نظم و بی‌ثباتی در آشوب

جودی پتری[1]
برگردان با اندکی تلخیص: نگار نادری

نظم

یافتن نظمِ چیزی، برای دانشمندان، تاریخ‌نگاران، هنرمندان، منکلمان و... ضروری است. نظم بخشیدن می‌تواند به‌طریق ریاضی یا با شرح و توصیف انجام شود. نظم خط مستقیم به‌سادگی درک می‌شود، چون این نظم را می‌توان با مجموعه‌ای از پاره‌خط‌های مساوی ساخت؛ در این‌جا نظم با یک تفاوت نامتغیر مشخص می‌شود. برای یافتن نظم منحنی‌ها، نقطه‌ی شروع و تفاوت مشترک در پاره‌خط‌های متوالی را باید شناخت. در این‌جا هم، نظم با یک تفاوت نامتغیر مشخص می‌شود. با توجه به‌تفاوت‌های نامتغیر میان پاره‌خط‌های متوالی یک منحنی یا شکل هندسی دیگری، می‌توانید نظم آن‌ها را پیدا کنید. در عین حال نظم در آشفتگی نیز دیده می‌شود، چنان که بوهم[2] و پیت[3] توضیح می‌دهند:

... هر چیزی که رخ می‌دهد باید در نوعی نظم اتفاق بیفتد، به‌این دلیل عقیده‌ی «فقدان کامل نظم» هیچ معنای واقعی ندارد. در واقع حتا آن چیزهایی که رویدادهای اتفاقی خوانده می‌شوند، در زنجیره‌ای نابل توصیف و نابل تشخیص روی می‌دهند و می‌توانند از دیگر رویدادهای اتفاقی بازشناخته شوند. به‌این معنای ساده آن‌ها آشکارا دارای نظم هستند.

نظم در زبان، هنر، موسیقی، بازی‌ها، معماری، ساختارهای اجتماعی و آیین‌ها خیلی ظریف است چون وابسته به‌زمینه و متن است. برای شناختی با معنا و متقاعدکننده از آن باید تمام پیچیدگی‌های آن را درک کرد. نظم در طبیعت، اشیای بی‌جان و سیستم‌های فیزیکی نیز از قاعده‌ای نامتناهی، اما ظریف تبعیت می‌کند. آب روان در نواحیِ باز می‌تواند جریانی هموار

1. Judy Petree
2. Bohm
3. Peat

داشته باشد، یا در صورت وجود موانعی، گرداب‌های سختی می‌تواند درست شود؛ حتا در آشفتگی بسیار زیاد، نظم آشوبناک می‌تواند رخ بدهد. آشفتگی نیز می‌تواند حاصل شود، اما تنها زمانی که «به‌عنوان نتیجه‌ی عمل عنصرهای بسیار کوچک در زمینه‌ای فراگیر که به‌وسیله‌ی اختلال اولیه‌ی آب ایجاد می‌شود، فرض شود.» این همان جایی است که نظریه‌ی آشوب با نظریه‌ی نظم، هماهنگ است. آب روان سیستم پویایی است که مطابق نظریه‌ی سیستم‌های غیرخطی عمل می‌کند.

عرصه‌ی سیستم را فضای حالت یا فضای فاز[1] می‌نامند. از لحاظ ریاضی این فضای حالت «محلی است که هر بُعد به‌متغیری از سیستم مرتبط می‌شود. بنابراین، هر نقطه‌ای در فضای فاز توصیف کاملی از سیستم را در یکی از وضعیت‌های محتمل آن ارایه می‌دهد، و تحول سیستم خود را به‌صورت مسیری در فضای حالت نشان می‌دهد.» حوزه‌ی رفتار یا فضای حالت را در سیستمی پویا که بررسی می‌کنید، ممکن است اختلال‌های بسیار کوچکی ببینید که از بیرون به سیستم وارد می‌شوند و می‌توانند منجر به‌تغییر تمام سیستم شوند. سَلی گورنر[2] تعریف خوبی از غیرخطی بودن ارایه می‌دهد: «هر سیستمی که در آن ورودی متناسب با خروجی نیست.» سیستم‌های غیرخطی در نظریه‌ی آشوب رفتاری نابهنجار و غیرمنطقی نشان می‌دهند؛ آن‌ها می‌توانند پس‌خوردی مثبت یا منفی ارایه کنند؛ می‌توانند ثبات یا بی‌ثباتی تولید کنند؛ می‌توانند از طریق همگرایی ارتباط ایجاد کنند، یا واگرایی و حتا انفجار خلق کنند. برای این‌که آشوب رخ دهد، باید سیستمی داشته باشید که *نسبت به‌شرایط آغازین [نقطه‌ی شروع] حساس باشد* و وابستگی متقابل با محیط پیرامون خود داشته باشد. هرگاه کسی شروع به‌نگریستن به‌سیستم‌های خطی می‌کند، آن‌چه واضح به‌نظر می‌رسد این است که آن‌ها شبیه به‌چیزی‌اند که هر روز پیرامون ما جریان دارد.

