

## نگاهی به نظریه سیستم های پیچیده و نگرش سیستم محور

نادر نورزانی

هایدلبرگ، جون، 2016

### مقدمه

زمانیکه اروپایی ها بعد از سقوط امپراطوری روم (400 - 480 میلادی) نزدیک به 700 سال در قرون میانه زندگی می کردند، همه دانش تمدن رومی را از دست داده بودند. مردم در دهکده های کوچک و در محدودیت جغرافیایی زندگی می کردند، طوریکه بیشتر شان به زندگی خود فاصله 12 تا 15 کیلومتری را از زادگاه شان به عمر خود نمی دیدند و از جهان بی خبر بودند. آنها در تاریکی و جهل مطلق زندگی می نمودند. در این زمان در اسپانیا مسلمانان حکومت می کردند و تمدنی پیشرفته داشتند. در سال 1085 برای اولین بار مسیحیان توانستند شهر **تولیدو** (طلیطله) را از مسلمانان پس بگیرند. آنها در آن شهر کتابخانه ای یافتند که در آن تعداد کتاب ها بیشتر از کتب موجود در تمام اروپای قرون میانه بود. **تولیدو** شهری بود که در آن مسلمانان، مسیحیان و یهودیان در صلح زندگی می کردند و خلفای اموی این سرزمین مردمی، در گل، باسواد و فرهنگ دوست بودند و از تسامح به مقابل ادیان دیگر کار می گرفتند.

دانشمند ترین این خلفای اموی اندلیس، **الحکم دوم** (915 - 976)، پسر **عبدالرحمن سوم** بود. او مردی فرهنگ دوست و دانشمند بود و به هر قیمتی کتاب های علمی و فلسفی را از همه جا جمع و مطالعه می نمود و در حاشیه های شان چیز هایی می نوشت. کتابخانه اش شامل بیش از 400000 کتاب بود. در اندلیس، تقریباً کسی بی سواد نبود، در حالیکه در اروپای مسیحی جز رهبران کلیسا، رهبران سیاسی و حاکمان به ندرت سواد خواندن و نوشتن داشتند چه رسد به مردم عادی. او تنها 27 مکتب در **تولیدو** برای اولادان مردم فقیر ساخته بود و مصارف درس و معلم بدوش بیت المال بود. وقتی در 1492 میلادی تمام اسپانیا بدست مسیحیان افتاد. پادشاه کاتولیک **ایزابل فرناندس** (1451 - 1504)، امر بیرون راندن یهودیان را صادر کرد. بعد از 8 سال تسامح با مسلمانان، کتاب سوزی شروع شد و تحت رهبری اسقف **خوان اکسیمینز** (Juan Ximenez)، بیش از یک میلیون کتاب، که نتیجه 800 سال زحمت بود به شعله های آتش سپرده شدند و بخش مهمی از حافظه فرهنگی بشری از بین رفت.

از این زمان به بعد، اروپائی ها دوباره فلسفه و علم یونانی را از راه مسلمانان فرا گرفتند. قیاس در منطق و رابطه تعدی در ریاضی دوباره جزء دانش شان شد و از آن به بعد بحث های فلسفی، الهیاتی و منطقی رواج یافت. **تامس اکویناس** (1225 - 1274)، یکی از بزرگترین متفکرین مسیحی قرون میانه بود که فلسفه ارسطو را با اعتقادات مسیحی تلفیق نمود. دو تا از گفته های قصار اش اینها اند: خدا هم نمی تواند مثلی را بسازد که جمع زوایای داخلی اش بیشتر از 180 درجه باشد. خدا نمی تواند مانند خود را خلق کند!

با شروع رنسانس و روشنگری، علم در اروپا به پیشرفت های مهمی دست یافت. ریاضیات که از زمان دو ریاضی دان مشهور مسلمان، یعنی **محمد موسی خوارزمی (780 - 850)** و **حکیم عمر خیام (1048 - 1131)** نزدیک به 400 سال پیشرفتی نکرده بود، با ظهور **رنه دکارت (1596 - 1650)**، ریاضی دان وفیلسوف فرانسوی، جهشی بزرگ نمود. **رنه دکارت**، توانست با خلق دستگاه مختصات کارتیزین، هندسه والجبر را باهم یکجا نماید واز آن هندسه تحلیلی را بنا کند. بدون این اختراع **دکارت**، ریاضیات دیفرنسیال وانتگرال نا ممکن است. وهمین ریاضیات است که فیزیک را به پیش برد و در نتیجه تخنیک ومخانیک عملی شد و صنعت رشد بی سابقه نمود. مدلی علمی معیاری که در غرب رشد نمود به اساس پارادایم تقلیل گرایی (reductionism) بنا شده است. این مدل به نام مدل معیاری معروف است. فرضیه اصلی این مدل این است که برای فهم طبیعت و موجودات در آن، هر سیستم را باید به اجزای آن تجزیه نمود و زمانی که ما خواص اجزاء را یافتیم می توانیم سیستم را هم بفهمیم. اگر حالت اولیه سیستم را بدانیم، می توانیم حرکت اش را هم پیش بینی نمائیم. همزمان شناخت سیستم در یک حالت به ما اجازه می دهد که حالت اولیه اش را هم بدانیم. به این مدل از نگاه ریاضی نظام خطی می گوئیم. یعنی وقتی اجزاء را شناختیم فقط با جمع آنها سیستم را هم که از آنها ساخته شده است می شناسیم. به اساس این مدل، ما همیشه می توانیم از استکمال خارجی (extrapolation) استفاده نمائیم ونیازی به محاسبه قدم های مابینی نداریم. علوم طبیعی همه تقلیل گرا اند و به اساس این مدل پیشرفت های چشمگیر شان را ما همه مشاهده می کنیم ومن همین حالا بانوشتن این مقاله با کمپیوتر ام از آن بهره می برم!

باوربه میخانیک و قدرت علم برای پیش بینی جهان میخانیکی در شروع قرن بیستم قوی تر شد وخط مونتاژ را درصنعت می توانیم به حیث بزرگترین نشانه پیشگوئی وکنترل بنامیم. بعد از جنگ جهانی دوم وبا اختراع کمپیوتر، دانشمندان بیشتر احساس کردند که قدرت پیشگوئی بالا می رود وامکانات نامحدود می شوند. باور به اینکه با اختراع کمپیوتر های هر چه سریعتر، قدرت پیشگوئی به همان اندازه بالا می رود دانشمندان را فراگرفته بود. این باور به میخانیکیت به جایی رسید که علوم اجتماعی هم به تقلید از فیزیک برآیند و این باور رشد نمود که همانطور که میخانیک نیوتن حرکت اجرام را پیشگوئی می کند، ما می توانیم جریانات اجتماعی مانند سیاست واقتصاد را هم پیشگوئی کنیم به شرطی که قوانین اش دریابیم. مثلاً اگر کمپیوتر سریع داشته باشیم می توانیم پیشگوئی هوارا دقیق تر ودقیق تر بسازیم. دانشمندان به این نظر رسیدند که جریانات اجتماعی هم مانند فیزیک تابع قانونمندی اند.

## تحول در پارادایم تقلیل گرایی

درسالهای 70 قرن گذشته میلادی این خوشبینی به شک وتردید مبدل شد. دانشمندان متوجه شدند که نه اقتصادرا می توانند پیشگوئی کنند، نه بازار بورس را ونه سیاست را. باوجود مصارف هنگفت امریکا و ایجاد چوکی های شوروی شناسی در دانشگاه های این

کشور، هیچ کس نتوانست فروپاشی شوروی را پیشگویی نماید! بحران اقتصادی سالهای 2007 - 2008 در امریکا و اروپا را هم هیچ اقتصاد دانی پیشگویی نکرد! امروز که نظام جهانی دینامیک تر شده است، پیشگویی حوادث مشکل تر شده است. امروز به اثر پارادایم جدید بی نظمی و پیچیدگی و وابستگی سیستم ها به شرایط اولیه که می تواند به اثر پروانه ای بیانجامد، مدلی نوینی در حال تکوین است که نسل های بعدی دانشمندان با آن بهتر خواهند توانست کار کنند تا امروزی ها. تجربه نشان داده که هرچه سیستم ها با هم بیشتر وصل شوند به همان اندازه بی نظمی بیشتر و هرچه سیستم را سریعتر سازیم (به انرژی اش بیافزائیم) بی نظمی زیاد تر می شود. مثال اش اتصال بورس های مالی جهان در سال 1986 و امکان بورس بازی بوسیله کامپیوتر (الگولریتیمیک) منجر به سرعت نظام شد که تلاطم و بی نظمی را بوجود آورد و باعث سقوط بورس ها در سال 1987 شد. بحران مالی و اقتصادی سال 2008 نیز نتیجه همین مکانیزم بی نظمی بود. در سیستم های پیچیده و دینامیک رفتار غیر خطی است و نمی توان مانند مدل تقلیل گرا عملکرد اجزاء را با هم جمع نمود و رفتار سیستم را پیشگویی کرد. کوچکترین فرق در شرایط اولیه می تواند در طول زمان به واکنش های غیر قابل فهم و بی نظمی بیانجامد. مثال اش همان اثر پروانه است که ادوارد لارنز (1917 - 2008) مطرح کرد که اگر پروانه ای در چین پرزند این حادثه می تواند هوارا تغییری بدهد که بعد از چند هفته طوفانی بزرگ را در نقطه دیگر جهان باعث شود.

با ظهور گالیله (1564 - 1642)، کپلر (1571 - 1630)، دکارت (1596 - 1650) و نیوتن (1642 - 1727)، روح علمی تقلیل گرا فرادست شد و بی نظمی به فراموشی سپرده شد. میخانیک نیوتن و دستگاه مختصات دکارت به دانشمندان اجازه می داد که جهان را شبکه بزرگ تصور کنند طوری که هر چیز را می توان با مفاهیم ریاضی و یا میخانیک توصیف نمود. در زمان ناپلئون، پیر لاپلاس (1749 - 1827)، ریاضی دان فرانسوی حتی به این باور بود که می شود روزی فورمولی ریاضی را بدست آورد که از قدرت شرح همه چیز برخوردار خواهد بود! درکل می توانیم تقلیل گرایی را دیدگاه یک ساعت ساز فکر کنیم که می تواند یک ساعت و یا هر ماشین دیگری را پُرزه نماید و بعد دوباره باهم وصل نماید بدون اینکه عملکرد ساعت تغییر کند (اگر با تکیه به این باور، یک موجودزنده را پُرزه نمائیم و دوباره باهم وصل کنیم آیا بعد از آن، آن موجود زنده را خواهیم داشت؟). تقلیل گرایی طبیعت را چیزی تصور می کند که می توان آنرا پُرزه نمود و دوباره با هم وصل کرد. حتی پیچیده ترین نظام های اتمی و زیر اتمی را می توان مانند اجزای یک ساعت از هم جدا و بعد باهم پیوند داد.

در قرن نوزدهم، افسون تفکر میخانیکی و امکانات اش با ناکامی دانشمندان به اختراع حرکت دائمی به نا امیدی گرائید. دانشمندان متوجه شدند که هرماشینی در جریان کار اش بخشی از انرژی گرفته شده اش را از دست می دهد و انرژی به شکلی درمی آید که نمی توان از آن دوباره استفاده نمود. این انرژی بی نظم شده بود. مشاهده این بی نظم شدن بخشی از انرژی مفید منجر به قانون دوم ترمودینامیک یا آنتروپی شد. این قانون بیان می کند که سیستم های ترمودینامیکی (حرارتی) در جریان عمل شان یک اندازه بی نظمی

تولید می کنند یعنی آنتروپی بالا می رود. کهکشان ها هم که در حال انبساط اند در واقع آنتروپی شان رو به افزایش است و نظم کیهانی هر چه بیشتر به بی نظمی می گراید. برای علم، یک پدیده زمانی قانونمند است، که حرکات در چوکات علت و معلول بوسیله معادلات تفاضلی ترسیم شده باشند. معادلات حرکت نیوتن از این نوع اند که تغییرات در زمان را با نیروها ارتباط می دهند. از این زمان به بعد دانشمندان به معادلات تفاضلی خطی تکیه نمودند. پدیده های متنوعی از قبیل رشد یک درخت، سوختن ذغال، مسیر یک مرمی و طرز کار یک ماشین را میتوان با این معادلات شرح داد. در این معادلات تغییر های کوچک اثر کوچک را از خود به جای می گذارند و آثار کلان وقتی بوجود می آیند که بسیاری از تغییرات کوچک جمع شوند. ولی نوعی دیگر از معادلات هم موجود اند که غیر خطی اند. این معادلات برای جریانات گسسته مانند انفجارات، بادهای تند و توفانی و شکستن ناگهانی مواد مورد استفاده اند. با وجود این، انجیران با استفاده از روش خطی سازی تقریبی معادلات می توانند روش میخانیکی را نجات دهند. افسون میخانیکی تا سالهای هفتاد قرن بیستم دوام آورد تا اینکه ابر کمپیوتر ها ساخته شدند که به دانشمندان این امکان را آماده ساختند تا معادلات غیر خطی را از نزدیک مطالعه نمایند.

حل معادلات غیر خطی در اول مارابه جهانی آشنا داخل می کند ولی ناگهان به جهانی کاملاً شگفت انگیز با واقعیت کاملاً متفاوت مواجه می شویم. تغییر ناچیز یک متغیر در معادلات غیر خطی می تواند به تاثیر فاجعه بار بیانجامد و روی متغیر های دیگر اثری کاملاً نامتناسب داشته باشد. عناصر یک سیستم در طول رشد اش می توانند در طیفی از زمان ثابت بمانند ولی در یک نقطه حساس، این نظم و ثبات به رفتاری کاملاً دیگر تبدیل می شود. ارزش های متغیر ها که تا آن زمان به هم نزدیک بودند، ناگهان از هم دور می شوند. حل یک معادله خطی به ریاضی دان اجازه می دهد که نتیجه اش را تعمیم دهد، ولی با معادلات غیر خطی این کار ممکن نیست. می توان گفت که معادلات غیر خطی رفتار خود سر دارند. معادلات خطی نمودار های نرم و پیوسته دارند ولی نمودار های معادلات غیر خطی گسسته، با خالیگاه، حلقوی، با تکرار یعنی تلاطم های متنوع را ترسیم می کنند. با وجودیکه معادلات غیر خطی به دانشمندان دید ژرفائی در مورد جریان های پیچیده بدست می دهند، ولی آنها را قادر نمی سازند که پیشگویی کنند که مثلاً زلزله آینده چه وقت بوقوع خواهد پیوست. پیشگویی در جهان غیر خطی که شامل بیشتر جهان ماست، از نگاه عملی و نظری غیر ممکن است. معادلات نسبیت عمومی اینشتاین غیر خطی اند و یکی از شگفت انگیز ترین پیشگویی این نظریه همان سیاه چال هاست که در واقع شکستگی بافت زمان – مکان است که در آن قوانین شناخته شده ای فیزیک کار نمی دهند.

آئری پاینکره (1854 – 1912)، یکی از نوابع ریاضی و فیزیک در اواخر قرن نوزدهم به این نتیجه رسید که تقلیل گرائی توهمی بیش نیست. ولی جامعه فیزیک و ریاضی دان ها یک قرن وقت کار داشتند تا به گفته هایش توجه کنند! کشف پاینکره مربوط به مخانیک سیستم های بسته یعنی مظهر و چکیده فیزیک نیوتن است. سیستم های بسته فقط

متشکل از چند جسم اند که در تعامل باهم قرار دارند و به مقابل تاثیرات خارجی محفوظ نگهداشته شده اند. به اساس قوانین فیزیک کلاسیک، رفتار این سیستم ها منظم و کاملاً قابل پیشگویی است. یک پاندول ساده در خلاء بدون مقاومت هوا و اصطکاک حرکت اش را حفظ خواهد نمود و تا ابد نوسان اش را ادامه خواهد داد. این سیستم تابع قانون آنروپی نخواهد بود که معمولاً همه سیستم ها انرژی شان را به محیط خارجی شان پس می دهند و بدون دخول انرژی جدید از کار می مانند. نظریه پردازان کلاسیک به این باور بودند که در چنین سیستمی مانند پاندول در خلاء و یا سیارات منظومه شمسی دور خورشید، تصادف و بی نظمی فقط بوسیله عوامل خارجی و تصادفی می تواند راه یابد. بدون چنین عامل خارجی، پاندول و منظومه شمسی تا ابد حرکت شان را بدون تغییر ادامه خواهند داد.

**پاینکره** یک پرسش داشت و آن اینکه آیا منظومه شمسی پایدار و ثابت خواهد بود؟ چنین پرسشی در آن زمان مانند این بود که امروز مسلمانی به این شک کند که قرآن حرف خدانیست، بلکه گفته پیامبر است! دلیل اش هم واضح بود. حتی بابلی ها چند هزار سال پیش می توانستند آفتاب گرفتگی و مهتاب گرفتگی را پیشگویی کنند. انقلاب نیوتن در واقع قوانین ابدی طبیعی را کشف کرده بود که حرکت ماه دور زمین و حرکت زمین دو رخورشید را شرح می داد. در این زمان فیزیک نیوتن تمام فیزیک را احاطه کرده بود. کسی که قانون قوه نیوتن و اجرامی که در تعامل سهیم بودند را می دانست، کافی بود معادلات نیوتن را حل کند تا بتواند رفتار این سیستم را پیشگویی نماید! قانون قوه نیوتن یعنی قوه جاذبه مطرح می نماید که: قوه جاذبه بین دو جرم مستقیماً متناسب است با ضرب دو جرم و غیر مستقیم متناسب است با مربع فاصله بین شان.

این قانون در آن زمان خوب شناخته شده و بوسیله سنجش ها تثبیت شده بود. این مسائل همه درست بودند ولی **پاینکره** مسئله اش خود معادلات بود. برای سیستمی دوجرمی مانند ماه و زمین و یا زمین و آفتاب معادلات نیوتن حل دقیق دارند. مدار ماه دور زمین را می توان دقیق محاسبه نمود و برای سیستم دوجرمی ایده آل، مدار ثابت است و ابدی به شرطی که نیروهای جزر و مد را در نظر نگیریم. همچنان باید تاثیر نیروهای سیارات دیگر و خورشید را مد نظر بگیریم برای اینکه یک سیستم ایده آل دوجرمی داشته باشیم. مشکل بزرگ این است که به مجردی که سیستم سه جرمی شد، معادلات نیوتن قابل حل نیستند یعنی وقتی ما تاثیر خورشید را روی حرکت دوجرم ماه و زمین در نظر بگیریم. از نگاه ریاضی معادلات برای سه جرم حل دقیق ندارند و فقط بوسیله روش های نومریک (اعدادی) به شکل تقریبی قابل حل اند. پرسش در این است که چون حل معادلات تقریبی است، ممکن نیست که منظومه شمسی بعد از میلیون ها سال زیر تاثیر نیروهای درونی اش از هم فروپاشد؟

از نگاه ریاضی، مشکل **پاینکره** با اجرامی بیشتر از دو تا مسئله ای غیر خطی است. **پاینکره** به سیستم دوجرمی ایده آل یک جمله اضافه نمود که پیچیده گی غیر خطی (پسخوراند) معادله را بزرگتر نمود و معادل تاثیر حرکت یک جرم سوم بود. بعد او کوشش نمود که این معادله را حل نماید. مشاهدات او نشان داد که بیشترین مدار های

ممکن کمی تغییر کردند. یعنی وقتی جرم سومی اضافه شد، اخلاص کوچک تاثیر کوچک داشت و مدار ثابت ماند. ولی پاپنکره کشف نمود که با کوچکترین اخلاص (تغییر متغیرها) بعضی از مدارها رفتاری کاملاً بی نظم اختیار نمودند. محاسبات اش نشان داد که جاذبه ناچیز یک جرم سوم یک سیاره را می تواند وادار نماید که مانند فردی مست حرکت متعرج کند و یا از مدار منظومه شمسی کاملاً بیرون شود. مبنی بر این کشف که اگر چنین مدارهایی شگفت انگیز و بی نظم ممکن باشند، باید منظومه شمسی زیر تاثیر جاذبه متقابل سیارات روزی داخل یک بی نظمی و بی ثباتی شود.

