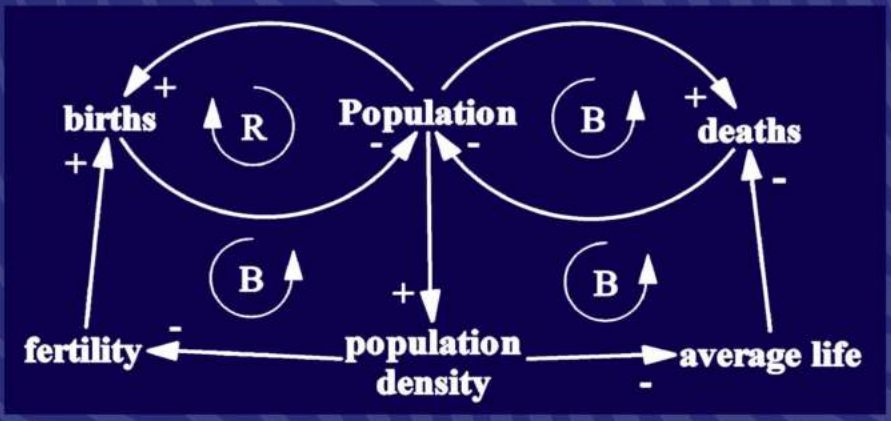
مقدمه‌ای بر مبانی و کاربردهای تفکر سیستم‌ها



دکتر ابوالفتح لامعی

مقدمه‌ای برمبانی و کاربردهای تفکر سیستم‌ها

نویسنده:

دکتر ابوالفتح لامعی

سرشناسه	لامعی، ابوالفتح، ۱۳۳۳ -
عنوان و نام پدیدآورنده	مقدمه‌ای بر مبانی و کاربردهای تفکر سیستم‌ها/نویسنده ابوالفتح لامعی.
مشخصات نشر	تبریز: پژواک البرز، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	۳۹۶ ص.
شابک	978-622-6021-94-4
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	کتابنامه: ص. [۳۷۹]- ۳۸۰؛ همچنین به صورت زیرنویس.
موضوع	نظریه سیستم‌ها(Systems theory) اندیشه و تفکر (Thought and thinking) استدلال (Reasoning)
رده‌بندی کنگره	Q۲۰۹
رده‌بندی دیویی	۰۰۳
شماره کتابشناسی ملی	۹۰۵۳۹۷۹

نام کتاب:مقدمه‌ای برمبانی و کاربردهای تفکر سیستم‌ها

نویسنده: دکتر ابوالفتح لامعی ناشر: پژواک البرز

سال چاپ: ۱۴۰۱ نوبت چاپ: اول قیمت: ۹۰۰۰۰۰ ریال

قطع کتاب: رقعی تعداد صفحه: ۳۹۶

چاپ و صحافی: البرز تیراژ: ۳۰۰

شابک:۴-۹۴-۶۰۲۱-۶۲۲-۹۷۸

فهرست مطالب

مقدمه ۱
ساختار کتاب..... ۹

بخش اول: مبانی علم سیستم‌ها ۱۷
فصل ۱ عصر سیستم‌ها..... ۱۸
فصل ۲ نیاز به علم سیستم‌ها..... ۳۵
فصل ۳ ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده ۵۳
فصل ۴ پیچیدگی سیستم‌ها..... ۷۵
فصل ۵ پویایی سیستم‌ها..... ۸۷
فصل ۶ ساختار سیستم‌ها..... ۱۰۳
فصل ۷ درک سیستم بودن یک سیستم ۱۲۱
فصل ۸ سیستم‌ها بعنوان شبکه روابط ۱۳۵
فصل ۹ یادگیری در سیستم‌ها..... ۱۵۱
فصل ۱۰ دیدن سیستم‌ها ۱۷۹
فصل ۱۱ مهارت‌های تفکر درباره سیستم‌ها ۱۹۵
فصل ۱۲ مدیریت سیستم‌ها..... ۲۰۷
فصل ۱۳ ویژگی‌های متفکران سیستم‌ها ۲۲۹

بخش دوم: کاربردهای علم سیستم‌ها ۲۴۷
فصل ۱۴ علم سیستم‌ها، قانونگذاری و سیاستگذاری ۲۴۸
فصل ۱۵ علم سیستم‌ها و آموزش و یادگیری..... ۲۶۵
فصل ۱۶ علم سیستم‌ها و تحول در آموزش پزشکی..... ۲۷۷
فصل ۱۷ علم سیستم‌ها و پژوهش ۲۹۳
فصل ۱۸ علم سیستم‌ها، برنامه‌ریزی راهبردی و ارزشیابی ۳۰۳
فصل ۱۹ کاربرد علم سیستم‌ها در سایر زمینه‌ها..... ۳۲۱
فصل ۲۰ چند اصل ساده..... ۳۴۷

منابع ۳۷۹

ضمیمه ۳۸۱

مقدمه

پارادایم نیوتنی که پارادایم ماشینی ــ مکانیکی نیز نامیده می‌شود بیش از چهارصد سال بر همه عرصه‌های علمی جهان غالب بوده است. از منظر این پارادایم دنیا و سیستم‌ها ماشین‌هایی هستند که: ۱) اجزای آن‌ها روابط مکانیکی دارند. بدین معنا که از منظر پارادایم نیوتنی اجزای سیستم‌ها دارای اراده، تفکر و آگاهی نیستند و فقط بر اساس رفتاری که در طراحی آن‌ها پیش‌بینی شده است، عمل می‌کنند. ۲) بین علل و پیامدها روابط علّی روشن وجود دارند. برای مثال اگر نقصی پیدا شد اغلب این نقص قابل ردیابی است. ۳) مشکلات سیستم‌ها شفاف هستند و راه‌حل‌های روشنی دارند. برای مثال نقص به وجودآمده معمولاً مشخص است و راه‌حل

روشنی دارد. ۴) هر مشکل، مستقل از سایر مشکلات است. بدین معنا که مشکلات با هم مرتبط نیستند. ۵) سیستم‌ها از جمع اجزای خودشان به وجود می‌آیند. برای مثال، موتور یک اتومبیل بعنوان یک سیستم یا یک **کل**، از جمع اجزای خودش به وجود می‌آید. به طوری که می‌توان اجزای یک موتور را از هم جدا کرد و دوباره مونتاژ کرد همان موتور به وجود خواهد آمد. ۶) برای مطالعه سیستم‌ها باید آن‌ها را به اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها تقسیم کنیم و از جمع‌بندی ویژگی‌های اجزا، ویژگی‌های سیستم را درک کنیم. برای مثال، ویژگی موتور اتومبیل از ویژگی‌های اجزای آن به وجود می‌آید اگرچه ممکن است از اتومبیلی به اتومبیل دیگر تفاوت داشته باشند. ۷) بالاخره، ارتقای هر یک از اجزای یک سیستم به ارتقای عملکرد کل سیستم منجر می‌شود. برای مثال، با ارتقای کاربراتور یک اتومبیل عملکرد موتور ارتقا می‌یابد ــ اگرچه همه قسمت‌های دیگر دست نخورده باقی بمانند.

پارادایم نیوتنی به دلیل ذات **تقلیلی** و **تحلیلی** خود موجب شد رشته‌های علمی مختلف با مرزبندی‌های مشخص به وجود

آیند و هر یک در یک زمینه خاص به مطالعه **اجزای سیستم‌ها** بپردازد. اطلاعات بدست آمده از مطالعه اجزای سیستم‌ها بقدری زیاد است که گفته می‌شود در حال حاضر با انفجار اطلاعات مواجه هستیم. تلاش‌های بشر در قالب این پارادایم علمی به پیشرفت‌های **کم نظیری** منجر شده است؛ اما مشکلات **بی‌سابقه‌ای** نیز به وجود آورده است. در اصل، مشکلات را **سیستم‌های پیچیده‌ای** به وجود آورده‌اند که پارادایم نیوتنی در ایجاد آن‌ها سهم بسزایی داشته است. مشکلات ناشی از سیستم‌های پیچیده به دو دلیل با رویکرد نیوتنی قابل حل نیستند: اول اینکه این پارادایم در **درون مرزهای** رشته‌های علمیِ مختلف در جستجوی کشف حقایق و حل مشکلات است، در حالی که مشکلات امروزی ما در درون مرزهای هیچ‌یک از علوم شاخته شده نمی‌گنجند زیرا مشکلات از روابط و تعامل بسیار نزدیک سیستم‌های پیچیده مختلف به وجود آمده‌اند و ابعادی گسترده‌تر از حدود یک رشته علمی دارند. دوم و مهمتر اینکه، **همه فرض‌های** پارادایم نیوتنی درباره **سیستم‌های پیچیده** نادرست هستند.

خوشبختانه دانشمندان از اوایل قرن بیستم میلادی مطالعات زیادی را در زمنیه سیستم‌های پیچیده ــ به ویژه در زمینه زیست‌شناسی ــ انجام داده‌اند و براساس این مطالعات پارادایم جدیدی شکل گرفته است. پارادایم جدید **تفکر سیستم‌ها**، **علم سیستم‌ها** یا **علم پیچیدگی** نامیده می‌شود. بعضی سعی کرده‌اند بین این سه عبارت تفاوت‌هایی قائل شوند اما بیشتر صاحب‌نظران این سه را مترادف می‌دانند. من شخصاً عبارت علم سیستم‌ها را می‌پسندم اگرچه متاسفانه حتی در محیط‌های آکادمیک نیز این عبارت جا نیفتاده است و هنوز هم بعضی تصور می‌کنند که علم سیستم‌ها درباره کامپیوترها بحث می‌کند. به هیمن دلیل و برای پیشگیری از برداشت نادرست درباره محتوی این کتاب، اسم را «*مقدمه‌ای بر مبانی و کاربردهای تفکر سیستم‌ها*» گذاشته‌ام. به هرحال، این پارادایم می‌گوید که سیستم‌های پیچیده بسیار متفاوت از سیستم‌های ماشینی ــ مکانیکی هستند و در واقع هیچ **فصل مشترکی** با آن‌ها ندارند. اجازه دهید برای نشان دادن این تمایز اهم ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده را از منظر علم سیستم‌ها بیان کنم. علم سیستم‌ها تصریح می‌کند که: ۱) سیستم‌های

پیچیده غیرقابل شناخت، غیرقابل کنترل و غیرقابل پیش‌بینی هستند. ۲) روابط بین اجزای آن‌ها غیرخطی است. بدین معنا که اولاً بین علل و پیامدها رابطه علّی روشن و مستقیم وجود ندارد؛ ثانیاً ممکن است یک اقدام کوچک پیامدهای مثبت یا منفی بزرگ داشته باشد اما یک اقدام بزرگ یا اثری نداشته باشد یا اثر اندکی داشته باشد. یعنی در یک سیستم پیچیده بین یک اقدام و پیامدهای آن نسبتی برقرار نیست. ۳) در سیستم‌های پیچیده اغلب بین علت و معلول فاصله زمانی و مکانی وجود دارد. یعنی برای مثال مشکلی که شما در زمانی خاص و در مکانی خاص می‌بینید معمولاً ریشه در زمان و مکان دورتری دارد.۴) در سیستم‌های پیچیده در بیشتر مواقع مشکلات، راه‌حل‌ها و روش‌های اجرای آن‌ها روشن نیستند. علاوه بر این، مشکلات بهم مرتبط بوده و استقلال ندارند. بدین معنا که معمولاً با منظومه‌ای از مشکلات بهم تنیده مواجه می‌شویم که برای برون‌رفت از آن‌ها راه روشنی وجود ندارد. ۵) روابط و تعامل بین اجزا هویت سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند. بنابراین سیستم‌های پیچیده بزرگتر از جمع اجزای خودشان هستند و تقلیل آن‌ها به اجزا، موجب

می‌شود که سیستم‌ها از بین بروند. به قول کافمن[1] اگر گاوی را به دو قسمت تقسیم کنیم دو گاو به وجود نمی‌آید بلکه سیستم گاو از بین می‌رود. یا به قول پیتر سنج[2] تقسیم یک فیل، به دو فیل منجر نمی‌شود بلکه سیستم فیل از بین می‌رود. ۶) ارتقای اجزای یک سیستم لزوماً به ارتقای عملکرد کل سیستم منجر نمی‌شود بلکه در بیشتر مواقع به بدتر شدن آن منجر می‌شود. ۷) تغییر اجزای یک سیستم معمولاً تاثیر چندانی بر رفتار آن ندارد. بنابراین، کیفیت روابط و تعامل بین اجزا مهمتر از کیفیت خود اجزا است. ۸) ممکن است در یک سیستم پیچیده سیاست‌ها، تصمیمات و اقدامات درست و منطقی به مشکلات و گرفتاری‌های غیرمنطقی منجر شوند. بنابراین، مشکلات سیستم‌های پیچیده لزوماً حاصل سیاست‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات نادرست نیستند. ۹) در سیستم‌های پیچیده اقدامات فوری معمولاً پیامدهای منفی بلندمدت دارند. گفته می‌شود که مشکلات امروز سیستم‌ها، راه‌حل‌های دیروز آن‌ها بوده‌اند. ۱۰) سیستم‌های پیچیده پویا

[1]Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc.

[2]Senge, Peter. (1990) The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday.

هستند. بدین معنا که به طور مستمر تغییر می‌کنند و ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو پیدا می‌کنند. ۱۱) اجزا یا عوامل[1] سیستم‌های پیچیده بر اساس **اطلاعات محلی** و **قوانین ساده** عمل می‌کنند. بنابراین، در سیستم‌های پیچیده سیاست‌ها، برنامه‌ها، اقدامات، دستورالعمل‌ها و مستندات پیچیده کارایی چندانی ندارند.

با این توصیف، شاید به نظر برسد که مدیریت سیستم‌های پیچیده اگر غیرممکن نباشد، خیلی دشوار است. البته اگر سیستم‌های پیچیده را براساس پارادایم نیوتنی مدیریت کنیم ــ که اغلب نیز چنین است ــ بر انبوه مشکلات این سیستم‌ها اضافه خواهیم کرد، همچنانکه اضافه کرده‌ایم. اما علم سیستم‌ها مدیریت سیستم‌های پیچیده را حول سه اصل اساسی، سازمان‌دهی می‌کند: ۱) درک سیستم‌های پیچیده مهمتر از اقدام در آن‌ها است. مدیران قبل از هر اقدام باید تلاش کنند وضعیت و رفتار جاری سیستم را درک کنند. البته از آنجا که درک سیستم‌ها یک کار جمعی است همه ذی‌نفعان باید در فرایند درک سیستم مشارکت کنند. ۲) مدیران باید گام

[1] Agents

به گام و براساس یادگیری سیستم‌ها را مدیریت کنند. چون یادگیری نیازمند ارایه نظریه است، بنابراین مدیران باید سیستم‌های پیچیده را براساس نظریه‌ها مدیریت کنند. ۳) مدیران باید سیستم‌های پیچیده را به صورت تجربی مدیریت کنند. بدین منظور، علم سیستم‌ها بر اساس ساختار یک سیستم یک **آزمایشگاه مجازی** ایجاد می‌کند که مدیران می‌توانند پیامدهای تصمیمات، سیاست‌ها و مداخلات را قبل از اجرا، در این آزمایشگاه مجازی آزمون کنند و آنگاه در سیستم واقعی اجرا کنند. در واقع درک سیستم‌ها، یادگیری درباره سیستم‌ها و مدیریت تجربی سیستم‌ها همه در این آزمایشگاه مجازی باهم ادغام می‌شوند و یک **سیستم** ایجاد می‌کنند. بنابراین، با علم سیستم‌ها مدیریت سیستم‌های پیچیده آسانتر و اطمینان‌بخش‌تر از چیزی خواهد بود که تصورش را می‌کردیم.

شما در این کتاب مبانی نظری علم سیستم‌ها که در سیستم‌های پیچیده انعکاس پیدا می‌کنند و کابردهای علم سیستم‌ها در عرصه‌ها و زمینه‌های پیچیده مختلف و متنوع

را مطالعه خواهید کرد. در زیر ساختار کتاب را به طور مختصر توصیف خواهم کرد.

ساختار کتاب

این کتاب در دو بخش و بیست فصل تنظیم شده است. بخش اول شامل مبانی علم سیستم‌ها است که شامل سیزده فصل است. *فصل ۱ عصر سیستم‌ها*، ابتدا درباره روابط و تعامل بین سیستم‌های پیچیده و اثرات آن بر ابعاد مختلف زندگی انسان بحث می‌کند. سپس تقسیم‌بندی کوتاهی از انواع سیستم‌ها ارایه می‌دهد و به بحث درباره سیستم‌های ساده و بغرنج[1] می‌پردازد. در ادامه، سیستم را تعریف می‌کند و فصل را با بحث درباره اجزای تعریف یک سیستم به پایان می‌برد. *فصل۲ نیاز به علم سیستم‌ها*، سناریوهای متعددی را مطرح می‌کند که نشان می‌دهند چه زمانی نیاز به علم سیستم‌ها داریم. در حقیقت اگر کسی موارد ارایه شده را به دقت مطالعه کند فشرده کاربردهای علم سیستم‌ها را مطالعه کرده است. *فصل ۳ ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده*، این فصل ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده را به طور نسبتاً کامل بحث می‌کند. اما

[1] Complicated

به دلیل اهمیت موضوعات پیچیدگی و پویایی سیستم‌ها، این دو موضوع به ترتیب در *فصل ۴ پیچیدگی سیستم‌ها* و *فصل ۵ پویایی سیستم‌ها* به طور مشروح‌تر بحث شده‌اند. *فصل ۶ ساختار سیستم‌ها*، درباره ساختار سیستم‌ها که روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم را به نمایش می‌گذارد، بحث می‌کند. بدین منظور دو نوع نمودار را معرفی می‌کند: نمودار چرخه علّی[1] که حلقه‌های بازخورد تشکیل‌دهنده ساختار یک سیستم را به نمایش می‌گذارد. این فصل توضیح می‌دهد که همه سیستم‌ها فقط از دو نوع حلقه بازخورد مثبت و منفی به وجود آمده‌اند و چون ساختار سیستم‌ها ــ یا ترکیب حلقه‌های بازخورد ــ رفتار آن‌ها را به وجود می‌آورد، بنابراین دو سیستم به ظاهر بسیار متفاوت اگر ساختار مشابه داشته باشند، رفتار مشابه خواهند داشت. نمودار دومی که در این فصل درباره‌اش بحث شده است نمودار ذخیره ــ جریان یا نمودار لوله‌کشی[2] است. نمودار چرخه علّی برای مطالعه کیفی یک سیستم و نمودار ذخیره ــ جریان یا لوله‌کشی برای مطالعه کمّی یک سیستم و ایجاد **آزمایشگاه مجازی** برای آزمون سیاست‌ها،

[1] Causal loop diagram
[2] Stock and flow diagram or Plumbing

تصمیم‌گیری‌ها و مداخلات ــ قبل از اجرا در سیستم واقعی ــ استفاده می‌شوند. *فصل ۷ درک سیستم بودن یک سیستم*، توضیح می‌دهد که مدیران برای ارتقای عملکرد یک سیستم باید سیستم بودن یک سیستم را درک کنند. جایی که سیستم بودن یک سیستم درک نشود هر تصمیمی یا سیاستی یا برنامه‌ای یا مداخله‌ای به احتمال زیاد به ضرر سیستم تمام خواهد شد. *فصل ۸ سیستم‌ها بعنوان شبکه روابط*، توضیح می‌دهد که اجزای یک سیستم یک شبکه روابط تشکیل می‌دهند و ویژگی‌ها و اهمیت این شبکه و پیامدهای آن را بحث می‌کند. *فصل ۹ یادگیری در سیستم‌ها*، تاکید می‌کند که ما برای مدیریت سیستم‌های پیچیده باید درباره سیستم‌ها یاد بگیریم؛ اما یادگیری در سیستم‌های پیچیده با دشواری‌هایی مواجه است که این دشواری‌ها را توضیح می‌دهد. *فصل ۱۰ دیدن سیستم‌ها*، توضیح می‌دهد که بیشتر افراد سیستم‌ها را نمی‌بینند و بیشتر بر اجزای سیستم‌ها تمرکز می‌کنند. بنابراین اهمیت دیدن سیستم‌ها، روش‌های دیدن آن‌ها، کوری‌های مختلفی که افراد مبتلا می‌شوند و پیامدهای آن‌ها را بحث می‌کند. *فصل ۱۱ مهارت‌های تفکر درباره*

سیستم‌ها، هفت مهارت تفکر درباره سیستم‌ها را توصیف می‌کند. مجموع این مهارت‌ها موجب می‌شوند که ما درباره سیستم‌ها درست بیندیشیم. درک اندیشیدن درباره سیستم‌ها شروعی برای مواجهه درست با تغییر یا ارتقای رفتار سیستم‌ها است. اگر کسی سیستم‌ها را نبیند و درباره آن‌ها درست نیندیشد، نمی‌تواند آن‌ها را خوب مدیریت کند زیرا مدیریت خوب با دیدن سیستم‌ها و درست فکر کردن درباره آن‌ها شروع می‌شود. *فصل ۱۲ مدیریت سیستم‌ها*، درباره مدیریت سیستم‌ها، که اساساً بسیار متفاوت از مدیریت سیستم‌های ساده و بغرنج است، بحث می‌کند. درک سیستم‌ها، یادگیری درباره سیستم‌ها و استفاده از روش‌های اکتشافی و تجربی، اساس مدیریت درست سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند. *فصل ۱۳ ویژگی‌های متفکران سیستم‌ها*، به عنوان آخرین فصل بخشِ اول، تعدادی از مهمترین ویژگی‌های متفکران سیستم‌ها را بیان می‌کند و از این طریق معیارهایی را برای سنجش رفتار افراد ارایه می‌دهد.

بخش دوم کتاب مثال‌های متعددی را درباره کاربرد علم سیستم‌ها ارایه می‌دهد و شامل هفت فصل است. *فصل۱۴*

علم سیستم‌ها، قانونگذاری و سیاستگذاری، توضیح می‌دهد که قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران هیچ راهی برای شناخت سیستم‌ها ندارند زیرا سیستم‌ها غیرقابل شناخت هستند؛ بنابراین بیشتر قوانین و سیاست‌ها فقط بر اساس این تصور که سیستم‌ها را می‌شناسند تصویب و اتخاذ می‌شوند. نتیجه این می‌شود که بیشتر قوانین و سیاست‌ها به ضرر کشور و سیستم‌ها تمام می‌شوند. آشنایی با علم سیستم‌ها که به یادگیری درباره سیستم‌ها و درک سیستم‌ها منجر می‌شود یکی از ضروری‌ترین نیازهای قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران است. *فصل۱۵ علم سیستم‌ها و آموزش و یادگیری*، کاربرد علم سیستم‌ها را در زمینه آموزش و یادگیری بحث می‌کند. این فصل مزایای کاربرد علم سیستم‌ها در آموزش را مورد توجه قرار می‌دهد و پیامدهای آن را ارایه می‌دهد. همچنین توصیف می‌کند که مهمترین پیامدهای کاربرد علم سیستم‌ها در آموزش، مرتبط کردن یادگیری با واقعیت‌های ملموس و انتقال یادگیری از یک سیستم به سیستم‌های دیگر است. *فصل ۱۶ علم سیستم‌ها و آموزش پزشکی*، یکی از مهمترین فصل‌های این کتاب است زیرا نگاه ما را به نحوه ورود به

تحول در آموزش پزشکی تغییر می‌دهد. این فصل توضیح می‌دهد که بعنوان مثال، تربیت پزشک در سیستمی انجام می‌گیرد که برای ارتقای آن باید از رویکرد سیستم‌ها که یک رویکرد کل‌گرا[1] است، استفاده کنیم. تغییر اجزای این سیستم، برای مثال تغییر برنامه آموزشی، بدون تغییر روابط و تعامل بین اجزای نظام آموزشی، تاثیر قابل توجهی بر تغییر وضعیت موجود نخواهد داشت. *فصل ۱۷ علم سیستم‌ها و پژوهش*، خاطر نشان می‌سازد که هم اکنون عمل سیستم‌ها و رویکرد کل‌گرای آن بشدت مورد توجه پژوهگران قرار گرفته است و روش‌های سنتی پژوهش مورد تردید جدی قرار گرفته‌اند. برای مثال، کار آزمایی بالینی[2] که در رتبه‌بندی شواهد علمی رتبه اول را به خودش اختصاص می‌دهد، از این نظر که در یک شرایط کنترل شده و دور از پیچیدگی‌های شرایط واقعی انجام می‌گیرد، اعتبارش را از دست داده است. *فصل ۱۸ علم سیستم‌ها و برنامه‌ریزی راهبردی و ارزشیابی*، کاربرد علم سیستم‌ها را در برنامه‌ریزی راهبردی و ارزشیابی بحث می‌کند. در این فصل دو نظریه سیستمیک تغییر، یکی بر اساس حلقه

[1] Holistic
[2] Randomized clinical trial (RCT)

بازخورد مثبت و دیگری بر اساس حلقه بازخورد منفی، ارایه می‌شوند. این دو نظریه چون براساس ساختار یک سیستم ارایه می‌شوند، نه براساس تحلیل‌های خارج از ساختار، واقعیت تغییر یک سیستم را به بهترین روش به نمایش می‌گذارند و اجرای آن‌ها بدون تردید به ارتقای سیستم منجر می‌شود. *فصل ۱۹ کاربرد علم سیستم‌ها در سایر زمینه‌ها*، مثال‌های گوناگونی از کاربرد علم سیستم‌ها در عرصه‌ها و زمینه‌های مختلف ارایه می‌دهد. تعیین اولویت‌های نظام سلامت، کاربرد علم سیستم‌ها در همه‌گیری‌ها، سبک زندگی، غذا و تغذیه، زندگی روزمره و قضاوت از جمله این موارد هستند. بالاخره، *فصل ۲۰ چند اصل ساده*، قواعد ساده‌ای را درباره سیستم‌ها بحث می‌کند که توجه به آن‌ها ضروری است. مجموعه این قواعد توصیه‌های گرانبهایی برای زندگی با سیستم‌ها ارایه می‌دهند.

نکته آخر اینکه در ضمیمه کتاب فهرستی از شایع‌ترین واژه‌ها و اصطلاحات علم سیستم‌ها ارایه شده است. بر خلاف روش رایج که معمولاً هر واژه یا اصطلاح به صورت جداگانه

تعریف می‌شود، در این‌جا واژه‌ها و اصطلاحات در درون یک متن شیوا، منسجم و قابل درک ارایه شده‌اند.

امیدواریم از خواندن کتاب لذت ببرید.

دکتر ابوالفتح لامعی ۲۱ شهریور ۱۴۰۱

بخش اول: مبانی علم سیستم‌ها

فصل ۱

عصر سیستم‌ها

امروز ما در عصر سیستم‌ها زندگی می‌کنیم؛ با سیستم‌های پیچیده محاصره شده‌ایم و همه جا با این سیستم‌ها سروکار داریم: در سیستم‌ها زندگی می‌کنیم، در سیستم‌ها کار می‌کنیم، در سیستم‌ها آموزش می‌بینیم یا آموزش می‌دهیم، در سیستم‌ها خدمت می‌کنیم یا خدمت می‌گیریم، در سیستم‌ها تولید می‌کنیم و در سیستم‌ها رفت و آمد می‌کنیم. همه این سیستم‌ها ارتباط تنگاتنگی با هم و با زندگی ما دارند. هر روز پیامدهای رابطه نزدیک و بهم تنیده و تعامل بین سیستم‌های پیچیده متنوع را بر زندگی فردی و اجتماعی‌مان لمس

می‌کنیم. اتصال و ارتباط دایمی و کنش‌ها و واکنش‌های مستمر بین سیستم‌های پیچیده سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فرهنگی و غیره بر همه واقعیت‌های زندگی ما از اشتغال و درآمد گرفته تا تحصیل، از آرامش گرفته تا اظطراب و نگرانی، از سلامت گرفته تا بیماری تاثیر می‌گذارند.

هر چیزی در دنیای اطراف ما یک سیستم یا جزئی از یک سیستم است. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، یک دانشگاه، یک دانشکده، یک بیمارستان، یک مرکز سلامت، یک خدمت بالینی و یک تیم همه سیستم‌هایی هستند. همچنین یک روستا، یک بخش، یک شهر، یک استان، یک کشور، یک منطقه (مانند خاورمیانه)، یک قاره، کره زمین و کل کائنات هر یک، یک سیستم هستند. هر یک از سیستم‌ها دارای تعداد زیادی اجرا هستند. هر یک از اجزا نیز به نوبه خود سیستم‌هایی هستند. برای مثال زمانی که شما یک کشور را بعنوان یک سیستم در نظر می‌گیرید این سیستم دارای اجزای زیادی است که تعدادی از این اجزا را استان‌ها، شهرها، بخش‌ها و روستاها تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر هر سیستم

در درون سیستم‌های بزرگتری قرار دارد. برای مثال، یک کشور جزئی از یک منطقه، جزئی از یک قاره، جزئی از کره و جهان هستی است. یا هر یک از سیستم‌های دانشگاه، دانشکده یا بیمارستان شامل تعداد زیادی زیرسیستم‌ها هستند و هر یک در درون سیستم‌های بزرگتری قرار دارند. در نتیجه یک سیستم از یک طرف شامل **زیرسیستم‌هایی** است و از طرف دیگر، در درون سیستم‌های **بزرگتری** قرار دارد. اصطلاحاً گفته می‌شود که سیستم‌ها **تو در تو** هستند. چنانکه در فصل ۷ اشاره خواهم کرد در بسیاری از مواقع حدود سیستم‌ها اعتباری هستند و برای دستیابی به هدفی خاص یا پاسخ به سؤالی خاص تعیین می‌شوند.

انواع سیستم‌ها

سه نوع سیستم داریم: سیستم‌های ساده، سیستم‌های بغرنج و سیستم‌های پیچیده[1]. دم‌کردن چایی نمونه یک سیستم ساده است: هم به معنای روزمره و هم به معنای فنی آن در علم سیستم‌ها، یک سیستم ساده است. یک سیستم یا یک

[1] Simple, Coplicated and Complex

کار ساده سه ویژگی دارد: ۱) تعیین اینکه پیامد مورد نظر اتفاق افتاده است یا نه، نسبتاً آسان است. ۲) برای تولید پیامد مورد قبول معمولاً دستورالعمل ساده‌ای وجود دارد. ۳) برای تولید پیامد مورد قبول لازم نیست گام‌ها را به طور دقیق بردارید. تهیه گزارش مالی یک کار بغرنج است. یک سیستم یا یک کار بغرنج چهار ویژگی دارد: ۱) عموماً یک پیامد کاملاً مشخص و مجموعه‌ای از معیارهای نشان‌دهنده پیامد موفق وجود دارند. ۲) برای تولید پیامد موفق باید از مجموعه‌ای از قوانین سفت و سخت تبعیت شود. ۳) از این قوانین باید به دقت تبعیت شود در غیر این صورت پیامد مورد نظر حاصل نخواهد شد. ۴) فرایند تولید پیامد مورد نظر کاملاً قابل تکرار است بدین معنا که اگر گام‌ها به دقت تکرار شوند، همان پیامد حاصل خواهد شد.

یک خدمت بالینی یک سیستم پیچیده است. شما نمی‌توانید یک خدمت بالینی را بر اساس دستورالعمل‌های قطعی انجام دهید زیرا هر بار ارایه یک خدمت، حتی ارایه یک خدمت خاص، یک تجربه جدید است. هر یک از این سه نوع سیستم توانایی‌های متفاوت، آموزش‌های متفاوت،

تجربه، دانش، شمّ و حتی طرز فکر متفاوت نیاز دارند. در زیر فقط درباره سیستم‌های ساده و بغرنج بحث خواهم کرد و درباره سیستم‌های پیچیده در فصل ۳ بحث خواهم کرد.

سیستم‌های ساده

سیستم‌های ساده از جمع اجزای خودشان به وجود می‌آیند. بدین معنا که بین اجزای یک سیستم ساده تعامل وجود ندارد. اصولاً سادگی سیستم‌های ساده از این‌جا ناشی می‌شود که در سیستم‌های ساده روابط مکانیکیِ بسیار ساده وجود دارند. همه ویژگی‌های سیستم‌های ساده نیز به نوعی به این ویژگی اول وابسته هستند. در یک سیستم ساده بین علت و معلول رابطه روشن و مستقیم وجود دارد. به بیان دیگر، در سیستم‌های ساده علت و معلول **نزدیکی** زمانی و مکانی دارند. بنابراین در یک سیستم ساده اگر با یک معلول مواجه شویم به سرعت و به راحتی می‌توانیم علت آن را پیدا کنیم. نزدیکی زمانی و مکانی علت و معلول بدین معنا است که برای مثال شما فلان کار را انجام می‌دهید و آن کار **حتماً** فلان پیامد را

خواهد داشت. چنین رابطه‌ای را **رابطه خطی** می‌نامند؛ یعنی بین علت و معلول یک رابطه مستقیم و روشن وجود دارد.

در سیستم‌های ساده بین علت و معلوم یک **نسبت** برقرار است. اگر برای مثال، علت را دو برابر کنید معلول نیز دو برابر می‌شود. این ویژگی تایید می‌کند که اولاً در یک سیستم ساده بین علت و معلول رابطه خطی مستقیم وجود دارد و از طرف دیگر، یک سیستم ساده از جمع اجزای خودش به وجود می‌آید. در سیستم‌های ساده مشکلات شفاف، قابل درک و مستقل از سایر مشکلات هستند. در یک سیستم ساده مشکل به قدری شفاف و قابل درک است که تشخیص آن نیازی به تخصص یا تجربه خاصی ندارد؛ همه درک می‌کنند که مشکل وجود دارد. همچنین نکته مهم دیگر اینکه در سیستم‌های ساده هر مشکل یک مشکل مستقل است. یعنی ما در سیستم‌های ساده با مجموعه‌ای از مشکلات بهم مرتبط مواجه نمی‌شویم. اولین گام برای حل یک مشکل، تشخیص وجود مشکل است که در سیستم‌های ساده به آسانی انجام می‌شود.

در سیستم‌های ساده با حل یک مشکل یا دستیابی به یک هدف کار به پایان می‌رسد. یعنی در سیستم‌های ساده

اقدامات ما **پیامدهای منفی** بلندمدت ندارند. در سیستم‌های ساده راه‌حل‌ها روشن هستند. بنابراین جای اشتباه وجود ندارد و همه تشخیص می‌دهند که برای یک مشکل یا دستیابی به یک هدف چه کار یا کارهایی باید انجام گیرند. و بالاخره، در یک سیستم ساده **علل** شکست معمولاً روشن هستند. بنابراین، جایی برای سرزنش دیگران وجود ندارد. هر کسی به آسانی درک می‌کند که چه عامل یا عواملی منجر به شکست شده‌اند.

سیستم‌های بغرنج

تنها تفاوتی که سیستم‌های بغرنج با سیستم‌های ساده دارند این است که به دلیل اجزای بسیار زیاد، هر کسی نمی‌تواند به آسانی روابط علّی بین پدیده‌ها را تشخیص دهد. این در رابطه با مشکلاتِ سیستم‌های بغرنج نیز صادق است. به هرحال سیستم‌های بغرنج شامل ویژگی‌های ریز هستند.

در سیستم‌های بغرنج نیز مثل سیستم‌های ساده، پدیده‌ها روابط علّی دارند اما به دلیل فراوانی اجزا، فقط **متخصص‌ها** می‌توانند این رابطه‌ها را کشف کنند. در واقع سیستم‌های

بغرنج عرصه مدیریت متخصص‌ها هستند و هرچه سیستم بغرنج‌تر باشد نیاز به متخصص‌ها بیشتر است.

در سیستم‌های بغرنج اگرچه بر خلاف سیستم‌های ساده مشکلات و راه‌حل‌ها روشن نیستند اما **متخصص‌ها** می‌توانند **مشکلات** و **راه‌حل‌ها** را کشف کنند. برای مثال زمانی که در هواپیمایی مشکلی به وجود می‌آید متخصص‌ها ماه‌ها و گاهی سال‌ها به دنبال علت یا علل مشکل می‌گردند و در نهایت آن را کشف می‌کنند و برای حل مشکل راه‌حل مناسب ارایه می‌دهند. راه‌حل ارایه شده تا ابد می‌تواند برای حل همان مشکل استفاده شود. به همین دلیل معمولاً راه‌حل را وارد طراحی هواپیما می‌کنند.

در سیستم‌های بغرنج راه‌حل‌ها باید **به دقت** و مطابق **دستورالعمل‌ها** اجرا شوند. کاری که قرار است انجام شود باید مطابق دستورالعملی که همه جزئیات آن روشن است، انجام گیرد. در این سیستم‌ها هیچ کاری را نمی‌توان سرسری یا مطابق سلیقه شخصی انجام داد. تخطی از روش‌های استاندارد به شکست منجر می‌شود. معمولاً اگر دستورالعمل‌ها رعایت شوند راه‌حل‌ها با موفقیت اجرا می‌شوند. از طرف دیگر،

در سیستم‌های بغرنج می‌توان **معیارهای موفقیت** را تعیین کرد و پیامدهای هر مداخله‌ای را با معیارهای تعیین شده ارزیابی کرد. سیستم‌های بغرنج اگرچه اجزای فراوانی دارند اما به دلیل **فقدان** تعامل ارگانیک بین اجزا، روابط مکانیکی بر آن‌ها حاکم است. بنابراین متخصص‌ها می‌توانند روابط علّی و مشکلات و راه‌حل‌ها را کشف کنند و راه‌حل‌ها را با موفقیت اجرا کنند. برای مثال، نشانه رفع نقص موتور یک ماشین یا هواپیما این است که پس از رفع نقص ماشین یا هواپیما درست کار می‌کند.

سیستم‌های بغرنج نیاز به **کنترل** دقیق **و نظم** دارند. چون بین اجزای سیستم‌های بغرنج روابط مکانیکی است باید همه چیز به دقت کنترل شود و وجود نظم برای موفقیت این سیسم‌ها ضروری است. بالاترین نظم‌ها در جهان بر سیستم‌های بغرنج حاکم هستند و هر چه یک سیستم بغرنج‌تر باشد نیازمند نظم بیشتری خواهد بود. سیستم‌های بغرنج نیاز به اطلاعات، برنامه‌ها، قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های جامع دارند. در یک عمل جراحی بغرنج، ممکن است قوانین، مقررات یا دستورالعمل‌های نانوشته

وجود داشته باشند اما در یک سیستم هواپیما هر کار کوچکی باید بر اساس قوانین و مقررات و دستورالعل‌ها انجام گیرد. ضمناً تمام اطلاعات سیستم هواپیما در همه شرایط ضبط می‌شود زیرا ممکن است در شرایط خاصی از این اطلاعات برای تصمیم‌گیری و اقدام استفاده شود.

نکته‌ای که دانستن آن از ابتدا برای همگان ضروری است این است که هیچ‌یک از ویژگی‌های سیستم‌های ساده و بغرنج در رابطه با سیستم‌های پیچیده صادق نیستند. بنابراین، با وجود اینکه نمی‌توانیم سیستم‌های پیچیده را بر اساس این اصول اداره کنیم، اما شوربختانه همه اندوخته ما در طول عمرمان اغلب از سیستم‌های ساده و گاهی از سیستم‌های بغرنج به وجود آمده‌اند و تقریباً همیشه سیستم‌های پیچیده را بر اساس همین ویژگی‌ها یا اصول اداره می‌کنیم. بحث درباره ویژگی‌های سیستم‌های ساده و بغرنج فقط از این نظر مهم است که بدانیم سیستم‌های پیچیده را معمولاً بر اساس این ویژگی‌ها اداره می‌کنیم. به جای خود توضیح خواهم کرد که با کاربرد این ویژگی‌ها در سیستم‌های پیچیده، چه مشکلات عظیمی برای این سیستم‌ها به وجود می‌آوریم! به

این مقدار بسنده می‌کنم و در ادامه یک سیستم را تعریف خواهم کرد. اما قبل از ارایه تعریف، باید تاکید کنم که تعریف ارایه شده و همه فصل‌های بعدی این کتاب فقط شامل سیستم‌های پیچیده می‌شوند. اصولاً موضوع تفکرسیستم‌ها/علم سیستم‌ها/علم پیچیدگی مطالعه و ارتقای سیستم‌های پیچیده است.

تعریف یک سیستم

با توجه به توضیح بالا، تعریفی که از یک سیستم ارایه می‌دهم در واقع تعریف یک سیستم پیچیده است. از منظر دمینگ یک سیستم شبکه‌ای از اجزای بهم وابسته است که برای دستیابی به هدف سیستم با هم کار می‌کنند.[1] میدوز سیستم را چنین تعریف کرده است: یک سیستم شامل مجموعه‌ای از عناصر یا اجزایی است که اتصال و ارتباط متقابل دارند و برای دستیابی به یک هدف با هم کار می‌کنند.[2] در تعریف اول عبارت **اجزای بهم وابسته** و واژه **هدف** و در تعریف

[1] W. Edwards Deming. (1993) the New Economics for Industry, Government, and Education. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
[2] Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green.

میدوز عبارت **اتصال و ارتباط متقابل** و واژه **هدف** بسیار کلیدی هستند. این دو اشاره می‌کنند به اینکه اتصال و ارتباط متقابل و نحوه تعامل و همکاری اجزای یک سیستم و هدفی که یک سیستم دنبال می‌کند به ترتیب **هویت** و **عملکرد** آن سیستم را تشکیل می‌دهند.

براساس دو تعریف ارایه شده در بالا، هر سیستم از سه بخش تشکیل می‌شود: اجزای سیستم، روابط و تعامل بین اجزا و هدف سیستم. اجزای یک سیستم آشکارترین بخش یک سیستم هستند. برای مثال شما با یک نگاه سطحی می‌توانید صدها جزء سیستم بزرگ وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی یا یک دانشگاه یا یک بیمارستان یا یک سازمان را نام ببرید. اگرچه اجزای یک سیستم مهم هستند اما با تمرکز بر اجزای یک سیستم ــ برای مثال فقط با اضافه یا کم کردن اجزا و یا ارتقا و بهنیه کردن عملکرد اجزا ــ نه تنها نمی‌توان عملکرد کل سیستم را ارتقا داد بلکه در بیشتر مواقع تلاش برای ارتقای جزئی از یک سیستم به بدتر شدن عملکرد کل سیستم منجر می‌شود. برای مثال، اگر اعلام شود که استخدام فلان تعداد نیروی انسانی یا خرید فلان تجهیزات یا

گسترش فلان مقدار فضاهای فیریکی به ارتقای عملکرد یک بیمارستان یا هر سیستم پیچیده دیگری منجر خواهد شد، ادعای درستی نیست. ضمناً باید تاکید کنم که **بهترین** اجزا در یک سیستم **بد**، بدترین عملکرد را خواهند داشت. بنابراین، اگرچه اجزا باید وجود باشند اما صِرف تغییر اجزای یک سیستم، در تغییر رفتار آن سیستم به عنوان یک کل نقش ناچیزی دارد و در مواردی به نتایج معکوس منجر می‌شود.

اما با تغییر روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم ممکن است آن سیستم به کلی تغییر کند، اگرچه همان بازیگران حضور داشته باشند. اتصال و ارتباط متقابل بین اجزای یک سازمان موجب می‌شود که به عنوان یک سیستم عمل کند و بیش از جمع اجزای خودش باشد. زیرا یک سیستم شامل ویژگی‌هایی است که این ویژگی‌ها **مختص** آن سیستم هستند و این ویژگی‌ها را نمی‌توان در **هیچ‌یک** از اجزای سیستم پیدا کرد. به بیان دیگر، یک سیستم شامل مجموع اجزای آن نیست که در آن ۴=۲+۲ باشد. اگر چنین بود می‌توانستیم نتیجه‌گیری کنیم که اگر هر یک از اجزای یک سیستم عملکرد مطلوب داشته باشند، کل سیستم عملکرد مطلوب خواهد

داشت. این صد درصد نادرست است. عملکرد یک سیستم حاصل نحوه تعامل و همکاری بین اجزای آن سیستم است. هرچه تعامل و همکاری بین اجزای یک سیستم بیشتر باشد، عملکرد آن سیستم بهتر خواهد بود و می‌توانیم برای مثال بگوییم که ۲+۲ هشت خواهد شد. ولی هرچه تعامل و همکاری کمتر باشد عملکرد سیستم بدتر خواهد بود و می‌توانیم بگوییم که برای مثال ۲+۲ یک خواهد شد. شما با مدیریت روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم می‌توانید آن سیستم را متحول کنید.

تغییر هدف یک سیستم نیز می‌تواند به تغییر بنیادیِ آن منجر شود. اگر شما بازیگران و قواعد بازی (روابط و تعامل بین بازیگران) را حفظ کنید و هدف سیستم را از برنده بودن به بازنده بودن تغییر دهید، رفتار سیستم به کلی تغییر خواهد کرد. تغییر هدف، سیستم را به طور بنیادی تغییر می‌دهد، حتی اگر همه اجزا و روابط متقابلِ بین اجزا حفظ شوند. برای مثال، تصور کنید یک تیم فوتبال درجه یک وجود دارد که در بازی با یک از رقبا بازی فوق‌العادی به نمایش می‌گذارد و اغلب قویترین تیم‌ها را شکست می‌دهد. اما اگر در یک بازی با یک

تیم ضعیف، به اعضای تیم دیکته شود که در این بازی تیم باید ببازد ــ تغییر هدف ــ این تیم یکی از بدترین بازی‌های ممکن را به نمایش خواهد گذاشت. در سایر سیستم‌ها نیز چنین است.

البته به این گفته دمینگ باید توجه کرد که بدون هدف سیستمی وجود ندارد. لازم است یک سیستم هدف روشن و مشترکی داشته باشد تا همه اجزای سیستم با آن هدف همسویی پیدا کنند و حرکت موزون و هماهنگ برای نیل به هدف، به تعامل و همکاری بین اجزا معنا ببخشد.

در یک جمع‌بندی کوتاه بایداشاره کنم که برای مثال وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می‌تواند پزشک خانواده را به عنوان یک جزء به این سیستم اضافه کند. اضافه کردن پزشک خانواده بر ارتقای عملکرد سیستم جاری تاثیر قابل توجهی نخواهد داشت، مگر آنکه روابط و تعامل آن با سیستم بزرگتر بدقت مشخص شود و از اضافه کردن آن به سیستم، هدف روشنی دنبال شود و این هدف به هدف مشترک کل سیستم تبدیل شود. در غیر این صورت، ممکن است در دراز مدت پزشک خانواده به یک معضل بزرگ وزارت بهداشت،

درمان و آموزش پزشکی تبدیل شود. هم اکنون در بسیاری از استان‌ها مشکلات پزشک خانواده خودشان را نشان می‌دهند.

فصل۲

نیاز به علم سیستم‌ها

بشر به دنبال حل مشکلات و ارتقای وضعیت موجود است، اما اگر سیستم‌ها را نبینیم، به آن‌ها فکر نکنیم و آن‌ها را درک نکنیم ممکن است به جای حل مشکلات و ارتقای عملکرد سیستم‌ها، مشکلاتی به مراتب بزرگتر، پیچیده‌تر و مزمن‌تر ایجاد کنیم. در عمل چنین مشکلاتی را ایجاد کرده‌ایم و از حل بسیاری از آن‌ها نیز عاجز مانده‌ایم.

ما برای کارکردن با سیستم‌ها، درک ساختار سیستم‌ها، پی‌بردن به ریشه رفتار سیستم‌ها و ارتقای عملکرد آن‌ها نیازمند علم سیستم‌ها هستیم. علم سیستم‌ها ابزار و

سازوکارهای لازم برای مطالعه سیستم‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد. در زیر فهرستی از مواجهه با موضوعات یا مشکلاتی را ارایه خواهم داد که نشان می‌دهند نیاز به علم سیستم‌ها داریم. هرچه بیشتر به این موارد فکر کنیم، نیاز به علم سیستم‌ها را بهتر درک خواهیم کرد. موارد مطرح شده در واقع مباحث **نظری** و جنبه‌های **عملی** علم سیستم‌ها را به صورت ادغام یافته ارایه می‌دهند. بنابراین، فرصت مناسبی برای یک برداشت و فهم کلی از علم سیستم‌ها را فراهم می‌سازند.

اگر در دانشگاهی، دانشکده‌ای، بیمارستانی، معاونتی یا مرکز سلامتی کار می‌کنید و همواره به دنبال ارتقای عملکرد آن هستید ولی **توفیق چندانی** پیدا نکرده‌اید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. ممکن است برای ارتقای عملکرد سازمان‌تان سال‌ها تلاش کرده‌اید؛ شاید رویکردها، راهبردها، روش‌ها و ابزار مختلف را آزمون کرده‌اید ولی تغییر قابل توجهی به وجود نیامده است. شاید شبانه‌روز به سازمان‌تان فشار آورده‌اید که اندکی عملکرد آن را ارتقا دهید ولی هرچه بیشتر فشار وارد کرده‌اید بیشتر با مقاومت مواجه شده‌اید. این نشان می‌دهد

که شما برای ارتقای سیستم‌ها از رویکرد **غیرسیستمی** ــ که اغلب اساس تلاش‌های ما برای ارتقای عملکرد سازمان‌ها را تشکیل می‌دهند ــ استفاده کرده‌اید. ارتقای سیستم‌ها با رویکرد غیرسیستمی ممکن نیست.

اگر **سیاستگذاری** هستید که درک نمی‌کنید چرا بعضی از سیاست‌ها با شکست مواجه می‌شوند یا به نتایج مورد انتظار منجر نمی‌شوند یا مشکلات جدیدی ایجاد می‌کنند، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. چه سیاست‌هایی که با حسن نیت و با آرزو و امیدِ نتایج مثبت اجرا شده‌اند که در اندک مدتی اثر خود را از دست داده‌اند یا به بوته فراموشی سپرده شده‌اند. در سیستم‌های پیچیده که رفتار غیرقابل پیش‌بینی دارند پیامدهای سیاست‌ها قابل پیش‌بینی نیستند. بنابراین، بین یک سیاست و پیامدهای مورد انتظار آن رابطه مستقیمی وجود ندارد و اگر تصور کنیم که فلان سیاست را اجرا می‌کنیم و به فلان نتایج نایل می‌شویم، سخت در اشتباه هستیم.

اگر **مدیری** هستید که برای حل مشکلات مهمی در سازمان خود به شدت کار می‌کنید ولی نه تنها مشکلات حل نمی‌شوند بلکه به طور مستمر با **چالش‌های جدیدی** مواجه می‌شوید، شما

نیاز به علم سیستم‌ها دارید. اصولاً مشکلاتِ سیستم‌ها را **خود ما** ایجاد می‌کنیم. سیاست‌ها، تصمیمات و راه‌حل‌های دیروز ما، مشکلات امروز ما را به وجود آورده‌اند. ولی به دلیل فاصله زمانی و مکانیِ بین این دو، اغلب درک نمی‌کنیم که چالش‌های امروز را راه‌حل‌های دیروز ایجاد کرده‌اند و اقدامات امروز ما هرچند منطقی و قابل توجیه، مشکلات و چالش‌های فردا را به وجود خواهند آورد.

اگر به عنوان **مدافعِ** تغییر در یک سازمان، می‌بینید که چگونه سال‌ها پیشرفت سازمان شما با یک یا چند **اقدام کوچک** بر باد می‌رود، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. رفتار سیستم‌ها را ساختار آن‌ها به وجود می‌آورند و چون در بیشتر مواقع رابطه بین این دو را درک نمی‌کنیم، نمی‌فهمیم که چرا سازمانی که با شتاب اوج می‌گرفت به ناگهان با همان شتاب یا بیشتر سیر نزولی پیدا می‌کند. رشد تصاعدی یک سیستم پیچیده ممکن است با یک اقدام کوچک که اثر یک حلقه بازخورد مثبت را معکوس می‌کند به یک افول تصاعدی تبدیل شود. معمولاً این برای ما قابل درک نیست زیرا ریشه در ساختار سیستم دارد و ما از آن بی‌خبریم.

اگر کلافه شده‌اید از اینکه علی‌رغم تلاش‌های مستمر و برنامه‌ریزی شده، ایجاد تغییر مثبت و پایدار در سازمان شما **خیلی دشوار** است، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. سازمان‌ها را نمی‌توان با سیاست‌ها، تصمیمات و اقدامات **بی‌حساب** یا **حساب‌شده** به راحتی تغییر داد. مقاومت به تغییر را باید در **ساختار** سیستم‌ها جستجو کرد. اگر شما در سطح حوادث اقدام کنید موفق نخواهید شد چیزی را تغییر دهید. فقط کسانی درک می‌کنند که چرا به راحتی نمی‌توان در سیستم‌ها تغییرات مثبتِ پایدار ایجاد کرد که با علم سیستم‌ها آشنایی کافی دارند.

اگر **به محض** مشاهده یک مشکل بلافاصله به دنبال **مقصر** می‌گردید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. ما باید بدانیم که مشکلات سیستم‌ها از **خود سیستم‌ها** ناشی می‌شوند ــ یعنی ما با **الگوهای ذهنی** خودمان ساختار سیستم‌ها و در نتیجه مشکلات خودمان را ایجاد می‌کنیم ــ دنبال مقصر گشتن به معنای عدم درک رفتار سیستم‌ها است. به دنبال مقصر بودن به معنای اعتقاد به رابطه خطی در سیستم‌ها و غفلت از روابط

غیرخطی در آن‌ها است. فقط در یک رابطه خطی می‌توان گفت که برای مثال «الف» به «ب» منجر خواهد شد. در حالی که در سیستم‌های پیچیده چنین رابطه‌ای وجود ندارد بلکه روابط حلقوی هستند و بین یک مداخله با یک پیامد یا یک معلول و یک علت رابطه مستقیم و روشنی وجود ندارد.