بی‌ثباتی

آشوب / پیچیدگی[3] متضمن نیروهای پویه‌آفرین[4] است، یا آن‌چه که لُرنز می‌گوید موقعیت‌های «به‌طور کامل دور از تعادل». واژه‌ی تعادل ممکن است برای شما یادآور ساحل

---

۱. phase space / state space، فضایی انتزاعی که برای معرفی رفتار یک سیستم به‌کار می‌رود. بُعدهای آن متغیرهای سیستم هستند. بنابراین نقطه‌ای در فاز حالت، حالت بالقوه‌ی سیستم را معین می‌کند. نقطه‌هایی که یک سیستم به‌آن‌ها می‌رسد، به‌گسترش تکراری و شرایط آغازین (نقطه‌ی شروع) بستگی دارد.

2. Sally Goerner

3. Complexity

4. dynamics

دریاچه‌ای آرام باشد؛ یکی از تعریف‌های آن وضعیت آرامش است، اما در عین حال مفهوم توازن را با خود دارد. برای سیستم‌های پیچیده‌ی پویا، تعادل بسیار نادر است، یا چنان که سَمْبِل[1] می‌گوید: «ایستگاه موقت توزین» است. برای رخ دادن فرایندی پویا، سیستم از تعادل خارج می‌شود. پریگوژین[2] و استنجرز[3] به‌ما می‌گویند که هرچه سیستمی پیچیده‌تر است، آشفتگی‌ها، بی‌نظمی‌ها یا نوسان‌ها پرشمارترانند که این‌ها ثبات را تهدید می‌کنند. با آسیب‌پذیرتر شدن سیستم در برابر این آشفتگی‌ها، با تلاش آن برای سامان‌مندی، نیازمندی آن به‌انرژی بالا می‌رود. بی‌ثباتی در هرگونه ساختاری از جامدات تا گازها، از جاندار تا بی‌جان، از انداموار[4] تا ناانداموار[5] می‌تواند رخ دهد. اختلال‌های درونی و برونی می‌توانند سیستم‌های باثبات را بی‌ثبات کنند، اما این بی‌ثباتی تنها ناشی از برخی آشفتگی‌های معمولی نیست. سَمبِل می‌گوید که این بستگی دارد به«نوع و دامنه‌ی اختلال و نیز آسیب‌پذیری سیستم» که باید پیش از آن که سیستم را بی‌ثبات کند، در نظر گرفته شود. او می‌افزاید گاهی بیش از یک گونه اختلال لازم است تا سیستم به‌موقعیتی بی‌ثبات بدل شود. پریگوژین و استنجرز از «مبارزه میان ثبات از طریق ارتباط با بی‌ثباتی از طریق افت و خیز، که نتیجه‌ی این مبارزه‌ی آستانه‌ی ثبات است» سخن می‌گویند. به‌عبارت دیگر، شرایط باید برسد تا آشوب رخ دهد. سَمبِل یک ضرب‌المثل قدیمی به‌کار برد که ممکن است اضافه کردن کاهی که پشت شتری را می‌شکند سرانجام سیستم را به‌هم بریزد.

استفن کلرت[6] می‌گوید: «نظریه‌ی آشوب یک سیستم را با پرسش درباره‌ی ویژگی عمومیِ رفتار درازمدت آن بررسی می‌کند.» راه حل‌های آشوبی در جست‌وجوی دلیل کیفی رفتار سیستم در آینده‌اند. راه حل‌های بسته‌ی کمّیی ممکن است به‌شما بگویند که در چه زمانی سه سیاره دارای مدار بیضوی در یک خط قرار می‌گیرند. راه حل‌های کیفی به‌شما خواهند گفت که چرا مدارهای بیضوی هستند و دایره‌ای یا سهموی نیستند. ویژگی‌های تمام راه‌حل‌های این سیستم چه خواهد بود؟ چگونه سیستم رفتارش را تغییر می‌دهد؟ یک سیستم به‌سان تیله‌ای در تَهِ کاسه‌ای می‌تواند تکان بخورد و رفتارهای عجیب و غریبی را نشان دهد، اما دست آخر در تَهِ کاسه آرام خواهد گرفت. سیستمی چون یک ساعت اگر ضربه‌ای به‌آن وارد شود به‌طور موقت کار نخواهد کرد اما چیزی نمی‌گذرد که به‌تیک‌تاک کردن مطمئنی ادامه خواهد داد. این سیستم‌ها

