

ب ـ اصل دوم برمبنای نظریه های اطلاعاتی :

در بحث زیر ، جنبه دیگری ازنظریه های جدید در اصل دوم‌مطرح‌می‌شود . درسال ۱۹۴۳ ، شانون (Shannon) رابطه بین‌آنتروپی واطلاعات را عرضه کرد : هرگاه دمای یک گاز بسمت صفرمطلق میل‌کند جسم به حالت جامد درمی‌آید وحرکات ملکولی آن متوقف می‌شود .بنابراین در این‌حالت ، وضع‌گاز کاملا " مشخص است واطلاعات در باره‌آن به‌حداکثر رسیده است .چنانکه می‌دانیم آنتروپی دراین حالت بطرف صفر میل کرده است (اصل سوم ترمودینا میک) . بنابراین ، رابطه ، بسیارساده‌است . اگرآنتروپی‌درحداقل باشداطلاعات درحداکثر است از طرفی دردماهای بسیار بالا اوضاع حرکات هرج ومرجی ملکولها مطلقا " تامطمئن‌است واطلاعاتی بیشتر از اینکه ملکولها در حال حرکت اند وجود نخواهد داشت . پس اطلاعات ملکولی دراین حالت به طرف صفر میل کرده و آنتروپی به حداکثر خود رسیده است . بنابراین ، آنتروپی (S) به طور معکوس با اطلاعات (I)رابطه خواهد داشت . امانظریه‌اطلاعاتی‌باهماهنگی با همان نظریه‌می‌گوید که :

(I=Klnw=-S) در حالی که w مانند قبل ، مشابه احتمال‌ترمودینامیکی‌است .بنابراین ، اطلاعات برابر مقدار منفی آنتروپی است وبریلوئین آن را نگانتروپی (Negentropy) نامید .

بنابراین اگر افزایش‌آنتروپی عبارت از مشکلی است که برای بازگشت سیستم به حالت اولیه‌موجود است ، بالابردن اطلاعات عبارت از میزان مشکلاتی است که برای تحلیل زیرحالاتی مثل مختصات ، سرعتهاوانرژیهای ذرات وجود دارد .

در فقدان‌اطلاعات درباره زیرحالات یک سیستم ، باید از انرژی ویانگانتروپی مصرف‌شود تاسیستم به‌یک‌حالت منظم تر درآید وآن وقت بتوان اطلاعات لازم را از آن استخراج کرد .

بایدتوجه داشت‌که اطلاعات ونگانتروپی بصورت تابعی از حالت سیستم به‌آن ارتباط دارند نه به ذکاوت و حافظه انسان آن گونه که گاهی به نظر می‌رسد . رابطه بین ترمودینامیک ونظریهٔ اطلاعاتی از این نیز نتیجه‌می‌شودکه تولید وجمع آوری اطلاعات معمولا " به بهای مصرف انرژی تامین می‌شود .

برای درک هر مطلب و نوشتن هرجمله و مقاله ای بایدانرژی‌مصرف‌کرد .اماهنوز رابطه کمی بین مصرف انرژی و اطلاعات اکتسابی در دست نیست . البته برداشتهای علمای مادی والهی در این‌مقوله متفاوت است که در بخش بعد به‌آن خواهیم پرداخت .

فرض کنیم انرژی حرارتی ، طبق معمول با معادلهٔ ($\delta q=T\Delta S$) وکار مصرفی به صورت $\delta A=T\Delta I=-T\Delta S$ نشان داده شود که‌در آن T عبارت از اغشاش حرارتی است که توزیع آن مانع انتقال اطلاعات می‌شود . این اغتشاشها دردماهای بالازیاد می‌شود وکارزیادتری‌لازم است تابرآنها غلبه کند . این مطلب مشکل دیگری را اضافه می‌کند . زیرا برای تعیین تغییر درنگانتروپی نه تنها باید میزان انرژی (کار) مصرفی را اندازه بگیریم بلکه لازم است دمای مطلق مربوط به‌انرژی‌مصرف شده را نیز محاسبه کنیم . اغتشاشاتی که مثلا " : انتقال سخنرانی‌سخنران ونوشته نویسنده وغیره را مختل می‌کند .

این مشکلات از نتیجه به کار بستن روش مصنوعی برای ایجاد تشابه بین اطلاعات ورابطه بولتزمن درمورد

آنتروپی پیدا شده است ،زمینه‌های جدیدی که هرگز درمقوله اخیر مطرح نبوده است .

