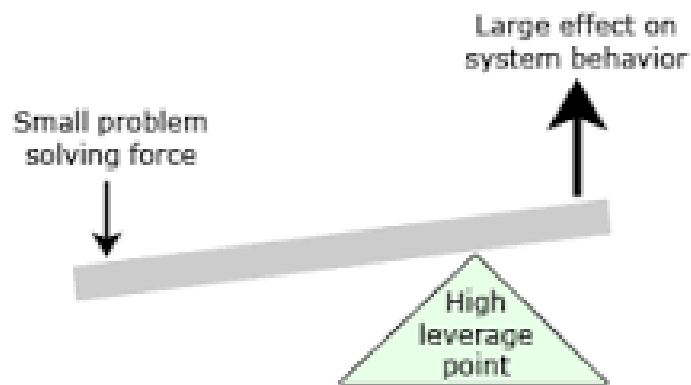


نقاطی که می شود نیرو وارد کرد (نقاط اهرمی) نقاطی برای مداخله در یک منظومه (سیستم)

نوشته‌ی دانلا مدوز (Donella Meadows)

برگردان به فارسی: مهدی صابونی



©The Sustainability Institute, 1999 .

A shorter version of this paper appeared in Whole Earth, winter 1997.

Published by

The Sustainability Institute • 3 Linden Road • Hartland VT 05048 Phone 802-436-1277 •
FAX 802-436-1281 • Email: info@sustainer.org For additional copies of this report, send
US\$10 to The Sustainability Institute .

نقاط اهرمی:

نقاطی برای مداخله در یک منظومه

نوشته‌ی دانلا اچ. میدوز

افرادی که تحلیل منظومه (سیستم) انجام می‌دهند، اعتقاد زیادی به "نقاط اهرمی" دارند. این نقاط، جاهایی از یک منظومه پیچیده (یک شرکت، یک اقتصاد، یک موجود زنده، یک شهر، یک اکوسیستم) هستند، که در آن‌ها یک تغییر کوچک در یک چیز، می‌تواند تغییرات بزرگی در همه چیز ایجاد کند.

این ایده منحصر به تحلیل منظومه‌ها (سیستم‌ها) نیست، بلکه در افسانه‌ها ریشه دارد (گلوله‌ی طلایی [تنها سلاحی که جان شخصی را نجات می‌دهد]، صفحه کوچک تنظیم کننده [یک زبانه‌ی کوچک روی لبه‌ی عقب سطوح کنترلی مثل بال هواپیما، که با تغییر زاویه‌ی خود، سطح اصلی را مجبور به تغییر زاویه می‌کند]، درمان معجزه‌آسا، تونل مخفی، رمز عبور جادویی، قهرمان یا تبهکاری که جریان تاریخ را تغییر می‌دهد). [نقاط اهرمی] راهی تقریباً آسان برای عبور یا جهش از روی موانع بزرگ هستند. ما نه تنها می‌خواهیم باور کنیم که نقاط اهرمی وجود دارند، بلکه می‌خواهیم بدانیم که آن‌ها کجا هستند؛ و چگونه می‌توانیم به آن‌ها دست پیدا کنیم. نقاط اهرمی نقاط قدرت هستند.

متخصصین منظومه‌ها (سیستم‌ها)، داستان‌های زیادی در مورد نقاط اهرمی دارد. آن دسته از ما که در موسسه فناوری ماساچوست (MIT) توسط Jay Forrester بزرگ کارآموز شده‌ایم، همگی یکی از داستان‌های مورد علاقه‌ی او را با جان دل شنیده‌ایم. او می‌گوید: "مردم به طور شهودی می‌دانند که نقاط اهرمی کجا هستند." بارها و بارها تحلیلی از یک شرکت انجام داده‌ام و یک نقطه اهرمی پیدا کرده‌ام (شاید در خط مشی انبار، یا در رابطه بین نیروی فروش و نیروی مولد، یا در خط مشی پرسنلی). سپس به شرکت رفته‌ام و متوجه شده‌ام که از قبل توجه زیادی به آن نقطه شده است؛ و همه سخت تلاش می‌کنند تا آن را در جهت اشتباه سوق دهند!

مثال کلاسیک این شهود وارونه، مقدمه خودم در تحلیل منظومه‌ها (سیستم‌ها)، مدل جهانی فورستر بود. باشگاه رم از من خواست تا نشان دهم که چگونه مشکلات بزرگ جهانی (فقر و گرسنگی، تخریب محیط زیست، کاهش منابع، زوال شهری، بیکاری) به هم مرتبط هستند و چگونه می‌توان آن‌ها را حل کرد. فورستر یک مدل کامپیوتری ساخت و یک نقطه اهرمی واضح را پیدا کرد: رشد^۱ نه تنها رشد جمعیت، بلکه رشد اقتصادی. رشد هم مزایا، و هم هزینه دارد. اما معمولاً هزینه‌ها (از جمله فقر و گرسنگی، تخریب محیط زیست و غیره) یعنی کل مشکلاتی که سعی در حل آن‌ها با رشد داریم! را در نظر نمی‌گیریم. آنچه نیاز است، رشد بسیار کندتر و در برخی موارد رشد نکردن، یا رشد منفی است.

رهبران جهان به درستی بر رشد اقتصادی به عنوان پاسخ تقریباً همه مشکلات متمرکز شده‌اند، اما با تمام توان خود در جهت اشتباه حرکت می‌کنند.

یکی دیگر از آثار کلاسیک فورستر، مطالعه "پویایی شهری: او بود. که در سال ۱۹۶۹ منتشر شد؛ و نشان داد که مسکن‌سازی یارانه‌ای برای اقشار کم‌درآمد، یک نقطه اهرمی است.^۲ هرچه این نقطه اهرمی کمتر باشد، شهر (حتی افراد کم‌درآمد ساکن در شهر) وضعیت بهتری دارد. دلیل این امر آن است که مسکن‌سازی یارانه‌ای بدون اشتغال‌زایی همزمان برای ساکنان، نسبت اشتغال به مسکن‌سازی یک شهر را به شدت مختل می‌کند؛ و عملاً آن را به سخره می‌گیرد. این مدل، زمانی منتشر شد که سیاست‌های ملی، پروژه‌های عظیم "مسکن‌سازی برای اقشار کم‌درآمد" را دیکته می‌کرد. [بنا بر این] فورستر را مسخره می‌کردند. اکنون این پروژه‌ها را شهر به شهر تخریب می‌کنند. حق با فورستر بود. [رشد نامتوازن موجب] افزایش هزینه‌های بیکاری و رفاهی و ناامیدی [می‌شود].

واژه‌ای که فورستر برای توصیف منظومه‌ها (سیستم‌های) پیچیده به کار می‌برد، "خلاف عقل سلیم یا ضد شهود (counterintuitive)" است. نقاط اهرمی، شهودی نیستند. یا اگر باشند، ما به طور شهودی از آنها وارونه استفاده می‌کنیم؛ و به طور نظام‌مند (سیستماتیک) مشکلی را که سعی در حل آن داریم، بدتر می‌کنیم.

تحلیلگران منظومه‌ای‌ای که من می‌شناسم، هیچ فرمول سریع یا آسانی برای یافتن نقاط اهرمی ارائه نکرده‌اند. وقتی ما [تحلیلگران سیستم] یک منظومه را مطالعه می‌کنیم، معمولاً یاد می‌گیریم که نقاط اهرمی آن کجا هستند. اما از آنجا که شهود ما آنقدرها هم قوی نیست، وقتی با یک منظومه جدید که هرگز با آن مواجه نشده‌ایم، برخورد می‌کنیم، چند ماه یا چند سال وقت لازم داریم، تا مدل‌سازی کامپیوتری انجام دهیم، و نقاط اهرمی را کشف کنیم. تجربه تلخ ما این است که وقتی نقاط اهرمی منظومه را کشف کردیم، به دلیل ضد شهودی بودن، به سختی کسی حرف ما را باور می‌کند.

[این موضوع] به خصوص برای کسانی از ما، که نه تنها مشتاق درک منظومه‌های پیچیده‌اند، بلکه مشتاق بهتر کردن جهان هستند، بسیار ناامیدکننده است.

بنابراین، یک روز، در نشستی در مورد چگونگی بهتر کردن اوضاع جهان نشسته بودم (در واقع نشستی بود در مورد اینکه چگونه رژیم جدید تجارت جهانی، North American Free Trade Agreement (NAFTA) و General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) و سازمان تجارت جهانی، احتمالاً اوضاع جهان را بدتر خواهند کرد)، هر چه بیشتر گوش می‌دادم، بیشتر در خود فرو می‌رفتم. با خودم می‌گفتم: "این یک منظومه جدید و عظیم است که مردم در حال تاسیس آن هستند!" و خودم هم در جواب به خودم می‌گفتم: "آنها کوچکترین ایده‌ای ندارند که این ساختار پیچیده چگونه رفتار خواهد کرد". این تقریباً بدون تردید نمونه‌ای از کوک کردن منظومه، در جهت اشتباه است (هدف [این نشست] رشد است، رشد به هر قیمتی!! و اقدامات کنترلی که این افراد خوب و لیبرال، برای پیکار با [تجارت جهانی] در باره آن صحبت می‌کنند، یعنی تنظیمات پارامترهای کوچک، حلقه‌های بازخورد منفی ضعیف)، بسیار ناچیز هستند!!!

ناگهان، بدون اینکه کاملاً بدانم چه اتفاقی دارد می‌افتد، بلند شدم. به سمت تابلو ورق‌زدنی (فلیپ‌چارت) رفتم، آن را ورق زدم و روی یک ورقه سفید نوشتم

نقاطی برای مداخله در یک منظومه (به ترتیب افزایش اثربخشی)

۹. ثابت‌ها، پارامترها، اعداد (یارانه‌ها، مالیات‌ها، استانداردها)

۸. تنظیم حلقه‌های بازخورد منفی

۷. تحریک حلقه‌های بازخورد مثبت

۶. جریان‌های مواد و گره‌های تقاطع مواد



۵. جریان‌های اطلاعات

۴. قوانین منظومه (مشوق‌ها، مجازات‌ها، محدودیت‌ها)

۳. توزیع قدرت بر قوانین منظومه

۲. اهداف منظومه

۱. طرز فکر یا الگویی که منظومه - اهداف، ساختار قدرت، قوانین، فرهنگ آن - از آن ناشی می‌شود.

همه افراد حاضر در جلسه، با تعجب پلک زدند. یکی از آن‌ها نفس عمیقی کشید و گفت: "این عالی‌ه!" شخص دیگری گفت:

"وه؟". متوجه شدم که باید کلی توضیح بدهم.

من باید کلی فکر می‌کردم. مانند بیشتر چیزهایی که موقع جوش آوردن [برانگیختگی شدید] به ذهنم می‌رسند، این لیست هم دقیقاً مستدل نبود. وقتی شروع به اشتراک‌گذاری آن با دیگران کردم، به خصوص با تحلیلگران منظومه (که لیست‌های خودشان را داشتند)، و با فعالانی که می‌خواستند فوراً از این لیست استفاده کنند، پرسش‌ها و دیدگاه‌هایی مطرح شد. که مرا واداشت دوباره فکر کنم، مواردی را اضافه و حذف کنم، ترتیب را تغییر دهم و هشدارهایی را به آن بیفزایم.

در یک دقیقه، فهرستی که در نهایت به آن رسیده‌ام، را مرور می‌کنم، اصطلاحات تخصصی را توضیح می‌دهم و مثال‌ها و استثنائاتی ارائه می‌دهم. دلیل این مقدمه این است که لیست را در بستری از فروتنی قرار دهم و جایی برای تکامل بگذارم. آنچه آن روز در من جوشید، حاصل دهه‌ها تحلیل دقیق انواع مختلف منظومه‌ها (سیستم‌ها) بود. که توسط افراد باهوش متعددی انجام شده بود. اما منظومه‌های پیچیده، خوب، پیچیده هستند. تعمیم دادن در مورد آنها خطرناک است.

بنابراین، آنچه قرار است بخوانید، یک کار در حال انجام است. این یک دستورالعمل ساده و مطمئن برای یافتن نقاط اهرمی [عوامل ایجاد کننده تغییر] نیست. بلکه، این دعوتی است برای تفکر گسترده‌تر در مورد راه‌های مختلفی که ممکن است برای تغییر منظومه‌ها وجود داشته باشد.