تا زمان پاپنکره، بی نظمی را دانشمندان نتیجه آنتروپی تصور می کردند یعنی نتیجه نوسانات تصادفی. ولی چنین به نظر می رسید که اگر سیستمی را کاملاً داخل جعبه کنیم و میلیون ها سال آنرا در جعبه نگهداریم، این نظام بی ثباتی خود را بوجود خواهد آورد و به بی نظمی خواهد انجامید. پاپنکره نشان داد که امکان بی نظمی جزء سیستم های غیر خطی است. او مشاهده نمود که تاثیرات ناچیز همراه با پسخورانده می توانند بزرگ شوند و یک سیستم ساده به شکل انفجاری داخل پیچیده گی شود. مهمترین دست آورد پاپنکره در واقع زیر سؤال بردن پارادایم نیوتنی بود که دو صد سال حاکم بر فیزیک بود و اساس علم را می ساخت. ولی تاریخ علم راه دیگری طی نمود و به کشفیات او بیش از صد سال توجهی نشد.

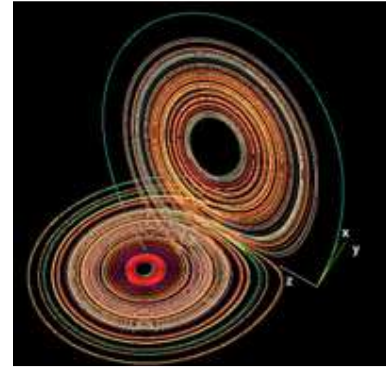
چند سال بعد از پاپنکره، ماکس پلانک (1858 – 1947) کشف نمود که انرژی ماده پیوسته نیست بلکه به حیث پاکت های ریز، کوانت، ظاهر می شود. پنج سال بعد از این، البرت اینشتاین (1879 – 1955)، اولین تحقیق اش را روی نسبیت نشر نمود. پارادایم نیوتن از چند جهت مورد سؤال قرار گرفت. در این جریان، تصور فیزیک کلاسیک از زمان و مکان مطلق، سخت بودن ذره های اولیه و اصل علیت مورد سؤال قرار گرفت. فیزیک مدرن متوجه این مسئله هم شد که جدائی کامل مشاهده کننده و موضوع مشاهده، آنچه یکی از اصول تقلیلی گرائی دکارتی بود، ممکن نیست. رول فعال مشاهده کننده در علوم از اهمیت به سزائی برخوردار است. طوریکه اینشتاین مطرح کرد، نظریه ای ما آنچه را مشاهده می کنیم تعیین می کند (مثلاً نور را می توانیم یا به حیث موج و یا به حیث ذره بفهمیم). نسل بعدی فیزیک دان ها مشغول این بودند که فرق دیدگاه از طبیعت از نگاه نیوتن، فیزیک کوانتوم و فیزیک نسبیت را روشن کنند. در این جریان فیزیک کوانتوم به موفقیت های بزرگی نایل شد و توانست جریان های اتمی، مالیکولی و نوری را پیشگوئی نماید. دانشمندان با استفاده از این فیزیک توانستند به اسلحه اتمی، اشعه لایزر، تراشه های کمپیوتر دست یابند. همزمان این فیزیک به متناقضه نور انجامید. رفتار واحد ابتدائی نور، کوانت، همزمان به شکل ذره و موج است. اینکه ما موج می بینم یا ذره مربوط به این است که چه چیز اندازه گیری می شود. یکی دیگر از متناقضه های فیزیک کوانتوم در هم تنیدگی کوانتومی است. یعنی دو کوانت که از یک منبع می آیند، اگر از هم کیلو متر ها جدا شوند، بدون هیچ رابطه ای، سرنوشت مشترک دارند! یعنی سنجشی که روی یکی از آنها صورت گیرد به شکل مرموزی با آن دیگری همبسته است.

دیده می شود که کشفیات فیزیک کوانتوم و نسبیت در جهت یافته های پاینکره قرار دارند. ولی این کشفیات را به عقب راندند و تا سال های 60 میلادی قرن بیستم کسی به آنها توجهی نکرد و شخص پاینکره هم کار اش را ادامه نداد و می گفت "این چیز ها چنان شگفت آوراند که من تحمل اش را ندارم بیشتر درباره آنها فکر کنم."

ادوارد لارنز، هواشناس امریکائی، در سال 1960 روی مسئله پیشگویی هوا کار می کرد. او مدلی برای هوا که شامل 12 معادله بود ساخته بود. او این معادلات را به کمپیوتری برنامه ریزی نموده بود که خود هوارا پیش بینی نمی کرد بلکه از نگاه نظری می توانست بگوید که هوا چگونه باشد. کمپیوتر با ارزش های اولیه ای متفاوت، معادلات را محاسبه می نمود. نتیجه معادلات را کمپیوتر اش به شکل نموداری روی صفحه می آورد. روزی می خواست که یک سلسله را دوباره مشاهده کند. برای اینکه در وقت صرفه جوئی کرده باشد، اینبار از مابین سلسله شروع کرد. عدد را به کمپیوتر داد که معادلات را محاسبه کند و رفت که قهوه نوش جان نماید. یک ساعت بعد برگشت. سلسله نمودارش تغییر کرده بود. عوض شکل اولیه، شکل اش تغییر فاحشی کرده بود. بعد از فکر زیاد متوجه مسئله شد. کمپیوتر اش تا 6 خانه اعشاریه را در حافظه اش حفظ می کرد. ولی او برای اینکه در کاغذ صرفه جوئی کرده باشد، فقط 3 خانه اعشاریه را روی کاغذ آورده بود. در سلسله اولیه عدد بود: **0,506127** او از این فقط 3 خانه اعشاریه اول را گرفته بود یعنی **0,506** را به حیث ارزش اولیه به کمپیوتر داده بود که محاسبه نماید. در آن زمان باور به این بود که 3 خانه اعشاریه کافی دقیق است تا نتیجه اولیه را یا لااقل نزدیک به آن را بدست آوریم. هر دانشمند طبیعی خوشحال خواهد بود که بتواند مقداری را با دقت 3 خانه اعشار بسنجد. 5 یا 6 خانه اعشار مقداری را سنجیدن بسیار مشکل است اگر نا ممکن نباشد. به هر صورت، نتیجه این خانه های اعشاری بعد از 3 خانه تاثیر بسیار بزرگ داشت. این تاثیر به نام اثر پروانه ای معروف شد که معادل این است که اگر پروانه ای یک بار بال زند باعث تغییر بسیار ریز در اتموسفر می شود. بعد از مدتی، این بال زند پروانه مسیر اتموسفر را تغییر می دهد و می تواند توفانی را ایجاد نماید. این پدیده که در نظریه بی نظمی ها معروف است رابطه حساس وابستگی به شرایط اولیه را نشان می دهد. تغییر ناچیزی در شرایط اولیه یک سیستم می تواند در از مدت به تغییرات بزرگ و شدید بیانجامد. چنین تغییر کوچکی در اندازه گیری را می توان پارازیت تجربی، پارازیت پس زمینه و یا بی دقتی وسایل اندازه گیری تلقی نمود. از چنین چیز هایی حتی در لابراتوار های منزوی هم نمی توان نجات یافت. یعنی اگر ما سیستمی را با عدد مثلاً 3 شروع کنیم نتیجه اش می تواند بسیار از شروع با عددی مانند **3,000001** متفاوت باشد که فرق ناچیزی با عدد اولیه دارد. سنجش مقداری تا یک میلیونم سانتی متر مثلاً عملاً نا ممکن است. به همین دلیل ادوارد لارنز به این نظر رسید که پیشگویی دقیق هوا ناممکن است.

بعد از این لارنز دنبال سیستمی ساده تر رفت که از وابستگی به شرایط اولیه برخوردار باشد. او معادلات انتقال گرما را انتخاب نمود و آنها را به شکل غیر واقعی ساده ساخت طوریکه این سیستم دیگر مربوط به انتقال گرما نبود ولی به مقابل شرایط اولیه

حساس بود و فقط شامل 3 معادله بیش نبود. بعداً کشف شد که این معادلات رفتار یک چرخ آبی را مدل سازی می کنند. معادلات این سیستم هم منجر به رفتار تصادفی و بی نظم می شد. ولی وقتی نمودارشان را رسم نمود، چیزی عجیب بوقوع پیوست. خروجی این سیستم همیشه یک منحنی با دو مارپیچ بود. در گذشته دونوع نظم شناخته شده بود: حالت پایدار که در آن متغیرها تغییر نمی یابند و رفتار دورانی که سیستم داخل یک حلقه می شود و خودرا تکرار بی انتها می کند. معادلات لارنز بانظم بودند و همیشه مسیرشان مارپیچ بود ولی هیچ وقت به یک نقطه نمی رسیدند و چون هیچ وقت عین چیز را تکرار نمی کردند، دورانی هم نبودند. او این شکل را **جاذب عجیب** نامید (strange attractor). این جاذب بعداً به نام **جاذب لارنز** معروف شد. این جاذب به نام جاذب بی نظم هم معروف است. بی نظمی در این جاذب، طوریکه می توان در تصویرش مشاهده نمود، مربوط به مسیرهای بال های این "پروانه" است که پرش مسیر از یک بال به بال دیگر قابل پیشگویی نیست. تصویر **جاذب لارنز** در ذیل آمده است. این تصویر سه بُعدی است که در دستگاه مختصات کارتزین به محورهای  $x$ ،  $z$  و  $y$  دیده می شود.



باوجودیکه لارنز نتایج پژوهش هایش در سال 1963 را نشر نمود ولی چون در ژورنال هواشناسی نشر شده بود، زیاد مورد توجه فیزیک دان ها و ریاضی دان ها قرار نگرفت. این کشف انقلابی لارنز را دیگران در اوایل سالهای هفتاد دوباره کشف نمودند!

### سیستم چیست؟

تعریف جامع و قابل قبول برای همه دانشمندان از سیستم وجود ندارد. ولی همه تعاریف از سیستم شامل این نکات است: سیستم مجموعه ای از عناصر، اشیاء است که با هم روابط معین دارند. یک مشت ریگ سیستمی را نمی سازد چونکه اجزاء به شکل تصادفی وبدون تعامل پهلوی هم قرار گرفته اند وشبکه از تعاملات را نمی سازند. مثال دیگر همان جوال معروف کچالو هاست، که کارل مارکس (1818 – 1883) برای توصیف روانشناسی دهقانان فرانسه داده بود. همه دریک جوال اند، ولی تعاملی با هم ندارند و هرکس برای خودش خودکفاست. پاسخ به اینکه کدام عناصر مربوط به یک سیستم می شوند به دیدگاه ما از موضوع شناخت بستگی دارد و برای خود عینیت ندارد. وجود سیستم ها هم مربوط به دیدگاه ما است. تفکر سیستم محور شامل موقف شناخت شناسی بنائی است (constructivist epistemology) که به اساس آن ما واقعیت



درباره جهان را خود به صورت فعال می سازیم. بدینوسیله، سیستم، عناصر و اجزاء اش و محیط پیرامونی اش وابسته به زمینه شناختی و هدف ما از شرح پدیده های معین است. سیستم وقتی شناخته می شود که از محیط اش تمایز شود و این تمایز نیاز به مشاهده کننده دارد که تصمیم می گیرد که چه چیز را سیستم تصور می کند و چه چیز پیرامون اش را می سازد.

## اصول تفکر سیستم محور کل گرائی

یکی از اصول مهم تفکر سیستم محور کل گرائی (holism) و درهم تنیدگی عناصر است. بدینوسیله سیستم ها چیزی بیشتر از جمع الجبری اجزای شان اند، چیزی که روانشناسی گشتالت مطرح کرده است. اجزای یک سیستم به شکل پیچیده و شبکه ای تعامل متقابل دارند، طوریکه در این تعامل عناصر سیستم به کیفیت های نوین دست می یابند. یک سیستم خود می تواند عنصری از یک سیستم دیگر در سطح بزرگتر باشد (دیدگاه از پائین به بالا). یک سیستم را می توانیم نظر به نیاز شناختی، از کل به اجزاء تقسیم کنیم (دیدگاه از بالا به پائین). سیستم های زنده سلسله مراتبی را می سازند که در سطوح مختلف از بافت های زیر مجموعه ای تشکیل می شوند که خود سیستم هائی اند با اجزاء خود. مثال این سلسله مراتب: از اتم ها مالیکول ها بوجود می آیند، از مالیکول ها حشرات موجود زنده، از حشرات اندام های متنوع، از اندام ها موجودات زنده و موجودات زنده در یک محیط پیرامونی زندگی می کنند.

تفکر سیستم محور از هر دو روش تحلیل و تجزیه و ترکیب استفاده می کند. از طرفی یک کل را به اجزایش تجزیه می کند، مرز سیستم و محیط اش را مشخص می کند و سطوح مختلف سیستم را از هم متمایز می نماید و از طرف دیگر ارتباط و درهم تنیدگی اجزاء را در نظر دارد. تنها روش تحلیلی که می تواند به تقلیلی از اجزاء بیانجامد و کیفیت های مهم یک کلیت که به اثر ظهور یافتگی بوجود آمده اند را از دست بدهد کافی نیست.

### هدفمندی و در جریان بودن

سیستم ها با جنبه زمان همراه اند و در زمان جریان دارند. در مقاطعی از زمان ثابت و در دیگر موارد در تغییر اند. و نگاه سیستم محور متوجه این تکامل سیستم هاست. جریانات سیستم های دینامیک شامل هدفمندی نیز می باشد که هدف اش حفظ تعادل و بافت سیستم است. تفکر سیستم محور جهان را چیزی نمی داند، بلکه جریانی می داند که واقع می شود. در اینجا لازم است بین جریانات بازگشت کننده و غیر قابل بازگشت تمایز قابل شویم. جنبه غیر قابل بازگشت زمان شامل جریاناتی است که منحصر به فرد اند مانند تولد، مرگ، رویا، انقلاب، کارهای هنری و غیره. این رویداد های منحصر به فرد احساس ما را از تغییر تعیین می کنند. در واقع هر لحظه از حیات منحصر به فرد است، با وجود این ما از احساس ثبات برخورداریم. این جنبه دورانی و بازگشت کننده زمان بوسیله پدیده هائی مانند ضربان قلب، گردش ساعت، مناسک اجتماعی، روز و شب سنجیده می شود و زمینه احساس ثبات را بوجود می آورد. ثبات یا بازگشت را انسانها از راه تقلیل شناختی پیچیدگی و طبقه بندی تجارب به وجود می آورند که در اصل هستی وجود ندارد.

یکی از نیاز های مهم انسان این است که پیچیدگی وقایع منحصر به فرد را به نظمی تقلیل دهد و جریانات باثبات و بازگشت کننده را بنا کند. جریان های متناوب و بازگشت کننده

قاعده مندی را تضمین می کنند و این قاعده مندی اساس محاسبه آینده را تشکیل می دهد. وقفه در جریان عادی خلاقیت و تکامل را ممکن می کند ولی همزمان اضطراب آور است چونکه نظم شناخته شده را مختل می کند. این بی نظمی باعث فقدان در کنترل و پیشگویی حوادث می شود.

## بازبودن سیستم های زنده

سیستم ها در تکامل شان، تمایل به بافت های ثابت (حالت پایدار) دارند. یک نظام ثابت ضرورتاً ایستا نیست. مفهوم حالت پایدار (steady-state) همزمان شامل یک دینامیک است. این دینامیک را می توانیم این طور تصور کنیم: در یک اطاق تعدادی از افراد حاضر اند. در مدتی معین افرادی از اطاق بیرون می شوند و به همان تعداد افرادی دیگر داخل می شوند. این نظام در حالت پایدار قرار دارد. با وجودیکه افراد عوض شده اند، تعداد آنها ثابت مانده است. هر ثانیه میلیون های حجره بدن ما می میرند و جای شان را حجرات دیگر می گیرند. هر ثانیه بیش از یک صد میلیون حجرات سرخ خون می میرند و جای شان را حجرات نو می گیرند. در این جریان شکل و بافت بدن و دینامیک اش ثابت می ماند و از حالت پایدار برخوردار است. سیستم های باز آنهایی اند که با محیط خود تبادل فعال دارند (تبادل انرژی، ماده، معلومات). در نظام های روانی و اجتماعی، تبادل معلومات از اهمیت به سزائی برخوردار است. موجودات زنده به شمول انسان سیستم های دینامیک باز اند

## پسخوراند (feedback)

تعامل سیستم با محیط اش و تعامل اجزاء سیستم بوسیله جریانات پسخوراندی محقق می شوند. پسخوراند مفهومی مرکزی است که در تخنیک (مدارهای حلقه بسته کنترل) رول مهمی بازی می کند. یک مثال کاربردی اش حفظ حرارت معین در سردخانه هاست. در یک مدار ساده کنترل، دخولی های سیستم (حرارت بیرونی) با یک حرارت بهینه مثلاً منفی 20 درجه مقایسه می شود. این مقایسه به رفتاری معین (خروجی سیستم، سردسازی) می انجامد که به نوبت محیط سیستم را تغییر می دهد و دخولی جدید برای سیستم می شود. جریانات پسخوراندی هم می توانند ثبات سیستم را حفظ کنند (پسخوراند منفی) و هم می توانند دینامیک سیستم را سرعت بخشند و در جهت تغیر بیشتر اش عمل کنند (پسخوراند مثبت). حالت پایدار بوسیله پسخوراند منفی تضمین می شود. در پسخوراند مثبت، کنش و واکنش در یک جهت قرار دارند و در پسخوراند منفی در جهت مقابل همدیگر. اگر کسی به شما دشنام دهد و شما هم دشنام دهید این مثال پسخوراند مثبت است که می تواند دشنام سخت تر طرف مقابل را باعث شود و بالاخره یکی و یا هر دوی شما به شفاخانه برده شوید. اگر از اخلاقیات عیسی و یا بودا حرکت کنید، یعنی نه اینکه دشنام ندهید، بلکه معذرت هم بخواهید، شما به پسخوراند منفی متوسل شده اید که منجر به حالت پایدار سیستم می شود و آشوب فرو می نشیند. در سیستم های پیچیده، انواع پسخوراند مثبت و منفی عمل می کنند.

## غیرخطی بودن و پایداری سیستم ها

مفاهیم خطی و غیر خطی در نظریه سیستم ها از اهمیت زیادی برخوردارند و گنه مطلب را می رسانند.

**1. سیستم های خطی:** در ریاضی تابع خطی تابعی است که از دواصل جمع پذیری و همگن بودن اطاعت کند.

$$F(x + y) = F(x) + F(y) \quad \text{جمع پذیری یا برهم نهی یعنی:}$$

$$F(cx) = cF(x) \quad \text{همگن بودن یعنی:}$$

در این سیستم ها خروجی سیستم متناسب به دخولی سیستم است. تحول خطی در سیستم های غیر خطی به ندرت دیده می شود و تنها در زمان و مدتی محدود قابل مشاهده است. زمانی که عناصر سیستم در تعامل شبکه ای با پسخوراند عمل کنند، دینامیک های غیرخطی ظهور می کنند. مثال اش رشد نمائی (exponential growth) نفوس جهان است.