بنابراین برای نظریه پردازان ، بسیارساده تر است کهرابطه‌ای بین آنتروپی واطلاعات برقرار کنند تا اینکه برای توجیه عملی آن مثالهای عددی عنوان کنند با همهٔ اینها حدود ۳۰ سال‌قبل این‌رابطه‌به طور کامل عرضه شد که نظریه اطلاعاتی (ونه برعکس آن) برای توسعهٔ سیستم جهان شمول دقیق ترمودینامیک اساسی است . نتایج مربوط به فرایندهای برگشت پذیر وبرگشت ناپذیر را تریبوس (Tribus) — که نویسندهٔ مقالهٔ شانس درکشاگردی او را داشت (1966) از یک گروه از معادلات اساسی‌به‌دست آورد . لازم به‌یادآوری است‌که پیش‌ازاین تلاش ،ترمودینامیک‌فرایندهای‌برگشت‌پذیر (ترمودینامیک کلاسیک فرایندهای ایدئال) و ترمودینامیک فرایندهای برگشت ناپذیر (فرایندهای‌واقعی) هر دو به‌صورت دومقوله مستقل از هم وجود داشتند . اول فرض می‌شود که فرایندهای واقعی ، ایدئال ویا برگشت پذیرند ، سپس آثار برگشت ناپذیری فرایند با ضرایب تعیین شده از راه تجربه وارد محاسبه می‌شود .درضرائب‌ثانوی ، نرخ افزایش آنتروپی که برای ملاحظات حالت برگشت ناپذیری لازم است به‌طور مستقیم وارد معادلات اولیه می‌شود . ضرائب ثابت تجربی ، مانند ضریب‌هدایت‌وصدور حرارتی دراین حالت نیز لازم‌اند اما از همان مراحل اول وارد معادلات می‌شوند . [۱]

در اینجا می‌توان یک سئوال جالب مطرح کرد:چه مقدارآنتروپی دریک مقاله علمی وجود دارد ؟

پاسخ این است : اگر مقاله دارای صفحات کم باشد و مقدارزیادی اطلاعات را دربرگیرد دراین حال آنتروپی‌آن کم‌است وخلاف آن‌نیز صحیح است آنتروپی به تناسب تعداد صفحات ، افزایش می‌یابد . [۴]

به همین گونه‌یک‌سخنرانی طولانی کم محتوی ،مقدار زیادی آنتروپی دارد . برعکس گفتار کوتاه پرمطلب ، دارای آنتروپی کم است .

ج ــ اصل دوم وسایبرنتیک (Cybernetics)

در اینجا آنتروپی‌وسایبرنتیک ، مطرح خواهد بود .

سایبرنتیک‌راوینردرسال ۱۹۴۸ به عنوان علم‌کنترل وارتباطات وفرایند واطلاعات مطرح کرد . او ، ضمن قدردانی از گیبس ، ازکارهای‌بزرگ‌آماری او استفاده کامل کرد . واساس این علم را که به عنوان "علم حاکم " مطرح شد بنانهاد ، علمی که نحوهٔ کنترل وارتباط درجانداران ودر ماشینها را پیش‌بینی می‌کند . بنابراین ، تعجب ندارد اگر سایبرنتیک و آنتروپی که دارای ریشه‌های مشترک اند دو خواهر محسوب شوند .نظریه کنترل مورد بحث در سایبرنتیگ،منحصربه‌یک میدان خاصی نیست بلکه‌کاربرد عمومی دارد و همین آن را مشابه ترمودینامیک‌می‌کند .کنترل (مانند عملکرد یک ماشین حرارتی) ، یک فرایند بسته است . یعنی چرخه ای است که برروی مدار بسته عمل می‌کند وعبارت است از واحد کنترل کننده ، واحد کنترل شونده ومجاری ارتباطی پیش خورد و پس خوردی که اطلاعات را حمل می‌کنند . عملیات کنترل (فرماندهی) ،عملا " عبارت از اطلاعات در بارهٔ عملیاتی است که برای واحد کنترل شده لازم است و متشکل است از اطلاعات‌فرماندهی ،اطلاعات‌دربارهٔ‌حالت‌واحدوداده های دیگری که ازواحد کنترل شده به واحد کنترل کننده می‌رسد و "اطلاعات حالت" نام دارد . بنابراین ، کنترل عبارت است ازفرایندجمع‌آوری ،پردازش ،تبدیل‌واطلاعات‌ارتباطی برای انجام عملیات . هر سیستم جاندار ویا بیجان که‌این عملیات را انجام می‌دهد یک ماشین سایبرنتیگ است .