اینک که آرام شده‌ام، با پشیمانی و شرمندگی، فهرست اصلاح‌شده را ارائه می‌کنم:

نقاط مداخله در یک منظومه (به ترتیب افزایش اثربخشی)

۱۲. ثابت‌ها، پارامترها، اعداد (مانند یارانه‌ها، مالیات‌ها، استانداردها)

۱۱. نسبت اندازه بافرها و سایر ذخایر تثبیت‌کننده، به جریان‌هایشان.

۱۰. ساختار ذخایر و جریان‌های مواد (مانند شبکه‌های حمل و نقل، ساختارهای سنی جمعیت)

۹. نسبت طول تأخیرها، به نرخ تغییر منظومه

۸. قدرت حلقه‌های بازخورد منفی، نسبت به تأثیراتی که سعی در اصلاح آنها دارند

۷. سود حاصل از تحریک حلقه‌های بازخورد مثبت

۶. ساختار جریان‌های اطلاعاتی (چه کسی به چه نوع اطلاعاتی دسترسی دارد و چه کسی ندارد)

۵. قواعد منظومه (مانند مشوق‌ها، مجازات‌ها، محدودیت‌ها)

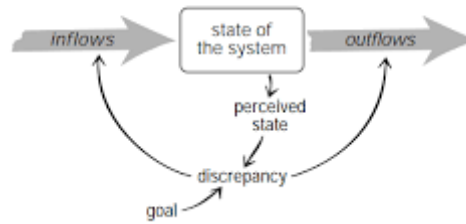
۴. قدرت افزودن، تغییر، تکامل یا خودسازماندهی ساختار منظومه

۳. اهداف منظومه

۲. طرز فکر یا الگویی که منظومه - اهداف، ساختار، قوانین، تأخیرها، پارامترهای آن - از آن ناشی می‌شود

۱. قدرت فراتر رفتن از الگوها

To explain parameters, stocks, delays, flows, feedback, and so forth, I need to start with a basic diagram.



"وضعیت منظومه (State of the system)" هر موجودی را کدی است که اهمیت دارد. [این موجودی می‌تواند] مقدار آب پشت سد، مقدار چوب قابل برداشت از جنگل، تعداد افراد جمعیت، موجودی بانک، و هر چیز دیگری باشد. وضعیت منظومه معمولاً ذخایر (موجودی‌های) فیزیکی است. اما می‌توانند غیرمادی (اعتماد به نفس، میزان اعتماد [مردم] به مقامات دولتی، امنیت ادراک شده یک محله) نیز باشد.

معمولاً جریان‌های ورودی (Inflows) که موجودی را افزایش می‌دهند و جریان‌های خروجی (Outflows) که موجودی را کاهش می‌دهند، وجود دارند. سپرده‌گذاری‌ها، پول موجود در بانک را افزایش می‌دهند؛ و برداشت‌ها آن را کاهش می‌دهند. جریان رودخانه و باران، آب پشت سد را بالا می‌برند؛ و تبخیر و تخلیه آب، آن را پایین می‌آورند. زاد و ولد و مهاجرت، جمعیت را افزایش؛ و مرگ و میر و هجرت، آن را کاهش می‌دهد. فساد سیاسی، اعتماد [جامعه] به مقامات دولتی را کاهش می‌دهد؛ تجربه کردن یک دولت کارآمد، آن را افزایش می‌دهد.

از آنجایی که این بخش از منظومه [وضعیت] از ذخایر و جریان‌های فیزیکی تشکیل شده است (و آنها سنگ بنای هر منظومه‌ای هستند)، از قوانین پایستگی و انباشت پیروی می‌کند. اگر بتوانید یک وان حمام با مقداری آب در آن (موجودی، وضعیت منظومه) و یک شیر آب ورودی و یک لوله تخلیه خروجی را فرض کنید، می‌توانید دینامیک آن را به راحتی درک کنید. اگر سرعت جریان ورودی بیشتر از سرعت جریان خروجی باشد، سطح آب به تدریج بالا می‌آید. اگر سرعت جریان خروجی بیشتر از سرعت جریان ورودی باشد، سطح آب به تدریج پایین می‌رود. واکنش کند سطح آب وان، به باز و بسته کردن ناگهانی شیرهای ورودی و خروجی، امری عادی است. همانطور که زمان می‌برد تا وان از آب پُر یا خالی شود، زمان می‌برد تا جریان‌ها در موجودی جمع شوند. تغییر سیاست‌ها [نیز] برای انباشته شدن اثرات خود، به زمان نیاز دارند.

بقیه نمودار، اطلاعاتی را نشان می‌دهد که باعث تغییر جریان‌ها، و سپس باعث تغییر موجودی می‌شود. اگر قصد حمام کردن دارید، سطح آب مطلوبی را در ذهن تصور می‌کنید (هدف شما). دریچه تخلیه را می‌بندید، شیر آب را باز می‌کنید و منتظر می‌مانید تا آب به سطح انتخابی شما برسد (وقتی که اختلاف بین هدف و وضعیت درک شده منظومه، صفر شود). سپس آب را می‌بندید.

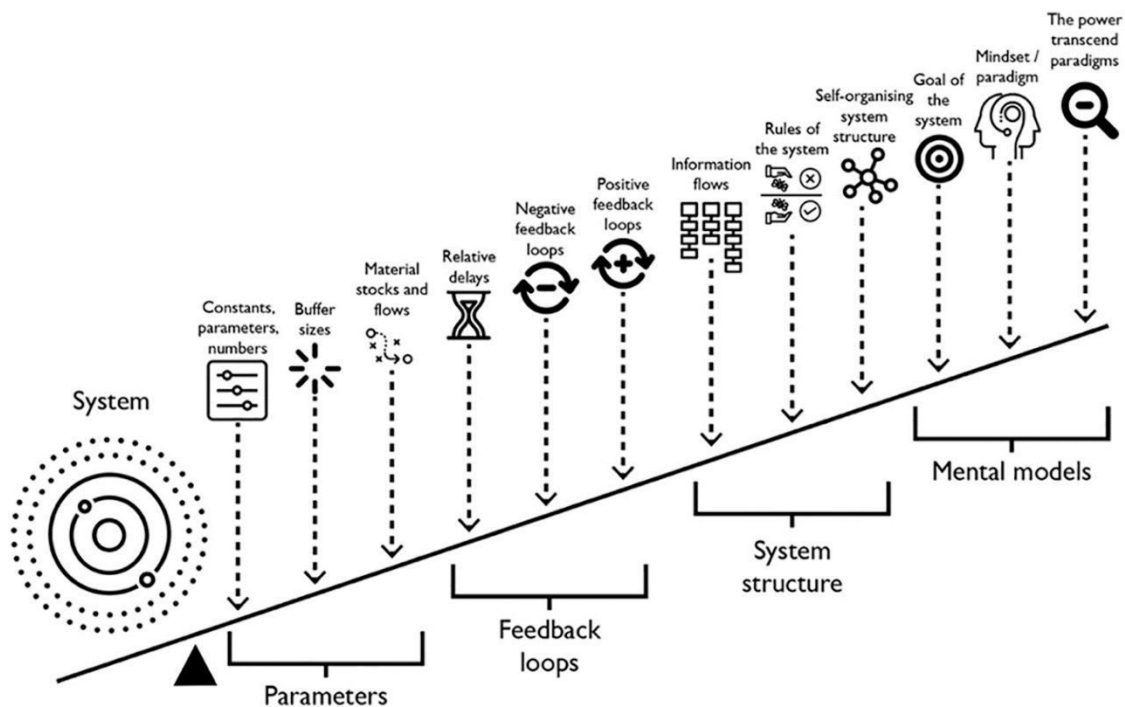
اگر وارد وان حمام شدید و متوجه شدید که حجم آب را کمتر از حد واقعی تخمین زده‌اید و آب در شرف سرریز شدن است، می‌توانید برای مدتی دریچه تخلیه را باز کنید تا آب به سطح دلخواه شما برسد.

این دو [شیر حمام و دریچه تخلیه وان] حلقه‌های بازخورد منفی یا حلقه‌های اصلاحی هستند. که یکی جریان ورودی و دیگری جریان خروجی را کنترل می‌کند و شما می‌توانید از یکی یا هر دوی آنها برای رساندن سطح آب به سطح هدف خود استفاده

کنید. توجه داشته باشید که هدف و اتصالات بازخوردی، در منظومه قابل مشاهده نیستند. اگر شما یک موجود فرازمینی بودید که سعی می‌کردید بفهمید چرا وان پر و خالی می‌شود، مدتی طول می‌کشید تا بفهمید که یک هدف نامرئی و یک فرآیند اندازه‌گیری اختلاف، در ذهن موجودی که شیرهای آب را دستکاری می‌کند، در جریان است. اگر به اندازه کافی تماشا می‌کردید، می‌توانستید این را بفهمید.

تا اینجا خیلی ساده بود. حالا بیایید در نظر بگیریم که شما دو شیر آب دارید، یک شیر آب گرم و یک شیر آب سرد، و [علاوه بر سطح آب]، می‌خواهید یک حالت منظومه‌ای (سیستمی) دیگر (دما) را هم تنظیم کنید. فرض کنید جریان آب گرم ورودی، به یک دیگ بخار در زیرزمین، چهار طبقه پایین‌تر، متصل است، بنابراین به سرعت پاسخ نمی‌دهد؛ و شما هم سرگرم شکلک درآوردن در آینه حمام هستید؛ و به سطح آب توجه کافی ندارید. منظومه شروع به پیچیده شدن، واقعی شدن، و جالب شدن کرد. در ذهنتان، وان حمام را به حساب جاری خود تبدیل کنید. چک بنویسید، سپرده‌گذاری کنید، یک شیر آب [حساب پس اندازی] که مدام کمی بهره از آن چکه می‌کند و یک دریچه مخصوص [قسط] که اگر موجودی‌تان ته بکشد، آن را بیشتر می‌مکد، اضافه کنید. حساب خود را به هزار حساب دیگر متصل کنید و بگذارید بانک به عنوان تابعی از سپرده‌های ترکیبی و نوسانی شما، وام ایجاد کند. هزار تا از این بانک‌ها را به یک منظومه فدرال رزرو متصل کنید. کم‌کم می‌بینید که چطور انباشت و جریان‌های ساده، در کنار هم، منظومه‌هایی را تشکیل می‌دهند که فهم آنها بسیار پیچیده است.

به همین دلیل است که نقاط اهرمی شهودی نیستند. و همین [شهودی نبودن] برای نظریه سیستم‌ها کافی است تا به [بررسی] لیست ادامه دهیم.



ابه دقت به شکل بالا نگاه کنید. هر چه به راست می‌رویم؛ و از تکیه‌گاه اهرم دور می‌شویم (بازوی محرک بلندتر می‌شود)، اثربخشی نقاط بیشتر می‌شود؛ و راحت‌تر می‌توان به سیستم نیرو وارد کرد. کمترین اثر را پارامترها و اعداد دارند؛ و بیشترین اثر مربوط به قدرت فراتر رفتن از الگوهای ذهنی است.

12. ثابت‌ها، پارامترها، اعداد

در اصطلاحات تخصصی منظومه‌ها (سیستم‌ها)، "پارامترها" اعدادی هستند که تعیین می‌کنند چه مقدار اختلاف، کدام شیر آب را با چه سرعتی می‌چرخاند. شاید شیر آب به سختی باز شود. بنابراین مدتی طول می‌کشد تا آب جریان پیدا کند یا بسته شود. شاید لوله فاضلاب مسدود شده باشد و صرف نظر از میزان باز بودن دریچه تخلیه، فقط بتواند جریان کمی را عبور دهد. شاید شیر آب بتواند با نیروی شلنگ آتش‌نشانی آب را تحویل دهد. این ملاحظات مربوط به اعداد هستند. که برخی از آنها به طور فیزیکی قفل شده و غیرقابل تغییرند، اما بیشتر آن‌ها نقاط مداخله شایعی هستند.