اگر می‌بینید که بعضی مشکلات بارها و بارها **تکرار** می‌شوند و نمی‌دانید چرا تکرار می‌شوند و یا چگونه باید حل‌شان کرد، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. این نشان می‌دهد که ما با **الگوهای رفتاری** سیستم‌ها آشنایی نداریم و قادر نیستیم ریشه مشکلات را پیدا کرده و آن‌ها را به طور ریشه‌ای حل کنیم. یعنی با هر مشکل به عنوان یک **حادثه‌ی مجزا** برخورد می‌کنیم و برای حل آن، یک رویکرد **مبتنی بر حادثه** اتخاذ می‌کنیم. در نتیجه، امروز مشکل را حل می‌کنیم، بعد از مدتی دوباره مشکل برمی‌گردد و ما به خیال اینکه راه‌حل ما در گذشته مفید بوده است اما به حد کافی از آن استفاده نکرده بودیم، دوباره همان راه‌حل را با شدت بیشتری بکار می‌گیریم. از آن‌جا که چنین راه‌حل‌های بریده از ساختار سیستم‌ها اثرات موقت دارند، مشکل بارها و بارها برمی‌گردد.

اگر می‌بینید که **راه‌حل‌های فوری** شما مشکل را به طور موقت حل می‌کنند اما مشکل را به مکانی دیگر یا زمانی دیگر منتقل می‌کنند یا مشکلات دیگری ایجاد می‌کنند که گاهی بزرگتر و گسترده‌ترند، شما به نیاز علم سیستم‌ها دارید. ما در بیشتر سازمان‌ها و در بیشتر مواقع به محض مشاهده علایم مشکل، بدون پی‌بردن به ریشه آن، فوراً اقدام می‌کنیم. گاهی به راه‌حل‌ها و اقدامات فوری **اعتیاد** پیدا می‌کنیم. ما با استفاده از راه‌حل فوری فقط مشکل را به زمانی دیگر و مکانی دیگر منتقل می‌کنیم، غافل از اینکه مشکل ممکن است حادتر و شدیدتر از گذشته دوباره سربرآورد.

اگر با توجه به شناخت خوبی که از واحد خود دارید برای **ارتقای عملکرد** آن بهترین تصمیم ممکن را می‌گیرید ولی تصمیم شما به **زیان** کل سازمان تمام می‌شود و نمی‌دانید چرا، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. در یک سیستم تلاش برای بهنیه کردن رفتار بخشی از آن، اغلب به زیان کل سیستم تمام می‌شود. گاهی ممکن است برای دستیابی به رفتار بهینه در یک سیستم، از رفتار بهینه بعضی از اجزای آن صرف‌نظر کنیم. رفتار هر قسمت از یک سیستم باید با رفتار کل سیستم تناسب

داشته باشد در غیر این صورت، سازمان شما ممکن است **سیستم بودن** خودش را از دست بدهد.

اگر تصور می‌کنید که در گذشته سیاستگذاران **سیاست‌های نادرستی** را اتخاذ کرده‌اند یا سیاست‌های درست را **نادرست** اجرا کرده‌اند، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. در سیستم‌های پیچیده نمی‌توانیم پیامدهای یک سیاست را پیش‌بینی کنیم. بنابراین همه سیاست‌ها در سیستم‌های پیچیده ممکن است پیامدهای منفی ناخواسته داشته باشند؛ همه سیاست‌ها ممکن است مشکلاتی را حل کنند و مشکلات جدیدی را به وجود آورند. بنابراین درست یا نادرست بودن یک سیاست مطرح نیست بلکه آگاهی از بروز مشکلات احتمالی و آمادگی برای برخورد با آن‌ها حایز اهمیت است.

اگر می‌بینید بعضی سیاست‌های سال‌های گذشته که با **حسن نیت**، **انرژی** و **هزینه** زیاد اجرا شده‌اند ولی امروز به **ضد** آنچه انتظار می‌رفت تبدیل شده‌اند و نمی‌دانید چرا، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. برای مثال، سیاست ادغام نظام‌های آموزش پزشکی و ارایه خدمات سلامت از منطق قوی و نتایج احتمالی قابل دفاع برخوردار بود ولی امروز به جایی رسیده

است که موجودیت هر دو بخش در معرض خطر قرارگرفته است. در عمل چیزی به اسم سیستم وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی وجود ندارد. ما فقط اجزای یک سیستم موهوم را داریم که در بیشتر موارد بی‌اطلاع از سایر اجزا کارشان را انجام می‌دهند. یعنی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی سیستم بودنش را از دست داده است و این بزرگترین اتفاق منفی است که می‌توانست اتفاق بیفتد. اما به نظر می‌رسد که شهامت مواجهه با این معضل بزرگ را نیز نداریم.

اگر می‌بینید که با **تمرکز بر اجزای** یک سیستم، عملکرد آن ارتقا نمی‌یابد و نمی‌دانید چرا، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. هویت و رفتار یک سیستم را روابط و تعامل بین اجزای آن سیستم به وجود می‌آورند، به همین دلیل رفتار یک سیستم تابعی از رفتار **هیچ‌یک** از اجزای آن سیستم نیست. در نتیجه، تمرکز بر اجزای یک سیستم **محال است** که به بهبود عملکرد کل سیستم منجر شود. ولی می‌توان با اطمینان بیان کرد که تمرکز بر اجزا حتماً به تضعیف کل سیستم و افول یا سقوط آن منجر خواهد شد.

اگر می‌بینید که رفتارهای **منطقیِ** اعضای یک سازمان به پیامدهای نامطلوب یا به نتایج وحشتناک منجر می‌شوند و نمی‌دانید چرا، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. رفتار سیستم‌ها تابعی از **رفتار منطقی** یا **درست** اعضای یک سازمان نیست بلکه رفتار سیستم‌ها را ساختار یا روابط و تعامل پیچیده غیرخطیِ بین اجزای آن‌ها به وجود می‌آورد. در سیستم‌های پیچیده بروز یک مشکل یا یک حادثه لزوماً نشان‌دهنده رفتار نادرست یا اشتباه افراد نیست، بلکه حتی اگر افراد رفتار درست و بدون اشتباه نیز داشته باشند ممکن است مشکلات به وجود آیند. مشکلات از ساختار سیستم‌ها ناشی می‌شوند. تمرکز بر افراد فرصت پرداختن به ریشه مشکل را از ما می‌گیرد. اگر بخواهید رفتار یک سیستم را تغییر دهید باید ساختار آن را تغییر دهید. البته از آن‌جا که ساختار بر اساس الگوی‌های ذهنی[1] کسانی که در درون یک سیستم کار می‌کنند شکل می‌گیرد، تغییر الگوهای ذهنی تاثیر **پایدارتری** بر ساختار و در نتیجه رفتار یک سیستم دارد.

[1] Mental models

اگر برای برخورد با یک مشکل به دنبال کشف **رابطه علّی** بین مشکل به عنوان معلول و عامل به وجود آورنده آن به عنوان علت می‌گردید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. ما سازمان‌ها را معمولاً براساس **دیدگاه خطی** اداره می‌کنیم. بر این اساس، زمانی که با مشکلی مواجه می‌شویم، به دنبال علتی می‌گردیم که آن را به وجود آورده است. این در حالی است که روابط موجود در سیستم‌ها غیرخطی هستند. یعنی نمی‌توان بین یک معلول با یک علت یک رابطه مستقیم تصور کرد. به بیان دیگر، در سیستم‌های پیچیده علت‌ها و معلول‌ها غیرمستقیم و چند لایه هستند و در بیشتر مواقع فاصله زمانی و مکانی دارند. این موضوع، توسل به **راه‌حل‌های خطیِ ساده** برای حل مشکلات سیستم‌ها را غیرممکن می‌سازد.

اگر درک نمی‌کنید که چرا حوادث در بیشتر مواقع بسیار **سریعتر** یا **کندتر** از آنچه فکر می‌کنید اتفاق می‌افتند، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. گفتیم که رفتار یک سیستم را ساختار آن سیستم به وجود می‌آورد. برای مثال، نوع خاصی از ساختار سیستم‌ها موجب رشد صعودی سازمان‌ها یا افول سریع آن‌ها می‌شود. گاهی رشد یا افول یک سیستم بقدری با سرعت

اتفاق می‌افتد که همه را حیرت‌زده می‌کند. از طرف دیگر، تاخیر در سیستم‌ها که موجب کندی در آن‌ها می‌شود نیز ریشه در ساختار سیستم‌ها دارد. تا زمانی که ما ساختار سیستم‌ها را درک نکنیم، ممکن است رفتار آن‌ها بارها و بارها ما را شگفت‌زده کند. اگر سیستمی در حال رشد سریع است باید مدیریت به فکر موانع احتمالی رشد باشد در غیر این صورت سیستم با **محدودیت رشد** مواجه خواهد شد. از طرف دیگر، اگر مدیریت درک درستی از تاخیرها در سیستم‌ها نداشته باشد ممکن است با مداخلات بی‌جا سیستم را دچار **نوسان** و **بی‌نظمی** بکند.

اگر تعجب می‌کنید از اینکه چرا کاری که همیشه مؤثر بوده است به طور **ناگهانی** اثرش را از دست می‌دهد و نمی‌دانید چرا یا اگر متعجب می‌شوید از اینکه چرا یک سیستم به طور ناگهانی و بدون هشدار قبلی رفتاری را نشان می‌دهد که هرگز پیش از آن ندیده بودید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. گفتیم که پیامدهای مداخلات ما در سیستم‌ها قابل پیش‌بینی نیستند و ساختار سیستم‌ها مشخص می‌کنند که یک مداخله چه مقدار و تا چه زمانی مؤثر خواهد بود یا اصلاً مؤثر نخواهد

بود. به همین دلیل است که می‌گوییم رفتار سیستم‌ها اغلب ما را شگفت‌زده می‌کنند. ولی فرق است میان کسانی که سیستم‌ها را درک می‌کنند و خودشان را برای مواجهه با چنین رفتارهایی آماده می‌کنند با کسانی که از دیدن چنین رفتارهای غیرمنتظره حیرت‌زده می‌شوند و نمی‌دانند چه باید بکنند. شاید بیشتر ما نه تنها آمادگی مواجهه با این رفتارها را نداریم بلکه حتی فکر نمی‌کنیم که رفتارها غیرمنتظره هستند!

اگر معتقدید که برای حل مشکلات بزرگ باید آن‌ها را به **اجزای کوچک** تقسیم کنید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. اشاره کردیم که سیستم‌ها مشکلات خودشان را به وجود می‌آورند. به عبارت دیگر، روابط و تعامل بین اجزا و سطوح مختلف یک سیستم ــ حتی اگر همه به وظایف‌شان درست عمل کنند ــ مشکلات را ایجاد می‌کنند. بنابراین برای پی‌بردن به ریشه مشکلات باید کل سیستم بعنوان واحد مطالعه مورد توجه قرارگیرد. تحلیل مشکلات به اجزای کوچکتر به معنای نادیده گرفتن روابط و تعامل پیچیده غیرخطی بین اجزا و سطوح مختلف یک سیستم است. بارها اشاره کرده‌ام که در سیستم‌های پیچیده **کل** بزرگتر از اجزای خودش است و

مشکلات یک سیستم را **فقط** در سطح آن سیستم ــ نه اجزای آن ــ می‌توان درک کرد.

اگر برای مشکلات سیستم‌ها به دنبال علل و عوامل **خارجی** می‌گردید و **خودتان** را در ایجاد مشکلات سهیم نمی‌دانید، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. تقریباً این یک رویه جا افتاده است که همه فکر می‌کنند دیگران، در درون یک سیستم یا بیرون آن، مشکلات را به وجود می‌آورند و هرگز تصور نمی‌کنند که **خودشان** در ایجاد مشکلات سهیم هستند. به قول یکی از صاحب‌نظران اگر ما خودمان را در ایجاد مشکلات سهیم ندانیم در راه‌حل‌ها نیز سهیم نخواهیم بود. به بیان دیگر، ما زمانی می‌توانیم به راه‌حل‌های سیستمی فکر کنیم که بپذیریم مشکلات سیستم را نیز خود ما ایجاد کرده‌ایم. این لزوماً بدین معنا نیست که تصمیمات، سیاست‌ها، مداخلات و اقدامات ما نادرست بوده‌اند، بلکه چنانکه بارها اشاره کرده‌ام راه‌حل‌های دیروزِ مشکلات سیستم‌ها، مشکلات امروز آن‌ها را به وجود آورده‌اند.

اگر در یک سازمان به عنوان یک سیستمِ پیچیده، همیشه نتیجه‌گیری می‌کنید که **فلان تصمیم** یا **فلان سیاست** شما به این

یا آن **نتیجه مطلوب** منجر شده است، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. نتیجه بالا از تفکر خطی ناشی می‌شود. البته همه ما تا حدودی علاقه داریم موفقیت‌ها را به خودمان نسبت دهیم و مشکلات را به گردن دیگران بیندازیم. اگر هر مداخله را یک اهرم تلقی کنیم در سیستم‌ها **هیچ** اهرمی به **هیچ** پیامدی متصل نیست.[1] نه موفقیت‌ها را با قطعیت می‌توان به مداخلات خاصی نسبت داد و نه شکست‌ها را به سهولت می‌توان به سیاست‌ها، تصمیمات یا رفتارهای خاصی نسبت داد. در هر موفقیت و شکستی علل بی‌شمارِ ناشی از روابط و تعامل بین اجزا و سطوح مختلف یک سیستم نقش دارند. با نگرش خطی به سازمان‌ها می‌توان موفقیت‌ها را به قهرمانانی نسبت داد که به طور مثال سازمان را از یک شرایط بحرانی عبور داده‌اند. در نگرش سیستم‌ها سازمان‌ها به جای قهرمانان، به رهبرانی نیاز دارند که خودشان و همه افراد سازمانی را به علم سیستم‌ها مجهز می‌کنند. این یکی از مهمترین مسؤولیت‌های رهبران سازمان‌ها است.

[1] Sherwood D. (2002) Seeing the Forest for the Trees: A Manager's Guide to Applying Systems Thinking. Nicholas Brealey Publishing. USA.

اگر برای **مشکلات مزمن**، برای مثال مشکل ارجاع در نظام ارایه خدمات، به دنبال راه‌حل‌های **ساده** می‌گردید اما می‌بینید که این مشکلات همچنان پابرجا هستند و نمی‌دانید چرا، نیاز به علم سیستم‌ها دارید. به نظر می‌رسد که سیستم‌ها در بیشتر مواقع چندان اعتنایی به مداخلات ما ندارند. به بیان دیگر، اگر سیستم‌ها را درک نکنیم، هر مداخله‌ای در آن‌ها، از طرف سیستم‌ها بی‌پاسخ می‌ماند یا مشکل را بدتر می‌کند. باید تاکید کنم که مشکلات سیستم‌ها راه‌حل‌های ساده ندارند، به همین دلیل گفته شده است که مشکلات سیستم‌ها راه‌حل‌های سیستمی نیاز دارند. چون مشکلات سیستم‌ها عمیق و چندلایه هستند و ریشه در روابط و تعامل بین اجزا و سطوح مختلف یک سیستم دارند **راه‌حل‌ها** نیز باید **آینه تمام نمای مشکلات** سیستم‌ها باشند. برای مثال تا کنون هیچ راه‌حلی که بتواند ارجاع را در نظام ارایه خدمات استقرار بخشد وجود نداشته است، زیرا استقرار ارجاع نیازمند راه‌حل سیستمی است و تا کنون برای استقرار آن، کسی در سطح سیستم‌ها کار نکرده است. راه‌حل‌های مشکلات سیستم‌های پیچیده باید **پیچیده** باشند!

اگر باور دارید که برای حل بعضی **مشکلاتِ سیستم‌ها** باید چیزی به اجزای آن‌ها اضافه شود یا چیزی از آن‌ها کم شود یا ادغامی انجام گیرد یا سند تحولی تدارک دیده شود، شما نیاز به علم سیستم‌ها دارید. این نیز از آن اشتباهات بسیار رایج و وحشتناکی است که متاسفانه سازمان‌های ما همواره گرفتار آن بوده‌اند . سند تحولی به دنبال سند تحول دیگر ــ معمولاً در فضای ذهنی و منفک از سیستم‌ها ــ تهیه می‌شود اما در عمل هیچ اتفاقی نمی‌افتد. فقط خیال تهیه‌کنندگان این اسناد راحت است که کاری کرده‌اند. بیشتر این اسنادِ به اصطلاح بالادستی، حذف، اضافه، ادغام و جدایی در سیستم‌ها را توصیه می‌کنند که نه تنها مشکلی را حل نمی‌کنند بلکه مشکلات جدیدی را به سیستم‌ها اضافه می‌کنند.

بیشتر ما نمی‌دانیم که اضافه کردن چیزی به سیستم‌ها یا حذف کردن چیزی از آن‌ها، یا ادغام اجزایی از سیستم‌ها یا جداکردن آن‌ها، رفتار سیستم‌ها را تعییر نمی‌دهد. ساختار سیستم‌ها رفتار آن‌ها را تعیین می‌کند. برای تغییر رفتار سیستم‌ها باید ساختار ــ روابط و تعامل بین اجزای آن‌ها یا حلقه‌های بارخورد ــ را تغییر دهید.

همه یا اغلب مواردی که تاکنون بحث کردیم با باورهای رایج، علم مدیریتی متداول در تضاد هستند. مواردی از آن‌ها دال بر ساده‌اندشی، تفکر خطی و رویکرد تحلیلی و تقلیلی هستند. موارد دیگری از آن‌ها از کاربرد طرز فکر بغرنج برای مدیریت سیستم‌های پیچیده ناشی می‌شوند. این موارد گویای این هستند که سیستم‌ها مشکلات خودشان را به وجود می‌آورند و برای حل مشکلات سیستم‌ها هیچ راهی بجز توسل به علم سیستم‌ها وجود ندارد. اضافه کردن چیزی به یک سیستم، کم‌کردن چیزی از یک سیستم، ادغام بعضی از اجزای یک سیستم، تهیه سند تحول، مامور کردن گروهی متخصص برای حل مشکلات و حتی تغییر سیاست‌ها و تصمیمات کارساز نیستند مگر آنکه در همه افراد سازمانی ــ و قبل از همه در مدیران ــ **ظرفیت سیستمیک** یا آشنایی کافی با علم سیستم‌ها ایجاد شود.

فصل ۳

ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده

در فصل ۱ ویژگی‌های سیستم‌های ساده و بغرج را توضیح دادم و اشاره کردم اگرچه هیچ‌یک از ویژگی‌های **سیستم‌های ساده** و **بغرنج** درباره سیستم‌های پیچیده صادق نیستند، اما تقریباً همیشه سیستم‌های پیچیده را بر اساس همین ویژگی‌ها اداره می‌کنیم. در این فصل توصیفی اجمالی از ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده، به ویژه منشأ این ویژگی‌ها، ارایه خواهم داد و بعضی از ویژگی‌ها را به دلیل اهمیتی که دارند در فصل‌های جداگانه‌ای به طور مشروح ارایه خواهم

داد. به هر حال، می‌دانیم که سیستم‌های پیچیده شامل اجزا و عوامل مستقلِ بهم مرتبط هستند. روابط و تعامل بین اجزا و عوامل یک سیستم پیچیده، **ساختار** آن را به وجود می‌آورند. اگر بخواهم **منشأ** همه ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده را در یک جمله خلاصه کنم باید بگویم که **روابط و تعامل** بین اجزا و عوامل یک سیستم پیچیده یا **ساختار** آن، منشأ **همه** ویژگی‌ها است. اجازه دهید تک تک ویژگی‌ها را نام برده و درباره هر یک اندکی توضیح بدهم.

سیستم‌ها پویا هستند. چون این امکان وجود دارد که روابط و تعامل بین اجزا و عوامل ـــ ساختار ـــ یک سیستم پیچیده به طور مستمر تغییر کند، بنابراین سیستم‌های پیچیده به طور مستمر تغییر می‌کنند. بدین معنا که چون رفتار سیستم‌های پیچیده را ساختار آن‌ها به وجود می‌آورد، در نتیجه رفتار سیستم‌های پیچیده به طور دایم تغییر می‌کند. معنای اینکه رفتار سیستم‌ها به طور مستمر تغییر می‌کند، این است که سیستم‌ها پویا هستند. ما زمانی پویایی سیستم‌ها را درک می‌کنیم که ساختار یا روابط و تعامل بین اجزا و عوامل آن‌ها

را مطالعه کنیم. راه دیگری برای درک پویایی سیستم‌ها وجود ندارد. برای مطالعه پویایی سیستم‌ها شاخه‌ای از علم سیستم‌ها به نام **پویایی سیستم**[1] به وجود آمده است. پویایی سیستم روشی را برای مطالعه **آزمایشگاهی** یا **مجازی** تغییر ساختار سیستم‌ها ــ با اتخاذ سیاست‌های مختلف ــ ارایه می‌دهد. این کار مهم توسط نرم‌افزارهای رایانه‌ای انجام می‌گیرد که در کتاب دیگری ارایه خواهد شد.

سیستم‌ها غیر قابل شناخت هستند. روابط و تعامل گسترده بین اجزا و عوامل سیستم‌های پیچیده و تغییر مستمر این روابط و تعامل، امکان شناخت این سیستم‌ها را از ما می‌گیرد. شاید بلافاصله این سؤال مطرح شود که اگر سیستم‌ها غیرقابل شناخت هستند پس چگونه می‌توان آن‌ها را مدیریت کرد. سؤال مهمی است! در پاسخ باید بگویم اگرچه سیستم‌ها اساساً غیرقابل شناخت هستند اما معمولاً **الگوهای ساختاری و رفتاری** مشخصی دارند که می‌توان براساس این الگوها، به روابط و تعامل حاکم بر اجزا و عوامل این سیستم‌ها در هر

[1] System dynamics

مقطعی از زمان پی‌برد. مطالعه الگوهای رفتاری به معنای درک سیستم‌ها است. اگر گفته شده است که درک سیستم‌ها مهمتر از اقدام در آن‌ها است به این معنا است. اما، بیشتر اقدامات ما در سیستم‌ها قبل از درک آن‌ها انجام می‌گیرند!

رفتار سیستم‌ها غیرقابل پیش‌بینی است. چرا رفتار سیستم‌ها غیر قابل پیش‌بینی است؟ زیرا روابط و تعامل **غیرخطیِ** بین اجزا و عوامل، پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده را غیرممکن می‌سازد. قبلاً اشاره کرده‌ام که روابط و تعامل بین اجزا و عوامل یا ساختار سیستم‌ها، به اراده مدیران شکل نمی‌گیرد یا در کنترل آنان نیست. اینکه رفتار سیستم‌ها غیرقابل پیش‌بینی است، مداخله در آن‌ها را با دشواری مواجه می‌سازد زیرا هر مداخله‌ای ممکن است سیستمی را که در سراشیبی قرارگرفته بود با سرعت بیشتر و بیشتر با سقوط مواجه سازد. به همین دلیل گفته شده است که رفتار سیستم‌ها سرکش است؛ هیچ‌کس نمی‌تواند رفتار یک سیستم پیچیده را کنترل کند. رفتار سرکش سیستم‌ها هشداری است برای ما که نباید چشم‌بسته **مداخله‌های بزرگی** را در سیستم‌های

بزرگ به عمل آوریم؛ برای اینکه نه تنها امکان شکست بسیار بالا است، بلکه امکان انهدام سیستم نیز بسیار محتمل است.

سیستم‌ها غیرقابل کنترل هستند. اگرچه در بالا به غیرقابل کنترل بودن سیستم‌ها اشاره کردم ولی به دلیل اهمیت موضوع از نظر مدیریت سیستم‌ها، لازم است قدری بیشتر در این باره توضیح دهم. قبلاً اشاره کرده‌ام که اجزا و عوامل یک سیستم پیچیده **مستقل** هستند، **اتصال و ارتباط مقابل** دارند و بر اساس **قوانین ساده** و **اطلاعات موضعی** رفتار می‌کنند. بنابراین روابط و تعامل بین اجزا و عوامل یک سیستم پیچیده را نمی‌توان با دستورات از بالا به پایین، قوانین و مقررات یا هر ابزار دیگری کنترل کرد. این بدین معنا است که مدیران باید کنترل سیستم‌ها را از سرشان بیرون کنند؛ هرگز نباید تصور کنند که می‌توانند سیستم‌ها را کنترل کنند. آنان باید به جای فکر کردن به کنترل سیستم‌ها، فکر کنند که چگونه می‌توانند روابط و تعامل بین اجزا و عوامل را گسترش دهند تا اتفاقات خوبی اتفاق بیفتند!

در سیستم‌های پیچیده همه چیز با همه چیز مرتبط است. همه اجزا و عناصر یک سیستم پیچیده در درون **شبکه‌ای از روابط** و

تعامل بهم مرتبط هستند. اصولاً این شبکه روابط و تعامل است که **هویت** یک سیستم یعنی **سیستم بودن** یک سیستم را به وجود می‌آورد. به محض اینکه شما اجزا و عناصر یک سیستم را از هم جدا کنید، سیستم از بین می‌رود. اینکه چگونه استقلال اجزا و عناصر یک سیستم به **یکپارچگی** آن منجر می‌شود معجزه‌ای است که آن را روابط و تعامل بین اجزا و عناصر رقم می‌زند. حال اگر روابط و تعامل بین اجزا و عناصر یک سیستم، برای مثال نظام ارایه خدمات، مورد غفلت و فراموشی قرارگیرد و مدیران این روابط و تعامل را رها کنند آیا در این صورت سیستمی وجود خواهد داشت؟ پاسخ روشن است: نه! گاهی که گفته می‌شود فلان سیستم، سیستم بودنش را از دست داده است به همین معنا است.

سیستم‌ها به گذشته و تاریخچه خود وابسته هستند. وضعیت امروز هر سیستم حاصل گذشته و تاریخچه آن سیستم است. هیچ سیستم موجودی را نمی‌توان با نادیده گرفتن گذشته آن مدیریت کرد. از طرف دیگر، آنچه در گذشته اتفاق افتاده است قابل تکرار نیست؛ یعنی سیستم‌ها قابل تکرار نیستند. این پیام مهمی برای مدیران دارد و آن اینکه

گذشتگان سیستم موجود را ــ خوب یا بد ــ ساخته‌اند و شما سیستم آینده را می‌سازید. چالش‌ها و مشکلات امروز نیز از سیاست‌ها و راه‌حل‌های دیروز به ارث رسیده‌اند؛ منتها این نه به این معنا است که آن‌ها نادرست یا اشتباه بوده‌اند. بنابراین شما هرچه بیشتر سیستم‌ها را درک کنید بهتر می‌توانید خودتان را برای ناشناخته‌ها آماده کنید و اگر درک نکنید، چالش‌ها و مشکلات مزمن غیرقابل حل بیشتری را برای آینده ایجاد خواهیم کرد.

در سیستم‌ها نظم‌های خودجوش به وجود می‌آیند. روابط و تعامل بین اجزا و عوامل سیستم‌های پیچیده به ایجاد ساختارهای جدید و افزایش پیچیدگی این سیستم‌ها منجر می‌شود. این پدیده را علمای علم سیستم‌ها خودسامان‌بخشی یا به وجودآمدن نظم‌های خودجوش می‌نامند[1]. افزایش پیچیدگی یک پدیده منفی نیست بلکه یک پدیده کاملاً مثبت است. زیرا افزایش پیچیدگی **فرصت‌های** بیشتری را برای یادگیری، سازگاری، خلاقیت و نوآوری فراهم می‌سازد. تاکید می‌کنم که این نظم‌ها خودجوش هستند و کسی در ایجاد آن‌ها دخالتی

[1] Self-organization

ندارد. اینکه در سازمان‌های ما نظم‌های خودجوش کمتر دیده می‌شوند به این علت است که مدیران به روش‌های مختلف روابط و تعامل **طبیعی** بین اجزا و عناصر این سیستم‌ها را مختل می‌کنند. این نظم‌های خودجوش در همه سیستم‌های پیچیده امکان ظهور دارند: در یک دانشکده، یک دانشگاه، یک بیمارستان، یک جامعه، یک کشور یا یک اقتصاد، یک زیست‌بوم و غیره. بدترین چیزی که می‌تواند سد راه این نظم‌های خودجوش شود مدیریت سیستم‌های پیچیده بعنوان سیستم‌های **بغرنج** است؛ یعنی **تحمیل** نظم ساختگی، قوانین و مقررات زیاد، برنامه‌ها و اسناد که همه این‌ها در یک سیستم پیچیده خفگی و ایستایی ایجاد می‌کنند و سیستم را به سوی مرگ سوق می‌دهند.

در سیستم‌های پیچیده قطعیت وجود ندارد. با توجه به پیچیدگی سیستم‌ها، پویایی مستمر آن‌ها، وجود تاخیرها و پدیدار شدن ساختارها و رفتارهای نو[1] در سیستم‌های پیچیده قطعیت وجود ندارد. اگر در یک سیستم پیچیده مداخله‌ای انجام گیرد

[1] پدیدارشدن ساختارها، رفتارها و ویژگی‌ها نو در سیستم‌ها را emergemce می‌نامند که در ادامه درباره آن توضیح خواهم داد.

با قطعیت نمی‌توان پیامدهای آن را پیش‌بینی کرد. به بیان دیگر، سیستم‌های پیچیده قابل پیش‌بینی نیستند. شما در یک سیستم پیچیده نمی‌توانید ادعا کنید که من این کار را انجام دادم و فلان نتایج حاصل شد. چنین ادعایی مبتنی بر روابط خطی است و گفتیم که در سیستم‌های پیچیده روابط غیرخطی هستند. شما فقط می‌توانید اقدامی را انجام دهید و امیدوار باشید که پیامد مثبتی داشته باشد. توجه کنید که در سیستم‌های پیچیده روابط اغلب **ناآشکار**، **غیرمستقیم**، **دوطرفه** و **چند لایه** هستند. در چنین شرایطی پیش‌بینی پیامدهای یک اقدام غیرممکن است! پیام عدم قطعیت برای مدیران این است که هرگز با قاطعیت اظهار نظر نکنند که فلان برنامه، یا سیاست یا تصمیم یا اقدام به فلان نتایج منجر خواهد شد زیرا امکان چنین پیش‌بینی‌ای وجود ندارد.

در سیستم‌های پیچیده به طور مستمر ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو پدیدار می‌شوند. پدیدار شدن ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو را اصطلاحاً پدیدارشدن[۱] می‌نامند. گفته می‌شود

[۱] به پانوشت صفحه ۵۹ رجوع کنید.

که همه ویژگی‌ها و رفتارهای سیستم‌های پیچیده از درون **روابط و تعامل** بین اجزا و عناصر این سیستم‌ها پدیدار می‌شوند. برای مثال، عملکرد خوب یا بد یک سیستم پیچیده، کیفیت و ایمنی بیمار، اثربخشی و کارآیی خدمات همه از درون روابط و تعامل بین اجزا و عناصر یک سیستم به وجود می‌آیند. شما نمی‌توانید **به زور** عملکرد یک سیستم را ارتقا دهید یا کیفیت خدمات را بهبود بخشید یا ایمنی بیمار را افزایش دهید. با این توصیف، به نظر می‌رسد که یک سیستم اگر واقعاً سیستم باشد، یعنی روابط و تعامل بین اجزا و عناصر آن به صورت کاملاً طبیعی اتفاق افتند، هدف سیستم هرچه باشد به آن دست خواهد یافت. تحقق این موارد با هر روش غیرطبیعی ــ هرچه که باشد ــ پرهزینه بوده و با عوارض بلندمدت فراوانی همراه خواهد شد.

سیستم‌های پیچیده رفتارهای غیرمنتظره و شگفتی‌آور نشان می‌دهند. در سیستم‌هایی که غیرقابل شناخت هستند، غیر قابل پیش‌بینی هستند و غیر قابل کنترل هستند، هر اقدامی ممکن است نتایج **غیرمنتظره** و **شگفتی‌آور** داشته باشد. اجازه دهید دو مثال از محیط زیست بزنم. در افریقا به گمان اینکه فیل‌ها

موجب تخریب جنگل‌ها می‌شدند، استدلالی به ظاهر منطقی و عقلانی، هزاران فیل را کشتند ــ پس از قتل عام فیل‌ها متوجه شدند که وضعیت جنگل‌ها نه تنها بهبود نیافت بلکه به مراتب بدتر شد ــ پیامد بسیار غیرمنتظره و تکان‌دهنده ــ آنگاه متوجه شدند که فیل‌ها دوستان جنگل‌ها ــ نه دشمنان آن‌ها ــ هستند. مثالی دیگر اینکه برای حفظ گله آهوها در یک منطقه گرگ‌ها را شکار می‌کردند مدتی بعد متوجه شدند که با کشتن گرگ‌ها گله آهوها نیز کاهش یافت و به این نتیجه رسیدند که وجود گرگ برای گله آهوها یک موهبت است. حال سؤال این است که در طول سالیان دراز چند هزار فیل یا چند هزار گرگ را در سازمان‌ها به دفعات قتل عام کرده‌ایم و هنوز به این نتیجه نرسیده‌ایم که وجود فیل‌ها و گرگ‌ها لازم است!

سیستم‌ها هدف‌مند هستند. در فصل ۱ از قول دمینگ نقل کردم سیستمی که هدف نداشته باشد سیستم نیست. از قول میدوز نیز بیان کردم که تغییر هدف یک سیستم می‌تواند رفتار آن را به کلی تغییر دهد، اگرچه اجزا و روابط و تعامل بین اجزا دست نخورده باشند. در جای دیگری نیز گفتم که اگر

زیرسیستم‌ها فقط به دنبال اهداف خودشان باشند یا به عبارت دیگر سیستمِ کل یک **هدف مشترک** فراگیر نداشته باشد، رقابت بین بازیگران مختلف، سیستم را در جایی که بوده است میخکوب می‌کند. پیتر سنج یکی از پنج دیسیپلین سازمان‌های یادگیرنده را درونمای مشترک قرار داده است. همه این‌ها بیانگر این حقیقت هستند که هدف یک سیستم در جهت‌دهی به رفتار آن خیلی مهم است. البته باید یک نکته را اضافه کنم منظور ما از هدف این نیست که **فهرستی** طولانی از اهداف تهیه کنیم و تصور کنیم که سازمان بعنوان یک سیستم در جهت دستیابی به این اهداف تلاش یا حرکت خواهد کرد ــ این کار استفاده از طرز فکر بغرنج برای مدیریت سیستم‌های پیچیده است ــ بلکه باید **جهت‌گیری مشترک** برای همه روشن باشد و اجازه داده شود روابط و تعامل بین اجزا و عناصر، سیستم را به سمت هدف هدایت کند!

در سیستم‌های پیچیده روابط بین اجزا و عناصر غیرخطی هستند. بر خلاف سیستم‌های مکانیکی ــ اعم از ساده یا بغرنج ــ روابط بین اجزا و عناصر سیستم‌های پیچیده غیرخطی هستند. این بدین معنا است که بین پدیده‌ها رابطه علّی روشن و

مستقیمی وجود ندارد. در سیستم‌های ساده همه می‌توانند رابطه بین علت و معلول را به سهولت تشخیص دهند؛ در سیستم‌های بغرنج فقط متخصصان ذی‌ربط قادر هستند روابط علّی موجود بین پدیده‌ها را تشخیص دهند. در سیستم‌های پیچیده چنین رابطه‌ای وجود ندارد. این چندین پیامد مهم برای مدیریت سیستم‌های پیچیده دارد. ۱) بین یک اقدام و یک پیامد رابطه مستقیم خطی وجود ندارد. یعنی شما نمی‌توانید بگویید که من این کار را انجام می‌دهم و این نتایج بدست خواهند آمد. ۲) یک اقدام در یک سیستم پیچیده می‌تواند یک حلقه بازخورد تقویت‌کننده را فعال کند و حلقه فعال‌شده بسته به اینکه سیستم در حال رشد یا افول است، سیستم را با سرعت بیشتری به سمت رشد یا افول حرکت می‌دهد. ۳) هر اقدامی در یک سیستم پیچیده علاوه بر نتایج مثبتِ کوتاه مدت، ممکن است پیامدهای منفیِ بلندمدت داشته باشد. چون این پیامدها در زمان و مکان دورتری اتفاق می‌افتند، تشخیص اینکه در نتیجه اقدام خود ما به وجود آمده‌اند دشوار است. ۴) چون علت پیامدهای منفی اقدامات خودمان را درک نمی‌کنیم، معمولاً دیگران را ــ در درون

سیستم یا بیرون آن ــ سرزنش می‌کنیم یا به دنبال علل خارجی می‌گردیم.

سیستم‌های پیچیده به شرایط اولیه بسیار حساس هستند. اندک تفاوت‌ها در شرایط اولیه ممکن است به نتایج بسیار متفاوت منجر شوند. این پدیده را برای اولین بار لورنز[1] که درباره الگوهای هواشناسی کار می‌کرد در سال ۱۹۶۳ به طور تصادفی کشف کرد. یک بار داده‌ها را که تا شش رقم اعشاری بودند تا سه رقم گردکرد و برای صرف یک فنجان قهوه از آزمایشگاه خود خارج شد. زمانی که برگشت با کمال تعجب مشاهده کرد که الگوهای بسیار متفاوت به وجود آمده‌اند. ابتدا تصور کرد که اشتباهی رخ داده است اما تکرار آزمایش تایید کرد که تفاوت‌های بسیار اندک در داده‌های اولیه به الگوهای بسیار متفاوت منجر می‌شوند. او این پدیده را **اثر پروانه**[2] نامید. بدین معنا که اگر پروانه‌ای در گوشه‌ای از جهان بال بزند ممکن است در گوشه‌ای دیگر از آن توفان یا گردباد به وجود آید. این یک پیامد مهم برای مدیریت سیستم‌های پیچیده دارد و آن اینکه

[1] Lorenz
[2] Butterfly eefect

مدیران متوجه نیستند که هر روز و هر لحظه شرایط اولیه را ایجاد می‌کنند اما اگر سیستم‌ها در جهت بهبود حرکت نمی‌کنند لابد شرایط اولیه‌ای که ایجاد می‌کنند سیستم را در جهت افول و سقوط پیش می‌برند.

سیستم‌ها در وضعیت دور از تعادل قرار دارند. سیستم‌های پیچیده به دنبال **تعادل** نیستند. آن‌ها ساختارها و رفتارهای جدید پیدا می‌کنند و در نتیجه همواره تغییر می‌کنند. به عبارت دیگر، سیستم‌های پیچیده همواره در حال **گذر** هستند و این نشانه قدرت آن‌ها است. در واقع سیستم‌های پیچیده همواره در **تعادل پویا** که تعادل ناپایداری است قرار دارند. اصطلاحاً گفته می‌شود که آن‌ها در دور از تعادل قرار دارند. بسیاری از سیستم‌های پیچیده به سمت **لبه بی‌نظمی**[1] حرکت می‌کنند، که جایی بین رفتار ایستا و بی‌نظمی است. بدین معنا که لبه بی‌نظمی جبهه جنگِ در حال تغییر بین منطقه ایستا و بی‌نظمی است. این جایی است که در آن سیستم پیچیده می‌تواند نظم خودجوش پیدا کند و سازگاری‌پذیر و زنده باشد.

[1] Edge of chaos

سیستم‌هایی که در لبه بی‌نظمی قرار ندارند توسط تلاطم‌های درون سیستم‌ها و محیط‌شان به سمت ایستایی و بی‌نظمی کشیده می‌شوند. تنها سیستم‌هایی که تمایل به حرکت به لبه بی‌نظمی دارند تکامل می‌یابند و دوام پیدا می‌کنند. سیستم‌های بسیار ایستا با تغییر محیط‌شان می‌میرند و سیستم‌های بیش از اندازه بی‌نظم خودشان را نابود می‌کنند. بهترین شانس برای یک سیستم پیچیده در لبه بی‌نظمی بودن است؛ یعنی حالتی که سیستم بیشترین سازگاری‌پذیری را دارد. این ویژگی سیستم‌های پیچیده نیز یک پیام مدیریتی دارد و آن اینکه اداره این سیستم‌ها با اصول سیستم‌های ساده و یا طرز فکر بغرنج، سیستم را به طور مستمر به سمت بی‌نظمی زیاد یا ایستایی بیش از حد می‌برد و امکان یادگیری، تنوع، سازگاری‌پذیری و خلق شگفتی‌ها را از آن‌ها سلب می‌کند.

سیستم‌های پیچیده سلسله‌مراتب ساختاری و رفتاری دارند. شاید این ویژگی ما را به یاد سلسله‌مراتب ساختاری ناشی از نمودار سازمانی و سلسله‌مراتب رفتاری ناشی از دیوانسالاری بیندازد، اما در این‌جا مفهوم دیگری دارد. اگر به خاطر داشته باشید

قبلاً اشاره کردم که سیستم‌ها **تو در تو** هستند. یعنی هر سیستم می‌تواند زیرسیستمی از یک سیستم بزرگتر باشد و آن نیز به نوبه خود زیرسیستمی از یک سیستم بزرگتر و این می‌تواند ادامه یابد. شما بدن انسان را در نظر بگیرید. ما یک سیستم هستیم اما شامل ده‌ها زیر سیستم ــ برای مثال زیر سیستم قلب و عروق و زیر سیستم تنفسی ــ هستیم.. اما هر یک از زیر سیستم‌های سیستم بدن ما نیز شامل تعدادی زیرسیستم هستند. نکته مهم این است که بین این سلسله مراتب ساختاری روابط و تعامل بسیار حساب‌شده و پویایی وجود دارد. همه زیر سیستم‌ها در خدمت سیستم بزرگتر قرار دارند و سیستم بزرگتر بدون اینکه پا توی کفش زیرسیستمی بکند فعالیت‌های بین زیرسیستم‌ها را با شبکه‌های ارتباطی لازم هماهنگ می‌کند. این به معنای **مدیریت روابط و تعامل** بین اجزا و عناصر یک سیستم پیچیده است که به نحو احسن انجام می‌گیرد. اما آن‌چه در دیوانسالاری دیده می‌شود در نقطه مقابل سیستم‌های پیچیده قرار دارد. معمولاً نه زیرسیستم‌ها در خدمت سیستم بزرگتر هستند و نه سیستم بزرگتر در خدمت زیرسیستم‌ها است!

سیستم‌های پیچیده قابل درک و قابل ارتقا هستند. شاید تصویری که از سیستم‌های پیچیده ارایه دادم این سؤال را ایجاد کند که آیا می‌توان سیستم‌های پیچیده را ارتقا داد؟ سیستم‌هایی که قابل شناخت، قابل پیش‌بینی و قابل کنترل نیستند، سیستم‌هایی که به طور مستمر ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های جدید پیدا می‌کنند یا سیستم‌هایی که پویا هستند را چگونه می‌توان ارتقا داد؟ ویژگی‌هایی که درباره سیستم‌های پیچیده بحث کردم به این معنا نیستند که نمی‌توان این سیستم‌ها را درک کرد یا آن‌ها را ارتقا داد. علی‌رغم همه ویژگی‌هایی که دارند، به دلیل اینکه الگوهای رفتاری مشخص دارند ــ در هر وضعیتی ممکن است الگوی رفتاری متفاوتی داشته باشند ــ این الگوها راز درون سیستم‌های پیچیده را آشکار می‌کنند و با به تصویر کشیدن ساختار سیستم‌ها می‌توانیم درک کنیم که کدام ساختار به یک الگوی رفتاری مشخص منجر شده است. یافتن **نقاط اهرمی** در ساختار سیستم‌ها و انتخاب مداخلات دارای اثر بهرمی بالا به بهبود عملکرد سیستم‌ها منجر می‌شود. منظور من از مداخلات اهرمی کارهای کوچکی هستند که اثرات بزرگی دارند!

اجزای سیستم‌های پیچیده بر اساس اطلاعات موضعی و قوانین ساده عمل می‌کنند. گفتیم که پیچیدگی سیستم‌ها را روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها به وجود می‌آورند. اما تعامل بین اجزا نه براساس قوانین پیچیده یا اطلاعات گسترده بلکه بر اساس اطلاعات موضعی و قوانین ساده اتفاق می‌افتد. هیچ‌یک از اجزای یک سیستم به کل اطلاعات یک سیستم دسترسی ندارند و نیازی به آن ندارند زیرا آنان در زمینه‌ای که قرار دارند عمل می‌کنند. فرهنگ سازمانی در فراهم آوردن قوانین ساده بسیار مؤثر است. برای مثال، اگر در نظام سلامت ما، این یک قانون ساده جا بیفتد که اولویت ما پاسخگویی به نیازها و انتظارات بیماران بر اساس شواهد علمی و ارزش‌های بیماران است، مطمئن باشید تعامل بین عوامل نظام سلامت حول این قانون شکل خواهد گرفت. اما مدیران با هیچ روش دیگری نمی‌توانند عوامل نظام سلامت را به ارتقای کیفیت خدمات وادار کنند.

تعامل بین اجزای سیستم‌های پیچیده گستره محدود دارد، اما غنی است. هر عامل معمولاً با عوامل اطراف خود تعامل می‌کند. با این وجود، رفتار حاصل از تعامل بین عوامل مختلف قابل

پیش‌بینی نیست. به ویژه در سازمان‌ها که با انسان‌ها سروکار داریم ـ انسان‌ها اراده دارند، فکر می‌کنند، علایقی دارند و یاد می‌گیرند ـ پیش‌بینی پیامدهای تعامل بین عوامل در یک محدوده کوچکی از یک سازمان، غیرممکن است. علاوه براین، تعامل بین عوامل قابل کنترل نیز نیست. نکته آخر اینکه تعامل بین عوامل معمولاً تحت تاثیر تصمیمات، سیاست‌ها و برنامه‌های سازمان و یا رفتار یک سیستم قرار نمی‌گیرد. از طرف دیگر، تعامل بین اجزای سیستم‌های پییچده غنی است. اگرچه عوامل یک سیستم در یک محدوده کوچک با هم تعامل می‌کنند اما به دلیل روابط گسترده در کل سیستم، تغییر هر عامل می‌تواند زمینه را برای تغییر سایر عوامل و در نتیجه تغییر **خود** عامل فراهم سازد. بنابراین، مدیران نباید از قدرت تاثیرگذاری تعامل بین عوامل غفلت کنند. از آن‌جا که نحوه تعامل بین اجزا و رفتارهای ناشی از آن‌ها قابل پیش‌بینی نیستند، پیامدهای تعامل‌های موضعی عوامل در کل سیستم نیز قابل پیش‌بینی نیست، چنانکه در ویژگی بعدی به آن اشاره خواهم کرد.

اجزای سیستم‌های پیچیده نسبت به رفتار کل سیستم بی‌اطلاع هستند. این ویژگی مطالب بالا را تایید می‌کند. اجزا و عوامل یک سیستم همچنانکه به کل اطلاعات یک سیستم دسترسی ندارند و نیازی به آن ندارند از رفتار و عملکرد کل سیستم نیز بی‌اطلاع هستند. بنابراین در یک سازمان، رفتار عوامل از رفتار کل سیستم تبعیت نمی‌کند. عوامل در زمینه‌ای که قرار دارند فقط به تغییرات ایجاد شده در آن زمینه واکنش نشان می‌دهند و واکنش آن‌ها نیز قابل پیش‌بینی نیست.

سیستم‌های پیچیده سیستم‌های باز هستند. یک سیستم باز با محیط خود تعامل مستمر دارد و تغییر در هر یک بر دیگری تاثیر می‌گذارد. سیستم‌های پیچیده برای حفظ سازمان‌دهی و انجام کار نیاز به انرژی، مواد و اطلاعات دارند که از محیط‌شان دریافت می‌کنند. توقف تعامل با محیط به معنای مرگ این سیستم‌ها است. تعامل بین سیستم‌های پیچیده سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زیست‌محیطی و غیره مشکلات مزمن امروزی را به وجود آورده‌اند و تنها رویکرد مؤثر برای حل این مشکلات، تعامل و همکاری بین این سیستم‌ها است.

فصل۴

پیچیدگی سیستم‌ها

در ادبیات سازمانی ما واژه پیچیدگی جایی ندارد. بدین معنا که بیشتر مدیران و کارکنان اصلاً به آن فکر نمی‌کنند. البته این طبیعی است زیرا ما در این باره آموزش ندیده‌ایم. بنابراین بیشتر مدیران بر مبنای الگوهای ذهنی ناشی از سیستم‌های ساده و بغرنج سیستم‌های پیچیده را مدیریت می‌کنند؛ الگوهایی که به هیچ‌وجه برای مدیریت سیستم‌های پیچیده مناسب نیستند.

بیشتر سیستم‌هایی که می‌شناسیم، اعم از سیستم‌های طبیعی، اجتماعی، فناوری یا فیزیکی، سیستم‌های پیچیده هستند. یعنی به شمّ خود می‌فهیم که این‌ها پیچیده هستند اما اگر از ما سؤال شود که پیچیدگی چیست، به احتمال زیاد نمی‌توانیم واژه پیچیدگی را توصیف کنیم. اصولاً تعریف پیچیدگی دشوار است و هنوز دانشمندان نیز نتوانسته‌اند یک تعریف قابل قبول همگان ارایه دهند. افراد مختلفی تلاش کرده‌اند با رویکردهای مختلفی آن را تعریف کنند اما هنوز یک تعریف شسته و رفته از پیچیدگی وجود ندارد. جانسون تعریف زیر را ارایه داده است: «هرجا که تجمعی از افراد برای یک منبع محدود مانند غذا، فضا، انرژی، قدرت و ثروت با هم رقابت می‌کنند، پیچیدگی به وجود می‌آید.[1]» این تعریف برای بازار سهام، بازار مسکن، ترافیک و امثال این‌ها بسیار مناسب است. برای مثال، زمانی که عده زیادی برای فروش سهام هجوم می‌آورند این به سقوط قیمت و رکود بازار منجر می‌شود یا زمانی که عده زیادی بزرگراهی را برای رسیدن به مقصدشان انتخاب می‌کنند ناگهان با راه‌بندان ناشی از ازدحام مواجه

[1] Johnson NF. (2009). Simply Complexity: A Clear Guide to Complexity Theory. Oneworld. Oxford, England

می‌شوند. در هر دو مورد شرایط پیچیده و غیرقابل درک است. جان لاک گفته «ایده‌هایی که از تعداد متعددی ایده ساده به وجود می‌آیند را من پیچیده می‌نامم؛ مانند زیبایی، قدردانی، یک انسان، یک لشکر، کائنات.»[1] تعریف جان لاک از پیچیدگی نیز بخشی از ماهیت آن را روشن می‌کند اما به راحتی نمی‌توان به همه سیستم‌ها تعمیم داد.

به هر حال، اغلب کسانی که در زمینه پیچیدگی پژوهش می‌کنند به جای تعریف پیچیدگی، درباره ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده بحث می‌کنند ــ این ویژگی‌ها را به اجمال در فصل ۳ ارایه دادم. به نظر می‌رسد که پیچیدگی از سیستم‌های پیچیده قابل تفکیک نیست. اگر بپذیریم که با سیستم‌های پیچیده سروکار داریم، باید قبل از هر چیز به این سؤال پاسخ دهیم که پیچیدگی چگونه به وجود می‌آید؟ آیا پیچیدگی از **ذات** سیستم‌ها ناشی می‌شود یا منشا **خارجی** دارد، یعنی محیط، پیچیدگی را به سیستم‌ها دیکته می‌کند؟ پیچیدگی منشا درونی دارد اما یک سیستم برای سازگاری با

[1] John Locke in Mitchell, M. (2009). Complexity: a guided tour. Oxford University Press. Oxford, New York.

محیط بیرونی، ممکن است پیچیدگی خود را افزایش دهد.

منشا درونی بدین معنا است که تنوع اجزا و تنوع روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم پیچیدگی را به وجود می‌آورد. ممکن است بعضی سیستم‌های پیچیده اجزای فراوانی داشته باشند اما تعداد اجزا اهمیت چندانی ندارد، بلکه **تنوع اجزا** و **تنوع روابط و تعامل** بین آن‌ها حایز اهمیت است. با توجه به اینکه در فصل ۳ درباره ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده بحث کردم، در اینجا شاخص‌هایی را برای درک پیچیدگی مطرح خواهم کرد. شاخص‌های ارایه شده کمّی و دقیق نیستند اما ابزار ابتدایی مفیدی برای فکر کردن به پیچیدگی هستند. اگر مدیران به پیچیدگی فکر کنند، می‌فهمند که چرا بسیاری از تصمیمات خوبی که می‌گیرند تغییر مثبتی در سازمان‌ها ایجاد نمی‌کنند؛ درک می‌کنند که چرا سازمان‌ها در مقابل اقدامات آنان مقاومت نشان می‌دهند؛ می‌فهمند که بسیاری از مشکلاتی که تشخیص می‌دهند، علایم مشکلات هستند نه خود مشکلات و درک می‌کنند که بسیاری از راه‌حل‌هایی که ارایه می‌دهند به جای حل مشکلات، مشکلات بیشتری ایجاد می‌کنند. شاید به همین دلیل است که ترانکویلو گفته است

«اگر درک شبکه حس هفتم باشد، شاید بتوانیم درک پیچیدگی را حس هشتم به نامیم[1].» به باور من برای استفاده درست از حس هشتم نیاز به شاخص داریم. در زیر فهرستی از شاخص‌ها و توضیح اجمالی هر یک ارایه می‌شود.

هرچه تنوع و تعداد عوامل زیادتر باشند، سیستم پیچیده‌تر است.