حالت نخستین‌چنین‌ماشینی ، نامطمئن و آنتروپی آن درحد برین است به مجرد اینکه این ماشین شروع به‌کار کند ،اطلاعاتی دریافت‌می‌شود که مایهٔ کاهش عدم‌اطمینان یا عدم قطعیت در آن می‌شود ، گوناگونی انتخاب ، کاهش می‌یابدورفتار سیستم را قابل پیش بینی می‌کند . بنابراین ، آنتروپی‌آن‌کاهش‌می‌یابد .کاهش‌گوناگونی ، یکی از روشهای اساسی کنترل است . سایبرنتیگ بخشی به نام آنتروپی انتخاب‌دارد .این‌مفهوم ، اجازه می‌دهدکه بازده ماشینهای سایبرنپتک‌ازجهت‌ماموریتی‌که دارند مقایسه شوند . در این مقولهٔ ماشینهائی برتری دارند که کمترین اطلاعات راالازم داشته باشند . بقیه آنها از "افزونی پیام "(redundency ــ Message)در زحمت خواهندبود .برای مثال ،جوانی که جهت انتخاب همسر ، پنج معیار داشته باشد در مقایسه با آنکه فقط یک معیار برای انتخاب دارد از "افزونی پیام " رنج‌می‌برد .

اخیرا "ثابت شده‌است راه‌حل‌انرژتیک برای کنترل (براساس تحقیقات در جریان وتبدیل انرژی درسیستمهای کنترل) به همان اندازهٔ راه حل اطلاعاتی ــ سایبرنتیکی ، ارزش دارد .

د ــ اصل دوم و حیات :

به عقیدهٔ وینر ، آنزیمها ممکن است همان عمل شیطانک ماکسول راانجام دهند وباعث کاهش آنتروپی شوند . بریلوئین با تجربیاتی که در علوم ترمودینامیکی واطلاعاتی داشت متعجب بودکه چگونه حیات واصل دوم در موضوع برگشت ناپذیری زمان ، مثالهای بسیار مشترکی هستند . این امر رابطهٔ نزدیک بین این دو رانشان می هد . یک گیاه ویک حیوان ویا انسان مثال درخشان یک سیستم شیمیائی اند که در حالت تعادل ناپایدارند . آنها اوضاعی بسیار نامحتمل با آنتروپی کم دارند .این ناپایداری مخصوصا " بعداز مرگ کاملا " روشن می‌شود . اصل دوم ترمودینامیک ، حکم فنا و نابودی است .

البته این حکم درعالم بیجان ازقبل صادر شده است .

در مورد جانداران ، نیروی حیات ، این حکم را به تاخیر می‌اندازد واجرای آن را به موعدی که برای هیچکس معلوم نیست موکول می‌کند .

شرودینگر که معادلات موج مکانیک کوانتمی مربوط به اواست دراین بارهٔ ، اظهار نظرهائی دارد که درکتاب " زندگی از نظر علم فیزیک چیست ؟ " مطرح کرده است البته ادعا براین است که این کار با ترمودینامیک آماری گیبس و نظریه کاشف ژنتیک یعنی مندل سازگار است ولی در هر حال ، کارشرودینگردر این زمینهٔ ، بسیار جالب می‌نماید . به‌موجب "قوانین جهانی بیولوژی " که مفهوم آن از نظر ترمودینامیک آشکار است : حالت متعادل در عالم بدون حیات ، پایدار است . حالت نامتعادل در جانداران نیز پایدار است . بالاخره سیستمهای جاندار ، حامل انرژی آزادند که می‌تواند برای پشتیبانی حالت نامتعادل در شرایط مشخصی ، آزاد شود . شرودینگر عقیده داشت که سیستمهای جاندار نسبت به محیط نامتعادل‌اند . و این عدم تعادل ، از راه مبادله مداوم غذا ، آب ، تنفس وغیره بین سیستمهای بازجاندار و محیط پشتیبانی می‌شود . اما با این مبادله به تنهائی چیزی حاصل نمی‌شود . مثلا " هر اتمی از نیتروژن واکسیژن وگوگرد به همان خوبی اتمهای دیگراست .شاید هدف از مبادله ، جذب انرژی باشد ؟ ولی انرژی در یک موجود بالغ کاملا " مشابه آن است که در کمیت دیگری از ماده موجود است . بنابراین با جابه جائی مثلا " یکژول به وسیله دیگری چیزی را تغییر نمی‌دهد . و اما در مورد سیستمهای غیر متعادل بیجان چه می‌توان گفت ؟ [۴]

اگر یک سیستم بیجان نسبت به محیط خارج خود از تعادل خارج شود و مجزا باشد حرکاتش به سرعت متوقف می‌شود . اصطکاک ، هدایت حرارتی و واکنشهای شیمیائی و غیره استعدادها (پتانسیلها) را به تساوی می‌کشاند و سیستم فرو می‌پاشد و به‌صورت یک جرم خنثی در یک حالت تعادل ترمودینامیکی با حداکثر آنتروپی در می‌آید . بنابراین همه چیزدرطبیعت (ازجمله سیستمهای جاندار) آنتروپی محیطش را افزایش می‌دهد .آنتروپی درسیستمهای جاندارنیز افزایش می‌یابد یعنی تولید آنتروپی مثبت می‌کنند و به‌حالت حدبرین آنتروپی می‌رسند (مرگ) .