بدهی ملی‌ای را در نظر بگیرید. این یک وان حمام منفی [وانی که به اندازه مطلوب پر نیست]، یا یک چاله پول است. نرخ سالانه‌ای که [این بدهی] در آن شناور (غوطه‌ور) است، کسری بودجه نامیده می‌شود. درآمد مالیاتی باعث بالا آمدن [سطح آب در وان، یا کاهش کسری بودجه] می‌شود؛ هزینه‌های دولت باعث پایین رفتن [سطح آب در وان، یا افزایش کسری بودجه] می‌شود. کنگره و رئیس جمهور بیشتر وقت خود را صرف بحث در مورد پارامترهای بسیار زیادی می‌کنند که شیرهای آب مالیاتی و دریچه‌های تخلیه‌ی هزینه، را باز و بسته می‌کنند. از آنجایی که آن شیرها و دریچه‌های تخلیه به ما (رأی‌دهندگان) متصلند، این‌ها پارامترهایی با بار سیاسی هستند. اما، با وجود همه بازی‌های سیاسی، و فارغ از اینکه کدام حزب در قدرت باشد، چاله پول همچنان عمیق‌تر می‌شود، فقط با نرخ‌های متفاوت (حتی زمانی که مانند سال ۱۹۹۹، احزاب در مورد چگونگی خرج کردن "مازادی" که موجود نیست، بحث می‌کنند).

دولت برای تنظیم میزان آلودگی هوایی که تنفس می‌کنیم، پارامترهایی به نام "استانداردهای کیفیت هوای محیط" تعیین می‌کند. برای اطمینان از وجود مقداری جنگل (یا جریانی از پول به سمت شرکت‌های چوب‌بری)، "قطع مجاز سالانه درختان" را تعیین می‌کند. شرکت‌ها پارامترهایی مانند نرخ دستمزد و قیمت محصولات را، با توجه به سطح سود خود (که در نهایت به سود خالص ختم می‌شود) تنظیم می‌کنند.

مقدار زمینی که برای حفاظت از محیط زیست کنار می‌گذاریم، حداقل دستمزد [ای که تعیین می‌کنیم]، مقدار پولی که برای تحقیقات ایدز یا بمب‌افکن‌های مخفی هزینه می‌کنیم، هزینه‌های خدماتی‌ای که بانک از حساب شما برداشت می‌کند، پارامترهایی هستند [که مثل] تنظیمات شیرهای آب [عمل می‌کنند]. ضمناً، اخراج افراد و استخدام افراد جدید، از جمله سیاستمداران، برای همین است. قرار دادن دست‌های مختلف روی شیرهای آب ممکن است سرعت چرخش شیرها را تغییر دهد، اما اگر آنها همان شیرهای آب قدیمی باشند، به همان منظومه قدیمی متصل باشند، طبق همان اطلاعات و اهداف و قوانین قدیمی باز و بسته شوند، منظومه تغییر زیادی نخواهد کرد. انتخاب بیل کلینتون (Bill Clinton) قطعاً با انتخاب باب دال (Bob Dole) متفاوت بود. اما با توجه به اینکه هر رئیس‌جمهور [ای که انتخاب شود]، به همان منظومه سیاسی متصل است، خیلی فرق نمی‌کند. پارامترها نقاطی هستند که در لیست مداخلات من، کمترین اثر اهرمی را دارند. سر و کله زدن با جزئیات، [مثل] چیدن صندلی روی عرشه کشتی [در حال غرق شدن] تایتانیک است. احتمالاً ۹۰٪ - نه ۹۵٪ - نه ۹۹٪ توجه ما به پارامترها معطوف می‌شود، اما آن‌ها اثر اهرمی زیادی ندارند.

نه اینکه پارامترها مهم نباشند. آنها می‌توانند، به خصوص در کوتاه مدت، و برای کسی که مستقیماً در مسیر یک جریان است، مهم باشند. مردم عمیقاً به آن‌ها اهمیت می‌دهند؛ و بر سر آن‌ها نبردهای شدیدی می‌کنند. اما آن‌ها به ندرت رفتار [شان] را

تغییر می‌دهند. اگر منظومه به طور مزمّن راکد باشد، تغییرات پارامتر به ندرت آن را به حرکت در می‌آورد؛ و اگر به شدت متغیر باشد، معمولاً آن را تثبیت نمی‌کند؛ و اگر در حال خارج شدن از کنترل باشد، جلو آن را نمی‌گیرد.

هر سقفی که برای کمک‌های مالی به کمپین‌های انتخاباتی تعیین کنیم، سبب از بین رفتن بازی‌های سیاسی نمی‌شود. دستکاری نرخ بهره توسط فدرال رزرو، باعث از بین رفتن چرخه‌های تجاری نشده است. (ما همیشه این واقعیت را در دوران رونق فراموش می‌کنیم و شوکه می‌شویم، از رکودها شوکه می‌شویم.) پس از دهه‌ها اعمال سختگیرانه‌ترین استانداردهای آلودگی هوا در جهان، هوای لس‌آنجلس کمتر آلوده است، اما تمیز نیست. صرف هزینه بیشتر برای پلیس، باعث نمی‌شود جرم و جنایت از بین برود. از آنجایی که قرار است به چند مثال بپردازم که در آنها پارامترها نقاط اهرمی هستند، اجازه دهید یک نکته مهم را اینجا اضافه کنم. پارامترها وقتی به محدوده‌هایی می‌رسند که یکی از موارد بعدی این لیست را آغاز می‌کنند، به نقاط اهرمی تبدیل می‌شوند. به عنوان مثال، نرخ بهره یا نرخ تولد، سود حاصل از حلقه‌های بازخورد مثبت [نقطه مداخله رتبه ۷] را کنترل می‌کنند. اهداف منظومه [نقطه مداخله رتبه ۳]، پارامترهایی هستند که می‌توانند تفاوت بزرگی ایجاد کنند. گاهی اوقات یک منظومه به لبه هرج و مرج می‌رسد، جایی که کوچکترین تغییر در یک عدد می‌تواند آن را از نظم به چیزی که به نظر بی‌نظمی شدید می‌رسد، سوق دهد.

این اعداد [پارامترهای] بحرانی آنقدرها هم که مردم فکر می‌کنند رایج نیستند. اکثر منظومه‌ها تکامل یافته‌اند یا طوری طراحی شده‌اند که از محدوده پارامترهای بحرانی دور بمانند. اغلب، این اعداد ارزش زحمتی که برایشان کشیده می‌شود را ندارند.

برای روشن شدن این نکته، در اینجا داستانی را که یکی از دوستانم از طریق اینترنت برای من فرستاد، می‌آورم:

"وقتی صاحبخانه شدم، وقت و انرژی زیادی صرف کردم تا بفهمم اجاره بهای «منصفانه» چقدر باید باشد.

سعی کردم همه متغیرها، از جمله درآمد نسبی مستاجرانم، درآمد و نیاز به نقدینگی خودم، اینکه کدام هزینه‌ها برای نگهداری، و کدام‌ها هزینه‌ها سرمایه‌ای بودند، سهم حقوق صاحبان سهام در مقابل بهره اقساط وام مسکن، ارزش کار من روی خانه، و غیره را در نظر بگیرم.

به هیچ جا نرسیدم. در نهایت، به کسی مراجعه کردم که در ارائه مشاوره مالی تخصص داشت. او گفت: «شما طوری رفتار می‌کنید که انگار یک مرز باریک وجود دارد که اجاره بها در آن منصفانه است و در هر نقطه‌ای بالاتر از آن نقطه، مستأجر ضرر می‌کند و در هر نقطه‌ای پایین‌تر از آن، شما ضرر می‌کنید. در واقع، یک منطقه خاکستری بزرگ وجود دارد که در آن هم شما و هم مستأجر، معامله‌ای خوب یا دست‌کم منصفانه می‌کنید.

نگران نباشید و به زندگی خود ادامه دهید." ۳

۱۱. نسبت اندازه بافرها و سایر ذخایر تثبیت‌کننده، به جریان‌هایشان

یک وان حمام بزرگ با جریان‌های ورودی و خروجی آهسته را در نظر بگیرید. حالا به یک وان حمام کوچک، با جریان‌های بسیار سریع فکر کنید. این تفاوت بین دریاچه و رودخانه است. شما در مورد سیل‌های فاجعه‌بار رودخانه بسیار بیشتر از سیل‌های فاجعه‌بار دریاچه می‌شنوید، زیرا ذخایر بزرگ، نسبت به جریان‌هایشان، پایدارتر از ذخایر کوچک هستند. در شیمی و سایر زمینه‌ها، یک ذخیره بزرگ و تثبیت‌کننده، به عنوان بافر شناخته می‌شود.

³Thanks to David Holmstrom of Santiago, Chile

قدرت تثبیت‌کنندگی بافرها باعث می‌شود به جای اینکه با پول داخل جیبستان زندگی کنید، پولتان را در بانک نگه دارید. به همین دلیل است که فروشگاه‌ها به محض این که مشتریان موجودی قدیمی را [می‌خرند و] از در بیرون می‌برند، به جای درخواست موجودی جدید، موجودی را [ثابت] نگه می‌دارند. به همین دلیل است که ما باید [جمعیتی] بیش از کمترین جمعیت زادآور، برای یک گونه‌ی در معرض خطر حفظ کنیم. خاک‌های شرق ایالات متحده نسبت به خاک‌های غرب، به باران اسیدی حساس‌ترند، زیرا بافرهای کلسیم زیادی برای خنثی کردن اسید ندارند.

اغلب، می‌توانید با افزایش ظرفیت یک بافر، یک منظومه را تثبیت کنید.^۴ اما اگر یک بافر خیلی بزرگ باشد، منظومه انعطاف‌پذیر نمی‌شود. خیلی کند واکنش نشان می‌دهد. و برای ساخت یا نگهداری بافرهای بزرگ اقلامی چون مخازن آب یا موجودی [فروشگاه‌ها]، باید هزینه‌ی زیادی صرف شود.

کسب و کارها موجودی‌های فقط به موقع (Just-in-time) را اختراع کردند. زیرا فهمیدند که آسیب‌پذیری در برابر نوسانات یا اشتباهات گاه و بیگاه، ارزان‌تر از هزینه‌های ثابت و قطعی نگهداشتن موجودی [مواد اولیه یا محصول نهایی] است (ضمناً موجودی‌های اندکی که زود تمام می‌شود، امکان پاسخ انعطاف‌پذیرتری به تقاضای متغیر [بازار] را فراهم می‌کند). کاملاً محتمل است که بسیاری از کسب‌وکارها که تصمیمات مربوط به موجودی کم را بر اساس منافع منطقی خود می‌گیرند، به اقتصادی بسیار ناپایدارتر منجر شوند.

در تغییر اندازه بافرها، اهرمی گاهی اوقات جادویی وجود دارد. اما بافرها معمولاً موجودیت‌های فیزیکی هستند که تغییر آنها آسان نیست. [افزایش] ظرفیت جذب اسید خاک‌های شرقی، نقطه اهرمی برای کاهش آسیب باران اسیدی نیست. ظرفیت ذخیره‌سازی یک سد به معنای واقعی کلمه، در بتن [ای که برای ساخت سد استفاده می‌شود]، ریخته می‌شود. به همین دلیل، من بافرها را در انتهای کم‌اثرتر فهرست نقاط اهرمی قرار داده‌ام.

۱۰. ساختار ذخایر و جریان‌های مواد و گره‌های تقاطع

ساختار لوله‌کشی، ذخایر و جریان‌ها و چیدمان فیزیکی آن‌ها می‌تواند تأثیر زیادی بر چگونگی عملکرد منظومه داشته باشد. وقتی منظومه‌ی جاده‌ای مجارستان به گونه‌ای طراحی شد که تمام ترافیک از یک طرف کشور به طرف دیگر، باید از مرکز شهر بوداپست عبور می‌کرد. این امر تأثیر زیادی بر آلودگی هوا و تأخیرهای رفت و آمد داشت. که به راحتی توسط دستگاه‌های کنترل آلودگی، چراغ‌های راهنمایی یا محدودیت‌های سرعت، قابل اصلاح نبود. تنها راه برای اصلاح منظومه‌ای که اشتباه طراحی شده است، در صورت امکان، بازسازی آن است.

