ماده و اطلاعات

پژوهشی در نظریه‌ی عمومی سیستم

مهدی یحیوی

۱ـ ماهیت اطلاعات

اطلاعات واژه‌ی کهنه‌ای است که معناهای تازه‌ای در زمان ما پیدا کرده است. این مقوله که پیش از این همواره با مفهوم‌هایی چون دانش، آگاهی و خبررسانی مترادف بوده است. اینک هم‌چون سیاله‌ای دیجیتالی در نظر آورده می‌شود که در رایانه‌ها و ماشین‌های پردازشگر جریان می‌یابد، به‌سرعت نور و برق مخابره می‌شود، ارتباط افراد را با جلوه‌های صوتی و تصویری برقرار می‌سازد، و هم چون نیروی محرکه‌ای دستگاه‌های کنترل و هدایت را در زمین و آسمان به‌کار می‌اندازد.

اطلاعات در این معنای تازه دیگر مقوله‌ای از نوع ذهن نیست، بلکه کمیت سنجش‌پذیری است. هم‌چون جرم و انرژی که با واحدی به‌نام بیت اندازه‌گیری می‌شود و در کنار سایر ویژگی‌های فیزیکی ماده به‌عنوان کمیت نظم و آرایش (آنتروپی) در نظر آورده می‌شود.

بی‌شک برداشت ما از بسیاری از مفهوم‌های کهنه مانند زمان و مکان، ماده و نیرو در پرتو دانش و فن‌آوری عصر جدید تغییرهای بنیادی یافته است، اما در مورد اطلاعات، این تغییر از نوع دیگری است، چه در این دگردیسی، گویی مقوله‌ای کیفی به‌موجودیتی کمی و اندازه‌پذیر بدل شده و عنصری ذهنی به‌واقعیتی عینی تبدیل شده است. چنین دگرگونی و تغییری هرچند در تاریخ علم بی‌سابقه نیست، اما ناگزیر این پرسش را پیش می‌آورد که آیا مفهوم‌های ذهنی دیگری مانند ادراک، احساس، نیکی و زیبایی نیز روزگاری به‌صورت کمیت‌های اندازه‌پذیر درنخواهند آمد؟ این مساله در اصل یک پرسش فلسفی است که جوهر و ماهیت مقوله‌ها را مورد جست‌وجو قرار می‌دهد و خود سابقه‌ای طولانی در تاریخ فلسفه و اندیشه‌های بشری دارد. موضوع ماده و اطلاعات به‌نوعی یادآور بحث دیرین ماده و ذهن یا جوهر و شکل است که به‌تقریب همه‌ی فیلسوف‌های شرق و غرب و از یونان باستان تا عصر حاضر به‌گونه‌ای به‌آن

پرداخته‌اند و هرکدام به‌نوعی کوشیده‌اند تا رابطه‌ی این دو راگاه با برتر دانستن یکی و تقدم آن بر دیگری به‌شیوه‌ی افلاتونی و گاه با هم‌ارزی و لازم و ملزوم دانستن آن دو به‌روش ارسطویی در یک دستگاه منسجم فلسفی تفسیر کنند.

قصد ما در این نوشته به‌هیچ رو داخل شدن به‌دهلیزهای بحث‌های فلسفی نیست، بلکه تنها اشاره‌ای است بر این معنا که بحث ماده و اطلاعات رویکرد تازه‌ای است. به‌همان مناظره‌های دیرین فلسفی که نظریه‌های نوین سیستم مجال بازگشایی آن را در چارچوب مفهوم‌های تازه‌ی علمی فراهم آورده است و برای یافتن پاسخی بر پرسش خود به‌بررسی این مفهوم‌ها در قالب نظریه‌ی سیستم می‌پردازیم.

۲ـ نظریه‌ی سیستم

نظریه‌ی عمومی‌سیستم[1] همراه با نظریه‌ی اطلاعات[2] و مبحث سیبرنتیک[3] از عرصه‌های نوین اندیشه‌ی علمی است که همگی در میانه‌های سده‌ی بیستم مطرح شده است و نام بزرگانی هم‌چون برتالان‌فی[4]، شانون[5]، وینر[6] و بسیاری دیگر از اندیشه‌پردازان و پژوهش‌گران امروز را

1. General System Theory 2. Information Theory 3. Cybernetics

۴. Ludwic-van-Bertalanfe، لودویک وان برتالان فی (۱۹۰۱ـ۱۹۷۲) دانشمند زیست‌شناس مجارستانی‌الاصل که در اتریش تحصیل کرده و به‌هنگام جنگ جهانی دوم به‌آمریکا و سپس کانادا مهاجرت کرده‌بود. وی در سال ۱۹۴۵ با انتشار کتابی تحت عنوان نظریه‌ی عمومی‌سیستم به‌تشریح مفهوم‌های کلی سیستم پرداخت.

هدف اولیه‌ی برتالان فی در این نظریه بررسی مفهوم حیات و تفاوت‌های اساسی سیستم‌های زیستمند (ارگانیک) با فرایندهای شیمیایی ـ فیزیکی بود، به‌طوری که با ارایه‌ی الگویی برای سیستم‌های باز ویژگی‌های ترمودینامیکی ارگانیسم‌های زنده و ناسازگاری آن با اصل دوم ترمودینامیک را نمایان ساخت. این نظریه پس از آن به‌وسیله‌ی برتالان فی و دانشمندان دیگر در قالب یک الگوی جامع نظری گسترش یافت.

۵. Claude Elwoo Shannon، کلود شانون (۱۹۱۶ـ۲۰۰۱) مهندس و ریاضی‌دان آمریکایی و بنیان‌گذار نظریه‌ی اطلاعات. وی در سال ۱۹۴۸ هنگامی که به‌عنوان پژوهشگر در شرکت آمریکایی «بل» کار می‌کرد با انتشار کتابی تحت عنوان «نظریه‌ی ریاضی ارتباطات» اصول ریاضی نظریه‌ی خود در مورد رمزنگاری، ارسال و برگردان پیام در سیستم‌های مخابراتی را براساس تعریف آماری و احتمالاتی اطلاعات، تشریح کرد.

وی با استفاده از مفهوم آنتروپی در مکانیک آماری، تعریف جدیدی از آنتروپی ارایه داد که با ویژگی‌های آماری و احتمالاتی اطلاعات و تشخیص سیگنال‌های پارازیت در کانال‌های مخابراتی هم‌سازی داشت.

نظریه‌ی اطلاعات، پس از آن به‌وسیله‌ی دانشمندان دیگر به‌صورت زمینه‌ای بر دانش ارتباطات و رایانه گسترش پیدا کرد.

۶. Norbert Wiener، نوربرت وینر (۱۸۹۴ـ۱۹۶۴) ریاضی‌دان نامدار آلمانی که در آمریکا زندگی می‌کرد و بنیان‌گذار علم سیبرنتیک بود. وی در سال ۱۹۴۸ با انتشار کتابی تحت عنوان «سیبرنتیک یا کنترل و ارتباطات در جاندار و ماشین» مبانی نظری سیستم‌های هدایت‌شونده را مطرح کرد.

برخود دارند.