بنابراین ، حالت غیرمتعادل در سیستمهای جاندار به‌وسیله برداشت آنتروپی منفی (نگانتروپی) از محیط خارج پشتیبانی می‌شود .مقصود متابولیسم عبارت از دفع آنتروپی مثبت وبرداشت آنتروپی منفی است . اما هرچه آنتروپی بیشترشود بی‌نظمی بیشتر می‌شود وبه‌عکس .بنابراین ، برداشت آنتروپی منفی یعنی "برداشت نظم " و افزایش انتظام در موجود آلی .

دونوع مکانیزم مختلف برای تولید پدیده های نظم یافته موجود دارد . یکی مکانیزم آماری که نظم را از بی‌نظمی ایجاد می‌کند .و مکانیزم دیگر که نظم را از درجات پائین‌تر نظم برقرار می‌کند . از اصل ثبات انرژی ، هیچ گونه انتظار مساعدت برای بیان این مکانیزمها نباید داشت . ظاهرا " باید آنها براساس اصل دوم بیان شوند .

حیوانات ازترکیبات آلی نظم یافته تغذیه می‌کنند . یعنی انسان وحیوان باتغذیه از انواع گوشت ومواد نشاسته‌ای و میوه ها و ..... با به کار بستن غذاهائی که نظم درآنهاایجاد شده این موادرا با وضعیت پست ترونا منظم‌تر تحویل محیط می‌دهندتا جذب گیاهان شوند .موجود اخیر از طریق جذب اشعه خورشید که به وسیله آن میزان نظم مواد با درجه پست درکلرفیل زیاد می‌شوند تولید آنتروپی منفی می‌کند . این عمل ، فتوسنتز است و چرخه‌ای قابل تکرار .این تنها فرایند خود به خودی طبیعی در روی زمینی است که در آن آنتروپی به هزینهٔ انرژی "آزاد " خورشیدی کاهش می‌یابد . فتوسنتز به زمین حیات می‌دهد این فرایند ، سالیانه ۸۰ بلیون تن مواد آلی تولید می‌کند که ده برابرمقدار مواد سوخت فسیلی (ذغال سنگ ، نفت ، گاز) است که در همان برهه از زمان استخراج می‌شود . چون درجهٔ نظم سیستمهای جاندار قادراست که از خود پشتیبانی کند وپدیده‌های منظم تولید کند قوانین جدید مناسب باید به کار گرفته شود .

تجزیه وتحلیل مانفردآیگن (Eigen)، برندهٔ جایزهٔ نوبل درزیست شناسی نشان داد که منشاء اغلب رویدادهای زیستی رابایددر "خودسازماندهی" ماده‌جستجو کرد. البته‌شبیه این بحث درگفته‌های صدرالدین شیرازی هم وجوددارد" وجود ماده، تنظیم حرکات وحوادث داخلی خود را عهده دار است." [۳]

مطلب منطقی بعدی این است که واقعا" در ادارهٔ این‌سیستم استوار جهان شمول، روح که همراه با خود جسم ایجادمی‌شود چه نقشی دارد؟ درجهانی که انرژی در آن در حال انحطاط‌است ودرجات‌بی‌نظمی به‌بهای‌نظم‌درحال فزونی وبالاخره آنتروپی درحال افزایش است آیا درگذشته دور نبایدعکس این وقایع اتفاق افتاده باشد؟ اگراین گونه‌نبوده پس چگونه منابع قدرت ومواد در روی زمین ومنظومه شمسی جمع شده است؟آیا زمان تجدید این حیات پس از انهدام ونیستی مجددا" نمی‌آید؟ حتی هم اکنون، انرژی تجمع پیدامی‌کند وآنتروپی کم‌می‌شود ولی‌سرعت عمل آن کم است این همان پدیدهٔ فتوسنتزاست که قبلا" راجع به اهمیت آن در حیات بحث شد.

پاسخگوئی دست اندرکاران الهی ومادی به این سئوالها متفاوت است که در بخش بعد خواهد آمد.

هـ ـ اصل دوم و جهان بزرگ:

با اینکه‌موضوع این بخش، ملاحظات ریزسنجی اصل دوم است‌وضمنا "بحثهای گذشته اغلب راجع به‌جهان اطراف بود، در مقیاس سماوی وذرات بنیادی یعنی درجاهائی که سرعتها به‌سرعت‌نور نزدیک‌می‌شوند، تصویراصل‌دوم غامض‌تر می‌شود. در این بخش پایانی مقاله بسیار به اختصار مطالبی در این باره عرضه می‌شود. ماده درمکان وزمان دارای مفهوم است. زمان‌بیانگر حوادث‌متوالی است اما فقط در یک جهت. مکان عبارتست از محل ترتیب اشیاء درسه بعد. به موجب فرضیهٔ نسبیت‌عام که‌درآن نیروی گرانشی عمل می‌کند زمان، بعدچهارم فضای‌نااقلیدسی‌است،جریان زمان و اوضاع اجسام به سرعتهای آنان بستگی دارد وخواص هندسی: مکان ـ زمان پس ازحضور جرم ومیدانهای‌گرانشی تغییر خواهد کرد. اگر سرعت‌جسم به‌حدودسرعت نوربرسد، زمان "کند می‌شود" و فضا "منحنی" خواهد شد. [۶]