از آنجا که ساخت‌وساز فیزیکی، معمولاً کندترین و پرهزینه‌ترین نوع تغییر در یک منظومه است، اغلب نمی‌توانید [منظومه را بازسازی کنید]. برخی ساختارهای ذخیره و جریان، به وضوح غیرقابل تغییر هستند. افزایش جمعیت ایالات متحده در دوران رونق زاد و ولد، ابتدا باعث فشار بر منظومه مدارس ابتدایی، سپس دبیرستان‌ها، سپس دانشگاه‌ها، سپس مشاغل و مسکن شد؛ و اکنون مشتاقانه منتظر حمایت از [فشار به منظومه] بازنشستگی آن هستیم. در این مورد، نمی‌توانیم کار زیادی انجام دهیم. زیرا کودکان پنج ساله به شش ساله تبدیل می‌شوند؛ و شصت و چهار ساله‌ها به طور قابل پیش‌بینی و غیرقابل وقفه‌ای، شصت و پنج ساله می‌شوند.

⁴ For an example, see Dennis Meadows's model of commodity price fluctuations: D.L. Meadows, Dynamics of Commodity Production Cycles. Portland, Oreg.: Productivity Press, 1970.

همین را می‌توان در مورد طول عمر مولکول‌های مخرب CFC در لایه ازن، سرعت شسته شدن آلاینده‌ها به درون سفره‌های آب زیرزمینی و این واقعیت که یک ناوگان ناکارآمد خودرو، ۱۰ تا ۲۰ سال طول می‌کشد تا از رده خارج شود، نیز گفت. در یک منظومه، ساختار فیزیکی بسیار مهم است، اما به ندرت یک نقطه اهرمی است. زیرا تغییر آن به ندرت ساده است. در وهله اول، نقطه اهرمی در طراحی مناسب است. پس از ساخته شدن بنا، نقطه اهرمی درک محدودیت‌ها و گلوگاه‌های آن و جلوگیری از نوسانات یا گسترش‌هایی است که ظرفیت آن را تحت فشار قرار می‌دهند.

۹. نسبت مدت زمان تأخیرها، به نرخ تغییرات منظومه

وان حمام طبقه چهارم، و آبگرمکن زیرزمین را که به آن اشاره کردم، به خاطر دارید؟ من در واقع یک بار یکی از آنها را در یک هتل قدیمی در لندن تجربه کردم. حتی وان حمام هم نبود؛ دوش بود (ظرفیت بافری نداشت). پس از باز کردن شیر آب، بیش از یک دقیقه طول می‌کشید تا آب گرم شود). حدس بزنید دوش من چگونه بود. درست است، گرم و سرد شدن، و دوباره گرم شدن، همراه با ناسزا.

تأخیر در حلقه‌های بازخورد، علت رایج نوسانات است. اگر تلاش می‌کنید وضعیت منظومه را مطابق با هدف خود تنظیم کنید. اما اطلاعات منظومه با تأخیر به دست شما می‌رسد، یا بیشتر از آنچه در نظر دارید تنظیمش می‌کنید (overshoot)، یا کمتر (undershoot). اگر اطلاعات شما به موقع باشد، اما پاسخ شما به موقع نباشد، نیز همینطور است. به عنوان مثال، ساخت یک نیروگاه برق چندین سال طول می‌کشد و سپس آن نیروگاه مثلاً سی سال دوام می‌آورد. این تأخیرها، ساخت تعداد دقیقاً مناسب نیروگاه، برای تأمین تقاضای به سرعت در حال تغییر را غیرممکن می‌کند. حتی با تلاش فراوان برای پیش‌بینی، تقریباً هر صنعت برق متمرکز در جهان، نوسانات طولانی "بین ظرفیت بیش از حد و کمبود ظرفیت" را تجربه می‌کند. یک منظومه وقتی تأخیرهای بلندمدت دارد، نمی‌تواند به تغییرات کوتاه‌مدت پاسخ دهد. به همین دلیل است که یک منظومه برنامه‌ریزی مرکزی عظیم، مانند اتحاد جماهیر شوروی یا جنرال موتورز، بی‌تردید عملکرد ضعیفی دارد.

از آنجا که ما افراد سیستمی می‌دانیم تأخیرها مهم هستند، هر جا که نگاه می‌کنیم تأخیرها را می‌بینیم: تأخیر بین زمانی که یک آلاینده روی زمین ریخته می‌شود؛ و زمانی که وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود. تأخیر بین تولد یک کودک؛ و زمانی که آن کودک آماده بچه‌دار شدن می‌شود. تأخیر بین اولین آزمایش موفقیت‌آمیز یک فناوری جدید؛ و زمانی که آن فناوری در سراسر اقتصاد به کار گرفته می‌شود. مدت زمانی که طول می‌کشد تا قیمت، با عدم تعادل عرضه و تقاضا تنظیم شود.

نسبت بین تأخیر یک فرآیند بازخورد، با نرخ تغییر در وضعیت منظومه‌ای که حلقه بازخورد سعی در کنترل آن دارد، بسیار مهم است.

تأخیرهایی که خیلی کوتاه هستند باعث واکنش بیش از حد، [که به آن] نوسانات "تعجیل بیهوده" [می‌گویند، یعنی] نوساناتی که با افزایش ناگهانی پاسخ تقویت می‌شوند، می‌گردد. تأخیرهایی که خیلی طولانی هستند، بسته به اینکه چقدر بیش از حد طولانی باشند، باعث نوسانات میرا، پایدار یا انفجاری می‌شوند. در حالت افراطی، باعث هرج و مرج می‌شوند. تأخیرهای بیش از حد طولانی در یک منظومه دارای آستانه، [یا] نقطه خطر، [یا] محدوده‌ای که فراتر از آن می‌تواند آسیب برگشت‌ناپذیری رخ دهد، باعث جهش بیش از حد؛ و فروپاشی می‌شوند.

به جز این واقعیت که تأخیرها غالباً به راحتی قابل تغییر نیستند، من مدت تأخیر را به عنوان یک نقطه اهرمی بلند پایه (مهم) فهرست می‌کنم. هر چیزی، به اندازه زمان لازم طول می‌کشد. شما نمی‌توانید در مورد زمان یک سرمایه بزرگ، یا زمان بلوغ یک کودک، یا نرخ رشد یک جنگل، کار قابل توجهی انجام دهید. معمولاً کاهش سرعت تغییر [سیستم] آسان‌تر [از افزایش سرعت

بازخوردها] است. [اما سرعت تغییر منظومه را کم می کنیم] تا تأخیرهای بازخوردها که اجتناب‌ناپذیر است، مشکلات زیادی ایجاد نکند. به همین دلیل است که در فهرست نقاط اهرمی، نرخ رشد بالاتر از زمان‌های تأخیر قرار دارد [به ترتیب رتبه ۷ و رتبه ۹].

و به همین دلیل است که در مدل جهانی فورستر، کند کردن رشد اقتصادی نسبت به توسعه سریع‌تر فناوری یا قیمت‌های آزادتر بازار، نقطه اهرمی مهم‌تری است. اینها تلاش‌هایی برای سرعت بخشیدن به نرخ تعدیل هستند. اما سرمایه فیزیکی جهان، کارخانه‌ها و دیگ‌های بخار آن، مظاهر ملموس فناوری‌های کارآمد آن، حتی در مواجهه با قیمت‌های جدید یا ایده‌های جدید، فقط می‌توانند خیلی سریع تغییر کنند؛ و قیمت‌ها و ایده‌ها نیز نه به طور آنی تغییر می‌کنند، نه از طریق یک فرهنگ جهانی کامل. کاهش سرعت رشد سیستم به گونه‌ای که فناوری‌ها و قیمت‌ها بتوانند با آن همگام شوند، نسبت به آرزوی از بین بردن تأخیرها، تأثیر بیشتری دارد.

اما اگر تأخیر قابل‌تغییری در منظومه شما وجود دارد، تغییر آن می‌تواند اثرات بزرگی داشته باشد. [اما] مراقب باشید! مطمئن شوید که آن [تأخیر] را در جهت درست تغییر می‌دهید! (برای مثال در بازارهای مالی، تلاش زیاد برای کاهش تأخیر در انتقال اطلاعات و پول، صرفاً درخواست گردش‌های [مالی] ناگهانی است.)

۸. قدرت حلقه‌های بازخورد منفی، نسبت به تأثیراتی که سعی در اصلاح آنها دارند

اکنون ما شروع به حرکت از بخش فیزیکی منظومه به بخش‌های اطلاعاتی و کنترلی کرده‌ایم، جایی که می‌توان اهرم بیشتری یافت.

حلقه‌های بازخورد منفی، در منظومه‌ها (سیستم‌ها) فراگیر هستند. طبیعت آنها را تکامل می‌دهد و انسان‌ها آنها را به عنوان کنترل‌هایی برای حفظ حالت‌های مهم منظومه در محدوده‌های امن، ابداع می‌کنند. یک حلقه ترموستات نمونه کلاسیک آن است. هدف آن ثابت نگه داشتن حالت منظومه‌ای به نام "دمای اتاق" در سطح مطلوب است. هر حلقه بازخورد منفی به یک هدف (تنظیم شدن ترموستات)، یک دستگاه نظارت و سیگنالینگ برای تشخیص انحراف از هدف (ترموستات) و یک سازوکار پاسخ دهنده (کوره و/یا تهویه مطبوع، فن‌ها، لوله‌های حرارتی، سوخت و غیره) نیاز دارد.

یک منظومه پیچیده، معمولاً حلقه‌های بازخورد منفی متعددی دارد، که می‌تواند آنها را به کار گیرد. بنابراین می‌تواند تحت شرایط و تأثیرات مختلف، خود را اصلاح کند. برخی از این حلقه‌ها ممکن است بیشتر اوقات غیرفعال باشند، مانند منظومه خنک‌کننده اضطراری در یک نیروگاه هسته‌ای، یا توانایی شما در عرق کردن یا لرزیدن برای حفظ دمای بدن. آنها ممکن است خیلی قابل مشاهده نباشند. اما وجود آنها برای سروسامان داشتن بلندمدت منظومه، حیاتی است.

مکانیسم‌های واکنش "اضطراری" اغلب استفاده نمی‌شوند و به نظر پرهزینه می‌رسند. یکی از اشتباهات بزرگی که ما مرتکب می‌شویم، حذف این مکانیسم‌های واکنش "اضطراری" است. [هرچند ممکن است] در کوتاه‌مدت، هیچ اتفاقی نیفتد. ولی [با حذف مکانیسم‌های واکنش "اضطراری"]، در درازمدت، به طور چشمگیری دامنه شرایطی که منظومه می‌تواند در آن زنده بماند، را محدود می‌کنیم. یک مورد از دلخراش‌ترین [نمونه‌های] این کار، تجاوز به زیستگاه‌های گونه‌های در معرض خطر است. مورد دیگر دست درازی به زمان استراحت، تفریح، معاشرت و مراقبه خودمان است.

"قدرت" یک حلقه منفی (توانایی آن در حفظ موجودی تعیین‌شده، روی هدفی که دارد؛ یا نزدیک به آن) به ترکیب تمام پارامترها و پیوندهای آن بستگی دارد (صحت و سرعت نظارت، سرعت و قدرت پاسخ، صراحت و اندازه جریان‌های اصلاحی). گاهی در اینجا نقاط اهرمی وجود دارد.

برای مثال، بازارها را در نظر بگیرید. منظومه‌ها (سیستم‌های) بازخورد منفی‌ای که اقتصاددان تقریباً آنها را می‌پرستند (و در واقع می‌توانند شگفتی‌هایی از خوداصلاحی باشند، زیرا قیمت‌ها برای تعدیل عرضه و تقاضا و حفظ تعادل آنها، تغییر می‌کنند). هرچه قیمت (بخش اصلی اطلاعات که هم به تولیدکنندگان و هم به مصرف‌کنندگان سیگنال می‌دهد) شفاف، بدون ابهام، به موقع و صادقانه‌تر نگه داشته شود، بازارها روان‌تر عمل خواهند کرد. قیمت‌هایی که منعکس‌کننده هزینه‌های کامل هستند، به مصرف‌کنندگان می‌گویند که واقعاً چقدر می‌توانند هزینه کنند و به نفع تولیدکنندگان کارآمد هستند.

شرکت‌ها و دولت‌ها به طرز مهملی جذب نقطه اهرمی قیمت می‌شوند، البته همه آنها مصمم هستند که آن را با یارانه‌ها، اصلاحات، اثرات جانبی، مالیات‌ها و سایر اشکال سردرگمی، در جهت اشتباه سوق دهند.