روابط و تعامل بین عوامل[2] متنوع در یک سیستم همه ویژگی‌های آن را به وجود می‌آورند. اگر نظام سلامت را بعنوان یک سیستم در نظر بگیریم ـ گفته شده است که پیچیده‌ترین سیستمی است که انسان‌ها به وجود آورده‌اند ـ با اندکی تامل درباره این سیستم مشخص می‌شود که در این سیستم عوامل بقدری متنوع هستند که گاهی به راحتی قابل شمارش نیستند. از چنین سیستمی انتظار داریم که سیستم پیچیده‌ای باشد و طبیعی است که مدیریت آن باید با مدیریت سیستم‌های ساده و بغرنج متفاوت باشد. تا زمانی که درک درستی از یک سیستم پیچیده و تفاوت‌های آن با سیستم‌های ساده و بغرنج نداشته باشیم، این سیستم‌ها را با همان

[1] Tranquillo J. (2019) An Introduction to Complex Systems: Making Sense of a Changing World. Springer, Switzerland.
[2] agents

روش‌هایی مدیریت می‌کنیم که سیستم‌های ساده و بغرنج را مدیریت می‌کنیم و پیامد این نوع مدیریت، عمیق‌تر و مزمن‌تر شدن مشکلات است.

هرچه رفتار یک سیستم ما را بیشتر شگفت‌زده کند، پیچیده‌تر است.

ما می‌توانیم بر اساس رابطه بین درک یک سیستم و مقداری که شگفتی ایجاد می‌کند، یک شاخص کیفی برای پیچیدگی ارایه دهیم. به مقداری که یک سیستم پیچیده ـ یعنی ترکیب، ساختار، رفتار و روابط آن با محیط ـ را درک می‌کنیم، رفتار آن ما را کمتر شگفت‌زده خواهد کرد. بنابراین، نسبت بین مقدار شگفتی ما از رفتار یک سیستم بر مقدار درک ما از آن، یک شاخص کیفی برای پیچیدگی در اختیار ما قرار می‌دهد. برای مثال، در یک سیستم شهری یک کار معقول و منطقی این است که برای افراد کم درآمد خانه‌های ارزان‌قیمت ساخته شود. انتظار دارید این کار به رونق اقتصادی شهر و آسایش افراد کم درآمد منجر شود. اما این اقدام معقول شما در دراز مدت به بدترشدن وضعیت اقتصادی شهر و وخیم‌تر شدن وضعیت همان کسانی منجر می‌شود که خانه‌های ارزان‌قیمت در اختیار آنان گذاشته شده بود. آنچه اتفاق افتاده است شما

را شگفت‌زده می‌کند. بدین معنا که سیستم شهری رفتاری خلاف انتظار شما داشته است! پس سیستم شهری پیچیده‌تر از آن است که تصور می‌کردیم. یا برای مثال، در نظام سلامت سیاستی را برای کاهش هزینه‌ها اجرا می‌کنید اما نه تنها هزینه‌ها را کاهش نمی‌دهد بلکه به افزایش هزینه‌ها منجر می‌شود! این نشان می‌دهد که شما پیچیدگی نظام سلامت را به خوبی درک نکرده‌اید.

هرچه توصیف یک سیستم دشوارتر باشد، پیچیده‌تر است.

می‌دانیم که توصیف یک سیستم پیچیده بسیار دشوار است. در سیستم‌های پیچیده هر کس شرایط را به گونه‌ای متفاوت توصیف می‌کند؛ اگر برای مثال سؤال شود مشکل چیست ممکن است افراد مختلف پاسخ‌های بسیار متفاوت و گیج‌کننده ارایه دهند یا اگر سؤال شود که برای بهبود وضعیت چه باید کرد، پاسخ‌های متنوعی داده می‌شود که اغلب هم‌پوشانی ندارند. این از ماهیت پیچیده سیستم‌ها ناشی می‌شود. حتی اگر بتوانیم شرایط پیچیده را توصیف کنیم، پیچیدگی پویا قابل توصیف نیست. بدین معنا که سیستم‌های پیچیده یک وضعیت ثابت ندارند بلکه به طور

مستمر تغییر می‌کنند. به عبارت دیگر، خود پیچیدگی نیز سیال است و به همین دلیل است که گفته می‌شود سیستم‌ها پیچیدگی پویا دارند و این نوع پیچیدگی معمولاً پنهان است و زمانی که علایم آن آشکار می‌شود ممکن است برای اقدام خیلی دیر شده باشد. برای توصیف درست شرایط باید آن را درک کنیم که شاخص بعدی ما است.

هرچه درک یک سیستم کار بیشتری نیاز داشته باشد، پیچیده‌تر است. این شاخص به شاخص قبلی نزدیک است اما یک شاخص مستقل است. می‌دانیم که درک سیستم‌های پیچیده بسیار دشوار است و سیستم‌ها هرچه پیچیده‌تر باشند درک آن‌ها کار و انرژی بیشتری نیاز خواهد داشت. در یک سیستم پیچیده معمولاً با یک وضعیت نابسامان مواجه هستیم. درک شرایط، مشکلات، علل مشکلات، راه‌حل‌ها، روش اجرای راه‌حل‌ها روشن نیست. درک یک سیستم، علاوه بر اینکه کار زیادی می‌برد، یک کار فردی هم نیست بلکه باید ذی‌نفعان مختلف در یک تلاش جمعی راهی برای درک شرایط پیدا کنند. گام اول برای درک یک سیستم پیچیده توافق کردن بر سر رفتار آن سیستم است. اگر رفتار یک سیستم را تشخیص

دهیم، می‌توانیم ساختار آن ـ حلقه‌های بازخورد ـ را ترسیم کنیم و از این طریق به درک قابل قبولی از شرایط پیچیده برسیم؛ زیرا ساختار یک سیستم نشان می‌دهد که چه عواملی بر رفتار آن مؤثر بوده‌اند.

هرچه سلسله مراتب ساختاری در یک سیستم عمیق‌تر باشد، پیچیده‌تر است. یکی از ویژگی‌های همه سیستم‌های پیچیده سلسله مراتب ساختاری است. سیستم‌های زیست‌محیطی و اجتماعی در مقایسه با سیستم‌های فناوری و فیزیکی از سلسله مراتب بیشتری برخوردارند. همین طور سازمان‌ها نیز شامل سلسله مراتب ساختاری هستند. برای مثال یک بیمارستان را در نظر بگیرید. هر یک از افراد ساده‌ترین عضو یک بیمارستان هستند. افراد در قالب گروه‌ها، واحدها، بخش‌ها، ادارات، دفاتر، مدیریت‌ها و غیره سازمان‌دهی می‌شوند و از پایین به بالا یک سلسله مراتب ساختاری به وجود می‌آورند.

بیمارستان‌ها با گذر زمان پیچیده‌تر شده‌اند؛ یعنی به سطوح سلسله مراتبی آن‌ها اضافه شده است. بنابراین، هرچه تعداد این سطوح بیشتر باشد، احتمالاً سیستم بیمارستان پیچیده‌تر است. شما با همین دید می‌توانید یک دانشگاه،

نظام آموزشی، نظام ارایه خدمات یا هر سیستم دیگری را از نظر پیچیدگی ارزیابی کیفی کنید. غرض این است که ما پیچیدگی را درک کنیم و درک پیچیدگی برای مدیریت سیستم‌های پیچیده بسیار ضروری است.

هرچه سلسله مراتب عملکردی در یک سیستم عمیق‌تر باشد، پیچیده‌تر است. این نشانگر مکمل نشانگر بالا است. زیرا سلسله مراتب ساختاری نمی‌تواند از سلسله مراتب عملکردی جدا باشد. با این وجود، پیچیدگی یک سیستم را می‌توانیم از منظر لایه‌ها یا سطوح عملکردی آن نیز ارزیابی کنیم. مانند سلسله مراتب ساختاری، هرچه سطوح سلسله مراتب عملکردی بیشتر باشد سیستم پیچیده‌تر است.

سیستم‌های اجتماعی در گذر زمان از نظر کارکردی نیز پیچیده‌تر شده‌اند. برای مثال هر وظیفه‌ای که در نتیجه تغییر نیازها یا پیشرفت فناروی به یک بیمارستان اضافه می‌شود، آن بیمارستان پیچیده‌تر می‌شود. معمولاً زمانی که سیستم‌های پیچیده عملکرد مطلوبی ندارند، تصور می‌کنیم که با اضافه کردن چیزی به سطوح ساختاری یا عملکردی آن‌ها می‌توانیم آن‌ها را ارتقا دهیم.

اضافه کردن سطوح ساختاری یا عملکردی به یک سیستم آن را پیچیده‌تر می‌کند اما لزوماً به ارتقای عملکرد آن منجر نمی‌شود. در ادبیاتِ مدیریت، سطوح اضافه شده را که ارزش افزوده ایجاد نمی‌کنند و به نوبه خود نیز سیستم‌هایی هستند، سیستم‌ها، فرایندها یا کارهای زاید می‌نامیم. در مطالعاتی که در غرب انجام شده‌اند نشان داده شده است که در سازمان‌های خدماتی ۴۰٪ کارها زاید هستند!

فصل ۵

پویایی سیستم‌ها

قبلاً بارها اشاره کرده‌ام که سیستم‌ها پویا هستند. بدین معنا که ساختار و رفتار آن‌ها به طور مستمر تغییر می‌کند. سیستم‌ها به روش‌های مختلف و در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف تغییر می‌کنند. به بیان دیگر، تغییر در **ذات سیستم‌ها** است. شما می‌توانید تغییر یک سیستم را حس کنید یا متوجه تغییر رفتار آن شوید اما تا زمانی که آن را مطالعه نکرده‌اید، چیز زیادی درباره آن نخواهید دانست. مهمتر اینکه نمی‌توانید اقدام مطمئنی برای ارتقای عملکرد سیستم بعمل

آورید. در این فصل ابتدا به چند تغییر مهم در سازمان‌ها بعنوان سیستم‌های اجتماعی اشاره خواهم کرد، سپس نکاتی را درباره مطالعه رفتار سیستم‌ها ارایه خواهم داد. چند تغییر مهم در سازمان‌ها عبارت هستند از:

سیستم‌ها رشد می‌کنند یا کوچک می‌شوند. زمانی که سیستم‌ها رشد می‌کنند آن‌ها به داشته‌های خود اضافه می‌کنند. ممکن است در حین رشد، نیروی انسانی بیشتر، فضاهای بیشتر و تجهیزات و امکانات بیشتر جذب کنند. به زبان ساده شاید بتوان گفت که سازمان‌ها در نتیجه رشد **چاق‌تر** می‌شوند. اما در بسیاری از موارد، گستره خدماتی که باید ارایه دهند تغییر نمی‌کند یا حداقل توازنی بین میزان رشد سیستم‌ها و خدماتی که ارایه می‌دهند دیده نمی‌شود. شاید علت آن این باشد که سازمان‌های ما برنامه‌ریزی شده رشد نمی‌کنند و اغلب در رشد سازمان‌ها محاسبات اقتصادی منظور نمی‌شود. مدیـــران برای هر ریالی که برای رشد یک سازمان هزینه می‌کنند باید به این موضوع فکر کنند که آیا سازمان برای ارایه خدمات در

وضعیت بهتری قرار می‌گیرد. ممکن است کوچک‌سازی یک سازمان منافع بیشتری داشته باشد!

سیستم‌ها توسعه پیدا می‌کنند یا تنزل می‌یابند. زمانی می‌گوییم یک سیستم توسعه پیدا کرده است که با استفاده از آنچه در اختیار دارد ظرفیت‌های بیشتر و بهتری برای ارایه خدمات پیدا کند. برای مثال، ارتقای کیفیت در یک سازمان زنجیره‌ای از تغییرات مثبت، از افزایش بهره‌وری گرفته تا افزایش اشتغال را به دنبال دارد که نه تنها هزینه‌های سازمان را افرایش نمی‌دهد بلکه ضمن ایجاد ظرفیت‌های جدید، هزینه‌ها را نیز کاهش می‌دهد. بنابراین ارتقای کیفیت یک کار توسعه‌ای است. مدیران یک وظیفه کلی بیشتر ندارند و آن ارتقای عملکرد سازمان است. بنابراین همواره باید به اقدامات توسعه‌ای در سازمان‌شان فکر کنند و از هر فرصتی و راهبردی برای توسعه آن استفاده کنند. البته اگر سازمان‌ها رها شوند به مرور زمان فرسوده می‌شوند و در نهایت به حال احتضار درمی‌آیند که مدیران فقط برای بقای آن‌ها تلاش می‌کنند!

سیستم‌ها سازگاری پیدا می‌کنند. سیستم‌های پیچیده با تغییرات محیطی سازگاری پیدا می‌کنند. لازم نیست یک

سیستم برای سازگاری با محیط منابع جدیدی در احتیار بگیرد، بلکه سیستم‌های پیچیده به دلیل داشتن **ظرفیت‌های اضافی پنهان**، در مواقع ضروری این ظرفیت‌ها را بکار می‌گیرند تا بتوانند با شوک یا تغییر ناگهانی محیط سارگازی پیدا کنند. مدیران باید فکر کنند در سازمان‌های آنان چه مقدار ظرفیت اضافی احتمالی برای سازگاری با شرایط جدید وجود دارد. از آن‌جا که توان سازگاری یک سیستم با پیچیدگی آن نسبت مستقیم دارد و پیچیدگی یک سیستم تابعی از روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم است، برای افزایش سازگاری، مدیران باید روابط و تعامل بین اجزا را مدیریت کنند. جالب توجه است که در سیستم‌های زنده و سیستم‌های اجتماعی که انسان‌ها در آن‌ها نقش فعالی دارند، سیستم‌ها بیشتر از طریق یادگیری با محیط پیرامونی‌شان سازگاری پیدا می‌کنند. جالب‌تر اینکه یادگیری نیز تابعی از روابط و تعامل بین عوامل یک سیستم است. در نتیجه، سازگاری و یادگیری ریشه مشترک دارند. مدیران می‌توانند با مدیریت روابط و تعامل بین عوامل، هم برای سازگاری ظرفیت‌سازی کنند و هم

یادگیری که قدرت سازگاری سیستم‌ها را افزایش می‌دهد را تقویت کنند.

چون بحث من درباره سازمان‌ها به عنوان سیستم‌ها است، بنابراین از ابعاد دیگری از پویایی که در سایر سیستم‌ها، برای مثال سیستم‌های فیزیکی، دیده می‌شوند صرف‌نظر می‌کنم و اندکی درباره مطالعه پویایی سیستم‌ها بحث می‌کنم. در اینجا باید اشاره کنم که در مطالعه پویایی سیستم‌ها به کلیاتی برای تفکر درباره آن بسنده خواهم کرد. بحث را با معرفی علم پویایی‌شناسی[1] شروع می‌کنم. مطالعه نحوه رفتار سیستم‌ها در طول زمان را پویایی‌شناسی می‌نامیم. اولین گام برای مطالعه رفتار یک سیستم، حرکت به سمت ترسیم و درک ساختار آن، استنباط درست رفتار جاری سیستم و ایجاد یک آزمایشگاه مجازی برای آزمون سیاست‌ها و مداخلات است. زمانی که رفتار جاری یک سیستم را مشخص کردیم از رفتار آن به ساختار سیستم پی‌می‌بریم و می‌فهمیم که این نوع رفتار را چه نوع ساختاری به وجود آورده است. می‌دانیم که ساختار همه سیستم‌های پیچیده را ترکیبی از دو نوع حلقه بازخورد مثبت

[1] System dynamics

و منفی به وجود می‌آورند. اگر حلقه بازخورد مثبت بر رفتار یک سیستم غالب شود، رفتار آن را تقویت می‌کند. یعنی رشد سیستم در حال رشد را تقویت می‌کند و افول سیستم در حال افول را تشدید می‌کند. اگر حلقه بازخورد منفی غالب شود، در مقابلِ حلقه بازخورد مثبت ترمز ایجاد می‌کند و آن را مهار می‌کند و یا سیستم را به سمت دستیابی به هدف هدایت می‌کند. نکته آخر اینکه حلقه بازخوردمنفی در مواجهه با تاخیر، در سیستم نوسان ایجاد می‌کند که نوع نوسان به سرعت و مدت تاخیر بستگی دارد.

خوشبختانه سیستم‌ها رفتارهای معدودی دارند و هر سیستمی را که مطالعه کنیم، رفتار آن نمی‌تواند خارج از این تعداد معدود باشد. همه سیستم‌ها یکی از چهار نوع رفتار زیر را دارند: رشد یا افول تصاعدی، رشد شبیهِ حرف S و overshoot and collapse که بعضی از آن‌ها ممکن است با نوسان همراه باشند. رشد یا افول تصاعدی یک سیستم نشانه این است که حداقل یک حلقه بازخورد مثبت بر رفتار آن غالب شده است. سیستمی که رفتار شبیه حرف S دارد، ابتدا در آن حلقه بازخورد مثبت غالب بوده است و بعد حلقه بازخورد

منفی غالب شده است. در سیستمی که رفتار overshoot and collapse دارد یک حلقه بازخورد مثبت غالب بوده است که سیستم را تا مرز فروپاشی پیش برده است. در سیستمی که نوسان دارد حاکی از این است که در آن حداقل یک حلقه بازخورد منفی با تاخیر مواجه شده است. تنوع اندک رفتارهای سیستم‌ها، درک آن‌ها را آسان‌تر می‌کند. نکته مهم دیگر این است که عموماً برای درک رفتار سیستم‌ها از اطلاعاتی که کارکنان درباره سیستم‌ها دارند ـ الگوهای ذهنی آنان ـ استفاده می‌شود؛ نه اطلاعات رسمی. در نتیجه مطالعه رفتار سیستم‌ها فقط با مشارکت ذی‌نفعان یک سیستم امکان‌پذیر است.

به دو روش می‌توانیم رفتار سیستم‌ها را مطالعه کنیم. در روش اول، دروندادها و بروندادهای یک سیستم را می‌سنجیم. در این روش ما با نحوه تبدیل دروندادها به بروندادها کاری نداریم. بنابراین سیستم مانند یک جعبه سیاه در نظر گرفته می‌شود که از داخل آن اطلاعی نداریم. این روش را روش **تحلیل جعبه سیاه**[1] می‌نامند. یک روش دیگر برای مطالعه

[1] Blackbox Analysis

سیستم‌ها این است که ما سیستم‌ها را در سطح زیرسیستم‌ها یا اجزای آن‌ها مطالعه کنیم. یعنی دروندادها و بروندادها را در زیرسیستم‌ها مطالعه کنیم و از جمع‌بندی نتایج، درباره رفتار کل سیستم نتیجه‌گیری کنیم. این روش را روش **تحلیل جعبه سفید**[1] می‌نامند. گفته شده است که ترکیب این دو نوع مطالعه، یک روش ایده‌آل برای مطالعه رفتار سیستم‌ها به ویژه رفتار سازمان‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد.

لازم به یادآوری است که FOCUC-PDCA[2] یکی از شناخته‌شده‌ترین رویکردها برای مطالعه رفتار سیستم‌ها است. در این رویکرد علت یا علل رفتار کلی یک فرایند[3] در سطح زیرسیستم‌ها و روابط و تعامل بین آن‌ها مطالعه می‌شود. بنابراین، با استفاده از FOCUC-PDCA یک مطالعه ایده‌آل که شامل تحلیل Blackbox & Whitebox است انجام می‌گیرد. FOCUS-PDCA که در درون نظریه سیستم‌ها/علم

[1] Whitebox Analysis

[۲] لامعی، ابوالفتح: راهنمای مستندسازی و ارتقای فرایند. انتشارات جنگل، ۱۳۹۶

[۳] زمانی که درباره عملکرد یک سیستم بحث می‌کنیم، به جای واژه سیستم از واژه فرایند استفاده می‌کنیم.

سیستم‌ها شکل گرفته است با داشتن پشتوانه فلسفی و نظری بسیار قوی و به دلیل قابلیت نظم‌بخشیدن به مفاهیم، ایده‌ها، روش‌ها و ابزار ارتقا، یک الگوی کاربردی کم نظیر برای ارتقای سیستم‌ها است. ما اگر ۲۲ سال پیش که ارتقای کیفیت ـ ارتقای سیستم‌ها یا فرایندها ـ را شروع کردیم ادامه می‌دادیم احتمالاً امروز دانش بیشتری درباره سیستم‌ها داشتیم و شاید می‌توانستیم از دامنه مشکلات مزمنی که دامنگیر نظام سلامت کشور شده است تا حدود زیادی بکاهیم.

به هر حال، برای درک عمیق پویایی سیستم‌ها باید از حوادث به الگوهای حوادث و از الگوهای حوادث به ساختار سیستم‌ها برسیم و برای تغییر ساختار سیستم‌ها ـ و در نتیجه تغییر رفتار/ارتقای عملکرد سیستم‌ها ـ بر تغییر الگوهای ذهنی ایجادکننده ساختار سیستم‌ها، تمرکز کنیم. سیستم‌ها به **زبان حوادث** با ما حرف می‌زنند. اما، حوادث به طور مستقیم به ما عرضه نمی‌شوند؛ بلکه در قالب داده‌ها ارایه می‌شوند. به بیان دیگر، ما حوادث را در قالب داده‌ها درک می‌کنیم. مشکل درک حوادث از همین جا شروع می‌شود؛ زیرا ما داده‌ها را از

صافی‌های متعددی عبور می‌دهیم. علایق، باورها، زمینه‌ها، فرض‌ها، تجارب و اهداف ما صافی‌های مختلفی هستند که ناخواسته و ناخودآگاه داده‌ها را از آن‌ها عبور می‌دهیم. به همین دلیل، ممکن است افراد مختلف برداشت‌های متفاوتی از یک شرایط خاص داشته باشند. ما حوادث فیزیکی، مانند آتش‌سوزی را به راحتی درک می‌کنیم؛ اما درک حوادث در سیستم‌های پیچیده اجتماعی و اقتصادی بسیار دشوار است. ما باید یاد بگیریم به حوادث توجه کنیم؛ یاد بگیریم حوادث را ببینیم؛ یاد بگیریم حوادث را درک کنیم و یاد بگیریم آن‌ها را سکویی برای ارتقای عملکرد سازمان‌ها قرار دهیم.

اما کار به این راحتی نیست. زیرا ظرفیت درک حوادث یک موهبت ذاتی نیست بلکه چنین ظرفیتی باید از طریق یادگیری ایجاد شود. باید تمرین کنیم؛ باید وقت صرف کنیم؛ باید فکر کنیم؛ باید استدلال کنیم. علاوه بر آن، ظرفیت درک حوادث یک ظرفیت فردی نیست، بلکه یک پدیده اجتماعی و فرهنگی است. از این منظر، باید در سازمان‌ها درباره حوادث بحث و گفتگو کنیم. حوادث خود به خود نه خوب هستند و نه بد؛ بلکه نوع برخورد ما با حوادث، اهمیت و ارزش آن‌ها را

تعیین می‌کند. توجه به حوادث، دیدن حوادث و درک حوادث از این نظر که حادثه هستند اهمیت ندارد بلکه از این نظر حایز اهمیت هستند که ممکن است سرآغاز حرکتی باشند که به ارتقای عملکرد سیستم‌ها منجر شوند. بنابراین باید حوادث را جدی بگیریم. از طرف دیگر، با توقف در حوادث، هیچ اتفاق مهمی در یک سیستم اتفاق نمی‌افتد؛ زیرا با توقف در حوادث، ساختار سیستمی که حوادث ـ و در نتیجه رفتار آن را ایجاد می‌کند ـ بدون تغییر باقی می‌ماند. هر کسی باید به این سؤال ساده پاسخ دهد که: «من از حوادث چقدر برای ارتقای عملکرد سازمان خودم استفاده کرده‌ام یا می‌کنم؟» اگر فقط به خود حوادث پرداخته‌ایم، مدیریت ما مبتنی بر حوادث بوده است؛ اما اگر از حوادث عبور کرده و در نهایت سیستم‌ها را ارتقا داده‌ایم، مدیریت ما مبتنی بر علم سیستم‌ها بوده است. اولین گام برای مدیریت یک سیستم درک الگوی حوادث یا الگوی رفتاری آن سیستم است که ذیلاً توضیح خواهم داد.

با تشخیص یک حادثه کار مهمی انجام داده‌ایم اما مهمتر از آن، توجه به تکرار حوادث و درک الگویی است که حوادث را ایجاد می‌کنند. این بدین معنا است که حوادث در طول

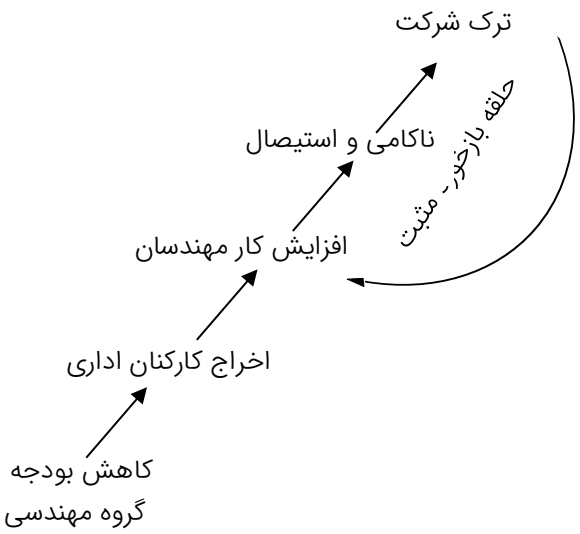
زمان یک الگوی رفتاری به وجود می‌آورند و الگوی رفتاری سرنخی درباره ساختار یک سیستم ارایه می‌دهد. اما تشخیص الگوی حوادث یا الگوی رفتاری نیز کار آسانی نیست. یافتن یک الگو نیازمند مستندسازی حوادث مبنایی است. ممکن است یک الگو به دلیل کوتاه بودن طول مدت مستندسازی یا به دلیل طولانی بودن طول مدت مستندسازی، تشخیص داده نشود. تا زمانی که الگوی حوادثی که در گذر زمان رفتار یک سیستم را نشان می‌دهد را در اختیار نداشته باشیم، درک درستی از رفتار سیستم و روش مطمئنی برای ارتقای آن نخواهیم داشت. زیرا تنها راه درک سیستم‌ها ـ با توجه به اینکه سیستم‌ها غیرقابل شناخت هستند ـ درک الگویی است که تکرار حوادث به وجود می‌آورند. البته باید توجه کرد که ممکن است ما الگوی حوادث را در اختیار داشته باشیم اما تفسیر نادرستی از علت یا علل آن داشته باشیم؛ بدین معنا که بین الگوی حوادث و علت یا علل آن رابطه خطی برقرار کنیم ـ در حالی که در سیستم‌های پیچیده روابط بین پدیده‌ها غیرخطی هستند. زمانی که ما الگوی حوادث را به صورت خطی می‌بینیم قادر نخواهیم بود ساختار ایحادکننده آن را

درک کنیم. در واقع ما با خطی دیدن روابط بین پدیده‌ها، از حلقه‌های بازخوردی که روابط غیرخطیِ بین این پدیده‌ها را آشکار می‌کنند، غفلت خواهیم کرد. گفته شده است که شایع‌ترین اشتباه ما درباره رابطه بین پدیده‌ها در سیستم‌های پیچیده، نادیده گرفتن حلقه‌های بازخورد است. ما برای حرکت از الگوی حوادث به ساختار سیستم‌ها باید حلقه‌های بازخورد را درک کنیم بدون درک حلقه‌های بازخورد، علت یک حادثه همیشه در گذشته می‌ماند و غیرقابل مدیریت است.

مثالی که Mandl ارایه داده است بسیار روشنگر است.[1] ایشان بیان می‌کنند که فرض کنید در یک شرکت فناوری، بودجه بخش مهندسی کاهش داده می‌شود. این بخش برای جبران کسری بودجه ناچار می‌شود کادر اداری خود را اخراج کند. در نتیجه، کار اداری این بخش را باید مهندسان انجام دهند. با افزایش بارِ کاری، به تدریج مهندسان شرکت را ترک می‌کنند. اگر جلوی این کار گرفته نشود همه مهندسان شرکت را ترک خواهند کرد. مدیرانی که مدیریت‌شان مبتنی بر حوادث است، بر افرادی تمرکز می‌کنند که در گذشته بودجه را کاهش

[1] Mandl CE. (2019) Managing Complexity in Social Systems: Leverage Points for Policy and Strategy. Springer Nature Switzerland.

داده بودند و غیر از سرزنش آنان کاری نمی‌کنند. یعنی همه توجه خود را به حادثه‌ای که برای یکبار در گذشته اتفاق افتاده بود، معطوف می‌کنند و از الگوی حوادث و مهمتر از آن حلقه بازخورد مثبت به وجود آمده که در حال حاضر برای شرکت مشکل‌ساز است، غفلت می‌کنند. آنان به جای اینکه برای یافتن علت این پدیده وقت صرف کنند، باید برای یافتن حلقه بازخوردی که خروج مهندسان از شرکت را تقویت می‌کند، وقت صرف کنند. نمودار زیر آن‌چه را که توصیف کردم به تصویر می‌کشد.



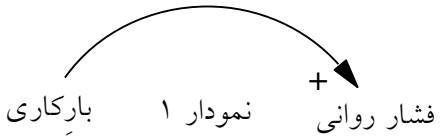
حوادث، الگوی حوادث و ساختار یک سیستم راهنمای ما در نحوه برخورد با ارتقای یک سیستم هستند. واژه **راهنما** یک واژه کلیدی است. زیرا کار ما با مشخص شدن ساختار یک سیستم تمام نمی‌شود بلکه باید قدری عمیق‌تر کار کنیم. بدین معنا که ساختار سیستم‌ها را الگوهای ذهنی ما ایجاد می‌کنند. در نتیجه، برای تغییر ساختار و در پی آن رفتار سیستم‌ها، باید الگوهای ذهنی‌مان را تغییر دهیم. یعنی برای تغییر رفتار سیستم‌ها باید خودمان را تغییر دهیم. این یک پیام مهم و روشنی برای مدیران دارد و آن اینکه در بسیاری از مواقع لازم نیست کسی یا چیزی را تغییر دهند، بلکه باید خودشان را تغییر دهند!

فصل ۶

ساختار سیستم‌ها

همه سیستم‌های پیچیده ـ بدون استثنا ـ از دو حلقه بازخورد مثبت یا تقویت‌کننده و منفی یا متعادل‌کننده به وجود آمده‌اند. این دو نوع حلقه بازخورد روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم را منعکس می‌کنند. به بیان دیگر، ترجمان روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم به ساختار آن، شامل تعدادی حلقه‌های بازخورد می‌شود که رابطه بین متغیرها را نشان می‌دهند. رابطه بین دو متغیر در یک حلقه بازخورد ممکن است مثبت یا منفی باشد. اگر مثبت باشد بدین معنا است که تغییر در متغیر اول (مستقل)، تغییری در همان جهت در

متغیر دوم (وابسته) به وجود خواهد آورد. برای مثال، اگر متغیر اول افزایش پیدا کند، متغیر دوم نیز افزایش پیدا می‌کند و برعکس (نمودار ۱). در اینجا یک توضیح لازم است زیرا که این تفسیر درباره رابطه بین دو متغیر، در همه حلقه‌های بازخورد صادق نیست. برای مثال، می‌دانیم که بین تولدها و جمعیت یک رابطه مثبت برقرار است.



نمودار ۱

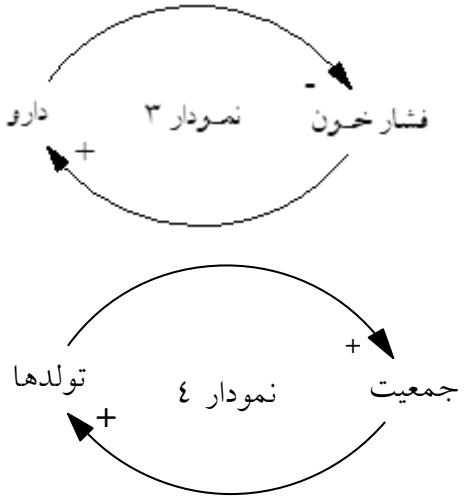
اگر تعداد تولدها افزایش یابد، تعداد جمعیت نیز افزایش می‌یابد ـ هر دو در یک جهت تغییر می‌کنند. اما با کاهش تولدها تعداد جمعیت کاهش نمی‌یابد، بلکه همچنان افزایش می‌یابد اما با سرعتی کمتر از زمانی که تولدها افزایش می‌یافت ـ تغییر در خلاف جهت هم اتفاق می‌افتد. بعنوان یک قاعده کلی هر جا که یک متغیر نرخ مانند تولدها، با یک متغیر ذخیره مانند جمعیت، مرتبط باشد باید رابطه بین دو

متغیر به گونه‌ای متفاوت تفسیر شود: اگر متغیر اول افزایش یابد متغیر دوم نیز افزایش می‌یابد، اما اگر متغیر اول کاهش یابد متغیر دوم همچنان افزایش می‌یابد اما کمتر از زمانی که متغیر اول افزایش می‌یابد (نمودار ۲).

علاوه بر اینکه ممکن است رابطه بین دو متغیر بهم مرتبط در یک حلقه بازخورد، مثبت یا منفی باشد، کل حلقه بازخورد نیز ممکن است مثبت یا منفی باشد. اگر تعداد رابطه‌های منفی در یک حلقه بازخورد **فرد** بود در این صورت حلقه بازخورد منفی خواهد بود (نمودار ۳). اگر رابطه بین همه متغیرهای موجود در یک حلقه بازخورد مثبت بود یا تعداد رابطه‌های منفی زوج بود، حلقه بازخورد مثبت خواهد بود (نمودار ۴).

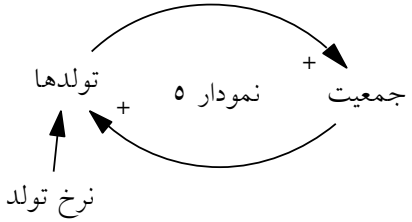
حلقه بازخورد مثبت در یک سیستم در حال رشد موجب می‌شود که سیستم بیشتر و بیشتر و بیشتر رشد کند و در یک سیستم در حال افول موجب می‌شود که سیستم بیشتر و بیشتر و بیشتر افول کند. در حالت اول، سیستم رشد تصاعدی

خواهد داشت که در زبان سیستم‌ها به آن **دور میمون**[1] می‌گویند و در حالت دوم افول تصاعدی خواهد داشت که در زبان سیستم‌ها به آن **دور معیوب**[2] می‌گویند. چون ساختار حلقه‌های بازخورد مثبت در زمان رشد تصاعدی یا افول تصاعدی یکسان است، رفتار یک حلقه بازخورد به عنوان دور میمون یا دور معیوب به نحوه فعال شدن آن بستگی دارد.



[1] Virtuous cycle
[2] Vicous cycle

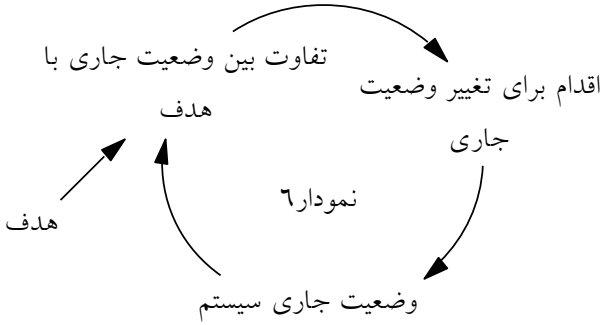
توضیح اینکه سرعت و نوع تاثیر حلقه‌های بازخورد تقویت‌کننده بر رفتار یک سیستم را متغیری به نام **نرخ** تعیین می‌کند. نرخ مثبت موجب رشد یک سیستم می‌شود و نرخ منفی موجب افول آن سیستم می‌شود. از طرف دیگر، هرچه نرخ بیشتر باشد حلقه بازخورد تقویت‌کننده با سرعت بیشتری موجب رشد یا افول یک سیستم خواهد شد. متغیرهای حلقه بازخورد مثبت را متغیرهای **درونی**[1] می‌نامند اما متغیر نرخ جزء متغیرهای حلقه بازخورد نیست بلکه یک متغیر **بیرونی**[2] است که تحت تاثیر حلقه بازخورد قرار نمی‌گیرد (نمودار ۵).



همه حلقه‌های بازخورد منفی یا متعادل‌کننده به دنبال دستیابی به هدف سیستم هستند. زمانی که یک سیستم از هدف خود دور می‌شود، حلقه بازخورد منفی فعال می‌شود تا

[1] Endogenous variable
[2] Exogenous variable

سیستم به هدف خود برسد. برای مثال، زمانی که ما اضافه وزن داریم یا لاغر می‌شویم حلقه بازخورد منفی فعال می‌شود تا ما به وزن ایده‌آل خود برگردیم. گاهی هدف یک سیستم به طور روشن تعیین می‌شود و گاهی تعیین نمی‌شود. اگر هدف سیستم تعیین شده باشد، بعنوان یک متغیر بیرونی به حلقه بازخورد منفی متصل خواهد شد (نمودار ۶).



گفتیم که حلقه بازخورد منفی پیشرفت به سوی هدف را نشان می‌دهد. گاهی این پیشرفت به سوی هدف هموار است و گاهی با نوسان همراه است. سرعت واکنش سیستم دلیل تفاوت بین این دو است. اگر سیستم فوراً پاسخ دهد، معمولاً رفتار آن هموار خواهد بود؛ اما اگر سیستم با تاخیرهای زمانی مواجه شود، در این صورت رفتار سیستم نوسان خواهد داشت. بنابراین، آنچه در هر حلقه بازخورد منفی اتفاق

می‌افتد با هدف سیستم همگرایی پیدا می‌کند. ولی در عمل بیشتر سیستم‌های واقعی پر از تاخیرهای زمانی هستند. برای مثال، سنجش پیامدهای واقعی یا وضعیت جاری یک سیستم و محاسبه اختلاف آن با هدف زمان بر است، تهیه گزارش‌ها، تفسیر این گزارش‌ها، تصمیم برای اقدام مناسب، عملی کردن اقدامات و آشکار شدن نتایج اقدامات زمان می‌برد. این تاخیرهای زمانی در سیستم نوسان ایجاد می‌کنند و مداخله نابهنگام ما در سیستم به دلیل عدم اطلاع از وجود و تاثیر تاخیرها یا عدم تحمل آن‌ها نیز این نوسانات را تشدید می‌کنند.

با اتصال یک حلقه بازخورد تقویت‌کننده به یک حلقه بازخورد متعادل‌کننده، حلقه بازخورد متعادل‌کننده تلاش می‌کند رشد ناشی از حلقه بازخورد تقویت‌کننده را کنترل کند که گاهی ممکن است به توقف رشد سیستم منجر شود. بنابراین ساختار ناشی از اتصال یک حلقه بازخورد مثبت و یک حلقه بازخورد منفی را الگوی ساختاری **محدودیت برای رشد**[1] می‌نامند. اگر سیستم یک هدف روشن داشته باشد، حلقه

[1] Limits to growth

بارخورد تقویت‌کننده تا دستیابی به هدف رشد می‌کند؛ اما اگر هدف روشنی وجود نداشت، حلقه بازخورد متعادل‌کننده مانند یک ترمز عمل می‌کند و رفتار سیستم در طول زمان به نحوه اِعمال ترمز ـ سرعت ترمز یا تغییر آن در طول زمان ـ بستگی خواهد داشت.

زمانی که ما ساختار یک سیستم را به تصویر می‌کشیم حلقه‌های بازخورد موجود در ساختار سیستم آشکار می‌شوند. نموداری که این حلقه‌ها را به تصویر می‌کشد، نمودار چرخه علّی[1] نامیده می‌شود. نمودار چرخه علّی در واقع یک ابزار ارتباطی بسیار مهم است که به ذی‌نفعان کمک می‌کند براساس اطلاعات موجود در نمودار ـ متغیرها، روابط مثبت یا منفی بین متغیرها و مثبت یا منفی بودن حلقه بازخورد ـ که انعکاس الگوهای ذهنی آنان است، درک مشترکی از رفتار سیستم پیدا کنند. به همین دلیل گفته می‌شود که نمودارهای چرخه علّی ابزارهایی برای **تحلیل کیفی** یک سیستم هستند.

یعنی با استفاده از این نمودارها رفتار جاری سیستم را درک می‌کنیم و درک می‌کنیم که غلبه هر یک از حلقه‌های بازخورد

[1] Causal loop diagram

در طول زمان چه تغییری در رفتار سیستم به وجود خواهد آورد. اما در یک تحلیل کیفی ما نمی‌توانیم به زبان اعداد و ارقام با هم حرف بزنیم. برای اینکه بتوانیم درباره سیستم‌ها با اعداد و ارقام حرف بزنیم و نیز بتوانیم یک **آزمایشگاه مجازی** برای آزمون سیاست‌ها دایر کنیم به نوع دیگری از ساختار سیستم‌ها نیاز داریم که در زیر توضیح خواهم داد.

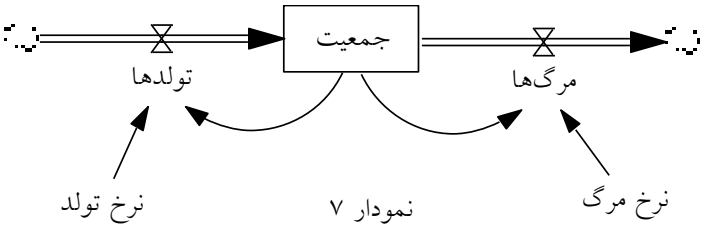
در بالا اشاره کردم که در هر سیستم ـ فرقی نمی‌کند که این سیستم یک سیستم سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و یا غیره باشد ـ بین متغیرها فقط دو نوع رابطه مثبت یا منفی وجود دارد و حلقه‌های بازخورد ناشی از روابط بین متغیرها نیز یا مثبت یا منفی هستند. این بدین معنا است که می‌توان همه سیستم‌های عالم را با همه تفاوت‌های ظاهری که دارند در تعدادی حلقه‌های بازخورد مثبت و منفیِ بهم متصل خلاصه کرد.

این شگفت‌انگیز است که می‌توانیم سیستم‌ها را با همه تنوع و پیچیدگی به ساده‌ترین شکل ممکن به تصویر بکشیم. شگفت‌انگیزتر اینکه همه سیستم‌های پیچیده فقط شامل دو نوع متغیر هستند.

وجود دو نوع متغیر، دو نوع رابطه بین متغیرها و دو نوع حلقه بازخورد در سیستم‌های پیچیده، اعجاب‌انگیز است! شما اگر بخواهید گرم‌شدن آب و هوا یا رشد و افول اقتصادها و شرکت‌ها، شکوفایی و سقوط حکومت‌ها، رقابت تسلیحاتی بین قدرت‌ها، ارایه یک خدمت و یا هر سیستم دیگری را مطالعه کنید فقط با دو نوع متغیر، دو نوع رابطه و دو نوع حلقه بازخورد مواجه خواهید شد.

اجازه دهید ساختار نوع دوم سیستم‌ها که با کمیت سروکار دارد را توضیح دهم. گفتم که همه سیستم‌ها شامل دو نوع متغیر هستند. این دو نوع متغیر به ترتیب **ذخیره**[۱] و **جریان**[۲] نامیده می‌شوند. اگرچه این دو نوع متغیر در نمودارهای چرخه علّی نیز وجود دارند اما در نموداری که به نام نمودار **ذخیره و جریان**[۳] شهرت دارد آشکارتر هستند. در زیر نمودار ذخیره و جریان یک جمعیت نشان داده شده است (نمودار ۷).

[1] Stock
[2] Flow
[3] Stock and flow diagram (also is called plumbing or flow diagram)



بر اساس سنتِ رایج متغیر ذخیره را که در اینجا جمعیت است در داخل یک چهار ضلعی قرار می‌دهند و جریان را با یک دریچه (سوپاپ یا شیر[1]) نشان می‌دهند که با یک پیکان متشکل از دو خط موازی به ذخیره وصل می‌شود. چنانکه در نمودار ۷ مشاهده می‌کنید، جریان‌ها ممکن است ورودی یا خروجی باشند. در مثال جمعیت، تولدها یک جریان ورودی و مرگ‌ها یک جریان خروجی محسوب می‌شود. در یک نمودار ذخیره و جریان، جریان ورودی از جایی می‌آید و جریان خروجی به جایی می‌رود که آن‌ها را با **ابر**[2] نشان می‌دهند. ابری که جریان ورودی از آن می‌آید را یک **منبع**[3] و ابری که جریان خروجی به آن ختم می‌شود را یک **گودال**[4]

[1] Valve
[2] Cloud
[3] Source
[4] Sink

می‌نامند. لازم است یک نکته دیگر اضافه کنیم و آن اینکه در نمودارهای ذخیره و جریان، نرخ تولد و نرخ مرگ را اصطلاحاً **مبدل**[1] می‌نامند. زیرا جمعیت ضربدر هر یک از این مبدل‌ها تعداد تولدها یا مرگ‌ها را نشان می‌دهد.

همیشه در یک سیستم، ذخیره‌ها با جریان‌ها همراه هستند. یعنی هر جا ذخیره‌ای وجود دارد باید حداقل یک جریان نیز وجود داشته باشد. زیرا هر ذخیره از تجمع جریان یا جریان‌های ورودی در طول زمان به وجود می‌آید و با جریان یا جریان‌های خروجی در طول زمان تخلیه می‌شود.

هیچ ذخیره‌ای نمی‌تواند به طور مستقیم بر ذخیره دیگر تاثیر بگذارد، همچنانکه هیچ جریانی نمی‌تواند بر هیچ جریان دیگری به طور مستقیم تاثیر بگذارد. با تغییر آنی یا سریع جریان‌ها، ذخیره‌ها به سرعت تغییر نمی‌کنند، زیرا ذخیره‌ها از انباشت جریان‌ها در طول زمان به وجود آمده‌اند. نکته مهم دیگر اینکه هر ذخیره وضعیت[2] یک سیستم را توصیف می‌کند. برای مطالعه یک سیستم باید مقادیر مربوط به وضعیت اولیه آن ــ یعنی ذخیره ــ داده شود. با در دست داشتن مقدار

[1] Conventer
[2] State (also call level)

اولیه یک ذخیره یا به اصطلاح وضعیت اولیه یک سیستم و نیز مقدار مبدل‌ها ما می‌توانیم مقدار جریان یا جریان‌ها را محاسبه کنیم. با شبیه‌سازی رفتار سیستم با استفاده از ساختار ذخیره و جریان و اطمینان از اینکه ساختار موجود **معرف** سیستم واقعی است، می‌توانیم برای آزمون اثر سیاست‌ها در یک سیستم اقدام کنیم. در واقع در سیستم‌های پیچیده هیچ راه مطمئنی برای پیش‌بینی اثر سیاست‌ها وجود ندارد و تنها راه پیش‌بینی و اطمینان از نحوه تاثیرگذاری سیاست‌ها بر یک سیستم استفاده از شبیه‌سازی است. بنابراین، نمودار ذخیره و جریان به عنوان ساختار یک سیستم، به **زبان کمی** با ما سخن می‌گوید و یک **آزمایشگاه مجازی** برای آزمون اثر سیاست‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد. در زبان رسمی علم پویایی سیستم، نمودار ذخیره و جریان بعنوان ساختار یک سیستم شناخته شده است. نمودار چرخه علّی اگرچه برای درک رابطه بین متغیرها حایز اهمیت است اما قادر نیست جزئیات ساختار یک سیستم را نشان دهد.

برای تهیه یک نمودار ذخیره و جریان ابتدا باید متغیر ذخیره را مشخص کنید و آن را در داخل یک چهار ضلعی قرار

دهید. سپس جریان‌های ورودی و یا خروجی را مشخص کنید و به متغیر ذخیره وصل کنید. سپس، مبدل‌ها را تعیین کنید و به جریان‌ها وصل کنید. سیستم‌های پیچیده ممکن است از تعداد زیادی متغیرهای ذخیره و تعداد زیادی جریان‌های متصل به این ذخیره‌ها به وجود آمده باشند. پس از به تصویر کشیدن اولین ذخیره و جریان‌ها، برای به تصویر کشیدن سایر ذخیره‌ها و جریان‌ها، بازهم به ترتیب ذخیره، جریان‌ها و مبدل‌ها را به نمودار اولیه اضافه می‌کنیم. بعنوان یک قاعده سرانگشتی اگر تعداد حلقه‌های بازخورد یک سیستم یا تعداد ذخیره‌ها شش یا بیشتر باشند، این سیستم بسیار پیچیده است.

هیچ فردی ـ دانشمندی، سیاستمداری یا مدیری ـ قادر نیست بدون کالبدشکافی یک سیستم و به تصویر کشیدن ساختار آن ـــ با مشارکت همه ذی‌نفعان ـــ بتواند درباره علل رفتار یک سیستم و تصمیمات، سیاست‌ها و مداخلات مناسب برای ارتقای رفتار آن اظهار نظر کند.

بنابراین، همه سیستم‌های پیچیده را از جنبه رفتار و مداخله[۱] برای بهبود رفتار آن‌ها، می‌توان در دو کلمه خلاصه کرد. رهبری/مدیریت سیستم‌های پیچیده و ارتقای عملکرد آن‌ها با رویکردهای سنتی امکان‌پذیر نیست. زیرا رویکردهای مدیریتی جاری ریشه در سیستم‌های ساده و یا بغرنج دارند که هیچ وجه مشترکی با سیستم‌های پیچیده ندارند. ما ممکن است چیزهای زیادی درباره سیستم‌های ساده و یا بغرنج بدانیم اما نمی‌توانیم دانسته‌هایمان را به سیستم‌های پیچیده تعمیم دهیم. مشکل ما در برخورد با سیستم‌های پیچیده درست از همین‌جا آغاز می‌شود: ما با این تصور یا توهم که سیستم‌های پیچیده سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی قابل شناخت، قابل پیش‌بینی و قابل کنترل هستند درباره آن‌ها قانونگذاری می‌کنیم، سیاست‌گذاری می‌کنیم، تصمیم می‌گیریم، برنامه‌ریزی می‌کنیم و مداخله می‌کنیم در حالی که سیستم‌های پیچیده غیرقابل شناخت، غیرقابل پیش‌بینی و غیرقابل کنترل هستند. در نتیجه، فقط

[۱] من مداخله را به صورت عام استفاده کرده‌ام و منظور من هر نوع تصمیم، سیاست، برنامه یا مداخله خاص می‌باشد.

مشکلات آن‌ها را گسترده‌تر، عمیق‌تر، مزمن‌تر و دشوارتر می‌کنیم. توجه کنید که ممکن است قوانین، سیاست‌ها، تصمیمات، برنامه‌ها و مداخلات ما صددرصد منطقی به نظر برسند و با حسن نیت کامل اتخاذ یا ارایه شده باشند!

از آن‌جا که هیچ سیستم پیچیده‌ای را با روش‌های مرسوم در سیستم‌های ساده و بغرنج و یا رویکردهای مدیریتی رایج نمی‌توانیم بشناسیم، رفتار آن را پیش‌بینی کنیم و آن را کنترل کنیم، قانون‌گذارانی که ادعا می‌کنند قوانین مصوب آنان عملکرد سیستم‌های مورد نظر را بهبود خواهند داد یا سیاست‌گذارنی که ادعا می‌کنند سیاست آنان گام بزرگی برای حل مشکلات سیستم مورد نظر است یا مدیرانی که تصور می‌کنند برنامه یا مداخله‌ای که تدارک دیده‌اند تاثیر شگرفی بر سیستم مدنظر آنان خواهد داشت، اشتباه می‌کنند. هیچ‌کس قادر نیست یک سیستم پیچیده را با هیچ روشی بشناسد و بر مبنای شناخت خود از سیستم، در آن مداخله کند. به همین دلیل بسیاری از قوانین، سیاست‌ها، تصمیمات و مداخلات نه تنها به بهبود رفتار سیستم‌ها منجر نمی‌شوند بلکه مشکلات بیشتری نیز به وجود می‌آورند. به نظر می‌رسد

که ارتقای رفتار سیستم‌ها که مهمترین وظیفه قانون‌گذاران، سیاست‌گذارن، تصمیم‌گیران و رهبران است با چالش جدی و به ظاهر با بن‌بست مواجه است! آیا راهی برای خروج از این بن‌بست وجود دارد؟ البته که وجود دارد.

برای تبیین موضوع به یک نکته مهم که بارها درباره آن بحث کرده‌ام، اشاره می‌کنم. اگر ما رفتار یک سیستم را در طول زمان به تصویر بکشیم، الگویی از رفتار آن به دست خواهیم آورد که این الگو برای **درک** سیستم بسیار حایز اهمیت است. جالب توجه است که بدانید در همه سیستم‌های پیچیده ـ اعم از سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی، فیزیکی ـ رفتار این سیستم‌ها **فقط** تغییرات یک متغیر را نشان می‌دهد و آن متغیرِ ذخیره است. بنابراین زمانی که درباره رفتار یک سیستم یا ارتقای رفتار آن بحث می‌کنیم، درباره تغییرِ متغیر ذخیره بحث می‌کنم. تغییر رفتار همه سیستم‌های پیچیده با همه تنوع و پیچیدگی‌هایی که دارند را می‌توان در یک کلمه ـ یعنی ذخیره ـ خلاصه کرد. پس هر جا درباره تغییر یا ارتقای رفتار یا عملکرد یک سیستم پیچیده بحث می‌کنیم فقط درباره تغییر یا ارتقای متغیر ذخیره بحث می‌کنیم. به غیر از این

متغیر، هیچ متغیر دیگری برای نمایش رفتار یک سیستم وجود ندارد. قبلاً اشاره کردم که همه سیستم‌های پیچیده فقط شامل دو نوع متغیر هستند: ذخیره و جریان و در اینجا تاکید می‌کنم که متغیر ذخیره رفتار یک سیستم را به نمایش می‌گذارد و متغیر دوم، یعنی متغیر جریان، سیاست‌های ما را شامل می‌شود. این دو متغیر، همه سیستم‌های پیچیده را در قالب دو کلمه خلاصه می‌کنند.