بنابراین دراین شرایط فیزیک کلاسیک وبرداشتها" مطلق گرائی "آن که زمان ومکان را مستقل از حرکت می‌داند ناپذیرفتنی خواهد بود.

امادرجهان سرعتهای معمولی، زمان و مکان هردو همگن اند (مکان در تمام جهات نیز خواص یکسان دارد) معنی‌این عبارت‌این است که زمانهای مختلف جایگزین هم می‌شوند، ولی طول جسم‌یکسان می‌ماند، و یعنی گذاردن ابعادمنفی مکان به‌جای بعدمثبت در معادلهٔ مربوط، نتیجه را تغییر نمی‌دهد. بنابراین اصل اول ترمودینامیک (ثبات انرژی) ناشی‌از همگن (یامتقارن) بودن زمان است. زیرا جریان زمان به‌خودی خودنمی‌تواند سبب تغییر حالت سیستم بسته شود وبرای این کار، انرژی باید مصرف شود. همچنین اصل ثبات مقدار حرکت، ناشی از همگنی مکان است زیرا حرکت در سیستم بسته، خودبه خود نمی‌تواند تغییری درحالت سیستم به وجود آورد. تغییر حتما" از واکنش با سایر سیستمها تولید می‌شود. اصل ثبات مقدار حرکت زاویه‌ای، ناشی‌از یکسان بودن خواص مکان در تمام جهات است. (Isotropic)

ممکن است نتیجه گیری شود که همزمان، دو نوع سنجش حرکت باید وجود داشت باشد یک اندازه‌گیری غیر برداری (انرژی) و یک سنجش برداری (مقدار حرکت). در مکانیک‌کلاسیک‌رابطه‌ای‌بین‌مکان‌وزمان‌موجودنیست بنابراین دو اندازه گیری نامبرده‌به‌طورمستقل وجود خواهد داشت. در نسبیت، آنها به صورت مولفه‌هائی از سنجش جهانی حرکت وارد می‌شوند: یک بردار چهار بعدی "انرژی ـ مقدار حرکت". به این ترتیب نتیجه می‌شود که اصل ثبات انرژی در فضای ناهمگن وناااقلیدسی مکانی ـ زمانی قابل نقض است. بنابراین، امکان آن وجود دارد که "جریان زمان، منشاء انرژی باشد". انحنای مکانی زمانی ممکن است باعث‌تولیدخستگی اضافی در سیستم شود بدون اینکه مقدار حرکت کلی آن تغییر کند. به‌این ترتیب امکان این هست‌که درآینده‌درجهان ریز ویادر جهان درشت، شکلهای جدیدانرژی‌پیداشود و ممکن است انرژی جدیدی کشف شود که‌موجب‌تشعشع دیگری‌علاوه برواکنشهای اتمی فعلی‌خورشید باشد.

ملاحظات‌جدید نشان‌می‌دهدکه‌فعالیتهای‌خورشیدی وانفجارهای هسته‌ای در کهکشانها وکوارزهاممکن است با واکنشهای ذوب‌هسته‌ای قابل بیان نباشد. با وسیع ترشدن اکتشافات فضائی، منابع جدید انرژی در حال کشف است. "انرژی خلا" یکی از آنهاست. خلاء فضائی عبارت از یک

مجموعه فوق چگال یا سازه دانه‌های بسیار ظریف است ، در حالی‌که مواد عادی ممکن است در این خلاء ، کمیاب باشند . در چگالی حیرت انگیز 10^{39} گرم/سانتیمتر مکعب (به موجب محاسبات این‌نظریه) ،نیروهای‌شگرف‌گرانشی در بین‌دانه‌های این‌خلاء‌حکم‌فرماست که موجب چنان انحنائی محلی درمکان ـ فضا شده‌و "انرژی خلاء " ممکن است در داخل محفظه‌های سازه دانه ظریف‌شده‌چنان‌آب بندی شده باشد که‌از خودهیچ وجودی نشان ندهند . ایجاد چنین خلاء در زمین ، مستلزم فشار بی‌اندازه زیادی است که تولید آن ممکن نیست اما در هوارهای‌گرانشی ستارگان این مهم انجام پذیر است . [۴] به‌این ترتیب‌ممکن است یک نوع تقارن جدید زمانی ـ مکانی کشف شود که جهان شمول باشد وبه‌روابطی بینجامد که‌بسیار جامع ترازاصل ثبات انرژی باشد ومنتج به کلی نگری در این مقوله شود .