این افراد سعی می‌کنند با تحریف اطلاعات به نفع خود، قدرت بازخورد سیگنال‌های بازار را تضعیف کنند. اهرم واقعی در اینجا این است که آنها را از انجام این کار باز دارند. از این رو، قوانین ضد انحصار، قوانین حقیقت در تبلیغات، تلاش برای درونی کردن هزینه‌ها (مانند مالیات بر آلوده کردن [محیط زیست])، حذف یارانه‌های نادرست و سایر راه‌های برابر کردن شرایط بازار، ضروری است. هیچ‌کدام از این‌ها، این روزها به دلیل تضعیف مجموعه‌ای دیگر از حلقه‌های بازخورد منفی، یعنی حلقه‌های دموکراسی، چندان پیشرفتی نداشته‌اند. این منظومه عالی [دموکراسی] برای ایجاد بازخورد خود اصلاح‌کننده، بین مردم و دولت‌شان ابداع شد. مردم، که از عملکرد نمایندگان منتخب خود مطلع هستند، با رأی دادن به این نمایندگان برای ماندن یا رفتن از منصب، به آن‌ها واکنش نشان می‌دهند. این فرآیند به جریان آزاد، کامل و بی‌طرفانه اطلاعات بین رأی‌دهندگان و رهبران بستگی دارد. رهبران میلیارد‌ها دلار برای محدود کردن و جانبدارانه کردن این جریان هزینه می‌کنند. به افرادی که می‌خواهند سیگنال‌های قیمت بازار را تحریف کنند، قدرت پرداخت به آن رهبران را بدهید، کانال‌های ارتباطی را طوری تنظیم کنید که خودشان شرکای شرکتی منفعت‌طلب باشند، [آنگاه] هیچ یک از بازخوردهای منفی لازم به خوبی کار نمی‌کنند. بازار و دموکراسی به فرسایش یکدیگر کمک می‌کنند [اگر به کسانی که می‌خواهند قیمت‌ها را مصنوعی و غیرواقعی کنند، این قدرت داده شود که بتوانند رهبران یا تصمیم‌گیران را با پول و نفوذ بخرند، و اگر کانال‌های ارتباطی، مثل رسانه‌ها، هم به جای خدمت به عموم مردم، خودشان شریک منافع شرکت‌های بزرگ شوند، در این وضعیت: سازوکارهای بازخورد منفی (negative feedback) که باید جلوی اشتباهات، فساد یا انحراف را بگیرند، درست کار نخواهند کرد. نتیجه این می‌شود که بازار و دموکراسی، به جای تقویت هم، شروع می‌کنند به تضعیف و فرسایش یکدیگر. قدرت یک حلقه بازخورد منفی، نسبت به تأثیری که برای اصلاح آن طراحی شده است، مهم است. اگر تأثیر افزایش یابد، بازخوردها نیز باید تقویت شوند. یک منظومه ترموستات ممکن است در یک روز سرد زمستانی خوب کار کند، اما اگر همه پنجره‌ها را باز کنید، قدرت اصلاحی آن از بین خواهد رفت. دموکراسی قبل از ظهور قدرت شستشوی مغزی ارتباطات جمعی متمرکز، بهتر عمل می‌کرد. کنترل‌های سنتی بر ماهیگیری تا زمانی که راداریابی و تورهای شناور و سایر فناوری‌ها، امکان نابودی ماهی‌ها را برای چند شرکت فراهم کردند، کافی بودند. لازمه کنترل قدرت صنعت بزرگ، قدرت دولت بزرگ است؛ و اقتصاد جهانی، وجود یک دولت جهانی را ضروری می‌سازد.

در اینجا چند نمونه از تقویت کنترل‌های بازخورد منفی برای بهبود توانایی‌های خوداصلاحی یک منظومه آورده شده است:

- طب پیشگیرانه، ورزش و تغذیه مناسب برای تقویت توانایی بدن در مبارزه با بیماری‌ها؛
- مدیریت یکپارچه آفات برای پرورش شکارچیان طبیعی آفات محصولات کشاورزی؛
- قانون آزادی اطلاعات برای کاهش پنهان‌کاری دولت؛
- منظومه‌های نظارتی برای گزارش آسیب‌های زیست‌محیطی؛

• حفاظت از افشاگران؛

• عوارض تامین زیرساخت [جاده، آب، برق، گاز، مدرسه، فضای سبز و غیره]، مالیات آلوده کنندگی و ضمانت‌نامه‌های عملکردی [ضمانت مالی که یک بانک یا شرکت بیمه برای اطمینان از انجام تعهدات قراردادی توسط پیمانکار می‌دهد]، برای بازپس‌گیری هزینه‌های عمومی، از منافع خصوصی هستند.

۷. مزیت ناشی از ایجاد حلقه‌های بازخورد مثبت

یک حلقه بازخورد منفی، خود اصلاح‌کننده (self-correcting) است؛ یک حلقه بازخورد مثبت، خود تقویت‌کننده (self-reinforcing) است. هر چه بیشتر کار کند، قدرت بیشتری برای کار بیشتر پیدا می‌کند. هر چه افراد بیشتری آنفولانزا بگیرند، افراد بیشتری را آلوده می‌کنند. هر چه نوزادان بیشتری متولد شوند، افراد بیشتری بزرگ می‌شوند و بچه‌دار می‌شوند. هر چه پول بیشتری در بانک داشته باشید، سود بیشتری کسب می‌کنید، و پول بیشتری در بانک خواهید داشت. هر چه خاک، بیشتر فرسایش پیدا کند، پوشش گیاهی کمتری می‌تواند از آن پشتیبانی کند، و ریشه‌ها و برگ‌های کمتری برای مهار کردن باران و روان آب وجود دارد، و خاک بیشتر فرسایش می‌یابد. هر چه نوترون‌های پرنرژی بیشتری در جرم بحرانی وجود داشته باشد، بیشتر به هسته‌ها برخورد می‌کنند و نوترون‌های بیشتری تولید می‌کنند.

حلقه‌های بازخورد مثبت، منابع رشد، انفجار، فرسایش و فروپاشی در منظومه‌ها (سیستم‌ها) هستند. منظومه‌ای با یک حلقه مثبت کنترل نشده، در نهایت خود را نابود خواهد کرد. به همین دلیل است که تعداد کمی حلقه بازخورد مثبت وجود دارد. معمولاً دیر یا زود، یک حلقه منفی شروع می‌شود. بیماری همه‌گیر از افراد آلوده خالی می‌شود [بیماران بهبود پیدا می‌کنند یا می‌میرند]، یا مردم اقدامات جدی‌تری برای جلوگیری از آلوده شدن انجام می‌دهند. نرخ مرگ و میر به اندازه نرخ زاد و ولد افزایش می‌یابد، یا مردم عواقب رشد بی‌رویه جمعیت را خواهند دید و نوزادان کمتری خواهند داشت. خاک [آنقدر فرسایش پیدا می‌کند تا] به سنگ بستر برسد، یا مردم از چرای بیش از حد دام دست می‌کشند، سدهای کنترلی می‌سازند [آبخیزداری می‌کنند]، درخت می‌کارند و فرسایش را متوقف می‌کنند.

در تمام این مثال‌ها، پیامد اول این است که اگر حلقه مثبت مسیر خود را طی کند چه اتفاقی می‌افتد، و پیامد دوم این است که اگر مداخله‌ای برای کاهش قدرت خود تکثیری آن انجام شود، چه اتفاقی می‌افتد. معمولاً در منظومه‌ها، کاهش دستاورد حاصل از یک حلقه مثبت (کند کردن رشد)، نسبت به تقویت حلقه‌های منفی، نقطه اهرمی قدرتمندتری است؛ و بسیار بهتر از این است که به حلقه مثبت اجازه داده شود که به کار خود ادامه دهد.

نرخ‌های رشد جمعیت و اقتصاد، نقاط اهرمی هستند. زیرا کند کردن آنها، به حلقه‌های منفی متعدد (فناوری و بازارها و سایر اشکال سازگاری که همگی دارای محدودیت‌ها و تأخیرهایی هستند) زمان می‌دهد تا عمل کنند. این مانند آن است که وقتی خیلی سریع رانندگی می‌کنید، به جای اینکه خواستار ترمزهایی با واکنش سریع یا پیشرفت‌های فنی در فرمان باشید، سرعت ماشین را کم کنید.

مثال دیگر: در جامعه، بسیاری از حلقه‌های بازخورد مثبت، به برندگان یک رقابت، منابعی برای بردهای بزرگتر در دفعات بعدی می‌دهند. متخصصین سیستم‌ها، آن‌ها را حلقه‌های "موفقیت برای موفق‌ها" می‌نامند. ثروتمندان [سپرده گذاری می‌کنند و] سود دریافت می‌کنند؛ فقیرا [وام می‌گیرند و] سود پرداخت می‌کنند. ثروتمندان به حسابداران پول می‌دهند و برای کاهش مالیات

خود به سیاستمداران تکیه می‌کنند؛ فقرا نمی‌توانند [این کارها را انجام دهند]. ثروتمندان به فرزندان خود ارث و آموزش خوب می‌دهند؛ کودکان فقیر ضرر می‌کنند. برنامه‌های مبارزه با فقر، حلقه‌های منفی ضعیفی هستند که سعی می‌کنند با این حلقه‌های مثبت قوی مقابله کنند. [اولی] تضعیف حلقه‌های مثبت بسیار مؤثرتر خواهد بود. مالیات بر درآمد تصاعدی، مالیات بر ارث و برنامه‌های آموزش عمومی با کیفیت جهانی، کارهایی هستند که برای انجام آن [تضعیف حلقه‌های مثبت] در نظر گرفته شده‌اند. (اگر ثروتمندان بتوانند دولت را بخرند و به جای تقویت آن اقدامات، آن‌ها را تضعیف کنند، دولت به جای تعدیل حلقه‌های "موفقیت برای موفق‌ها"، فقط به ابزاری دیگر برای تقویت آن‌ها تبدیل می‌شود!)

جالب‌ترین رفتاری که حلقه‌های مثبت به سرعت در حال گردش می‌توانند ایجاد کنند، هرج و مرج است. این رفتار غیرقابل کنترل، غیرقابل پیش‌بینی، غیرقابل اعتماد و در عین حال محدود، زمانی اتفاق می‌افتد که یک منظومه خیلی خیلی سریع‌تر از واکنش حلقه‌های منفی خود، شروع به تغییر کند. برای مثال، اگر در مدل جهانی، نرخ رشد سرمایه را به طور مداوم افزایش دهید، در نهایت به نقطه‌ای می‌رسید که یک افزایش کوچک دیگر، اقتصاد را از رشد نمایی به نوسان تبدیل می‌کند. یک تکانه دیگر به سمت بالا، به نوسان، دو برابر سرعت می‌بخشد. و یک تکانه بسیار کوچک‌تر بیشتر، آن را به هرج و مرج می‌کشد. من انتظار ندارم که اقتصاد جهان به این زودی‌ها دچار هرج و مرج شود (اصلاً به این دلیل هم نیست). این رفتار فقط در محدوده‌های پارامتری غیرواقعی، معادل دو برابر شدن اندازه اقتصاد در عرض یک سال، رخ می‌دهد. با این حال، اگر در منظومه‌های دنیای واقعی، چیزی بتواند خیلی سریع رشد یا کاهش یابد، منظومه‌ها می‌توانند دچار هرج و مرج شوند. منظومه‌هایی نظیر باکتری‌ها یا حشرات دارای تکثیر سریع، بیماری‌های همه‌گیر بسیار مسری، حساب‌های سوداگرانه غیرقابل کنترل در سیستم‌های پولی، شار نوترون در دل نیروگاه‌های هسته‌ای، می‌توانند دچار هرج و مرج شوند. برای کنترل [این سیستم‌ها]، باید بازخوردهای مثبت را کند کرد.

در سیستم‌های معمولی‌تر، در اطراف نرخ تولد، نرخ بهره، نرخ فرسایش، و هر جایی که هرچه بیشتر از چیزی داشته باشید، احتمال بیشتری برای داشتن بیشتر آن دارید (حلقه‌های "موفقیت برای موفق‌ها")، به دنبال نقاط اهرمی باشید.

۶. ساختار جریان اطلاعات

داستان از این قرار بود که خانه‌های یکسان دو دسته شده بودند. به دلایلی کنتور برق در برخی از خانه‌ها در زیرزمین و در برخی دیگر در راهروی جلویی (جایی که ساکنان می‌توانستند دائماً ببینند که با افزایش یا کاهش مصرف برق، سریع‌تر یا کندتر می‌چرخد)، نصب شده بود. بدون هیچ تغییر دیگری، با قیمت‌های یکسان، در خانه‌هایی که کنتور برق در راهروی جلویی قرار داشت، مصرف برق ۳۰ درصد کمتر بود.