این نظریه‌ی سیستم را به‌عنوان مقوله‌ای مطرح می‌سازد که از یک سو بسیار مجرد و کلی است و به‌شکل قالبی جامع و عمومی بر همه‌ی پدیده‌ها انطباق‌پذیر است، از این‌رو با حوزه‌هایی از فلسفه مانند هستی‌شناسی[1] و شناخت‌شناسی[2] برخورد می‌کند.

از طرف دیگر، سیستم دارای تعبیری مشخص و عینی است واز این بابت بسیاری از پدیده‌های ملموس و تحلیل‌پذیر در زمینه‌ی علوم مختلف مانند فیزیک، زیست‌شناسی، روان‌شناسی، جامعه‌شناسی، اقتصاد و غیره را دربر می‌گیرد. شاید به‌همین خاطر است که نظریه‌ی عمومی سیستم را همانند پلی میان فلسفه و علوم تازه به‌شمار آورده‌اند، چه این نظریه بر آن است که با ارایه‌ی تعریف جامعی از سیستم می‌توان همه‌ی پدیده‌های هستی را در قالبی مشترک بازشناسی و تجزیه و تحلیل کرد. این دیدگاه به‌واقع در راستای همان هدفی است که بسیاری از دستگاه‌های فلسفی جویای آن هستند، یعنی ارایه‌ی الگویی جامع و کلی که همه‌ی جلوه‌های وجود را با تفسیری هم‌ساز به‌طور یک‌جا دربر گیرد.

۳ـ مفهوم‌های سیستم

سیستم در تعریف ساده‌ی خود عبارت است از مجموعه‌ای از عنصرها[3] و اجزا[4] که در روندی از تاثیر متقابل کارکردی نهایی را در قالب یک کل واحد پدید می‌آورند.

در این تعریف، سیستم ممکن است موجودیتی مشابه «مجموعه» در ریاضیات انگاشته شود که عبارت است از «اجتماع عنصرهایی با یک خصوصیت مشترک». ولی تفاوت اصلی سیستم با مجموعه در آن است که در مجموعه‌ها خصوصیت مشترک عنصرها به‌طور عمده یک ویژگی کمی و ایستا[5] است که دارا بودن آن مستلزم تغییری در کیفیت مجموعه نیست، در حالی که سیستم موجودیتی دینامیک و پویا است که رابطه‌ی بخش‌ها در آن همواره در حال تغییر بوده و عنصرهای آن بی‌آنکه خصوصیت مشترکی داشته باشند پیوسته درکنش و واکنش با یک‌دیگر و ایجاد تغییر در وضعیت سیستم می‌باشند.

در هر سیستم می‌توان سه وجه یا مشخصه‌ی اصلی را به‌شرح زیر برشمرد:

---

۸ وی‌که در ۱۴ سالگی از کالج ریاضی فارغ‌التحصیل و در ۱۸ سالگی از دانشگاه هاروارد دکترای فلسفه دریافت کرده بود، سال‌ها در انگلستان و آلمان نزد بزرگانی هم‌چون برتراند راسل، هاردی، هیلبرت و لاندائو به‌دانش‌اندوزی پرداخت و پس از آن به‌عنوان استاد برجسته‌ی ریاضیات و فلسفه در دانشگاه‌های هاروارد و ام. آی. تی به‌تدریس پرداخت.

1. Ontology
2. Epistemology
3. Element
4. Part (Sub System)
5. static

۱ـ بن‌مایه[1]: در این‌جا منظور از بن‌مایه یا بُن همان عنصرهای بنیادی تشکیل‌دهنده‌ی سیستم صرف‌نظر از کنش متقابل آن‌ها است. برای نمونه بن‌مایه‌ی سیستم‌های فیزیکی ماده است که در شکل‌های مختلف از کهکشان تا اتم و ذره‌های بنیادی جلوه‌گر می‌شود. بن‌مایه‌ی سیستم‌های اجتماعی انسان است که در هیات افراد و گروه‌های انسانی گرد می‌آیند، و بن‌مایه‌ی سیستم‌های ذهنی نیز مفهوم‌ها، مقوله‌ها و تصویرهای ذهنی[2] است که در قالب‌های زبانی به‌صورت عبارت‌های منطقی، ترکیب‌های ادبی یا تصویرهای هنری جلوه‌گر می‌شوند.

۲ـ کنش: کارکرد یا کُنش برآیند تاثیرات متقابل عنصرهای سیستم و حاصل بر هم‌کنش اجزای آن است. کُنش بارزترین مشخصه‌ی یک سیستم است که از یک‌سو موجودیت خارجی آن را به‌عنوان یک کل نمایان می‌سازد و از سوی دیگر یانگر حرکت و تعبیرات درونی سیستم می‌باشد.

۳ـ ساختار: ترکیب عنصرهای سیستم و قانون‌های کلی حاکم بر آن در چارچوبی انجام می‌گیرد که ساختار نام دارد. به‌طوری که پیکربندی و آرایش عنصرهای سیستم و ایجاد کنش نهایی به‌ساختار سیستم برمی‌گردد.

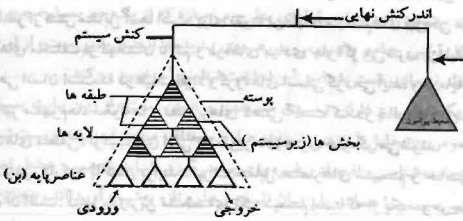
تقسیم‌بندی سیستم‌ها نیز برمبنای مشخصه‌های مختلف آن انجام‌پذیر می‌باشد. برای نمونه، سیستم‌ها از نظر بن‌مایه و جنس عنصرهای تشکیل‌دهنده به‌اقسام سیستم‌های مادی، ذهنی و انسانی تقسیم می‌شوند. هم‌چنین در رابطه با کنش، انواع سیستم‌های مکانیکی با اندرکنش میرا (آنتروپی فزاینده) و سیستم‌های سیبرنتیکی با اندرکنش زایا و نظم آفرین قابل تشخیص می‌باشند. به‌لحاظ ساختار نیز رده‌بندی سیستم‌ها برمبنای «پیچیدگی» انجام می‌گیرد که خود یکی از مبحث‌های جدید نظریه‌ی سیستم است و ساختار اطلاعاتی سیستم‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد.

شکل ۱ وجه‌های اصلی سیستم را همراه با مشخصه‌های دیگری هم‌چون پوسته یا مرز، محیط پیرامون، تراز یا طبقه‌ها و لایه‌ها و غیره به‌صورتی نمادین نشان می‌دهد.

۴ـ دینامیسم سیستم

سیستم با تعریفی که از آن ارایه شد، موجودیتی دینامیک و متحرک است. این دینامیسم در حقیقت مفهومی انتزاعی است که محتوایی کلی‌تر از حرکت در زمان و مکان را دربر دارد و هرگونه شدن یا تحول را شامل می‌شود. دینامیسم یا پویایی سیستم در این معنا نه یک صفت

1. Base
2. Image



شکل ۱ـ مشخصه‌های سیستم

ثانوی بلکه جوهری ذاتی و ماهوی است که از تضاد نهفته در تعریف سیستم برمی‌آید. این تضاد که پاره‌ای آن را به‌خطا «پارادوکس سیستم» می‌نامند در حقیقت تضاد وحدت و کثرت است که در مفهوم سیستم به‌یک‌دیگر گره خورده است.