این دو کلمه ــ با به تصویر کشیدن ساختار یک سیستم ــ یک آزمایشگاه مجازی در اختیار ما می‌گذارند که می‌توانیم تاثیر سیاست‌هایمان بر رفتار سیستم را آزمون کنیم! پس از ارزیابی تاثیر و پیامدهای یک سیاست بر رفتار یک سیستم، با اطمینان می‌توانیم آن سیاست را انتخاب کنیم یا آن را کنار بگذاریم. این چیزی است که باید همه تصمیم‌گیران، سیاستگذاران، رهبران و مدیران درک کنند.

فصل ۷

درک سیستم بودن یک سیستم

اغلب مدیران نیت این را دارند که سیستم‌ها را ارتقا دهند، اما ارتقای سیستم‌ها بدون علم سیستم‌ها تقریباً غیرممکن است. به همین دلیل است که ۹۵٪ مداخلات آنان به ارتقای عملکرد سیستم‌ها منجر نمی‌شوند. لازم است مدیران **سیستم بودن** سیستم‌ها را درک کنند و این اولین گام برای درک سیستم‌ها و ارتقای عملکرد آن‌ها است که درباره آن بحث خواهم کرد. برای درک سیستم بودن سیستم‌ها مدیران باید:

اتصال و ارتباط بین اجزا را درک کنند. این مهارت یک مهارت بنیادی است و شامل توانایی تشخیص روابط متقابل بین اجزای یک سیستم است. یک مدیر باید اتصال و ارتباط متقابل بین اجزای سیستم خود را درک کند؛ باید درک کند که در یک سیستم همه اجزا بهم متصل و مرتبط هستند و هیچ کنترلی بر اتصال و ارتباط بین اجزای یک سیستم وجود ندارد. بنابراین، در سیستم پیچیده‌ای که بین اجزای آن شبکه گسترده‌ای از روابط وجود دارد، بدون درک سیستم بودن یک سیستم، احتمال موفقیت هر مداخله‌ای برای ارتقای عملکرد سیستم بسیار اندک است. جالب توجه اینکه حتی افراد آموزش‌دیده نیز اغلب فاقد این توانایی هستند. لازم نیست به دنبال مثال‌های عینی بگردید، در جایی که کار می‌کنید چقدر از این مهارت بعنوان مبنایی برای ارتباط با کل سیستم استفاده می‌کنید یا چقدر از این مهارت برای همانندسازی با سازمان‌تان بهره برده‌اید؟ خیلی سال پیش در جایی خواندم که از یکی از کارکنان شرکت IBM سؤال شد که شما کیستید، او پاسخ داد که من IBM هستم! این یعنی همانندسازی کامل با یک سازمان؛ این معجزه اتصال و ارتباط قوی است. آیا برای مثال،

در دانشگاه‌های ما حتی یک مورد از این همانندسازی‌ها وجود دارد؟ حتماً وجود ندارد! یعنی غیرممکن است که وجود داشته باشد!

حلقه‌های بازخورد را تشخیص دهند. روابط متقابل و تعامل بین اجزای سیستم‌ها خودشان را در قالب حلقه‌های بازخورد نشان می‌دهند. قبلاً اشاره کرده‌ام که در همه سیستم‌ها فقط دو نوع حلقه بازخورد مثبت و منفی وجود دارند که همه پویایی‌های سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند. مدیران باید درک کنند که پویایی یا تغییر مستمر سیستم‌ها و همه ویژگی‌ها و رفتار آن‌ها را ترکیبی از این دو حلقه بازخورد به وجود می‌آورند. کسی نمی‌تواند این حلقه‌ها و به تبع آن پویایی یا تغییرات مستمر یک سیستم را درک کند، مگر آنکه ساختار حلقه‌های بازخورد را به تصویر بکشد که ذیلاً توضیح خواهم داد.

ساختار سیستم‌ها را درک کنند. اتصال و ارتباط متقابل بین اجزای سیستم‌ها که در حلقه‌های بازخورد تجلی پیدا می‌کنند ساختار سیستم‌ها را به وجود می‌آورند. بنابراین این مهارت، از دو مهارت ۱ و ۲ ناشی می‌شود. از آن‌جا که ساختار یک

سیستم ویژگی‌ها و رفتار پویای آن را رقم می‌زند، درک ساختار سیستم‌ها برای درک رفتار آن‌ها یک ضرورت است. اما تا زمانی که ساختار یک سیستم را به تصویر نکشیده باشید نمی‌توانید درکی از ساختار و رفتار آن داشته باشید. بدیهی است که مدیریت سیستم‌ها بدون درک ساختار سیستم‌ها که منشاء پویایی مستمر سیستم‌ها است، عاقبتی به جز شرایط امروزی ما ندارد. به نظر می‌رسد نوع مدیریت ما بر سیستم‌های پیچیده شرم‌آور است.

متغیرهای ذخیره، جریان و سایر متغیرها را از هم افتراق دهند.

ذخایر[1]، منابع یک سیستم در یک زمان مشخص را شامل می‌شوند. برای مثال نیروی انسانی یا شهرت یک سازمان ذخایر آن سازمان محسوب می‌شوند. جریان‌ها[2] ذخایر را تغییر می‌دهند. برای مثال، استخدام نیروی انسانی یک جریان است که بر تعداد نیروی انسانی یک سازمان (ذخیره) تاثیر می‌گذارد. در بین متغیرهای یک سازمان بعنوان یک سیستم، دو متغیر ذخیره و جریان در پویایی آن نقش دادند بقیه متغیرها در

[1] Stocks
[2] Flows

تنظیم رابطه بین این دو نقش دارند. بنابراین تشخیص این دو متغیر و رابطه آن‌ها بسیار حایز اهمیت است. این نکته را نیز در این‌جا باید اضافه کنم زمانی که درباره اجزا، حلقه‌های بازخورد و ساختار سیستم‌ها صحبت می‌کنیم در واقع درباره متغیرها و روابط بین آن‌ها صحبت می‌کنیم. این تلقی از ساختار یک سیستم، با چیزی که نمودار سازمانی یک سازمان نشان می‌دهد بسیار متقاوت است. فقط به یک تفاوت اساسی اشاره می‌کنم و آن اینکه نمودار سازمانی مرزبندی‌ها و سلول‌های سازمانی را به تصویر می‌کشد ولی ساختار یک سیستم روابط متقابل و تعامل بین اجزای یک سیستم را در سطح متغیرها و حلقه‌های بازخورد نشان می‌دهد. داستان نمودار سازمانی داستان جدایی‌ها و داستان حلقه‌های بازخورد داستان پیوندها و تعامل‌ها است. تفاوت این دو از زمین تا آسمان است.

روابط غیرخطی موجود در سیستم‌های پیچیده را تشخیص دهند و آن‌ها را درک کنند. به دلیل اهمیت روابط غیرخطی در سیستم‌ها، این مهارت به طور جدا از سایر مهارت‌ها ارایه شده است. ما بقدری به روابط خطی بین پدیده‌ها عادت کرده‌ایم

که تشخیص و درک روابط غیرخطی می‌تواند تحولی بزرگ در نگرش و رفتار ما ایجاد کند. بین اجزا یا متغیرهای یک سیستم روابط خطی وجود ندارند. روابط غیرخطی بین متغیرها حاکی از این است که در یک سیستم بین علت و معلول رابطه مستقیم و روشنی وجود ندارد. همچنین به این معنا است که رفتار سیستم‌های پیچیده ممکن است به دلیل وجود همین روابط غیرخطی سرکش باشد. گاهی یک اقدام کوچک ممکن است یک سیستم بزرگ را تا مرز سقوط پیش ببرد و یک اقدام بزرگ ممکن است هیچ تاثیری نداشته باشد.

رفتار پویای سیستم‌ها را درک کنند. روابط متقابل بین متغیرها، غیرخطی بودن این روابط و وجود دو نوع حلقه بازخورد در سیستم‌ها، موجب رفتار پویا در این سیستم‌ها می‌شوند. پدیدار شدن ویژگی‌ها و رفتارهای نو و پیش‌بینی نشده[1] نمونه‌ای از پویایی رفتار یک سیستم است. مطالعات زیادی نشان می‌دهند که مدیران ارشد بسیاری از سازمان‌ها قدرت درک پویایی سیستم‌ها را ندارند و اغلب درباره پویایی آن‌ها

[1] Emergent behaviors

اشتباه می‌کنند و بدتر اینکه مبنای بیشتر تصمیم‌گیرهای آنان را فهم نادرستی از پویایی سیستم‌ها تشکیل می‌دهد.

برای کاستن از پیچیدگیِ سیستم‌ها الگوهای مفهومی ارایه دهند.

در بالا اشاره کردم که هیچ راهی برای شناخت ساختار و به تبع آن رفتار یک سیستم پیچیده وجود ندارد مگر آنکه ساختار آن به تصویر کشیده شود ـ یعنی الگویی از ساختار آن تهیه شود. اصولاً الگوها برای ساده کردن پیچیدگی دنیای واقعی ارایه می‌شوند. بنابراین یک الگو می‌تواند معرفی برای بخشی از دنیای واقعی باشد. معرفی که به صورت ساده و شفاف اجزا و روابط بین عناصر دنیای واقعی را نشان می‌دهد. یکی از ابزار بسیار مهم برای درک ساختار و رفتار سیستم‌های پیچیده همین الگوها هستند. الگوها از این نظر اهمیت دارند که سیستم‌های پیچیده غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی هستند. تنها راه درک آن‌ها از طریق همین الگوهای ساختاری است. اگر از این الگوها استفاده نکنیم ــ که معمولاً نمی‌کنیم ــ هیچ درک درستی از سازمان خود بعنوان یک سیستم نخواهیم داشت.

سیستم‌ها را در ابعاد و مقیاس‌های مختلف درک کنند. از آن‌جا که هیچ الگویی کامل نیست، تهیه الگوهای مختلف از یک سیستم می‌تواند به درک بهتر ما از آن کمک کند. به عبارت دیگر، لازم است برای درک سیستم‌ها هم بر جنگل و هم بر درختان تمرکز کنیم. این دو مکمل هم هستند و به درک بهتر یک سیستم کمک می‌کنند. توجه کنید که علم سیستم‌ها /تفکر سیستم‌ها به معنای تمرکزِ تنها بر کل سیستم نیست ــ در هر مقیاسی که سیستم را تصور کنید ــ بلکه تمرکز بر کل و بر اجزای آن مد نظر می‌باشد.

درک سیستم بودن سیستم‌ها، برای مدیریت سیستم‌ها بسیار حایز اهمیت است. مدیرانی که سیستم بودن سیستم‌ها را درک نکنند، قادر نخواهند بود رهبری سیستم‌ها را بعهده بگیرند اگرچه پست‌های رهبری را اشغال کرده باشند. برای درک سیستم بودن یک سیستم علاوه بر مواردی که در بالا اشاره کردم، افراد باید درک کنند که:

سیستم‌ها یک کل یکپارچه هستند. یعنی اگر سازمانی انسجام و یکپارچگی نداشته باشد سیستم بودن خودش را از دست داده است. اگر کسی بپرسد چرا؟ پاسخ ما را تعریف یک

سیستم داده است: یک سیستم از اجزا و عوامل متنوعِ مستقل به وجود می‌آید که برای دستیابی به هدف سیستم با هم تعامل می‌کنند و یک **کل یکپارچه** به وجود می‌آورند. بنابراین عدم انسجام و یکپارچگی در یک سازمان اولین نشانه این است که آن سازمان سیستم بودن خودش را از دست داده است. پیش‌شرط مدیریت خوب یک سازمان بعنوان یک سیستم، وجود انسجام و یکپارچگی در آن سازمان است. در نتیجه مدیران یا باید سازمان را در مسیر انسجام و یکپارچگی قرار دهند یا با آن خداحافظی کنند؛ زیرا ماندن آنان نه تنها برای امروز سازمان مفید نیست بلکه برای آینده آن نیز مشکلات زیادی به وجود خواهد آورد و در قبال آنچه امروز اتفاق می‌افتد و آنچه در آینده اتفاق خواهد افتاد مسؤول هستند.

منشاء یکپارچگی و انسجام سیستم‌های پیچیده چیست؟ اگر تعریف یک سیستم را بدقت مطالعه کنید در آن اشاره شده است که روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم این انسجام و یکپارچگی را به وجود می‌آورد. معلوم می‌شود که اگر در سازمانی یکپارچگی و انسجام وجود ندارد، روابط و تعامل بین

اجزای آن سازمان مختل شده است. اینکه بارها اشاره کرده‌ام که مدیران باید روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم را مدیریت کنند برای این است که انسجام و یکپارچگی سیستم‌ها در گرو روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها است. یک نکته بسیار مهم دیگر این است که فقط در سیستم‌هایی که انسجام و یکپارچگی دارند، اجزای آن‌ها می‌توانند هدف سیستم را ـ بعنوان یک هدف مشترک ـ محقق سازند. بدون انسجام و یکپارچگی، هر کس به دنبال اهداف شخصی خود می‌رود و عملاً سیستم وجود خارجی ندارد. یک سازمان شامل ساختمان‌ها، در و دیوار و میز و نیمکت نیست، بلکه وجود هدف روشن بعنوان هدف مشترک و روابط و تعامل بین اجزا، یک سازمان را بعنوان یک سیستم به وجود می‌آورند. مدیران هرچه بیشتر به این موضوعات فکر کنند بهتر است. تفکر به این موضوعات مانع از پندارها، گفتارها و رفتاریی می‌شود که به انسجام و یکپارچگی سیستم لطمه وارد می‌کنند.

سؤال مهم بعدی این است که روابط و تعاملی که به انسجام و یکپارچگی منجر می‌شوند، چگونه به وجود می‌آیند؟ به طور حتم شانسی به وجود نمی‌آیند، بلکه باید آگاهانه

ایجاد و تقویت شوند. برای این کار باید از نیروی جاذبه و جریان انرژی استفاده شود. مدیران باید با ایجاد آگاهانه انواع جاذبه‌ها در سازمان، بکوشند روابط و تعامل بین اجزای آن را تقویت کنند. نوع گفتار، نوع رفتار، روش برقراری ارتباط، نوع مکاتبات و نوع دستوراتی که مدیران صادر می‌کنند همه بر روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم و در نتیجه انسجام و یکپارچگی آن تاثیر می‌گذارند. از طرف دیگر، زندگی سیستم‌های باز، مثل یک سازمان، علاوه بر چیزهای دیگر، به جریان انرژی وابسته است. مدیران باید به طور مستمر به سیستم‌های خود انرژی مثبت تزریق کنند. متاسفانه به نظر می‌رسد که اغلبِ مدیران به روابط و تعامل بین اجزا، به ایجاد جاذبه‌ها، تزریق انرژی و یکپارچگی و انسجام سیستم‌ها کمتر فکر نمی‌کنند. اثبات این ادعا خیلی آسان است. وضعیت آشفته و نابسامان سازمان‌های ما داد می‌زند که مدیران به این وظایف مهم کمتر عمل می‌کنند.

سیستم‌ها حدود دارند. همه سیستم‌ها، اعم از سیستم‌های فیزیکی و غیرفیزیکی، حدودی دارند. در جایی که یک سیستم حدود فیزیکی دارد به راحتی می‌توان گفت که چه چیزی در

درون آن سیستم قراردارد و چه چیزی خارج از سیستم قراردارد. اما در سیستم‌های اجتماعی از جمله سازمان‌ها، تعیین یا تشخیص حدود یک سیستم کار آسانی نیست. علاوه براین، روش تعیین حدود یا مرزهای سیستم‌های اجتماعی، مثل یک دانشگاه، پیامدهای مهمی دارد که ذیلاً اشاره خواهم کرد. حدود یک دانشگاه کجا است؟ ممکن است بعضی‌ها تصور کنند که حدود یک دانشگاه را چهار دیواری آن مشخص می‌کند. این نوع تفکر، به این معنا است که افراد دانشگاهی تا زمانی که در درون چهار دیواری دانشگاه هستند متعلق به دانشگاه هستند. تایمکس نشانه بارز این نوع تفکر است. شما با این کار، دانشگاه را از خدمات کسانی که بالقوه می‌توانند در کوچه، بازار، خیابان و خانه در خدمت دانشگاه باشند، محروم می‌کنید! حتماً برای شما اهمیتی ندارد که یک نفر زندگی‌اش را وقف دانشگاه می‌کند یا نه. آن‌چه مهم است این است که سر وقت در درون چهار دیواری دانشگاه حضور پیدا کند و در پایان وقت اداری دانشگاه را ترک کند. صاحبان این نوع تفکر خیلی از علم مدیریت فاصله دارند و در مصدر کار بودن چنین کسانی فقط به عقب ماندگی کشور منجر می‌شود.

سازمان‌های اجتماعی از جمله دانشگاه‌ها، حدود فیزیکی ذاتی ندارند. حدود سازمان‌ها **سیال** است. بدین معنا که برای یک منظور خاص یا برای پاسخ به یک سؤال خاص یا دستیابی به یک هدف خاص باید حدود یک سیستم تعیین شود. به بیان دیگر حدود سازمان‌های اجتماعی معمولاً مبهم یا مفهومی (منطقی) است. برای مثال، یک استاد دانشگاه زمانی که در منزل نیز به دانشگاه فکر می‌کند و برای دانشگاه کار می‌کند، جزئی از دانشگاه است اگرچه نه تایمکسی وجود دارد و نه کسی او را می‌بیند. بدین معنا که حدود فیزیکی چندان اهمیت ندارد بلکه نیروی جاذبه یا کششی که اجزا را به سازمان مرتبط می‌سازد، حایز اهمیت است.

حتی همکاری بین‌بخشی نیز از منظر سیستم‌ها امری کاملاً طبیعی تلقی می‌شود. برای مثال، زمانی که سازمان‌ها بعنوان سیستم‌های مختلف برای حل یک مشکل در کنار هم قرار می‌گیرند، مرزهای مفهومی همه این سازمان‌ها باید گسترش یابد تا همه آن‌ها بتوانند مشکل را مشکل خودشان ببینند و آن را با مشارکت و همکاری هم حل کنند. اما اگر سازمان‌ها با حفظ مرزهای خودشان در کنار یک‌دیگر قرار گیرند، امکان

ندارد که بتوانند به حل مشکل کمک کنند. ما به شمّ خود می‌دانیم که بسیاری از مشکلات مزمن امروزی را روابط و تعامل بسیار نزدیک سیستم‌های مختلف به وجود آورده‌اند و نیز درک می‌کنیم که حل این مشکلات نیازمند مشارکت و همکاری بین‌بخشی است، اما مشارکت و همکاری زمانی ممکن خواهد بود که همه سیستم‌ها مشکل را مشکل خودشان بدانند. این امکان‌پذیر نخواهد بود مگر آنکه حدود مفهومیِ همه این سازمان‌ها تا جایی گشترش پیدا کند که مشکل را شامل شود. مشارکت و همکاری بین بخشی با حفظ مرزهای فیریکی امکان‌پذیر نیست.

فصل ۸

سیستم‌ها بعنوان شبکه روابط

در پشت همه سیستم‌ها شبکه‌ای از روابط وجود دارد. زمانی که گفته می‌شود در یک سیستم همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است، منظور ما وجود این روابط شبکه‌ای گسترده است که همه اجزا را بهم مرتبط می‌سازد. بیان اینکه عصر حاضر عصر سیستم‌ها است، بدین معنا است که عصر شبکه‌ها است؛ یا زمانی که اظهار می‌کنیم سیستم‌ها ما را احاطه کرده‌اند بدین معنا است که شبکه‌ها ما را احاطه کرده‌اند. به آسانی می‌توانیم

رد پای شبکه‌ها را در همه ابعاد زندگی روزمره انسان‌ها مشاهده کنیم. ما نه تنها درباره یک شبکه، بلکه درباره شبکه‌های درهم تنیده بحث می‌کنیم: شبکه‌های بانکی، شبکه‌های پولی، شبکه‌های اجتماعی، شبکه‌های تجاری و حتی شبکه‌های جاسوسی، شبکه‌های تروریستی، شبکه‌های قاچاق و غیره. همه این‌ها واقعیت دارند. اما، مشکل این است که پیچیدگی و پویایی این شبکه‌های پیچیده درهم تنیده را اغلب درک نمی‌کنیم. شبکه‌ها امکان‌ها و مشکلات کم‌نظیری برای بشریت به وجود آورده‌اند. موضوع مهم این است که در عصر شبکه‌ها، رهبری سازمان‌ها بدون درک درست این شبکه‌ها تقریباً امکان‌پذیر نیست.

در سیستم‌های اجتماعی شبکه روابط موجود یک شبکه فیزیکی نیست و لزوماً به معنای اتصال مستقیم اجزای یک سیستم به یک‌دیگر نیز نیست. در این سیستم‌ها زنجیره‌ای از روابط به وجود می‌آید و این زنجیره روابط، اجزای یک سیستم را بهم متصل می‌سازد. البته بعضی از اتصال‌ها ممکن است قوی‌تر و پایدارتر باشند. در این نوع اتصال‌ها، به نظر می‌رسد که اجزای سیستم چنان محکم بهم گره خورده‌اند که اگر فشاری

بر یکی از اجزای آن وارد شود این فشار به کل زنجیره منتقل می‌شود. اما در مواردی ممکن است ارتباط بین اجزا سست و ناپایدار باشد. به هر حال، ما باید در یک سیستم بر روی شبکه روابط تمرکز کنیم. گفته شده است که رهبری مساوی با روابط[1] است و من اضافه می‌کنم که شامل مدیریت روابط و تعامل بین اجزا نیز است. به میزانی که شبکه روابط قوی‌تر باشد، سیستم منسجم‌تر و یکپارچه‌تر خواهد بود. در فصل ۷ اشاره کردم که انسجام و یکپارچگی یک سیستم به معنای سیستم بودن یک سیستم است و درک سیستم بودن یک سیستم پیش‌شرط رهبری موفقیت‌آمیز یک سیستم است. اجازه دهید قدری درباره ویژگی‌های شبکه روابط در یک سیستم بحث کنیم.

در زبان شبکه‌ها به هر یک از اجزا یا عوامل یک شبکه، **گره**[2] و اتصال گره‌ها با هم را **رابطه**[3] می‌نامند. اگر یادتان باشد بازهم در فصل ۷ اشاره کردم که حدود یک سیستم را بر اساس سؤال یا هدفی که داریم تعیین می‌کنیم. از طرف دیگر، سیستم‌های

[1] Leadership is relationship
[2] Node
[3] Link

اجتماعی مانند سازمان‌ها، ذاتاً فاقد حدود فیزیکی هستند؛ حدودی را که برای آن‌ها تعیین می‌کنیم حدود منطقی یا مفهومی می‌نامند. در واقع شبکه‌ها این حدود منطقی یا مفهومی سیستم‌ها را به تصویر می‌کشند. با این وجود، حدود منقطی یا مفهومی نیز مانند حدود فیزیکی، مرزهای سیستم مورد علاقه ما را مشخص می‌کنند. در یک شبکه فیزیکی، مثل شبکه شهرها، بین گره‌ها یعنی شهرها، روابط فیزیکی، یعنی جاده‌ها، وجود دارند. در یک شبکه مفهومی گره‌ها را مفاهیم و روابط بین آن‌ها را روابط مفهومی تشکیل می‌دهند. برای مثال، در نقشه یک کشور، خطوط یا رابطه‌ها حاکی از جاده‌ها هستند که گره‌ها، یعنی شهرها، را بهم مرتبط می‌سازند. اما نقشه یک کشور یک شبکه مفهومی است که با شبکه فیزیکی مطابقت دارد. ما در سازمان‌ها و شبکه‌های اجتماعی اصولاً با شبکه‌های مفهومی سروکار داریم. نکته مهم درباره شبکه‌ها این است که شبکه‌ها با وجود تنوع ساختاری و نحوه شکل‌گیری در حیطه‌های مختلف علمی، فناوری، طبیعت و غیره، بسیار بهم شبیه هستند و پدیدار شدن آن‌ها از قوانین و سازوکارهای

مشابهی تبعیت می‌کند لذا می‌توان از اصول یکسانی برای مطالعه همه آن‌ها استفاده کرد.

شبکه‌ها ممکن است ترکیب و اندازه‌های مختلفی داشته باشند. **ترکیب** یک شبکه، تنوع گره‌ها و رابطه‌ها را نشان می‌دهد. یک شبکه ممکن است از نظر گره‌ها و یا رابطه‌ها شبکه‌ای همگن باشد. برای مثال در یک شبکه حرفه‌ایِ یک‌دست، نوع گره‌ها و رابطه‌ها نسبتاً اندک هستند. چنین شبکه‌ای معمولاً ترکیب نسبتاً همگنی دارد. در شبکه‌های غیرهمگن، برای مثال، شبکه روابط در یک نظام ارایه خدمات، گره‌ها و یا رابطه‌ها متنوع هستند. بعنوان یک اصل، هرچه گره‌ها و رابطه‌های یک شبکه متنوع‌تر باشند آن شبکه پیچیده‌تر است. یکی دیگر از ویژگی‌های مرتبط با ساختار یک شبکه **تراکم** آن است. تراکم بدین معنا است که چه تعداد گره با چه تعداد گره دیگر مرتبط است. در شبکه‌هایی که روابط فیزیکی دارند، تراکم عبارت است از تعداد مسیرهای گوناگونی که یک گره را به طور مستقیم به گره دیگر مرتبط می‌سازند. برای مثال، دو شهر را در نظر بگیرید، هرچه تعداد جاده‌هایی (رابطه‌هایی) که این دو شهر را به طور مستقیم بهم مرتبط

می‌سازند زیادتر باشد، تراکم زیادتر است. ویژگی دیگر یک شبکه **قدرت اتصال** بین گره‌ها است. قدرت اتصال، شدت اتصال بین گره‌ها را مشخص می‌کند. قدرتِ یک رابطه ممکن است به معنای حجم جریان بین دو گره باشد یا به معنای نیرویی باشد که دو گره را بهم مرتبط می‌کند. هرچه رابطه‌ها قوی‌تر باشند، ثبات، پایداری و مقاومت یک سیستم بیشتر خواهد بود. باید توجه کرد که تراکم و قدرت رابطه‌ها باهم مرتبط هستند. تراکم بالا، مسیرهای مختلفی برای موفقیت در اختیار ما می‌گذارد، اما جایی که قدرت بعضی رابطه‌ها ضعیف است، قدرت کل شبکه، تابعی از ضعیف‌ترین رابطه خواهد بود.

با تغییر ترکیب یا تراکم شبکه‌ها الگوهایی شکل می‌گیرند. این الگوها، به ویژه در فرایند تغییر و تکامل مستمر سیستم‌های پیچیده سازگاری‌پذیر[۱] دیده می‌شوند. قبل از بحث درباره الگوها لازم است توضیح دهم که سیستم‌های پیچیده سازگاری‌پذیر اگرچه لزوماً سیستم‌های زنده‌ای نیستند

[۱] Complex adaptive systems سیستم‌هایی هستند که از طریق یادگیری با محیط خود سازگاری پیدا می‌کنند.

اما شبیه موجودات زنده رفتار می‌کنند. می‌دانیم که همه موجودات طی مراحل تکاملی از یک سلول شروع می‌کنند، تقسیم می‌شوند، تمایز پیدا می‌کنند و در نهایت به یک موجود بالغ تبدیل می‌شوند. اما رشد و تکامل شبکه جهانی اینترنت نیز به گونه‌ای انجام گرفته است که گویی یک موجود زنده است. یا شبکه‌های اجتماعی که بر روی شبکه جهانی اینترنت شکل گرفته‌اند نیز به طور مستمر در حال رشد و تکامل هستند.

به هر حال، اولین الگو، **الگوی دنیای کوچک**[1] یا **درجه جدایی**[2] نامیده می‌شود. این الگو از تراکم یک شبکه ناشی می‌شود. با رشد شبکه‌ها، گره‌های بیشتری بهم مرتبط می‌شوند، فاصله‌ها کاهش می‌یابند و پدیده دنیای کوچک به وجود می‌آید. این پدیده بقدری با ثبات است که می‌توان آن را با رابطه ریاضی توصیف کرد: با رشد خطی یک شبکه، فاصله بین دو گره به صورت لگاریتمی رشد می‌کند. برای مثال بر مبنای ۱۰ (هر گره ۱۰ رابطه داشته باشد)، لگاریتم ۱۰ می‌شود ۱، لگاریتم ۱۰۰ می‌شود ۲، لگاریتم ۱۰۰۰ می‌شود ۳، یک میلیون می‌شود ۶ و یک میلیارد می‌شود ۹. بنابراین اگر در یک جامعه یک

[1] Small world model
[2] Degree of separation

میلیاردی هر فرد ۱۰ نفر را بشناسد، فاصله بین هر دو نفر در آن جامعه ۹ نفر خواهد بود. شبکه‌ها دنیا را خیلی بهم نزدیک یا به اصطلاح آن را کوچک کرده‌اند. این حتی ضرب‌المثل شده است: زمانی که انتظار نداریم فردی را در مکان و زمان خاصی ببینیم، با دیدن وی در آن زمان و مکان معمولاً می‌گوییم: «دنیا خیلی کوچک است!»

الگوی دیگری که در شبکه‌های ناهمگون به وجود می‌آید **قطب‌ها**[1] هستند. قطب‌ها به این دلیل به وجود می‌آیند که در شبکه‌های ناهمگون، گره‌ها جذابیت یکسان ندارند؛ بنابراین بعضی از آن‌ها جذاب‌تر هستند و رابطه‌های بیشتری ایجاد می‌کنند. الگوی مشابهی در سیستم‌های بیولوژیک نیز دیده می‌شود. می‌توانیم یک شبکه منطقی از اتم‌های سیستم‌های زنده درست کنیم. اتم‌های مختلف روابط متنوع بیشتر یا کمتری دارند. کربن به هر اتم دیگری متصل می‌شود، هیدروژن به بسیاری از اتم‌ها، اکسیژن به تعداد کمتری و سولفر به کمتر از آن متصل می‌شوند. به همین دلیل گفته شده است که

[1] Hubs

حیات بر مبنای کربن شکل گرفته است. کربن قطب همه فعالیت‌های بیوشیمیایی و بیولوژیکی است.

الگوی دیگری که در شبکه‌های ناهمگون دیده می‌شود **تجمع خوشه‌ای** نامیده می‌شود. بدین معنا که خوشه‌هایی از گره‌ها رابطه‌های قوی‌تری پیدا می‌کنند و از گره‌های دیگری که رابطه‌های ضعیف دارند تمایز پیدا می‌کنند.

در شبکه‌های ناهمگون الگوی توزیع رابطه‌ها در قطب‌ها و خوشه‌ها از **توان معکوس** تبعیت می‌کند. بدین معنا که تعداد اندکی از قطب‌ها تعداد بسیار زیادی رابطه دارند، تعداد متوسطی از قطب‌ها تعداد متوسطی رابطه دارند اما تعداد زیادی از آن‌ها تعداد اندکی رابطه دارند. شبکه‌های مختلف ممکن است الگوهای متفاوتی از قطب‌ها و خوشه‌ها داشته باشند، اما اندازه و تراکم قطب‌ها و خوشه‌ها از قاعده توان تبعیت می‌کند. یک قاعده کلی در رابطه با قطب‌ها و خوشه‌ها اینکه با رشد و تکامل یک شبکه، قطب‌ها و خوشه‌ها رابطه‌های بیشتری را به خود جذب می‌کنند و با این کار باز هم جذاب‌تر می‌شوند.

شبکه‌ها را می‌توانیم به دو شکل ثابت و پویا نشان دهیم. شبکه‌های ثابت وضعیت روابط در یک سیستم را در نقطه‌ای از زمان به تصویر می‌کشند. اگرچه همه سیستم‌های واقعی به طور مستمر تغییر می‌کنند اما یک شبکه ثابت، ساختار روابط یک سیستم را نشان می‌دهد که ممکن است مفید باشد. برای مثال، ممکن است قطب‌های شگفت‌انگیز یا وابستگی‌های مهمی بین خوشه‌ها نشان دهد. اگرچه ارایه یک تصویر ثابت از روابط، به نوبه خود مفید است اما تغییر شبکه‌ها نیز بسیار حایز اهمیت است. برای مثال، تغییر ساختار و پویایی شبکه‌ها ــ یعنی اضافه‌شدن گره‌ها و یا رابطه‌ها ــ تغییر مهمی است. شکل دیگری از تغییر در شبکه‌ها تغییر جریان مواد، انرژی و پیام‌ها است. به تصویر کشیدن شبکه جریان‌ها ابزار ارزشمندی را برای معرفی و تحلیل این بُعد از تغییر در اختیار ما می‌گذارد. یعنی بر اساس شبکه جریان‌ها می‌توانیم اطلاعات زیادی درباره پویایی سیستم‌ها کسب کنیم.

مشاهده سیستم‌ها از بیرون یک درک سطحی از سیستم بودن یک سیستم ارایه می‌دهد اما تحلیل قدرت تاثیرگذاری رابطه‌ها در شبکه روابط، درک بهتری از سیستم بودن یک

سیستم ارایه می‌دهد. به دلیل اهمیت درک شبکه روابط در سیستم‌ها، تفکر شبکه‌ای بعنوان **حس هفتم** نام‌گذاری شده است. کسانی که از حس هفتم برخوردارند در یک شبکه توانایی‌هایی بالقوه‌ای را می‌بینند که برای ما غیرقابل رویت است. آنان نشان می‌دهند که قدرت در کدام بخش از شبکه نهفته است و چگونه باید از آن استفاده نمود. توانایی دیدن و استفاده از شبکه‌ها رهبران نسل آینده را به وجود خواهد آورد.[1] بنابراین مدیران باید به شبکه روابط سازمان خود حساس باشند؛ به آن فکر کنند و تصویری از شبکه روابط در سازمان خود را تهیه کنند و مرتب آن را تحلیل کنند: مشخص کنند قطب‌ها و خوشه‌ها در کدام بخش‌های شبکه قرار دارند و علل آن‌ها چیست. جایگاه احتمالی خودشان در شبکه و به ویژه در قطب‌ها و خوشه‌ها را مشخص کنند. مقدار تاثیرگذاری‌شان بر روابط را تحلیل کنند: برای مثال چقدر انرژی مثبت به این شبکه تزریق می‌کنند؟ نوع گفتگوها، دستورات و مکاتباتی که دارند چقدر این شبکه را تقویت یا تضعیف می‌کنند؟ باید به استفاده از توان بالقوه شبکه روابط برای

[1] Ramo JC (2016) The seventh sense: power, fortune, and survival in the age of networks. Little, Brown and Company, Boston

اجرای موفقیت‌آمیز تصمیم‌ها و سیاست‌ها فکر کنند. بالاخره، مدیران باید تفکر شبکه‌ای را وارد ادبیات سازمان خود کنند و هرگز از شبکه روابط سازمان خود بعنوان یک سیستم، غافل نشوند.

شبکه روابط در یک سازمان بعنوان یک سیستم واقعیت دارد، اما این شبکه معمولاً براساس روابط اداری یا به خواست مدیران شکل نمی‌گیرد. بلکه یک شبکه غیررسمی است که بر اساس اهداف، علایق، باورها و ارزش‌های مشترک به وجود می‌آید. به همین دلیل قدرت تاثیرگذاری آن بر سازمان بسیار بسیار بیشتر از روابط رسمی اداری است. شبکه روابط در واقع روابط عوامل انسانی یک سازمان را به تصویر می‌کشد.[۱] قدرت شبکه بیش از آن چیزی است که شما تصور می‌کنید.

---

[۱] **نمودارهای چرخه علّی** (Causal loop diagrams) که حلقه‌های بازخورد را در یک سیستم نشان می‌دهند، روابط را در سطح **متغیرها** به تصویر می‌کشند. همچنین نمودارهای **ذخیره و جریان** یا لوله‌کشی شامل **متغیرها** هستند. این نمودارها به ترتیب برای تحلیل رفتار یک سیستم و الگوسازی و شبیه‌سازی رفتار آن سیستم استفاده می‌شوند. اما **شبکه روابط** برای تحلیل روابط غیررسمی در یک سیستم، تاثیرگذاری افراد، نشان دادن گستره شبکه ارتباطی و استفاده از توان بالقوه شبکه برای پیشبرد اهداف سازمانی استفاده می‌شود.

سرعت گردش اطلاعات در شبکه بسیار بسیار سریع‌تر از کانال‌های ارتباطی رسمی است. اطلاعات درست، نادرست یا شایعات در یک چشم بهم‌زدن تا انتهای شبکه جریان پیدا می‌کنند. مدیران باید بدانند که براساس الگوی دنیای کوچک که در بالا اشاره کردم، فاصله آنان با انتهای شبکه **دو یا سه** نفر بیشتر نیست. بنابراین هیچ رازی پشت درب‌های بسته آنان نمی‌ماند. هر گفتاری، رفتاری و یا تصمیمی به سرعت در درون شبکه روابط حرکت می‌کند و در کوتاه‌ترین زمان ممکن تا دوردست‌ترین نقاط شبکه می‌رسد. هیچ‌چیزی قابل کتمان نیست. به دلیل گستردگی شبکه، کارکنان به سرعت به میزان توانایی‌ها، قدرت مدیریت و رهبری، روش‌های برخورد با موضوعات مختلف سازمانی، روش برخورد با کارکنان، ارزش‌ها و نگرش مدیران پی می‌برند.

اولین گام برای بهره‌مندی از شبکه روابط، فکر کردن به آن است. مدیران باید بخشی از وقت‌شان را برای فکر کردن به شبکه روابط سازمان‌شان اختصاص دهند: به نحوه توزیع روابط، وجود الگوها، نقش‌شان در تقویت یا تضعیف شبکه و کاربرد آن. به ویژه باید به الگوهایی که در درون شبکه شکل

می‌گیرند ــ قطب‌ها و یا خوشه‌ها ــ توجه کنند. معمولاً این الگوها بر محور افرادی که برجستگی‌های خاصی دارند، برای مثال افرادی که مهارت‌های حرفه‌ای یا انسانی بالاتری دارند، کسانی که به همکاری و کار تیمی اعتقاد قوی دارند و یا کسانی که موفقیت‌های چشم‌گیری داشته‌اند، شکل می‌گیرد.

لازم است مدیران از قدرت شبکه و از این سرمایه بالقوه بیشترین استفاده را به نفع سازمان خود بکنند. شبکه مثل یک شمشیر دو لبه است: یک لبه آن بر له شما است و لبه دیگر آن بر علیه شما است؛ بستگی به این دارد که کدام لبه را انتخاب کنید!

مدیران اگر به شبکه روابط فکر نکنند، اگر از قدرت شبکه روابط برای پیشبرد اهداف سازمانی استفاده نکنند و خواسته یا ناخواسته شبکه را نادیده بگیرند، در واقع به ضرر خودشان عمل کرده‌اند. شبکه روابط وجود دارد، چه مدیران به آن فکر کنند یا فکر نکنند. شبکه روابط واقعیت دارد، چه مدیران از قدرت آن استفاده کنند یا استفاده نکنند. شبکه روابط تاثیرگذار است چه مدیران تاثیر آن را درک کنند یا درک نکنند. شبکه روابط یک سرمایه نهفته است که وظیفه مدیران کشف این

سرمایه هنگفت و استفاده از آن است. مدیران باید برای بهره‌مندی از آن هر تلاش ممکن را به عمل آورند.

فصل ۹

یادگیری در سیستم‌ها

همه سیستم‌های پیچیده یاد می‌گیرند. حتی رایانه‌ها بعنوان سیستم‌های پیچیده فنی که فاقد پیچیدگی‌های سیستم‌های انسانی هستند نیز یاد می‌گیرند. زمانی که شما فرمانی را چند بار دستی انجام می‌دهید رایانه یاد می‌گیرد که آن فرمان را به طور خودکار انجام دهد. اجازه دهید به یادگیری در باکتری‌ها و ویروس‌ها اشاره کنم قبل از اینکه به یادگیری در سازمان‌ها یا سایر سیستم‌های اجتماعی بپردازم.

باسیل سل را در نظر بگیرید. قبل از کشف استرپتوماسین در سال ۱۹۴۶ تنها دفاع ما در برابر این باسیل سیستم ایمنی ما بود. اما باسیل سل به خوبی از عهده سیستم ایمنی ما بر می‌آمد و موجب کشتارهای وسیع می‌شد. برای مثال در قرن هیجده میلادی ۲۵٪ مرگ و میرها در اروپا را موجب می‌شد. با کشف استرپتوماسین تصور کردیم که خواهیم توانست مشکل بیماری سل را به زودی حل کنیم. چیزی نگذشت که باسیل سل نسبت به استرپتوماسین مقاومت پیدا کرد. پدیدار شدن مقاومت به این معنا است که باسیل در برخورد با محیط یادگرفته است که چگونه خودش را حفظ کند. زمانی که این سنگر دفاعی ما فرو ریخت دانشمندان داروهای دیگری کشف کردند و باسیل سل نیز با یادگیری ناشی از برخورد با این داروها به بیشتر یا اغلب آن‌ها مقاومت پیدا کرد. جالب‌تر اینکه زمانی ماکروفاژها اولین و مهمترین سد دفاعی بدن ما در مقابل این باسیل بودند. به محض اینکه باسیل وارد بدن می‌شد توسط ماکروفاژها بلعیده می‌شد. پس از مدتی باسیل سل با ذکاوت ناشی از یادگیری، ماکروفاژها را به خوابگاهی دنج و راحت تبدیل کرد. باسیل سل در درون ماکروفاژها

زندگی می‌کند، اما زندگی آن به دلیل داشتن پوششی از جنس سیستم ایمنی، بقدری آرام و دور از دسترس سیستم دفاعی بدن است که هیچ خطری آن را تهدید نمی‌کند. آیا باسیل سل به یک دوست تبدیل شده است؟ البته که نه! باسیل سل در درون ماکروفاژها اطلاعات جمع‌آوری می‌کند و محیط بیرونی را رصد می‌کند و به محض اینکه شرایط را مناسب دید فعال می‌شود و با فعال شدن آن، فرایند بیماری شروع می‌شود.

همین حالا دنیا گرفتار ویروس کرونا است. به نظر می‌رسد که این ویروس مهارت یادگیری فوق‌العاده‌ای دارد. شاهد مدعا گونه‌های مختلف ویروس است که گوشه و کنار دنیا به وجود می‌آیند. ویروس کرونا همه حساب و کتاب‌ها را بهم ریخته است. نه تنها هیچ نوع درمانی ندارد ترس از این است که در بلندمدت واکسن‌ها هم در مقابل این ویروس نرد ببازند. در زمینه یادگیری باکتری‌ها و ویروس‌ها مثال‌های زیادی وجود دارند که ما بی‌اعتنا از کنارشان می‌گذریم. در بسیاری از مواقع در دشمنی آن‌ها با ما، همدست آن‌ها هستیم. در این مدتی که جامعه ما گرفتار کرونا شده است چقدر بی‌حساب آنتی‌بیوتیک تجویز کرده‌ایم. این‌ها هزینه دارد. منظور من

هزینه ریالی امروز آن‌ها نیست، بلکه هزینه بلندمدت آن‌ها است که قابل محاسبه نیست! چون رشته تخصصی من بیماری‌های عفونی و گرمسیری است، اگر بحث یادگیری در میکروب‌ها را در این‌جا به پایان نرسانم ممکن است شوق و ذوق من به ارایه مثال‌های متعدد در این زمینه، حوصله شما را سر ببرد. بنابراین، مثال دیگری نمی‌زنم و بحث را خاتمه می‌دهم.

اما، ممکن است پرسیده شود رایانه یا باسیل سل یا ویروس کرونا که مانند انسان مغز ندارند پس چگونه یاد می‌گیرند و چگونه می‌فهمیم که یاد می‌گیرند؟ پاسخ این است که سیستم‌های پیچیده برای یادگیری نیازی به مغز ندارند. یادگیری این سیستم‌ها در **تغییر ساختار** آن‌ها منعکس می‌شود و در رفتارشان نشان داده می‌شود. مقاومت باسیل سل یا استافیلوکوک به آنتی‌بیوتیک‌ها یک واقعیت است. این واقعیت را شما عملاً می‌بینید. بنابراین زمانی که باسیل سل یاد می‌گیرد در ساختار آن تغییراتی به وجود می‌آید و تغییرات ساختار به تغییر رفتار آن منجر می‌شود.

البته یادگیری در سیستم‌های انسانی، مثل سازمان‌ها، **بسیار دشوار** است. ممکن است سؤال شود که مگر ما کمتر از یک باسیل یا یک ویروس هستیم که در سازمان‌ها، بعنوان سیستم‌های پیچیده، به کندی و با تاخیر یاد می‌گیریم. اما ما درست به دلیلِ **انسان بودن** و همچنین وجود **حلقه‌های بازخورد** در سیستم‌های پیچیده، برای یادگیری در این سیستم‌ها با موانع زیادی مواجه هستیم.

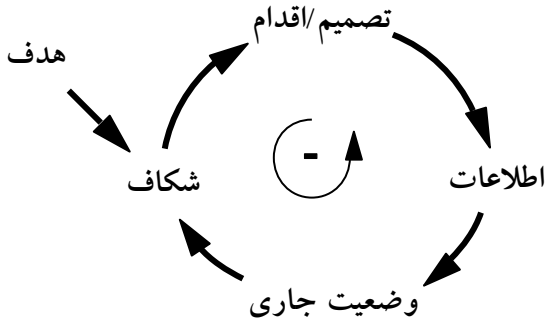
اشاره کردم که سیستم‌های پیچیده برای یادگیری نیازی به مغز ندارند. باسیل سل یا ویروس کرونا از طریق یادگیری، ساختار خودشان را تغییر می‌دهند و تغییر ساختار به تغییر رفتار آن‌ها منجر می‌شود. این همان اصلی است که بارها درباره آن بحث کرده‌ام: ساختار سیستم‌های پیچیده رفتار آن‌ها را تعیین می‌کند. همچنین در بالا اشاره کردم که یادگیری در سیستم‌های پیچیده و درباره این سیستم‌ها برای انسان‌ها بسیار دشوار است. سعی خواهم کرد علل دشواری یادگیری در سیستم‌های پیچیده را به اختصار بحث کنم؛ همچنین روش کم‌هزینه، سریع و مطمئنی که علم سیستم‌ها برای ایجاد یک آزمایشگاه مجازی برای یادگیری درباره سیستم‌های پیچیده از

طریق آزمون تصمیمات و سیاست‌ها ارایه می‌دهد را مطرح خواهم کرد.

همچنانکه بقای یک ویروس یا یک باکتری به یادگیری آن وابسته است، بقای یک سیستم پیچیده اجتماعی، مثل یک سازمان، نیز به یادگیری آن وابسته است. قبلاً اشاره کرده‌ام که یادگیری **محصول** روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل یک سیستم پیچیده است و **ظرفیت** یادگیری یک سیستم پیچیده به قدرت و ظرفیت این روابط و تعامل بستگی دارد. از طرف دیگر، یادگیری در سازمان‌ها به دلیل پیچیدگی ساختار یا روابط و تعامل بین اجزا/عوامل ــ یعنی وجود حلقه‌های بازخورد فراوان ــ دشوار است. به بیان دیگر ما برای یادگیری در سازمان‌ها، بعنوان سیستم‌های پیچیده با موانع زیادی مواجه هستیم. اولین آن‌ها **الگوهای ذهنی** خودمان هستند که در زیر درباره آن بحث خواهم کرد.

در ساده‌ترین شکل ممکن، هر نوع یادگیری از طریق یک **حلقه بازخورد منفی** اتفاق می‌افتد. ما تصمیمی می‌گیریم یا اقدامی انجام می‌دهیم و این تصمیم یا اقدام ما در دنیای واقعی، برای مثال یک سازمان، تغییر ایجاد می‌کند. سپس

اطلاعات مربوط به این تغییر را جمع‌آوری می‌کنیم. از این اطلاعات برای بازنگری درک‌مان از دنیای واقعی استفاده می‌کنیم؛ همچنین از اطلاعات بازخوردی برای اصلاح تصمیم یا اقدام بعدی‌مان استفاده می‌کنیم تا تغییری را که ایجاد می‌کنیم به هدف خود نزدیکتر کنیم. حلقه بازخورد نمودار ۱ مبنایی‌ترین نوع یادگیری را توصیف می‌کند. این حلقه بازخورد یک حلقه بازخورد منفی است که در آن تصمیم‌گیرنده اطلاعات جاری مرتبط با دنیای واقعی را با هدفی که دارد مقایسه می‌کند، شکاف بین این دو را تعیین می‌کند و اقداماتی انجام می‌دهد که به باور او این شکاف را پر می‌کند.



نمودار ۱ یادگیری تک حلقه‌ای

حلقه بازخورد منفی همه حقایق مربوط به یادگیری در یک سیستم پیچیده را بیان نمی‌کند. حلقه بازخورد بالا یکی از جنبه‌های مهم فرایند یادگیری را نادیده می‌گیرد: بازخورد اطلاعات درباره دنیای واقعی **تنها** دروندادی نیست که برای تصمیمات و اقدامات‌مان استفاده می‌کنیم. اینکه چگونه تصمیم می‌گیریم، با چه قواعدی، و چه نوع اطلاعات و چه مقدار اطلاعات را به چه روش‌هایی جمع‌آوری و تحلیل می‌کنیم نیز بسیار مهم هستند. از اینجا مشکل یادگیری در سیستم‌های پیچیده شروع می‌شود. ما از مجموعه‌ای از قواعد برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنیم و از سیاست‌هایی برای جمع‌آوری اطلاعات درباره دنیای واقعی استفاده می‌کنیم. اما خود این قواعد و سیاست‌ها تحت تاثیر ساختارها، راهبردها و هنجارهای فرهنگی هستند. ساختارها، راهبردها و هنجارها نیز به نوبه خود ریشه در الگوهای ذهنی ما دارند. الگوهای ذهنی شامل فرض‌ها، باورها، ارزش‌ها، برداشت‌ها، نگرش، جهان‌بینی یا حتی تصویرهای ذهنی ما هستند. الگوهای ذهنی برای زندگی روزمره ما بسیار مفید هستند. ما براساس الگوهای ذهنی می‌توانیم در شهری که زندگی می‌کنیم

مقصدمان را پیدا کنیم. ما براساس الگوهای ذهنی خود با افراد و محیط ارتباط برقرار می‌کنیم. برای مثال، اگر یک الگوی ذهنی از یک فرودگاه داشته باشیم با همان الگوی ذهنی می‌توانیم در همه فرودگاه‌های جهان رفتار کنیم یا اگر یک الگوی ذهنی از یک کتابخانه داشته باشیم می‌توانیم در همه کتابخانه‌های جهان به راحتی حضور پیدا کنیم و قواعد رفتاری ذی‌ربط را رعایت کنیم. اما الگوهای ذهنی ما نه تنها در سیستم‌های پیچیده کارآیی زیادی ندارند بلکه یکی از موانع مهم یادگیری نیز هستند. الگوهای ذهنی‌مان به ما دیکته می‌کنند که سیستم‌ها را چگونه ببینیم، چگونه مدیریت کنیم، چگونه تصمیم بگیریم، چه اطلاعاتی را چگونه جمع‌آوری کنیم و چگونه آن را تحلیل کنیم. الگوهای ذهنی‌مان ممکن است در بیشتر مواقع ما را به **اشتباه** بیندازند. ممکن است برداشت ما از یک مشکل، یک شرایط یا پیشرفت و افول در یک سیستم کاملاً نادرست باشد. بنابراین الگوهای ذهنی‌مان **اولین** و یکی از **مهمترین** موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده هستند. به همین دلیل گفته شده است که در سیستم‌ها باید شرایطی فراهم شود که افراد بتوانند الگوهای ذهنی خود را

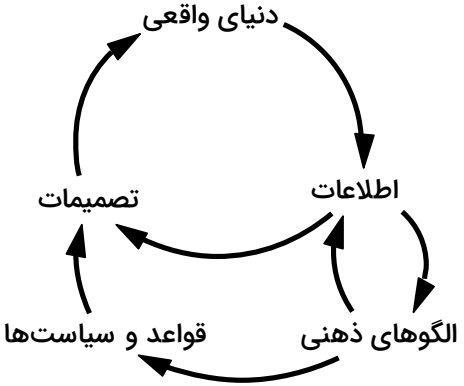
آشکار کنند. با آشکار شدن الگوهای ذهنی زمینه تغییر آن‌ها فراهم می‌شود.

ما براساس الگوهای ذهنی‌مان تصمیم می‌گیریم یا اقدام می‌کنیم. تا زمانی که الگوهای ذهنی ما تغییر نکنند، از تصمیمات و اقدامات‌مان در سیستم‌های پیچیده چیز زیادی یاد نمی‌گیریم. یادگیری ناشی از تصمیم یا اقدام در شرایطی که الگوهای ذهنی ما تغییر نمی‌کنند را یادگیری **تک حلقه‌ای** می‌نامند (نمودار ۱). در این نوع یادگیری فرض‌ها، باورها، برداشت‌ها، ارزش‌ها و جهان‌بینی ما که الگوهای ذهنی‌مان را تشکیل می‌دهند، تغییر نمی‌کنند. در نتیجه، درک ما از ساختار، روابط، رفتار، ویژگی‌ها، مشکلات و راه‌حل‌ها در سیستم‌های پیچیده تغییر نمی‌کند. شاید این ضرب‌المثل که می‌گوید *درب به همان پاشنه سابق می‌چرخد* درباره یادگیری تک حلقه‌ای مناسب باشد. با توجه به اینکه درک ما از سیستم‌ها، تصمیم و اقدام ما در آن‌ها و یافتن نقاط اهرمی برای ایجاد تغییر، بستگی به میزان یادگیری ما دارد، متوجه می‌شویم که چرا گفته شده است که ۹۵٪ اقدامات مدیران به ارتقای سیستم‌ها منجر نمی‌شوند!