ما مدیران سیستم‌ها، این داستان را دوست داریم. زیرا نمونه‌ای از یک نقطه با اثر اهرمی بالا، در ساختار اطلاعاتی منظومه (سیستم) است.

این [داستان] تنظیم پارامتر نیست، تقویت یا تضعیف حلقه‌ی موجود هم نیست. این یک حلقه جدید است که اطلاعات را به مکانی که قبلاً در آن نبوده، عرضه می‌کند. بنابراین باعث می‌شود مردم رفتار متفاوتی داشته باشند. یک مثال جدیدتر، الزام دولت ایالات متحده است، که در سال ۱۹۸۶ وضع شد؛ و بر اساس آن، هر کارخانه‌ای که آلاینده‌های خطرناک را در هوا منتشر می‌کند، باید هر ساله میزان انتشار این مواد را به صورت عمومی گزارش دهد (فهرست سموم منتشر شده).

ناگهان هر جامعه‌ای می‌توانست دقیقاً بفهمد که از دودکش‌های شهر چه چیزی خارج می‌شود. هیچ قانونی علیه این انتشارها، هیچ جریمه‌ای، هیچ تعیین سطح "ایمنی" وجود نداشت، فقط اطلاعات. اما تا سال ۱۹۹۰، میزان انتشار [آلاینده‌ها] ۴۰ درصد کاهش یافت. از آن زمان تاکنون، نه به دلیل خشم شهروندان، بلکه به دلیل شرمساری شرکت‌ها، همچنان در حال کاهش بوده است. یک شرکت شیمیایی که خود را در فهرست ده [شرکت] آلاینده برتر یافت، فقط برای اینکه "از آن فهرست خارج شود"، میزان انتشار خود را ۹۰ درصد کاهش داد.

نبود بازخورد، یکی از شایع‌ترین علل نقص منظومه (سیستم) است. افزودن یا بازیابی اطلاعات می‌تواند یک مداخله قدرتمند باشد، که معمولاً بسیار آسان‌تر و ارزان‌تر از بازسازی زیرساخت‌های فیزیکی است. تراژدی منابع مشترک، که در حال فروپاشی شیلات تجاری جهان است، به این دلیل رخ می‌دهد که هیچ بازخوردی از وضعیت جمعیت ماهی‌ها برای تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در کشتی‌های ماهیگیری وجود ندارد. (قیمت ماهی برخلاف نظریه اقتصادی، چنین بازخوردی را ارائه نمی‌دهد [با بالا رفتن قیمت ماهی، باید تقاضا کم شود. ولی] با کمیاب‌تر شدن ماهی‌ها و در نتیجه گران‌تر شدن آنها، صید آنها به طور فزاینده‌ای سودآور می‌شود. این بازخورد، [یک بازخورد] انحرافی است، یک حلقه مثبت است که منجر به فروپاشی می‌شود).

مهم است که جای خالی بازخورد، در جای مناسب و به شکلی قانع‌کننده پر شود. در یک تراژدی دیگر از منابع مشترک، کافی نیست که به همه استفاده‌کنندگان یک سفره آب زیرزمینی اطلاع دهیم که سطح آب زیرزمینی در حال کاهش است. این [کار] می‌تواند آغازگر یک مسابقه به سمت پایین باشد [همه عمق چاه خود را پایین‌تر می‌برند. تا دسترسی‌شان به آب حفظ شود]. تعیین تصاعدی قیمت آب که با افزایش نرخ پمپاژ، به شدت افزایش یابد، مؤثرتر خواهد بود.

بازخورد قانع‌کننده دادن. فرض کنید مالیات‌دهندگان بتوانند در فرم‌های اظهارنامه خود مشخص کنند که پرداخت‌های مالیاتی آنها باید صرف چه خدمات دولتی شود. (مردم سالاری ریشه‌ای یا دموکراسی رادیکال!)

فرض کنید هر شهر یا شرکتی که از رودخانه آب برمی‌دارد، موظف است از زیردست لوله فاضلاب خودش آب بردارد. فرض کنید هر مقام دولتی یا خصوصی که تصمیم به سرمایه‌گذاری در یک نیروگاه هسته‌ای می‌گیرد، موظف شود زباله‌های نیروگاه را در چمن [خانه] خود دفع کند. فرض کنید (این یک مورد قدیمی است) سیاستمدارانی که اعلام جنگ می‌کنند، ملزم شوند در خطوط مقدم قرار گیرند.

ما انسان‌ها تمایل فطری برای اجتناب از پاسخگویی در قبال تصمیمات خود داریم. به همین دلیل است که بسیاری از حلقه‌های بازخورد از بین می‌روند؛ و به همین دلیل است که این نوع نقطه اهرمی، اغلب در بین توده مردم محبوب، در بین صاحبان قدرت نامحبوب، و در صورتی مؤثر است که بتوانید صاحبان قدرت را وادار کنید که اجازه وقوع آن را بدهند (یا آنها را دوره کنید و به هر طریقی که شده، آنها را پاسخگو کنید).

۵. قواعد منظومه (The rules of the system)

قوانین منظومه، دامنه، مرزها و درجات آزادی آن را تعریف می‌کنند. [چند مثال]: نباید کسی را بکشی. هر کسی حق آزادی بیان دارد. قراردادها باید محترم شمرده شوند. رئیس جمهور برای دوره‌های چهار ساله خدمت می‌کند و نمی‌تواند بیش از دو دوره خدمت کند. در مسیر دستیابی به موفقیت، تیمی کامل و هماهنگ لازم است؛ باید تمام مراحل را با دقت طی کرد و آگاه بود که فرصت‌ها محدودند و تکرار اشتباه می‌تواند ما را از میدان رقابت خارج کند. اگر در حال سرقت از بانک دستگیر شوید، به زندان می‌روید.

میخائیل گورباچف در اتحاد جماهیر شوروی به قدرت رسید، جریان اطلاعات را باز کرد (glasnost)، قوانین اقتصادی را تغییر داد (perestroika). ببینید چه اتفاقی افتاد.

قوانین اساسی (Constitutions)، قواعد (Rules) اجتماعی سختگیرانه‌ای هستند. قوانین (Laws) فیزیکی مانند قانون دوم ترمودینامیک، چه آنها را بفهمیم چه نفهمیم، چه دوستشان داشته باشیم چه نداشته باشیم، قواعد مطلقی هستند. [ولی] قوانین، مجازات‌ها، مشوق‌ها و توافق‌های اجتماعی غیررسمی، قواعدی هستند که به تدریج ضعیف‌تر می‌شوند. برای نشان دادن قدرت قواعد، مایلم از دانشجویانم بخواهم که قواعد متفاوتی را برای یک دانشگاه تصور کنند. فرض کنید دانشجویان به استادان یا یکدیگر نمره می‌دهند. فرض کنید هیچ مدرکی وجود ندارد: وقتی می‌خواهید چیزی یاد بگیرید به دانشگاه می‌روید و وقتی آن را یاد گرفتید، آنجا را ترک می‌کنید. فرض کنید به جای انتشار مقالات دانشگاهی، به استادان بر اساس توانایی‌شان در حل مشکلات دنیای واقعی، عضویت هیئت علمی (Tenure) اعطا شود. فرض کنید به جای افراد، به یک کلاس به صورت گروهی نمره داده شود.

همین‌که سعی می‌کنیم قواعد بازسازی‌شده‌ای مانند این [قواعد بالا] و رفتارمان را در آن شرایط تصور کنیم، به قدرت قواعد پی می‌بریم. آنها نقاطی با اثر اهرمی بالا هستند. قدرت واقعی، تسط بر قواعد است. به همین دلیل است که وقتی مجلس قوانین را می‌نویسد، لابی‌گران جمع می‌شوند؛ و به همین دلیل است که دیوان عالی کشور، که قانون اساسی (قواعد نوشتن قواعد) را تفسیر و ترسیم می‌کند، حتی از مجلس قدرتمندتر است. اگر می‌خواهید عمیق‌ترین نقص‌های منظومه‌ها (سیستم‌ها) را درک کنید، به قواعد و کسانی که بر قواعد تسلط دارند، توجه کنید.

به همین دلیل بود که هنگامی که منظومه تجارت جهانی جدید شرح داده شد، شهود سیستمی من زنگ خطر را برایم به صدا درآورد. این [تجارت جهانی] منظومه‌ای است با قواعدی که توسط شرکت‌ها طراحی شده، توسط شرکت‌ها اداره می‌شود و به نفع شرکت‌ها است. قواعد آن تقریباً هرگونه بازخوردی را از هر بخش دیگری از جامعه حذف می‌کند. بیشتر نشست‌های آن حتی بر روی مطبوعات بسته (بدون جریان اطلاعات، بدون بازخورد) است. این امر ملت‌ها را به درون حلقه‌های مثبت "کاهش قیمت، با کاستن از استانداردها و مقررات" سوق می‌دهد؛ و برای جذب سرمایه‌گذاری و تجارت، با یکدیگر برای تضعیف حفاظت‌های زیست‌محیطی و اجتماعی رقابت می‌کنند. این [منظومه تجارت جهانی] دستورالعملی برای رها کردن حلقه‌های "موفقیت برای موفق‌ها" است تا، هنگامی که آنها انباشت عظیمی از قدرت و سیستم‌های برنامه‌ریزی متمرکز بزرگ ایجاد کنند؛ که خودشان را نابود کند. همان‌طور که اتحاد جماهیر شوروی خودش را نابود کرد.

۴. قدرت افزودن، تغییر، تکامل یا خودسازماندهی ساختار منظومه (سیستم)

خیره‌کننده‌ترین کاری که منظومه‌های زنده و منظومه‌های اجتماعی می‌توانند انجام دهند این است که با ایجاد ساختارها و رفتارهای کاملاً جدید، خود را کاملاً تغییر دهند. در منظومه‌های بیولوژیکی، این قدرت، تکامل نامیده می‌شود. در جامعه انسانی، پیشرفت فنی یا انقلاب اجتماعی خوانده می‌شود. در زبان تخصصی سیستم‌ها، خودسازماندهی (Self-organization) نامیده می‌شود.

خودسازماندهی به معنای تغییر هر جنبه‌ای از یک منظومه است: اضافه کردن ساختارهای فیزیکی کاملاً جدید، مانند مغز یا بال یا کامپیوتر؛ اضافه کردن حلقه‌های منفی یا مثبت جدید؛ ایجاد قواعد جدید. توانایی خودسازماندهی، قوی‌ترین شکل تاب‌آوری منظومه است. منظومه‌ای که می‌تواند تکامل یابد، تقریباً می‌تواند از هر تغییری (با تغییر دادن خود)، جان سالم به در برد. سیستم

ایمینی انسان قدرت ایجاد پاسخ‌های جدید به (برخی از) آسیب‌هایی را دارد که قبلاً هرگز با آنها مواجه نشده است. مغز انسان می‌تواند اطلاعات جدید را دریافت کند و افکار کاملاً جدیدی را بیرون ببرد.

قدرت خودسازماندهی آنقدر شگفت‌انگیز به نظر می‌رسد که ما تمایل داریم آن را به عنوان مانده آسمانی مرموز و معجزه‌آسا در نظر بگیریم. اقتصاددانان اغلب فناوری را به عنوان مانده آسمانی واقعی، مدل‌سازی می‌کنند. [انگار که فناوری] از ناکجاآباد می‌آید، هیچ هزینه‌ای ندارد و بهره‌وری یک اقتصاد را هر ساله تا حدودی افزایش می‌دهند. [خودسازماندهی موجب تکامل مستمر می‌شود. بنابراین] قرن‌هاست که مردم با همان شگفتی [که روز اول داشتند]، به تنوع چشمگیر طبیعت نگاه می‌کنند. فقط یک خالق الهی می‌تواند چنین خلقتی را تکوین کند.