برای روشن شدن مطلب معادله‌ی ساده‌ی A+B=C را در نظر بگیریم. این معادله در قالب کمیت‌های عددی به‌شکل‌های مختلفی مانند ۵=۳+۲ قابل نوشتن است. در این‌جا دو طرف معادله از نظر کمی در موازنه و برابری قرار دارند، حال آن‌که می‌دانیم در طرف اول برابری دو چیز و در طرف دوم آن تنها یک چیز قرار گرفته و دو چیز نمی‌تواند برابر یک چیز باشد. در معادله‌های ریاضی چون کمیت‌ها مورد نظر هستند این تضاد آشکار نمی‌شود، اما در مورد سیستم این امر به‌صورت تضاد کل به‌جز رخ می‌نماید.

این تضاد یا دوگانگی یک تضاد دیالکتیکی است که در مفهوم حرکت یا دینامیسم سیستم حل می‌شود. به‌این ترتیب که دو بخش A و B از سیستم C در حالی که به‌یک‌دیگر پیوند خورده، و سیستم واحدی را به‌وجود آورده‌اند (کثرت به‌وحدت) در همان حال از یک‌دیگر مستقل و قابل جدا شدن است و هرکدام سیستم یا بخش جداگانه‌ای به‌شمار می‌آیند (وحدت به‌کثرت). به‌عبارت دیگر، عنصرهای سیستم در عین جدایی به‌پیوند با یک‌دیگر گرایش دارند و در عین پیوند تمایل به‌جدایی و استقلال سیستمی دارند. دینامیسم و حرکت ذاتی سیستم حاصل همین تکاپو است.

نمونه‌یی از این دینامیسم دوسویه را می‌توان در پیوند شیمیایی یون‌ها مشاهده کرد. در فعل و انفعال یونش، مولکول‌ها تحت تاثیر محیط الکترولیت به‌شکل یون‌های باردار درمی‌آیند که

به‌آسانی از یک‌دیگر جدا شده و در محیط غوطه‌ور می‌گردند، در همین حال یون‌ها به‌وسیله‌ی میدان‌های الکتریکی بینابین تمایل به‌پیوند داشته و در برخورد دوباره به‌صورت مولکول‌های نخستین درمی‌آیند.

۵- فرایند پیوند

چگونگی پیوند یا ترکیب عنصرها مطابق با دینامیسم سیستم را می‌توان برمبنای اصل تاثیر متقابل توضیح داد. به‌این ترتیب که در عنصر A و B از یک سیستم هنگامی به‌یک‌دیگر پیوند می‌خورند که عنصر A به‌وسیله‌ی کُنش خود، واکنشی در B برانگیزاند و به‌طور متقابل، خود نسبت به‌کنش عنصر B پاسخی بدهد.

به‌این ترتیب پیوند دو چیز یا دو بخش در چارچوب یک کل تنها در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که نخست آن دو چیز قابلیت ایجاد واکنش در یک‌دیگر و ترکیب با هم را داشته باشند؛ دوم آنکه هر دو در معرض یک‌دیگر قرارگرفته و با هم روبه‌رو شوند.

شرط نخستین یعنی قابلیت ترکیب به‌طور کلی به‌ساختار سیستم و طبیعت آن و قانون‌های حاکم بر ترکیب عنصرها برمی‌گردد؛ به‌طوری که عنصرهای ناهمساز یک سیستم یا بخش‌ها و سیستم‌هایی با قانون‌های ساختاری متفاوت قابلیت نفوذ در یک‌دیگر را نداشته و امکان پیوند و ترکیب آن‌ها بسیار محدود است. برای نمونه، ذرات اولیه‌ی زیر اتمی مانند پروتون و نوترون با قانون‌های فیزیک هسته‌ای پیوند می‌یابند حال آنکه اتم‌های عنصرها و مولکول‌ها طبق قانون‌های سیستمی با یک‌دیگر ترکیب می‌شوند.

اما شرط دوم پیوند، یعنی تصادم و برخورد بخش‌ها از این نظر که در اصل چرا و چگونه دو چیز با یک دیگر تلاقی می‌یابند، بحث دشوار جبر و اتفاق را پیش می‌آورد که پاسخ‌های متفاوتی در فلسفه و علم به‌آن داده شده است. در این رابطه نظریه‌ی سیستم بی‌آنکه به‌چرایی این مساله بپردازد در مورد چگونگی آن محدودیتی قایل نیست و روش‌های جبرگرایانه مبتنی بر علیت یا شیوه‌های آماری و احتمالاتی براساس شانس یا اتفاق را برای مطالعه‌ی چگونگی پیوند سیستم‌ها بسته به‌نوع سیستم مورد استفاده قرار می‌دهد.

فرایند پیوند در سیستم‌ها همواره به‌کمک عنصرهای پیوندگر انجام می‌گیرد. در سیستم‌های فیزیکی این عمل به‌وسیله‌ی میدان‌های نیرو رخ می‌دهد که خود به‌صورت دوگانه‌های سوج - ذره عمل می‌کنند. برای نمونه، نیروی جاذبه بین دو جسم با انتشار ذراتی فرضی به‌نام «گراویتون» میان آن دو همراه است که سبب تغییر انحنای فضای بین دو جسم می‌شود و این

تغییر انحنا، مسیر حرکت دو جسم را تغییر می‌دهد و شتاب حاصله به‌صورت نیروی جاذبه نمایان می‌شود. به‌همین ترتیب، میدان‌های الکترومغناطیس نیز از راه انتشار موج‌های نور و تبادل ذرات «فوتون» خودنمایی می‌کند و میدان‌های هسته‌ای قوی و ضعیف نیز به‌کمک تبادل ذرات کوانتومی مشابهی بین بخش‌های زیراتمی متجلی می‌شود.

هرچند عمل‌کرد ذرات میانجی در ایجاد نیروهای مادی عملی فیزیکی است، اما همین کنش در مورد سیستم‌های سیبرنتیکی با کارکردی اطلاعاتی پدیدار می‌شود؛ به‌این معنا که این ذرات پیوندگر در قالب موج‌های نور یا الکتریسیته یا فشار و نیروهای مکانیکی بار اطلاعاتی سیستم‌ها را نیز مبادله می‌کند. از این رو در سیستم‌های سیبرنتیکی عنصر پیوندگر حاوی اطلاعات را سیگنال یا پیام می‌نامند.

۶ـ ساختار سیستم

منظور از ساختار سیستم نه شکل ظاهری آن، بلکه ساختار تکوینی آن است که طبق دینامیسم سیستم با پیوندهای دوبه‌دوی عنصرها به‌طور مرحله‌ای شکل می‌گیرد؛ به‌این معنا که برای پیوستن چند چیز به‌یک‌دیگر از دیدگاه منطق سیستمی، باید نخست دو تای آن‌ها یک بخش یا زیر سیستم دوتایی تشکیل داده، سپس این بخش دوتایی با یک عنصر دیگر یک بخش سه تایی را بسازد و یا در ترکیب با یک بخش دو تایی دیگر یک بخش چهارتایی را به‌وجود آورد و این روند تا ترکیب با آخرین عنصر سیستم ادامه پیدا کند. باید توجه داشت که این مرحله‌های زمانی نبوده بلکه مرحله‌های تکوینی و منطقی هستند که همگی به‌صورت یک‌جا یا همزمان صورت می‌گیرند.