یادگیری عمیق در سیستم‌های پیچیده نیازمند تغییر الگوهای ذهنی است و این به معنای یادگیری دو حلقه‌ای است (نمودار ۲). در یادگیری دو حلقه‌ای اطلاعاتی که پس از یک تصمیم یا اقدام دریافت می‌کنیم نه تنها تصمیمات و اقدامات بعدی ما را تغییر می‌دهد، بلکه الگوهای ذهنی ما را نیز تغییر می‌دهد. با تغییر الگوهای ذهنی، درک ما از ساختار، رفتار و ویژگی‌های سیستم‌ها تغییر می‌کند و از قواعد تصمیم‌گیری متفاوت و سیاست‌ها و راهبردهای جدید برای تفسیر اطلاعات استفاده می‌کنیم. همان اطلاعات زمانی که با قواعد و سیاست‌ها و راهبردهای جدید تفسیر می‌شوند به تصمیمات جدید منجر می‌شوند. به همین دلیل است که **یادگیری علم سیستم‌ها** نوعی یادگیری دوحلقه‌ای است که در آن دیدگاه تقلیل‌گرایی، محدود و کوتاه‌مدتِ نیوتنی از سیستم‌ها، جایش را به دیدگاه کل‌گرا، وسیع و بلندمدت می‌دهد.

در بالا اشاره کردم که ما به دلیل انسان بودن از یک طرف و وجود حلقه‌های بازخورد فراوان در سیستم‌های پیچیده که اغلب با تاخیرهای ذاتی مواجه هستند، برای یادگیری در سیستم‌های پیچیده و درباره این سیستم‌ها با دشواری مواجه

می‌شویم. اجازه دهید در ادامه این موضوع را با هم مرور کنیم. فرایند یادگیری دو حلقه‌ای نمودار ۲ را به دقت بررسی کنید.



نمودار ۲ یادگیری دو حلقه‌ای: تغییر الگوهای ذهنی

برای آنکه بتوانیم در سیستم‌های پیچیده و درباره این سیستم‌ها به طور مؤثر یاد بگیریم باید هر یک از اجزای دو حلقه بازخورد یادگیری دو حلقه‌ای اثرگذار باشند و بتوانیم با سرعت کافی به دور حلقه‌های بازخورد حرکت کنیم. در دنیای واقعی معمولاً نه اجزای حلقه‌ها ممکن است مؤثر باشند و نه ما می‌توانیم با سرعت کافی به دور حلقه‌ها حرکت کنیم. زیرا وجود حلقه‌های بازخورد فراوان در سیستم‌های پیچیده یا به اصطلاح **پیچیدگی پویا** که از روابط و تعامل پیچیده، غیرخطی

و گسترده حکایت دارد ــ یعنی همه چیز با همه چیز مرتبط است ــ یادگیری در آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد. اول اینکه، تصمیم هر یک از عوامل فقط یکی از حلقه‌های بازخورد فراوان را به وجود می‌آورد که معمولاً به روش غیرقابل پیش‌بینی و مثبت یا منفی عمل می‌کند. دوم اینکه، تاخیرِ زمانیِ بین تصمیم‌گیری تا اثرات آن‌ها، از سرعت حرکت به دور حلقه‌های بازخورد یادگیری می‌کاهد و توانایی تجربه، آزمون نظریه و ارتقا را کاهش می‌دهد. سوم اینکه، تاخیرها به ناپایداری و نوسان سیستم‌های پیچیده پویا و در نهایت به کاهش یادگیری منجر می‌شوند. چهارم اینکه، پیچیدگی پویا نه تنها حرکت به دور حلقه بازخورد یادگیری را کُند می‌کند بلکه مقدار یادگیری با هر حرکت به دور حلقه را نیز کاهش می‌دهد زیرا در سیستم‌های پیچیده بسیاری از متغیرها هم‌زمان تغییر می‌کنند که هم تفسیر رفتار سیستم را دشوار می‌کنند و هم اثربخشی هر دور حرکت به دور حلقه بازخورد یادگیری را کاهش می‌دهند.

به طور خلاصه، ساختار پویا و شبکه روابط و تعامل بین عوامل در این سیستم‌ها، یادگیری از حلقه‌های بازخورد را

تقریباً غیرممکن می‌کند. البته موانع یادگیری دیگری نیز وجود دارند که در زیر درباره آن‌ها بحث خواهم کرد.

اشاره کردم تا زمانی که الگوهای ذهنی‌مان را تغییر نداده‌ایم یادگیری ما عمیق نخواهد بود. از طرف دیگر، تغییر الگوهای ذهنی آسان نیست. همچنین اشاره کردم که پیچیدگی پویای سیستم‌های پیچیده یکی از موانع مهم یادگیری در این سیستم‌ها است. زمانی که در یک سیستم پیچیده اقدامی می‌کنید به دلیل وجود روابط و تعامل گسترده بین اجزای آن، به تبع اقدام شما کنش‌ها و واکنش‌های متوالی غیرخطی اتفاق می‌افتند و رفتاری که سیستم از خودش نشان می‌دهد قابل پیش‌بینی نیست. بنابراین عملاً نمی‌توانید از حلقه‌های بازخوردی که فعال شده‌اند چیز زیادی یاد بگیرید! به همین دلیل است که صاحب‌نظران بر این باورند که مدیریت سیستم‌های پیچیده باید اکتشافی و تجربی باشد. بدین معنا که باید **اقدامات** کوچک در **مقیاس‌های** کوچک انجام شوند تا بتوان حلقه‌های بازخورد فعال شده در نتیجه هر اقدام را ردیابی کرد و چیزی از اقدام به عمل آمده آموخت. به هر

حال، اجازه دهید قدری بیشتر درباره الگوهای ذهنی و تعداد دیگری از موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده بحث کنیم.

الگوهای ذهنی از موانع مهم یادگیری در سیستم‌های پیچیده هستند. ما همواره درباره روابط علّی بین پدیده‌ها الگوهای ذهنی ایجاد می‌کنیم و به طور مستمر آن‌ها را به‌روز رسانی می‌کنیم. مطالعات نشان می‌دهند که اغلب این الگوها فاقد حلقه بازخورد هستند. بدین معنا که بر اساس الگوهای ذهنی‌مان معمولاً پدیده‌ها را به صورت خطی ــ در سطح حوادث ــ می‌بینیم. الگوهای ذهنی‌مان معمولاً بازخوردها، روابط متعددِ غیرخطی و تاخیرها را نادیده می‌گیرند. الگوهای ذهنی موجب می‌شوند که ما در سیستم‌های پیچیده علت و معلول را به لحاظ زمانی و مکانی نزدیک هم، علت را مقدم بر معلول و تغییر علت و معلول را با هم ببینیم. اما چنین نگرشی در سیستم‌های پیچیده پویا مشکل ایجاد می‌کند زیرا علت و معلول معمولاً فاصله زمانی و مکانی دارند، اقدامات اثرات متعدد دارند و پیامدهای بلندمدت اقدامات ما متفاوت از پیامدهای کوتاه‌مدت هستند. بنابراین، حلقه‌های بازخورد فراوان در سیستم‌های پیچیده **استنباط** رابطه علّی بین متغیرها

را غیرممکن می‌سازد. تا زمانی که الگوهای ذهنی ما تغییر نکنند نمی‌توانیم از اقدام در سیستم‌های پیچیده چیزی یاد بگیریم و به همین دلیل تغییر الگوهای ذهنی به یادگیری عمیق درباره سیستم‌های پیچیده منجر می‌شود. همچنانکه اشاره کردم این نوع یادگیری را یادگیری دو حلقه‌ای می‌نامند.

یکی دیگر از موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده اطلاعات **محدود** است. اگر به خاطر داشته باشید قبلاً گفته‌ام که در سیستم‌های پیچیده عوامل براساس اطلاعات موضعی عمل می‌کنند و هیچ‌کس در یک سیستم پیچیده به همه اطلاعات دسترسی ندارد. به دلیل محدودیت اطلاعات و غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی بودن سیستم‌های پیچیده است که این سیستم‌ها غیرقابل کنترل هستند. علاوه براین، هر کس برای درک دنیای واقعی اطلاعات را از **صافی‌هایی** می‌گذراند. صافی‌ها همیشه فعال هستند و در هر تجربه‌ای از دنیای اطراف، اطلاعات خاصی را در اختیار ما می‌گذارند. یکی از دلایل اینکه افراد مختلف ممکن است تفسیرهای متفاوتی از یک پدیده یا حادثه داشته باشند استفاده از صافی‌های مختلف برای دریافت اطلاعات مورد نیاز جهت تفسیر آن

پدیده یا حادثه است. از طرف دیگر هیچ‌کس در یک زمان مشخص، کل اطلاعات مربوط به فعالیت‌های یک سیستم پیچیده را ندارد. ما بر اساس سنجشی که با تاخیر انجام می‌دهیم میانگین مقادیر مربوط به آن‌ها را براساس یک نمونه تخمین می‌زنیم. اما سنجش موجب انحراف، تاخیر، سوگیری و خطا می‌شود که بعضی از آن‌ها قابل شناسایی، بعضی ناشناخته و بعضی غیرقابل شناخت هستند. بالاتر از همه، سنجش به صورت **گزینشی** انجام می‌شود. ما با استفاده از حواس‌مان و نظام اطلاعاتی فقط **مقدار ناچیزی** از تجارب ممکن را انتخاب می‌کنیم. خیلی از موارد اطلاعات را به گونه‌ای که می‌پسندیم تعریف می‌کنیم. برای مثال، تولید ناخالص ملی را طوری تعریف می‌کنیم که استخراج منابع غیرقابل تجدیدپذیر را بخشی از آن محسوب می‌کنیم. اما **نابودی** منابع غیرقابل تجدیدپذیر و آلودگی محیط زیست را در تولید ناخالص ملی محاسبه نمی‌کنیم.

در واقع ما توسط الگوهای ذهنی‌مان مفاهیمی چون تولید ناخالص ملی یا پژوهش علمی را تعریف می‌کنیم، برای آن‌ها سنجش‌هایی را مشخص می‌کنیم و برای ارزیابی و گزارش

آن‌ها نظام‌های اطلاعاتی ایجاد می‌کنیم. این‌ها نیز به نوبه خود بر برداشت‌های ما تاثیر می‌گذارند. یعنی چیزی‌هایی را که قبلاً تعریف کرده‌ایم و سنجیده‌ایم برای تغییر الگوهای ذهنی‌مان محدودیت ایجاد می‌کنند. به قول یکی از صاحب‌نظران چشم چیزی را می‌بیند که مغز آمادگی درک آن را دارد. و جالب توجه است که بین انتظارات و برداشت‌های ما حلقه بازخورد تقویت‌کننده یا مثبت وجود دارد و این بازخورد مثبت مانع از این می‌شود که ما با یادگیری از رفتارهای غیرمنتظره سیستم‌ها، الگوهای ذهنی‌مان را تغییر دهیم.

ما برای یادگیری در سیستم‌های پیچیده با موانع دیگری نیز مواجه هستیم. در بالا اشاره کردم که بعضی از موانع یادگیری از ویژگی‌های انسانی ما و بعضی از آن‌ها از ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده ناشی می‌شوند که در زیر درباره آن‌ها بحث خواهم کرد.

یکی از موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده **منطقی محدود بودنِ** ما ــ یعنی تصمیم‌گیری براساس اطلاعات ناقص یا اطلاعات در دسترس ــ است. قبلاً اشاره کردم که پیچیدگی

پویا، الگوهای ذهنی ناقص و اطلاعات محدود، دانش ما درباره دنیای واقعی و در نتیجه توانایی ما برای یادگیری در سیستم‌های پیچیده را محدود می‌کنند. اما سؤال این است که از دانش موجود چقدر عاقلانه استفاده می‌کنیم؟ آیا اطلاعاتی را که بدست می‌آوریم به بهترین روش پردازش می‌کنیم و بهترین تصمیمات را می‌گیریم؟ متاسفانه پاسخ منفی است. انسان‌ها نه تنها موجودات منطقی هستند بلکه عواطف، واکنش‌ها و انگیزه‌های ناخودآگاه نقش زیادی در قضاوت و رفتار ما ایفا می‌کنند. حتی اگر فرصت بازاندیشی نیز داشته باشیم نمی‌توانیم منطقی رفتار کنیم. زیرا اگرچه مغز ما یک سیستم بسیار پیچیده، شگفت‌انگیز و دارای ظرفیت‌های نامحدود برای یادگیری است، اما پیچیدگی دنیای واقعی توانایی‌های شناختی ما را محدود می‌کند. در مواجهه با پیچیدگی دنیای واقعی، فشار زمان و توانایی‌های شناختی محدود، مجبور می‌شویم از روش‌های رایج، عادات، قواعد ساده سرانگشتی و الگوهای ذهنی ساده برای تصمیم‌گیری استفاده کنیم. اگرچه گاهی تلاش می‌کنیم بهترین تصمیمات ممکن را بگیریم، اما اغلب منطقیِ محدود بودن ما

اجازه چنین کاری را نمی‌دهد و توانایی ما برای یادگیری از تجربه را محدود می‌کند. مطالعات نشان می‌دهند که افراد حتی در سیستم‌هایی که پیچیدگی متوسط دارند، ضعیف عمل می‌کنند که ریشه در برداشت نادرست ما از بازخوردها دارد. در بیشتر مواقع افراد فقط حوادث را می‌بینند و برای آن‌ها به دنبال روابط علّی می‌گردند، آنان حلقه‌های بازخورد را نادیده می‌گیرند، تاخیرهای زمانی را درک نمی‌کنند و به روابط غیرخطی توجه نمی‌کنند و همه این‌ها مانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده می‌شوند.

یکی دیگر از موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده **استنباط نادرست** ما درباره **پویایی‌های** این سیستم‌ها است. ما برای استفاده از الگوهای ذهنی جهت انتخاب راهبردها و سیاست‌ها، باید بتوانیم درباره پیامدهای تصمیمات خود که هرگز نیازموده‌ایم و درباره آن‌ها اطلاعی نداریم، بدرستی استنباط کنیم که عملاً ممکن نیست زیرا رفتار سیستم‌های پیچیده قابل پیش‌بینی نیست. عدم توانایی ما برای استنباط درست درباره پویایی‌های سیستم‌ها به عملکرد ضعیف در این سیستم‌ها منجر می‌شود. برای نمونه، اگرچه حلقه‌های بازخورد

مثبت بسیار شایع هستند اما افراد نمی‌توانند حتی ساده‌ترین حلقه بازخورد مثبت را در ذهن‌شان شبیه‌سازی کنند. در نتیجه، اغلب مواقع رشد تصاعدی را به صورت خطی می‌بینند.

یکی دیگر از موانع یاگیری در سیستم‌های پیچیده استدلال‌های نادرست، اشتباهات و سوگیری‌ها در **قضاوت** است. افراد باید در دنیای پیچیده‌ی پویا و بر اساس اطلاعات ناقص، با وجود ابهام در بازخوردها، بتوانند یاد بگیرند. آنان باید بتوانند درباره بازخوردها بدرستی استنباط کنند. آنان باید برداشت‌ها و باورهایشان درباره بازخوردها در سیستم‌های پیچیده را به چالش بکشند. متاسفانه افراد معمولاً بر اساس روش علمی استدلال نمی‌کنند. افراد بیش از حد به قضاوت‌های فردی، آرزوها و توهم کنترل بر شرایط اعتماد می‌کنند؛ آنان عموماً قواعد احتمالات را نادیده می‌گیرند و مفاهیم آمار را درک نمی‌کنند. برای یادگیری در سیستم‌های پیچیده پویا، باید موضوعات از دیدگاه‌های مختلف بررسی شوند و الگوهای ذهنی گسترش یابند به طوری که پیامدهای بلندمدت و اثرات جانبی اقدامات را شامل شوند.

روش‌های **دفاعی** ما یکی دیگر از موانع یادگیری است. یادگیری در گروه‌ها دچار اختلال می‌شود حتی اگر افراد بازخورد عالی دریافت کنند و از قدرت استدلال خوب برخوردار باشند. ما برای تفسیر گفتار و رفتار دیگران، معنادادن به آن‌ها و نتیجه‌گیری درباره انگیزه‌ها، از الگوهای ذهنی استفاده می‌کنیم. همچنین، برای تعامل با دیگران و تفسیر تجربه‌هایمان، از روش‌های دفاعی استفاده می‌کنیم. ما برای حفظ ظاهر یا تسلط بر دیگران یا دفاع از مواضع‌مان از روش‌های دفاعی استفاده می‌کنیم. ما بین داده‌های دریافتی و تعمیم‌هایی که از این داده‌ها به عمل می‌آوریم تمایز قایل نمی‌شویم. ما از اینکه فرض‌ها و باورهایمان در بوته آزمون قرارگیرند و نیز از موضوعات تهدیدکننده بشدت پرهیز می‌کنیم. بالاتر از همه، حالت دفاعی ما موجب کتمان خود این حالت نیز می‌شود و بحث و نقد آن را غیرممکن می‌سازد.

شکست **اجرای** تصمیمات و سیاست‌ها (که مقاومت در برابر سیاست نامیده می‌شود) آخرین مانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده است که از عدم درک پیچیدگی پویای سیستم‌ها ناشی می‌شود. در دنیای واقعی، بیشترِ تصمیمات ما به صورت

ناقص اجرا می‌شوند. در بیشتر مواقع حتی با وجود توافق بر سر روش اجرا، اجرای تصمیمات ممکن است به واسطه واکنش سیستم با تاخیر مواجه شوند، رقیق‌تر شوند، به انحراف کشانده شوند یا حتی تصمیمات به ضد خود تبدیل شوند. مشوق‌ها و جاذبه‌های رفتاری، اطلاعات نابرابر و اهداف شخصی می‌توانند مانع اجرای تصمیمات و سیاست‌ها و مانع یادگیری شوند.

به طور خلاصه پیچیدگی پویای سیستم‌ها، اطلاعات محدود، الگوهای ذهنی ناقص، استنباط‌های نادرست درباره روابط علّی و حلقه‌های بازخورد، محدودیت‌های شناختی، سوگیری‌ها و اشتباهات در قضاوت و حالت دفاعی انسان از مهمترین موانع یادگیری در سیستم‌های پیچیده هستند. با این توصیف، یادگیری موفقیت‌آمیز در سیستم‌های پیچیده چه الزاماتی دارد؟ اگر بخواهیم روش‌ها و ابزار مفیدی برای یادگیری مؤثر درباره سیستم‌های پیچیده پویا ایجاد کنیم باید به همه موانع یادگیری توجه کنیم. این فقط در یک **دنیای مجازی** امکان‌پذیر است. تصمیم‌گیران می‌توانند در فضای مجازی سیستم پیچیده مورد نظر را شبیه‌سازی کنند ــ دنیای

کوچکی از آن ایجاد کنند ــ و در آن تصمیم‌گیری کنند، تجربه کنند و درباره سیستم پیچیده پویا یاد بگیرند.

دنیای مجازی موهبت‌های فراوانی دارد. اول اینکه، آزمایشگاه کم هزینه‌ای برای یادگیری فراهم می‌کند. دنیای مجازی به شما اجازه می‌دهد زمان و مکان را فشرده کنید یا گسترش دهید؛ اجازه می‌دهد اقدامات مختلف را در شرایط مختلف آزمون کنید؛ اجازه می‌دهد برای بازاندیشی درباره آنچه اتفاق افتاده است اقدامات را متوقف کنید. همچنین، می‌توانید به تصمیمات خطرناک، غیرعملی یا غیر اخلاقی در دنیای واقعی، در دنیای مجازی عمل کنید. در دنیای مجازی امکان تجربه فراهم می‌شود، در حالی که تاخیرهای زمانی حلقه‌های یادگیریِ دنیایِ واقعی، بمقدار زیادی کاهش می‌یابند. در دنیای واقعی، غیرقابل برگشت بودن خیلی از اقدامات و اجتناب از تجاربی که پیامدهای ناشناخته دارند مانع یادگیری می‌شود؛ اما شما می‌توانید در دنیای مجازی راهبردهایی را آزمون کنید که ممکن است عملکرد ضعیف یا حتی فاجعه‌آمیز داشته باشند. تنها در یک فضای مجازی می‌توانید سیستم شبیه‌سازی شده را در شرایط سخت قرار

دهید تا بتوانید چیزهای بیشتری درباره ساختار و پویایی آن یاد بگیرید. حتی می‌توانید یک سیستم را تا مرز فاجعه پیش ببرید تا بتوانید از نتایج آن برای پیشرفت سیستم پیچیده واقعی استفاده کنید.

در یک دنیای مجازی شما می‌توانید درباره پیامدهای اقدامات و مداخلات‌تان بازخوردهای کامل، فوری و بدون انحراف دریافت کنید؛ می‌توانید در یک بعد از ظهر به اندازه سال‌ها، تجربه کسب کنید. شما در دنیای مجازی می‌توانید نوسانات را کنترل کنید؛ بر راهبردی که انتخاب می‌کنید کنترل بیشتری داشته باشید؛ تصمیمات باثباتی بگیرید در حالی که هرگز با شکست مواجه نشوید. بر خلاف دنیای واقعی که مثل یک جعبه سیاه ساختار پنهانی دارد، دنیای مجازی دنیای کاملاً شفافی است که شما با فرض‌های روشن وارد آن می‌شوید و هر وقت که بخواهید می‌توانید فرض‌ها را تغییر دهید.

برای یادگیری در دنیای بسیار پیچیده پویا، افراد باید بتوانند الگویی که معرف سیستم مورد نظر است ارایه دهند. آنان باید مطمئن شوند که الگوی ارایه شده اجزای دنیای واقعی را شامل می‌شود تا بتوانند درس‌های دنیای مجازی را

در دنیای واقعی بکار گیرند. برای ایجاد چنین اطمینانی، دنیای مجازی باید مثل یک **جعبه باز** باشد که می‌توان فرض‌های آن را نقد کرد و تغییر داد. یادگیری مؤثر از الگوهای دنیای مجازی زمانی اتفاق می‌افتد که تصمیم‌گیران در ایجاد الگوها به طور فعال مشارکت کنند. الگوسازی موجب می‌شود الگوهای ذهنی شرکت‌کنندگان درباره مشکل، حدود سیستم، افق زمانی و روابط علّی بین متغیرها آشکار شود.

آشکارسازی الگوهای ذهنی افراد اگرچه لازم است ولی کافی نیست. چنانکه در بالا اشاره شد، الگوهای ذهنی ما ناقص و افق زمانی و مکانی الگوهای ذهنی ما خیلی محدود هستند. معمولاً در سیستم‌های پیچیده بازخوردها، تاخیرهای زمانی و روابط غیرخطی را نادیده می‌گیریم. شبیه‌سازی تنها روش عملی برای آزمون الگوهای ذهنی است. بدون شبیه‌سازی، فقط باید با دریافت بازخورد از دنیای واقعی الگوهای ذهنی را بهبود بخشیم، اما چنانکه دیده‌ایم بازخوردهای دنیای واقعی بسیار کند هستند. شبیه‌سازی تنها راه قابل اعتماد برای آزمون فرض‌ها و ارزیابی اثرات سیاست‌ها می‌باشد.

اگرچه ایجاد الگوهای شبیه‌سازی و دنیای مجازی برای یادگیری مؤثر درباره سیستم‌های پیچیده ضروری است، اما نمی‌تواند مشکل **موانع انسانیِ** یادگیری را جبران کند. ممکن است محدودیت‌های مربوط به الگوهای ذهنی، استدلال‌های غیرعلمی، حالت‌های دفاعی، سوگیری‌ها و اشتباهات در قضاوت و محدودیت‌های شناختی برای یادگیریِ ما در دنیای مجازی نیز مشکل‌ساز باشند. بنابراین، باید از دنیای مجازی با آموزش کافی و ذهن باز استفاده شود.

فصل ۱۰

دیدن سیستم‌ها

شاید عنوان این فصل قدری عجیب به نظر برسد. اما اگر بپذیریم که بسیاری از افراد اصلاً سیستم‌ها را نمی‌بینند بلکه اجزای سیستم‌ها و یا حوادث و پدیده‌ها را می‌بینند از انتخاب این عنوان شگفت‌زده نمی‌شویم. دیدن سیستم‌ها بسیار حایز اهمیت است. زمانی که ما سیستم‌ها نمی‌بینیم، سیستم‌ها را به روش‌های غیرسیستمی اداره می‌کنیم و این مشکلاتی را به وجود می‌آورد که در ادامه به آن‌ها خواهم پرداخت. درباره

اهمیت دیدن سیستم‌ها کتاب نوشته‌اند[۱] و برای دیدن آن‌ها قواعدی ارائه داده‌اند.[۲] در زیر به اختصار این قواعد را توضیح خواهم داد.

قاعده اول می‌گوید که باید **درختان و جنگل را ببینیم.** برای درک واقعیت نباید خودمان را فقط به دیدن **اجزای** یک سیستم محدود کنیم؛ لازم است **سیستمی** که به اجزا معنا می‌دهد را نیز ببینیم. برعکسِ این نیز صادق است: ما نباید خودمان را فقط به دیدن سیستم محدود کنیم بلکه باید اجزای آن را نیز ببینیم. می‌دانیم که اجزای سیستم‌ها در عین حال که مهم هستند اما روابط و تعامل بین آن‌ها هویت، ساختار و رفتار سیستم‌ها را به وجود می‌آورند. بنابراین دیدن یک سیستم به معنای دیدن روابط و تعامل بین اجزا است که به خود اجزا نیز معنا می‌بخشد. ترجمان این قاعده این است که اگر می‌خواهیم دانش خود درباره سیستم‌ها را افزایش دهیم باید بتوانیم به طور مستمر بین اجزای یک سیستم و خود سیستم

[1]Oshry B. (2007). Seeing Systems: Unlocking the Mysteries of Organizational Life. Berrett-Koehler Publishers, Inc.

[2] Mella P. (2012). Systems Thinking: Intelligence in Action. Springer-Verlag Italia. P.9-29

و بین خود سیستم و اجزای آن حرکت کنیم. باید مستمراً تلاش کنیم هم **درختان** و هم **جنگل** را ببینیم.

قاعده دوم می‌گوید که علاوه بر دیدن یک سیستم و اجزای آن باید **بر متغیرها و نوسانات آن‌ها تمرکز کنیم.** من بارها درباره روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم بحث کرده‌ام. روابط و تعامل بین اجزا، ساختار یک سیستم را به وجود می‌آورند که در حقیقت روابط بین **متغیرها** را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، ساختار یک سیستم رفتار آن را رقم می‌زند که در سطح **متغیرها** قابل درک است. برای مثال، ممکن است رفتار (عملکرد) نظام ارایه خدمات نشان دهد که کیفیت خدمات افت کرده است یا هزینه‌ها افزایش یافته‌اند یا اثربخشی خدمات کاهش یافته است یا برعکس. همه این موارد متغیرهایی هستند که رفتارهای نظام سلامت را نشان می‌دهند. در واقع ساختار نظام سلامت ـ که روابط بین متغیرهای مؤثر بر این رفتارها را شامل می‌شود ـ موجب شده است که نظام سلامت چنین رفتارهایی داشته باشد. قاعده دوم از ما می‌خواهد که روش رایج دیدن سیستم‌ها را تغییر دهیم. ار اوایل کودکی تربیت می‌شویم که اشیا (اعم از اشخاص، حیوانات، حوادث و

پدیده‌ها) را ببینیم و برای آن‌ها مفهوم‌سازی کنیم. به بیان دیگر، تربیت می‌شویم آنچه را که می‌بینیم توصیف و یا تعریف کنیم؛ یعنی به دنبال ویژگی‌های ثابت آن‌ها باشیم. برای مثال، یک ماشین همیشه یک ماشین است ــ یک تعریف ــ حتی اگر یک مدل جدید باشد یا ظرفیت موتور آن تغییر کند. ما نباید دنیا را چنین ببینیم. توصیف و تعریف پدیده‌ها اگرچه لازم است اما موجب می‌شود چیزهای کلی ــ برای مثال درخت ــ را ببینیم بدون آنکه بتوانیم موارد اختصاصی ــ درخت خاصی ــ را ببینیم. قاعده دوم می‌گوید که در مشاهده دنیا نباید در دیدن چیزهایی که ثابت به نظر می‌رسند توقف کنیم، بلکه باید به چیزهایی که **تغییر** می‌کنند نگاه کنیم. یعنی باید بر **متغیرها** تمرکز کنیم. ما نباید به چهره علاقه داشته باشیم بلکه باید به تغییرات چهره علاقه داشته باشیم؛ ما نباید به قلب علاقه داشته باشیم بلکه باید به تغییر ضربان قلب علاقه نشان دهیم؛ ما نباید به پروانه‌ها علاقه داشته باشیم بلکه باید به تغییر تعداد پروانه‌ها در طول سال علاقه داشته باشیم؛ ما نباید فقط آسمان زیبا را ببینیم بلکه باید تغییرات ابرها در آسمان، تغییرات رطوبت و تغییرات درجه حرارت را

ببینیم. من نباید در قالب نام، حرفه، قد، سن و غیره دیده شوم ــ که همه ثابت هستند ــ بلکه باید در قالب تعهد، خستگی، بهره‌وری، بارِکاری، حقوق، ثروت و غیره دیده شوم. تفکر سیستم‌ها می‌گوید که باید از دنیای **اشیا** ـ چه درختان یا جنگل‌ها ـ به دنیای **متغیرها** منتقل شویم. اشیا باید بعنوان حامل متغیرها دیده شوند؛ اما همه متغیرها مهم نیستند، بنابراین تفکر سیستم‌ها از ما می‌خواهد که تعداد متغیرها را محدود کنیم و مرتبط‌ترین آن‌ها را مدنظر قرار دهیم.

قاعده اول از ما می‌خواست که هم **جنگل** و هم **درختان** را ببینیم و قاعده دوم می‌خواست که بر **متغیرها** و **نوسانات** آن‌ها تمرکز کنیم. بدین معنا که تمرکزمان را از سطح اجزای یک سیستم، به سطح **متغیرها** منتقل کنیم. یعنی سیستم‌ها را در قالب متغیرها و نوسانات آن‌ها ببینیم. قاعده سوم تفکر سیستم‌ها می‌گوید که برای دیدن دنیا تلاش کنید **علل نوسانات متغیرها را ببینید.** با این سه قاعده ما سفری را آغاز می‌کنیم: بدین معنا که به تدریج از دیدن صِرف سیستم‌ها و اجزای آن‌ها به سمت دیدن متغیرها، نوسانات آن‌ها و علل نوسانات

متغیرها حرکت می‌کنیم. اما این سفر بدون تهیه الگویی از رفتار سیستم‌ها ممکن نیست؛ زیرا بدون تهیه الگو امکان این وجود ندارد که متغیرها، رابطه بین متغیرها و علل نوسانات آن‌ها را درک کنیم. بدون تهیه الگو، اساساً سیستم‌های پیچیده قابل درک نیستند ـ یعنی نمی‌توانیم سیستم را **عمیق‌تر** ببینیم.

تهیه الگو متضمن قاعده چهارمی است که می‌گوید کافی نیست علل نوسانات متغیرها را ببینید بلکه باید **روابط حلقوی بین متغیرها را ببینید.** زمانی که الگویی از یک سیستم پیچیده تهیه می‌کنیم در واقع **روابط حلقوی** بین متغیرها را آشکار می‌کنیم. قبلاً چندین بار اشاره کرده‌ام که در همه سیستم‌های پیچیده فقط دو نوع رابطه حلقوی ـ حلقه بازخورد **مثبت** و حلقه بازخورد **منفی** ـ وجود دارند. به عبارت دیگر، با تهیه الگو ساختار یک سیستم پیچیده را به **ساده‌ترین** و **قابل درک‌ترین** شکل ممکن نشان می‌دهیم. تفکر سیستم‌ها یک سیستم را مجموعه‌ای از متغیرهای بهم مرتبطی که روابط حلقوی دارند، تعریف می‌کند. از یک طرف، رفتار یک متغیر به سیستمی بستگی دارد که در آن قرار دارد، از طرف دیگر رفتار کل سیستم

به ساختار آن ـ یعنی ارتباط متقابل متغیرهای تشکیل‌دهنده سیستم ـ بستگی دارد. تلاش برای تغییر مقدار یک متغیر بدون شناخت **ساختار** سیستمی که این متغیر جزئی از آن است بی‌فایده است. زیرا ممکن است با تغییر یک متغیر یکی از دو اتفاق زیر بیفتد: یک حلقه بازخورد منفی فعال شود و مقدار متغیر مورد نظر را به حالت اولیه برگرداند یا یک حلقه بازخورد مثبت فعال شود و تغییر به عمل آمده را تقویت یا تشدید کند. از طرف دیگر، می‌دانیم که سیستم‌های پیچیده پویا هستند و برای درک پویایی آن‌ها لازم است ساختار آن‌ها را مشخص کنیم. بنابراین، بدون یک الگوی معرف، درک روابط حلقوی بین متغیرها، علل نوسانات متغیرها و پویایی سیستم‌ها ممکن نیست.

بالاخره، قاعده پنجم تفکر سیستم‌ها از ما می‌خواهد که موقع مشاهده دنیا، همیشه **حدود** سیستم‌ها را تعیین کنیم. بدین معنا که همواره باید متغیرهای به وجود آورنده یک سیستم را مشخص کنیم و متغیرهایی که تاثیر ناچیزی بر رفتار آن دارند را کنار بگذاریم. می‌دانیم که حدود یک سیستم برای دستیابی به یک **هدف** خاص یا حل یک **مشکل** خاص یا پاسخ

به یک **سؤال** مشخص تعیین می‌شود. به عبارت دیگر سیستم‌ها ـ به استثنای معدودی سیستم‌های طبیعی ـ حدود **ثابت** ندارند. بنابراین با تعیین مهمترین متغیرهای مؤثر بر عملکرد یک سیستم، سعی می‌کنیم الگویی معرف برای آن تهیه کنیم. الگوهایی که تهیه می‌کنیم از کارآمدترین الگوها هستند زیرا به ما امکان این را می‌دهند که بر پیچیدگی سیستم‌ها غلبه کنیم، غیرممکن‌ها را ببینیم و آینده را براساس تجاربی که بر روی الگو ـ بعنوان **آزمایشگاه مجازی** ـ انجام می‌دهیم، پیش‌بینی کنیم.

چون در حال حاضر تصمیم‌گیران سطوح مختلف کشور **هیچ راهی** برای درک سیستم‌های پیچیده ندارند ـ زیرا سیستم‌های پیچیده را فقط با تهیه الگوهای رفتاری آن‌ها می‌توان درک کرد ـ بیشترین اشتباه را در رابطه با تعیین حدود سیستم‌ها مرتکب می‌شوند. گاهی موضوعی را در درون سیستمی مطرح می‌کنند که موضوع بسیار بزرگتر از آن سیستم است. گاهی هدفی را در درون یک سیستم دنبال می‌کنند که دستیابی به آن هدف در درون آن سیستم امکان‌پذیر نیست. گاهی پاسخ سؤالی را از سیستمی می‌خواهند که پاسخ آن را باید در درون

چندین سیستم بهم مرتبط جستجو کرد. گاهی موضوعی را بدون درنظر گرفتن حدود یک سیستم مطرح می‌کنند که در نهایت به تخریب سیستم منجر می‌شود و در موارد زیادی حدود سیستم‌ها را ثابت می‌بینند که ثابت نیستند. نادیده گرفتن حدود سیستم‌ها یا اشتباهی گرفتن حدود آن‌ها می‌تواند پیامدهای جبران ناپذیری به وجود آورد که در زیر به اهّم آن‌ها خواهم پرداخت.

پیامدهای ندیدن سیستم‌ها

قبل از هر چیز لازم می‌دانم توضیح دهم زمانی که سیستم را نمی‌بینیم، در واقع **سیستمی وجود ندارد** که به تصمیمات، رفتارها، روابط و تعامل، اهداف و زندگی کاری ما **معنا** بدهد. در چنین شرایطی هر نوع تصمیم، رفتار و رابطه منفی و مخربی امکان‌پذیر است. تعریف یک سیستم بسیار گویا است: یک سیستم شامل تعدادی اجزا یا عوامل[1] **متنوعِ مستقل** است که روابط و تعامل متقابل دارند و برای دستیابی به هدف سیستم با هم کار می‌کنند و یک **کل یکپارچه** تشکیل می‌دهند.

[1]Agents

زمانی که سیستم را می‌بینیم و برای تحقق هدف آن کار می‌کنیم احتمال رفتارهای منفی بسیار ناچیز است؛ همه مشکلات زمانی به وجود می‌آیند که افراد سیستم‌ها را نمی‌بینند. اجازه دهید خلاصه‌ای از پیامدهای کلی ندیدن سیستم‌ها را مرور کنیم. زمانی که سیستم‌ها را نمی‌بینیم:

هم‌دیگر را درک نمی‌کنیم. زمانی که سیستم دیده نشود زمینه همکاری و درک متقابل نیز وجود نخواهد داشت. درک متقابل یک پدیده اجتماعی است که در اثر روابط و تعامل متقابل بین افراد به وجود می‌آید. سیستم‌هایی که هدف مشترک روشنی دارند، همکاری بین عوامل انسانی را حول هدف مشترک تسهیل می‌کنند و همکاری به درک متقابل افراد کمک می‌کند. روابط و تعامل بین اجزا حول هدف مشترک معجزه می‌کند. ما برای دیدن سیستم‌ها و همکاری و درک متقابل، نیاز به تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها داریم.

با هم مانند غریبه‌ها رفتار می‌کنیم. در سازمانی که در آن سیستم سازمانی دیده نمی‌شود اعضای آن مثل غریبه‌ها با هم رفتار می‌کنند. چیزی که همه اجزای انسانی یک سازمان بعنوان یک سیستم را بهم وصل می‌کند هدف آن سازمان

است که به روابط و تعامل بین افراد معنا می‌بخشد. اگر سیستمی دیده نشود، هدفی وجود ندارد و زمینه‌ای برای برقرای رابطه مثبت و سازنده وجود نخواهد داشت. در نتیجه، افراد در حالی که در یک مجموعه بزرگ کار می‌کنند اما رابطه‌ها بقدری ضعیف هستند که همه مثل غریبه‌ها رفتار می‌کنند. تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها پیوندها را حول دستیابی به هدف سیستم تقویت می‌کند که به نوبه خود به تقویت رابطه بین افراد در خارج از موضوعات کاری نیز منجر می‌شود.

با هم همکاری نمی‌کنیم. وجود یک سیستم به رفتار کسانی که جزئی از آن هستند معنا می‌بخشد. زمانی که سیستم را نمی‌بینیم در واقع چیزی وجود ندارد که به زندگی کاری و رفتار ما معنا ببخشد. برای همکاری در چنین شرایطی، زمینه، هدف، علاقه و انگیزه مشترکی وجود ندارد. در همه سیستم‌های اجتماعی از جمله سازمان‌ها افراد بدرجات مختلف از **بیماری** ندیدن سیستم‌ها رنج می‌برند. این بیماری را فقط با دیدن سیستم‌ها می‌توان درمان کرد و برای دیدن سیستم‌ها لازم است همه افراد بقدر کافی با تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها آشنایی پیدا کنند.

با یک‌دیگر مخالفت می‌کنیم. دیدن سیستم‌ها رابطه کاری و عاطفی بین افراد را تقویت می‌کند و استقلال آنان را در حالی که بهم مرتبط هستند، تضمین می‌کند. در چنین شرایطی ضدیت با هم معنا ندارد. اما اگر سیستم دیده نشود و افراد به طور طبیعی به دنبال اهداف شخصی‌شان باشند، ضدیت با هم امری گریزناپذیر خواهد بود. زمانی که سیستم دیده نمی‌شود همه موضوعات سازمانی می‌توانند زمینه‌ای برای ضدیت افراد با هم، فراهم سازند. زمانی که سیستم دیده نشود زبانی برای گفتگو، زمینه‌ای برای درک متقابل و هدف مشترکی برای معنا دادن به روابط و تعامل بین افراد وجود ندارد. ما برای تبدیل ضدیت به تفاهم نیاز به تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها داریم.

هم‌دیگر را تخریب یا حتی سرکوب می‌کنیم. زندگی کاری در ندیدن سیستم‌ها بسیار دشوار است. زمانی که سیستم را نمی‌بینیم اشتباهات بزرگی را در رابطه با همه ابعاد کاری و سازمانی مرتکب می‌شویم. یکی از پیامدهای چنین شرایطی اذیت و آزار و تخریب یک‌دیگر است. دیدن سیستم، دیدن هدف سیستم، دیدن روابط و تعامل بین افراد و درک اهمیت

این روابط و تعامل برای دستیابی به هدف سیستم، زمینه اذیت و آزار و تخریب را از بین می‌برد. همچنین، دیدن سیستم، درک پویایی آن، کارکردن برای تحقق هدف آن، سیستم و اجزای آن را بالا می‌کشد و زمینه‌ای برای تخریب و اذیت و آزار یک‌دیگر باقی نمی‌گذارد. ما برای دیدن سیستم‌ها، شادبودن در سیستم‌ها، احترام متقابل در سیستم‌ها و شکوفایی در سیستم‌ها نیاز به تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها داریم.

در بالا به تعدادی از پیامدهای ندیدن سیستم‌ها اشاره کردم. آن پیامدها و بسیاری از پیامدهای منفی دیگر از **کوری‌های** ناشی از عدم دیدن سیستم‌ها به وجود می‌آیند. باری آشری[1] می‌نویسد زمانی که سیستم را نمی‌بینیم گرفتار انواع **کوری** می‌شویم: کوری **مکانی**، **زمانی**، **رابطه‌ای**، **فرایندی** و **عدم قطعیت**.[2]

[1]Oshry B. (2007). Seeing Systems: Unlocking the Mysteries of Organizational Life. Berrett-Koehler Publishers, Inc. PP: xvi-xx

[2] همه مطالب از نویسنده کتاب می‌باشند؛ برای درک بهترمطالب، در بعضی موارد اندکی دخل و تصرف کرده‌ام.

زمانی که از کوری **مکانی** رنج می‌بریم: ۱) ما قسمت خودمان را می‌بینیم اما کل سیستم را نمی‌بینیم. ۲) آنچه درباره ما اتفاق می‌افتد را می‌بینیم اما چیزی که درباره دیگران اتفاق می‌افتد را نمی‌بینیم. ۳) دنیای دیگران، موضوعاتی که سروکار دارند و فشارهایی که تحمل می‌کنند را نمی‌بینیم. ۴) تاثیری که دنیای ما بر دیگران و دنیای دیگران بر ما دارد را نمی‌بینیم. ۵) روابط اجزای یک سیستم و تاثیر آن‌ها بر یک‌دیگر را نمی‌بینیم. ۶) همدیگر را درک نمی‌کنیم. ۷) تصاویر کلیشه‌ای از هم ایجاد می‌کنیم. ۸) بسیاری از موضوعات غیرشخصی را بخود می‌گیریم. ۹) و در نتیجه، بسیاری از کمک‌های مؤثر به سیستم از دست می‌روند.

زمانی که از کوری **زمانی** رنج می‌بریم: ۱) حال را می‌بینیم اما گذشته را نمی‌بینیم. ۲) آنچه در حال حاضر اتفاق می‌افتد را درک می‌کنیم، اما نمی‌دانیم چه چیزهایی به این تجارب منجر شده‌اند. ۳) رضایت و سرخوردگی، احساس نزدیکی و دوری، انتخاب‌ها و چالش‌ها را تجربه می‌کنیم اما تاریخچه آن‌ها، یعنی داستان سیستمی که ما را به این‌جا رسانده است را نمی‌بینیم. ۴) شرایط جاری را نادرست تشخیص می‌دهیم.

۵) برای حل مشکلات سیستم‌ها، کارهایی را انجام می‌دهیم که نباید انجام می‌دادیم و کارهایی را باید انجام می‌دادیم که انجام نمی‌دهیم.

قبل از بحث درباره پیامدهای **کوری رابطه‌ای** باید توضیح دهم که ما در سیستم‌ها فقط در رابطه **سیستمی** با یکدیگر قرار داریم. موقعیت سازمانی افراد مهم نیست اما درک روابط سیستمی برای همه افراد سازمانی بسیار حایز اهمیت است. هیچ فرقی نمی‌کند که شما یک مدیر ارشد، مدیر میانی، مدیر خط مقدم یا یک کارمند ساده باشید، باید بدانید که با کل اجزای سیستم روابط سیستمی دارید. متاسفانه تعداد کسانی که در یک سازمان خودشان را در روابط سیستمی با دیگران می‌بینند، اندک هستند. به بیان دیگر **کوری رابطه‌ای** بسیار شایع است!

زمانی که از کوری **رابطه‌ای** رنج می‌بریم: ۱) خودمان را در این روابط نمی‌بینیم و در نتیجه استرس و درد زیادی را تجربه می‌کنیم. ۲) سیستم هم‌گسستگی کامل پیدا می‌کند. ۳) تعامل بین افراد مختل می‌شود و امکان مشارکت و همکاری از بین

می‌رود. ۴) هر نوع رفتار مخربی به سهولت اتفاق می‌افتد، صرفاً به این دلیل که سیستمی وجود ندارد.

زمانی که از کوری **فرایندی** رنج می‌بریم: ۱) سیستم را بعنوان یک **کل یکپارچه** نمی‌بینیم. ۲) وارد جنگ قلمروها می‌شویم. ۳) از هم بیگانه می‌شویم. ۴) روابط و تعامل بین اجزا مختل می‌شوند و سیستم از کمک‌های ما محروم می‌شود.

زمانی که از کوری **عدم قطعیت** رنج می‌بریم: ۱) می‌بینیم که افرادی با مواضع ثابت با افراد دیگری که مواضع ثابت دارند در جنگ هستند، اما عدم قطعیتِ مبناییِ این مواضع را نمی‌بینیم. ۲) شرایطی که برای آن‌ها پاسخ درست وجود ندارند را نمی‌بینیم. ۳) از عدم قطعیت و ابهام به سوی قطعیت و شفافیت می‌گریزیم در حالی که عدم قطعیت و ابهام در ذات سیستم‌ها وجود دارند. ۴) کشمکش‌های به ظاهر بجا و بحق، ما را از تشخیص توان بالقوه‌مان باز می‌دارند.

موارد بالا معیارهایی برای تشخیص اینکه در سازمان‌ها ـ بعنوان سیستم‌ها ـ چه مقدار از کوری‌های مختلف رنج می‌بریم، ارایه می‌دهند.

فصل ۱۱

مهارت‌های تفکر درباره سیستم‌ها

با گذر زمان وابستگی سیستم‌های فیزیکی، زیست‌محیطی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سایر سیستم‌ها افزایش یافته است و مشکلاتی را به وجود آورده است که با تفکر جاری قادر به حل آن‌ها نیستیم. ما در زمینه تفکر نیاز به مهارت‌های جدیدی داریم. بری ریچموند[1] معتقد است کسانی که از منظر علم سیستم‌ها به سیستم‌ها/پدیده‌ها و حوادث

[1] Barry Richmond

فکر می‌کنند باید هفت مهارت تفکر داشته باشند.[1] من این هفت مهارت را توضیح خواهم داد.

اولین مهارت عبارت از **تفکر درباره پویایی** سیستم‌ها است. پویایی به معنای تغییر رفتار یک سیستم است. کسانی که از مهارت تفکر درباره پویایی سیستم‌ها برخوردار هستند با دیدن حوادث و پدیده‌ها در آن‌ها متوقف نمی‌شوند بلکه پشت حوادث و پدیده‌ها حلقه‌های بازخوردی را می‌بینند که الگوهای رفتاری خاصی ایجاد می‌کنند. حوادث یا پدیده‌ها فقط نشانه‌های رفتار پویای سیستم‌ها هستند که توسط ساختار سیستم‌ها ـ یا حلقه‌های بازخورد ـ به وجود می‌آیند. هرجا که در سیستم‌ها، برای مثال نظام سلامت، با حادثه‌ای یا پدیده‌ای مواجه شدید آن را نشانه رفتار پویای آن سیستم بدانید و به دنبال الگوی حوادث یا پدیده‌ها باشید. در حالی که یک حادثه یا یک پدیده چیزی درباره یک سیستم نمی‌گوید، الگوی حوادث یا پدیده‌ها رفتار یک سیستم را در طول زمان نشان می‌دهد. درک یک سیستم درست از همین-جا آغاز می‌شود. یعنی تا زمانی که ساختار یک سیستم به

[1] Richmond B. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. System Dynamics Review Vol. 9. no. 2 (Summer 1993): 113-133.

تصویر کشیده نشده است هیچ‌کس درکی از علل رفتار یک سیستم ندارد. دکتر ریچموند[1] می‌گوید که شاید ۲۰٪ افراد آموزش دیده و مدیران درک درستی از پویایی سیستم‌ها دارند. این بدین معنا است که ما حداقل ۸۰٪ موارد درباره پویایی سیستم‌ها اشتباه می‌کنیم. حال اگر این ۸۰٪ مبنای تصمیمات، سیاست‌ها و مداخلات ما باشند ـ که حتماً هستند ـ چه اتفاقی می‌افتد؟

مهارت دومِ کسانی که عامل به علم سیستم‌ها هستند، **تفکر در قالب حلقه‌های بسته** است. این مهارت به مهارت اول بسیار نزدیک است و در واقع مکمل هم هستند. زمانی که سیستم‌ها را حلقه‌های بسته‌ای از بازخوردهای مثبت و منفی می‌بینیم، حوادث، پدیده‌ها و مشکلات سیستم‌ها را با یک زنجیره خطی یا فهرستی از عوامل جدا از هم تحلیل نمی‌کنیم، بلکه عوامل بهم مرتبطی را در قالب حلقه‌های بازخورد می‌بینیم که کنش‌ها و واکنش‌های متقابل دارند. برای مثال، اگر از ما سؤال شود که چرا بعضی از افراد جامعه اضافه وزن دارند یا چاق هستند، واکنش غریزی ما این خواهد بود که فهرستی از عوامل ارایه

[1] Richmond

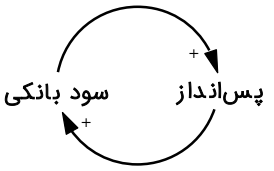
دهیم. دکتر ریچموند دعوت می‌کند که به جای ارایه فهرستی از عوامل که از تفکر خطی ناشی می‌شود، به حلقه‌هایی از عوامل بهم مرتبط فکر کنید. زمانی که حلقه‌های بسته را می‌بینیم، در واقع ساختار درونی سیستم‌ها را می‌بینیم که حوادث، پدیده‌ها، رفتارها یا مشکلات آن‌ها را به‌وجود می‌آورند. در این ساختار، روابط بین متغیرها حلقوی است؛ یعنی برخلاف روابط خطی، بین علت و معلول رابطه مستقیم یک طرفه وجود ندارد بلکه علت و معلول برهم تاثیر می‌گذارند. و مهمتر اینکه درک می‌کنیم رفتار سیستم‌ها از ساختار آن‌ها ناشی می‌شود نه از عوامل خارجی ـ اگرچه ممکن است عوامل خارجی رفتار سیستم‌ها را تسریع کنند اما در ایجاد آن‌ها نقش مستقیم ندارند. نتیجه منطقی تفکر در قالب حلقه‌های بسته این است که برای بهبود عملکرد یک سیستم باید ساختار سیستم تغییر داده شود و این مسؤولیت کسانی است که در سیستم کار می‌کنند. هیچ‌کس خارج از یک سیستم نمی‌تواند به اصلاح آن سیستم کمک کند! این مطلب درباره همه سیستم‌ها از یک کشور گرفته تا یک وزارتخانه تا یک سازمان تا یک بیمارستان صادق است.

مهارت سومِ کسانی که به علم سیستم‌ها عمل می‌کنند، **تفکر در قالب ساختارهای عمومی** است. بیشتر ما درباره سیستم‌های مختلف کاملاً اخصاصی فکر می‌کنیم. برای مثال، تصور می‌کنیم که یک سیستم زیست محیطی ویژگی‌های خاص خودش را دارد یا یک سیستم اقتصادی ویژگی و خصوصیات مختص خود را دارد و اغلب بین این‌ها هیچ شباهتی متصور نیست. شاید برای ما باورنکردنی باشد که ممکن است بین یک نظام سیاسی و یک نظام آموزشی یا بین یک نظام اقتصادی و یک نظام ارایه خدمات سلامت شباهت‌های ساختاری وجود داشته باشد و این شباهت‌های ساختاری موجب شوند سیستم‌هایی که هیچ شباهت ظاهری ندارند، رفتارهای مشابه داشته باشند. بارها اشاره کرده‌ام که ساختار همه سیستم‌ها را دو نوع حلقه بازخورد تشکیل می‌دهند و ترکیبات مختلف این دو حلقه بازخورد، رفتارهای مختلفی را در سیستم‌ها به وجود می‌آورند. برای مثال، ساختاری که موجب رشد اقتصادی می‌شود همان ساختار در یک نظام آموزشی موجب رشد یادگیری می‌شود. ساختاری که در یک پاندول موجب نوسان می‌شود، همان ساختار در یک

نظام اقتصادی موجب نوسان می‌شود. کسانی که در علم سیستم‌ها خبرگی دارند در قالب ساختارهای عمومی فکر می‌کنند. ساختارهای عمومی نه تنها شباهت‌های بین سیستم‌ها را آشکار می‌کنند بلکه علوم مختلف ــ که سیستم‌های متفاوت را مطالعه می‌کنند ــ را بهم نزدیک می‌کنند و مبنای مشترکی برای آن‌ها به وجود می‌آورند که موجب وحدت رشته‌های علمی می‌شود. از طرف دیگر، تفکر در قالب ساختارهای عمومی، یادگیری درباره سیستم‌ها را آسان‌تر می‌کند و می‌توانیم آموخته‌هایمان را از سیستمی به سیستم دیگر منتقل کنیم.