**2. سیستم های غیر خطی:** این سیستم ها تابع اصل برهم نهی یا جمع پذیری نیستند. به عبارت دیگر خروجی شان تناسب مستقیم به دخولی شان ندارد. معمولاً رفتار این سیستم ها بوسیله معادلات تفاضلی غیر خطی توصیف می شود. رشد خطی در سیستم های پیچیده در مقطع زمانی محدود مشاهده می شود. وقتی سیستم ها و زیر سیستم های سیستم ها باهم شبکه ای را بسازند که شامل پسخوراند باشند، به شکل قاعده مند دینامیک های غیرخطی ظاهر می شود. مثلاً رشد نمائی نفوس جهان شامل این دینامیک است. رشد نمائی را انسانها به صورت کل کم ارزش می دهند. مثال اش حکایتی است از یک شاه در چین که با دانشمندی شطرنج بازی می کرد. دانشمند از او خواست که اگر در بازی باخت، فقط برایش مقداری برنج بخشش کند که به قرار الگوریتم ساده ای محاسبه شود: در خانه اول صفحه شطرنج یک دانه برنج و در خانه دوم دو تا و در خانه سوم چهارتا و به همین ترتیب در خانه های بعدی این دانه هارا دوچند کند تا خانه 64 صفحه شطرنج. شاه که ریاضی نمی دانست و از رشد نمائی خبری نداشت، قبول کرد. محاسبه نشان می دهد که اگر شاه این کار را انجام می داد، باید 400 میلیارد تن برنج را برای دانشمند می داد که معادل تولید برنج 1000 سال تمام جهان است! چنین رفتار غیر خطی برای سیستم های دینامیک معمول است. مسائل غیر خطی برای انجیران، ریاضی دان ها، فیزیک دان ها و دانشمندان دیگر از اهمیت برخوردارند، بدلیل اینکه بیشتر سیستم ها در طبیعت غیر خطی اند. معادلات غیر خطی به مشکل قابل حل اند. ریاضی دان ها از شیوه خطی سازی برای حل شان استفاده می کنند که از دقتی برخوردار است و با طیفی از ارزش های دخولی کار آمد است. ولی مسائلی مانند بی نظمی و تفرد singularity (جائی که خروجی سیستم لایتناهی می شود و یا مشتق گیری تابع ممکن نیست) در پروسه خطی سازی پنهان می مانند و جوهی از رفتار سیستم های غیر خطی بی نظم، غیر قابل پیشگوئی و غیر شهودی اند. با وجودیکه چنین رفتاری تصادفی به نظر می

رسد، به هیچ وجه تصادفی نیست بلکه جزء منطق سیستم های دینامیک غیر خطی است. هوا بهترین مثال است. پیشگویی درازمدت هوا به دلیل غیر خطی بودن سیستم نا ممکن است.

3.

یکی دیگر از مظاهر جریان های غیر خطی تحولات ناگهانی است که در آن بافت های سیستم به شکل خودتنظیم شونده تغییر گسسته می یابند و به حالات ناظم نوین دست می یابند و یا همراه با دینامیک بی نظمی می شوند. جریانات غیر خطی سیستمی می توانند طوری شکل بگیرند که پیشگویی، محاسبه و کنترل سیستم را ناممکن کنند. مثلاً تغییراتی که درجهان بوسیله مصنوعات انسان بوجود آمده اند و همراه با آنها مبانی طبیعی زندگی ما را ویران کرده و می کنند، از این جمله جریانات اند. به ویژه جریانات غیر قابل بازگشت چالش بزرگی برای پایداری حیات انسان در روی زمین اند.

از جهت جبری بودن، سیستم ها به چند نوع اند:

1. **سیستم های جبری و متناوب:** که در آنها تصادف در تعیین حالات آینده سیستم نقشی ندارد. بدینصورت یک سیستم جبری با در نظر داشت حالت معین اولیه همیشه خروجی معینی را بدست می دهد. قوانین فیزیک که بوسیله معادلات تفاضلی شرح داده می شوند جبری اند. نظام هایی که در نظریه بی نظمی ها مطالعه می شوند هم جبری اند ولی نا متناوب که بعداً شرح داده خواهد شد. مثلاً سلسله اعدادی مانند: 1,2,3,4,5 که از قاعده  $(n + 1)$  حرکت می کند را می توانیم بدون محاسبه هر قدم، بعد از قدم 15 بدانیم که آن عدد چه خواهد بود.
2. **سیستم های جبری و غیر متناوب:** در این سیستم ها نمی توان در هر قدم از عین قاعده استفاده نمود. قاعده ها برای قدم بعدی اعتبار دارند و نه برای کل سیستم. مثلاً برای اینکه 15 قدم آینده را بدانیم، باید همه قدم ها را محاسبه نمائیم برای اینکه در هر قدم قاعده تغییر می کند و نا متناوب است. به عبارت دیگر نمونه ای موجود نیست. این به این معنی هم هست که با دانش حالت اولیه سیستم، ما قادر نیستیم رفتار سیستم را تا آخر پیشگویی نمائیم. ناتوانی ما از پیش بینی مربوط به بی خبری از قوانین طبیعت نیست، بلکه بدلیل غیرخطی بودن معادلات، تغییرات ناچیز (بی صراحتی متغیر ها) در زمان همدیگر را خنثی نمی کنند بلکه تقویت می کنند. جبری بودن در قوانین طبیعت ضرورتاً به قابلیت ما برای پیشگویی نمی انجامد. نظریه بی نظمی نه تنها به این باور انجامید که قوانین طبیعت ما را به پیش گویی کمکی نمی کنند، بلکه به این که با چه قواعدی نظم به بی نظمی جبری می انجامد و بی نظمی به نظم. در این مورد دانشمندان صحبت از سیناریو ها دارند. سیناریو ها نوع نوینی از واقعیت را ارائه می کنند و بین قوانین طبیعت و طبیعت واسطه می شوند. می توان گفت که سیناریو ها به شکوفائی قوانین طبیعت کمک می کنند و می توانیم آنها را با جریانات بیوشمیک در داخل حجرات مقایسه کنیم که بین جین ها و حیات قرار دارند و شکوفائی چیزی که در جین ها نهفته است را ممکن می کنند. گذشته از این که غیر قابل پیش بینی بودن آینده به غیرخطی بودن پیچیدگی واقعیت مربوط است، بلکه هر چه بیشتر مربوط به دانش ماست که روی

آینده تاثیرش را دارد. ولی ما هرچه بیشتر به دانش خود بیافزاییم، این را نمی دانیم که در آینده چه چیزهائی را خواهیم دانست! یعنی با رشد دانش در علم، بی دانشی ما از آینده افزونتر می شود، چیزی که **کارل پاپر (1902 - 1994)**، فیلسوف اطریشی - انگلیسی، اول متوجه آن شد، بدون اینکه به کسی توصیه نماید که از دانش اندوزی پرهیز کند!

**3. سیستم های غیر جبری** که کاملاً تصادفی اند و هیچ نوع پیشگوئی در اینجا ممکن نیست.

در چوکات مدل معیاری علوم، یعنی تقلیل گرایی، ما با سیستم های از نوع اول سروکار داریم که ظاهراً رفتاری خطی دارند و تغییر های ریز منجر به واکنش های بزرگ و شدید نمی شوند و از اصل برهم نهی پیروی می کنند. جهانی را که مدل معیاری و سنتی علوم طرح کرده است از یک نظم خالص حرکت می کند. معادلات و نظریه های که حرکت سیارات، مسیر یک راکت و رمز جنتیک را توصیف می کنند از یک نظم و قاعده مندی و اعتبار یک ساعت برخوردار اند و با قوانین طبیعت رابطه مستحکم دارند. با وجودیکه دانشمندان می دانستند که جهان واقعی و بیرونی از این ثبات و نظم اوقلیدوسی برخوردار نیست و در طبیعت تلاطم، بی نظمی و جریانات غیر قابل پیشگوئی مشاهده می شوند، آنها این مسائل را پارازیت تعبیر می کردند که در نهایت می توان آنها را به اساس با نظم آن تقلیل داد. امروز دانشمندان به این پی برده اند که این فرضیه نادرست بوده است. امروز ما مشاهده می کنیم که بیشتر سیستم های بیولوژیکی و فیزیکی نا همگن، گسسته و بی نظم اند. بی نظمی، غیر قابل پیشگوئی بودن و بی قاعده گی جزء جریانات طبیعی و تابع منطق عجیب بی نظمی اند. تفکر، ضربان قلب، ابرها، طوفان ها، ساختار کهکشان ها، پدید آئی یک شعر، کجی خط ساحلی اقیانوس ها و ظهور و تطور حیات همه شامل جریان های بی نظمی اند.

### خودتنظیمی و نظریه بی نظمی

نگرش سیستم محور تحولات دینامیک سیستم هارا در تناوب ثبات و تغییر ویا به زبان نظریه بی نظمی، نظم و بی نظمی تحقیق می کند. سیستم ها در تکامل شان، شامل جریانات سازنده بافت ها و ویران کننده ساختار ها اند. نظریه بی نظمی جریانات غیرخطی دینامیک سیستم هارا مورد بحث قرار می دهد.

دینامیک رشد نفوس می تواند مدخلی مناسب برای فهم دینامیک سیستم هاباشد. گله از حیوانات دارای نفوسی است که ما آنرا با سمبول  $N_t$  (شمار حیوانات در زمان  $t$ ) ترسیم می کنیم. اگر تعدادی معین حیوانات را در زمانی معین  $N$  بگوئیم و نرخ رشد نفوس (رشد بعد از محاسبه مرگ و میر)، یعنی  $a$  معلوم باشد، می توانیم رشد نفوس را در زمان  $t+1$  (یک سال بعد) محاسبه نمائیم. مثلاً اگر  $N_t$  مساوی 1000 باشد و  $a$  مساوی 03 یعنی (30%)،  $N_{t+1}$  مساوی خواهد بود به 1300.

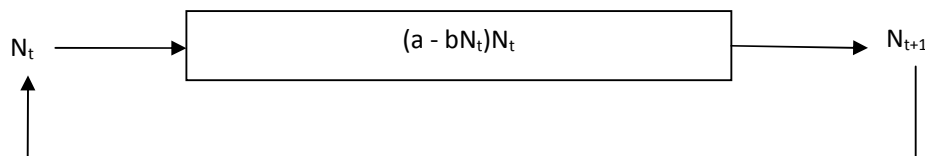
$$N_{t+1} = (1000 + 1000 \times 0,3) = 1300$$

اگر نرخ رشد نفوس مثبت باشد، نفوس به طرف لایتنهای تقرب خواهد کرد. اگر رشد نفوس منفی باشد، نفوس به انقراض خواهد گرائید. برای اینکه معادله نفوس واقع بین تر

باشد یک پارامتر دیگر هم باید به آن بیافزاییم تا از کاهش منابع معیشت حیوانات نمایندگی نماید. این پارامتر را  $b$  می نامیم. این پارامتر خودش به نوبت از حجم نفوس یعنی  $N$  متاثر خواهد بود. - هرچه تعداد حیوانات زیادتر باشد به همان اندازه منابع کمتر خواهد بود - . از این سمبول ها معادله بنیادی دینامیک نفوس را بدست می آوریم:

$$N_{t+1} = N_t + (a - bN_t)N_t$$

تعامل چندین نفوس متنوع را که در یک محیط زندگی می کنند و روی منابع رقابت دارند را هم می توان با معادلات شبیه این صوری سازی نمود. محاسبه نفوس برای دوران های بعدی یعنی  $t_1, t_2, t_3$  و غیره را می توانیم پسخوراند (تکرار) ریاضیاتی تلقی کنیم. با در نظر داشت رشد نفوس فرض شده، یعنی  $0,3$  (30%)، محاسبه نشان می دهد که نفوس اولی  $N$  بعد از چند تکرار، نفوس ثابتی را بدست می دهد، یعنی  $N=a/b$  بدون اینکه حجم نفوس  $N_t$  روی محاسبه تاثیری داشته باشد. چنین مقدار ثابتی را که یک سیستم بعد از تکرار های معین به آن می رسد را جاذب  $attractor$  می گوئیم. بدینصورت، جاذب را می توانیم با حالت پایدار تشبیه کنیم. نمودار این حلقه تکراری (پسخوراند) را در ذیل می آوریم.

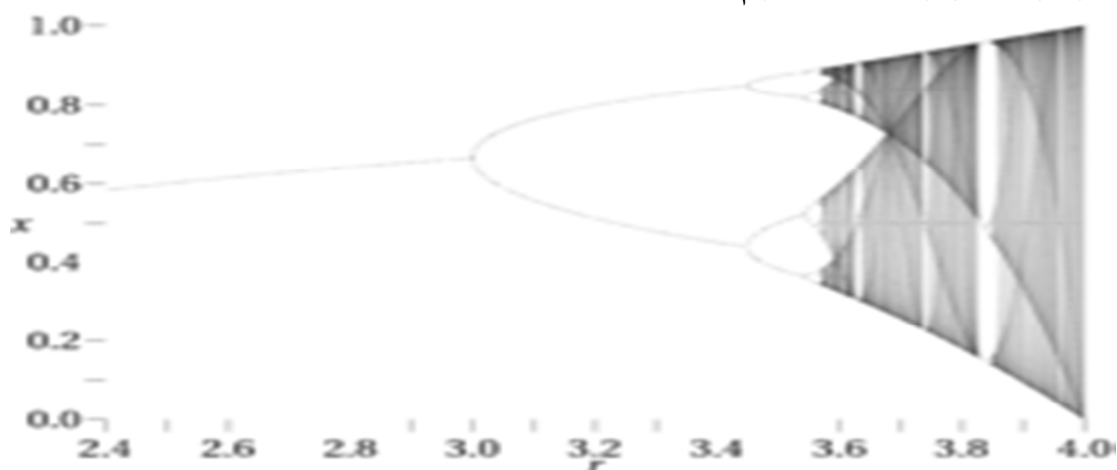


وقتی  $a$  را افزایش دهیم، بعد از مقداری معین، رفتاری جدید را سیستم از خود نشان می دهد. اول سیستم به جاذب نزدیک می شود، یعنی بر محور آن متعادل می گردد. تناوب حجم نفوس  $N$  بر محور جاذب  $a/b$  هرچه بیشتر طول می کشد، هر اندازه که  $a$  بزرگتر باشد. وقتی  $a$  از 3 بزرگتر شد، مقدار یگانه جاذب دیگر مشاهده نمی شود، بلکه یک تناوب دینامیک دورانی بین دو مقدار بوجود می آید، یعنی سیستم بین دو حالت (نفوس) در تناوب می افتد. هرچه به مقدار  $a$  بیافزاییم، سیستم دورانی 4 تایی، 8 تایی، 16 تایی و ... از خود نشان می دهد. دوچند شدن دوران هرچه زودتر بوقوع می پیوندد که تابع قانونمندی ای معین است. اگر فاصله بین دو ارزش بحرانی  $a$  را  $d_1, d_2, d_i$  بنامیم، این قاعده اعتبار دار:

$d_i/d_{i+1} = 4,669201\dots$  این عدد به نام عدد **فایگن باوم** معروف است و یکی از ثابت های عمومی است. همه سیستم ها در راه بی نظم شدن از راه دوچند شدن دورانی از این قاعده مندی پیروی می کنند. با ارزش مرزی  $a = 3,56999$  پدیده نوین ظاهر می شود. دیگر ما شاهد دوچند شدن دورانی نیستیم، یعنی نظمی مشاهده نمی شود، بلکه یک نوسان غیر قابل محاسبه بوقوع می پیوندد، یعنی تعداد جاذب ها به لایتنهای تقرب کرده است، که به بی نظمی جبری (deterministic chaos) معروف است. ولی با نگاه

دقیق به نمودار سیستم، نوارهای سفید را مشاهده می کنیم. این نوار ها نشان می دهند که پنجره های ریز نظم موجود اند، جائیکه معادله دوباره دوشاخه می شود قبل از اینکه به بی نظمی داخل شود. این نوع خود همانندی یعنی نمودار کاپی ای از خود را در داخل خودش پنهان دارد، وجه مهمی از بی نظمی است. این رفتار به نام سیناریوی فایگن باوم ( میچل فایگن باوم (1944- )، ریاضی - فیزیک دان معاصر امریکائی) معروف است.

### نمودار سیناریوی فایگن باوم



### ثبات و تغییر

با وجودیکه همه هستی جریانی بیش نیست، و هر پدیده را می توانیم یک جریان تلقی نمائیم ولی از طرفی ما با اشیاء، اشکال، حالات، قواعد و قوانین سروکار داریم که از ثبات نسبی برخوردار اند. بناءً جهان نوسانی بین ثبات و بی نظمی است. دینامیک و ثبات یک سیستم را می توانیم مانند توپ فوتبالی تصور کنیم که روی تپه ای در نقطه اوج اش قرار دارد و می تواند یا به یک طرف و یا به طرف دیگر سرازیر شود. در دو طرف تپه دو وادی قرار دارند که توپ در آنجا به ثبات می رسد و می ایستد. برای اینکه توپ را دوباره از ثبات بیرون کنیم، انرژی لازم داریم تا آنرا از وادی اش بیرون نمائیم و به اوج تپه قرار دهیم. در اینجا دوباره توپ یا در آنجا ثابت می ماند و یا به یکی از وادی ها نزول می کند. در این مثال ما دو جاذب داریم که همان دو وادی اند. اوج تپه حالتی پایدار نیست و به کوچک ترین فشار توپ از حالت پایداری بیرون می شود و متوجه یکی از جاذب ها می شود.