به‌این ترتیب، سیستم‌ها از نظر تکوینی، ساختار دوتایی درخت‌گونه‌ای دارند که می‌توان آن را هم‌چنان‌که در شکل (۱) نشان داده شده به‌صورت یک مثلث یا هرم چندطبقه نمایش داد. در این هرم بن‌مایه یا عنصرهای سیستم در قاعده و بخش‌ها یا زیر سیستم‌های متشکل از تعداد مختلف عنصرها در لایه‌ها و طبقه‌های مختلف آن‌جا گرفته و سرانجام سیستم تکوین‌یافته از همه‌ی عنصرها با کنش نهایی در رأس هرم پدیدار می‌شود.

این ساختار تکوینی در واقع یک گراف یا نمودار درختی دوشاخه‌ای را می‌سازد که در آن گره‌ها نمایانگر بخش‌ها یا زیرسیستم‌ها و شاخه‌های نمودار بر هم‌کنش یا ارتباط سیستمی میان آن‌ها است. در این گراف گره‌های انتهایی واقع بر سرشاخه‌ها، عنصرها یا بخش‌های تثبیت شده‌ی سیستم هستند که خود می‌توانند سیستم‌هایی متشکل از عنصرهای کوچک‌تر به‌شمار

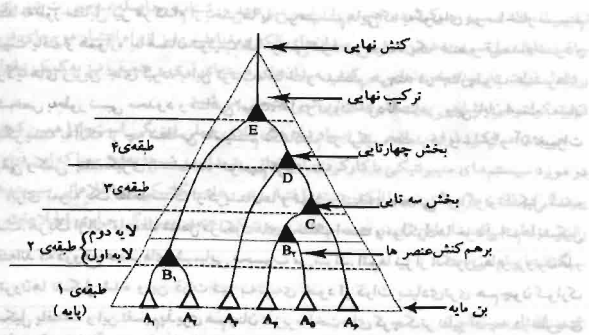
آیند به‌طور متقابل نیز هر کدام از بخش‌ها یا زیر سیستم‌هایی که به‌گونه‌ای در ساختار سیستم تثبیت یافته و همواره با همان ترکیب ظاهر می‌شود می‌توانند یک عنصر قلمداد شود و در لایه‌های زیرین جای گیرد. به‌این ترتیب، ساختار سیستم هرچند در چارچوب عنصرهای مشخص به‌طور نسبی محدود و متناهی است، اما در درون خود نامتناهی و بی‌پایان است. به‌بیان دیگر بسته به‌آن‌که از چه سطحی به‌سیستم نگاه کنیم در ترکیب عنصرها و ساختار آن تغییرات کیفی و کمی چشمگیری را مشاهده خواهیم کرد.

برای نمونه یک قطعه سنگ از کریستال‌ها و مواد پرکننده‌ی معدنی گوناگون تشکیل شده است. هریک از این ماده‌ها، شامل مولکول‌های مختلف است و مولکول‌ها خود از اتم‌ها تشکیل یافته‌اند که درواقع عنصرهای شیمیایی محسوب می‌شوند. اتم‌ها نیز از الکترون‌ها و پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده و این ذرات نیز به‌نوبه‌ی خود از ذرات بنیادی‌تری هم‌چون کوارک تشکیل یافته‌اند و این تقسیم‌پذیری هم‌چنان تا زیرساخت‌های کوچک‌تر نظیر آن چه در نظریه‌ی ریسمان‌ها رواج است امتدادپذیر می‌باشد.

۷ـ جبر سیستم

هنگامی‌که دو سیستم در فرایند پیوند با یک‌دیگر ترکیب می‌شوند، بن‌مایه یا عنصرهای تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها هم‌چون کمیت‌های عددی به‌یک‌دیگر افزوده می‌شوند. در حالی که کُنش آن‌ها همانند کمیت‌های برداری با هم درمی‌آمیزند. به‌عبارت دیگر ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی سیستم، برابر با جمع جبری ماده‌ی موجود در عنصرهای پایه‌ی آن است، (این واقعیت در مورد سیستم‌های فیزیکی با اصول بقا: انرژی و ماده، مقدار حرکت، بار الکتریکی و غیره قابل توضیح است.) اما حاصل برهم کنش سیستم‌ها، اغلب فرایندی غیرخطی است که تعریف آن برای سیستم‌های گوناگون متفاوت است و نمی‌توان قاعده‌ای عمومی‌برای آن در نظر گرفت، بلکه تنها می‌توان فرض کرد که در یک جمع سیستمی، کنش نهایی به‌گونه‌ای حاصل بر هم‌کنش بخش‌ها است و یا به‌طور متقابل، مجموع برهم کنش بخش‌های مولفه‌های کنش نهایی می‌باشند.

از این رو هر قاعده‌ی ریاضی که برای ترکیب سیستم‌ها به‌کار می‌رود باید این ویژگی‌ها را دربر داشته باشد. در این‌جا برای نمایش جمع سیستمی از علامت ویژه ⊥ استفاده شده که معرف ترکیب کنش‌ها بر پایه‌ی اجتماع بن‌مایه‌ها در جمع سیستمی است. در نتیجه عبارت جبری [A ⊥ B=C] به‌این معنا خواهد بود که A و B عنصرهای C بوده، بن‌مایه‌ی C جمع کمی بن‌مایه‌ها و کنش C، برآیند کنش (برهم کنش) عنصرهای آن است.



شکل ۲ـ ساختار تکوینی سیستم در یک گراف درختی دوشاخه‌ای

جمع سیستمی را می‌توان به‌صورت نوعی تابع جبری تعریف کرد که در آن چهار خاصیت جبری برمبنای دینامیسم سیستم به‌این صورت درنظرگرفته شده است:

۱ـ تعلق‌پذیری: اگر A و B بخش‌های مستقلی از سیستم R باشند، ترکیب آن‌ها زیر سیستمی متعلق به R است.

$$A \subset R, B \subset R: A \perp B \subset R$$

۲ـ جابه‌جایی‌پذیری: ترکیب سیستمی نسبت به‌ترکیب شرکت عنصرها در آن جابه‌جایی‌پذیر است.

$$A \perp B = B \perp A$$

۳ـ شرکت‌ناپذیری: ترکیب یک عنصر با یک زیرسیستم نسبت به‌بخش‌های آن شرکت‌ناپذیر است.

$$A \perp (B \perp C) \neq (A \perp B) \perp C$$

۴ـ تکرارناپذیری: جمع هر عنصر با خودش برابر با همان عنصر بوده و یک عنصر در یک عبارت جبری تکرار نمی‌شود.

$$A \perp A = A$$

براساس این قاعده‌ها می‌توان ترکیب عنصرها در ساختار تکوینی هر سیستم را به‌صورت یک عبارت جبر سیستمی نمایش داد. برای نمونه، معادله‌ی جبری نمودار نشان‌داده شده در شکل (۲) با استفاده از رابطه‌های جبر سیستمی به‌این صورت قابل گسترش می‌باشد.

$$E = B_1 \perp D = (A_1 \perp A_2) \perp (A_3 \perp C) = (A_1 \perp A_2) \perp (A_3 \perp (B_2 \perp A_4))$$

$$= (A_1 \perp A_2) \perp (A_3 \perp ((A_4 \perp A_5) \perp (A_6))$$

باید در نظر داشت که این قالب ریاضی برای نمایش ترکیب‌های سیستمی بسیار کلی بوده و از نظر کاربردی محدود است. در عمل، سیستم‌های متشکل از شمار زیاد عنصرها به‌صورت کمیت‌هایی تعریف می‌شوند که با معادلات دیفرانسیل، تانسورها و دیگر توابع ریاضی قابل محاسبه باشند.