در بین علوم ،ترمودینامیک ، ملکه علوم جهان نام گرفته است و اگر انرژی با این دیدگاههای جدید گویای زیبائیهای حیات‌دراوست‌آنتروپی سایه مرگباراو خواهد بود ، زیرا حاصلی جزفرسودگی‌ـ انهدام ـ پیرشدن‌ونیستی‌ندارد . رابطه افزایش‌آنتروپی درجهت زمان از موضوعات جالب‌توجه است . چون با شرح بالا ، قوانین مکانیک کلاسیک برای زمان همگن ، حکایت‌ازتقارن دارد ممکن است نتیجه شود که تقارن درملاحظات آماری متکی براین قوانین ، حفظ شده است . در حالی که‌لاندو (Landau) و همکاران ثابت کرده‌اند که‌این گونه نیست . آنها به این نتیجه رسیده‌اند " دو جهت زمان در مکانیک کوانتمی یکسان نیست و اصل انحطاط انرژی ممکن است یک بیان درشت سنجی برای این موضوع باشد " البته این ارتباط هنوزبه‌طورکامل‌آزمایش‌نشده و هنوز کسی نتوانسته وجود آن‌را ثابت کند . [۴]

در بین تمام‌خواص ماده ، آنتروپی تنها چیزی است که بدون ابهام‌بازمان تغییر می‌کند (در سیستم بسته افزایش می‌یابد) .این اثر ،گاهی‌به‌عنوان دلیلی برای برگشت ناپذیر بودن تغییرات زمان از گذشته به آینده تغییر می‌شود . ولی نباید فراموش کرد که‌آنتروپی ، فقط یکی از خواص ماده است اما زمان ،استناد جهان شمولی دارد که خود را در کلیه‌سطوح ساختارها نشان می‌دهد . به علاوه فرایندهائی که‌با کاهش آنتروپی همراه اند ممکن است در سیستمهای بازاتفاق بیفتند (مثلا " درموجودات زنده) و همچنین در عالم ذرات .

اما دراین حالت نیز زمان بطور برگشت ناپذیر از گذشته به‌آینده درحال تغییر است . حتی در یک سیستم بستهٔ حرارتی (آدیاباتیک) که تعادل حرارتی و حدبرین آنتروپی‌درطی زمان‌برقرار شده است نه واکنشهای بین‌اتمها و مولکولها و ذرات دیگر متوقف شده است و نه واکنشهای غیرمستقیم‌آنهابااجسام‌دیگر از طریق میدانهای برقاطیسی و یاگرانشی وازطریق نوترنیو (Neutrinos) تمام این فرایندها درطی زمان اتفاق می‌افتد . بنابراین افزایش آنتروپی نمی‌تواند سبب برگشت ناپذیربودن‌زمان به حساب آید . مطلب اخیر به‌علت نامتقارن بودن ـ برگشت ناپذیر بودن روابط اتفاقی بین کلیه سیستمهاست . اگر این صحیح نبود دودوروشنائی‌وگرمای ناشی از سوختن چوب مثلا "باید می‌توانست به صورت چوب ابتدایی درآید و چوب تبدیل به درخت شود و سپس‌درخاک به صورت دانه ناپدیدشود . به عبارت‌کلی ،گسترش کلی جهان ، مرکب از تغییراتی است که چرخه‌ای‌وبرگشت‌ناپذیراست ولی بی‌سمت‌و جهت‌نیست . ماده می‌تواند آن طرف تمام مرزها درجهات مختلف در سیستمهای بی‌نهایت مادی یعنی کل جهان تغییر کند . در این‌جریان ، زمان وتحولات تا این جهان برپاست ادامه دارد .

برای نتیجه گیری از مطالب گفته شده در مقاله ، جدول مقایسه زیر عرضه می‌شود .