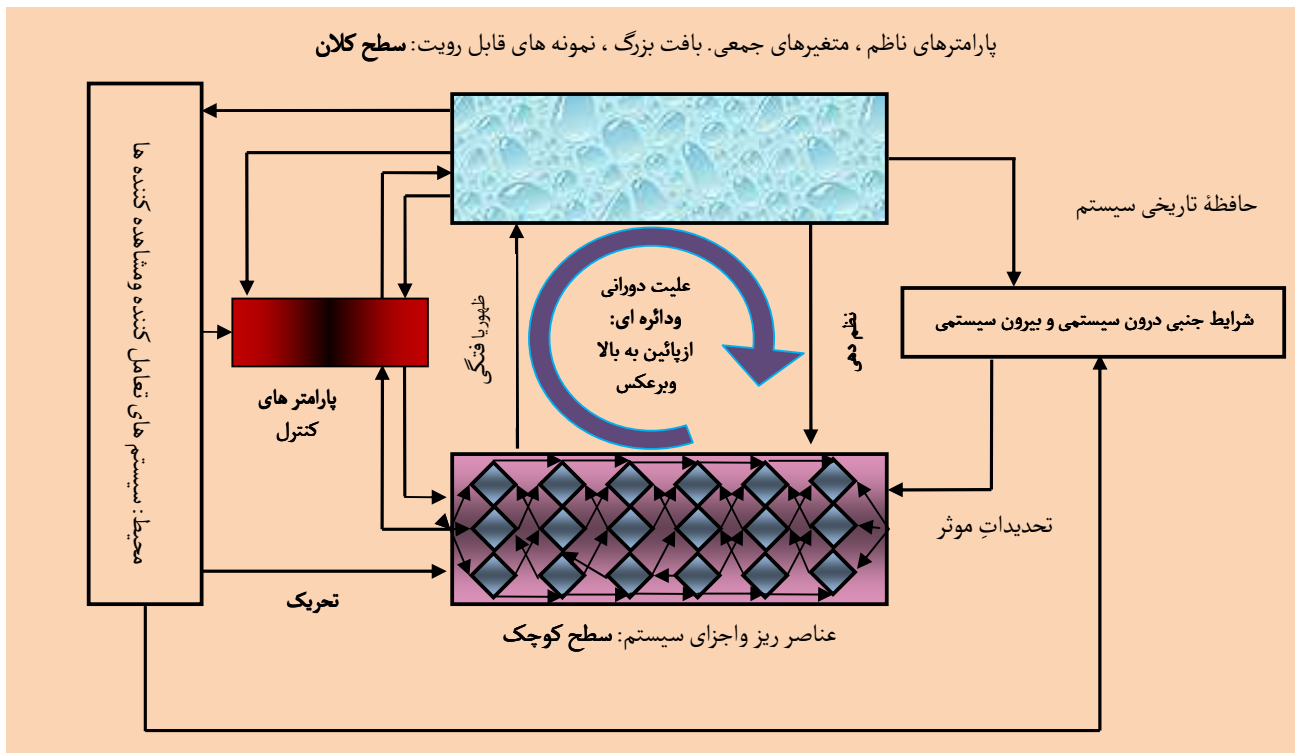
### سینرجتیک

یکی از نظریه های خودتنظیمی سیستم ها، نظریه سینرجتیک هرمن هاکن (1927 - )، فیزیک دان معاصر آلمانی است. سینرجتیک معنی ای تعامل مشترک را می رساند. به صورت کل، سینرجتیک سیستم هائی را مورد تحقیق قرار می دهد که:

1. به مقابل محیط شان باز باشند



2. رفتار شان غیر خطی و دینامیک باشد
  3. از عناصر زیادی ترکیب شده باشند که با هم در تعامل اند و با هم همکاری می کنند،  
طوری که تحولات خودتنظیمی ساختار های سیستم ممکن شوند.
- سینرجتیک محدود به سیستم های فیزیکی نمی شود، بلکه به صورت عمومی متوجه این موضوع است که چگونه اجزای سیستم با هم تعامل می کنند و رفتار خود را تنظیم می نمایند. در این جریان کل سیستم شامل حالات منظم و بافت است. وجهه مهم سینرجتیک کشف اصول عمومی سیستم هاست صرف نظر از اینکه عناصر سیستم اتم ها، مالیکیول ها، حرات و یا حتی انسانها باشند. مزایای سینرجتیک، لااقل در بخش علوم طبیعی، مدل سازی های ریاضی را شامل می شود، که از سطح فقط شهودی فراتر می رود و پیشگویی های دقیق را ممکن می سازد. ولی در علوم انسانی و روانشناسی، این امکانات پیشگویی بسیار محدود است. در این ساحه، مدل های کمیتی و ریاضی هنوز طفولیت شان را سپری می کنند.
- در ذیل مدل عمومی سیستم ها ترسیم شده است که نماینده همه انواع سیستم هاست. یعنی همه سیستم ها چنین بافتی دارند. ولی برای اینکه طرز کار هر سیستم مشخص را بدانیم، علم همان رشته وظیفه دارد تا مکانیزم های ویژه اش را کشف نماید. در ذیل نمودار کلی سینرجتیک سیستم های پیچیده ترسیم شده است.



مفاهیم مهم در نمودار سینرجتیک را در پائین تعریف می‌کنیم:

**پیچیده:** پیچیده به سیستم‌های می‌گوئیم که رفتارشان خطی نباشد. با وجودیکه یک طیاره مثلاً ایربوس 380 چیزی مغلق است، از کمپیوتر، لین کشی، موتور هایش، برق و غیره تخنیک هایش گرفته تا سیستم جهت یابی اش، ولی رفتار اش قابل پیشگویی و تحت کنترل است. در طیاره اجزای آن نظم اش را خودانگیخته بوجود نمی‌آورند بلکه نتیجه پلان ودقت انجنیران طیاره است. برعکس مغز انسان سیستمی پیچیده است که در آن آدمکی کوچک نشسته نیست که فرمان را بدست داشته باشد، بلکه فرمان ویا من و اراده فرد هر آن بوسیله تعامل میلیارد ها سلول عصبی ظهور می‌کند (ظهور یافتگی). حیات خود نوعی ظهور یافتگی است که نتیجه تعامل اجزائی است که حیات به اساس آنها ممکن می‌شود، یعنی مالیکیول‌های کاربونی. این تعامل به اساس جذب و دفع صورت می‌گیرد. پیچیده نظامی است که رفتار اش را نتوانیم پیشگویی کنیم، با وجود اینکه اجزای اش را یک به یک بشناسیم. پیچیده گی از تعامل غیر خطی اجزای بوجود می‌آید. دستکاری به سیستم‌های پیچیده بدون دانش کامل پارامترهای محلی و جهانی و پوتنسیال تعاملات شان اشکالاتی دارد. کافی است به تجربه تهاجم امریکا به عراق و افغانستان نظر بیافکنیم تا مشاهده کنیم که چگونه نظام پیچیده جهانی از نظم به بی نظمی داخل شد و معلوم نیست که چه زمانی لازم است تا سیستم به حال تعادل نسبی اش باز گردد.

**خودتنظیمی:** در جهان واقعی اجزای همه پدیده‌ها باهم در ارتباط اند و شبکه از تاثیرات متقابل را می‌سازند (اتم‌ها، مولیکیول‌ها، سلول‌ها، گروه‌ها، کشورها و غیره). پیش زمینه بنیادی خود تنظیمی وجود سیستمی از اجزای مانند مولیکیولها در یک مایع، نیورون

های در یک شبکه نیورونی، ادراک و عواطف در جریان های روانی انسان و یا رفتار سهم گیرنده گان در تعاملات اجتماعی است. بین اجزاء باید تعاملات غیرخطی موجود باشد که در اکثر سیستم های طبیعی موجود است. اگر سیستم فیزیکی باشد مانند انتقال حرارت و یا اشعه لیزر، نیروهای موثر بین اجزاء را می توانیم دقیق نام گذاری کنیم و توسط ریاضی صوری سازی کنیم و به همین دلیل فیزیک شاه علوم است. زمانیکه این تعاملات غیر خطی باشند، یعنی خروجی سیستم متناسب مستقیم با دخیلی سیستم نداشته باشد، شرایط ظهوریافتگی بوجود می آید که منجر به بافت ها و طرح های زمانی- مکانی می شود. مثال: تلاطم در مایعات و یا در جو زمین، رفتار گروهی ماهی ها در آب، بافت پوست پلنگ ها، ادراک گشتالت (روانشناسی گشتالت) ها در مغز های باشعور و همکاری انسانها در تطور نوع.

**ظهوریافتگی:** ظهوریافتگی پدید آیی بافت هایی است که باوجود وابستگی به اجزای کوچک سیستم و تعاملات شان، از خواصی برخوردار است که نمی توان آنها را به این اجزاء تقلیل داد. یعنی چیزی نو از تعامل اجزاء ظهور نموده که بیشتر از جمع الجبری مجموع اجزاء است. مثلاً باوجودیکه تمام جریانات ذهنی یعنی ادراک و حافظه و آگاهی مبنی بر تعامل نیورون های مغز ماست، ولی هیچ نیورونی به تنهایی خاصیت آگاهی و ادراک را ندارد. بلکه این خواص نتیجه تعامل شبکه های میلیونی و میلیارادی نیورون ها در مغز است. جامعه هم به گفته **کارل مارکس** (گروند ریسه: 176) جمع الجبری افراد نیست، بلکه چیزی است که از تعاملات افراد ظهور می کند و فراتر از افراد است.

**پارامترهای کنترل:** روی هر سیستم از راه محیط پیرامونی اش کمیت های تاثیر گذار عمل می کنند (وارد شدن انرژی به سیستم) یا از درون سیستم مانند تغییر غلظت تعدیل کننده های عصبی در بخشی از مغز. این کمیت های تاثیر گذار را پارامتر های کنترل می گوئیم. آنها در نهایت، تعاملات متقابل غیر خطی اجزاء را تعدیل می کنند و از این راه شدت و کیفیت این تعاملات را تعیین می نمایند. بدینوسیله **پارامتر های ناظم** بوجود می آیند که یک رفتار پیوسته و متناسق را درجائیکه قبلاً وجود نداشت، باعث می شوند. پارامتر های کنترل متنوعی در رقابت باهم قرار دارند. هر وقت تعادل یک پارامتر کنترل متزلزل شود، پارامتر دیگری می تواند جای اش را بگیرد. این رقابت می تواند به "پیروزی" یکی و یا چند تا از این پارامترهای کنترل بیانجامد. در حالت تقارن، یعنی زمانیکه پارامتر های کنترل احتمال مساوی دارند، نوسان های کوچک می توانند به پیروزی یکی از پارامتر های کنترل کمک کنند.

**اصل اسارت گیری:** وقتی یک پارامتر کنترل قالب شد، حرکات و فعالیت اجزاء کوچک را به اسارت می گیرد و نظم می دهد و درجه آزادی آنها را به شدت محدود می کند (تراکم معلومات). به این جریان نظم دهی یا به اسارت گرفتن می گوئیم. **هرمن هاکن** در مثالی از خودتنظیمی و اصل اسارت گیری، زبان مادری را یاد آور می شود. زمان مادری پارامتر ناظم است که زبان کودک را به اسارت می گیرد. همزمان زبان کودک روی پارامتر ناظم، یعنی زبان مادری تاثیر دارد و یک علیت دورانی را می سازد که در آن

زبان یک ملت کند تر تغییر می کند تا زبان افراد. بدینصورت، نه تنها علیت دورانی بین اجزاء سیستم موجود است، بلکه بین سطح کوچک و سطح کلان سیستم هم این رابطه وجود دارد.

**شرایط جنبی:** هر سیستم تاریخی دارد که نتیجه تعاملات گذشته اش با محیط اش می باشد (سیستم های باحافظه). این تاریخ بخشی از شرایط جنبی سیستم را تشکیل می دهد. شرایط جنبی می توانند نوع عملکرد اجزاء باشند، نتیجه ناظم ها و سیستم های دیگر باشند و یا شرایط جنبی می توانند نتیجه عوامل فیزیکی و مادی محیط بیرونی باشند. شرایط جنبی دینامیک سیستم را تحدید می کنند (پسخوراند منفی).  
**خواص سیستم های پیچیده (دینامیک)**

1. گذارهای گسسته
2. ظهور بی ثباتی و بحران در زمان گذار از یک نظم به نظم دیگری
3. دینامیک غیرخطی، بی نظمی همزمان با تحدید قابلیت پیشگویی این دینامیزم
4. ثبات مُصِرِ نظام یا سرسختی به مقابل تغییر، باوجود شرایط تغییر یافته محیطی
5. وابستگی تغییرات رفتاری و یادگیری از پارامتر های کنترل کننده
6. ظهور نمونه ها و بافت ها با خواص ویژه که در زیرسیستم ها و یا اجزای نظام وجود ندارند (جریان های ذهنی و روانی بارابطه به فعالیت نیورون های عصبی)

## خود تنظیمی چگونه عمل می کند؟

- عناصر خود تنظیمی و تعاملات آنها را در ذیل نکته وار شرح می دهیم:
- شرط اصلی خود تنظیمی وجود نظامی است که از اجزائی ساخته شده باشد مانند مولیکیول ها دریک مایع، نیورون ها دریک شبکه نیورونی در مغز، ادراک و عواطف در فرایندهای روانی و یا رفتار متقابل افراد و گروه ها دریک نظام اجتماعی
  - بین اجزاء باید روابط متقابل غیر خطی موجود باشد که در اکثر سیستم ها واقعیت دارد. اگر نظام ها فیزیکی باشند، صوری سازی نیروها ممکن است (ریاضیات)
  - یک سیستم یا زیر تاثیر عوامل محیطی است (جریان انرژی، معلومات) و یا محرک از درون سیستم نشأت می کند مانند غلظت تعدیل کننده های عصبی (نیورومادولترها) در مغز. این عوامل موثر همان پارامتر های کنترل اند
  - پارامترهای کنترل تاثیر متقابل بین اجزاء غیرخطی سیستم را تعدیل می کنند و بدینوسیله کیفیت و شدت تعامل را تغییر می دهند.
  - در اینصورت نظامی معین روی اجزاء بوجود می آید که همان پارامتر های ناظم و یا ناظم ها اند.
  - در شرایطی دیگر، یک نظم از حالت تعادل اش بی تعادل می شود و نظامی دیگر جایش را میگیرد.
  - قبل از ظهور نظم، رقابتی بین امکانات جا افتادن نظم معینی وجود دارد که منجر به برنده شدن یک حالت (نظم) می شود.
  - در صورت تناظر (تقارن) یعنی احتمال مساوی چندین ناظم، نوسانات کوچک (بحرانی) برای ظهور یک ناظم تعیین کننده اند. (استعاره تپه و توپی که در اوج اش قرار دارد و هر آن می تواند به این طرف و یا آن طرف سرازیر شود)
  - ناظم بعد از ظهور در سطح کلان، اجزاء و عناصر سطح کوچک را منظم می کند و بر آنها مسلط می شود و درجه آزادی آنها را به شدت محدود می کند (تراکم معلومات، به اسارت گیری)
  - بدینصورت نه تنها تاثیر علی دورانی بین عناصر نظام، بلکه بین سطوح ریز و بزرگ سیستم بوجود می آید.
  - ناظم تابعی از اجزاء است و اجزاء تابعی از ناظم
  - در نظام های فیزیکی پارامتر های کنترل شکل انرژی وارد شده به نظام از بیرون را دارند. مثلا تفاوت درجه حرارت دریک لایه از مایعات با حرارت دادن از پائین و سرد شدن از بالا که در آن جریان انتقال حرارت بوجود می آید.
  - پارامتر های کنترل ویژه هر سیستم اند، یعنی هر نظام به پارامتر های معینی پاسخ می دهد.
  - در سیستم های معین می توانند چندین پارامتر کنترل عمل کنند و چندین ناظم را به ظهور برسانند که به نوبت عمل کنند.

- همچنان می توانند در اشکال متغیر پارامتر های کنترل توالی از ناظم ها ظهور کنند.
- هر سیستم دارای طیفی از رفتار ممکن است که با تغییر شرایط ضرورتاً به فروپاشی نظام نمی انجامد، بلکه منجر به گذار به یک حالت جدید می شود.

## اصل شناخت شناسی بنائی

طوریکه در بالا ذکر اش رفت، اصل شناخت شناسی بنائی یکی از مفاهیم مهم نگرش سیستم محور است. مسئله واقعیت و حقیقت از هزاران سال است که در دسری برای فیلسوفان است (رجوع کنید به نوشته به نام: در دسری که سقراط آفرید، از این قلم در سایت گفتمان). مسئله حقیقت و واقعیت تنها برای فیلسوفان و دانشمندان جذاب نیست، بلکه در زندگی روزمره ما برای فهم تجارب و رفتار ما از اهمیت برخوردار است. واقعیت روزمره، از نگاه نظریه بنائی، خود شبکه پیچیده از واقعیت های ساخته و پرداخته فردی و گروهی است. زمانیکه نویسنده این سطور محصل روانشناسی در ایالات متحده بود (1970-1976)، هم جنس دوستی در رهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی II DSM یک اختلال روانی شمرده می شد. بعد از تغییر DSM II به DSM III (1980)، به اثر فشار های اجتماعی و سیاسی، هم جنس دوستی از رده بیماری های روانی بیرون شد و به گفته روانشناس امریکائی پال واتسلاویک (1921 – 2007):

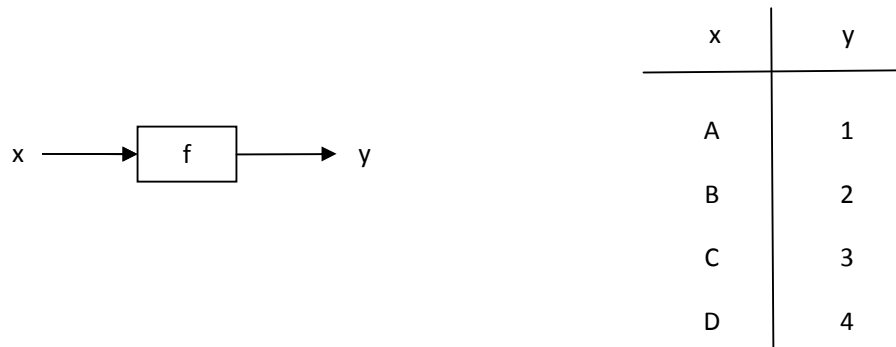
**بدینوسیله، در یک قلم چرخاندن، میلیون ها انسان از "بیماری" شان شفا یافتند. چنین موفقیت در مداوا به ندرت مشاهده شده است. مسئله بنای واقعیت تنها برای کسانی که بر چسب "بیماری روانی" به آنها زده می شود از اهمیت برخوردار نیست، بلکه در شرایط دیگر زندگی روزمره مثلاً وقتی ما با کسی اختلاف نظر داریم از اهمیت برخوردار است. قواعد و رفتار نمونه در همه موارد زندگی روزمره با اهمیت اند. حتی رفتار علمی، یعنی دانش و کنش علمی هم تابع قواعد "جامعه دانشمندان" است. قبل از نگرش بنائی، علم به حیث تضمین کننده حقایق عینی شمرده می شد که وظیفه اش کشف "قوانین حقیقی" جهان بود. از نگاه روانشناسی سیستم محور، جریانات فکری و شناختی شامل دینامیک نظم دهی و بافت سازی است. مثلاً طرحواره های شناختی خاصیت پارامتر های ناظم در سینرجتیک را دارند. علم و یافته هایش خود وسیله بنای نظم اند. برای اینکه این وظیفه را علم انجام دهد، دنبال قواعد کلی و عمومی می گردد و نظریه ها بنا می شوند. یک نظریه علمی به همان اندازه ارزش دارد که بتواند عدم قطعیت را کم کند و معلومات لازم را در اختیار ما قرار دهد. یعنی هر چه یک نظریه بی دانشی را به دانش و بی خبری از آینده را به قابلیت پیشگویی تبدیل کند، این نظریه نظم می آفریند و بیشتر قابل قبول خواهد بود.**

نظریه های علمی در چوکات پارادایم ها عمل می کنند. پارادایم ها یعنی مدل های بنیادی فکری که اساس نظریه هارا می سازند. مثلاً جهان بینی بطلیموسی یک پارادایم است که به اساس آن نظریه حرکت سیارات مطرح شده است. زمانیکه پارادایم بطلیموسی بوسیله پارادایم کپرنیکی به کنار زده شد، نظریه های مناسب این پارادایم مطرح شدند.

تاریخ علوم در واقع تبدیل پارادایم ها و نظریه هاست که بعضی اوقات می توانند موازی باهم عمل کنند و یا در رقابت باهم قرار داشته باشند. **تامس کهن (1922 – 1996)** فیلسوف علوم، در کتاب معروف اش: **بافت انقلاب های علمی (The Structure of Scientific Revolutions)** به این نظر است که پارادایم های علمی در یک دینامیک گسسته، جای همدیگر را می گیرند. تحول در پارادایم ها، یعنی تغییر از پارادایم تحلیلی- دوگانه (تقلیل گرا) به پارادایم سیستم محور وکل نگر را امروز در علوم مختلف مشاهده می کنیم. یکی از مهمترین نتایج تاریخ علوم و تغییر پارادایم ها این است که نظریه هایی را که قبلاً "حقیقت" می دانستیم، بعداً "غلط" از آب درآمدند. از نگاه سیستم محور و بنائی، دانش انسان چه روزمره و چه علمی بازتاب حقایق نیست. نکته مرکزی این است که جریانات بنائی که به واقعیت های فردی و گروهی می انجامند را دقیق زیر نظر داشته باشیم و آنها را مورد پرسش قرار دهیم.