۸ـ رویداد زمانی

یک سیستم متشکل از تعداد مشخصی از عنصرهای پایه تنها یک ترکیب ثابت و منحصر به‌فرد از عنصرهای آن نیست، بلکه توالی ترکیب‌های مختلفی است که هر کدام را یک رویداد زمانی یا به‌طور خلاصه یک رویداد می‌نامیم.

طبق این تعریف، هر سیستم S با تعداد n عنصر A را می‌توان به‌صورت مجموعه‌ای از t رویداد زمانی e به‌این شکل نمایش داد:

$$S=\{A_1, A_2,...A_n: e_1, e_2, ... e_t\}$$

به‌این ترتیب یک سیستم در حقیقت مجموعه‌ای از ترکیب‌های مختلف عنصرها در قالب رویدادهای زمانی مختلف است که هر کدام به‌شکل یک نمودار درختی یا یک معادله‌ی سیستمی، قابل بیان است.

چنان‌چه دیده می‌شود، ترتیب یا توالی رویدادها در یک سیستم می‌تواند مشخصه‌ای زمانی به‌شمار آید. لیکن ما در تعریف دینامیسم سیستم، عامل زمان را به‌صورت یک پیش‌فرض یا اصل پیشین مورد استفاده قرار ندادیم و چنین فرض کردیم که تجزیه‌ی یک سیستم به‌عنصرها هم‌چنین باز ترکیب آن در قالب سیستم، دینامیسمی است فارغ از زمان و مکان، لذا زمان در این نگرش مقوله‌ای ثانوی است که خود از دینامیسم سیستم و گردش رویدادی آن نتیجه می‌شود. در این معنا حتا اصل علیت نیز برای توضیح توالی رویدادها ضروری نبوده و لازم نیست که همواره هر رویداد را معلول رویدادهای قبلی و علت رویدادهای بعدی به‌شمار آورد مگر آن‌که قاعده یا قانون ویژه‌ای که توالی زمانی رویدادها در یک پدیده‌ی مشخص براساس آن تعیین شده است، چنین علیتی را مفروض داشته باشد. برای نمونه، اصل جبر یا لختی در مکانیک نیوتونی اصلی مبتنی بر علیت است در حالی که اصل عدم قطعیت در مکانیک کوانتوم از این قاعده پیروی نمی‌کند.

با این تفسیر، زمان از دیدگاه سیستم و در معنای مجرد آن چیزی نیست به‌جز توالی رویدادها به‌همان ترتیبی که در واقع رخ می‌دهد؛ هرچند در معنای فیزیکی خود و در پیوند با مفاهیم

دیگری هم‌چون حرکت، نیرو، آنتروپی و غیره این مقوله معنای کامل‌تری به‌خود می‌یابد.

تعداد رویدادهای ممکن در یک سیستم n عنصری (E_n) را می‌توان به‌کمک رابطه‌های[1] ترکیبی گراف‌ها محاسبه کرد. برای نمونه مقداری محاسبه شده E برای برخی از سیستم‌ها با تعداد محدود عنصرها به‌این شرح است.

$E_1 = 1,\ E_2 = 1,\ E_3 = 3,\ E_4 = 5,\ E_5 = 15$

$E_{10} = 0/6 \times 10^{10},\ E_{20} = 10/73 \times 10^{21}$

چنان که مشاهده می‌شود تعداد رویدادهای ممکن یک سیستم (E) با افزایش تعداد عنصرهای آن (n) زیاد می‌شود. به‌طوری که یک سیستم ده‌عنصری به‌حدود شش ترلیون صورت مختلف قابل رویداد است. با این وجود در سیستم‌های واقعی فقط بخشی از این رویدادها تحقق می‌یابند که با ترتیب‌های تکرار شونده در چرخش‌های دوره‌ای نمایان می‌شوند.

۹ـ فضای توپولوژی

هر سیستم را در یک وضعیت یا رویداد ویژه می‌توان به‌شکل یک گراف یا نمودار درختی، همان‌گونه که در شکل (۲) نشان داده شده است نمایش داد. این گراف که عنصرهای نخستین در سرشاخه‌های آن قرار گرفته‌اند شکلی هندسی با ویژگی‌های توپولوژیک است، یعنی می‌توان آن را با حفظ پیوندهای دوبه‌دوی عنصرها و بخش‌ها به‌شکل‌های گوناگونی درآورد.

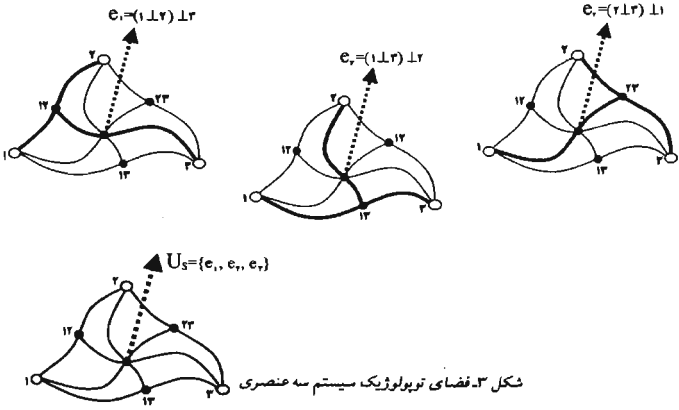
اکنون اگر گراف همه‌ی رویدادهای یک سیستم را به‌گونه‌ای برهم منطبق کنیم که عناصر مشابه سیستم و بخش‌های یکسان آن روی هم قرار بگیرند شبکه‌ی پیچیده‌ای حاصل می‌شود که آن را فضای توپولوژیک سیستم یا به‌عبارت ساده‌تر فضای سیستم می‌نامیم. فضای سیستم در این تعریف شبکه‌ای از نقطه‌ها و خط‌های ارتباطی است که سیستم در هر لحظه به‌صورت نقشی در قالب یک رویداد ویژه بر زمینه‌ی آن ظاهر می‌شود و حرکت سیستم در این فضاگذار آن از رویدادی به‌رویداد دیگر است.