جدول مقایسه تحولات برگشت پذیر وبرگشت ناپذیر

پایه های فرایندهای برگشت پذیر (ایدئال)	پایه های فرایندهای برگشت ناپذیر (واقعی)
نظم ملکولی در سیستم .	بی نظمی در سیستم .
مسیرهای معین حرکت (معینی‌گری) .	مسیرهای نامعین (نامعینی‌گری) .
حاکمیت قطعیت در سیستم (اطمینان) .	حاکمیت عدم قطعیت در سیستم . (عدم اطمینان) .
سیستم بدون برخورد ملکولی .	سیستم با برخورد ملکولی همراه مسیر آزاد متوسط .
سیستم با تعادل ناپایدار .	سیستم با تعادل ــ پایدار .
حاکمیت روابط علیتی در اجزاء .	پیروی نکردن اجزاء از روابط علیتی
حرکات بدون اصطکاک .	حرکات همراه با اصطکاک .
حداکثر تعصب درانتخاب .	حداقل تعصب در انتخاب .
غیر محتملترین وضع حاکم برسیستم .	محتملترین وضع حاکم برسیستم .
تمایل به‌حداقل تولید آنتروپی (۱) .	تمایل به حداکثر تولید آنتروپی (۲)
وجود حداکثر اطلاعات در سیستم .	وجود حداقل اطلاعات در سیستم .
عدم نیاز به روابط آماری در سیستم .	نیاز به روابط آماری در سیستم .
وضعیت غیر اتفاقی‌وغیر تصادفی در سیستم .	وضعیت اتفاقی وتصادفی حاکم برسیستم .
سیستم قابل پیش بینی .	سیستم غیر قابل پیش بینی .
عدم وجودگوناگونی در سیستم .	وجود گوناگونی در سیستم .
ماشین سایبرنتیک با بازده عالی .	ماشین سایبرنتیک با بازده نامشخص
عدم انحطاط سیستم دراثر طی زمان .	انحطاط ونابودی سیستم دراثر طی زمان .
(۱) مثال : فقط پدیده فتوسنتز .	(۲) مثال : کلیه پدیده‌های طبیعی الی مادی .

یادآور می‌شود که جدول بالا تنها از نظر مقایسه اصطلاحات واسامی به کار رفته همراه ریشه‌های مشترک این اصطلاحات عرضه شده است. مثلا "باوجود آنکه عدم قطعیت هایز نبرگ ناشی از خطاهای اندازه‌گیری و آنتروپی کل کمیت در حال سنجش است، ولی اگر وضع ایدئال و فرایندها همراه اصول علیتی بود نه عدم قطعیتی پیش می‌آمد و نه به قول شرودینگر در حاکمیت مطلق گرائی اصول علیتی، اگر واما وارد می‌شد بهرحال وجود ریشه‌های مشترک مادی بین تمام این مقولات انگار ناپذیر است اما نباید دراین تقسیم بندی راه دقیق سیستم بسته وسیستم باز مثلا " کیفی وکمی را وارد کرد.

۴ ــ نتیجه گیری ونقد بربرخی دیدگاهها

در هر یک از بخشهای گذشته نتیجه گیریهای لازم عرضه شد. پس واقعا "، مطلبی برای نتیجه گیری کلی باقی نمانده است:

اصل دوم ترمودینامیک از مرزهای یک اصل در درس مدرسه‌ای خارج شده واگربه حق، خود این رشته علمی مهم، عنوان ملکهٔ علوم تجربی را به خود اختصاص داده است حقیقتا " اصل دوم آن، بیانگر کهولت وپیرشدن کل هستی وسایه شنل ملکه‌ای است که مرتب برگستردگی دامن آن افزوده می‌شود و جهان را تدریجا " به سوی پایان ونابودی کامل می‌کشاند. از ساعت وقوع مرگ کلی عالم، کسی آگاه نیست. درست است که صددرصد نمی‌توان جریان زمان وافزایش این سایه را هماهنگ دانست اما این حقیقت انگار ناپذیر در جریان کلی عالم است که ماشین زمان وماشین تولید آنتروپی را همراه کرده است.

نتایج اصل دوم درارکان سایر علوم مانند علوم اجتماعی، اقتصادی، اخلاق و زیست شناسی نیز وارد شده است وحتی متقدمان، کتب مفیدی نیز در زبان فارسی دراین مقولات منتشر کرده‌اند.

در این مقاله، نتایج مهم آماری گیبس ــ وماکسول وبولتزمن وهمچنین اهمیت محاسبات احتمالات در بیان اصل دوم به اجمال، گزارش شد.

در زمینه‌های بسیار جدید نظریه های اطلاعاتی و بالاخره سایبرنتیک حاکمیت متقابل اصل دوم مطرح شد. پیشنهادهای کوانتمی پلانک وسایرین وبالاخره محققان علوم کامپیوتری برای همیشه، مسئله شیطانک ماکسول را بایگانی کرد، وبراعتبار بی‌چون وچرای اصل محال بودن جلوگیری از گسترش سایه ملکه علوم برجهان صحه نهائی گذارد. دراین راستا برنویسندگانی که باپیروی از یک ملک وحزب راه تعصب و کوردلی طی می‌کنند انتقاد وارد است: کتاب آقای الکسییف (Alekseev) در موضوع "انرژی وآنتروپی " [۴]