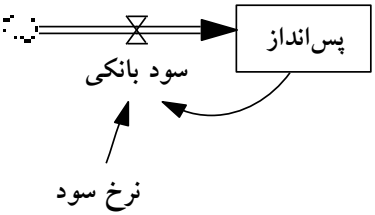
مهارت چهارم کسانی که به علم سیستم‌ها عمل می‌کنند **تفکر ساختاری** است. این مهارت قدری توضیح نیاز دارد. قبلاً درباره ساختار سیستم‌ها بحث کرده‌ام (فصل ۶) اما هنوز باید به یکی دو نکته ظریف اشاره کنم. اجازه دهید با یک مثال شروع کنم. فرض کنید مبلغی در حساب بانکی خود پس‌انداز می‌کنید و بانک سالانه به شما ۱۵٪ سود می‌دهد. اگر شما بخواهید پویایی این سیستم را درک کنید کافی است که حلقه بازخورد بین پس‌انداز و سود را رسم کنید (نمودار ۱). نمودار ۱

نشان می‌دهد که با یک حلقه بازخورد مثبت سروکار داریم. بدین معنا که افزایش سود به افزایش پس‌انداز منجر می‌شود و افزایش پس‌انداز به افزایش سود منجر می‌شود. بنابراین ساختار یک سیستم در قالب حلقه‌های بازخورد، برای درک پویایی یک سیستم بسیار مناسب است (مهارت اول). اما، اگر این حلقه بازخورد را دقیق‌تر بررسی کنیم با یک مشکل مواجه می‌شویم: رابطه مثبتِ بین سود با پس‌انداز به این معنا است که افزایش سود به افزایش پس‌انداز منجر می‌شود و کاهش سود به کاهش پس‌انداز منجر می‌شود؛ اما این نادرست است. برای مثال، اگر بانکی که در آن پس‌انداز کرده‌اید سود بانکی را به ۱۰٪ کاهش دهد آیا پس‌انداز شما کاهش می‌یابد؟ نه، افزایش می‌یابد اما کمتر از زمانی که سود بانکی ۱۵٪ بود.



نمودار ۱ نمودار چرخه علّی

برای رفع این نقص باید از ساختار دیگری استفاده کنیم که آن را نمودار ذخیره و جریان[1] یا لوله‌کشی[2] می‌گویند (نمودار ۲). تصور کنید که از سود بانکی به پس‌انداز بانکی لوله‌کشی کرده‌اید. زمانی که شیر جریان سود را بیشتر باز می‌کنید پس‌انداز شما با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد اما زمانی که شیر سود را کمتر باز می‌کنید مقدار پس‌انداز شما با سرعت کمتری افزایش می‌یابد. چون در حلقه‌های بازخورد رابطه‌های مثبت و منفی فقط درباره رابطه‌های اطلاعاتی صدق می‌کنند، همچنین در هر حلقه بازخورد حداقل یک متغیر ذخیره و یک متغیر جریان مرتبط وجود دارد که مشخص نمی‌شوند، افراد مبتدی در تفسیر نمودارهای چرخه علّی[3] که حلقه‌های بازخورد موجود در ساختار یک سیستم را به تصویر می‌کشند، اغلب دچار اشتباه می‌شوند.



نمودار ۲ نمودار ذخیره و جریان

[1] Stock & flow
[2] Plumbing
[3] Causal loop diagrams

نکته دوم اینکه ما از نمودارهای ذخیره و جریان برای تعیین واحد سنجش ذخیره‌ها و جریان‌ها استفاده می‌کنیم در حالی که در نمودارهای چرخه علّی این کار عملی نیست زیرا متغیرهای ذخیره و جریان در این نمودارها مشخص نمی‌شوند. اگر یک ذخیره را با یک واحد مشخص، برای مثال لیتر می‌سنجیم، سنجش جریان حتماً باید شامل واحد لیتر در زمان برای مثال، لیتر در ثانیه باشد. یا وزن ما بعنوان یک ذخیره به کیلو سنجش می‌شود اما افزایش یا کاهش وزن بعنوان یک جریان، به کیلو در ماه یا کیلو در هفته نشان داده می‌شود. علاوه بر این، در نمودارهای چرخه علّی ممکن است همه متغیرها ارایه نشوند زیرا از این نمودارها فقط برای درک پویایی سیستم‌ها استفاده می‌شود؛ اما برای ارایه یک تفسیر کمّی از رفتار یک سیستم ـ یعنی شبیه‌سازی رفتار آن ـ به نمودارهای ذخیره و جریان و جزئیات ساختار یک سیستم نیاز داریم. پس به طور خلاصه، تفکر ساختاری به این معنا است که بسته به نوع کاری که با سیستم داریم باید از ساختار مناسب استفاده کنیم.

مهارت پنجم این است که **کاربردی** فکر کنیم. باید سیستم‌ها را آن طور که هستند، نه آن طور که تصور می‌کنیم هستند، به تصویر بکشیم. این مهارت کمک می‌کند که اسیر ذهنیات نشویم و درباره سیستم‌ها نظریه‌پردازی‌های غیرواقع‌بینانه نکنیم. دکتر بری ریچموند مثال خوبی می‌زند: یکی از اقتصاددانان امریکا در رابطه با تولید شیر در این کشور الگویی تهیه کرده بود که شامل معادلات بسیار پیچیده بود. در این الگو گاوها که باید شیر تولیدکنند دیده نشده بودند. ریچموند می‌گوید این چه الگویی است که گاوها در آن حضور ندارند؛ یک الگوی کاربردی در رابطه با تولید شیر باید شامل گاوها باشد و متغیرهای دیگر حول گاوها مدنظر قرار گیرند. این مثال مرا به یاد پایان‌نامه‌های دوره‌های دکتری مدیریت خدمات بهداشتی درمانی انداخت. بیشتر پایان‌نامه‌ها حول تهیه یک الگو در رابطه یک موضوع شکل می‌گیرند. به نظر من تقریباً همه این الگوها با واقعیت‌های جاری بیگانه و کاملاً ذهنی هستند. به بیان دیگر، هیچ‌کدام کاربردی نیستند. دانشجویان باید با واقعیت‌ها برخورد کنند. علم سیستم‌ها با واقعیت‌های ملموس سروکار دارد و دانشجویان را درگیر

موضوعات واقعی می‌کند. درک سیستم‌ها آن طور که هستند، مقدمه ارتقای عملکرد آن‌ها است.

مهارت ششم این است که به دنیا به صورت **پیوسته**، یعنی **بهم وابسته** و **بهم مرتبط** فکر کنند. این مهارت بیشتر با الگوسازی برای شبیه‌سازی رفتار سیستم‌ها سازگاری دارد که در آن‌ها از متغیرهای پیوسته استفاده می‌شود. بیشتر افراد دنیا را دو قطبی می‌بینند. اینگونه افراد دو گزینه بیشتر ندارند: این یا آن، ما یا شما، سیاه یا سفید، موافق یا مخالف. این نوع تفکر، تفکر قطبی است. یعنی ما همیشه یک قطب را انتخاب می‌کنیم در حالی که در دنیای واقعی بین انسان‌ها، پدیده‌ها و انتخاب‌ها مرزبندی محکمی وجود ندارد. تفکر پیوسته بر خلاف تفکر قطبی تفسیر درست‌تری از پدیده‌ها ارایه می‌دهد. کسانی که تفکر پیوسته دارند شباهت‌ها را بیشتر از تفاوت‌ها می‌بینند. تفکر پیوسته شبیه تفکر عمومی است که در آن‌ها شباهت‌ها را در سطح ساختار سیستم‌ها می‌دیدیم.

هفتمین مهارت تفکر، **تفکر علمی** است. زمانی که درباره تفکر علمی صحبت می‌کنیم بیشتر افراد درباره روش علمی مرسوم که به سنجش‌های دقیق از پدیده‌ها و متغیرها منجر

می‌شود، فکر می‌کنند. تفکر علمی فراتر از این است. جالب است بدانیم مهمترین و گاهی با ارزش‌ترین چیزها را نمی‌توان به دقت سنجید: عشق، آزادی، دلسوزی، همدردی، محبت و امثال آن‌ها را نمی‌توان سنجید، اما این بدین معنا نیست که وجود ندارند یا اهمیت ندارند. همه این‌ها را می‌توان به کمیت بیان کرد بدون آنکه نیازی به سنجش دقیق باشد. برای مثال، علاقه کسی به چیزی را می‌توان با یک مقیاس از صفر تا صد نشان داد. زمانی که ما درباره چیزی به زبان کمّیت حرف می‌زنیم، می‌توانیم درباره آن فکر کنیم و با دیگران ارتباط برقرار کنیم. وجه دیگر تفکر علمی ارایه نظریه است. بدون نظریه، امکان تجربه وجود ندارد و بدون تجربه امکان یادگیری وجود ندارد. ما برای انجام تجربه درباره سیستم‌ها و یادگیری درباره آن‌ها نیاز به تفکر علمی داریم.

این هفت مهارت مرتبط و مکمل هم هستند. برای اینکه به ملکه ذهنی تبدیل شوند نیاز به تمرین و ممارست داریم.

فصل ۱۲

مدیریت سیستم‌ها

پیشاپیش باید اشاره کنم که در رابطه با مدیریت سیستم‌های پیچیده دیدگاه‌های متنوعی مطرح شده‌اند. آنچه من ارایه خواهم داد شامل همه دیدگاه‌ها نمی‌شود بلکه سعی کرده‌ام براساس فهم شخصی، گلچینی از آنچه در منابع علمی مطرح شده را تقدیم کنم و دیدگاه‌های نظری صرف را کنار بگذارم و رویکردهای کاربردی‌تر را منعکس کنم.

اجازه دهید بحث مدیریت سیستم‌های پیچیده را با یک مثال شروع کنم. فرض کنید یک گروه هفت نفری را در گوشه‌ای از یک جنگل پیاده کرده‌اند و قرار شده است که این

گروه به مقصدی که در فاصله حدود سه ساعت پیاده‌روی از آن‌جا قرار دارد، برود. برای یافتن مقصد سرنخ‌هایی در اختیار گروه قرار می‌گیرد. به نظر شما گروه برای رسیدن به مقصد چه می‌کند؟ آیا اعضای گروه سرشان را پایین می‌اندازند و راه می‌افتند تا به مقصد برسند؟ یا اعضای گروه پراکنده می‌شوند و هر کس مسیری را در پیش می‌گیرد؟ یا تصمیم می‌گیرند که مسیری را انتخاب کنند و با عزم جزم در آن مسیر حرکت کنند؟ البته که هیچ‌یک از این کارها را نمی‌کنند. به نظر می‌رسد که در محیطی **ناشناخته** که **قابل شناخت** نیست، جایی که همه چیز و همه جا شبیه هم هستند و در نتیجه راه دستیابی به مقصد روشن نیست، گروه باید گام به گام مسیر دستیابی به مقصد را کشف کند. سیستم‌های پیچیده نیز بیشتر باید به همین روش یعنی روش **اکتشافی** و **تجربی** مدیریت شوند! در این فصل راهبردهایی را برای مدیریت سیستم‌های پیچیده ارایه خواهم داد.

نوع سیستم را مشخص کنید. آیا با یک جنگل، یک هواپیما یا یک گاری سروکار دارید؟ مدیر باید قبل از هر چیز مشخص

کند که با کدام‌یک از انواع سیستم‌ها سروکار دارد. اگر زمینه بدرستی مشخص شود راه موفقیت برای مدیر هموار می‌شود. سیستم‌های ساده باید بعنوان سیستم‌های ساده مدیریت شوند. در سیستم‌های ساده از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و قواعد سرانگشتی تبعیت می‌شود. چون روابط علّی موجود بین پدیده‌ها برای همگان روشن است، مدیریت از **بالا به پایین** بهترین نوع مدیریت است.

اگرچه سیستم‌های بغرنج نیز مکانیکی هستند و بین پدیده‌ها روابط علّی مستقیم حاکم است اما فقط متخصص‌ها می‌توانند این روابط را تشخیص دهند (به هواپیما فکر کنید!). با وجود متخصص‌ها، سیستم‌های بغرنج عموماً با موفقیت مدیریت می‌شوند. برای مدیریت سیستم‌های بغرنج از مجموعه جامعی از اصول، قوانین، مقررات، برنامه‌ها و اسناد استفاده می‌شود. در یک جمله، شرایط بغرنج توسط تیمی از متخصص‌ها مدیریت می‌شود؛ هرچه شرایط بغرنج‌تر باشد نیاز به متخصص‌ها بیشتر است و احتمال موفقیت نیز بالاتر است. اگرچه برای مشکلات سیستم‌های بغرنج راه‌حل‌های مشخصی وجود دارند اما برای یافتن این راه‌حل‌ها افراد

متخصص لازم است. اگر هواپیمایی عیب پیدا کند فقط متخصصان می‌توانند آن را برطرف‌کنند.

چنانکه در بالا اشاره کردم سیستم‌های پیچیده نیازمند رویکرد مدیریت اکتشافی و تجربی هستند. رویکرد اکتشافی و تجربی شامل جستجوی امکان‌های جدید از طریق تجربه، یادگیری، کشف و نوآوری است. در یک محیط پیچیده درباره اینکه چه کارهایی انجام شوند و چگونه انجام شوند، شفافیت کافی وجود ندارد. سازمان‌ها باید تلاش کنند راه خودشان را پیدا یا کشف کنند. برای این کار باید یاد بگیرند. لازمه یادگیری درباره سیستم‌های پیچیده، اقدام و یادگیری از اقدام است. در چنین محیطی، مدیران و رهبران اساساً در حال کشف سازگاری سیستم با محیط هستند و همواره در جستحوی گام‌های بعدی برای هدایت سیستم به سوی عملکرد بالاتر هستند. مدیریت سیستم‌های پیچیده مانند صعود به قله یک کوه یا یافتن مسیر دستیابی به مقصد در جنگلی است که نمی‌شناسید. مدیران و تیم‌ها برای درک بهتر اینکه چه چیزی مؤثر خواهد بود باید رویکردها و روش‌های مختلفی را امتحان کنند و ببینند چه چیزی مؤثر است. لذا یکی از اصول مهم برای

مدیریت سازمان‌های پیچیده اکتشاف است. روش اکتشافی و تجربی الزاماتی دارد که در ادامه درباره آن‌ها بحث خواهم کرد.

سیستم را درک کنید. بارها اشاره کرده‌ام که سیستم‌های پیچیده غیرقابل شناخت، غیرقابل پیش‌بینی و غیرقابل کنترل هستند. همچنین در سیستم‌های پیچیده به طور مستمر ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو به وجود می‌آیند. در یک جمله سیستم‌های پیچیده پویا و همواره در حال تغییر هستند. مدیران در مدیریت چنین سیستم‌هایی چه نقشی دارند؟ آیا نقش مدیران کم‌رنگ‌تر می‌شود؟ البته که کم رنگ‌تر نمی‌شود اما در چنین شرایطی مدیران باید با تقویت تنوع اجزا و روابط و تعامل بین اجزا و گشودن باب گفتگو در سازمان زمینه را برای درک شرایط فراهم کنند. تلاش برای درک شرایط مهمتر از هر نوع تصمیم‌گیری و اقدام است. زیرا هر تصمیم یا اقدامی که بدون درک شرایط انجام گیرد معلوم نیست که به نفع سازمان تمام شود. از طریق درک شرایط نظم‌های خودجوش شکل می‌گیرند و نظم‌های خودجوش به ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های جدید منجر می‌شوند. برای

مثال زمانی که زلزله‌ای رخ می‌دهد کسی به دنبال شناخت شرایط نیست ــ شناخت شرایط شاید ممکن نباشد ــ بلکه توجه به شرایط و ایجاد یک خرد جمعی در نتیجه درک شرایط، به ظهور نظم‌های جدید و انجام کارهای بزرگ منجر می‌شود که کسی فکرش را نمی‌کرد. بازهم تاکید می‌کنم که درک شرایط نیازمند تقویت و گسترش روابط و تعامل بین اجزا و عوامل یک سیستم است؛ نیازمند آگاهی و توجه به پدیده‌ها است. بدیهی است که در یک سازمان بعنوان یک سیستم پیچیده درک شرایط نمی‌تواند یک **اتفاق** باشد. مدیریت باید آگاهانه تقویت توانایی‌های درک شرایط را بعنوان یک راهبرد مدیریتی انتخاب کند؛ این کار مهم با مدیریت روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل امکان‌پذیر است.

به تاریخچه سیستم توجه کنید. معمولاً مدیران چندان به گذشته یک سیستم توجه نمی‌کنند و شاید تصور می‌کنند که تاریخچه آن اهمیت ندارد. برعکس، تاریخچه یک سیستم پیچیده یک عامل حیاتی است و وضعیت جاری یک سیستم تابعی از سیاست‌ها، تصمیمات، برنامه‌ها و مداخلات گذشته است. تاریخچه یک سیستم درس‌های مهمی برای مدیران

دارد. مهمترین آن‌ها این است یک سیستم به گذشته خود وابسته است و هیچ‌چیزی در یک سیستم قابل برگشت و قابل تکرار نیست. البته توجه به تاریخچه یک سیستم برای این نیست که بدانیم چه باید بکنیم، زیرا با حوادث باید در زمان خودشان برخورد کنیم؛ بلکه توجه به تاریخچه یک سیستم از این نظر اهمیت دارد که به طور مستمر توانایی مواجهه با شرایط نامطمئن را افزایش می‌دهد. مدیران هرگز نمی‌توانند پیش‌بینی کنند که چه اتفاقی خواهد افتاد اما تاریخچه یادآوری می‌کند که چون آینده نامطمئن است و درباره آینده هیچ چیزی به طور قطعی قابل پیش‌بینی نیست، موفقیت درگرو یادگیری است. توجه جدی به حوادث و ارایه تفسیرهای گوناگون از آن‌ها، از الزامات توجه به تاریخچه یک سیستم است. تنوع عوامل و تنوع روابط و تعامل بین اجزا نقش کلیدی در یادگیری و سازگاری با شرایط دارد. مدیران باید روابط و تعامل بین عوامل را مدیریت کنند.

برای آینده آماده شوید. یکی از ابزار مهم مدیریتی برای آینده‌نگری برنامه‌ریزی است. اما در رابطه با آمادگی برای آینده با دو مشکل بزرگ مواجه هستیم. اول اینکه آینده در

دست ما نیست و قابل پیش‌بینی هم نیست. دوم اینکه اصولاً سیستم‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی هستند. از یک طرف به دلیل پدیدار شدن مستمر ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو در سیستم‌های پیچیده یا به اصطلاح پویایی مستمر سیستم‌ها و از طرف دیگر غیرقابل پیش‌بینی بودن آینده، اتکای صِرف به برنامه‌ریزی سنتی و تکیه بر رابطه علت و معلول یا تفکرخطی ــ بدین معنا که با اجرای برنامه به اهداف‌مان خواهید رسید ــ راهبرد مدیریتی مناسبی نیست. این بدین معنا نیست که مدیران نباید به آینده فکر کنند؛ آنان باید به روش‌های نو فکر کنند. برای مثال، برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو به سازمان‌ها کمک می‌کند تا بتوانند با پیامدهای غیرمنتظره و شگفتی‌ها بدرستی برخورد کنند. اما باید توجه کرد که اثربخشی برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو تابعی از پیش‌بینی درست آینده یا احتمال تحقق یک سناریو نیست، بلکه، اثربخشی آن در ایجاد توانایی در سازمان برای برخورد با شرایط نامطمئن است. مدیران سنتی می‌پرسند: برای کاری که باید انجام دهیم، چه چیزی نیاز داریم؟ در حالی که مدیران سیستم‌های پیچیده می‌پرسند: با چیزی که در اختیار داریم

چه چیزی می‌توانیم خلق کنیم؟ مدیران سیستم‌های پیچیده لازم است شرایط موجود را درک کنند تا بتوانند برای برخورد با شرایط مبهم و نابسامان[1] روش‌های نو و خلاقانه ابداع کنند. در این‌جا نیز مدیر بعنوان یکی از عوامل سیستم پیچیده، از طریق روابط و تعامل فعال با سایر عوامل می‌تواند شرایط را درک کند زیرا که اصولاً درک شرایط یک پدیده اجتماعی است. مدیران باید روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل را مدیریت کنند. اما نکته آخر اینکه چون سیستم‌های پیچیده با تعداد اندکی قوانین ساده به خوبی عمل می‌کنند، چنانکه در زیر بحث کرده‌ام، داشتن یک درونمای مشترک بعنوان یک قاعده حداقلی برای هدایت سیستم به سوی آینده و حرکت توأم با یادگیری ضروری است. اصلی‌ترین کارکرد درونمای مشترک ظرفیت‌سازی در سیستم‌ها برای استقبال از آینده نامطمئن است. درونمای مشترک و برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو برای ورود به آینده نامطمئن هر دو لازم و مکمل هم هستند.

به قوانین ساده و حداقلی بسنده کنید. قبلاً بارها اشاره کرده‌ام که عوامل یک سیستم پیچیده بر اساس قوانین ساده و

[1] Messy

اطلاعات موضعی با هم تعامل می‌کنند و روابط و تعامل بین آن‌ها منشأ همه ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده است؛ به عبارت دیگر، ما برای مدیریت سیستم‌های پیچیده به قوانین ساده نیاز داریم. کسانی که می‌خواهند سیستم‌های پیچیده را با انبوهی از قوانین، مقررات، دستورالعمل‌ها، اسناد، نظام‌های اطلاعاتی و تصمیمات بزرگ اداره کنند، سیستم‌های پیچیده را با سیستم‌های بغرنج ــ که اساساً مکانیکی هستند ــ اشتباهی گرفته‌اند. تاکید می‌کنم که در یک سیستم پیچیده می‌توان با تبعیت از تعدادی قوانین ساده انعطاف‌پذیر ــ که در علم سیستم‌ها حداقل جزئیات نامیده می‌شود ــ به هدف‌های دشوار دست یافت. با این وجود، تفکر جاری بر این فرض بنا نهاده شده است که قوانین، مقررات، دستورالعمل‌ها و برنامه‌ها باید بهترین راه تحقق هدف را نشان دهند، باید جزئیات کاملاً مشخص شوند و با همان جزئیات اجرا شوند. این تفکر، سازمان را از مزیت خلاقیت طبیعی نهفته در آن محروم می‌کند؛ زیرا که انبوه قوانین، مقررات، برنامه‌ها اغلب روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل یک سیستم را محدود می‌کنند و این به محرومیت سیستم از بسیاری از ویژگی‌ها از

جمله یادگیری، خلاقیت و نوآوری منجر می‌شود. حداقل جزئیات فضای گسترده‌ای برای یادگیری، خلاقیت و نوآوری فراهم می‌سازد و اقدام مشترک را ترغیب می‌کند. همه این‌ها از تنوع عوامل و روابط و تعامل بین آن‌ها ناشی می‌شوند. مدیران سیستم‌های پیچیده باید تنوع عوامل و روابط و تعامل بین آن‌ها را مدیریت کنند.

از شگفتی‌ها استقبال کنید. سیستم‌های پیچیده پر از شگفتی‌ها و رفتارهای غیرمنتظره هستند. عدم قطعیت یکی از ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده و یکی از عناصر مهم پیشرفت در آن‌ها است. شگفتی‌ها از روابط غیرخطی، پدیدار شدن مستمر ساختارها و رفتارها و ویژگی‌های نو و حساسیت سیستم‌ها به شرایط اولیه به وجود می‌آیند. هر جا که با شگفتی‌ها مواجه می‌شویم باید بپذیریم که سیستم را درک نکرده‌ایم. گروهی که در جنگل پیاده شدند را بخاطر بیاورید؛ آنان هر لحظه ممکن است با یک شگفتی جدید یا یک پدیده غیرمنتظره مواجه شوند؛ این کاملاً طبیعی است زیرا درک همه ویژگی‌های جنگل برای آنان مشکل است، اگر غیرممکن نباشد. در سیستم‌ها نیز مواجهه با شگفتی‌ها امری طبیعی است. باید

برگردیم به راهبرد اول مدیریتی ــ سیستم را درک کنید ــ که قبلاً اشاره کردم. بنابراین پذیرش شگفتی‌ها نه تنها پنجره جدیدی برای درک سیستم‌ها به روی ما باز می‌کند بلکه فرصتی برای یادگیری، خلاقیت و نوآوری فراهم می‌سازد. گفته شده است که توانایی برخورد با شگفتی‌ها یکی از عوامل مهم برتری رقابتی است. به هر حال، می‌دانیم که درک سیستم‌ها، یادگیری، خلاقیت و نوآوری درآن‌ها از تنوع عوامل و روابط و تعامل بین آن‌ها ناشی می‌شود. مدیران سیستم‌های پیچیده باید تنوع، روابط و تعامل بین عوامل را مدیریت کنند.

از شرایط اولیه غفلت نکنید. شرایط اولیه تاثیر قابل توجهی بر رفتار سیستم‌های پیچیده دارند. اندک تفاوت در شرایط اولیه ممکن است به رفتارهای بسیار متفاوت منجر شود. بنابراین شرایط اولیه‌ای که برای افراد ایجاد می‌شود می‌تواند تاثیر حیرت‌انگیزی بر سازمان‌ها داشته باشد. قبلاً اشاره کرده‌ام که به اثر شرایط اولیه بر رفتار سیستم‌ها **اثر پروانه** می‌گویند. بدین معنا که اگر در جایی از این جهان پهناور پروانه‌ای بال بزند، ممکن است در نقطه دیگری از آن، توفان یا گردباد به پا خیزد. این توصیف مبالغه‌آمیز اثر مهم شرایط اولیه بر رفتار سیستم‌ها

را بیان می‌کند. مدیران هر روز و همیشه در تعامل خود با تیم‌ها و افراد، برای آن‌ها شرایط اولیه ایجاد می‌کنند. برای مثال، رفتارها، باورها و عادات مدیران، واژه‌هایی که بکار می‌برند، اطلاعاتی که به اشتراک می‌گذارند یا نمی‌گذارند، اعتمادی که به کارکنان ابراز می‌کنند یا نمی‌کنند، همه می‌توانند شرایط اولیه را برای افراد ایجاد کنند. این‌ها می‌توانند تاثیر قابل توجهی بر نحوه تصمیم‌گیری افراد و تفسیر اطلاعات داشته باشند. علم پیچیدگی به ما می‌گوید که تعامل‌های کوچک روزانه بیش از راهبردهای رسمی بر رفتار افراد تاثیر می‌گذارند. مدیران ممکن است شرایط اولیه‌ای ایجاد کنند که مبتنی بر ترس، قدرت رسمی و نادیده گرفتن کارکنان باشند. این نوع مدیریت ممکن است دستاوردهای کوتاه مدت داشته باشد اما در بلندمدت هزینه گزافی برای سازمان خواهد داشت. بنابراین بسیار حایز اهمیت است که مدیران به طور مستمر رفتارشان و تاثیر آن بر کارکنان را ارزیابی کنند.

اقدامات کوچک به عمل آورید. با درک ماهیت پویا و غیرخطی سیستم‌ها لازم است مدیران براساس شرایط اقدام کنند. اقدام، به یادگیری منجر می‌شود و یادگیری توانایی

سازگاری با شرایط غیرقابل پیش‌بینی را افزایش می‌دهد. پیامدهای اقدامات بزرگ و کوچک هر دو می‌توانند غیرقابل پیش‌بینی باشند اما اقدامات کوچک در مقیاس کوچک، فضای بیشتری برای یادگیری و توسعه سازمانی فراهم می‌سازند. یکی از اجزای مهم اقدام در یک سیستم پیچیده تقویت یا گسترش روابط و تعامل بین اجزا و عوامل است. متاسفانه بسیاری از رفتارهای مدیریتی به کاهش روابط و تعامل بین اجزا و عوامل منجر می‌شوند. ساختارهای سازمانی نیز به جای تقویت روابط و تعامل بین اجزا، سازمان‌ها را به قسمت‌ها و واحدهایی تقسیم می‌کنند که بیشتر موجب جدایی و شکاف بین اجزای یک سازمان می‌شوند. اقداماتی که به جدایی کارکنان منجر می‌شوند و از طریق قوانین و سیاست‌ها رفتار آنان را محدود می‌کنند هرگز به نظم‌های خودجوش ــ که منشأ بسیاری از پیشرفت‌ها در سازمان‌ها هستند ــ منجر نخواهند شد. اساس سیستم‌های پیچیده را روابط و تعامل بین اجزا و عوامل تشکیل می‌دهد و کیفیت روابط و تعامل مهمتر از کیفیت تک تک عوامل می‌باشد. مدیران سیستم‌های

پیچیده باید تنوع عوامل و روابط و تعامل بین آن‌ها را مدیریت کنند.

جاذبه‌های[1] رفتاری را درک کنید. زمانی که سیستم‌های پیچیده را با طرز فکر بغرنج مدیریت می‌کنیم همواره مانعی به نام مقاومت در برابر تغییر را حس می‌کنیم و با آن می‌جنگیم. سیستم‌های پیچیده مقاومت به تغییر را به رسمیت می‌شناسند، اما مطرح می‌کنند که در سیستم‌های پیچیده رفتارها به جای مقاومت در برابر تغییر از جاذبه‌های طبیعی تبعیت می‌کنند. رهبران الهام‌گرفته از علم سیستم‌ها تشخیص می‌دهند که تغییر در درون یک سیستم به طور طبیعی اتفاق می‌افتد و افراد به دلایل مختلف درگیر تغییر می‌شوند. وضعیت جاری سیستم‌ها، بی‌نظمی‌ها، تغییر رهبران، تغییر راهبردها و سیاست‌ها، فشارهای مالی، فشارهای روانی، الزامات جدید کاری، فقدان دسترسی به اطلاعات همه می‌توانند بعنوان جاذبه‌های رفتاری کوچک یا بزرگ عمل کنند. جاذبه‌های مثبت به رفتارهای مثبت و جاذبه‌های منفی به رفتارهای منفی یا مقاومت منجر می‌شوند. رهبران

[1] Attractors

سیستم‌های پیچیده باید محیط را از نظر وجود جاذبه‌های منفی پایش کنند قبل از اینکه این جاذبه‌ها بر افراد و تیم‌ها تاثیر بگذارند. البته باید توجه کنند که بعضی جاذبه‌ها پنهان هستند و فقط توسط الگوهای رفتاری جاری قابل تشخیص هستند. بسیاری از مواقع جاذبه‌های پنهان را می‌توان با پایش شایعات یا رفتارهای غیرمعمول کشف کرد. باید برای اجتناب از جاذبه‌های خطرناک، رهبران روابط معنادار و فعالی با سایر عوامل داشته باشند.

به مدیریت شرایط ــ نه حل مشکلات ــ فکر کنید. سازمان‌ها و کسب و کارها بیشتر شبیه بازی شطرنج هستند. بدین معنا که به بی‌نهایت روش‌ها می‌توان عمل کرد. علاوه بر این، پدیدار شدن نو به نو ساختارها، رفتارها و ویژگی‌ها حل مشکلات در سیستم‌های پیچیده را بیش از پیش دشوار می‌کند ــ اگر غیرممکن نسازد. چنانکه در بازی شطرنج راه‌حل‌ها قابل پیش‌بینی نیستند و در عمل پیدا می‌شوند، در سیستم‌های پیچیده نیز یافتن راه‌حل‌ها ممکن نیست و باید به روش اکتشافی و تجربی کشف شوند. مشکلات پیچیده را نمی‌توان حل کرد و صرف وقت، انرژی و تلاش برای یافتن

راه‌حل برای آن‌ها اشتباه است. مثل شطرنج باید سعی کنید شرایط را مدیریت کنید. این بدین معنا نیست که مدیران نباید در شرایط پیچیده برنامه‌ریزی کنند. در حقیقت، آنان باید برنامه‌ریزی اضافی انجام دهند و سناریوهای خلاقی برای درک هرچه بیشتر پیامدهای احتمالی تهیه کنند.

آزمون کنید، یاد بگیرید و سازگاری پیدا کنید. در شرایط بغرنج یک راهبرد بزرگ یا یک برنامه جامع تهیه می‌شود؛ برنامه اجرا می‌شود و در پایان اجرا موفقیت یا شکست برنامه مشخص می‌شود. در یک محیط پیچیده بعید است که یک راهبرد بزرگ یا یک برنامه جامع با موفقیت همراه باشد. البته، مدیران موفق با شکست برنامه‌ها ناامید نمی‌شوند؛ آنان از شکست درس می‌گیرند و با دیدن مشکل از یک زوایه متفاوت به راه خود ادامه می‌دهند. برای کسی که بغرنج فکر می‌کند، سازگاری با شرایط در حال تغییر دشوار است. او نمی‌تواند بپذیرد برنامه‌هایی که به دقت تهیه می‌شوند با شکست مواجه شوند. چنانکه قبلاً اشاره کرده‌ام برای موفقیت در شرایط پیچیده، باید به روش اکتشافی و تجربی عمل کنید. راهبرد «آزمون کنید، یاد بگیرید و سازگاری پیدا کنید» یک

روش اکتشافی و تجربی برای مدیریت سازمان‌ها ارایه می‌دهد. سی‌اس‌هولینگ[1] گفته است: «در سیستم‌های پیچیده، ثروت نباید بر اساس پول یا قدرت سنجیده شود، بلکه باید براساس سازگاری سنجیده شود.» اقدام کوچک در مقیاس کوچک (بعنوان یک تجربه) به یادگیری و یادگیری به سازگاری منجر می‌شود. این یکی از مفیدترین راهبردها برای مدیریت شرایط پیچیده است؛ شرایطی که قابل شناخت و قابل پیش‌بینی نیست و اقدامات بزرگ می‌توانند تبعات منفی بزرگ داشته باشند.

طرز فکر پیچیدگی ایجاد کنید. ایجاد طرز فکر پیچیدگی یکی از بهترین راهبردهای مدیریتی برای مدیریت پیچیدگی است. این بدین معنا است که پیچیدگی را با پیچیدگی مدیریت کنید. چون قبلاً درباره تقویت تنوع اجزا و روابط و تعامل بین عوامل سیستم‌های پیچیده که موجب افزایش پیچیدگی و ایجاد فرصت‌های فراوان برای یادگیری، خلاقیت، سازگاری، پدیدار شدن ساختارها، رفتارها و ویژگی‌های نو می‌شود، بحث کرده‌ام در این‌جا به موارد دیگری از مدیریت پیچیدگی

[1] C.S. Holling

با پیچیدگی می‌پردازم. تاکنون باید برای همه ما روشن شده باشد که کسی نمی‌تواند پیچیدگی را به روش مکانیکی مدیریت کند. چنین اقدامی به معنای بازگشت به تفکر بغرنج است که بارها به ناکارآمدی آن در سیستم‌های پیچیده اشاره کرده‌ام. مدیریت پیچیدگی نیازمند انعطاف‌پذیری و آزمون و خطا است. طرز فکر پیچیدگی، طرز فکری است که می‌پذیرد پیچیدگی وجود دارد، می‌پذیرد که سیستم‌های پیچیده قابل شناخت نیستند، می‌پذیرد که مدیران نمی‌توانند سیستم‌های پیچیده را کنترل کنند و می‌پذیرد که پیچیدگی نیاز به برخورد متفاوت دارد. طرز فکر پیچیدگی، پیچیدگی و چالش‌ها و فرصت‌های ناشی از برخورد با پیچیدگی را می‌پذیرد. طرز فکر پیچیدگی یک طرز فکر خلاق و مبتنی بر تخیل است. تفاوت آن با طرز فکر بغرنج مثل تفاوت فکرکردن با دانستن است. تفکر ما یک فرایند خلاق است، در حالی که دانستن شامل فرایند بازیافت اطلاعات است. اگرچه در یک دنیای ایده‌آل، مدیران هم باید دانش فنی که ناظر بر طرز فکر بغرنج است و هم خلاقیت که بیانگر طرز فکر پیچیدگی است را تقویت کنند، زیرا سازمان‌ها هم مشکلات بغرنج و هم شرایط پیچیده دارند؛

اما در شرایط پیچیده، طرز فکر پیچیدگی است که مدیران توانمند را از مدیران ناتوان متمایز می‌کند. به هر حال، پیچیدگی یک حقیقت آشکار در سازمان‌ها است. یک نفر هرچه زودتر این حقیقت را درک کند و با آن هماهنگ شود بهتر است. پیچیدگی از بین نخواهد رفت. تلاش برای از بین بردن پیچیدگی یا کاستن از اثر آن بی‌فایده و حتی مضر است. اگرچه گاهی ممکن است پیچیدگی عجیب و ناشناخته به نظر برسد اما چیزی نیست که باید از آن ترسید. پیچیدگی اگرچه با عدم قطعیت همراه است اما با فرصت‌های فراوان نیز همراه است. اگر سازمان‌ها پیچیده نبودند، نیازی به مدیران نبود!

از پدیدار شدن رهبران غیررسمی استقبال کنید. می‌دانیم که روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل، همه ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند. یکی از شگفت‌انگیزترین چیزهایی که از درون روابط و تعامل بین اجزا یا عوامل سیستم‌های پیچیده پدیدار می‌شوند، رهبران غیررسمی هستند. رهبران غیررسمی که به طور کاملاً طبیعی پدیدار می‌شوند می‌توانند در هدایت سیستم‌های پیچیده سهم بسزایی داشته باشند. بنابراین یکی از نشانه‌های اینکه

آیا یک سیستم پیچیده بدرستی مدیریت می‌شود یا نه، وجود رهبران غیررسمی در شرایط، مکان‌ها و زمان‌های مختلف است. این یکی از نشانه‌های سلامت یک سازمان است. رهبری مسموم در یک سازمان همچنانکه سازمان را از بسیاری از ویژگی‌های ناشی از روابط و تعامل بین عوامل محروم می‌کند از پدیدار شدن رهبران طبیعی نیز محروم می‌کند. در یک سیستم پیچیده سالم رهبری توزیع می‌شود و بعید نیست که رهبران غیررسمی در رهبری سازمان نقش بیشتری از رهبران رسمی داشته باشند. مدیران باید از صمیم قلب از موهبت رهبران غیررسمی در سازمان‌ها استقبال کنند.

درباره هر یک از ویژگی‌های یک سیستم پیچیده و هر یک از راهبردهای مدیریتی که بحث می‌کنیم در نهایت به تنوع عوامل و تنوع روابط و تعامل بین آن‌ها می‌رسیم. به نظر می‌رسد که در سیستم‌های پیچیده مدیران **فقط** یک راهبرد مدیریتی **کلان** دارند و آن مدیریت تنوع عوامل و تنوع روابط و تعامل بین آن‌ها یا مدیریت پیچیدگی با پیچیدگی است.

فصل ۱۳

ویژگی‌های متفکران سیستم‌ها[1]

بشر با تفکر سیستم‌ها متولد می‌شود[2] و کودکان به خوبی روابط بین پدیده‌ها را می‌بینند و تشخیص می‌دهند. بچه‌ها زمانی که وارد مدرسه می‌شوند ذهنشان پر از سؤالاتی درباره رابطه بین پدیده‌ها است اما مدرسه با برنامه‌ها و روش‌های آموزشی نامناسب ظرفیت‌های ذاتی بچه‌ها را از بین می‌برد و ترس و دلهره و نگرانی را جایگزین می‌کند. متفکران سیستم‌ها

---

[1] System thinkers

[2] Stroh, DP. (2015) Systems thinking for social change: a practical guide to solving complex problems, avoiding unintended consequences, and achieving lasting results. Chelsea Green Publishing.

می‌فهمند که کاربرد تفکر سیستم‌ها نه تنها این ظرفیت ذاتی ما را افزایش می‌دهد بلکه ما و دنیای ما را نیز شکل می‌دهد که این نیز به نوبه خود اثربخشی کاربرد رفتار تفکر سیستم‌ها را افزایش می‌دهد. بنابراین یک سؤال طبیعی این است که متفکران سیستم‌ها چه ویژگی‌هایی دارند؟ با پاسخ به این سؤال، معیارهایی برای ارزیابی خودمان در اختیار خواهیم داشت. از آن‌جا که سیستم‌های پیچیده غیرقابل‌شناخت، غیرقابل کنترل و غیرقابل پیش‌بینی هستند، بنابراین هدف پیش‌بینی آینده و ایجاد آمادگی برای آن غیرقابل تحقق است. همچنین دنیای سیستم‌ها دنیایی پر از شگفتی‌ها است. همین ویژگی‌ها گوش‌زد می‌کنند که ما نمی‌توانیم سیستم‌های پیچیده را فقط براساس اطلاعات و توانایی‌های محاسباتی مدیریت کنیم؛ توانایی‌هایی بیش از توانایی‌های محاسباتی نیاز داریم[1]. ما برای مدیریت سیستم‌ها، نیاز به متفکران سیستم‌ها داریم که به اهّم ویژگی‌های آنان اشاره خواهم کرد. یادآوری می‌کنم که عناوین بحث از دونلا میدوز اقتباس شده‌اند اما نگارش و پرورش موضوع از این نویسنده است.

[1] Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green.

پیچیدگی را ارج می‌نهند. متفکران سیستم‌ها با پیچیدگی مواجه می‌شوند و آن را به رسمیت می‌شناسند زیرا سیستم‌ها پیچیده، غیرخطی، سیال و پویا هستند. به جای نفی پیچیدگی تلاش می‌کنند آن را درک کنند و از فرصت‌های زیادی که برای یادگیری، خلاقیت و نوآوری فراهم می‌کند، استفاده کنند. سیستم‌های پیچیده از طریق نظم‌های خودجوش تنوع، ناهمنگونی، تعادل پویا و ساختارها و رفتارهای جدید به وجود می‌آورند و این چیزی است که سیستم‌ها را جذّاب و زیبا می‌کند. نادیده‌گرفتن پیچیدگی به معنای نفی واقعیت دنیایی است که در آن زندگی می‌کنیم. متفکران سیستم‌ها درباره دنیای پیچیده ساده‌اندیشی نمی‌کنند و با سیستم‌های پیچیده ساده‌انگارانه برخورد نمی‌کنند. متفکران سیستم‌ها از نظم‌های خودجوش و پیامدها و شگفتی‌هایی که خلق می‌کنند استقبال می‌کنند. این در حالی است که بیشتر مردم و اغلب سیاست‌مداران و تصمیم‌گیران با مفهوم پیچیدگی بیگانه هستند. در نتیجه، آنان به جای حل مشکلات دنیا و سیستم‌ها، مشکلات بیشتری را به وجود می‌آورند، اگرچه خودشان از آن‌ها بی‌خبرند.

قبل از ایجاد تغییر در سیستم‌ها تلاش می‌کنند رفتار آن‌ها را درک کنند. اگرچه سیستم‌ها غیرقابل شناخت هستند اما رفتار آن‌ها در طول زمان قابل درک است. از آن‌جا که روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها یا به اصطلاح ساختار آن‌ها رفتار آن‌ها را به وجود می‌آورد، از رفتار سیستم‌ها به ساختار آن‌ها پی می‌بریم و با درک ساختار سیستم‌ها نه تنها علل رفتار جاری آن‌ها را درک می‌کنیم بلکه می‌توانیم برای تغییر سیستم‌ها سیاست‌ها و مداخلاتی که دارای اثر اهرمی بالایی هستند را انتخاب کنیم. در این صورت، برای تغییر رفتار سیستم‌ها در سطح ساختار آن‌ها عمل کرده‌ایم در نتیجه، تغییر ایجاد شده تغییری پایدار خواهد بود و از طرف دیگر به دلیل اثراهرمی بالای سیاست‌ها و مداخلات، هزینه تغییر بسیار پایین خواهد بود. این به معنای ایجاد تغییر پایدار با کمترین هزینه ممکن است. شروع تغییر با درک رفتار سیستم‌ها پیامدهایی دارد: اول اینکه، ما را وادار می‌کند بر واقعیت‌ها تمرکز کنیم نه اظهار نظرها ــ زیرا ساختار یک سیستم رفتار واقعی آن را به تصویر می‌کشد. دوم اینکه؛ مانع از این می‌شود که در دام باورها و برداشت‌های نادرستی که درباره سیستم‌ها داریم گرفتار شویم ــ زیرا

الگوهای ذهنی ما درباره سیستم‌های پیچیده اغلب ناقص یا نادرست هستند. سوم اینکه، موجب می‌شود که بر تحلیل پویایی از رفتار سیستم‌ها تمرکز کنیم و روشن می‌کند که چرا و چگونه به جایی که سیستم در آن قراردارد رسیده‌ایم؟ بالاخره، شروع با رفتار سیستم‌ها موجب می‌شود که مشکلات را براساس رفتار واقعی سیستم‌ها تعریف کتیم و راه‌حل‌ها را نیز براساس ساختار سیستم‌ها ارایه دهیم. این ایده‌آل‌ترین روش برای ایجاد تغییر در سیستم‌های پیچیده است که در حال حاضر توانایی انجام آن را نداریم. دلیل آن روشن است؛ کسی برای اداره سیستم‌های پیچیده تربیت نمی‌شود! این درباره همه سیستم‌ها، از جمله نظام سلامت و نظام آموزشی، نیز صادق است. اگر خواهان ارتقای سیستم‌ها هستیم باید به علم سیستم‌ها مجهز شویم.

الگوهای ذهنی‌شان را آشکار می‌کنند. با به تصویرکشیدن ساختار سیستم‌ها ــ توسط نمودارهای چرخه علّی و نمودارهای ذخیره و جریان ــ وادار می‌شویم الگوهای ذهنی‌مان درباره سیستم‌ها را آشکار کنیم و آن‌ها را در معرض دید همگان قرار دهیم تا همه (شامل خودمان نیز می‌شود)

بتوانند آن‌ها را ببینند. این بدین معنا است که الگوهای شبیه‌سازی سیستم‌ها بر اساس الگوهای ذهنی تهیه می‌شوند و چون الگوهای ذهنی درباره سیستم‌های پیچیده اغلب ناقص یا نادرست هستند، شروع با رفتار سیستم‌ها این فرصت را فراهم می‌سازد که الگوهای ذهنی‌مان را ببینیم و آن‌ها را اصلاح کنیم. علاوه براین، دیگران نیز می‌توانند با نقد الگوهای ذهنی‌مان به یادگیری ما کمک کنند. هر چیزی که ما و دیگران درباره دنیا می‌دانیم تنها از طریق الگوها است، بنابراین باید الگوهای ذهنی‌مان را آشکار کنیم و از دیگران بخواهیم فرض‌های نهفته در آن‌ها را به چالش بکشند.

به اطلاعات و توزیع آن اهمیت می‌دهند. اگرچه کل اطلاعات یک سیستم را هیچ‌کس در اختیار ندارد اما اطلاعات نقش مهمی در حلقه‌های بازخورد ایفا می‌کنند. بیشتر رابطه‌ها در سیستم‌های پیچیده، رابطه‌های اطلاعاتی هستند. در سیستم‌ها، اطلاعات اجزای سیستم‌ها و حلقه‌های بازخورد را بهم مرتبط می‌سازد و اطلاعات تاخیری، سوگیری‌شده، پراکنده یا فقدان اطلاعات بر رفتار حلقه‌های بازخورد تاثیر بسزایی دارند. برای مثال، تصمیم‌گیران نمی‌توانند به اطلاعاتی که

دسترسی ندارند واکنش نشان دهند یا به اطلاعات نادرست واکنش درست نشان دهند یا به اطلاعاتی که تاخیر دارند به موقع واکنش نشان دهند. بیشتر اشتباهاتی که در یک سیستم اتفاق می‌افتند به دلیل سوگیری، تاخیر و فقدان اطلاعات است.

از زبان به دقت استفاده می‌کنند و با مفاهیم سیستم‌ها به آن غنا می‌بخشند. جریان‌های اطلاعاتیِ ما عمدتاً از زبان تشکیل شده‌اند؛ همچنانکه الگوهای ذهنی ما اغلب کلامی هستند. زبان روزمره، اغلب برای توصیف سیستم‌ها ناکافی است و به همین دلیل باید با واژه‌ها و مفاهیم سیستم‌ها آمیخته شود. برای مثال، بسیاری از واژه‌های مورد استفاده در سیستم‌ها، در زبان روزمره معانی متقاوتی دارند و کسی که با زبان سیستم‌ها آشنایی ندارد نمی‌تواند با سیستم‌های پیچیده کار کند. در نتیجه، بسط زبان و واردکردن مفاهیم سیستم‌ها در زبان روزمره برای کارکردن در سیستم‌های پیچیده ضروری است و موجب شفافیت زبان و استفاده دقیق از آن می‌شود. همچنین شفافیت جریان اطلاعات و الگوهای ذهنی نیز از پیامدهای

مهم آن هستند. همه این موارد به گفتمان سازنده و درک متقابل در سیستم‌ها منجر می‌شوند.

زبان سیستم‌ها شامل مفاهیم مهمی است که متفکران سیستم‌ها به طور فعال از این واژه‌ها استفاده می‌کنند. از جمله آن‌ها عبارت هستند از: **بازخورد** که شامل روابط حلقوی بین متغیرها است؛ **رشد و پایداری** که از حلقه‌های بازخورد ناشی می‌شوند؛ **تنوع** که به رشد و نوآوری منجر می‌شود؛ **انعطاف‌پذیری** که به پایداری سیستم در مقابل تغییر منجر می‌شود؛ **تاخیر** که در سیستم‌ها بسیار شایع هستند و اغلب مدنظر قرار نمی‌گیرند؛ **پیامدهای ناخواسته** که یادآوری می‌کنند که مشکلات امروز را راه‌حل‌های مشکلات دیروز به وجود آورده‌اند؛ **دیدن** و **درک** سیستم‌ها توانایی ذاتی ما در زمینه تفکر سیستم‌ها را افزایش می‌دهند، در نتیجه در دام‌های سیستم‌ها گرفتار نمی‌شویم و **اثر اهرمی** بدین معنا که می‌توان رفتار سیستم‌ها را با تعداد اندکی اقدامات هماهنگ ارتقا داد. این واژه‌ها و سایر واژه‌های زبان سیستم‌ها در واژگان سازمانی ما جایی ندارند همچنانکه خود پیچیدگی در آن‌ها جایی ندارد

ــ زمانی که به زبان سیستم‌ها حرف نمی‌زنیم یعنی مفاهیم علم سیستم‌ها در پندار، گفتار و کردار ما جایی ندارند.

به چیزهای مهم ــ نه چیزهای کمیت‌پذیر ــ توجه می‌کنند. بیشتر ما بر این باوریم که آنچه کمیت‌پذیر و قابل سنجش است مهمتر از چیزی است که قابل سنجش نیست. به بیان دیگر، ما به کمیت بیش از کیفیت اهمیت می‌دهیم. بدیهی است که اگر بازخوردهای ما به صورت کمّی ارایه شوند، اگر کمیت در کانون توجه ما، زبان ما و سازمان‌های ما قرار گیرد و اگر ما به خودمان بر اساس توانایی تولید کمیت پاداش دهیم، کمیت اهمیت پیدا خواهد کرد. اما باید توجه کنیم که بسیاری از موضوعات حیاتی مرتبط با زندگی انسان‌ها را نمی‌توان به کمیت توصیف کرد. برای مثال، کسی نمی‌تواند عدالت، امنیت، آزادی، حقیقت، محبت یا عشق را تعریف کند؛ هیچ کس نمی‌تواند هیچ‌یک از ارزش‌های انسانی را تعریف کند. آیا این بدین معنا است که این‌ها اهمیت ندارند یا کسی نباید درباره آن‌ها حرف بزند. حتماً باید برای دستیابی به عدالت، آزادی، امنیت و غیره سیستم‌هایی وجود داشته باشند؛ اگر برای تولید آن‌ها سیستم‌هایی طراحی نشوند و اگر ما درباره

آن‌ها صحبت نکنیم آن‌ها از بین خواهند رفت. در همه سیستم‌ها نیز چنین است؛ بسیاری از مفاهیمِ مهم سیستم‌ها کیفی هستند. متفکران سیستم‌ها به این مفاهیم کیفی توجه می‌کنند اگرچه نمی‌توانند آن‌ها به اعداد و ارقام بیان کنند. برای مثال، روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها را کسی نمی‌تواند به کمیت توصیف کند اما همه ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده را روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم به وجود می‌آورد.

برای سیستم‌های بازخوردی، سیاست‌های بازخوردی اتخاذ می‌کنند.

همه سیستم‌هایی که ما می‌شناسیم از ترکیبی از حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی تشکیل شده‌اند و پویا هستند؛ یعنی به طور مستمر تغییر می‌کنند. به عبارت دیگر، همه سیستم‌های پیچیده سیستم‌های بازخوردی هستند ــ گاهی گفته می‌شود سیستم بازخورد منفی یا سیستم بازخورد مثبت. شما نمی‌توانید سیستم‌های بازخوردی و پویا را با سیاست‌های غیرمنعطفِ غیرمرتبط با ساختار سیستم‌ها اداره کنید. این نوع سیاست‌ها را معمولاً زمانی اتخاذ می‌کنیم که هیچ اطلاعی از ساختار سیستم‌ها ــ حلقه‌های بازخورد ــ

نداریم. در حال حاضر قریب به اتفاق سیاست‌های ما از درون ساختار سیستم‌ها یا حلقه‌های بازخورد بیرون نمی‌آیند. در حالی که در شرایط عدم اطمینان ــ که همواره در سیستم‌های پیچیده با آن مواجه هستیم ــ بهترین سیاست‌ها بر اساس ساختار سیستم‌ها انتخاب می‌شوند و جزئی از ساختار آن‌ها ــ شامل حلقه‌های بازخورد ــ هستند. این سیاست‌ها نه تنها شامل حلقه‌های بازخورد هستند بلکه حلقه‌های بازخورد را تغییر می‌دهند و از این طریق یادگیری را وارد فرایندهای مدیریتی می‌کنند.