فضای توپولوژیک سیستم با این تعریف یک هم‌بست زمانی ـ مکانی یا به‌عبارت دیگر یک فضا ـ زمان است، زیرا همه‌ی رویدادهای زمانی سیستم را نیز یک‌جا در خود دارد. این فضا

---

۱. معادله‌ی کلی برای محاسبه‌ی تعداد ترکیب‌های سیستمی ممکن است به‌این صورت باشد:

$$E_n = \sum_{p=1}^{n/2} \frac{ni(E_{n-p} - E_{n-p-1})}{2p(n-1)!(n-2)!}$$



شکل ۳- فضای توپولوژیک سیستم سه عنصری

همان‌طور که درباره‌ی زمان گفته شد، هستی مستقل و از قبل موجودی برای حرکت نیست، بلکه واقعیتی ثانوی است که با شکل‌گیری و حرکت سیستم معنا پیدا می‌کند. از همین رو است که فضا و زمان در فیزیک نو به‌عنوان مفاهیم نسبی وابسته به‌سیستم در نظر آورده می‌شوند.

شکل ۳ - برای نمونه شبکه‌ی فضایی یک سیستم ساده‌ی سه عنصری را به‌صورت برهم نهشت سه رویداد ممکن، در این سیستم نشان می‌دهد. این فضای مثلث‌گونه که در آن عنصرهای سیستم در راس و بخش‌های آن در میانه‌ها قرار گرفته و ترکیب نهایی در مرکز آن واقع شده است نمایشگر جایگاه گردش رویدادی سیستم می‌باشد.

به‌همین ترتیب فضای توپولوژیک سیستم‌های چهارعنصری را می‌توان به‌شکل یک هرم چهاروجهی و فضای سیستم‌های بزرگ‌تر را به‌صورت شبکه‌های پیچیده‌تری در قالب فضاهای هندسی چندبعدی در نظر آورد.

چنان‌که دیده می‌شود فضا در این معنا عبارت است از شبکه‌ی به‌هم پیوسته‌ای از پاره فضاها یا بخش‌هایی با پیوندهای سیستمی که هر کدام از بخش‌ها و عنصرهای کوچک‌تری تشکیل یافته‌اند. در نتیجه در این شبکه مفاهیم اصلی فضاهای هندسی هم‌چون پیوستگی، بُعد، فاصله، انحنا و غیره نیز قابل بازنگری و تعریف می‌باشند.

باید به‌خاطر داشت که یک سیستم واقعی، همه‌ی رویدادهای ممکن (از نظر ریاضی) را در

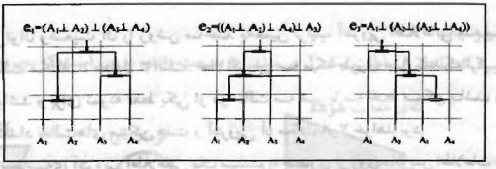
طول عمر محدود خود طی نمی‌کند، بلکه تنها بخش محدودی را شامل می‌شود که می‌توان آن را مجموعه رویدادهای واقعی سیستم نامید. از همین رو فضای واقعی یک سیستم زیرمجموعه یا زیرفضایی از فضای ممکن سیستم به‌شمار می‌آید. برای نمونه، یک دانه برف می‌تواند به‌بی‌شمار شکل متقارن ستاره‌گون پدیدار گردد، اما در واقع فقط به‌یک صورت خاص ظاهر شده است و سپس آب می‌شود و از میان می‌رود. هم‌چنین یک درخت می‌تواند به‌بی‌نهایت حالت مختلف شاخ و برگ بزند، اما فقط در محدوده‌ای از حالت‌های مشخص رشد می‌کند.

فضای واقعی هر سیستم از بافت مشخصی برخوردار است که از قانون‌های ساختاری ویژه‌ی آن سیستم پیروی می‌کند. این بافت می‌تواند از نظر هندسه‌ی توپولوژی بافتی نامنظم و بی‌شکل و یا منظم و همگون باشد. فضای همگون نیز خود ممکن است دارای بافت یکسان (کریستالی) باشد و یا به‌صورت شبکه‌های خودسان (فراکتالی) با الگوهای تکرارشونده، نمودار شود.

۱۰ـ ماتریس اطلاعات

هر پدیده چنان‌که از منظر سیستم نگریسته شود توالی زمانی رویدادهایی است که هرکدام به‌صورت ترکیبی مشخص از عنصرهای سیستم در قالب گراف یا نموداری درختی ظاهر می‌شود که می‌توان آن را با یک عبارت جبری نمایش داد. این ساختار ریاضی در واقع تندیس اطلاعاتی سیستم است که می‌توان آن را به‌صورت‌های مختلف رمزنگاری کرد و به‌عنوان اطلاعات سیستم به‌پردازش، مخابره و رمزگشایی آن پرداخت. یکی از شیوه‌های نمایش اطلاعات به‌صورت عددی که به‌خوبی نمایانگر ساختار سیستم است، نگارش رویدادها به‌شکل ماتریس اطلاعات می‌باشد[1]. برای این کار هر ترکیب یا رویداد ویژه از یک سیستم n عنصری را به‌صورت ماتریس یا جدولی با n سطر و n ستون نمایش می‌دهیم که در آن هر ستون متعلق به‌یک عنصر و هر سطر نمایانگر یک زیرسیستم یا یک لایه از ترکیب عنصرها می‌باشد. در این ماتریس چنان‌چه ترتیب سطرها را از پایین به‌بالا در نظر بگیریم خانه‌های مربوط به‌عنصرهای شرکت‌یافته در ترکیب هر لایه با عدد یک و سایر خانه‌ها با عدد صفر نشان داده می‌شوند. برای نمونه، ماتریس‌های اطلاعاتی یک سیستم چهارعنصری با دوره‌ی تناوبی

۱. باید در نظر داشت که ماتریس اطلاعات در واقع یک شیوه‌ی رمزنگاری بوده و با ماتریس‌هایی که برای نمایش دستگاه معادله‌های خطی مورد استفاده قرار می‌گیرد متفاوت است. در نتیجه قانون‌های جمع و ضرب عادی ماتریس‌ها در مورد آن‌ها صادق نیست، لیکن می‌توان روابطی برای جمع این ماتریس‌ها در قالب جمع سیستمی و براساس ترکیب دو سیستم در یک رویداد واحد تعریف کرد.



Layers	4	1	1	1	1
	3	0	0	1	1
	2	1	1	0	0
	1	1	0	0	0
Elements:		A1	A2	A3	A4

1	1	1	1	
1	1	0	1	
1	1	0	0	
1	0	0	0	
A1	A2	A3	A4	

1	1	1	1	
0	1	1	1	
0	0	1	1	
0	0	0	1	
A1	A2	A3	A4	

شکل ۴: ماتریس‌های اطلاعات سیستم $S = [A_1, A_2, A_3, A_4; e_1, e_2, e_3]$

متشکل از سه رویداد مختلف، همراه با نمودار درختی و عبارت‌های جبری آن‌ها در شکل (۴) نمایش داده شده است[1].

چنان که دیده می‌شود، ماتریس اطلاعات در حقیقت برگردان عددی رویدادهای سیستم است که شکل پیوند عنصرهای سیستم را در قالب صفر و یک بازگو می‌کند.