بررسی بیشتر منظومه‌های خودسازمانده نشان می‌دهد که خالق الهی، اگر وجود داشته باشد، مجبور نبوده معجزات تکاملی ایجاد کند. او یا آن، فقط باید قواعد هوشمندانه و شگفت‌انگیزی برای خودسازماندهی می‌نوشت. این قواعد اساساً تعیین می‌کنند که منظومه چگونه، کجا و تحت چه شرایطی می‌تواند چه چیزی را به خود اضافه یا از خود کم کند. همانطور که صدها مدل کامپیوتری خودسازمانده نشان داده‌اند، الگوهای پیچیده و جذاب می‌توانند از الگوریتم‌های تکاملی کاملاً ساده تکامل یابند. (این لزوماً به این معنی نیست که الگوریتم‌های دنیای واقعی ساده هستند، فقط به این معنی است که می‌توانند ساده باشند). کد ژنتیکی درون DNA که اساس تمام تکامل بیولوژیکی است، فقط شامل چهار "حرف" مختلف است که در "کلمات" سه حرفی ترکیب شده‌اند. آن الگو، و قواعد تکثیر و بازآرایی آن، حدود سه میلیارد سال ثابت بوده است، که در طی آن، انواع غیرقابل‌تصور از موجودات خود تکامل یافته‌ی شکست خورده و موفق را بیرون داده است.

خودسازماندهی، اساساً ترکیبی از یک ماده خام تکاملی (یک منبع بسیار متغیر از اطلاعات که می‌توان از آن الگوهای ممکن را انتخاب کرد)، و وسیله‌ای برای انتخاب و آزمایش الگوهای جدید است. برای تکامل بیولوژیکی، ماده خام DNA است، یکی از منابع تنوع، جهش خودبه‌خودی است و مکانیسم آزمایش چیزی شبیه به انتخاب داروینی مکرر است. برای فناوری، ماده خام، مجموعه فهمی است که مردم در کتابخانه‌ها و مغزهایشان انباشته و ذخیره کرده‌اند. منبع تنوع، خلاقیت انسانی (هر چه که باشد) است و مکانیسم انتخاب می‌تواند هر چیزی باشد که بازار به آن پاداش می‌دهد، یا هر چیزی که دولت‌ها و بنیادها تأمین مالی می‌کنند، یا هر چیزی که نیازهای انسان را برآورده می‌کند یا یک مشکل فوری را حل می‌کند.

وقتی قدرت خودسازماندهی منظومه را درک می‌کنید، شروع به درک این [واقعیت] می‌کنید که چرا زیست‌شناسان حتی بیش از آنچه اقتصاددانان فناوری را می‌ستایند، تنوع زیستی را ستایش می‌کنند. ذخایر بسیار متنوع DNA که طی میلیاردها سال تکامل یافته و انباشته شده‌اند، منبع بالقوه تکاملی هستند، همانطور که کتابخانه‌ها و آزمایشگاه‌های علمی و دانشگاه‌هایی که دانشمندان در آنها آموزش می‌بینند، منبع پتانسیل فناوری هستند. اجازه دادن به انقراض گونه‌ها، مانند حذف تصادفی تمام نسخه‌های مجلات علمی خاص یا نوع خاصی از دانشمندان است؛ و یک جنایت سازمان یافته است.

البته همین را می‌توان در مورد فرهنگ‌های انسانی نیز گفت که مخزنی از گنجینه‌های رفتاری هستند که طی صدها هزار سال انباشته شده‌اند. آنها ذخایری هستند که تکامل اجتماعی می‌تواند از آنها پدید آید. متأسفانه، مردم پتانسیل تکاملی ارزشمند فرهنگ‌ها را حتی کمتر از ارزش هر تنوع ژنتیکی در سنجاب‌ها درک می‌کنند. حدس می‌زنم دلیل آن این است که هر فرهنگی، معتقد است که بر دیگر فرهنگ‌ها، برتری مطلق دارد.

اصرار بر یک فرهنگ واحد، یادگیری را متوقف می‌کند. انعطاف‌پذیری را کاهش می‌دهد. هر منظومه‌ای، بیولوژیکی، اقتصادی یا اجتماعی، که آنقدر [راکد بماند که] لخته شود و نتواند خود را تکامل دهد، منظومه‌ای که به طور سامان‌مند تجربه‌کردن را تحقیر

کند و مواد خام نوآوری را از بین ببرد، در درازمدت در این سیاره‌ی بسیار متغیر، محکوم به فنا است.

۳. اهداف منظومه (The goals of the system)

هدف یک منظومه، یک نقطه اهرمی برتر از توانایی خودسازماندهی است. برای مثال، اگر هدف این باشد که بخش بیشتری از جهان تحت کنترل یک سیستم برنامه‌ریزی مرکزی خاص (امپراتوری چنگیز خان، جهان اسلام، جمهوری خلق چین، وال مارت، دیزنی یا هر چیز دیگری) قرار گیرد، آنگاه همه چیز در سطوح پایین‌تر، از جمله موجودی‌ها و جریان‌های فیزیکی، حلقه‌های بازخورد، جریان‌های اطلاعاتی، حتی رفتارهای خودسازمانده، برای مطابقت با آن هدف، تغییر شکل خواهند داد. به همین دلیل است که نمی‌توانم در مورد اینکه آیا مهندسی ژنتیک یک چیز "خوب" یا "بد" است، بحث کنم. مانند همه فناوری‌ها، ["خوب" یا "بد" بودن] بستگی به این دارد که چه کسی و با چه هدفی آن را به کار می‌گیرد. تنها چیزی که می‌توان گفت این است که اگر شرکت‌ها آن را برای تولید محصولات قابل فروش به کار گیرند، این یک هدف بسیار متفاوت، یک مکانیسم انتخاب متفاوت، و یک جهت متفاوت برای تکامل، نسبت به هر چیزی است که سیاره [زمین] تا کنون به خود دیده است. همانطور که مثال‌های کوچک تک حلقه‌ای من نشان داده‌اند، اکثر حلقه‌های بازخورد منفی در منظومه‌ها، اهداف خاص خود را دارند: نگه داشتن آب وان حمام در سطح مناسب، نگه داشتن دمای اتاق در حد مطلوب، نگه داشتن موجودی انبار در سطح کافی، نگه داشتن آب کافی پشت سد. این اهداف نقاط اهرمی مهمی برای اجزای منظومه هستند؛ و اکثر مردم این را می‌دانند. اگر می‌خواهید اتاق گرم‌تر باشد، می‌دانید جایی که باید مداخله کنید، تنظیم ترموستات است. اما اهداف بزرگ‌تر، نامشهودتر، و با اثر اهرمی بالاتری وجود دارند، اهدافی که به کل سیستم مربوط می‌شوند.

اهداف کل منظومه، چیزهایی نیستند که ما به عنوان اهداف در معنای انگیزشی انسانی در نظر می‌گیریم. اهداف از آنچه منظومه انجام می‌دهد، قابل استنتاج هستند، نه از آنچه دیگران می‌گویند. بقا، انعطاف‌پذیری، تمایز و تکامل، اهداف سطح منظومه هستند.

غالباً حتی افراد درون منظومه‌ها تشخیص نمی‌دهند که در خدمت کدام هدف [از کل اهداف] منظومه هستند. اکثر شرکت‌ها می‌گویند سود بردن، اما این فقط یک قاعده (شرطی لازم برای ماندن در بازی) است. منظور از بازی چیست؟

تقریباً همه می‌گویند افزایش ثروت سهامداران، و این یک هدف قدرتمند و شکل‌دهنده رفتار است. اما یک هدف حتی بزرگ‌تر نیز وجود دارد. که هیچ‌کس رسماً آن را تایید نمی‌کند. اما وقتی به رفتار واقعی منظومه نگاه می‌کنیم، آشکار می‌شود: رشد کردن، گرفتن سهم بیشتری از بازار، تحت کنترل درآوردن هر چه بیشتر جهان (مشتریان، تأمین‌کنندگان، تنظیم‌کنندگان) توسط شرکت، به طوری که شرکت از عدم قطعیت محافظت شود. جان کنت گالبرایت (John Kenneth Galbraith) مدت‌ها پیش تشخیص داد که هدف شرکت‌ها - بلعیدن همه چیز - است.⁵

[بلعیدن همه چیز] هدف یک سلول سرطانی نیز هست. در واقع، این هدف هر جمعیت زنده‌ای است، و اگر توسط حلقه‌های بازخورد منفی سطح بالاتر متعادل نشود، جمعیت بدی خواهد بود. حلقه‌هایی که هرگز به یک نهاد تازه‌کار قدرت‌محور اجازه کنترل جهان را نمی‌دهند. هدف "رقابتی نگه داشتن بازار" باید بر هدف "هر شرکت، برای حذف رقبایش (و شستشوی مغزی مشتریان و

⁵ John Kenneth Galbraith, The New Industrial State. Boston: Houghton Mifflin, 1967.

بلعیدن تأمین‌کنندگان) "غلبه کند. همان طور که در اکوسیستم‌ها، هدف "حفظ تعادل و تکامل جمعیت‌ها" باید بر هدف "هر جمعیت برای تولید مثل بدون محدودیت تمام منابع اصلی را تحت کنترل درآورد" غلبه کند.

من قبلاً گفتم "تا زمانی که لایه‌ها در همان منظومه قدیمی قرار بگیرند، تغییر بازیکنان منظومه، یک مداخله سطح پایین است". استثنای این قاعده در بالا گفته شد. جایی که یک شخص بتواند به تنهایی هدف منظومه را تغییر دهد. من به ندرت دیده‌ام که یک رهبر جدید در یک سازمان (از کالج دارتموث گرفته تا آلمان نازی) وارد شود، هدف جدیدی را اعلام کند، و صدها یا هزاران یا میلیون‌ها نفر از افراد کاملاً باهوش و منطقی را در جهت جدیدی سوق دهد.

این کاری است که رونالد ریگان انجام داد. کمی قبل از اینکه او به قدرت برسد، یک رئیس‌جمهور [جان اف. کندی] می‌توانست بگوید: "پرسید دولت چه کاری می‌تواند برای شما انجام دهد، برسید شما چه کاری می‌توانید برای دولت انجام دهید" [این شعار، نماد روحیه فداکاری برای کشور و اعتماد به دولت بود] و هیچ کس حتی نمی‌خندید [ریگان باعث شد تصویر دولت از یک نهاد قابل اعتماد و خدمت‌رسان به یک نهاد ناکارآمد و مزاحم تبدیل شود؛ و این تغییر فرهنگی آنقدر بزرگ بود که حتی شعار معروف کندی دیگر جدی گرفته نمی‌شد. بنابراین، دیگر نمی‌شد مانند دوران کندی مردم را تشویق کرد که برای دولت فداکاری کنند؛ مردم نسبت به دولت بدبین‌تر شده بودند و چنین حرفی برایشان خنده‌دار به نظر می‌رسید]. ریگان بارها و بارها گفت، هدف این نیست که مردم به دولت کمک کنند و نه اینکه دولت به مردم کمک کند، بلکه هدف این است که دولت را از سر راه خود برداریم. می‌توان استدلال کرد، و من هم این را می‌گویم، که تغییرات بزرگتر سیستم و افزایش قدرت شرکت‌ها نسبت به دولت، به او اجازه داد. تا از این کار قسر در برود. اما نکته سنجی و جامعیتی که با آن گفتمان عمومی در ایالات متحده (و حتی جهان) از زمان ریگان تغییر کرده است، گواهی بر اثر اهرمی بیان، معنا بخشیدن، تکرار، دفاع و پافشاری، بر اهداف سیستم جدید (چه خوب و چه بد) است.

۲. طرز فکر یا الگوی ذهنی که منظومه (سیستم) از آن نشأت می‌گیرد

یکی دیگر از گفته‌های معروف جی فارستر (Jay Forrester) در مورد منظومه‌ها این است: فرقی نمی‌کند قانون مالیات یک کشور چگونه نوشته شده باشد. جامعه خواهان توزیع "عادلانه" بار مالیاتی است. صرف نظر از اینکه قواعد چه بگویند؛ با دور زدن مداوم قواعد، چه به شیوه‌های عادلانه و چه به شیوه‌های نادرست (با پیچیده سازی‌ها، تقلب‌ها، معافیت‌ها یا کسورات)، پرداخت‌های واقعی مالیات کاملاً در تضاد با ایده پذیرفته شده "انصاف/عدالت" خواهد بود.

ایده مشترک در اذهان جامعه، فرضیات بزرگ و ناگفته‌ای (ناگفته به این دلیل که همه از قبل آنها را می‌دانند) هستند که الگوی ذهنی (paradigm) آن جامعه یا عمیق‌ترین مجموعه باورها در مورد چگونگی عملکرد جهان را تشکیل می‌دهند.