به منافع کل سیستم فکر می‌کنند. می‌دانیم که عملکرد یک سیستم تابعی از عملکرد هیچ‌یک از اجزای آن نیست. یعنی با ارتقای عملکرد اجزای یک سیستم، عملکرد کل سیستم نه تنها ممکن است ارتقا نیابد بلکه ممکن است بدتر شود. عملکرد یک سیستم تابعی از ویژگی‌های ناشی از روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها است. متفکران سیستم‌ها هرگز برای ارتقای عملکرد کل سیستم، عملکرد زیرسیستم‌ها را ارتقا نمی‌دهند زیرا می‌دانند که با ارتقای عملکرد زیرسیستم‌ها نه تنها ممکن است عملکرد کل سیستم ارتقا نیابد بلکه معمولاً

تنزل‌یابد. آنان تقویت ویژگی‌های کل سیستم مانند تنوع اجزا و عوامل، روابط و تعامل بین اجزا و عوامل، انعطاف‌پذیری، یادگیری و سازگاری‌پذیری را هدف قرار می‌دهند.

مسؤولیت را در درون سیستم قرار می‌دهند. متفکران سیستم‌ها درک می‌کنند که مشکلات سیستم‌ها را خود سیستم‌ها به وجود می‌آورند و نیروهای بیرونی نقش تعیین‌کننده‌ای ندارند. به عبارت دیگر، آنان می‌پذیرند که سیاست‌ها، تصمیمات و مداخلات خود آنان مشکلات را به وجود می‌آورند و در نتیجه به دنبال مقصر نمی‌گردند. این درباره همه سیستم‌ها ــ سیاسی، اجتماعی، زیست‌محیطی، سلامت، آموزشی و غیره صادق است. کسانی که مسؤولیت وضعیت جاری سیستم‌ها یا مشکلات آن‌ها را می‌پذیرند می‌توانند در ارایه راه‌حل‌ها نیز سهیم باشند. اگر مشکلات از ویژگی‌ها یا ذات سیستم‌های پیچیده ناشی می‌شوند، راه‌حل‌ها نیز باید با توجه به این ویژگی‌ها/ذات سیستم‌ها انتخاب شوند.

برای درک مشکلات سیستم‌ها و ارایه راه‌حل‌های مؤثر و هزینه ــ اثربخش، باید ساختار سیستم‌ها به تصویر کشیده شود. با به تصویر کشیدن ساختار یک سیستم هم ریشه

مشکل روشن می‌شود و هم می‌توان برای حل مشکل، مداخلات دارای اثر اهرمی بالا انتخاب کرد. متفکران سیستم‌ها می‌فهمند که تلاش برای کنترل حوادث بیرونی ما را نسبت به کارِ آسانترِ افزایش مسؤولیت در درون سیستم کور می‌کند. مسؤولیت درونی به این معنا است که در رابطه با پیامدهای سیاست‌ها، تصمیمات و مداخلات در یک سیستم، بازخورد مستقیم، سریع و کامل به تصمیم‌گیران ارایه شود و این زمانی ممکن است که در سطح ساختار یک سیستم، با آن کار کنیم.

همواره به دنبال یادگیری هستند. بارها به اهمیت یادگیری در سیستم‌ها و درباره سیستم‌ها اشاره کرده‌ام. یادگیری یکی از پایه‌های مهم مدیریت سیستم‌های پیچیده است زیرا که سیستم‌ها قابل شناخت، قابل کنترل و قابل پیش‌بینی نیستند. یادگیری با کارکردن در سطح روابط و تعامل بین اجزای سیستم‌ها ــ ساختار سیستم‌ها ــ اتفاق می‌کند. به عبارت دیگر، یادگیری یک کار تجربی است و ساختار یک سیستم پیچیده یک آزمایشگاه مجازی برای این کار فراهم می‌سازد. علاوه براین، ساختار یک سیستم پیچیده، یادگیری ما درباره سیستم‌های پیچیده را سازمان‌دهی می‌کند؛ یعنی بعنوان یک

ساختار سازمان‌دهنده[1] عمل می‌کند که نقش مهمی در انسجام بخشیدن به یادگیری ما دارد. بالاخره، از آنجا که ساختار سیستم‌ها رفتار آن‌ها را به وجود می‌آورد و دو سیستمِ به ظاهر متفاوت که ساختار مشابه دارند رفتار مشابه خواهند داشت، کارکردن در سطح ساختار سیستم‌ها موجب انتقال یادگیری بین سیستم‌های مختلف می‌شود.

یادگیری اساس مدیریت اکتشافی و تجربی برای مدیریت سیستم‌های پیچیده را تشکیل می‌دهد. یادگیری بعنوان یکی از پایه‌های مهم مدیریت سیستم‌های پیچیده حکایت از آن دارد که ما نمی‌توانیم یک سیستم پیچیده را با قطعیت و بدون انعطاف مدیریت کنیم و هرگز نمی‌توانیم یک سیستم پیچیده را فقط بر اساس دانسته‌هایمان مدیریت کنیم باید فرایندی برای یادگیری مستمر ایجاد کنیم.

افق‌های زمانی، فکری و توجه‌شان را گسترش می‌دهند. اگرچه در سیستم‌های پیچیده درباره پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت مداخلات بحث می‌کنیم اما واقعیت این است که در آن‌ها ابعاد بلند مدت و کوتاه مدت وجود ندارند بلکه پدیده‌ها در

[1] Organizing structure

مقیاس‌های زمانی مختلف در درون هم قرار دارند. اقدامی که امروز انجام می‌گیرد هم پیامدهای فوری دارد و هم پیامدهایی که ممکن است ده‌ها سال بعد خودشان را نشان دهند. ما امروز با پیامدهای اقدامات دیروز و سال‌ها، دهه‌ها و قرن‌ها قبل مواجه هستیم. در سیستم‌های پیچیده فرایندهای سریع و کند در بطن هم قرار دارند. زمانی که فرایندهای کند غالب می‌شوند به نظر می‌رسد که اتفاقی نمی‌افتد و زمانی که فرایندهای سریع غالب می‌شوند اتفاقات با سرعت نفس‌گیری اتفاق می‌افتند. متفکران سیستم‌ها فرایندهای سریع و برق‌آسا و فرایندهای کند و بطئی را می‌بینند و به آن‌ها توجه می‌کنند! متفکران سیستم‌ها توجه می‌کنند به اینکه همه سیستم‌ها ارتباط متقابل دارند و به قول میدوز «هیچ گروهی از نژاد انسان از سایر انسان‌ها و یا زیست بوم جهانی جدا نیستند. در این دنیای بهم تنیده امکان ندارد که قلب شما موفق شود ولی ریه‌ها ناموفق شوند یا شرکت شما موفق شود ولی کارکنان شما ناموفق شوند یا فرد ثروتمندی موفق شود و در همان جا فقیری ناموفق شود یا اروپا پیشرفت کند و افریقا عقب بماند یا اقتصاد جهانی رشد

کند در حالی که محیط زیست جهانی تخریب و نابود گردد.»[1] همه چیز با همه چیز مرتبط است و متفکران سیستم‌ها رابطه بین سیستم‌ها را اگرچه هزاران کیلومتر یا ده‌ها سال فاصله داشته باشند می‌بینند و به آن توجه می‌کنند.

محدودیت رشته‌های علمی را نمی‌پذیرند. متفکران سیستم‌ها می‌فهمند که نمی‌توان دنیا را از پشت عدسی‌های یک رشته علمی محدود دید. دنیا پیچیده‌تر و مشکلات سیستم‌ها بزرگتر از آن است که در درون مرزهای یک یا چند رشته علمی محدود گنجانده شوند. آنان برای درک سیستم‌ها و مدیریت آن‌ها از مرزهای رشته‌های علمی سنتی عبور می‌کنند. یک مثال کافی است که نارسایی نگاه‌های سنتی به سیستم‌های پیچیده را روشن سازد. نظام سلامت تنها یک نظام سلامت نیست بلکه یک سیستم سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی نیز است. فراتر از این، با سیستم‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زیست‌محیطی، قانون‌گذاری و غیره رابطه تنگاتنگ دارد. حتی اگر علم مدیریت نیز خوانده باشیم قادر نخواهیم بود نظام سلامت را بعنوان یک سیستم پیچیده و روابط و

[1] Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green Publishing.p184

تعامل آن با همه سیستم‌های دیگر را درک کنیم. زمانی که از درک یک سیستم عاجز هستیم از مدیریت آن نیز عاجز خواهیم بود. ما برای درک نظام سلامت و مدیریت آن نیاز داریم آن را از پشت عدسی‌های رشته‌های علمی مختلف ببینیم!

سؤالات سیستمی می‌پرسند. متفکر سیستم‌ها سؤالات سیستمی می‌پرسند؛ برای مثال:

- چرا علی‌رغم بهترین نیات نمی‌توانیم مشکلات سیستم‌ها را حل کنیم؟
- چرا علی‌رغم بهترین تلاش‌ها آن طور که می‌خواهیم موفق نیستیم؟
- ما در قبال مشکلات سیستم‌ها چه مسؤولیتی داریم؟
- چگونه می‌توانیم بین تلاش‌های کسانی که دیدگاه‌های متفاوت دارند همسویی ایجاد کنیم؟
- با مطالعه مشکلات سیستم‌ها در سطح ساختار آن‌ها، چه چیزی یاد می‌گیریم؟
- مفاهیمی چون تاخیر زمانی و الگوهای ساختاری به درک ما از ساختار سیستم‌ها چه کمکی می‌کنند؟

- برای ایجاد تغییر، چگونه می‌توانیم بین ذی‌نفعان مختلف یک زمینه مشترک ایجاد کنیم؟
- چگونه می‌توانیم درک افراد از واقعیت جاری را افزایش دهیم که هم از غنای دیدگاه‌های آنان استفاده شود و هم سادگی لازم برای عمل حفظ شود؟
- چگونه می‌توانیم تحلیلی از وضعیت جاری ارایه دهیم که الگوهای ذهنی افراد را به چالش می‌کشد؟
- کدام مداخلات می‌توانند به تغییرات بزرگ و پایدار منجرشوند؟ یعنی اثر اهرمی دارند؟
- راه‌حل‌های پیشنهادی ما ممکن است چه پیامدهای ناخوسته‌ای داشته باشند؟
- چگونه می‌توانیم به طور مستمر یاد بگیریم؟
- نظریه سیستمی ما برای تغییر سیستم جاری کدام است؟
- با استفاده از عدسی تفکر سیستم‌ها چگونه می‌توانیم پیشرفت به سوی درونما را ارزشیابی کنیم؟

بخش دوم: کاربردهای علم سیستم‌ها

فصل ۱۴

علم سیستم‌ها، قانونگذاری و سیاستگذاری

عرصه قانونگذاری بالقوه می‌تواند یکی از خطرناک‌ترین عرصه‌ها برای همه کشورها به ویژه کشورهای مشابه ما باشد. اجازه دهید موضوع را روشن کنم. از اینجا شروع می‌کنم که تصمیمات نمایندگان معمولاً درباره سیستم‌های بسیار پیچیده اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، زیست‌محیطی، آموزشی، سلامت و فرهنگی است که پیامدهای آن‌ها را نمی‌توان با هیچ روشی پیش‌بینی کرد. «*طرح اصلاح نظام آموزش پزشکی و ایجاد عدالت در دسترسی به خدمات درمانی*» در مجلس یکی از همین تصمیم‌گیری‌ها است که هیچ نماینده‌ای با هیچ

ابزار و اطلاعاتی نمی‌تواند پیش‌بینی کند که در صورت تصویب، این طرح چه پیامدهای مثبت و منفی خواهد داشت. بارها اشاره کرده‌ام که سیستم‌های پیچیده اغلب خلاف شمّ ما رفتار می‌کنند. برای مثال، با تحلیل منطقی ــ که در سیستم‌های پیچیده کاربرد چندانی ندارد ــ ممکن است نمایندگان به این نتیجه برسند که می‌توانند از طریق قانونگذاری در یک زمینه خاص تغییری ایجاد کنند. اما، ممکن است این تصمیم منطقی و عقلانی آنان در عمل مشکلاتی بسیار بزرگتر و عمیق‌تر از مشکلی که برای رفع آن قانونگذاری کرده‌اند، ایجاد کند. سؤال مهم این است که برای مثال، نمایندگان محترم چگونه به این نتیجه رسیده‌اند که برای مثال با تصویب «*طرح اصلاح نظام آموزش پزشکی و ایجاد عدالت در دسترسی به خدمات درمانی*» نظام آموزشی اصلاح و دسترسی مردم به خدمات بهتر خواهد شد؟ این نوع پیش‌بینی‌ها در سیستم‌های پیچیده به هیچ وجه ممکن نیستند؛ فقط با علم غیب می‌توان به چنین نتیجه‌گیری‌ها رسید!

من با توجه به آشنایی‌ای که با ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده دارم یقین دارم که تصویب این طرح نه تنها به اصلاح نظام آموزشی منجر نخواهد شد و دسترسی به خدمات درمانی را بهبود نخواهد بخشید بلکه مشکلاتی فراتر از دو نظام آموزشی و نظام سلامت ایجاد خواهد کرد. نظام‌های آموزشی و ارایه خدمات با همه سیستم‌های دیگر ارتباط دارند و اختلال در این دو، ممکن است در همه سیستم‌های دیگر نیز اختلال ایجادکند.

اجازه دهید موضوع را از منظر دیگری مطرح کنم. هیچ‌کس سوار هواپیمایی نمی‌شود که عملکرد آن بارها و بارها با الگوهای رایانه‌ای آزمون نشده باشد. هیچ‌کس سوار هواپیمایی نمی‌شود که در شرایط سخت و دشوار بارها و بارها از عهده آزمون‌های آزمایشگاهی موفق بیرون نیامده باشد. تصویب طرح‌های مشابه «*طرح اصلاح نظام آموزش پزشکی و ایجاد عدالت در دسترسی به خدمات درمانی*» بی‌شباهت به سوارشدن بر هواپیمایی نیست که عملکرد آن هرگز آزمون نشده است. همه ما می‌توانیم خطرات سوار شدن به چنین هواپیمایی را تصور کنیم، اما نمایندگان به خودشان اجازه

می‌دهند کشوری را با تصویب بعضی طرح‌ها دچار چالش‌ها و مشکلات غیرقابل پیش‌بینی کنند.

بالاخره موضوع از زاویه دیگری نیز قابل بررسی است. در فصل ۴ اشاره کردم که در سیستم‌های پیچیده در بیشتر موارد نه مشکل روشن است و نه راه‌حل‌ها کاملاً مشخص هستند. دیده‌ها، شنیده‌ها و گفته‌ها برای تشخیص مشکلات سیستم‌های پیچیده و ارایه راه‌حل‌ها کافی نیستند. چگونه نمایندگان محترم به این نتیجه رسیده‌اند که مشکل واقعی چیست و راه‌حل کدام است؟ به فرض اینکه مشکل را درست تشخیص داده باشند چقدر اطمینان دارند که راه‌حل ارایه شده به حل مشکل منجر خواهد شد؟ علم سیستم‌ها به صراحت می‌گوید که اگر ما بر اساس شمّ خود و بر اساس برداشت‌های آمیخته با چاشنی عواطف تصمیم بگیریم، نه تنها نباید توقع بهبود شرایط را داشته باشیم بلکه به یقین مشکلات بزرگی ایجاد خواهیم کرد که ممکن است مصیبت‌بار باشند. اصلاح نظام آموزشی و نظام ارایه خدمات کار ساده‌ای نیست.

ما در کشورمان بیش از اینکه از منافع قوانین بهره‌مند شویم با زیان‌ها و پیامدهای منفی آن‌ها مواجه بوده‌ایم. فقط به این

دلیل که قوانین برای سیستم‌های پیچیده تصویب می‌شوند و قانونگذاران هیچ روشی برای شناخت این سیستم‌ها و پیش‌بینی تاثیر قوانین بر رفتار آن‌ها ندارند. علم سیستم‌ها می‌گوید هر ادعایی درباره تاثیر مثبت یک قانون توهمی بیش نیست؛ به این دلیل که سیستم‌های پیچیده غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی هستند. بنابراین، در یک سیستم پیچیده، برای مثال نظام اقتصادی، هر تصمیمی، سیاستی یا قانونی ممکن است نه تنها هیچ‌تاثیر مثبتی بر رفتار نظام اقتصادی نداشته باشد بلکه در بیشتر موارد تصمیم‌ها، سیاست‌ها و قوانین یا بی‌اثر هستند یا پیامدهای بلندمدت منفی گسترده دارند که شرایط را به مراتب بدتر از گذشته می‌کنند. «*طرح اصلاح نظام آموزش پزشکی و ایجاد عدالت در دسترسی به خدمات درمانی*» از این قاعده مستثنی نیست. همه آنچه درباره منافع این طرح ادعا شده **توخالی، بدون پشتوانه** و اساساً **غیرقابل اثبات** هستند. اگر کسانی ادعا کنند که چنین و چنان خواهد شد بی‌حساب ادعا می‌کنند.

ممکن است این سؤال برای بعضی مطرح شود که آیا هیچ روشی برای پیش‌بینی تاثیر قوانین بر سیستم‌های پیچیده

وجود ندارد؟ البته که وجود دارد. اجازه دهید بحث را از سیستم‌های فنی ـ مهندسی شروع کنم. از بدو صنعتی شدن جوامع بشری، برای آزمون هر محصولی در مرحله طراحی و نیز برای آزمون عملکرد نهایی آن، از **الگوهایی** استفاده شده است. برای مثال، یک خودرو را در نظر بگیرید. برای طراحی یک خودرو از الگوسازی رایانه‌ای استفاده می‌کنند؛ در این مرحله بارها و بارها مشخصات آن را تغییر می‌دهند تا خودرو مورد نظر را نهایی کنند. بدیهی است که ساخت یک خودرو پس از الگوسازی رایانه‌ای و تغییرات مکرر در آن تا رسیدن به الگوی نهایی بسیار ارزانتر از ساختن آن بدون طراحی قبلی است. به هرحال، خودرو ساخته می‌شود اما بدون آزمون هرگز به بازار روانه نمی‌شود. عملکرد آن برای مثال در هنگام تصادف، از نظر ترمزها یا کیسه‌های هوا یا مقاومت بدنه بارها آزمون می‌شود. این در حالی است که همه سیستم‌های فنی ـ مهندسی به خودی خود و بدون حضور انسان، سیستم‌های بغرنج[1] هستند که از اجزای فراوان تشکیل شده‌اند و بین اجزا روابط مکانیکی برقرار است. یعنی در آن‌ها روابط خطی یا

[1]Complicated

روابط علّی حاکم است. متخصصان ذی‌ربط می‌توانند منشأ هر مشکل به وجود آمده را شناسایی و مشکل را برطرف کنند. اما سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، آموزشی و زیست محیطی بسیار پیچیده و غیرقابل مقایسه با سیستم‌های بغرنج فنی ـ مهندسی هستند. در این سیستم‌ها روابط و تعامل بین اجزا ارگانیک و غیرخطی است و به همین دلیل غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی هستند.

با وجود این، امکان این وجود دارد که از نوعی الگوسازی برای مطالعه اثر تصمیم‌ها، سیاست‌ها و قوانین استفاده کنیم. بخشی از علم سیستم‌ها به نام علم پویایی سیستم[1] برای همین کار به وجود آمده است. پویایی سیستم یک **آزمایشگاه مجازی** به وجود می‌آورد که در آن پس از نهایی شدن الگویِ معرف یک سیستم پیچیده، می‌توان اثر تصمیم‌ها، سیاست‌ها و قوانین را بر آن سیستم مطالعه کرد و همه این کار در کمتر از یک نصف روز انجام می‌گیرد! در این روش می‌توانید افق زمانی را تا هر کجا که بخواهید امتداد دهید و تاثیرات بلندمدت یک قانون را در دوره‌های زمانی مختلف ارزیابی

[1] System dynamics

کنید. اگرچه بارها اشاره کرده‌ام که سیستم‌های پیچیده غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی هستند اما پویایی سیستم تنها روش مطمئن برای مطالعه اثرات تصمیم‌ها، سیاست‌ها و قوانین بر سیستم‌های پیچیده هستند. اگر مجلس بخواهد از اثرات قوانین قبل از تصویب آن‌ها مطلع شود باید از بهترین مختصصان علم سیستم‌ها که در زمینه الگوسازی رایانه‌ای سیستم‌های پیچیده و شبیه‌سازی رفتار آن‌ها تجربه کافی دارند، استفاده کند. در غیر این صورت، قانونگذاری به روش مرسوم، برای کشور زیانبار خواهد بود چنانکه به نظر می‌رسد بیشتر قوانین مصوب در زمینه‌های مختلف به ضرر کشور تمام شده‌اند.

اگر بخواهم فقط یک توصیه به نمایندگان محترم مجلس داشته باشم این است که به جای دیدن موضوعات، سیستم‌ها را ببینید. اجازه دهید مطلب را با ارایه دو مثال روشن‌تر کنم. شما درباره جوانی جمعیت بعنوان یک موضوع قانونگذاری کردید اما اگر جمعیت را بعنوان یک سیستم می‌دیدید به احتمال بسیار زیاد قانون جامع‌تری تصویب می‌کردید. زیرا زمانی که جمعیت را بعنوان یک سیستم می‌بینید بهتر

می‌توانید عوامل و موانع مؤثر بر رشد جمعیت را درک کنید. زمانی که سیستم جمعیت را می‌بینید تعامل آن با سایر سیستم‌ها ــ سیستم‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زیست‌محیطی ــ را مدنظر قرار می‌دهید. شما به هیچ روشی نمی‌توانید رشد جمعیت را افزایش دهید مگر اینکه شرایط سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست‌محیطی لازم برای رشد جمعیت را فراهم کنید. اگر جمعیت را بعنوان یک سیستم می‌دیدید به جای اینکه غربالگری ژنتیکی را عملاً از بین ببرید یا هزینه پیشگیری از بارداری را افزایش دهید که احتمالاً پیامدهای خطرناکی خواهند داشت، تلاش می‌کردید وقت مجلس را برای کاهش هزینه سرسام‌آور زندگی، برای رونق اقتصادی، برای از بین بردن نابرابری، برای کاهش فقر، برای افزایش اشتغال، برای از بین بردن فساد و امثال این‌ها صرف کنید. هر قانون مرتبط با رشد جمعیت باید موانع را از سر راه زندگی مردم بردارد تا مردم به طور طبیعی علاقه به فرزندآوری داشته باشند. موانع رشد جمعیت را نباید در خود مردم دید بلکه این موانع را سیستم‌های دیگر ایجاد کرده‌اند و تا آن سیستم‌ها اصلاح

نشوند قانون مصوب نه تنها کمکی به رشد جمعیت نخواهد کرد بلکه مشکلات دیگری برای کشور ایجاد خواهد کرد.

اجازه دهید مثال دیگری بزنم. این روزها کمبود پزشک بعنوان یک موضوع داغ به شدت در محافل مختلف بحث می‌شود. در این محافل و به ویژه در صدا و سیما موضوع کمبود پزشک با جدیت تمام بحث می‌شود و مدافعانِ افزایش پزشک به دنبال این هستند که نسبت پزشک به جمعیت را در کشورمان به استانداردهای سایر کشورها برسانند! اگر کسانی که به دنبال افزایش پزشک هستند به جای تمرکز بر موضوع کمبود پزشک، بر نظام سلامت و ارتقای سلامت جامعه تمرکز کنند به راحتی درک می‌کنند که برای ارتقای سلامت جامعه باید سیاست‌های دیگری اتخاذ شوند.

ما باید منابع اندک کشورمان را در جایی سرمایه‌گذاری کنیم که برای مردم بیشترین منافع را دارد. پزشکان برای درمان بیماران تربیت می‌شوند و اگر درست تربیت شوند فقط می‌توانند بیماران را درمان کنند در حالی که سلامت مردم از تعامل بین بسیاری از سیستم‌ها ــ سیستم انسان، سیستم سیاسی، سیستم اقتصادی، سیستم اجتماعی، سیستم فرهنگی

و سیستم زیست‌محیطی و غیره ــ پدیدار می‌شود. مثل رشد جمعیت، در اینجا نیز کلید ارتقای سلامت جامعه را باید در سایر سیستم‌ها که ۷۵٪ عوامل مؤثر بر سلامت جامعه را شامل می‌شوند، جستجو کرد. در درون نظام سلامت نیز راهبردهایی چون تغییر سبک زندگی و پیشگیری اولیه در ارتقای سلامت مردم نقش بسیار اساسی دارند که در هیچ‌یک از این دو، پزشکان نقش مؤثری ندارند. من بعنوان یک پزشک و بعنوان کسی که کل دوره خدمتم را به صورت تمام وقت در نظام سلامت و نظام آموزشی کشور گذارنده‌ام و اندکی با علم سیستم‌ها آشنایی دارم یقین دارم که افزایش پزشک نه تنها به تنهایی به ارتقای سلامت جامعه کمک نخواهد کرد بلکه مشکلات بزرگتری را برای نظام سلامت و سایر سیستم‌ها ایجاد خواهد کرد. البته من افزایش پزشک را به کلی نفی نمی‌کنم اما نمایندگان محترم با تمرکز بر نظام سلامت درک خواهند کرد که کارهای بسیار واجب‌تری داریم که اگر به آن‌ها بپردازیم کمک بیشتری به ارتقای سلامت جامعه خواهیم کرد.

علاوه براین، با توجه به اینکه سیستم‌ها غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی هستند، امکان ارزیابی اثر یک قانون بر

یک سیستم پیچیده وجود ندارد. بنابراین تصویب یک قانون به روش مرسوم به حل مشکلات مزمن کشور کمک نخواهد کرد و چه بسا در آینده‌ای نه چندان دور خود قانون به یکی از مشکلات کشور تبدیل شود! ای کاش در مجلس مرکزی برای آموزش نمایندگان محترم دایر شود و نمایندگان هر دوره حداقل در زمنیه علم سیستم‌ها/تفکر سیستم‌ها آموزش ببینند.

قریب به اتفاق سیاستگذاری‌ها و قانونگذاری‌ها با این فرض انجام می‌گیرند که گویا سیستم‌ها ساده هستند. مهمترین ویژگی سیستم‌های ساده این است که بین پدیده‌ها رابطه علّی روشن وجود دارد. اما فرض اینکه در یک سیستم پیچیده رابطه علّی روشن بر پدیده‌ها حاکم است به پیامدهایی منجر می‌شود که در بیشتر سیاست‌ها و قوانین مشاهده می‌شوند. به توضیحاتی که در زیر داده می‌شود توجه کنید.

اگر سیستم‌های پیچیده را ساده تصور کنیم، چون فکر می‌کنیم که علت یک مشکل روشن است فوراً دست بکار می‌شویم و برای حل مشکل اقدام می‌کنیم. راه‌حل فوری ما ممکن است مثل یک مسکّن عمل کند اما دیر یا زود مشکل

برخواهد گشت یا مشکلاتی بدتر و گسترده‌تر از بار اول ایجاد خواهد شد. چون بیشتر سیاست‌ها و قوانین براساس این اصل ساده تدوین می‌شوند به همین دلیل است که بیشتر آن‌ها تاثیر مهمی بر رفتار سیستم‌های پیچیده ندارند و ممکن است مشکلاتی به مراتب بزرگتر و عمیق‌تر از مشکل جاری ایجاد کنند.

زمانی که فکر می‌کنیم مشکل روشن است و علت مشکل نیز شفاف است همه توان خودمان را برای حل مشکل در **حال حاضر** صرف می‌کنیم. یعنی دچار نوعی **نزدیک‌بینی** می‌شویم. این نزدیک‌بینی اولاً ما را از پیامدهای تصمیمات‌مان غافل می‌کند و متوجه نمی‌شویم مشکلات آتی سیستم‌ها را خودمان به وجود می‌آوریم. ثانیاً هرگز فکر نمی‌کنیم که ممکن است بین علت و معلول فاصله زمانی وجود داشته باشد. یعنی علت مشکل آن چیزی نباشد که ما در حال حاضر تصور می‌کنیم که علت مشکل است! در بیشتر تحلیل‌های منجر به سیاستگذاری‌ها و قانونگذاری‌ها ریشه مشکل یا مشکلات درک نمی‌شود؛ زیرا در سیستم‌های پیچیده اولاً یک مشکل **مستقل** از دیگر مشکلات نیست؛ ثانیاً مشکلات نوعاً از درون روابط و

تعامل بین سیستم‌های پیچیده پدیدار می‌شوند که اغلب کسی با این روابط و تعامل کاری ندارد. بنابراین، تمرکز بر حال حاضر عملاً سیاست‌ها و قوانین را کم‌اثر یا بی‌اثر می‌کند.

همچنین، باور اینکه بین علت و معلول رابطه علّی روشن وجود دارد موجب می‌شود که ما دچار **تفکر سیلویی** شویم؛ یعنی مشکل را در همین جا که کشف کرده‌ایم ببینیم و برای حل آن اقدام کنیم. تفکر سیلویی مانع از درک این می‌شود که ممکن است مشکل **جای دیگری** باشد و از نقطه‌ای که آن را کشف کرده‌ایم بسیار دورتر باشد! همچنین، مانند نزدیک‌بینی غافل خواهیم شد از اینکه نه تنها سیاست‌ها یا قوانین ممکن است به حل مشکل منجر نشوند بلکه مشکلاتی را برای **آینده دور** ایجاد کنند که مدیران آن زمان از درک ریشه آن‌ها عاجز خواهند بود. بدیهی است که هر سیاستی یا قانونی از این دست، از ابتدا محکوم بشکست است.

از طرف دیگر، تصور اینکه بین علت و معلول یک رابطه علّی روشن وجود دارد این پیامد را دارد که تصور می‌کنیم نه تنها راه‌حل مشکل، بلکه روش اجرای آن نیز کاملاً روشن است. این در حالی است که در سیستم‌های پیچیده معمولاً نه راه‌حل

خیلی روشن است و نه روش اجرای راه‌حل به قدر کافی شفاف است. مداخله در یک سیستم پیچیده بعنوان یک سیستم ساده بدون تردید به نابسامانی و هرج و مرج منجر خواهد شد. به قول اسنودن و همکارش نزدیک‌ترین راه برای ایجاد هرج و مرج در یک سیستم پیچیده، اشتباهی گرفتن آن بعنوان یک سیستم ساده می‌باشد[1].

در سیستم‌های ساده پیامدهای اقدامات‌مان را فوراً می‌بینیم و با همین طرز فکر، انتظار داریم که در سیستم‌های پیچیده نیز پیامدهای اقدامات‌مان را به زودی ببینیم. در بیشتر مواقع سیاستگذاری‌ها و قانونگذاری‌ها با همین طرز فکر انجام می‌گیرند. در حالی که درسیستم‌های پیچیده به دلیل وجود روابط غیرخطی ناشی از حلقه‌های بازخورد فراوان اولاً دستیابی به اهداف فوری از پیش تعیین‌شده اغلب دشوار یا غیرممکن است. از طرف دیگر، اگرچه در سیستم‌های ساده تمرکز بر **همین حالا** و **کوتاه مدت** هیچ پیامد منفی ندارد اما در سیستم‌های پیچیده آثار منفی فراوانی دارد. سیاستگذاران و

[1] **Snowden DJ, Boone ME.** A Leader's Framework for Decision Making. Harvard Business Review, Nov. 2007: 1-9

قانونگذارانی که به دنبال نتایج فوری و مستقیم هستند، مشکلات بیشتری برای کشور ایجاد می‌کنند.

سیستم‌های ساده بهترین جا برای اجرای دستورات از بالا به پایین و اجرای بهترین شیوه‌ها[1] هستند. این به دلیل وجود رابطه علّی روشن بین همه پدیده‌ها است. چون شرایط برای همگان روشن است کافی است که دستور داده شود چه کاری انجام شود و کار مطابق دستور انجام خواهد گرفت. در سیستم‌های پیچیده درست برعکس، شرایط معمولاً بقدری مبهم و غیرقابل شناخت است که هیچ‌کس نمی‌داند که مشکل چیست و راه‌حل کدام است. بنابراین دستور از بالا به پایین و بهترین شیوه‌ها در این سیستم‌ها جایی ندارند. این در حالی است که بیشتر سیاست‌ها و قوانین شامل بایدها و نبایدها ــ دستورات ــ هستند و در تدوین سیاست‌ها و قوانین اغلب از **تجربیات موفق** دیگران استفاده می‌شود که قابل انتقال به سیستم‌های پیچیده نیستند.

[1] Best Practices

فصل ۱۵

علم سیستم‌ها و آموزش و یادگیری

اگر برای نظم‌بخشیدن به یادگیری مفاهیم **ساختاری** نداشته باشیم، به ناچار باید این مفاهیم را به صورت پراکنده و غیرمرتبط با هم به خاطر بسپاریم. این چنین یادگیری، نه تنها مؤثر نخواهد بود بلکه آنچه را که یادگرفته‌ایم به زودی فراموش خواهیم کرد. بدون ساختار، حتی از تجربه نیز چیزی نمی‌توانیم یاد بگیریم. برای مثال، بدون یک نظریه بعنوان یک ساختار، یادگیری از تجربه معنا ندارد. علاوه براین، وجود ساختار موجب می‌شود که ما بتوانیم آنچه را که در یک زمین

آموخته‌ایم به سایر زمینه‌ها انتقال دهیم و از آنچه در گذشته آموخته‌ایم برای برخورد با زمینه‌هایی استفاده کنیم که در آینده مواجه می‌شویم. برونر[1] تاکید می‌کند که «ساختار، یادگیری پیشرفته را از یادگیری ابتدایی متمایز می‌کند.» جی فارستر[2] می‌گوید که «یادگیریِ ساختار به معنای یادگیری ارتباط چیزهاست.» بنابراین، ما برای یادگیری باید به دنبال ساختاری باشیم که بتواند به عنوان یک سازمان‌دهنده، به یادگیری ما نظم و سامان بخشد. علوم اجتماعی و به ویژه علم مدیریت به دلیل فقدان چنین ساختار سازمان‌دهنده‌ای همیشه در معرض انتقاد بوده است. بدین معنا که از نظر منتقدان، علم مدیریت شامل تعدادی مفاهیم بی‌ارتباط و پراکنده است.

با کشف ساختار سیستم‌های پیچیده ـ یعنی حلقه‌های بازخورد[3] ـ دنیای جدیدی به روی آموزش و یادگیری در همه زمینه‌ها، از جمله علوم اجتماعی و مدیریت، باز شد.

---

[1] Bruner, JS. The Process of Education, Harvard University Press, 1960.
[2] Forrester, JW. Principles of Systems. Pegasus Communications, 1968
[3] Feedback loops

صاحب‌نظران دریافتند که حلقه‌های بازخورد که ساختار سیستم‌ها را تشکیل می‌دهند، ساختار مناسب و کارآمدی برای سازمان‌دهی مفاهیم و تعمیق یادگیری در یک زمینه و انتقال آن به سایر زمینه‌ها فراهم می‌کند. یعنی با آشنایی کافی با حلقه‌های بازخورد، می‌توانیم همه مشاهدات‌مان درباره سیستم‌ها را حول این ساختار سازماندهی کنیم و آموخته‌های‌مان را به سایر سیستم‌ها منتقل کنیم. چون ساختار یک سیستم رفتار آن را به وجود می‌آورد، وجود ساختار مشابه در سیستم‌هایی که تشابه ظاهری ندارند، به رفتار مشابه در این سیستم‌ها منجر می‌شود. برای مثال ما می‌توانیم آنچه را که از یک سیستم اجتماعی یا هر سیستم دیگری یاد می‌گیریم، به سایر سیستم‌ها، مانند سیستم انسان، تعمیم دهیم. بنابراین آشنایی با ساختار سایر سیستم‌ها، یادگیری درباره سیستم بدن انسان ـ برای مثال فیزیولوژی ـ را تسهیل می‌کند.

این بار هم با یکی دیگر از شگفتی‌های سیستم‌ها مواجه می‌شویم: حلقه‌های بازخوردی که ساختار سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند، ساختاری برای یادگیری و دانش ما نیز

به وجود می‌آورند. این ساختار مزیت‌های فراوانی دارد که در زیر به مواردی از آن‌ها اشاره خواهم کرد.

درک ساختار سیستم‌ها به فراگیران[1] کمک می‌کند:

بتوانند مفاهیم و ایده‌های مختلف را با هم مرتبط سازند. برای اینکه فراگیران بتوانند مفاهیم و ایده‌های مختلف را سازمان‌دهی کنند نیاز به ساختار دارند و بهترین و گویاترین ساختار برای نظم‌بخشدن به دانش و یادگیری آنان حلقه‌های بازخوردی هستند که ساختار سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند. یادگیری ما درباره همه سیستم‌ها، در همه علوم، در این حلقه‌های بازخورد اتفاق می‌افتند.

دروس مختلف را در قالب الگوها یا ساختارهای عمومی، بهم مرتبط سازند. هر یک از علوم در زمینه یکی از سیستم‌ها فعالیت می‌کنند و تا این اواخر تقریباً هیچ زمینه مشترکی بین علوم مختلف دیده نمی‌شد. علم سیستم‌ها نشان می‌دهد که همه سیستم‌ها با همه تفاوت‌های ظاهری که دارند از اصول

[1] منظور از فراگیران کسانی هستند که یاد می‌گیرند؛ این‌ها ممکن است مردم عادی، دانش‌آموز یا دانشجو باشند.

مشترکی تبعیت می‌کنند و همه این اصول از ساختار سیستم‌ها ـ یعنی دو حلقه بازخورد مثبت و منفی ـ ناشی می‌شوند. سیستم‌ها الگوهای ساختاری و رفتاری مشابه دارند. بنابراین، می‌توان با کشف این الگوها، دروس مختلف یک رشته علمی یا رشته‌های علمی مختلف را بهم مرتبط ساخت.

با آشنایی با الگوها/ساختارهای عمومی قابل انتقال، یادگیری آنان تسهیل شود. در بالا اشاره کردم که الگوهای ساختاریِ سیستم‌ها را می‌توان از یک سیستم به سیستم دیگر منتقل کرد. برای مثال، لازم نیست یک فراگیر همه چیز را در همه زمنیه‌ها یا درس‌ها از صفر شروع کند بلکه می‌تواند از الگوهای ساختاری موجود در یک زمینه در زمینه‌های دیگر نیز استفاده کند و این یادگیری را آسانتر، مؤثرتر و پایدارتر می‌کند.

با الگوهای ساختاری شایع و قابل انتقال، آشنایی پیدا کنند. فراگیران هرچه بیشتر در سطح ساختار سیستم‌ها ــ یعنی حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی ــ کارکنند بیشتر با الگوهای ساختاریِ سیستم‌ها آشنایی پیدا می‌کنند. جالب توجه است که این الگوهای ساختاری بسیار محدود هستند. بدین معنا که می‌توان همه علوم در همه زمینه‌ها را با تعداد اندگی الگوی

ساختاری قابل انتقال از رشته‌ای به رشته دیگر، یادگرفت. آقای مادل[1] نشان داده است که کل فیزیولوژی را می‌توان با **هفت الگو** آموزش داد/یادگرفت.

بحث‌های نظری انتزاعی را با مثال‌های واقعی مرتبط سازند. یکی از تفاوت‌های آشکار یادگیری از طریق کاربرد الگوهای ساختاری سیستم‌ها با روش‌های مرسوم این است که این الگوها باید معرف سیستم‌ها باشند ـ یعنی ساختار سیستم‌های واقعی را به تصویر بکشند. بنابراین هر نوع یادگیری درباره این سیستم‌ها با مثال‌های واقعی و با واقعیت‌های زندگی مرتبط هستند.

با تهیه الگوهای معرف از سیستم‌ها، رفتار سیستم‌ها را با ساختار آن‌ها مرتبط سازند. بارها اشاره کرده‌ام که ساختار سیستم‌ها رفتار آن‌ها را رقم می‌زند. بنابراین، اگر دانشجویی الگویی از ساختار سیستم قلب و عروق تهیه کند، این الگو یک چیز انتزاعی و بی‌ارتباط با واقعیت نخواهد بود، بلکه رفتار سیستم

[1] Modell HI. How to help students understand physiology? Emphasize general models. Advances in physiology education. 2000; 23 (1): 101-107.

قلب و عروق را نشان خواهد داد. می‌توان از این الگو بعنوان یک آزمایشگاه مجازی، برای مداخله در سیستم قلب و عروق و مشاهده تغییرات رفتار آن استفاده کرد.

حوادث و مشکلات را در قالب الگوهای رفتاری ببینند. زمانی که فراگیران درک می‌کنند رفتار سیستم‌ها را ساختار آن‌ها به وجود می‌آورد، سعی می‌کنند به جای دیدن حوادث و مشکلات ـ که نشانه‌هایی از رفتار یک سیستم در یک شرایط خاص هستند ـ به دنبال الگوی رفتاری آن سیستم باشند. اما برای درک الگوی رفتاری یک سیستم تنها راه ممکن به تصویر کشیدن ساختار آن سیستم است. این موجب می‌شود که فراگیران همه جا به جای حوادث و مشکلات، سیستم‌ها را ببینند.

از طریق تجربه با الگوها، پویایی سیستم‌ها را درک کنند. همه سیستم‌ها پویا هستند؛ یعنی در طول زمان تغییر می‌کنند. این بدین معنا است که ساختار سیستم‌ها و به تبع آن رفتار آن‌ها به طور مستمر تغییر می‌کند. سؤال این است که آیا با مشاهده سیستم‌ها، بحث درباره آن‌ها، تحلیل عملکرد آن‌ها، تجزیه آن‌ها و یا پایش رفتار آن‌ها می‌توان به پویایی سیستم‌ها پی

برد؟ پاسخ منفی است. هیچ‌یک از این روش‌ها و هیچ روش دیگری برای درک پویایی سیستم‌ها کاربردی ندارد. باید ساختار سیستم‌ها را درک کنیم تا بتوانیم پویایی آن‌ها را درک کنیم. بنابراین، زمانی که یک الگوی معرف از یک سیستم تهیه می‌کنیم، این الگو یک **آزمایشگاه مجازی** در اختیار ما قرار می‌دهد تا بتوانیم با انجام تجربه‌های نامحدود در آن، پویایی سیستم‌ها را به طور عمیق درک کنیم.

هنگام کار با الگوها با رفتارهای خلاف شمّ سیستم‌ها مواجه شوند.

همه سیستم‌های پیچیده ممکن است رفتارهای خلاف انتظار ما داشته باشند. قبلاً به دو مثال فیل‌ها و آهوها در سیستم طبیعت اشاره کرده‌ام. در افریقا تعداد قابل توجهی فیل را با تصور اینکه جنگل‌ها را تخریب می‌کنند، کشتند. اما نه تنها جنگل‌ها ترمیم نشدند بلکه بیشتر تخریب شدند. نتیجه‌گیری شد که فیل‌ها برای حیات جنگل‌ها مفید هستند. و در یکی از پارک‌های ملی امریکا گرگ‌ها را با این منطق کشتند که آهوها افزایش پیدا کنند و ناباورانه دیدند که نه تنها تعداد آهوها افزایش نیافت، بلکه کاهش یافت. نتیجه‌گیری شد که گرگ‌ها برای حیات آهوها مفید هستند. این قبیل رفتارها در همه

سیستم‌ها و از جمله بدن انسان به دفعات دیده می‌شوند. اما، به دلیل عدم آشنایی با علم سیستم‌ها اغلب این رفتارها را درک نمی‌کنیم و نمی‌توانیم تصمیم درستی درباره آن‌ها بگیریم. فقط تهیه الگوی ساختاری یک سیستم ــ آزمایشگاه مجازی ــ و مطالعه اثرات مداخلات مختلف بر رفتار آن این امکان برای فراگیران فراهم می‌شود که از رفتارهای خلاف شمّ و غیرمنتظره سیستم‌ها درک کافی پیدا کنند.

دانش مربوط به زیر سیستم‌های مختلف را با هم ادغام کنند. فرض کنید یک دانشجوی پزشکی دروس فیزیولوژی، فاماکولوژی، بیوشیمی و غیره می‌خواند که هر یک ممکن است به زیرسیستم‌های مختلف بدن انسان مرتبط باشند. در حالت عادی این درس‌ها ارتباطی با هم ندارند. اما استفاده از الگوهای ساختاری قابل انتقال، این امکان را فراهم می‌کند که دانشجو به راحتی بتواند همه این درس‌ها را با هم ادغام کند و یک ارتباط معناداری بین آن‌ها برقرار کند. در این صورت، این درس‌ها نه تنها جدا از هم نخواهند بود بلکه مشترکات زیادی خواهند داشت که یادگیری و کاربرد آموخته‌ها را تسهیل خواهد کرد.

از تعامل بین فراگیران، فراگیران با اساتید و از تجربه با الگوها یاد بگیرند. اگر الگوسازی سیستم‌ها با راهبرد یادگیریِ فراگیر محور[1] همراه باشد ـ البته یادگیری درباره سیستم‌ها به غیر از این روش با هیچ روش دیگری ممکن نیست ـ آن وقت از تعامل بین فراگیران با فراگیران، فراگیران با استاتید و تعامل هر دو گروه با محیط یادگیری، سیستم کم‌نظیری برای یادگیری به وجود می‌آید. مشخص‌کردن اینکه چه کسی معلم و چه کسی فراگیر است، بسیار دشوار خواهد بود زیرا همه اعضای این سیستم هم‌زمان هم معلم و هم فراگیر هستند؛ با هم یاد می‌گیرند و با هم تجربه می‌کنند.

محدودیت دیدگاه تقلیلگرایی را درک کنند. فراگیران با مواجهه با سیستم‌های پیچیده و کارکردن با آن‌ها با استفاده از الگوهای ساختاری، به تدریج به این باور می‌رسند که نمی‌توان سیستم‌ها را با روش تقلیلی و تحلیلی درک کرد. در روش تقلیلی و تحلیلی، یک سیستم به اجزای خودش تقسیم می‌شود و تلاش می‌شود با مطالعه رفتار اجزا، رفتار کل سیستم درک شود؛ غافل از اینکه با تقسیم یک سیستم به اجزای آن

[1] Learner-centerd learning

خود سیستم از بین می‌رود. روش تقلیلی و تحلیلی برای پیشبرد دانش بشری ضروری است، اما به تنهایی کافی نیست. مشکلات گریبانگیر انسان‌ها در کل دنیا را که از سیستم‌ها ناشی شده‌اند فقط با رویکرد علم سیستم‌ها می‌توان برطرف کرد. اما انسان‌ها در فهم و کاربرد علم سیستم‌ها در دوران طفولیت به سر می‌برند!

فصل ۱۶

علم سیستم‌ها و تحول در آموزش پزشکی

آموزش پاسخگو

لازم است در آغاز بحث به دو نکته اشاره کنم. نکته اول اینکه از منظر تفکر سیستم‌ها پاسخگویی پدیده‌ای است که از درون روابط و تعامل بین اجزای نظام آموزشی و تعامل نظام آموزشی با سایر نظام‌های مرتبط پدیدار می‌شود.[۱] دوم اینکه رویکرد ما به اصلاح نظام آموزشی باید رویکری در سطح کل سیستم[۲] باشد. یعنی باید یک نظام آموزشی داشته باشیم که

---

[۱] به بیان دیگر پاسخگویی یک پدیده Emergent است.

[2] Whole system approach

از روابط و تعامل بین همه اجزای آن با هم، و روابط و تعامل آن با سایر سیستم‌ها پاسخگویی پدیدار شود. معنای سلبی آن این است که با کارکردن بر روی **اجزای** نظام آموزشی این نظام هرگز پاسخگو نخواهد شد. البته کار کردن بر روی اجزای یک سیستم پیچیده یک منشاء عقلانی دارد که به راحتی نمی‌توان از آن گذشت. اجازه دهید توضیح دهم که ما با الگوهای ذهنی‌مان ــ باورها، نگرش، فرض‌ها یا جهان‌بینی‌مان ــ با دنیای واقعی ارتباط برقرار می‌کنیم و روابط‌مان را با آن تنظیم می‌کنیم. منشاء بیشتر این الگوهای ذهنی سیستم‌های **ساده** هستند. اگرچه الگوهای ذهنی در زندگی روزمره بسیار مفید هستند اما در سیستم‌های پیچیده ممکن است بسیار گمراه‌کننده باشند. با ارایه چند مثال موضوع را روشن خواهم کرد. ۱) در یک سیستم ساده بین علت و معلول رابطه روشن و مستقیم وجود دارد، اما در سیستم‌های پیچیده چنین نیست. برای مثال، بین اصلاح برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی و پیامد پاسخگویی هیچ رابطه

علّی روشن و مستقیمی وجود ندارد. ۲) در سیستم‌های ساده مشکل شفاف و قابل درک است اما در سیستم‌های پیچیده اغلب چنین نیست. شما به راحتی نمی‌توانید به این سؤال پاسخ دهید که چرا نظام آموزشی پاسخگو نیست. ۳) در سیستم‌های ساده راه‌حل‌ها روشن هستند در حالی که در سیستم‌های پیچیده چنین نیست. برای مثال، پاسخ به این سؤال که چه باید بکنیم تا آموزش پاسخگو شود، دشوار است. ۴) در سیستم‌های ساده بین علت و معلوم یک نسبت برقرار است. برای مثال اگر علت دو برابر شود معلول یا پیامد نیز دو برابر خواهد شد. در سیستم‌های پیچیده چنین نیست. ممکن است یک اقدام کوچک پیامدهای بزرگ داشته باشد و یک اقدام بزرگ ممکن است هیچ اثری نداشته باشد. برای مثال، اگر حضور دانشجویان در عرصه‌های سرپایی دو برابر شود به یادگیری آنان در این عرصه دو برابر نمی‌شود؛ ممکن است به یادگیری بسیار بیشتر یا بسیار کمتر منجر شود. ۵) در سیستم‌های ساده وقتی برای حل یک مشکل اقدامی انجام می‌گیرد با حل مشکل کار به پایان می‌رسد. در سیستم‌های پیچیده هر اقدامی **شروعی** برای مشکلات جدید است. برای

مثال، ادغام با توجیه منطقی، حمایت سیاسی قوی و با نیت خوب انجام گرفت، اما امروز مشکلات ناشی از آن هر دو سیستم آموزش و ارایه خدمات را بشدت گرفتار کرده است.
۶) در سیستم‌های ساده هر مشکلی یک مشکل مستقل است؛ در سیستم‌های پیچیده بندرت ممکن است یک مشکل از سایر مشکلات مستقل باشد. به همین دلیل اگر با دیدن یک مشکل به ظاهر مستقل، فوراً اقدام کنیم نه تنها ممکن است هیچ نتیجه مثبتی بدست نیاید بلکه ممکن است وضعیت بدتر نیز بشود. بنابراین اگر با الگوهای ذهنی ناشی از سیستم‌های ساده با نظام آموزشی بسیار پیچیده برخورد کنیم هرگز به پیامدهای مطلوب نخواهیم رسید.

اشاره کردم که از منظر تفکر سیستم‌ها پاسخگویی پدیده‌ای است که از درون روابط و تعامل بین اجزای نظام آموزشی و روابط و تعامل آن با سایر نظام‌های مرتبط پدیدار می‌شود. واژه نوپدید[1] یک واژه کلیدی است که باید آن را بخوبی درک کنیم تا مفهوم پاسخگویی نظام آموزشی را بدرستی درک کنیم. اجازه دهید مثالی بزنم: پرواز یکی از ویژگی نوپدید سیستم

[1] Emergent

هواپیما است؛ بدین معنا که هیچ یک از اجزای هواپیما قدرت پرواز ندارند اما از روابط بین اجزای یک هواپیما و تعامل آن با انسان (خلبان)، هواپیما به پرواز در می‌آید. البته خود هواپیما یک سیستم فنی بغرنج است که قابل مقایسه با سیستم پیچیده آموزشی نیست. زمانی که می‌گوییم پاسخگویی یک ویژگی نوپدید است معنای آن این است که این ویژگی از روابط و تعامل بین اجزای نظام آموزشی و روابط و تعامل آن با سایر نظام‌ها به وجود می‌آید. بنابراین، شما نمی‌توانید در اجزای نظام آموزشی به دنبال پاسخگویی بگردید. چیزی که رفتار نظام آموزشی را تعیین می‌کند، روابط و تعامل بین اجزای این نظام است، خود اجزا در درجه اهمیت بعدی قرار دارند. بنابراین، اگر یک نظام آموزشی داشته باشیم که اجزای متوسطی داشته باشد اما این اجزا حول دستیابی به هدفِ پاسخگویی روابط و تعامل پویا داشته باشند پاسخگوتر از نظامی خواهد بود که اجزای به مراتب بهتری دارد اما روابط و تعامل بین آن‌ها مختل است.

ما هم‌اکنون با یک نظام آموزشی مواجه هستیم که از یک طرف روابط و تعامل بین اجزای آن و روابط و تعامل آن با

نظام سلامت بشدت مختل است و از طرف دیگر هدف روشنی ندارد. فقدان هدف و اختلال روابط و تعامل بین اجزا به معنای فروپاشی سیستم آموزشی است؛ زیرا یک سیستم را هدف آن و روابط و تعامل بین اجزای آن به وجود می‌آورند! نتیجه منطقی اینکه نباید از چنین سیستمی توقع پاسخگویی داشته باشیم. حالا سؤال مهم این است که چگونه می‌توانیم نظام آموزشی موجود را به یک نظام آموزشی پاسخگو تبدیل کنیم؟ قبلاً اشاره کردم که رویکرد ما به اصلاح نظام آموزشی باید رویکردی در سطح کل نظام آموزشی باشد، چون پاسخگویی از ویژگی‌های کل نظام آموزشی است. روشن است که ما بیش از آنکه به اجزای نظام آموزشی فکر کنیم باید به هدف، روابط و تعامل بین اجزای نظام آموزشی و روابط و تعامل آن با نظام سلامت فکر کنیم. البته این بدین معنا نیست که اجزا مهم نیستند؛ مهم هستند. اما روابط و تعامل بین اجزا مهمتر است.