۱۱ـ آنتروپی

مهم‌ترین پارامتری که از ماتریس اطلاعات به‌دست می‌آید آنتروپی یا میزان اطلاعات موجود در سیستم است که تابع مستقیمی از تعداد عنصرهای سیستم بوده و با واحدی به‌نام بیت سنجیده می‌شود.

آنتروپی طبق تعریفی که در نظریه‌ی اطلاعات از آن ارایه می‌شود میزان اطلاعاتی است برحسب بیت که برای شناسایی یک وضعیت ویژه از میان k وضعیت محتمل لازم می‌باشد. برای نمونه اگر سکه‌ای را به‌زمین بیندازیم، احتمال هر کدام از دو حالت شیر یا خط در آن معادل $\frac{1}{2}$ است که معادل یک بیت اطلاعات بوده و فقط با یک پرسش با پاسخ آری یا نه (یک یا

۱. در ماتریس اطلاعاته حاصل جمع هر سطر بیانگر تراز ترکیب و حاصل جمع هر ستون نمایانگر مرتبه‌ی شرکت‌پذیری عنصرها و ترکیب بخش‌های سیستم می‌باشد. در تراز زیرین همواره یکی از عنصرها به‌عنوان عنصر اغازگر، معادل یک در نظر گرفته می‌شود.

صفر) می‌توان وضعیت آن را روشن ساخت. به‌همین ترتیب آنتروپی اطلاعاتی سه سکه با هشت حالت مختلف، معادل ۳ است. حال اگر این سه سکه طوری عمل کنند که ترکیب آن‌ها مشروط باشد و برای نمونه فقط یکی از دو حالت سه شیر یا سه خط ممکن باشد، در این صورت تعداد حالت‌های ممکن هفت و آنتروپی آن معادل ۲٫۸ خواهد بود.

برای محاسبه‌ی آنتروپی اطلاعاتی یک سیستم n عنصری از روی ماتریس اطلاعات می‌باید آنتروپی بخش‌های سیستم را در لایه‌های ترکیبی مختلف با درنظرگرفتن شرط‌های هر ترکیب سطر به‌سطر محاسبه و آن‌ها را با یک‌دیگر جمع کرد.[1]

اگر با این روش آنتروپی اطلاعاتی سیستم‌های با تعداد مختلف عنصرها را محاسبه کنیم[2] مشاهده خواهیم کرد که آنتروپی یک سیستم با افزایش تعداد عنصرهای آن بالا می‌رود و در واقع اطلاعات لازم برای شناسایی آن فزونی می‌یابد. از این موضوع می‌توان چنین نتیجه گرفت که هرچه یک سیستم به‌عنصرهای کوچک‌تری شکسته شده و انسجام خود در قالب ترکیب‌های فراگیرتر را از دست بدهد آنتروپی یا به‌تعبیر دیگر بی‌نظمی آن افزایش خواهد یافت.

باید در نظر داشت که تعریف آنتروپی و نظم در نظریه‌ی اطلاعات با تعریف فیزیکی آن در مبحث ترمودینامیک متفاوت است.[3] ولی وجه مشترک آن دو در مبنای آماری ـ احتمالاتی محاسبات و همچنین وجود شباهت آن‌ها در روشن کردن مفهوم نظم و بی‌نظمی است که جای بحث برای یگانگی این دو مقوله را بازمی‌گذارد.

افزایش آنتروپی، گرایش کلی در سیستم‌های طبیعی است و اصل دوم ترمودینامیک، یک قانون عمومی در این رابطه به‌شمار می‌رود. ولی باید دانست که آنتروپی در همه‌ی سیستم‌ها و تمامی بخش‌های یک سیستم همواره رو به‌فزونی نیست، بلکه این کمیت با عمل تنظیم و مرتب شدن عنصرها در سیستم‌های سیبرنتیکی کاهش می‌پذیرد.

---

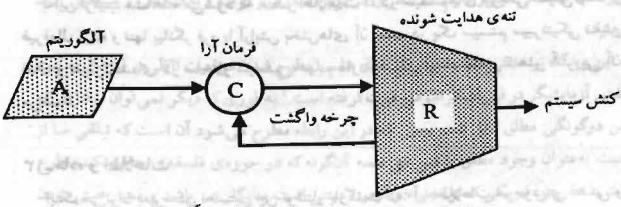
۱. آنتروپی سیستم از رابطه‌ی کلی $H = -\sum_{i=1}^{k} p_i \log_2 p_i$ به‌دست می‌آید که در آن k تعداد وضعیت‌های محتمل و p_i احتمال قرار گرفتن سیستم در هر وضعیت ویژه می‌باشد.
هم‌چنین آنتروپی مشروط از رابطه‌ی $H_{s_i} = \sum_{s=1}^{n} \sum_{j=1}^{l} p(s_i) \log_2 p(s_j)$ محاسبه می‌شود که در آن $p(s)$ احتمال ترکیب‌های مشروط در هر سطر یا لایه (L) است.

۲. مقادیر محاسبه شده‌ی آنتروپی برای سیستم‌هایی با ۲ و ۳ و ۴ و ۶ و ۸ عنصر به‌ترتیب چنین است:
$H_2=1$, $H_3=۳٫۱۷$, $H_4=۶٫۵۸$, $H_6=۲۱٫۱۴$, $H_8=۴۲٫۵۶$

۳. آنتروپی در ترمودینامیک عبارت است از تغییرات انرژی حرارتی نسبت به‌درجه‌ی حرارت در سیستم‌های برگشت‌پذیر که با رابطه $s = \int \frac{dQ}{T}$ مشخص می‌گردد.

۱۲ـ سیبرنتیک

سیبرنتیک یا علم ارتباطات و کنترل در ماشین و طبیعت دانش نوینی است که به‌بررسی روند



شکل ۵ـ سیستم سیبرنتیک و بخش‌های اصلی آن

حرکت در سیستم‌های خودکار می‌پردازد. ویژگی این گونه سیستم‌ها در آن است که عنصر یا بخشی از سیستم به‌نام «فرمان آرا» ترکیب و آرایش دیگر عنصرها را براساس الگوی ویژه‌ای که «الگوریتم» نامیده می‌شود در جهت معینی هدایت می‌کند. حاصل این عمل آن است که عنصرهای سیستم برائر مقایسه و انتخابی که به‌وسیله‌ی فرمان‌آرا انجام می‌پذیرد آرایش هدفمندی به‌خود می‌گیرند و در ساختار مشخص نظام می‌یابد. به‌این ترتیب نظم در یک سیستم سیبرنتیکی یا فرایند کنترل، فزونی می‌یابد و آنتروپی آن به‌تدریج کاهش می‌پذیرد.

سیستم‌های سیبرنتیک را می‌توان به‌دوگروه بزرگ طبیعی و مصنوعی (ماشینی) تقسیم کرد. گروه نخست تمامی سیستم‌های طبیعی زیستمند از موجودهای تک‌یاخته‌ای و جانوران دارای دستگاه عصبی تا انسان هوشمند را دربر می‌گیرد. دسته‌ی دوم نیز همه‌ی انواع دستگاه‌های خودکار ساخت بشر از وسیله‌ی ابتدایی تنظیم ریزش گندم بر چرخ آسیاب تا رایانه را شامل می‌شود. آن‌چه در همه‌ی این سیستم‌ها مشترک بوده و خود وجه مشخصه‌ی سیستم‌های سیبرنتیک به‌شمار می‌آید وجود یک چرخه‌ی واگشت اطلاعاتی است.