یکی از مراجع مهم این مقاله است و نویسنده با تسلطی که برعلوم پایان قرن بیستم داشته است اتصافا " حق مطلب را بیان کرده. متاسفانه احتمال زیاد به دستور ایدئولوگهای مارکسیست، اغلب کتبی که در کشور همسایهٔ شمالی ما به زبان انگلیسی ترجمه می‌شود وبه ایران می‌آید محتوی تبلیغات زیادی برای حزب کمونیست و مارکس و انگلس است. در حالی که علمای بزرگ فیزیک مانند پاسکال، دکارت، نیوتن مخصوصا " آلبرت انشتین ودر راس این هرم، ماکس پلانک بوجود مبداء خالقی برای جهان به طور صریح وآشکار اقرار کرده‌اند واغلب باخشوع کامل نسبت به او (جل جلاله) احترام گذشته‌اند، نویسندهٔ کتاب با اطاعت از برنامهٔ از پیش تعیین شدهٔ حزبی، اصرار به رسوخ عقاید مادی خودوجازدن نام انگلس ونظرات ماتریالیسم درلابلای کتاب دارد. واین از عجائب است که نامبرده هرگز منکر شخصیت پلانک نیست اما احترام برای کلمات قصار انگلس راکه گاهی چندان ربطی به مطلب ندارد بربیان خداشناسی پلانک ــ این نابغهٔ بزرگ قرن که رابطه کوانتمی پیشنهادی او به گفته بسیاری، منشاء الهها می‌داشته ترجیح داده است. متاسفانه این تحجر فکری، منحصر به کتاب مزبور نیست. کتب علمی دیگری هم درکشور همسایه شمالی چاپ و به ایران وارد شده که در آنها شعارهای ورشکسته مارکسیستی وجود دارد.

اساس فلسفه ماتریالیسم تاریخی بردگماتیسم علمی است وجای تعجب است که در همین کتاب، نویسنده ضمن عنکبوتی شناختن دکماتیستها و مورچه‌ای خواندن آنان در مرحله بعد تنها زنبور عسل را ملاک عمل صحیح قرار داده است! امروزه که اصول مکانیک کوانتمی واصل عدم قطعیت آن را مبنایی علوم جدید به شکل زیر بنایی، استوار کرده است، ماتریالیزم به صورت یک مکتب قدیمی وبایگانی شده در آمده است. اینک آشکار شده است که چرا در زمان طرح نسبیت خاص وعام، حزب کمونیست رودرروی آنشتین قرار گرفت وصحبتهای او را غیر علمی دانست!

با گذشت زمان وحوادث شگرف سیاسی اخیر، امید است فشار شیطانی حزب کمونیست برمولفان ونویسندگان

کتب برداشته شود. چه بسا علما و متفکرانی از ترس پلیس ایدئولوژیک حزبی در دل، حرفهای دیگری دارند اماناگزیر از تقریر مطالب غیر علمی اند.

این اظهار نظر نه تنها در بارهٔ این کتاب بلکه در بارهٔ همهٔ کتابهایی‌که به همین نحو وارد کشور می‌شوند و در اختیارهمکاران‌محترم‌ودانشجویان عزیز قرار می‌گیرند درست است. کتب وارداتی غربی‌حداقل این‌مزیت را دارد که خنثی است هرچنددرمیان‌برخی‌ازآنهامخصوصا "کتاب ترمودینامیک آقای وان‌ویلن [۵] در هنگام بیان جهان شمولی اصل دوم به‌طور آشکار نسبت به‌وجود خالق عالم، تعظیم و تکریم شده است.

درست است که در اثرمواضع غلطکلیسا (ونه‌مسیحیت واقعی) ماتریالیزم، فرصت را غنیمت شمرد ودر زمان شکوفا شدن علوم برکلیسا غلبه کرد، اما علائم بسیاری در طلیعهٔ قرن بیست ویکم درحال پیدایش است که‌آثار وجودی خدا را نه تنها برای علمای واقعی کاروان بزرگ علم بلکه برای بسیاری ازخردمندان ثابت خواهد کرد وگرهها و بن‌بستهای علمی وفلسفی واجتماعی را که در اثر انکارش مشکل آفرین شده است بازو گشوده خواهد کرد.

فهرست منابع:

1) Hatsopoulos and Keenan,"Principles of General Thermodynamics",John Wiley New York 1965.
2) C.h. Bennett,"Demons engines and The Second Law",Scientific American,Nov. 1987.
3) "EINFUhrung in die relativistische Astrophysik "R. H. SEXL F. Viewey Sohn,1979. ترجمه‌رضامنصوری
4) G.N. Alekseev,"Energy and Entropy," Mir,Moscow,1986.
5) G.J. Van Wylen"Thermodynamics"John Wiley,New York,1959, 1985.
6) Nigel Calder"Einsteins universe" Pelican Books,U.S.A 1983.
7) V. Rydnik,"ABC of Quantum MECHANICS,"MIR MOSCOW,1968,