بین اسم‌ها (nouns) و فعل‌ها (verbs) تفاوت وجود دارد. پول چیزی واقعی را اندازه‌گیری می‌کند و معنای واقعی دارد (بنابراین، افرادی که دستمزد کمتری می‌گیرند، به معنای واقعی کلمه ارزش کمتری دارند). اینها فقط تعدادی از فرضیات الگویی (paradigmatic) فرهنگ کنونی ما هستند که همگی دیگر فرهنگ‌ها را کاملاً مبہوت کرده‌اند، فرهنگ‌هایی که آنها را به هیچ وجه بدیهی نمی‌دانستند: رشد خوب است. طبیعت ذخیره‌ای از منابع است که باید به اهداف انسانی تبدیل شود. تکامل با ظهور هوموسرین‌ها متوقف شد. می‌توان زمین را "مالک" شد.

الگوهای ذهنی (پارادایم‌ها) منابع منظومه‌ها هستند. از آنها و از توافقات اجتماعی مشترک در مورد ماهیت واقعیت است که اهداف منظومه و جریان‌های اطلاعاتی، بازخوردها، موجودی‌ها، جریان‌ها و هر چیز دیگری در مورد منظومه‌ها ناشی می‌شود. هیچ کس بهتر از رالف والدو امرسون (Ralph Waldo Emerson) این را نگفته است:

هر ملتی و هر انسانی فوراً خود را با لوازم مادی احاطه می‌کند که دقیقاً با... وضعیت فکری او مطابقت دارد. مشاهده کنید که چگونه هر حقیقت و هر خطایی (هر یک از اندیشه‌های یک انسان)، [چگونه] خود را در لباس جوامع، خانه‌ها، شهرها، زبان، مراسم و روزنامه‌ها نمایان می‌کند. ایده‌های امروزی را مشاهده کنید... ببینید که چگونه چوب، آجر، آهک و سنگ به شکلی مناسب، مطیع ایده اصلی حاکم بر ذهن بسیاری از افراد، به پرواز درآمده‌اند... [به سازه‌های مفید و مناسبی نظیر ساختمان‌ها، پل‌ها، کارخانه‌ها و غیره تبدیل شده‌اند]. البته، از این رو، کمترین گسترش ایده‌ها... باعث چشمگیرترین تغییرات در چیزهای بیرونی می‌شود [پیشرفت‌ها و تغییرات بیرونی نتیجه تغییر در افکار و ایده‌های انسان‌هاست].⁶

مصریان باستان اهرام را ساختند زیرا به زندگی پس از مرگ اعتقاد داشتند. ما آسمان خراش‌ها را می‌سازیم زیرا معتقدیم که فضا در شهرهای مرکزی بسیار ارزشمند است. (به جز فضاهای متروکه (اغلب نزدیک آسمان خراش‌ها)، که به اعتقاد ما بی‌ارزش هستند. کوپرنیک و کپلر که نشان دادند زمین مرکز جهان نیست، یا اینشتین که فرضیه‌ای مبنی بر قابل تبدیل بودن ماده و انرژی ارائه داد، یا آدام اسمیت که این فرضیه را مطرح کرد که اقدامات خودخواهانه‌ی بازیگران منفرد در بازارها به طرز شگفت‌انگیزی به نفع عموم تمام می‌شود، [همگی] افرادی هستند که توانسته‌اند در سطح الگوی ذهنی در سیستم‌ها مداخله کنند، و به نقطه‌ی اهرمی‌ای ضربه زده‌اند که سیستم‌ها را کاملاً دگرگون می‌کند. می‌توان گفت تغییر پارادایم‌ها از هر چیز دیگری در مورد یک منظومه دشوارتر است، و بنابراین، تغییر پارادایم‌ها باید در پایین‌ترین رتبه‌ی فهرست باشد، نه در رتبه‌ی یکی به آخر مانده. اما در فرآیند تغییر پارادایم، هیچ چیز لزوماً فیزیکی یا پرهزینه یا حتی کندی وجود ندارد. در یک فرد، این اتفاق می‌تواند در یک میلی‌ثانیه رخ دهد. تنها چیزی که لازم است، یک کلیک در ذهن، کنار رفتن پرده‌ها از جلو چشم‌ها، و جور دیگر دیدن است. کل جامعه [افراد تشکیل دهنده جوامع]، موضوع دیگری است. جوامع در برابر [چیزهایی که] پارادایم آنها را به چالش می‌کشند، سخت‌تر از هر چیز دیگری مقاومت می‌کنند. پاسخ‌های اجتماعی به [کسانی که] پارادایمی را به چالش می‌کشند، مصلوب کردن، سوزاندن در آتش، [فرستادن به] اردوگاه‌های کار اجباری و [تولید] بمب‌های هسته‌ای بوده است. پس چگونه پارادایم‌ها را تغییر می‌دهید؟ توماس کوهن (Thomas Kuhn)، که کتاب مهمی در مورد تغییر پارادایم بزرگ علم نوشته است، در این مورد حرف‌های زیادی برای گفتن دارد.⁷ به طور خلاصه، شما همچنان به ناهنجاری‌ها و شکست‌های پارادایم قدیمی اشاره می‌کنید، همچنان بلندتر و با اطمینان از پارادایم جدید صحبت می‌کنید، و افراد دارای پارادایم جدید را در محل‌های دید و قدرت عمومی قرار می‌دهید. شما وقت خود را با مرتجعین تلف نمی‌کنید. بلکه، شما با عوامل تغییر فعال و با طیف وسیعی از افراد روشنفکر کار می‌کنید.

متخصصین سیستم‌ها می‌گویند: شما با مدل‌سازی یک منظومه روی کامپیوتر، پارادایم‌ها را تغییر می‌دهید، [تغییر پارادایم] شما را به خارج از منظومه می‌برد و شما را مجبور می‌کند تا آن را به صورت یک کل [در ارتباط با سایر پدیده‌ها] ببینید. ما این را می‌گوییم زیرا پارادایم‌های خودمان به این شکل تغییر کرده‌اند.

۱. قدرت فراتر رفتن از پارادایم‌ها

هنوز یک نقطه اهرمی وجود دارد که حتی بالاتر از تغییر یک پارادایم است. و آن این است که در عرصه پارادایم‌ها، خود را مستقل نگه دارید، انعطاف‌پذیر بمانید، درک کنید که هیچ پارادایمی "درست" نیست. اینکه همه، از جمله [آن پارادایمی] که به طرز رضایت‌بخشی جهان‌بینی شما را شکل می‌دهد، درک فوق‌العاده محدودی از جهانی عظیم و شگفت‌انگیز است که بسیار فراتر از درک انسان است؛ این که در سطح درونی پارادایم "درک" کنید که پارادایم‌هایی وجود دارند، و ببینید که خود آن [وجود داشتن پارادایم‌ها]

⁶ Ralph Waldo Emerson, "War" (lecture delivered in Boston, March 1838). Reprinted in Emerson's Complete Works, vol. XI. Boston: Houghton, Mifflin & Co., 1887, p. 177.

⁷ Thomas Kuhn, The Structure of Scientific Revolution. Chicago: University of Chicago Press, 1962

یک پارادایم است؛ و کل این درک را کاملاً خنده‌دار بدانید؛ این که رها کنید و به ندانستن (آنچه بودایی‌ها روشن‌ضمیری یا وارستگی می‌نامند)، برسید.

افرادی که به الگوهای ذهنی می‌چسبند (تقریباً همه ما) نگاهی به این احتمال فراخ می‌اندازند که هر چیزی که فکر می‌کنند، قطعاً بی‌معنی است؛ و بی‌هدف در جهت مخالف رکاب می‌زنند. [آنان با خود می‌گویند: حالا] که هیچ قطعیتی در هیچ جهان‌بینی نیست، مطمئناً هیچ قدرتی، هیچ کنترلی، هیچ درکی، حتی دلیلی برای [زندن] بودن و فعالیت کردن (با این تصور یا تجربه) وجود ندارد. اما، در واقع، هر کسی که توانسته است این ایده را، برای لحظه‌ای یا برای یک عمر، در ذهن خود بپروراند، آن را مبنای توانمندسازی ریشه‌ای (رادیکال) یافته است. اگر هیچ الگوی ذهنی درست نباشد، می‌توانید هر الگوی ذهنی را که به شما در رسیدن به هدف‌تان کمک می‌کند، انتخاب کنید. اگر نمی‌دانید از کجا می‌توانید هدفی را به دست آورید، می‌توانید به جهان گوش دهید (یا نام خدای خود را بیاورید) و اراده او را که احتمالاً بسیار آگاهانه‌تر از اراده شماست، انجام دهید [خلاصه: ترس از اشتباه بودن باورها باعث چسبیدن به پارادایم‌ها می‌شود، اما رهاکردن این ترس و پذیرفتن عدم قطعیت، آزادی و قدرت زیادی به انسان می‌دهد، زیرا انتخاب‌های بیشتری برای تعیین مسیر زندگی فراهم می‌شود].

در این فضای تسلط بر الگوهاست که، مردم اعتیادها (وابستگی‌ها) را کنار می‌گذارند، در شادی مداوم زندگی می‌کنند، امپراتوری‌ها را سرنگون می‌کنند، مذاهب را بنیاد می‌نهند، زندانی یا "ناپدید" یا تیرباران می‌شوند و تأثیراتی می‌گذارند که هزاران سال دوام می‌آورد.

هشدار نهایی

[از آنجا که در عمل همه چیز وفق مراد ما پیش نمی‌رود]، باید از ایده‌های بزرگ و روشنفکرانه به جزئیات برگشت، و از روشن‌ضمیری به احتیاط روی آورد. برای توصیف این فهرست [۱۲ نقطه اهرمی]، حرف‌های زیادی باید زد. این فهرست آزمایشی است و ترتیب آن می‌تواند تغییر داده شود. هر [نقطه اهرمی] استثنایی دارد که می‌تواند آن را در رتبه‌بندی اهرم‌ها بالا یا پایین ببرد. سال‌هاست که این فهرست در ناخودآگاهم رسوخ کرده، [اولی] مرا به یک آبر زن تبدیل نکرده است [زیرا برای تغییر و توانمند شدن، دانستن کافی نیست]. هر چه نقطه اهرمی (عامل ایجاد کننده تغییر) مهم‌تر باشد، منظومه بیشتر در برابر تغییر آن مقاومت خواهد کرد. به همین دلیل است که جوامع تمایل دارند افراد واقعاً روشن‌بین را از بین ببرند [غالباً افراد بسیار آگاه و تحول‌گرا توسط جامعه کنار زده می‌شوند. یا مورد مخالفت قرار می‌گیرند].

حتی اگر بدانیم نقاط اهرمی جادویی کجا هستند و از کدام جهت باید آنها را فشار دهیم، آن‌ها به راحتی قابل دستیابی نیستند. هیچ بلیط ارزانی برای تسلط [بر منظومه‌ها] وجود ندارد. شما باید روی آن کار کنید، چه به معنای تجزیه و تحلیل دقیق یک منظومه باشد، یا کنار گذاشتن دقیق پارادایم‌های خود و غرق شدن در فروتنی ندانستن. در نهایت، به نظر می‌رسد قدرت، کمتر به فشار دادن نقاط اهرمی مربوط می‌شود؛ و بیشتر به رها کردن استراتژیک، عمیق و دیوانه‌وار مربوط است.

[دستیابی به نقاط اهرمی قدرتمند دشوار است. حتی وقتی بدانیم کجا باید مداخله کنیم، تغییر واقعی نیازمند تلاش، تجربه و مهارت است. تسلط بر سیستم، راه میان‌بر ندارد؛ و لازم است یا سیستم را دقیق و عمیق تحلیل کنیم؛ یا باورها و پیش‌فرض‌های خود را کنار بگذاریم و بپذیریم که همه چیز را نمی‌دانیم. برخلاف تصور رایج، اعمال قدرت، همیشه با فشار آوردن و کنترل مستقیم حاصل نمی‌شود. گاهی اثرگذارترین کار این است که: از تلاش برای کنترل بیش از حد دست بکشیم، اجازه دهیم سیستم خود را تنظیم کند، و عدم قطعیت را بپذیریم. حکمت در آن است که بدانیم کجا باید وارد عمل شد؛ و کجا باید رها کرد.]