### دیدگاه بنائی - سیستمی

هسته مرکزی جهان بینی تحلیلی و تقلیل گرا تفکر خطی علت و معلول است. در این نگرش، ماشین مدل انسان و کیهان است. فرق این دو جهان بینی، یعنی تحلیلی - تقلیل گرا و نگاه سیستم محور را می توانیم با مثالی از **هاینز فن فرستر (1911 – 2002)** به خوبی ترسیم کنیم. او دو نوع ماشین را از هم متمایز می کند. ماشین "پیش پا افتاده" و ماشین "بااهمیت" در نمودار زیر، مدل نوع ماشین پیش پا افتاده ترسیم شده است.



مربع نماینده ماشین است که عملکرد اش را می توانیم تعیین کنیم. عملکرد ماشین یعنی  $X$   $f (= y)$  در اینجا دخیلی یا محرک سیستم است و  $y$  خروجی یا واکنش سیستم. عملکرد ماشین علت (دخیلی) را با معلول (خروجی) پیوند می دهد. این ماشین پیش پا افتاده 4 دخیلی و 4 خروجی دارد (جدول دست راست). این ماشین اصل علت را بازتاب می دهد که در آن یک علت یک معلول را در پی دارد. ویژگی این نوع سیستم جبری بودن و قابل پیشگویی بودن رفتار اش می باشد. اگر ما نقشه ساخت ماشین را ندانیم، می توانیم به سادگی عملکرد اش را کشف نماییم. فقط کافی است که به ترتیب همه دخیلی هارا به ماشین یکی بعد از دیگری ارائه کنیم و بازتاب اش را مشاهده نماییم. بدینوسیله ما نقشه

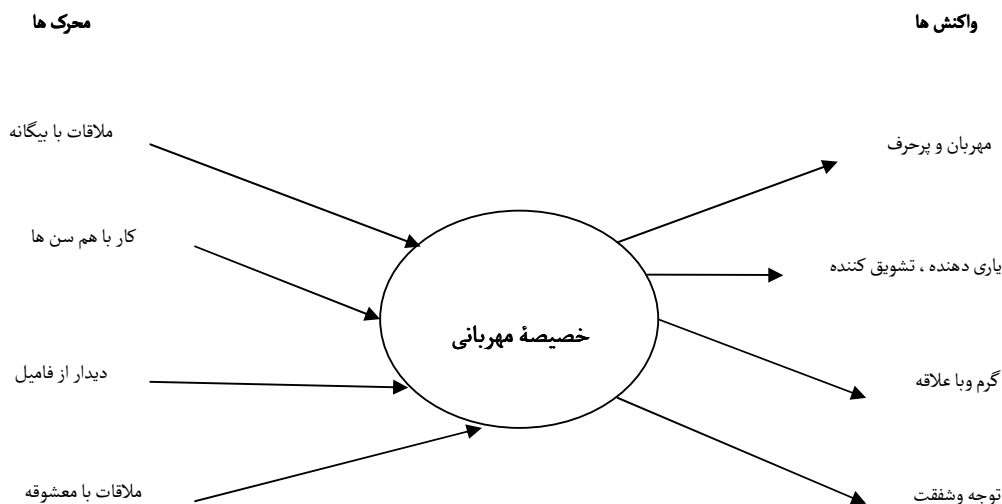
ماشین را که انجنیر اش آنرا طرح نموده بدست می آوریم. در این مثال ما می توانیم 256 میاشین ممکن را مشاهده کنیم. ( $4^4 = 256$ )

ماشین پیش پا افتاده نماینده جهان بینی میخانیکی است. به باور **هاینز فن فرستر** این ماشین نماد بنیادین تفکر فرهنگ غربی است. بطور مثال اگر سنگی را از دست خود رها کنیم به اثر جاذبه به زمین می افتد. در اینجا "جاذبه" نام ماشین پیش پا افتاده است. جهان بینی میخانیکی که به اثر آن انسان و تمام کیهان ماشینی می باشند از منابع مختلف سر چشمه می گیرد. این جهان بینی نتیجه کار دانشمندانی مانند **دکارت**، **گالیله** و **نیوتن** در قرون 16 و 17 می باشد. **دکارت** مثلاً به این باور بود که یک انسان مریض مانند ساعتی است که خوب طراحی نشده است. و انسان سالم ساعتی با طرح سالم است. **دکارت** نماینده تفکر تحلیلی - دوگانه بود. تحلیلی یعنی موضوع تحقیق را به اجزاء آن پُرزه کنیم و خواص و روابط شان را دریابیم. او همچنین طرفدار جدائی مشاهده کننده (محقق) و موضوع تحقیق بود که در آن علم امروز شرط تعیین کننده عینیت در جریان تحقیق را می بیند. مهمترین تمایزی را که **دکارت** معرفی کرد همان تمایز بین حوزه ذهنی، فکر و هشیاری از سوئی و حوزه جهان میخانیکی، ماده و جسم از سوی دیگر است. این فلسفه به نام دوگانه گرایی معروف است. موضوع علوم طبیعی جهان مادی است که شامل زنده جان ها هم می شود و بدین ترتیب مانند ماشینی پیش پا افتاده عمل می کند و همزمان پیش شرط اصلی کشف قوانین عینی - طبیعی و دانش حقیقی می باشد.

این جهان بینی بوسیله **گالیله** و **نیوتن** تکامل یافت. **نیوتن** توانست با طرح دقیق ریاضیاتی (نظریه جاذبه) تفکر تقلیل گرا و میخانیکی را صوری سازی نماید. چون در این تفکر علت معین معلول معینی دارد، از آن به نام جبرگرایی یاد می شود. این جبر گرایی را می توانیم با نقل قولی از **لاپلاس** دقیق بیان کنیم: **ذهنی که در یک زمان معین، همه نیروهای عمل کننده در طبیعت و موقعیت همه اشیا یی که جهان را می سازند را می شناسد... در همان فورمول حرکات بزرگترین اجرام در کیهان و کوچک ترین اتم ها را دریابد. برای او چیزی نا معین نیست و در مقابل چشمان اش گذشته و آینده حضور خواهند داشت.**

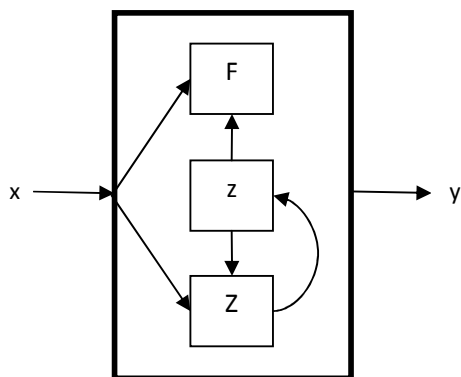
در روانشناسی نیز تقلیل گرایی سنت دیرینه دارد. این تفکر میخانیکی در رفتار گرایی مظهر خالص اش را یافته است. به طور مثال انسان به حیث ماشین پیش پا افتاده، در روانشناسی شخصیت همان مفهوم خصیصه یا ویژگی است (**trait**). خصیصه بافتی است که محرکات و واکنش هارا باهم پیوند می دهد. به اساس این مفهوم، خصیصه آمادگی های نسبتاً ثابت برای رفتاری معین اند که به صورت استوار در شرایط مختلف بروز می کنند. اگر خصیصه های یک شخصیت را بشناسیم، می توانیم رفتار اش را مانند یک ماشین پیش پا افتاده پیشگوئی نماییم. تصویر ذیل عملکرد خصیصه را ترسیم می کند.





فهم مرض در روانشناسی بالینی مثال دیگری است که برای مدت مدیدی مریضی ها را به چند علت محدود تقلیل می داد، بدون اینکه شبکه ای عمل کردن جریانات را مد نظر داشته باشد. مبنی بر این دیدگاه، اختلالات روانی را می توانیم دقیق تشخیص دهیم و به وسیلهٔ روان درمانی قابل کنترل کنیم. هدف دوباره آماده ساختن انسان برای کار است. به اساس اصطلاح شناسی **هاینز فن فرستر**، انسان پیش پا افتاده می شود. هدف روان درمانی و دیگر دارو ها این است که واقعیت "مریض" را با واقعیت عمومی، هنجاری و "حقیقی" انطباق دهد. درجهٔ انطباق با واقعیت عمومی مقیاس نورمال بودن و یا نبودن را تشکیل می دهد. تحت واقعیت آن چیزی شناخته می شود که از انسان مستقل است و طوری است که جهان برای خود است که آدم سالم با آن آشناست و برای آدم مریض پوشیده است. یافته های علوم طبیعی به ویژه فیزیک و کیمیا در قرن بیستم این پارادایم را متزلزل نمودند و به پارادایم بنائی وکل نگر انجامیدند.

ماشین غیر پیش پا افتاده، نماد تفکر سیستم محور است، همانطور که ماشین پیش پا افتاده سمبول تفکر تحلیلی - تقلیل گراست. تصویر ذیل طرح یک ماشین غیر پیش پا افتاده را ترسیم می کند.



x	y	z	x	y	z
A	1	I	A	4	I
B	2	II	B	3	I
C	3	I	C	2	II
D	4	II	D	1	II

درچنین ماشینی امکان این وجود دارد که یک دخولی (علت) معین همیشه خروجی (معلول) معین را در پی نداشته باشد، بلکه به یک واکنش دیگری بیانجامد برای اینکه در این زمان حالت درونی سیستم Z تغییر کرده است. در جدول های بالا می بینیم که این ماشین دو حالت داخلی را می تواند اختیار کند. ولی شگفت انگیز این است که با وجود داشتن فقط 4 دخولی، 4 خروجی و 2 حالت داخلی اش، که به اساس طرح اش جبری هم می باشد، شمارش ردیف های دخولی و خروجی با حالات داخلی عددی است غیر قابل باور، یعنی  $10^{2466}$  وقتی متوجه شویم که عمر کائنات حدود  $5 \times 10^{23}$  میلیونوم ثانیه فرض می شود، متوجه می شویم که طرح این ماشین را بازسازی نمودن ناممکن است، طوریکه برای ماشین پیش پا افتاده اصولاً ممکن بود. تحلیل و پیشگویی رفتار اینگونه ماشین ها نا ممکن است. از خواص ماشین های غیر پیش پا افتاده به علیت غیر خطی می رسم. سیستم ها علاوه بر این به خاطر پسخوراند ها و در شبکه عمل کردن ها نیز اکثراً غیر خطی می شوند و پیشگویی رفتار شان نا ممکن می شود.

انسان "ماشینی غیر پیش پا افتاده" است. مثلاً انسان به مقابل یک محرک می تواند رفتاری متفاوت از خود نشان دهد، که مربوط حالت درونی اش می باشد. اگر به خود اعتماد داشته باشد طور دیگری واکنش نشان می دهد تا اگر در حالت اضطراب باشد. برخلاف تصور روانشناسی خصیصه ها که ذکر اش رفت، در اینجا باور بر این است که انسان حالات درونی اش را می تواند تغییر دهد. یک محرک بیرونی نظر به حالات درونی (باور ها، مسلمات فردی، عواطف و غیره) تعبیر گوناگون می تواند داشته باشد و به واکنش های متعدد بیانجامد. با وجودیکه باور ها می توانند در مقطعی از زمان نسبتاً ثابت باشند.

علوم طبیعی امروزی نشان می دهند که سیستم های زنده و فیزیکی ماشین های غیر پیش پا افتاده ای پیچیده اند و بیشتر آنها از ماشینی که در بالا در تصویر آمده پیچیده تر اند. علاوه بر این، در جهان واقعی سیستم های غیر خطی در سطوح مختلف با هم در تعامل اند که این

به نفس خود پیچیدگی را افزایش می دهد. بناءً باور میخانیکی ساده علت و معلول کهنه شده است.

با وجود اینکه طیف تجربی و رفتاری سیستم های زنده غیر قابل شمارش است، در زندگی روزمره، جایی که "واقعیت" زیر ذره بین قرار نمی گیرد، بخش بزرگی از تجارب ماتوأم با قواعد است. با وجودیکه انسانها ماشین های پیش پا افتاده نیستند، ولی باز هم نوعی از پیش بینی ممکن است، وگرنه ما دربی نظمی شناختی و تعاملی نمی توانستیم زنده بمانیم.

با بنای واقعیت هم در سطح فردی و هم در سطح گروهی، طیف ممکن رفتار و درجه آزادی محدود و منجر به کاهش پیچیدگی می شود و پیش پا افتاده می گردد. اصل مبتدل سازی (پیش پا افتادگی) قابل مقایسه به مفهوم به اسارت گرفتن سینرجتیک است. طوریکه دیدیم، ماشین های غیر پیش پا افتاده دوستان خود سری اند که نمی دانیم چه کاری می کنند و خواهند کرد. بدینصورت، ما دنبال ماشین های پیش پا افتاده ایم و هرچه مبتدل نیست، می خواهیم آنرا مبتدل و ساده نماییم. انسان تمایل زیادی به ساده سازی جهان پیچیده دارد.

طوریکه می دانیم، اطفال از طیف وسیعی از واکنش ها برخوردارند، یعنی هنوز پیچیده اند. ولی در فرهنگ فقط باورهای و تجارب معینی را واقعیت می گویند و به همین خاطر، کودکان به مکاتب می روند تا "واقعیت قبول شده" را یاد گیرند و امکانات دیگر را فراموش کنند. مکتب در واقع کارخانه "مبتدل" سازی است که در آن اطفال یاد می گیرند که با پاسخ های که جامعه انتظار شان را دارد واکنش نشان دهند. هرچه جامعه سنتی تر باشد، طیف واکنش ها محدودتر است، چونکه هر پرسشی از قبل پاسخی "دُرست" دارد که اطفال در جریان تربیت شان می آموزند.

### سیر تفکر تقلیل گرا

پیش از اینکه سیر تفکر تقلیل گرا را مورد بحث قرار دهیم، لازم است مفاهیم عینیت (جهان خارجی) و واقعیت را از هم متمایز کنیم. عینیت چیزی است که مستقل از ذهنیت و تصورات و باور های انسان وجود داشته باشد. واقعیت به همه باورها، تصور ها و دانش های ما درباره عینیت (مظاهر آن) می گوئیم. نظریه های متنوع شناخت تمایز شان در رابطه بین عینیت و واقعیت است.

جهان بینی تحلیلی - تقلیل گرا، جبری و میخانیکی شکل خالص اش در نظریه تجربه گرایی ساده لوحانه ویا پوزیتویزم را تجربه نموده است. پیروان این موقف، به این باور اند که به کمک علم می شود شناخت حقیقی درباره قوانین طبیعی که عینیت دارند را از راه آزمون ها کشف کنیم. این نوع تفکر از زمان افلاطون (428 - 348 ق.م) و ارسطو (384 - 322 ق.م) در فلسفه غرب ریشه دوانده است. باور افلاطون به مثل پاسخی برای این پرسش است که دانش حقیقی چگونه محقق می شود. برای افلاطون، با وجودیکه حواس ما دانش غیر قابل اطمینان به ما ارائه می کنند، دانش حقیقی از راه یاد آوری مثل های حقیقی قابل دسترس است. انسان به دو حوزه هستی دسترسی دارد، یکی

اشیای حسی و ادراکی و متغیر است و دیگری مثل سرنمونی و غیر قابل تغییر. مثلاً اشیایی را که ما می بینیم (یک کتاب) هیچ وقت انطباق کامل با مثل ندارند بلکه سهمی از آن دارند و با آن رابطه شباهت دارند. این شباهت به ما کمک می کند که به تصاویر اولیه مثل دست یابیم. دانش حقیقی بدین ترتیب دانش از مثل است و از این طریق هستی عینی در ذهن ما بازتاب می یابد.

ارسطو، شاگرد افلاطون، وجود مثل افلاطونی و باور به یادآوری شان را رد می کند. مثل با اشیایی که ما از آنها ادراکی داریم جداناپذیر پیوند خورده اند. ذهن انسان اول مانند لوحه سفیدی است ولی با وجود این، انسان در طول رشد اش می تواند به دانش دست یابد. حقیقی برای ارسطو چیزی است که با شیء مورد بحث انطباق داشته باشد. حواس ما هستی را بازتاب می دهند. بدینصورت، هستی شناسی حقیقی ممکن می شود. حقیقت یعنی انطباق قضایا با موضوع شان.

مشکل این باور این است که اشیاء و قضایا درباره اشیاء در دو سطح مختلف هستی قرار دارند. وجود یک کتاب سُرخ و قضیه درباره اش: این یک کتاب سُرخ است. مثلاً وقتی موشی گربه ای را می بیند، روبه فرار می نهد، ولی وقتی کلمه ای گربه روی کاغذی نوشته شده باشد و موش آنرا مشاهده کند، فرار نمی کند. در اینجا واضح می شود که سمبول ها و نشانه ها (سیاهی روی کاغذ) با رابطه به فاعل شناسا عملکرد دارند و این سوژه ها که سمبول هارا تولید می کنند، می گیرند و تعبیر می کنند را نمی توانیم از بُعد شناخت جدا کنیم.

برای اینکه سیاهی روی کاغذ را درک کنیم، باید تجربه کرده باشیم که نماد ها و نشانه ها وجوددارند و معنی ای را می رسانند. ما باید بدانیم که انسان ها سمبول ها و نشانه های متعددی را خلق کرده اند (خط، زبان). این سیستم های نشانه ای، واقعیتی اند که مشترکاً خلق شده اند و بناءً از قدرتی برخوردارند که کنش های معین را باعث شوند. سیستم های نشانه ای عملکرد ساده سازی پیچیدگی هارا دارند. بوسیله سمبول ها می توانیم قواعدی را طرح کنیم که خود پارامتر های ناظم برای رفتار انسان بوجود می آورند و تعامل پیچده اجتماعی و قابل پیشگویی شدن نسبی رفتار را ممکن می کنند. قواعد بنا شده در اجتماع از چنان اهمیتی برخوردار اند که سر پیچی از آنها در همه جوامع تبعاتی را همراه دارد. بدینصورت، درجه آزادی افراد محدود می شود ولی همزمان کیفیتی نوین کسب می شود.

اندیشه های افلاطون، و به خصوص ارسطو، تا قرون میانه تفکر اروپایی را تحت شعاع گرفته بود. در قرون میانه بحث در مسئله ای عمومیات (universals)، شروع نظریه بدیل را در کار ویلیام آف اکام (1285 – 1347) مشاهده می کنیم. او در بحث بین واقع گرایی (realism) و نام گرایی (nominalism)، از نام گرایی دفاع نمود. این دیدگاه را می توانیم پیشتازی بر فلسفه امانویل کانت (1724 – 1804) و نظریه بنایی (constructivism) مدرن بدانیم. به اساس این نظریه دانش عینی (حقیقی) قابل دسترس نیست. مفاهیم عمومی مانند زمان و مکان نه شکل مثل اند (افلاطون) و نه در نهاد اشیاء قرار دارند (ارسطو). بناءً دانش انسان مصنوعی و ذهنی است. کانت کوشش به

پیوند دیدگاه های افراطی نمود. هسته مرکزی اندیشه اش این است که ادراک ما رابطه ای بازتابی را بین موضوع و فاعل سازا، سوژه بدست نمی دهد. یعنی ما شیء برای خودش (Das Ding an sich) را نمی توانیم بشناسیم. حتی بالاترین بافت های نظم دهنده اِپِریاری (دانش حضوری، از قبل داده شده) مانند زمان، مکان و علیت، عناصر بنایی برای مظاهر ذهنی اند.