به‌طور کلی عمل مقایسه و انتخاب در سیستم‌های سیبرنتیک فرایندی است که با مبادله‌ی اطلاعات انجام می‌پذیرد. به‌این معنا که واحد فرمان‌آرا در یک سیستم سیبرنتیک آرایش سیستم را در هر رویداد زمانی با قالب اطلاعاتی مندرج در الگوریتم خود مورد مقایسه قرار می‌دهد و گُنشی متناسب با آن اعمال می‌کند که به‌تغییر آرایش عنصرها طبق الگوی مورد نظر منجر

می‌شود. عنصرهای سیستم سیبرنتیکی و چرخه‌ی واگشت آن به‌طور ساده در شکل (۵) به‌صورت نمادین نمایش داده شده است.

به‌این ترتیب مشاهده می‌شود که عنصر اطلاعات که در سیستم‌های فیزیکی کمیتی ایستا و غیرفعال بوده و تنها بیانگر فرم یا آرایش بخش‌های آن است در یک سیستم سیبرنتیکی نقش فعال و تعیین‌کننده‌ای در ساختار سیستم به‌عهده دارد و سبب ایجاد نظم و کاهش آنتروپی آن می‌شود.

۱۳ـ ماده و اطلاعات

اینک می‌توان به‌پرسش نخستین این نوشتار بازگشت که: آیا اطلاعات موجودیتی ذهنی و قایم به‌انسان است یا خود واقعیتی عینی و مستقل از پندار آدمی است؟

تاکنون با شرح و بسط نظریه‌ی عمومی سیستم دریافتیم که هر پدیده‌ای را می‌توان با مشخص کردن عنصرهای کنش و ساختار آن در قالب یک سیستم در نظر آورد. چنین سیستمی اگر بن‌مایه یا عنصرهای تشکیل‌دهنده‌ی آن از جنس مقولات ذهن باشد خود از نوع ذهن است و اگر بن‌مایه‌ی آن مادی باشد سیستمی مادی به‌شمار می‌آید. هم‌چنین دانستیم که ساختار هر سیستم همواره با یک قالب اطلاعاتی همراه است که از آن به‌عنوان ماتریس اطلاعات نام بردیم. به‌این ترتیب چنین به‌نظر می‌رسد که اطلاعات مقوله‌ای وابسته به‌سیستم و بخش جدایی‌ناپذیری از آن است و همان‌گونه که بن‌مایه‌ی هر سیستم ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی آن را می‌سازد و کنش محتوای آن را بروز می‌دهد، ساختار اطلاعاتی سیستم نیز شکل یا فرم آن را تعیین می‌کند.

اکنون ممکن است این پرسش مطرح شود که سیستم با تعریف‌هایی که از آن ارایه شد تنها یک الگوی ذهنی است شبیه مدل‌های ریاضی که به‌عنوان ابزاری برای شناخت به‌کار می‌رود و ماهیت بیرونی ندارد؛ از این رو مقوله‌های وابسته به‌آن مانند اطلاعات نیز خالی از واقعیت عینی می‌باشند، درست همان‌گونه که دایره به‌عنوان یک مدل ریاضی واقعیت عینی ندارد و تنها برای تشخیص اشیای گرد و سنجیدن خمش آن‌ها در جهان بیرون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این اعتراض هرچند خالی از حقیقت نیست، اما نکته‌ی قابل اندیشه در این مساله آن است که چنین مقایسه‌ای نه تنها در مورد سیستم و اطلاعات، بلکه درباره‌ی تمامی جنبه‌های

محسوس ماده و کمیت‌های فیزیکی مانند جرم، انرژی، اندازه‌ی حرکت، طول، مکان، زمان، آنتروپی و غیره نیز می‌تواند مطرح باشد. در حقیقت همه‌ی ویژگی‌های فیزیکی ماده به‌یک تعبیر، تنها هنگامی اعتبار دارند که ناظری در برابر آن‌ها قرار گرفته و به‌کنکاش و سنجش آن‌ها بپردازد.

این دیدگاه نو هستی شناسانه در فلسفه‌ی علم با مطرح شدن موقعیت ناظر در فیزیک نسبیت و نقش آزمایشگر در فیزیک کوانتومی قوت گرفته است.[1] به‌طوری که دیگر نمی‌توان میان عین و ذهن دوگرنگی مطلق قایل شد. بحثی که در این رابطه مطرح می‌شود آن است که تلقی ما از عینیت به‌عنوان وجود مطلق یا شی فی نفسه آن‌گونه که در حوزه‌ی فلسفه‌ی متافیزیک مطرح است با تعاریفی فیزیکی که بر تجربه و آزمون مبتنی است سازگار نمی‌باشد و معیار عینی بودن در معرفت علمی آن است که یک پدیده‌ی قابل مشاهده و آزمایش و تجربه به‌وسیله‌ی ناظر و قابل توجیه منطقی توسط ذهن باشد. با این دیدگاه است که می‌توان اطلاعات را به‌عنوان کمیتی اندازه‌پذیر در کنار سایر ویژگی‌های ماده جای داد و آن را هم‌چون واقعیتی عینی به‌شمار آورد.

حال باید دانست که اطلاعات در سیستم‌های فیزیکی چه واقعیتی بیرونی و مستقل تلقی گردد و چه امری اعتباری و وابسته به‌ناظر خارجی در نظر آورده شود، در سیستم‌های سیبرنتیک به‌وسیله‌ی وجود یک ناظر داخلی یعنی عنصر «فرمان‌آرا» مقوله‌ای عینی است که واقعیتی مستقل و فعال دارد و حرکت آن در چرخه‌ی واگشت، پویش نظم‌آفرین سیستم و هستی زیستمند آن را تداوم می‌بخشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. در نظریه‌ی نسبیت اینشتین کمیت‌هایی هم‌چون جرم، طول و زمان مطلق نبوده بلکه به‌موقعیت و سرعت نسبی ناظر بستگی دارند. در فیزیک کوانتوم نیز این کمیت‌ها در مورد ذرات بسیار کوچک زیر اتمی (الکترون، پروتون) مقدارهای مطلق و قابل سنجش دقیق ندارند، بلکه طبق اصل عدم قطعیت هایزنبرگ و اصل مکملیت (complementarity) بود، این کمیت‌ها به‌صورت زوج‌های مکملی هم‌چون جرم و اندازه حرکت پدیدار می‌گردند که مقدارهای قابل اندازه‌گیری هر کدام با عدم قطعیت و تقریب ناگزیری همراه است که به‌موقعیت و شرایط آزمایش بستگی دارد. در این نظریه حتا کیفیت‌هایی هم‌چون موجی یا ذره‌ای بودن نور واقعیت مطلق و یگانه‌ای نداشته بلکه دوگانه‌های مکملی هستند که نمود آن‌ها به‌یکی از دو حالت به‌دیدگاه ناظری که به‌آن پدیده می‌نگرد بستگی پیدا می‌کند.