1. Çambel
2. Prigogine
3. Stengers
4. organic
5. inorganic
6. Stephen Kellert

را «با ثبات» می‌نامند. سیستم‌های بی‌ثبات یا نامتناوب نمی‌توانند در برابر اختلال‌های کوچک مقاومت کنند و رفتار پیچیده‌ای نشان خواهند داد که پیش‌بینی را ناممکن می‌سازند و مقدارها به‌طور اتفاقی پیدا خواهند شد. تاریخ بشر نمونه‌ای عالی از رفتار غیرمتناوب است. تمدن ممکن است فراز و فرود داشته باشد، اما هیچ چیز هرگز به‌یک شکل رخ نمی‌دهد. رخ‌دادهای کوچک یا شخصیت‌های منفرد ممکن است جهان پیرامون خود را تغییر دهند، کلرت می‌گوید: «نمونه‌های معیار از رفتار غیرمتناوب بی‌ثبات، همواره متضمن درهم‌آمیختگی‌های کلانِ واحدهایِ دارایِ تاثیر متقابل است. سیستم‌ها ممکن است از عامل‌های انسانی رقیب یا از مولکول‌های گاز مغایر با هم تشکیل شده باشند.» سیستم غیرمتناوبِ بی‌ثباتْ قطعیت‌پذیر است زیرا اغلب از کم‌تر از پنج متغیر در یک معادله‌ی دیفرانسیل تشکیل شده است و چون «در معادله‌ها عامل مشخصی برای سازوکارهای تصادفی وجود ندارد.»

در سیستم‌های پیچیده‌ی به‌دور از تعادل، تغییرهای بارها می‌تراند رخ دهد که هم‌آهنگیِ دقیق میان نیروهای داخلی سازنده‌ی سیستم و نیروهای خارجی را که محیط پیرامون آن‌ها را می‌سازند، به‌هم می‌زنند. در بیش‌تر موارد، تنظیم دقیق به‌سیستم اجازه می‌دهد تا به‌راحتی کار کند، اما زمانی که آشفتگی‌ها افزایش می‌یابد و سیستم «تحت تنش» ورای حدود آستانه‌ی معین است، نشانه‌های نامحسوس ناآرامی پدیدار می‌شود، گاهی «آشوب» غیرخطی غیرمترقبه رخ می‌دهد. شکل‌های ظریف آشوب با رفتار نابهنجار آغاز می‌شود. تبدیل شدن به‌یک جذب‌کننده[1] یا از یک جذب‌کننده به‌دیگری مبدل شدن، سبب می‌شود تا سیستم به‌گونه‌ای متفاوت رفتار کند. زمانی که مشکلات پرشماری به‌ما حمله‌ور می‌شوند، چه‌کاری می‌توان کرد؟ اوری مری[2] می‌گوید که به‌یک سیستم انسانی باید «آگاهی، دقت، و مراقبت بیش‌تری ارزانی کرد... تا رابطه‌های درونی و شبکه‌های ارتباطی خود را حفظ کند. تصمیم‌گیری انسان اثر بی‌چون و چرایی بر آشوب پیرامون آن دارد. همواره فرض‌ها و اشاره‌هایی وجود دارد که آشوب گاهی به‌طور کامل اجتناب‌ناپذیر است. در این‌جا است که جذب‌کننده‌ی عجیبی[3] به‌فرایند تصمیم‌گیری کمک می‌کند. این جذب‌کننده‌ی عجیب ممکن است سیستم اعتقادی کسی باشد.

---

۱. attractor، مسیر سیستم پویایی است که شرایط آغازین در اطراف آن به‌سمت آن میل می‌کنند.

2. Uri Merry

۳. Strange attractor: جذب‌کننده‌ای که دست‌یابی آن به‌مجموعه‌ی نهایی خاصیت‌های فیزیکی، آشوبی است.