واقع گرایی ساده، به این باور است که عینیت و واقعیت می توانند با هم انطباق داشته باشند. با ظهور تجربه گرایی منطقی (logical empiricism)، نگاهی انتقادی بوجود می آید که ادراک را نوعی بازنمایی می داند که در آن عینیت فقط علتی است که باعث بازتابی در فاعل سازا می شود. تجربه گرایی منطقی از این حرکت می کند که علم با تجربه شروع نمی شود، بلکه شروع اش مفاهیم نظری است. دانشمند و محقق از قبل معیار های و تصوراتی دارد که به او کمک می کنند از بین مجموعه بی شماری از اشیاء و رویداد ها انتخاب نماید. بدینصورت، دانش و معرفت حقایقی نسبی و فرضی اند. هدف علم از نگاه این نظریه تجمع سیستم های قضایای حقیقی است که باهم در تضاد نباشند. همراه با نظریه انسجام و پیوستگی، معیار حقیقت تعریف دیگری می یابد. در اینجا دیگر انطباق موضوع و قضیه معیار حقیقت نیست، بلکه انسجام و فقدان تضاد یک قضیه با تمام قضایای دیگری که یک سیستم قضایا را می سازند می باشد. یعنی قضایا با قضایا مقایسه می شوند. مشکل این نظریه در این است که ما می توانیم سیستم های منسجم و فاقد تضاد را تصور کنیم که در آن هیچ کس حقیقتی را نخواهد دید، مثلاً رومان های ساینس فیکشن. علاوه بر آن، سیستم های قضایای متنوعی و منسجمی را می توانیم تصور کنیم که مربوط یک موضوع اند، ولی به قضایای متفاوت می انجامند (جهان بطلیموسی و کپرنیکی).

از نگاه تجربه گرایی منطقی، دانش ما درباره جهان و پدیده ها در فرضیه ها نهفته است که اساس پیشگویی رویداد های بعدی را ممکن می کنند. اگر یک پیشگویی درست از آب درآمد، فرضیه تقویت می شود و بوسیله رویداد از نگاه تجربی تائید می شود. ولی چون فرضیه ها را نمی توان بدون شک تائید نمود، کارل پاپر در نظریه خرد گرایی انتقادی خویش، اصل تائید فرضیه را با اصل ابطال فرضیه عوض می کند. قضیه هایی که تا حال رد نشده اند، اهمیت خویش را حفظ می کنند. برای اینکه نظریه ها سلسله تصادفی از جملات پایه ای (protocol sentence) هنوز ابطال نشده تصور نشوند، پاپر مفهوم نزدیکی به حقیقت را معرفی کرد. هدف علم رسیدن به حد اکثر نزدیکی به حقیقت است. در اینجا هنوز همان توصیف عینی و کنترل طبیعت و انسان مطرح است. به گفته پاپر: نظریه، جالی (توری) است که ما روی جهان می اندازیم تا آنرا در آن اسیر کنیم، آنرا عقلانی کنیم، شرح دهیم و بر آن مسلط شویم. ما مدام سوراخ های جال را کوچک ترمی نماییم.

التبه مفهوم نزدیکی به حقیقت مشکل دارد: تثبیت نزدیکی به نقطه به نام حقیقت که مختصات اش معلوم نیست ممکن نیست و این مفهومی مشکوک است.

## نظریه بنایی معرفت

سینرجنیتک از تطوری حرکت می کند که نظام های زنده با خود تنظیمی و استفاده از شرایط پیرامونی و انتخاب های لازم خود را تکامل می دهند. واقعیت های ذهنی بنا شده لازم نیست که با عینیت بیرونی کاملاً انطباق داشته باشند. فقط کافی است که این واقعیت ها با شرایط جنبی پیرامونی معین در تضاد نباشند، تا بقای موجود زنده ممکن شود. بقای موجود زنده بوسیله انطباق کامل تضمین نمی شود، بلکه انطباق حد اقل کافی است. تطوری انجیری نیست که با پلان محاسبه شده از پیش، موجودات زنده را طرح کرده باشد. نظریه بنایی، منحیث موقوف معرف شناختی به این باور است که دانشمندان و آدم ها به صورت عموم، واقعیت شان را در یک پروسه فعال شکل می دهند. هر نوع ادعای کشف "حقیقتی" هستار شناختی را رد می کند و بدینصورت، هیچ نوع معیاری نهایی برای کشف نزدیکی به حقیقت وجود ندارد.

به اساس نظریه بنایی، فهم کامل از موضوعات ممکن نیست ولی چون بنای واقعیت یک پروسه اجتماعی است، امکان تامل و فرا ارتباط (meta communication) – نشانه های غیر مستقیم، کنایه، ارتباط غیر کلامی – درباره واقعیت بنا شده وجود دارند. گرچه، بدینوسیله، ما به حقیقتی هستار شناختی بهتر دست نمی یابیم، ولی می توانیم به فهم بهتری از واقعیت بنا شده اجتماعی برسیم. نظریه بنایی، واقعیت های علمی را هم بنایی می داند. در علم تامل و ارتباطات نقش مهمی بازی می کنند و یافته های علمی مصنوعات مشترک جامعه علمی اند.

یکی از تبعات نظریه بنایی، تسامح و تحمل واقعیت های بدیل است. واقعیت های انسان ها، صرف نظر از اینکه مشاهده گران آنها اسکیزوفرن و یا نورمال بدانند، هر نظریه ای علمی از نگاه هستاری نه صحیح است و نه غلط، بلکه بازتابی مقطعی از واقعیت های ممکن را می رساند. به صورت کل، یک واقعیت ساخته شده می تواند برای فهم مسئله ای مفید و کافی باشد تا یک واقعیت بنا شده دیگر، شاید به خاطر اینکه نظم بیشتری را باعث می شود و بدینصورت، معنی دار تر است.

نظریه بنایی و کلی نگر، مخالف استفاده از نظریه ای تحلیلی – تقلیل گرایی نیست و آن را برای دستیابی به دانش مفید می داند، ولی نگرش بنایی روی امکانات و حدود تفکر تقلیل گرا بیشتر تامل می کند و آنها بوسیله نگرش بدیل تکامل می دهد. تفکر تقلیل گرا و تحلیلی برای کاهش پیچیدگی و امکان پیشگویی جهان و طبعاً بقای ما یک ضرورت است. ولی تفکر بنایی و کلی نگر از ما می خواهد تا فراموش نکنیم که در آخرین تحلیل، همه تحلیل و تجزیه های ما "مصنوعی" اند و بوسیله ما ساخته می شوند و پارامتر های ناظم را ترسیم می کنند. نقطه آغازین تحلیل یک تمایز است و با این تمایز ما پدیده های پیوسته را از هم جدا می کنیم و آنها جهان می نامیم و فراموش می کنیم که این کار ماست (این جهان را ما بنا نهادیم).

واقعیت های ذهنی یک فرد همیشه در اجتماع صورت می گیرد و با آن درهم تنیده است. هر فرد در یک واقعیت فرهنگی بنا شده تولد می شود و با افراد دیگر در تعامل است و در حفظ و بنای این واقعیت سهم دارد و این واقعیت به نوبت خود روی بنای واقعیت های

ذهنی فرد تاثیر دارد. بنای اجتماعی واقعیت بوسیله زبان و ارتباطات کلامی صورت می گیرد که حامل معلومات اند. واقعیت های انسانی در جریان ارتباطات اجتماعی انسان ساخته می شوند. فهم و بصیرت های انسان همیشه ذهنی اند ولی در یک تعامل تکراری فعال با جهان اجتماعی افراد شکل می گیرند. جریانات ارتباطی (کلامی و غیر کلامی) در اجتماع در روایت ها هم نقش مهمی بازی می کنند. واقعیت های مشترک و عمومی در سیستم های اجتماعی به شکل "حکایات" داده و انتقال می یابند و بدینصورت آن واقعیات را از نو می سازند. نظریه بنایی، علم را هم نوعی روایت و حکایت می پندارد و بناء طرفدار کثرت روش ها و پژوهش های میان - رشته ای است برای اینکه تنوع دیدگاهها ممکن شود.

در روانشناسی علمی، تمایل شدیدی برای استفاده از روش تحلیلی - تقلیل گرا وجود دارد. مبنی بر تفکر خرد گرایی انتقادی، روانشناسی وظیفه اش می داند تا حوزه موضوع اش را توصیف، تشریح، پیشگویی و کنترل کند. ولی برای اینکه چیزی را تشریح، پیشگویی و کنترل کنیم، نیاز به ترسیم روابط: اگر، آنگاه (modus ponens) می باشیم. یعنی ما یک متغیر را دقیق می سنجیم که از یک متغیر دیگر وابسته است. روش کلاسیک برای روشن شدن این رابطه، آزمایش است که در آن پژوهشگر یکی و تنها یکی از متغیر هارا دستکاری می کند (متغیر مستقل)، که در چوکات نظریه اش آنرا علت می نامد و مشاهده می نماید که آیا متغیر دیگری (متغیر وابسته) که به اساس نظریه اش معلول است منطبق با نظریه اش تغییر می کند یا نه. در طول زمان، روانشناسان طرح های آزمایشی و روش های آماری پیچیده ای را خلق نموده اند، تا قواعد حقیقی و عینی را توصیف نمایند.

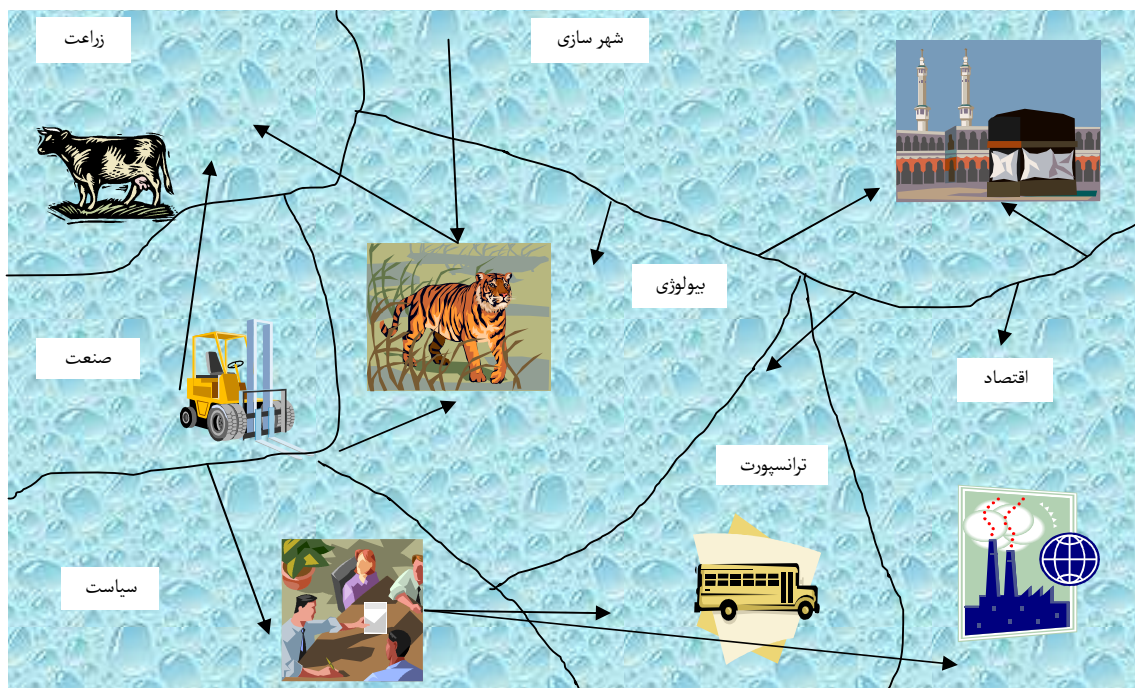
مبنی بر نظریه بنایی، هم نظریه ها، هم ساخت و پرداخت روش ها، هم طرح آزمایش ها و هم به ویژه تعبیر نتایج اعدادی همراه با یک سری از منابع اشتباه و تعبیر های ذهنی اند. استفاده از روش تحلیلی البته برای کاهش پیچیدگی ضروری است تا بتوانیم پدیده هارا شرح دهیم ولی لازم است در ادعا های خود فروتن تر باشیم و یافته هارا شناخت عینی نپنداریم.

پرسش اینجاست که آیا این روش ها و مدل های ریاضیاتی می توانند ما را کمک کنند مسائل مهم روانشناختی را حل کنیم؟ ویا شاید این روش ها بیشتر ما را گمراه کنند اگر از پیش پرسش های دُرست را مطرح نکرده باشیم. حتی روش های ذکر شده می توانند خود نوع پرسش را محدود کنند به این معنی که چه نوع پرسش هایی علمی اند و قابل قبول اند.

## تنوع و تبدیل دیدگاهها

سیستم های پیچیده تنها با دیدگاه میان - رشته ای و تنوع دیدگاهها قابل فهم بهتر اند. با تقسیم موضوع شناخت به علوم متنوع، در واقع پیوند های درونی جهان بیرونی از هم گسسته می شوند و با تنوع دیدگاهها می توان واقعیت هایی را ساخت که بهتر و شایسته تر رفتار سیستم هارا بازتاب دهند. بنای واقعیت وابسته به زمینه هاست، جنگل بان با نگاه

به درختان به فکر حفظ و نمو شان است و تاجرِ چوب به فکر اِره نموده شان و فروش شان به قیمت هر چه گزاف تر.



نمودار توصیف و اِعییت بوسیله رشته های متنوع علوم

از دیدگاه موقفِ روایتی و بنایی، استعاره ها نقش مهمی بازی می کنند. استعاره ها انتقال قضایا را به شکل تصویری و تمثیلی ممکن می کنند. استعاره ها محتویات را در زمینه های تغیر یافته قرار می دهند همزمان که با محتویات کهنه پیوند دارند، چشم انداز های نوینی را نیز میسر می سازند. یکی از استعاره ها برای تبدیل دیدگاه ها نقشه است. نقشه استعاره برای ترسیم جهان است و یک واقعییت ساخته شده است که تصویری از جهان را با ارتباط به مقیاسی معین بازتاب می دهد. این پرسش که در توصیف یک شهر چه چیزی بازتاب یابد و چه عینیت ای را منعکس کند بی معنی است. نظر به اینکه ما دنبال چه چیزی می گردیم، می توانیم نقشه جاده ها را مطالعه نماییم، یا نقشه خط آهن را، یا کتاب تلفون شهر را. همه این دیدگاهها ممکن اند و مقطعی از واقعییت شهر را بازتاب می دهند. این مسئله شبیه آن قصه کوران و فیل در مثنوی مولانای بلخ است که واقعییت پیچیده فیل شامل همه دیدگاههای متنوع می باشد و هرکس از تناظر خود به مسئله می نگرد.

با وجودیکه واقعییت های اجتماعی بنایی اند و به اساس ارتباطات جمعی تکامل می یابند، دیده می شود که بعضی از نهاد ها قدرت بیشتری در ساخت واقعییت های اجتماعی و حفظ آنها دارند. کلیسای کاتولیک قدرت ساخت و حفظ واقعییت اجتماعی را در قرون میانه داشت و این قدرت تا دوران روشنگری و انقلاب کبیر فرانسه ادامه داشت. دیدگاههای بدیل اجازه افاده و مطرح شدن نداشتند. امروز در جهان اسلامی هم، دین و ملا و آخوند قدرت بنای واقعییت های اجتماعی را دارند و گفتمان مسلط بر جامعه اند و دیدگاه های دیگر را تحریم



و تکفیر می نمایند. در جوامع دیموکراتیک غربی، در بیشتر ساحه ها، تنوع دیدگاهها ممکن است و آزادی عقیده و بیان جزء حقوق انسان شمرده می شوند. امروز رسانه های دسته جمعی به نهاد های مرکزی بنای واقعیت های اجتماعی استحاله نموده اند. رسانه ها در عملکرد هم آهنگ کردن ارتباطات از قدرت برخوردارند، با وجودیکه اینجا هم پروسه های اجتماعی سهم خود را دارند.

تغییر در دیدگاه جغرافیایی نشان می دهد که انسان ها عینیت را به تصویر نمی کشند، بلکه واقعیت ها را می سازند. کلیسای کاتولیک در قرون میانه نقشه از جهان را اشاعه می داد که مرکز جهان بیت المقدس بود. محمدالادریسی (1100 - 1165) جغرافیا دان عرب در اندلیس، در نقشه اش، مکه را در مرکز جهان قرار داده بود، در حالیکه هکتائوس ملیتی (550 - 476 ق.م)، میلیت، زادگاه اش را مرکز جهان ساخته بود.

استعاره نقشه جغرافیایی را می توانیم در حوزه های دیگر تعمیم دهیم. یکی از مثال های کلاسیک در روانشناسی پژوهش ها درباره ذهن است. کلیسای کاتولیک قرن ها مبنی بر انجیل، حقارت و کم ذهنی نژاد های دیگر را ترویج می نمود، برای اینکه برده داری را موجه جلوه دهد. علوم طبیعی رشد کننده و روانشناسی این دیدگاه را تقویت نمودند. بخصوص، مجسمه شناسی، یکی از "علوم" مُد روز بود. در این روش شکل مجسمه و حجم اش از اهمیت به سزایی برخوردار بود. **فرانز یوزف گال (1758 - 1828)** مجسمه شناس آلمانی به این باور بود که همه خواص یک شخص را می توان از شکل مجسمه اش شناخت. **پال پروکا (1824 - 1880)** اناتومیست فرانسوی به این باور بود که نژاد های پست، یعنی سیاه پوستان، مجسمه شان شبیه بوزینه هاست و بدینصورت کم ذهن تر اند و به بوزینه ها نزدیک اند! **گوستاف لبون (1841 - 1931)** باور عجیبی درباره زنان داشت: **در بین هشیارترین نژاد ها، مانند پارسی ها، عده زیادی از زنان هستند که مغز شان نزدیک به گوریل هاست، به مقایسه با مغز مردان پیشرفته. ... همه روانشناسانی که ذهن زنان را مورد تحقیق قرار داده اند، امروز درک می کنند که اینها پست ترین شکل تکامل انسان را به نمایش می گذارند.**

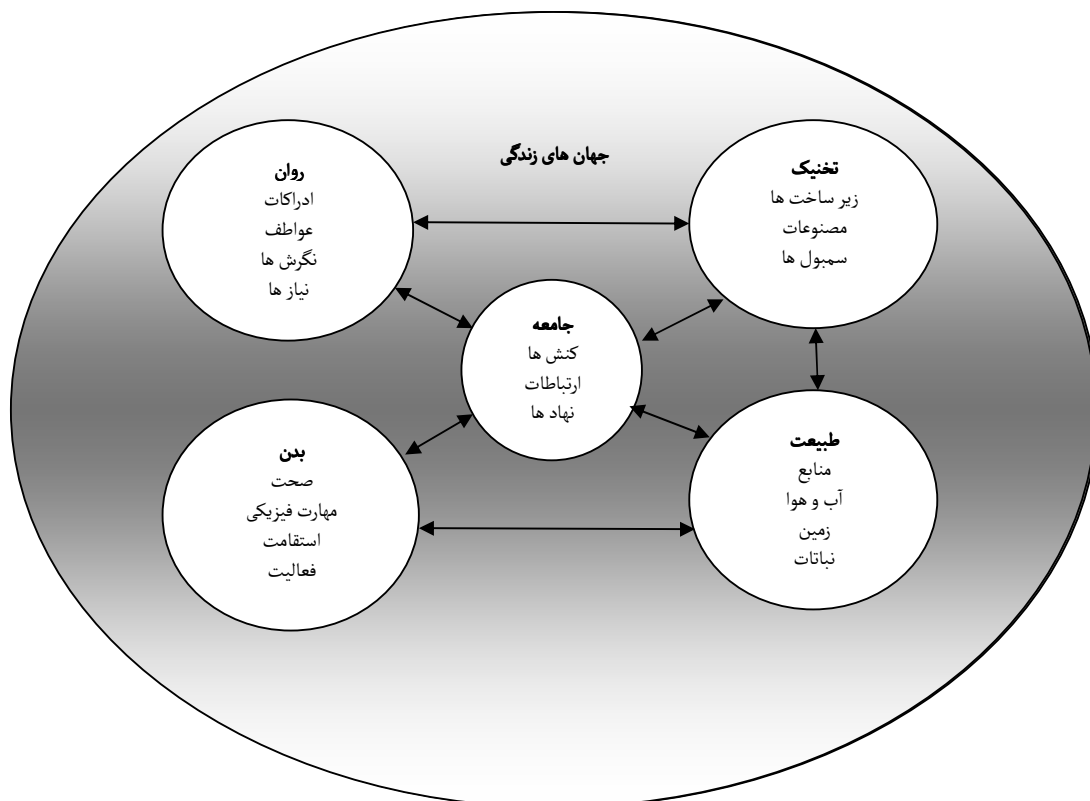
یکی دیگر از عجایب طبقه بندی امراض روانی را **ساموئیل کارترایت (1793 - 1863)** طبیب امریکایی اختراع نمود. یکی از اختراعات ابتکاری اش مرضی به نام **(drapetomania)** است. این مرضی است که به باور وی برده های سیاه پوست به آن دچار می شوند، یعنی خواهش غیر عقلانی فرار نمودن از زیر بار بردگی!! علت این مرض را **کارترایت (dysaesthesia)** تشخیص نمود: خون نا پاک از کاربن دای اوکساید همراه با کم حجم بودن مغز! درمان این مرض را **کارترایت** کار شاقه در هوای آزاد و زیر اشعه آفتاب تجویز می نمود!!

**مدل سینرجتیک انسان با پیرامون اش**

نگاه ما به سیستم، بی‌نظمی، ظهوریافتگی و خودتنظیمی تا اینجا بیشتر متوجه اصول نظری بود. برای اینکه خواننده بتواند بهتر این اصول را در طرحواره‌های ذهنی خویش تلفیق نماید، در اینجا با استفاده از نظریه بنایی و کلی‌نگری سیستم‌ها، انسان را در رابطه با محیط طبیعی‌اش، تن‌اش، مصنوعات (تخنیک) اش و تعامل‌اش در اجتماع بیشتر زیر ذره‌بین قرار می‌دهیم.

کنش انسان‌ها بطور مستمر روی محیط طبیعی و اجتماعی‌شان تأثیر می‌گذارد و در تعامل با آنها قرار دارد. جریان‌های خودتنظیم شده‌ی روانی (احساسات، افکار، رفتار) و بافت‌های نمونه‌ای (ارزش‌های استوار، نمونه‌های ارتباط‌گیری) نتیجه این تعامل‌اند. در همه‌ی دینامیک‌های سیستم - نظر به چشم‌انداز - محیط مربوط و جریانات درون سیستمی و ساختارها متمایز می‌شوند. در اینجا 5 حوزه سیستمی: طبیعت، بدن، روان، تعاملات اجتماعی (کنش‌ها و ارتباطات) و تخنیک (فرهنگ رویت یافته، مصنوعات و سمبول‌ها) را از هم متمایز می‌کنیم. در میان این 5 حوزه و داخل هر حوزه، پیوند‌ها و تعاملات متقابل موجود‌اند. مُدل‌ها از نگاه نظریه بنایی نمایندگی از حقیقت عینی نمی‌کنند، بلکه بنا‌های ذهنی و بین‌ذهانی‌اند و کوششی برای کاهش پیچیدگی جهان و بنا و بازسازی معنی‌دار آن‌اند.

نمودار این مُدل در ذیل آمده است.



در این مدل، حوزه های از هم جدا شده، با هم پیوند و تعامل دارند. این تمایز برای فهم بهتر موضوع است و انتخاب حوزه ها در این مثال کافی است ولی اختیاری است و می توان آنرا هنوز متمایز تر ساخت. بنا بر مدل کلی سینرجتیک، جریانات درونی هر حوزه به عناصر سیستم و پارامتر های ناظم تقسیم می شوند.

از نگاه سیستم محور، انسان و محیط پیرامونی اش با پیوند های ارتباطی و تعاملی شان، سیستم های دینامیک، شبکه ای و باز را می سازند. مصنوعات انسان روی سیستم بیولوژیکی تاثیر خود را دارد. تعاملات معلوماتی از اهمیت مرکزی برخوردارند. انسان نه تنها با رفتار اش روی پیرامون اش تاثیرات انرژی دارد (ترافیک، استفاده از انرژی فوسیلی و اتمی)، بلکه او با استفاده از سمبول ها و زبان متمایز، ذخیره سازی باز نمایی های محیطی و جریانات روانی، پیرامون فرهنگی اش را می سازد که در آن تعاملات درون روانی با پیرامون طبیعی و مصنوعی اش از اهمیت ویژه برخوردار است.

### حوزه طبیعت

این حوزه شامل تمام جریانات کیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی است که به دست انسان ساخته نشده است. این حوزه زیر بنای همه جریانات زنده است. ساده ترین سیستم های بیولوژیکی همراه با پسخوراندهای متنوع و خود تنظیمی اند. هر چه صنعت و اقتصاد را انسان ها رشد داده اند، به همان اندازه دست اندازی در طبیعت زیاد تر شده است و امروز طبیعت ناب کمتر یافت می شود که به نوعی از کنش انسانها در امان بوده باشد. دستکاری در جینوم و فن آوری های جنتیک، مرز بین طبیعت و تخنیک را مغشوش ساخته است. بناءً مهم است که انسان در دستکاری ها و مداخلات اش تدبیر نماید که کنش اش چه تاثیرات منفی روی محیط زیست اش دارد. همزمان عوامل طبیعی و نقش شان روی رفتار انسان از اهمیت برخوردارند. مثلاً شرایط بهینه آب و هوا مانند آب کافی می تواند رول پارامتر های کنترل را برای تکوین سیستم های اجتماعی بازی کند (ظهور تمدن های اولیه با نظم اجتماعی پیچیده مانند فرعون ها در مصر). تغییر رفتار انسان ها برای حفظ محیط زیست از سوی دیگر به این دلیل مشکل شده است که انسان روی تبعات مصنوعات اش دیگر کنترل ندارد و فهم اش از جریانات غیر خطی و دینامیک نا کافی و از سوی دیگر تبعات جریانات غیر خطی هم از نگاه زمان و هم از نگاه مکان همراه با تاخیر اند.

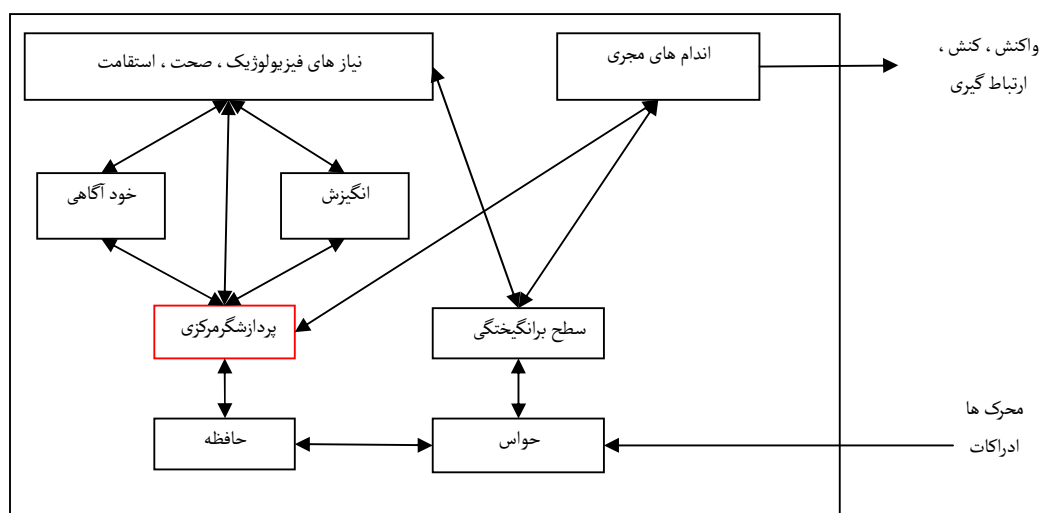
### حوزه بدن

در حوزه تن، جریانات کیمیایی و بیولوژیکی را می توانیم مبنی بر دینامیک سیستم های خود تنظیم شده شرح دهیم. پروسه های فیزیولوژی اعصاب همراه با دینامیک خود تنظیمی اند. مغز ما شامل 100 میلیارد حجره ای عصبی است که هر یک با حدود 1000 پیوند با حجرات دیگر یک شبکه خود تنظیم شده و پسخوراندی را می سازند. در اینجا مسئله ای رابطه بین جریانات نیوروفیزیولوژیک و پدیده های ذهنی (افکار، خود

هشیاری، احساس زمان و مکان ...) و ظهور معنی، یعنی موضوع کهن رابطه بدن و روح، ذهن، روان هنوز حل نشده باقی مانده است، ولی علم امروزی از این حرکت می کند که بدون مغز و تعاملات نیورونی اش، روح و روانی وجود نخواهد داشت. تغییرات در طبیعت بوسیله انسان، به شکل پسخوراندی روی صحت اش تاثیر دارند. آلودگی هوا تنفس را مشکل می کند و ازسویی، نفس تنگی می تواند عوامل روانی - اجتماعی داشته باشد. نفس تنگی می تواند به اثر مهار مزمن احساسات ما باشد که منجر به تنش عضلانی در عضلاتی می شود که برای تنفس از اهمیت برخوردارند. این مثال ها نماینده درهم تنیدگی حوزه های مختلف و تاثیر متقابل شان روی همدیگر است.

## حوزه روان

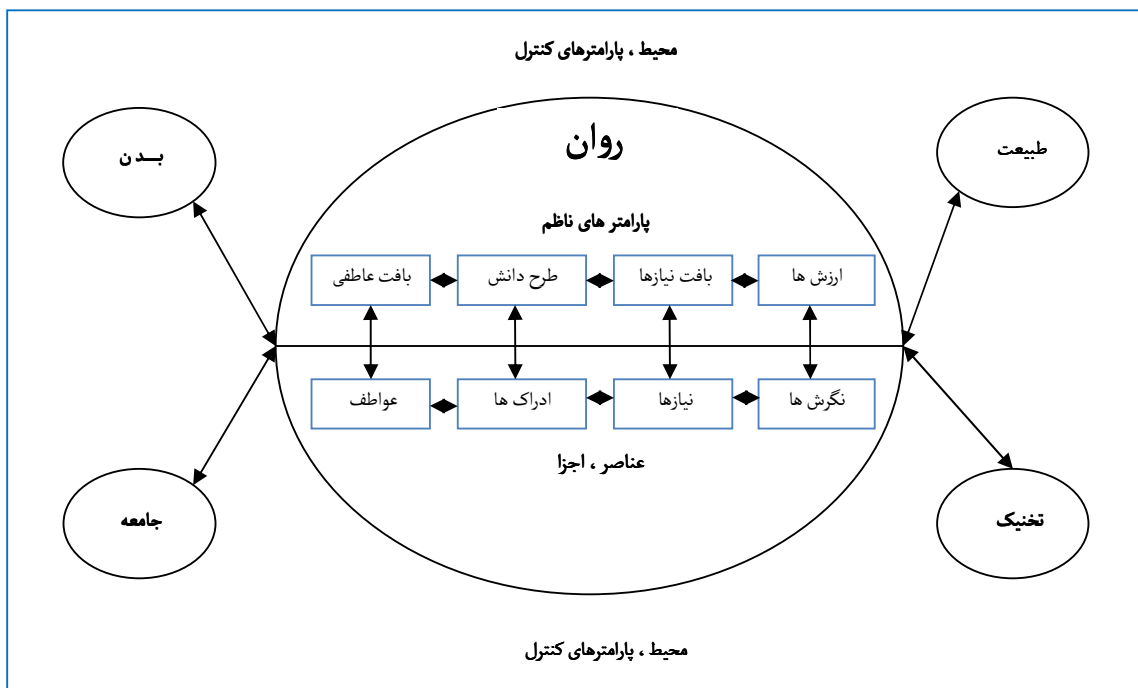
حوزه روان را می‌توانیم در اصول، دینامیک پردازش به معلومات بدانیم. از راه حواس و جریانات ادراکی، معلومات به سیستم روان داخل می‌شود و در آن به شکل خودتنظیم شده پردازش داده می‌شود. در اینجا حافظه نقش مرکزی را بازی می‌کند. جریانات فکری محتوی ذخیره شده در حافظه (داده‌ها، بافت‌ها، راهکارها) را می‌گیرند و محتوی اش را بوسیله ای اندام‌های مجری به کنش و ارتباط تبدیل می‌کنند. هر یک از محتویات روان (احساسات، افکار، تخیلات) در پردازشگر مرکزی معلومات در یک جریان مستمر تولید می‌شود. جریان آگاهی برای مدت کوتاه بوجود می‌آید و برای اینکه در پنجره ای آگاهی استوار بماند، باید به شکل مستمر حفظ شوند. بدینوسیله احساس ثبات نسبی خودآگاهی به ما دست می‌دهد. ادراک و رفتار هم شبیه این جریان، به شکل مستمر تولید و مبنی بر قواعدی ناظم‌های دینامیک را می‌سازند. بافت‌ها هم تغییر می‌کنند ولی کندتر. بیشتر داده‌ها و معلوماتی که بوسیله حواس ما گرفته می‌شوند، به خودآگاهی ما راه نمی‌یابند ولی با وجود این، روی پردازش و تبدیل معلومات تاثیر به سزایی دارند. در این جریان انواع حافظه (فراکوتاه، کوتاه مدت، درازمدت) رول مهمی بازی می‌کنند. حافظه در انسان پدیده دینامیک است (برخلاف "حافظه"، ذخیره در کمپیوتر). در ذیل مدل پردازشگر مرکزی معلومات ترسیم شده است.



در حافظه فراکوتاه، محرک‌های حسی بیرونی و درونی برای یک چهارم ثانیه برای پردازش در دسترس اند. حافظه کوتاه مدت برای مدت 10 تا 20 ثانیه می‌تواند محتوایی را در خود نگهدارد و در پنجره خودآگاهی قرار دهد. حافظه دراز مدت نگهدارنده معلوماتی است که می‌توان آنرا به شکل فعال به یاد آورد و در دسترس پردازشگر مرکزی قرار داد. در پهلوی این حافظه درازمدت، حافظه درازمدت تنانه نیز وجود دارد. در این حافظه همه پارامترهای جسمی مانند تنش‌های عضلانی، حالات بدنی ذخیره شده‌اند که روی حالات روانی تاثیر دارند. حافظه دراز مدت دیگری، یعنی حافظه فرهنگی (حافظه

بیرونی) شامل همه معلومات به شکل مظاهر مادی، معنوی و نمادین (کتاب ها، فیلم ها، مصنوعات و غیره) نیز مطرح است. این حافظه مربوط به حوزه های تخنیک و جامعه است.

برخلاف باور قرون هفدهم و هژدهم، طفل انسان لوحه سفیدی نیست که تجربه رویش بنویسد و ما هرچه خواسته باشیم بتوانیم از او بسازیم. کودک انسان با قابلیت های بافت دهی فطری همراه است که بعداً بوسیله یادگیری های فرهنگی بیشتر متمایز می شوند. یعنی با تعامل به محیط، پارامتر های ناظم نوینی در وی شکل می گیرند. پارامتر های فطری مثلاً تمایز های شکل و زمینه اند که در روانشناسی گشتالت نقش مهمی دارند. ناخودآگاهی گروهی **کارل گوستاف یونگ** (1875 – 1961) همراه با سرنمون های اولیه اش، بافت فطری دیگری است که انسان با تولد اش باخود می آورد و نتیجه تطور طولانی نوع است. در یک جریان دینامیک و خودتنظیم شده، بافت های معین بنای واقعیت فردی در طفل رشد می کنند. ولی چون انسان بادیگران در تعامل است، واقعیت های بین اذهانی در سیستم های اجتماعی ظهور می کنند. بدینوسیله، پردازشگر مرکزی بافت ها و جاذب های معنی دار را بنا می کند که خود به حیث پارامتر های دینامیک ناظم، ساخت واقعیت ها و ارتباطات بعدی را نظم می دهد. مفهوم معنی، تنها شامل بافت های ناظم شناختی نیست، بلکه جنبه مهم عاطفی دارد. درذیل نمودار سیستم روانی انسان مشروح تر ترسیم شده است.



درچوکات این نمودار، عناصر و اجزای سیستم و پارامتر های ناظم به شکل خود تنظیم شده عمل می کنند. حوزه های بدن، اجتماع، طبیعت و تخنیک محیط پیرامونی این سیستم اند و نقش پارامتر های کنترل را بازی می کنند.

## حوزه جامعه

نمونه‌ها و بافت‌هایی را در حوزه روان مطرح کردیم که منجر به بنای واقعیت فردی (جریان‌های احساسی، فکری و ادراکی و غیره) از سویی کنش‌های فردی را باعث می‌شوند و از طرفی با ارتباطات بین فردی و تعاملات اجتماعی پیوند دارند. نمونه‌های رفتاری انسان در یک‌طور همگرا (coevolution) در دینامیک مشترک اجتماعی به بنای واقعیت جمعی می‌انجامد. انسانها تمایل به ارتباط به دیگرانی دارند که نگرش‌ها و باورهای شبیه‌دانشته باشند. عطش هم‌کیشی یکی از نامتغیرهای حیات انسان است. ما تمایل داریم شرایطی را جستجو نماییم که در آنها نگرش ما به جهان تصدیق شود. در اینجا به جا خواهد بود اگر از ابن عربی (1165 – 1240) پدر عرفان استدلالی شعری بیاوریم که عطش هم‌کیشی را بازتاب می‌دهد و بی‌ارتباط به مسائل مبرم امروزی نیست. او در دیوان ترجمان الاشواق چنین می‌گوید:

در گذشته از یار خود روی بر می‌تافتم، اگر کیش وی را همسان مذهب خویش نمی

یافتم

لیکن امروز قلب من پذیرای هر نقش شده است: چراگاه آهوان، صومعه راهبان،

بتکده، کعبه

الواح تورات، مصحف قرآن!

من به دین عشق سر سپرده‌ام و به هرسوی که کاروان‌های آن رهسپار شود، راه

خواهم جست.

بلی، عشق – مایه وصل تمام پراکندگی‌ها – دین و ایمان من است.

جوامع انسانی، با ارتباط‌گیری کلامی و غیرکلامی فرهنگ ویژه خود را می‌سازند. در جریانات اجتماعی، کنش‌ها و تأثیرات آنها با دیگران شامل پسخوراندن‌ها اند که باعث ثبات و یا تغییر مدل‌های ذهنی فرد می‌شوند. این جریانات کنترل پارامترهای دینامیک روانی اند. از طرفی، جریان‌های روانی کنترل پارامترهای تکامل نمونه‌های ارتباط‌گیری و کنشی در فرهنگ اجتماعی اند.

نشانه‌ها و نمادها نقش مهمی در تعامل انسان و پیرامون‌اش بازی می‌کنند. نشانه‌ها محرک‌های مصنوعی اند (نشانه‌های گفتاری و نوشتاری) که معنی‌ای شان در یک اجتماع از راه اجتماعی سازی کودکان بدست می‌آید. نشانه‌ها اشاره به نشانه‌شده‌ها دارند. نشانه‌ها قراردادی اند و فقط در یک تعامل با دیگران استفاده می‌شوند و نه تنها برای توصیف جهان، بلکه برای بنای واقعیت گروهی به کار می‌روند. نشانه‌ها که در جریان ارتباط‌گیری و کنش ارتباطی ساخته می‌شوند، حامل و ناقل معلومات اند که به جهان معنی می‌دهند.

ارتباط‌گیری و کنش مشترک گاهی نا کام می‌مانند، نه تنها به دلیل اینکه دستگاه کلامی ما دارای ابهام است، بلکه به این دلیل هم که معلومات در دستگاه روانی ما از نو بنا می‌شود و از فیلترهای ذهنی ما می‌گذرد و از اینجاست که معنی و معلومات را نمی‌توانیم یک به یک به دیگری انتقال دهیم. کنش‌ها و ارتباطات را می‌توانیم یک نوع عرضه معلومات تلقی کنیم که معنی دهی و سپس واکنش به آنها از طرف فرد به شکل خود تنظیم شده تولید می‌شود. فرد از بین داده‌ها چیزهایی را انتخاب می‌نماید و با طرحواره‌های ذهنی (جاذب‌های معنایی) اش می‌آمیزد. مدل‌های ذهنی تعبیر ادراکات را کنترل می‌کنند و معنی تولید می‌نمایند.

مدل‌های ذهنی مشترک یک گروه که در جریان ارتباط‌گیری اش بنا می‌شوند، نوعی بازنمایی اجتماعی‌اند که به نوبت ارتباط‌گیری گروه از آنها متأثر می‌شود. این بازنمایی‌ها رفتار، احساس و کنش افراد را کنترل می‌کنند و بخش مهمی از هویت فردی و تعلق به گروه را می‌سازند. این هویت شرط اصلی سهم‌گیری افراد در گروه هاست. بازنمای‌های اجتماعی یک گروه که واقعیت مشترک شان است می‌تواند با واقعیت‌های گروه‌های دیگر در تغایر باشد. تحقیقات روانشناسی فرهنگی نشان می‌دهند که جوامع فردمحور غربی با جوامع گروه‌محور شرقی در یک سری ابعاد اجتماعی، عاطفی و شناختی از هم متمایز‌اند. علاوه بر این، تمایزهایی در بنای مفهوم خود و یا من مشاهده می‌شوند. در جاپان، به طور مثال، مفاهیم متنوعی از خود و یا من دیده می‌شوند. در جوامع غربی، خود شکوفایی فردی هدفی مهم است و باور به این است که افراد موضوع‌های از هم گسسته‌اند. برعکس این دید، فرهنگ‌هایی موجوداند که افراد "مختلفی" خود را واحدی غیر قابل تجزیه در یک ارتباط مشترک تصور می‌کنند.

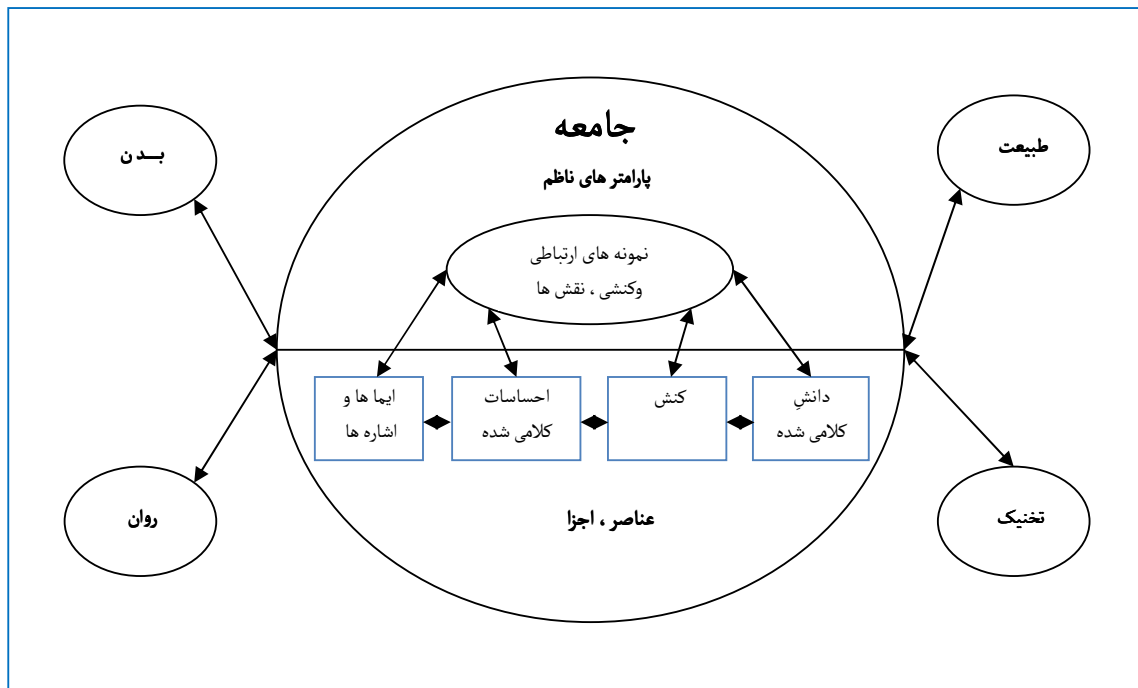
با وجود فردیت در غرب، انسانها در کل بوسیله همکاری و تقسیم کار نظام‌هایی را بنا می‌کنند که با پلان معین با همدیگر اهداف پیچیده‌ای را محقق می‌نمایند که یک فرد به خودی خود نمی‌تواند به آنها دست یابد. در گروه‌ها خواسته و یا ناخواسته در جریان‌های اجتماعی پارامترهای ناظم ظهور می‌کنند.

ارتباطات عناصر سیستم‌های اجتماعی‌اند. مفهوم ارتباط در اینجا مقوله‌ای وسیع است و شامل رفتار کلامی، غیر کلامی و کنشی است. جریان‌های روانی، بدنی، تخنیکی و طبیعی نقش پارامترهای کنترل را در دینامیک اجتماعی بازی می‌کنند. در حوزه جامعه مدل‌های ذهنی پارامترهای ناظم نیستند، بلکه نمونه‌های اجتماعی پارامترهای ناظم‌اند. مهمترین پارامترهای ناظم در حوزه جامعه نورم‌ها و قواعد، عرف و عادت، روح زمان و نمونه‌های تئپیک نقش‌های افراد‌اند که روی دینامیک کنش‌ها و ارتباطات فردی به شکل خود تنظیم شده اثر می‌گذارند.

کنش در محیط اجتماعی شرایط جنبی جریانات روانی را تغییر می‌دهد. سیستم روانی ما ادراکات پیرامونی را در مدل‌های ذهنی ما تلفیق می‌نماید و برای خود - تنظیمی از بین شرایط پیرامونی انتخاباتی صورت می‌گیرد. یعنی جاذب‌های معنی دهنده موازنه روانی ما را حفظ می‌کنند و همزمان کنش ما برای حفظ ثبات محیط بیرونی کمک می‌کند



که به نوبت کمک به ثباتِ مُدل های ذهنی مامی کنند. همزمان می توانند جریانات بازسازی درون – روانی (اهداف جدید با جاذب های معنایی نوین) درکنش ما رسوب کنند و باعث تغییر در پیرامون اجتماعی ما شوند. انسانها کوشش به این دارند که متناسب با جاذب های معنایی خود، محیطِ شان را تغییر دهند. در اینجا مشاهده می کنیم که پارامتر های ناظم و عناصرِ یک حوزه سیستم به پارامتر های کنترل حوزه دیگر سیستم مبدل می شوند و بر عکس. حوزه جامعه و دینامیک اش در نمودار ذیل ترسیم شده است.



تحقیقات روانشناسی گشتالت نشان می دهند که نمونه های رفتاری کسب شده (پارامتر های ناظم) با وجود نا مناسب بودن شان ثابت می مانند درحالیکه در شرایط داده شده (پارامتر های کنترل)، می شود کنش های مناسب تری را جا نشین شان نمود (قدرت عادت). شرایط تغییر یافته پیرامونی ( امکانات ساده تر، راه های دیگر) استفاده نمی شوند برای اینکه هم نمونه های ثابت کنشی وهم جاذب های ثابت معنی دار بنا می شوند که معلومات جدید محیطی را با نمونه های ذهنی کسب شده انطباق می دهند ( به اسارت می گیرند).

نقش ها و نورم ها رول مهمی در زندگی اجتماعی بازی می کنند. این نقش ها و نورم ها در تعاملات اجتماعی کسب می شوند و انسان ها می آموزند که چه نقش هایی را با دیگران بازی کنند. جاذب های معنایی را فرد در تعامل اش با دیگران کسب می کند. محتویات روانی مانند ارزش ها، انگیزه ها، نگرش ها که اساس کنش اند و نمونه های کنشی، خود در بخشی نتیجه جریان اجتماعی شدن کودک اند. وظیفه اجتماعی کردن اطفال کاهش دهی درجه آزادی در شکل دهی واقعیت های ممکن فرد است. به ویژه فراگیری زبان مادری اساس مرکزی ارتباط گیری انسان در خدمت این کاهش دهی

واقعیت های ممکن است. با یادگیری زبان مادری، کودک امکانات متنوع و بی نظم ارتباط گیری را کاهش می دهد، می تواند نمونه های رفتاری معین را فراگیرد و به کمک آن تفاهم با دیگران را ممکن سازد. بنای شناختی واقعیت درحوزه روان بوسیله زبان که نماد فرهنگی اجتماعی یک واقعیت فوقانی است متأثر می شود. مثال زبان هویی ها (سرخ پوستان امریکایی) است که در آن مفاهیم زمانی به ندرت دیده می شود و در آن، برعکس زبان های هندو اروپایی، اسامی نماینده مجموعه های اشیاء نمی باشند، بلکه نماینده اشیاء منحصر به فرد اند که تجربه ذهنی واقعیت سرخ پوستان را تعیین می کند. تعامل زبانی و بافت معین اش جزء شرایط مهم جنبی برای بنای روانی واقعیت در انسان است. یعنی تصور استوار از خود تنها با رابطه با دیگران ممکن می شود. کسب هویت جریانی اجتماعی است که تاثیر متقابل اعضای یک گروه پیش فرض اش می باشد.

نورم ها روابط استوار را ممکن می کنند و از نگاه سینرجتیک جاذب های مهم دینامیک ارتباطی در جامعه اند. نقش ها و نورم های درونی شده که به حیث بازنمایی های اجتماعی عمل می کنند، در تنظیم کنش ها موثر اند. نورم ها روی فرد به دو نوع عمل می کنند: یکی به حیث انتظارات و دیگری به شکل وظایف و تعهدات. نقش ها هم بخشی از هویت فردی اند و هم بخشی از واقعیت بنا شده مشترک اجتماعی. علاوه بر این، یک فرد می تواند نقش های متنوعی را بازی کند و در این نقش بازی کردن، رول هارا تغییر دهد (هرکس به نوع ویژه خود نقشی را بازی می کند).

## حوزه تخنیک

حوزه تخنیک شامل همه مصنوعات بشری مانند زیرساخت ها، کالاهای مصرفی، شهر ها و غیره است. یعنی همه نتایج کنش انسانی که به شکل مادی متبلور شده اند. در این حوزه نیز، جریانات خود تنظیمی مشاهده می شوند. مصنوعات روی سیستم های دیگر تاثیر دارند. در یک بعد طبیعت را تغییر می دهند که هرچه بیشتر محدود و نابود می شود. از طرفی مصنوعات همراه با ارزش دهی های روانی غیر قابل انفکاک اند و با محتویات اجتماعی فرافردی و نمادین پیوند خورده اند. خصوصیت نمادین تاثیر خود را در جریان اجتماعی دارد که در آن واسطه ها نقطه پیوند بین فرهنگ اجتماعی (ارائه و ارتباط معلومات و ارزش ها) و فرهنگ علنی (حروف الفبا، ذخیره بیرونی معلومات در کتاب ها، نوار ها و غیره) اند.

امکان ذخیره و پردازش بیرونی معلومات (درپهلوی ذخیره معلومات در حافظ) رول مهمی در بنای واقعیت اجتماعی دارند. در زمان ما واسطه ها (رسانه ها) از چنان اهمیتی برخوردارند که گاهی به آنها بیشتر اعتماد می شود تا به رابطه مستقیم بین انسان ها. نو آوری های تخنیکی در تغییر فورم های اجتماعی ارتباط گیری انسان ها رول مهمی داشته اند. امروز مشاهده می کنیم که چگونه به کمک رسانه های جمعی بنای اجتماعی ارزش ها و آرای مردم شکل می گیرند. در رشد فرهنگ سایبری، جهان های مجازی بوجود آمده اند (انترنت) که مرز های معمول زمانی و مکانی را پشت سر می گذارند. امکانات

تکنالوژی‌های اطلاعاتی رول مهمی در نظم دهی به کنش‌ها دارند و به حیث وسایل کمکی برای اداره‌ی زمان و منابع در سازمان‌های پیچیده به کار گرفته می‌شوند.

به صورت چکیده می‌توانیم بگوییم که انسان‌ها در فضای پیچیده، دینامیک، واقعی و مجازی در حرکت‌اند که شبکه‌ی از محیط طبیعی، تکنیک و جهان اجتماعی است. انسان جهان‌اش را به صورت فعال در تعامل با جریان‌های روانی می‌سازد. دیدگاه روانشناسی محیطی تأکید بر نقش مهم محیط طبیعی و مصنوعی برای رفتار و تجارب انسان می‌کند. عوامل این حوزه‌ها فضای کنشی انسان را تحدید می‌کنند که جریان‌های ویژه روانی و اجتماعی را تسهیل می‌کنند و یا مهار می‌نمایند. جریان‌های کششی در همه‌ی حوزه‌های زندگی اساس بنای بافت‌های استوار و تغییر حالات‌اند. در حوزه روان، مدل‌های ذهنی به حیث جاذب‌های معنایی، برای بنای واقعیت مؤثر‌اند که در این جریان دخیلی سیستم با پارامترهای ناظم از قبل کسب شده تلفیق می‌شوند و به اسارت گرفته می‌شوند. در جامعه، در جریان‌های دورانی، نمونه‌های کنشی و ارتباطی ساخته می‌شوند که نورم‌ها و نقش‌ها مظاهرشان‌اند. تکوین نمونه‌ها از طرفی باعث ثبات و استواری سیستم می‌شوند و از سویی می‌توانند جلو تکامل سیستم را بگیرند و جریان‌های اختلالی را باعث شوند.

### تغییر سیستم‌ها

مطالعات رفتار سیستم‌ها نشان می‌دهد که در تغییر سیستم‌ها نکات ذیل از اهمیت برخوردارند:

- برای اینکه نظامی تغییر مستمر کند، باید بافت‌اش را تغییر دهیم.
- در هر سیستمی، نقطه یا نقاطی اهرمی وجود دارند، که دستکاری در آنجا باید صورت گیرد تا منجر به تغییر کلی رفتار سیستم شود.
- هرچه سیستم پیچیده‌تر باشد، رابطه علت و معلول هم در زمان و هم در مکان از هم دورتر خواهد بود.
- حلقه‌های پس‌خوراند زیادی لازم نیست تا اینکه پیش‌بینی رفتار سیستم مشکل شود.
- به صورت کل، نه نقاط اهرمی و نه شیوه دستکاری‌شان برای دستیابی به نتایج مطلوب، شفاف‌اند.
- "اول خراب‌تر، بعد بهتر" اکثراً نتیجه دستکاری نقطه اهرمی است. هر تغییری که فوری نتیجه بهتر بدهد، در سیستم‌های پیچیده، باید به شک به آن بنگریم.

### جمع‌بندی

در طول این نوشته، کوشش شد تا نارسائی‌های روش تقلیل‌گرا در علوم را نشان دهیم و از نظریه جدید سیستم‌های پیچیده در غنا بخشی روش علمی استفاده نماییم. چکیده این موضوع این بود که نگرش خطی و علت و معلولی ساده، روشی ناکافی برای فهم علمی پدیده‌هاست. نظریه سیستم‌ها پدیده‌ها را متشکل از عناصری می‌داند که در تعامل قرار

دارند و در سیر زمان نظم و قاعده مندی معین ای را بوجود می آورند. این نظم خود تنظیم شده است و از قبل پلانی برایش موجود نیست (هوش گروهی، هوش مورچه گانه). سیستم ها چیزی فراتر از مجموع اجزای شان اند و در ظهور ناظم ها کیفیت های نوینی در آنها مشاهده می شوند که هیچ یک از عناصر سیستم از آن برخوردار نیستند. رابطه علت و معلول دوارنی، یعنی از پائین به بالا و از بالا به پائین است و زنجیره خطی نیست و همرا با پسخوراند می باشد. وقتی ما کل سیستم را در نظر گرفتیم، می توانیم فهم بهتری از آن و تعامل اجزایش داشته باشیم تا اینکه فقط به تجزیه آن بسنده کنیم. ما مفاهیم سطح بزرگ را نباید به سطح ریز انتقال دهیم. مثلاً این خطای مفهومی (category error) خواهد بود که بگوییم نیورن عصبی تصمیم گرفت که اینطور و یا آنطور واکنش نشان دهد. تصمیم گیری خاصیت سیستم عصبی است که یک ظهور یافتگی می باشد و چیزی است که در یک عنصر مانند نیورون معنی ندارد و هیچ نیورونی از آگاهی که مغز در کل از آن برخوردار است، برخوردار نیست.

در پایان یاد آور می شوم که روش کلی نگری و سیستم محور چیزی جر معرفت شناسی دیالکتیکی کارل مارکس نیست. کافی است به اثر مهم او **گروند ریسه** (ص. 21-28) و روش اش "سعود از مجرد به مشخص" و در کتاب **سرمایه** و "دوباره برگشتن از مشخص به کلیت و مجردی غنی شده" رجوع کنیم (از بالا به پائین و از پائین به بالا). او در فهم سیستم سرمایه داری دقیقاً از روشی سیستم محور استفاده نموده است.

- Alexander R. Luria: *Reduktionismus in der Psychologie*, in: Hans Zeier, *Lernen und Verhalten 1*, Weinheim, 1984.
- Alexander R. Luria: *The Working Brain*, New York, 1976.
- Andre Clot: *Das maurische Spanien*, Düsseldorf, 2002
- De Bono, Edward: *Water Logic*, London, 1993.
- DiStefano, Joseph, J., Stubberud, Allen, R., Williams, Ivan, J.: *Theory and Problems of Feedback and Control Systems with Applications to the Engineering, Physical and Life Sciences*, New York, 1976.
- Douglas R. Hofstadter: *Gödel, Escher, Bach*, München, 1992.
- Douglas R. Hofstadter: *Methamagical Themas*, New York, 1985.
- Ernst P. Fischer: *Die Andere Bildung*, München, 2002.
- Ernst P. Fischer: *Gott und die anderen Grossen*, München, 2013.
- Günter Schipek, Heiko Eckert, Brigitte Kravanja,: *Grundlagen systemischer Therapie und Beratung*, Göttingen, 2013.
- James Gleick: *Chaos: Making a new Science*, New York, 2008.
- John Briggs, David. F. Peat: *Die Entdeckung des Chaos*, München, 1990.
- Karl, Marx: *Grundrisse*, Berlin, 1974.
- Noe, Alva: *Du bist nicht dein Gehirn*, München, 2010.
- Sigrid Hunke: *Allahs Sonne über dem Abendland*, Frankfurt, 2005
- Stephen J. Gould: *An Urchin in the Storm*, London, 1987.
- Stephen J. Gould: *The Mismeasure of Man*, London, 1981.
- T.H. Glisson: *Introduction to System Analysis*, Singapore, 1987.
- Willy Christian Kriz, *Lernziel: Systemkompetenz*, Göttingen, 2000.