به نظر من با هیچ روش منطقی نمی‌توانیم نظام پیچیده آموزشی را متحول کنیم به طوری که یک نظام پاسخگو بشود؛ برای اصلاح این نظام باید از رویکرد سیستم‌ها استفاده کنیم. چگونه باید این کار را انجام دهیم؟ پاسخ به این سؤال بسیار

دشوار و زمانبر است. پیشنهاد می‌کنم *انجمن‌های آموزش پزشکی* موجود به طور مشترک این کار را دنبال کنند. در این صورت، ممکن است پس از سال‌ها تلاش و زحمت در نهایت الگوی مناسبی برای نظام آموزش پزشکی تهیه شود.

اصلاح برنامه آموزشی پزشکی عمومی

ظاهراً وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تصمیم گرفته است برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی را اصلاح کند. احتمالاً دانش‌آموختگان برنامه آموزشی جاری پاسخگوی نیازها و انتظارات جامعه هدف نیستند و این می‌تواند قویترین و منطقی‌ترین استدلال برای اصلاح برنامه جاری تلقی شود. به بیان دیگر، این مشکل که محصول دانشگاه‌های علوم پزشکی پاسخگوی نیازها و انتظارات جامعه هدف نیستند ریشه در برنامه آموزشی جاری دارد و با اصلاح برنامه آموزشی مشکل حل خواهد شد. به نظرم برای دفاع از تغییر برنامه آموزشی پزشکی عمومی بهتر از این نمی‌توان استدلال کرد. اما ــ یک امای مهم ــ **اصلاح برنامه آموزشی به تربیت پزشکان بهتر منجر نخواهد شد**. یکی از اصول مهم سیستم‌های پیچیده این است

که تغییر اجزای یک سیستم به تنهایی به ارتقای عملکرد آن منجر نمی‌شود. نظام آموزشی نیز یک سیستم پیچیده است و تغییر اجزای آن از جمله تغییر برنامه‌های آموزشی به تغییر رفتار سیستم و بهبود عملکرد آن منجر نخواهد شد. با تدوین یک برنامه جدید، البته نشان می‌دهیم که ما نسبت به نارسایی‌های نظام آموزشی بی‌تفاوت نبوده‌ایم. اما بی‌تفاوت نبودن یک چیز است و کار درست را انجام دادن، چیز دیگری است. من به صراحت عرض می‌کنم راهی که انتخاب شده است هرگز ما را به هدف تربیت پزشکان پاسخگو رهنمون نخواهد شد.

درست است که نظام آموزشی از اجزایی تشکیل شده است اما عملکرد آن را اجزای آن تعیین نمی‌کنند. ما همواره درباره سیستم‌های پیچیده با الگوهای ذهنی ناشی از سیستم‌های ساده داوری می‌کنیم. چون بین اجزای سیستم‌های ساده روابط علّی مستقیم و آشکار برقرار است، تغییر علل به تغییر پیامدها و ارتقای عملکرد سیستم منجر می‌شود. در سیستم‌های پیچیده بین اجزا رابطه علّی مستقیم وجود ندارد بنابراین رفتار یک سیستم پیچیده را رفتار اجزای آن به وجود

نمی‌آورد. حتی در بسیاری از موارد، مداخلات ساده در این سیستم‌ها ممکن است در کوتاه مدت مفید باشند اما در بلندمدت پیامدهای منفی وحشتناکی داشته باشند. این در همه سیستم‌های پیچیده، از جمله نظام آموزشی، نیز صادق است.

با تغییر برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی ممکن است احساس رضایت کنیم که کاری انجام داده‌ایم اما تا زمانی که نظام آموزشی جاری ــ که موجودیت خود را بعنوان یک سیستم از دست داده است ــ تغییر نکند چیزی تغییر نخواهد کرد و ما نخواهیم توانست با تغییر برنامه آموزشی، نیروی بهتری تربیت کنیم. یک نظام آموزشی خوب با همین برنامه آموزشی موجود نیز می‌توانست پزشکانی را تربیت کند که بتوانند در جایگاه‌های تعیین شده پاسخگوی نیازها و انتظارات جامعه هدف باشند. بنابراین، مشکل را در برنامه آموزشی جستجو نکنید مشکل ریشه در نظام آموزشی دارد. مادامی که برای اصلاح نظام آموزشی اقدام مؤثری بعمل نیاید تغییر اجزای آن از جمله برنامه‌های آموزشی کمکی به بهبود توانمندی‌های دانش‌آموختگان این سیستم نخواهد کرد. ما

در یک شرایط بشدت **نابسامان** به دام افتاده‌ایم که برون‌رفت از آن نیازمند تحولی عمیق، مثبت و پایدار در نظام آموزشی است و ما به جای پرداختن به آن، همواره در **حواشی** آن کارهایی را انجام می‌دهیم که کمترین تاثیری بر بهبود عملکرد نظام آموزشی ندارند.

تغییر برنامه آموزشی به تنهایی، به بهبود عملکرد نظام آموزشی یا تربیت پزشکان بهتر منجر نخواهد شد. در این‌جا درباره نظام آموزشی بعنوان یک سیستم و رابطه عملکردی آن با اجزا ــ به طور مشخص برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی ــ بحث خواهم کرد. نظام آموزشی شامل اجزای بسیار زیاد انسانی، فیزیکی و غیرفیزیکی است، اما این نظام از **جمع جبری** این اجزا به وجود نیامده است. به بیان دیگر، با قرار دادن همه این اجزا در کنار هم، یک نظام آموزشی به وجود نمی‌آید. نظام آموزشی را دو عامل مهم شکل می‌دهند: ۱) روابط و تعامل بین اجزا و ۲) هدف. روابط و تعامل بین اجزا یک **کل غیرقابل تجزیه** به نام نظام آموزشی به وجود می‌آورد و نظام آموزشی را به سوی تحقق هدف پیش می‌برد. بنابراین اگر نظام آموزشی را به اجزای آن تقسیم کنیم از بین می‌رود، زیرا

روابط و تعامل بین اجزا از بین می‌رود. با این توضیح، عملکرد نظام آموزشی بعنوان یک کلِ غیر قابل تجزبه را **مجموع** عملکرد اجزای آن تعیین نمی‌کند. بلکه تناسب و عملکرد هر یک از اجزای نظام آموزشی باید با رفتار یا عملکرد کلی آن سنجیده شود. برای مثال، اگر برنامه آموزشی پزشکی عمومی با عملکرد کلی نظام آموزشی تناسبی ندارد باید برای متناسب کردن آن اقدام شود. اما عکس این صادق نیست. یعنی شما نمی‌توانید در یک نظام آموزشی فشل که هدف مشترک روشنی ندارد و روابط و تعامل بین اجزای آن مختل است، به سراغ اجزای آن بروید و تصور کنید که با اصلاح اجزا می‌توانید رفتار یا عملکرد نظام آموزشی را بهبود بخشید.

حال سؤال این است که ما در رابطه با تربیت پزشکان عمومی، چه اطلاعاتی درباره عملکرد نظام آموزشی داریم؟ تا زمانی که نتوانیم به این سؤال کلی که شامل ده‌ها سؤال کوچکتر می‌شود پاسخ دهیم، نباید برنامه آموزشی جاری را دستکاری کنیم. بسیار محتمل است که دستکاری ما بی‌فایده باشد. زمانی که با ارایه مستندات ــ نتایج مطالعات ــ نشان دادیم که نظام آموزشی کارکرد درستی دارد و مشکل در برنامه

آموزشی است باید بسرعت برنامه را اصلاح کنیم. بدون اطمینان از رفتار و عملکرد نظام آموزشی، بهترین برنامه ممکن نیز معلوم نیست چه سرنوشتی پیدا خواهد کرد. شاید مرکز مطالعات و توسعه آموزش پزشکی در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مطالعات لازم را انجام داده باشد که من بی‌خبرم.

بار دیگر تاکید می‌کنم که بهترین اجزا در یک **سیستم بد** نمی‌توانند منشا اثر مفید باشند. برای مثال، بهترین برنامه، بهترین استاد، بهترین دانشجو، بهترین فضا، بهترین تجهیزات و غیره در یک سیستم بد فرسوده می‌شوند و کار مفیدی از آن‌ها برنمی‌آید. اما اجزای متوسط در یک سیستم خوب نه تنها می‌توانند کارهای بزرگی انجام دهند بلکه با گذر زمان به بهترین‌ها تبدیل می‌شوند.

بحث من یک بحث نظری صرف نیست بلکه صد در صد کاربردی است. برای تغییر برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی ابتدا باید مطالعات لازم را درباره عملکرد کلی نظام آموزشی که با تربیت پزشکان عمومی مرتبط است انجام دهیم، سپس بر اساس نتایج مطالعات تصمیم بگیریم که چه کارهای دیگری

باید انجام دهیم که ممکن است یکی از آن‌ها تغییر برنامه آموزشی باشد.

قبلاً بارها اشاره کرده‌ام که سیستم‌ها **تو در تو** هستند و هر سیستم از یک طرف در درون یک سیستم بزرگتر قرار دارد و یکی از اجزای آن محسوب می‌شود و از طرف دیگر به اجزایی تقسیم می‌شود که هر یک به نوبه خود یک سیستم هستند. برای مثال نظام آموزشی یک سیستم است که شامل اجزای متعددی است که هر یک از اجزای آن نیز سیستم‌هایی هستند. بدیهی است که یکی از اجزای نظام آموزشی برنامه آموزشیِ پزشکی عمومی است. برنامه آموزشی پزشکی عمومی یک سیستم است و مثل هر سیستم دیگری یک اتحاد و کلیتی دارد که از نظر عملکردی و رفتاری قابل تجزیه به اجزا نیست. مثل هر سیستم دیگر، اجزای برنامه آموزشی پزشکی عمومی روابط و تعامل متقابل دارند و تجزیه این برنامه به اجزای آن به از بین رفتن برنامه منجر می‌شود. شما همین توضیح را با برخورد امروز گروه‌های آموزشی ـ بعنوان جزئی از نظام آموزشی و هر یک به نوبه خود بعنوان یک سیستم ـ با این برنامه تطبیق دهید. آیا گروه‌ها روابط و تعامل بین

اجزای برنامه را به خوبی درک می‌کنند؟ آیا هدف برنامه برای همه گروه‌ها روشن است و تلاش می‌کنند برنامه را طوری اجرا کنند که هدف آن محقق شود؟ آیا به میزانی که اجرای برنامه نیاز به روابط و تعامل بین گروه‌ها دارد، گروه‌ها با هم روابط و تعامل دارند؟ آیا گروه‌ها حتی یکبار برنامه را از اول تا آخر می‌خوانند تا ارتباط و انسجام درونی برنامه را درک کنند؟ البته ده‌ها سؤال دیگر می‌توان مطرح کرد که به نظرم پاسخ بسیاری از آن‌ها منفی است. از طرف دیگر، دانشجویان و اساتید بعنوان اجزایی از نظام آموزشی و بعنوان یک سیستم در سرکلاس با نظام برنامه آموزشی چه برخوردی می‌کنند؟ شاید دانشجویان و اساتید یک کلاس هر گز یک‌دیگر را بعنوان اعضای یک سیستم درک نمی‌کنند و احساس نمی‌کنند که همه اعضای یک سیستم هستند و از طریق روابط و تعامل بین آنان و روابط و تعامل با برنامه آموزشی و سایر اجزای نظام آموزشی هدف یادگیری محقق می‌شود.

به هر حال، علم سیستم‌ها به ما می‌گوید که برنامه آموزشی پزشکی عمومی را یک سیستم ببینیم و با آن بعنوان یک سیستم برخورد کنیم و از آن بعنوان یک سیستم انتظار داشته

باشیم. علم سیستم‌ها به ما گوشزد می‌کند که اگر کلیت برنامه آموزشی پزشکی عمومی را درک نکنیم و برنامه را به صورت گسسته اجرا کنیم هدف برنامه محقق نخواهد شد. اما در عمل چه اتفاقی می‌فتد؟ هیچ کس از برنامه بعنوان یک سیستم یاد نمی‌کند؛ کسی برنامه را بعنوان یک سیستم متحد اجرا نمی‌کند و برای درک درست، اجرای درست، اصلاح عالمانه و تضمین موفقیت برنامه سرمایه‌گذاری نمی‌شود. همه این نقایص ریشه در نظام آموزشی دارند که تا چاره‌اندیشی نشوند بهترین برنامه آموزشی نیز راه بجایی نخواهد برد. علم سیستم‌ها به ما یاد می‌دهد که از یک سیستم از هم گسسته انتظار عملکرد درست یا عملکرد مطلوب نداشته باشید. ما همیشه به دنبال کارهای آسان و راه‌حل‌های آسان می‌گردیم. به نظرم به مقداری که در درک برنامه بعنوان یک سیستم و اجرای آن بعنوان یک سیستم مشکل داریم در خود برنامه مشکل نداریم.

البته مسئله ما فقط نظام آموزشی و جزئی از آن به نام برنامه آموزشی نیست بلکه روابط و تعامل نظام آموزشی با سایر نظام‌ها در درون وزارت بهداشت، درمان و آموزش

پزشکی نیز بسیار حایز اهمیت است که در فرصتی دیگر باید بحث شود.

فصل ۱۷

علم سیستم‌ها و پژوهش

سلامت و بیماری از درون روابط و تعامل بین سیستم‌های مختلف سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فرهنگی و غیره پدیدار می‌شوند و از این منظر عوامل شناخته‌شده و ناشناخته فراوانی بر این دو تاثیر می‌گذارند. با این توصیف، سلامت و بسیاری از بیماری‌ها ماهیتاً موضوعات بسیار پیچیده‌ای هستند و رویکرد ما به موضوعات مرتبط با سلامت و بیماری، مانند پیشگیری، درمان، آموزش و پژوهش نیز باید

با این پیچیدگی هماهنگ و همسنگ[۱] باشند. در این فصل درباره علم سیستم‌ها و پژوهش بحث خواهم کرد. تلاش خواهم کرد الگوی ذهنی حاکم بر پژوهش در زمینه سلامت و بیماری را توضیح دهم و نشان دهم که برای پژوهش در این زمینه‌ها پارادایم علمی جدیدی به نام علم سیستم‌ها، در حال ظهور است.

الگوی ذهنی حاکم بر پژوهش‌های پزشکی

واقعیت این است که در طول قریب به چهارصد سال گذشته، پارادایم نیوتنی بر همه تلاش‌های علمی بشر در همه زمینه‌ها و از جمله زمنیه سلامت و بیماری، حاکم بوده است. پارادایم نیوتنی به علت دیدن سیستم‌ها در قالب استعاره ماشین به پارادایم **مکانیکی ـ ماشینی** معروف است. این پارادایم ویژگی‌هایی دارد که فقط در سیستم‌های ساده و بغرنج صادق هستند، اما ما این ویژگی‌ها را به همه سیستم‌های پیچیده، از جمله موضوعات پیچیده سلامت و بیماری تعمیم می‌دهیم.

---

[۱] نظریه requisite variety مطرح می‌کند که روش دستیابی به راه‌حل یک مشکل پیچیده باید به همان اندازه پیچیده باشد. با توجه به این نظریه من واژه *همسنگ* را انتخاب کرده‌ام.

اگرچه این ویژگی‌ها را قبلاً بحث کرده‌ام اما در زیر اهّم این ویژگی‌ها و رابطه آن‌ها با پژوهش‌های پزشکی را مرور خواهیم کرد و نشان داده خواهد شد که بیشتر پژوهش‌های پزشکی نیز از اصول پارادایم مکانیکی ـ ماشینی تبعیت می‌کنند.

از منظر پارادایم نیوتنی بین پدیده‌ها یک رابطه علّی ساده و مستقیم وجود دارد. معنای این ویژگی در رابطه با پژوهش درباره سلامت و بیماری این است که می‌توان بین سلامت و بیماری و علل و عوامل آن‌ها رابطه خطی روشنی برقرار کرد. به عبارت دیگر، می‌توان علل و عوامل سلامت و بیماری‌ها را شناسایی و معرفی کرد. اما روشن است که با توجه به پیچیدگی موضوع سلامت، پیچیدگی بسیاری از بیماری‌ها، پیچیدگی نظام ارایه خدمات سلامت و پیچیدگی ساختار انسان، کشف و معرفی همه علل و عوامل مؤثر بر سلامت و بیماری‌ها غیرممکن است. بنابراین، اگر با الگوی ذهنی خطی در زمینه سلامت و بیماری پژوهش کنیم در بسیاری از مواقع یافته‌های ما با واقعیت‌ها سازگاری نخواهند داشت. در حال حاضر روش علمی مورد استفاده با پیچیدگی بسیاری از موضوعات مرتبط با سلامت و بیماری هماهنگ نیست.

یکی دیگر از ویژگی‌های پارادایم علمی نیوتنی تقلیلی و تحلیلی بودن آن است. روش تقلیلی و تحلیلی می‌گوید که می‌توان با تجزیه سیستم‌ها به اجزای آن‌ها، مطالعه اجزا و ترکیب نتایج، سیستم‌ها را درک کرد. اما این الگوی ذهنی فقط درباره سیستم‌های ساده و بغرنج صدق می‌کند زیرا در این نوع سیستم‌ها روابطِ مکانیکی حاکم است و اجزای سیستم‌ها با هم تعامل نمی‌کنند. اما در سیستم‌های پیچیده مانند انسان یا نظام ارایه خدمات سلامت، تجزیه سیستم موجب می‌شود که تعامل بین اجزا و به تبع آن خود سیستم از بین برود.

روش تقلیلی و تحلیلی اگرچه برای مطالعه اجزای سیستم‌ها و اجزای موضوعات پیچیده ضروری است اما نمی‌تواند تصویر کاملی از علل و عوامل مرتبط با سلامت و بیماری ارایه دهد. زیرا روش تقلیلی و تحلیلی یک روش ساده‌سازی سیستم‌ها و موضوعات پیچیده است. بدین معنا که تلاش می‌کند فهرستی از علل و عوامل مستقلی که اثر ثابت دارند ارایه دهد. در حالی که علل و عوامل مؤثر بر سلامت و بیماری‌ها اغلب بهم مرتبط هستند و استقلال واقعی ندارند. همچنین، در نتیجه تعامل بین این علل و عوامل، تاثیر آن‌ها

در طول زمان نیز تغییر می‌کند. بالاخره، در بسیاری از موارد رابطه بین علت و معلول یک رابطه یک‌طرفه نیست؛ بلکه بین علت و معلول یک حلقه بازخورد برقرار است: علت بر روی معلول تاثیر می‌گذارد و معلول نیز بر روی علت تاثیر می‌گذارد. کار به این‌جا تمام نمی‌شود بلکه، یک علت اغلب با علل دیگر رابطه دارد. روش تقلیلی و تحلیلی نمی‌تواند حلقه‌های بازخورد و روابط پیچیده غیر خطی بین پدیده‌ها را کشف کند. بنابراین، الگوهای ذهنی مبناییِ بسیاری از پژوهش‌های پزشکی نارسا و بلکه نادرست هستند.

از طرف دیگر، پژوهش‌های مرتبط با سلامت و بیماری معمولاً به دنبال نتایج قطعی یا معتبر هستند. این بدین معنا است که به نظر می‌رسد پژوهش‌ها حقیقت را آشکار می‌کنند و می‌توان نتایج این پژوهش‌ها را با اطمینان بکار گرفت. اما مداخلات پیچیده در شرایط بسیار پیچیده، هر نوع قطعیت و پیش‌بینی درست را رد می‌کند. بنابراین ممکن است نتایج بسیاری از پژوهش‌ها با واقعیت‌های خارجی سازگاری نداشته باشند.

همچنین، مبنای بسیاری از پژوهش‌ها ساده‌سازی روابط و تعامل بین پدیده‌ها است. چنانکه اشاره کردم، پژوهشگران در تلاش برای ساده‌کردن الگوها، از روش خطی و تحلیلی که تنوع علل و روابط و تعامل بین آن‌ها را نادیده می‌گیرد، استفاده می‌کنند. برای مثال، گروه‌بندی علل و عوامل بر اساس تشابهات ظاهری یکی از این راهبردهای ساده‌سازی است. گروه‌های مطالعه معمولاً بر اساس متغیرهایی چون سن، جنس، نژاد و غیره دسته‌بندی می‌شوند و تلاش می‌شود که گروه‌ها از نظر سایر متغیرها تا آن‌جا که ممکن است شبیه هم باشند. سؤال این است که مگر همه متغیرها یا عوامل تاثیرگذار بر نتایج مطالعه قابل مشاهده یا قابل‌شناخت هستند؟ در سیستم‌های پیچیده بسیاری از عوامل تاثیرگذار بر نتایج مطالعات قابل شناخت نیستند. ساده‌سازی، تاثیر عوامل غیرقابل شناختی که بر نتایج مطالعه تاثیر می‌گذارند را نادیده می‌گیرد و ممکن است به نتیجه‌گیری‌های نادرست منجر شوند. همچنین، پژوهشگران با اتکای بیش از حد به میانگین و انحراف معیار بعنوان معرف ویژگی‌های سیستم‌ها، الگوهای روابط بین پدیده‌ها را ساده‌سازی می‌کنند.

آماره‌هایی چون میانگین و انحراف معیار ممکن است گمراه‌کننده باشند. پژوهشگران حوزه سلامت به دلیل آشنایی با ابزار تحلیلی مبتنی بر منحنی نرمال، تصور می‌کنند که توزیع متغیرها در یک جمعیت تقریباً نرمال است. اما سیستم‌های پیچیده متغیرهای زیادی دارند که توزیع نرمال ندارند. تعمیم بیش از حد الگوهای مبتنی بر توزیع نرمال، موجب می‌شود که تشابهات بیش از تنوع‌ها دیده شوند. به جای تمرکزِ تنها بر میانگین‌ها و انحراف معیارها، پژوهشگران باید به مواردی که از میانگین فاصله می‌گیرند[1]، توجه کنند.

در پژوهش‌های پزشکی ـ به ویژه کارآزمایی بالینی ـ بعنوان یک قاعده تخطی ناپذیر، تلاش می‌شود پژوهشگران و همه افراد تاثیرگذار بر جریان پژوهش، کاملاً بی‌طرف باشند و تاثیر احتمالی آنان از مطالعه حذف گردد. این بدین معنا است که پژوهشگران می‌توانند در خارج از سیستم قرار گرفته و نه تنها تحت تاثیر آن قرار نگیرند بلکه بر سیستم نیز تاثیر نگذارند. این به ظاهر معقول و منطقی به نظر می‌رسد و اطمینان ایجاد می‌کند که یافته‌های مطالعه واقعی بوده و حقیقت را آشکار

[1] Outliers

می‌کنند. اما ـ چه بدانیم و چه ندانیم ـ همه پژوهش‌ها در سیستم‌های پیچیده انجام می‌گیرند. ساده‌سازی کمک چندانی به درک سیستم‌ها نمی‌کند و نتایج به ظاهر منطقی چنین پژوهش‌هایی شرایط پیچیده حاکم بر پدیده‌ها را منعکس نمی‌کنند. نتایج این نوع پژوهش‌ها حداکثر به درد شرایط بغرنج می‌خورند. پژوهشی که در آن به پیچیدگی سیستم‌ها و موضوعات توجه نشود، قابل اعتماد نیست. به همین دلیل اعتبار طب مبتنی بر شواهد خدشه‌دار شده است. زیرا تولید شواهد متقن به این معنا است که ما شرایط و سیستم‌های پیچیده را شناخته‌ایم در حالی که با روش‌های پژوهشی رایج تقریباً محال است. با ظهور پارادایم علم سیستم‌ها، مطالعات کارآزمایی بالینی نیز به تدریج اعتبار و قدرت همیشگی‌شان را از دست می‌دهند.

اگرچه الگوهای مفهومی ناشی از پیچیدگی در زمینه پژوهش، هنوز به طور کامل شکل نگرفته‌اند، اما افق‌های روشنی در حال پدیدارشدن هستند. به طور کلی، روش پژوهش در سیستم‌های پیچیده باید با ماهیت و ویژگی‌های آن‌ها سازگار باشد. روش‌های پژوهش در زمینه سلامت و

بیماری باید پویایی یا تغییر دایمی شرایط، پدیدار شدن ویژگی‌های جدید، غیر قابل پیش‌بینی بودن سیستم‌ها، اهیمت درک و یادگیری، مشارکت ذی‌نفعان در فرایند پژوهش بعنوان یک گفتمان اجتماعی نه یک کار تخصصی، وجود عوامل ناشناخته مؤثر بر پدیده‌ها، روابط و تعامل چند بُعدی و چند لایه، عدم قطعیت و غیرقابل شناخت بودن موضوعات پیچیده را مدنظر قرار دهند.

فصل ۱۸

علم سیستم‌ها، برنامه‌ریزی راهبردی و ارزشیابی

برنامه‌ریزی راهبردی

اساساً پایش و ارزشیابی از منظر علم سیستم‌ها بسیار متفاوت از روش سنتی ــ یا روش منطقی[1] ــ است که در آن پیچیدگی‌های یک سیستم نادیده گرفته می‌شود. در ابتدا یادآوری این نکته را ضروری می‌دانم که در سیستم‌های پیچیده، غالباً بعنوان سیستم‌های بغرنج، برنامه‌ریزی می‌شود و بیشتر این برنامه‌ها با شکست مواجه می‌شوند. برنامه‌ریزی

[1] Logic Method

از منظر علم سیستم‌ها یا تفکر پیچیدگی با برنامه‌ریزی از منظر سیستم‌های بغرنج یا تفکر بغرنج بسیار متفاوت است. زمانی که از منظر تفکر بغرنج به یک سیستم نگاه می‌کنیم، سیستم را مجموعه‌ای از اجزای فراوان در نظر می‌گیریم که روابط مکانیکی دارند به همین دلیل هر برنامه‌ای که تدوین می‌شود باید شامل جزئیات فراوان و روابط منطقی قابل درک باشد. در سیستم‌های بغرنج نتایج برنامه قطعی است به شرط آنکه جزئیات آنگونه که پیش‌بینی شده‌اند اجرا شوند. چون از منظر تفکر بغرنج تصور می‌شود که در یک سیستم پیچیده روابط مکانیکی یا خطی حاکم است لذا هر اقدامی که در چارچوب یک برنامه پیشنهاد می‌شود باید بر اساس یک رابطه علّی مشخص پیشنهاد شود. به احتمال قوی علت اصلی عدم موفقیت بیشتر برنامه‌های راهبردی در سیستم‌های پیچیده این بوده است که برنامه‌ریزی مبتنی بر تفکر بغرنج با ماهیت و ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده و واقعیت‌های دنیای پیچیده‌ای که در آن زندگی می‌کنیم، سازگاری ندارد.

در سیستم‌های پیچیده روابط غیرخطی هستند بنابراین اقدامات و مداخلات پیش‌بینی شده نمی‌توانند رابطه علّی

مشخصی با پیامدهای مورد نظر داشته باشند. سیستم‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی هستند و ممکن است در طول زمان بارها و بارها ساختار و رفتار آن‌ها تغییر کند که این با ماهیت برنامه‌ریزی خطی سازگاری ندارد، زیرا قطعیتی وجود ندارد. شما نمی‌توانید بگویید که برای مثال، ما این راهبردها را اجرا خواهیم کرد و این نتایج را بدست خواهیم آورد. در سیستم‌های پیچیده پیامدهای کوتاه مدت ممکن است بسیار متفاوت از پیامدهای بلند مدت باشند در حالی در یک برنامه‌ریزی خطی این موضوع بسیار مهم در نظر گرفته نمی‌شود. در سیستم‌های پیچیده یک اقدام کوچک ممکن است نتایج بزرگ و یک اقدام بزرگ ممکن است نتایج ناچیز داشته باشد. اما در برنامه‌ریزی مبتنی بر تفکر بغرنج چون بین اقدامات و نتایج رابطه علّی بر قرار می‌شود، تصور می‌شود که هرچه اقدامات بزرگتر باشند نتایج یا پیامدها نیز بزرگتر خواهند بود. در سیستم‌های پیچیده تاخیرهای زمانی وجود دارند که باید مدنظر قرار گیرند، اما در برنامه‌ریزی از منظر تفکر بغرنج این تاخیرها مدنظر قرار نمی‌گیرند. در سیستم‌های پیچیده باید بهبود رفتار کل سیستم مدنظر قرار گیرد در حالی

که در برنامه‌ریزی خطی می‌توان برای بهینه‌سازی رفتار اجزای مختلف یک سیستم برنامه‌ریزی کرد. اجازه دهید به همین مقدار اکتفا کنم و در ادامه به روش برنامه‌ریزی از منظر علم سیستم‌ها و برای سیستم‌های پیچیده بپردازم.

در فصل ۶ درباره نمودار چرخه علّی[1] و کاربرد آن بعنوان یک ابزار ارتباطی برای دستیابی به یک درک مشترک از وضعیت جاری یک سیستم پیچیده بحث کردم. به عبارت دیگر، زمانی که یک سیستم پیچیده عملکرد مطلوبی ندارد ـ یعنی مشکل یا مشکلاتی دارد ـ برای فهم درست عملکرد یا مشکل/مشکلات آن می‌توانیم از نمودارهای چرخه علّی استفاده کنیم. در آنجا توضیح دادم که ساختار سیستم‌ها رفتار آن‌ها را تعیین می‌کند. همچنین اشاره کردم که ساختار همه سیستم‌های پیچیده از دو حلقه بازخورد مثبت و منفی تشکیل شده‌اند؛ حلقه بازخورد مثبت موجب رشد/افول تصاعدی یک سیستم می‌شود و اگر مهار نشود به فروپاشی آن منجر می‌شود. حلقه بازخورد منفی سیستم را در جهت دستیابی به هدف آن پیش می‌برد؛ اما هر اقدام اصلاحی که در چارچوب

[1] Causal loop diagrams

یک حلقه بازخورد منفی انجام می‌گیرد ممکن است پیامدهای منفی داشته باشد.

از نمودارهای چرخه علّی که ساختار یک سیستم پیچیده را به تصویر می‌کشند نه تنها می‌توان برای درک مشکل یا مشکلات یک سیستم استفاده کرد، بلکه از همان ساختار می‌توان برای برنامه‌ریزی راهبردی برای ارتقای عملکرد سیستم‌های پیچیده نیز استفاده کرد ــ یعنی برنامه‌ریزی مبتنی بر ساختار، ماهیت و همه ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده. در این نوع برنامه‌ریزی، پایش و ارزشیابی برنامه نیز مبتنی بر ساختار یک سیستم پیچیده است.

پس همچنانکه از حلقه‌های بازخورد مثبت و منفی ــ در قالب نمودارهای چرخه علّی ــ برای درک مشکل یا مشکلات یک سیستم پیچیده استفاده می‌کنیم، می‌توانیم از همان حلقه‌ها برای برنامه‌ریزی راهبردی نیز استفاده کنیم. مطالعه وضعیت جاری یک سیستم با استفاده از نمودارهای چرخه علّی، روابط و تعامل بین اجزای آن را در قالب حلقه‌های بازخورد منعکس می‌کند. با این روش ما نه تنها می‌توانیم درک مشترکی از رفتار سیستم و علل آن داشته باشیم بلکه حلقه‌های

بازخورد این امکان را برای ما فراهم می‌سازند تا مداخلاتی که برای تغییر رفتار سیستم اثر اهرمی بالایی دارند را نیز تشخیص دهیم. بصیرت‌های ناشی از مطالعه سیستم‌های پیچیده و تشخیص مداخلات دارای اثر اهرمی بالا زمانی مفید خواهند بود که آن‌ها را در قالب یک برنامه‌ی راهبردی ارایه دهیم. در این‌جا درباره تدوین یک برنامه راهبردی بر اساس نتایج تحلیل کیفی یک سیستم پیچیده ــ با استفاده از نمودارهای چرخه علّی ــ بحث خواهم کرد. بدیهی است برنامه‌ای که تدوین می‌شود مبنایی را برای پایش و ارزشیابی به وجود می‌آورد که در ادامه درباره آن نیز بحث خواهم کرد.

قبل از بحث درباره فرایند برنامه‌ریزی راهبردی در سیستم‌های پیچیده لازم است اشاره کنم که معمولاً برای برنامه‌ریزی راهبردی از یک روش منطقی ــ یا روش خطی ــ استفاده می‌شود. در این روش ساختار، ماهیت و ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده مدنظر قرار نمی‌گیرد. به همین دلیل بیشتر برنامه‌های راهبردی که با استفاده از روش منطقی یا روش خطی تدوین می‌شوند در عمل با شکست مواجه

می‌شوند؛ زیرا این روش برنامه‌ریزی برای سیستم‌های پیچیده مناسب نیست.

هر برنامه راهبردی باید براساس یک نظریه تغییر مشخص تدوین شود؛ به همین دلیل برای تدوین یک برنامه راهبردی برای سیستم‌های پیچیده، ابتدا باید با دو نظریه ناشی از دو حلقه بازخورد مثبت و منفی آشنا شویم.

دو نظریه تغییر از منظر علم سیستم‌ها

در برنامه‌ریزی راهبردی به روش منطقی/خطی معمولاً نظریه‌ای برای تغییر وجود ندارد یا اگر نظریه‌ای ارایه شود کاملاً ذهنی و انتزاعی است. زیرا هیچ‌کس نمی‌تواند رفتار سیستم‌های پیچیده را بر اساس تحلیل منطقی، اطلاعات موجود یا هر ابزار دیگری درک کند. تنها راه درک رفتار و علل آن در یک سیستم پیچیده و کشف مداخلات دارای اثر اهرمی بالا استفاده از نمودارهای چرخه علّی است. برنامه‌ای که بدون نظریه تغییر تدوین شود به درد نمی‌خورد. در واقع ارایه نظریه‌ای برای تغییر، امکان پایش و ارزشیابی و یادگیری از برنامه را ممکن می‌سازد. به هر حال، در یک سیستم پیچیده مطالعه ساختار سیستم یکی از دو حالت را نشان خواهد داد:

۱) سیستم در حال رشد بوده است که با یک محدودیت رشد مواجه شده است. ۲) عملکرد سیستم از هدف آن فاصله گرفته است و برای دستیابی به هدف نیاز به مداخله دارد. در نتیجه ما برای ایجاد تغییر در یک سیستم پیچیده فقط دو نظریه می‌توانیم ارایه دهیم. یک نظریه براساس حلقه بازخورد مثبت برای سیستم در حال رشدی که با محدودیت رشد مواجه شده است و نظریه دیگری بر اساس حلقه بازخورد منفی برای سیستمی که از هدف فاصله گرفته است و نیاز به مداخله/مداخلات اصلاحی دارد.[۱] نظریه اول برای برداشتن موانع رشد یا تقویت رشد ارایه می‌شود و نظریه دوم برای دستیابی به هدف ارایه می‌شود. این دو نظریه را **نظریه‌های سیستمی** می‌نامند زیرا از ساختار یک سیستم و واقعیت‌های عملکردی آن به وجود می‌آیند.

[۱] این هم یکی دیگر از شگفتی‌های سیستم‌های پیچیده است که برای تغییر رفتار آن‌ها فقط دو نظریه وجود دارد.

نظریه سیستمی مبتنی بر حلقه بازخورد مثبت

چنانکه است نمودار نظریه تقویت رشد یا موفقیت نشان می‌دهد در نظریه اول حداقل یک حلقه رشد وجود دارد (R1) که موتور اولیه رشد یا موفقیت سیستم است. ذی‌نفعان می‌توانند عوامل موفقیت کلیدی سیستم را فهرست کنند و مشخص کنند که سیستم تا جایی رشد می‌کرده است اما رشد آن کاهش یافته است یا احتمالاً متوقف شده است. این بدین معنا است که سیستم با محدودیت رشد مواجه شده است. یعنی یک حلقه بازخورد منفی به وجود آمده است و رشد سیستم را محدود یا متوقف کرده است (B2). عوامل محدودیت رشد ممکن است داخلی و یا خارجی باشند که ذی‌نفعان می‌توانند این عوامل را فهرست کنند و برای برطرف کردن آن‌ها راهبردها یا مداخلاتی را پیشنهاد دهند. براساس فهرست راهبردها یا مداخلات، برای رفع محدودیت‌ها سرمایه‌گذاری می‌شود و این یک حلقه رشد دیگری ایجاد می‌کند (R3). نکته مهم این است که در صورت نیاز می‌توان اثر و پیامدهای هر راهبرد را در **آزمایشگاه مجازی** آزمون کرد و نشان داد که در کوتاه مدت و بلند مدت چه تاثیری بر رفتار

سیستم دارد. آزمون تاثیر راهبردها و مداخلات، کار پایش و ارزشیابی برنامه را تسهیل می‌کند.

نظریه سیستمی مبتنی بر حلقه بازخورد منفی

نظریه مبتنی بر حلقه بازخورد منفی نشان می‌دهد که عملکرد جاری یک سیستم پیچیده مطلوب نیست؛ به عبارت دیگر از هدف خود فاصله گرفته است و باید برای اصلاح آن اقدامات اصلاحی انجام شوند. اما باید به چند نکته توجه شود. نکته اول اینکه، هر اقدام اصلاحی ممکن است پیامدهای منفی داشته باشد که باید مدنظر قرار گیرد. دوم، پس از موفقیت اولیه نباید خیال‌مان راحت باشد و از شدت عمل بکاهیم. بلکه

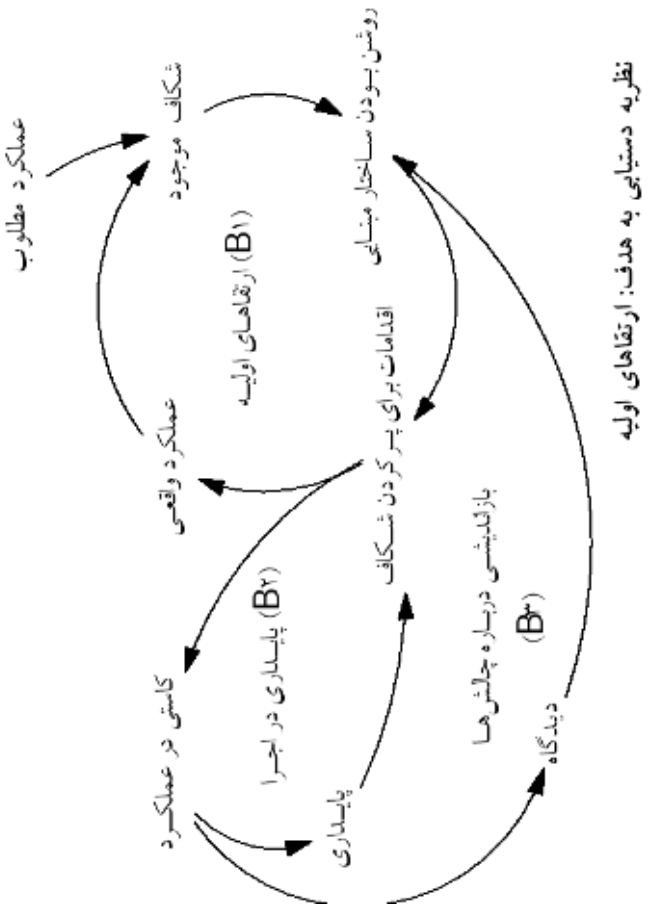
نظریه تقویت رشد (موفقیت)
اقدامات منجر به رشد
موتور اولیه رشد (R۱)
عملکرد جاری
محدودیت‌های رشد (B۲)
اقدامات کاهش‌دهنده رشد
سرمایه‌گذاری برای غلبه بر
محدودیت‌ها
موتور رشد فراتر از (R۳)
محدودیت‌ها
محدودیت‌های رشد

باید در اجرای برنامه پایداری کنیم و بالاخره، در صورت مشاهده عدم پیشرفت باید چالش‌های احتمالی را مدنظر قرار دهیم و از دیدگاه‌های ذی‌نفعان مختلف بهره‌مند شویم. تا اینجا تلاش کرده‌ایم بر اساس نظریه دستیابی به هدف، در سیستم ارتقاهای اولیه‌ای ایجاد کنیم که در *نمودار نظریه دستیابی به هدف: ارتقاهای اولیه* مشاهده می‌کنید. اما نمودار بعدی، *نظریه دستیابی به هدف: تقویت موفقیت‌ها*، نشان می‌دهد که این گام‌های اولیه می‌توانند افراد را تشویق کنند هدف بالاتری را مدنظر قرار دهند و اقداماتی را برای دستیابی به آن‌ها پیش‌بینی کنند (R4). با پدیدار شدن موفقیت‌های اولیه، ارتقای هدف و انجام اقدامات ممکن برای ارتقای عملکرد سیستم، فرصت‌های بیشتری برای ارتقا کشف می‌شوند (R5) و بالاخره منابعی که قبلاً برای پرداختن به علایم مشکل صرف می‌شدند برای موفقیت پایدار سیستم سرمایه‌گذاری می‌شود (R6).[۱]

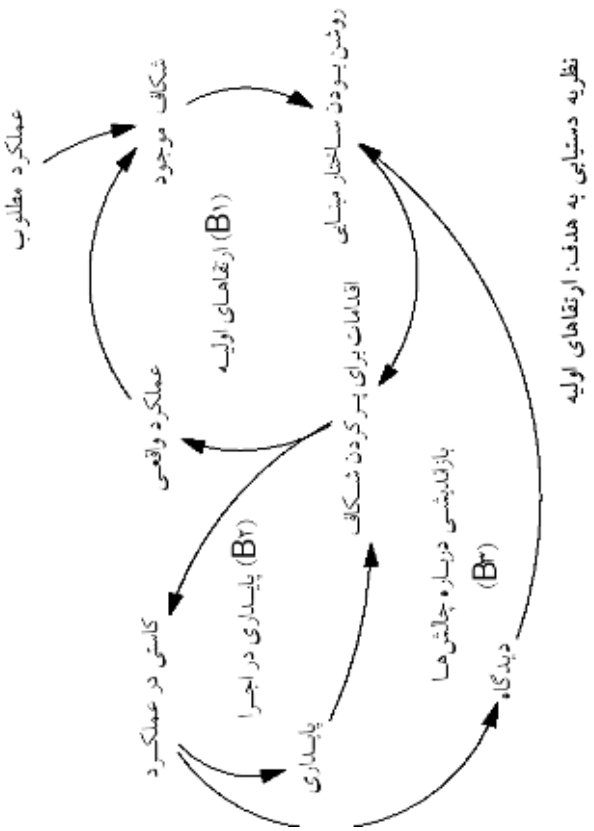
[۱] نمودارها با اصلاحاتی از Stroh, DP. (2015) Systems thinking for social change: a practical guide to solving complex problems, avoiding unintended consequences, and achieving lasting results. Chelsea Green Publishing. اقتباس شده‌اند.

اصلاح نظریه تغییر سیستمی

نظریه‌های تغییر سیستمی یک بار و برای همیشه ارایه نمی‌شوند بلکه به دلیل پویایی سیستم‌ها ممکن است به طور مستمر نیاز به بازنگری داشته باشند. تدوین نشانگرهایی برای



متغیرهای مهم، تخمین تاخیرهای زمانی، ارایه تصویری از رفتار هر یک از متغیرهای مهم در طول زمان، تخمین زمان پدیدار شدن نتایج یا پیامدها و پایش تغییر الگوهای ذهنی افراد بسیار حایز اهمیت است.



پایش و ارزشیابی

شاید به نظر برسد که ماهیت سیستم‌های پیچیده و ویژگی‌هایی چون روابط غیرخطی، پویایی، غیرقابل شناخت و غیرقابل پیش‌بینی بودن، عدم قطعیت و وجود تاخیرهای فراوان در سیستم‌های پیچیده کار برنامه‌ریزی و پایش و ارزشیابی را غیرممکن و یا با دشواری زیادی مواجه سازند. البته که چنین نیست. علم سیستم‌ها یکی از عملی‌ترین، آسانترین، محکم‌ترین، غیرقابل تردیدترین و قابل درک‌ترین روش‌ها را برای برنامه‌ریزی و پایش و ارزشیابی برنامه‌ها ارایه می‌دهد. در بالا اشاره کردم که برای برنامه‌ریزی در سیستم‌ها که مبنایی برای پایش و ارزشیابی به وجود می‌آورد، فقط دو نظریه می‌توان ارایه داد: نظریه‌ای مبتنی بر حلقه بازخورد مثبت و نظریه دیگری مبتنی بر حلقه بازخورد منفی. این نظریه‌ها ریشه در رفتار یا عملکرد جاری سیستم‌ها دارند و وضعیت جاری یک سیستم را شفاف می‌کنند. علی‌رغم اینکه هنوزهم ممکن است ندانیم چه عواملی عملکرد جاری سیستم را رقم زده‌اند و یا چه راه‌حل‌هایی وجود دارند، ولی تصویر روشنی از

وضعیت جاری سیستم در اختیار داریم که می‌تواند ما را در یافتن علل و راه‌حل‌ها یاری‌کند. برای مثال، اگر نظریه شما نشان می‌دهد که سیستم در حال رشد بوده است اما مدتی است که از رشد آن کاسته شده است، بلافاصله درک می‌کنید که رشد سیستم با محدودیت مواجه شده است. به بیان دیگر یک حلقه بازخورد منفی غالب شده است. راه‌حل کلی مشکل این است که به دنبال یافتن و برطرف‌کردن موانع رشد باشید به جای آنکه دیگران را سرزنش کنید یا اقدامات قبلی خود را با شدت بیشتری اجرا کنید.

علم سیستم‌ها به این بسنده نمی‌کند بلکه با شبیه‌سازی رفتار سیستم، یک آزمایشگاه مجازی برای آزمون تاثیر اقدامات‌مان بر رفتار سیستم‌ها برپا می‌کند. این بدین معنا است که شما تاثیر هر اقدامی را قبل از اجرا در سیستم واقعی، در آزماشگاه مجازی آزمون می‌کنید. با این توصیف، هم می‌دانید که سیستم شما در حال حاضر چه رفتاری دارد و هم می‌توانید اثرات اقدامات پیشنهادی برای ارتقای عملکرد سیستم را در آزمایشگاه مجازی آزمون کنید و ببینید چه تاثیری بر رفتار سیستم دارند. در این صورت، یک زمینه شفاف

برای پایش و ارزشیابی فراهم می‌شود. یعنی اینکه می‌دانید هر اقدامی که می‌کنید چه پیامد/پیامدهایی خواهد داشت و با پایش آن‌ها تعیین می‌کنید که آیا پیامدها اتفاق افتاده‌اند. همچنین انتظار دارید که در یک افق زمانی مشخص، عملکرد سیستم ارتقای مشخصی پیدا کند و ارزشیابی می‌کنید ببینید که آیا عملکرد مورد انتظار تحقق یافته است.

اگر زبان سیستم‌های پیچیده را بلد باشیم، سیستم‌های پیچیده به ساده‌ترین زبان ممکن با ما حرف می‌زنند. می‌گویند که همه سیستم‌ها فقط از دو نوع متغیر و دو نوع حلقه بازخورد تشکیل شده‌اند؛ همه سیستم‌ها را می‌توان با دو نوع نمودار ـ نمودار چرخه علّی و نمودار ذخیره و جریان ـ به تصویر کشید؛ برای ارتقای عملکرد همه سیستم‌ها فقط دو نوع نظریه می‌توان ارایه داد؛ برای پایش و ارزشیابی فقط باید به دنبال تحقق دو نظریه باشید. من این را سادگی در پیچیدگی می‌نامم[1]. درباره عنوان کتاب‌های پاورقی تامل کنید. چون با

[1] "Simply complexity: a clear guide to complexity theory". "Simple Rules: How to Thrive in a Complex World."

زبان سیستم‌ها آشنایی نداریم، به جای گفتگو با سیستم‌ها می‌خواهیم همه چیز را به آن‌ها تحمیل کنیم. مضّار چنین رفتاری با سیستم‌ها بسیار بیشتر از منافع آن‌ها است. زمانی که سیستم‌ها را درک می‌کنیم، می‌فهمیم که در سیستم‌ها همه چیز باید ساده باشد ـ قوانین ساده، برنامه‌ریزی ساده، پایش و ارزشیابی ساده. ما فقط با درک واقعی سیستم‌ها از آنهمه پیچیدگی به این همه سادگی می‌رسیم. شگفت‌انگیز است؛ نیست؟

با وجود این، چون سیستم‌های پیچیده پویا هستند و اغلب رفتارهای غیرمنتظره و غیرقابل پیش‌بینی دارند، پایش و ارزشیابی باید یک کار مستمر باشد. یعنی همواره باید برای اصلاح تحلیل‌مان از سیستم و نظریه تغییر ارایه شده برای ارتقای عملکرد آن آمادگی داشته باشیم. هرچه درک ما از آنچه اتفاق می‌افتد بیشتر و دقیق‌تر باشد، مؤثرتر عمل خواهیم کرد.

فصل ۱۹

کاربرد علم سیستم‌ها در سایر زمینه‌ها

علم سیستم‌ها و تعیین اولویت‌های نظام سلامت

هنگام بحث درباره اولویت‌های نظام سلامت، به دلیل تاثیر قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی این اولویت‌ها بر کل نظام سلامت و پیامدهای منفی احتمالی آن‌ها در بلندمدت، باید معیارهایی برای ارزیابی آن‌ها ارایه دهیم. در واقع ما به مجموعه‌ای از معیارها که یک سیستم اخلاقی را به وجود می‌آورند، نیاز داریم. منظور من از وجود یک سیستم اخلاقی این است که ملزم باشیم هر اولویتی را با این معیارها ارزیابی کنیم. معمولاً اولویت‌ها به صورت خام ارایه می‌شوند. اگرچه

این پیشنهادات عموماً منطقی و قابل دفاع هستند اما معلوم نیست که عمل به آن‌ها چقدر به نفع سلامت، مردم و کشور خواهد بود؛ زیرا در سیستم‌های پیچیده در بیشتر مواقع کارهای منطقی و درست به پیامدهای غیرمنتظره یا خلاف انتظار ما منجر می‌شوند. بنابراین، نظام اخلاقی مورد نظر علاوه بر سایر معیارها، باید اساس علم سیستم‌ها یعنی کل‌گرایی را نیز شامل شود. کل‌گرایی، به نظام اخلاقی ما جامعیت می‌بخشد. بدین معنا که ما ملزم می‌شویم هر اولویتی را با در نظر گرفتن تاثیر آن بر کل نظام سلامت بعنوان یک سیستم پیچیده نیز ارزیابی کنیم. با داشتن چنین نظام اخلاقی جامع، ابزار مؤثری برای ارزیابی اولویت‌ها در اختیار خواهیم داشت.

بارها اشاره کرده‌ام که نمی‌توانیم در سیستم پیچیده نظام سلامت اقدامی انجام دهیم و تصور کنیم که اقدام ما به هدفی که داریم منجر خواهد شد. زیرا اقدام ما بر همه زیرسیستم‌ها و کل نظام سلامت تاثیر خواهد گذاشت و در بیشتر مواقع پیامدهای منفی غیرقابل پیش‌بینی خواهد داشت. بنابراین

اگر تاثیر آن بر **کل سیستم** را در نظر نگیریم ممکن است اثر تخریبی یا پیامدهای منفی آن را نادیده بگیریم. همچنین، تقویت یک یا حتی چند زیرسیستم نظام سلامت لزوماً به تقویت کل نظام سلامت منجر نخواهد شد، لذا باید اثرات بلندمدت اولویت‌ها را مدنظر قرار دهیم. شما نمی‌توانید در سیستم پیچیده‌ای که اجزای فراوان بهم مرتبط و شبکه‌های روابط و تعامل گسترده دارد اولویتی را اجرا کنید و متحمل هزینه‌های سنگین ــ در بسیاری از موارد پنهان و بلندمدت ــ نشوید. به همین دلیل اگر بخواهیم یک نظام اخلاقی برای ارزیابی اولویت‌ها ایجاد کنیم باید علم سیستم‌ها در شکل‌گیری آن نقش آشکاری داشته باشد. همیشه باید به این سؤال پاسخ دهیم که در سیستم پیچیده نظام سلامت، با کدام ملاک‌ها یا نظام اخلاقی اولویت‌ها را ارزیابی می‌کنیم؟

بیان چالش‌ها، مشکلات و اولویت‌ها کار دشورای نیست، اما اگر یک نظام اخلاقی مدونی برای ارزیابی تصمیم‌گیری‌ها نداشته باشیم، معلوم نیست که اولویت‌های پیشنهادی چه منافعی برای مردم و نظام سلامت خواهند داشت. باز هم تاکید می‌کنم که معیارهای اخلاقی برای ارزیابی اولویت‌ها باید

یک کل یا یک سیستم را تشکیل دهند تا امکان ارزیابی همه جانبه اولویت‌ها فراهم شود. برای مثال، کافی نیست که صرفاً بر اساس معیار **هزینه ــ اثربخشی**، یک مداخله را ارزیابی کنیم. بلکه باید از مجموعه‌ای از معیارها استفاده کنیم که در این صورت، حتی ممکن است از یک مداخله هزینه ــ اثربخش صرف‌نظر کنیم. از طرف دیگر، هر مداخله‌ای در نظام سلامت باید از نظر تاثیر آن بر اجزا و کل نظام سلامت نیز ارزیابی شود.

مشکل بزرگ این است که قبل از اجرا هیچ روش مطمئنی برای ارزیابی اولویت‌ها وجود ندارد. این کار باید پس از اجرا انجام گیرد. اغلب ممکن است اظهارنظرهای پیش از اجرا درباره اولویت‌ها با واقعیت‌های اجرایی سازگاری نداشته باشند. در نتیجه، خطا است که بدون تجربه آزمایشگاهی[۱]، یک اولویت را در کل سیستم اجرا کنیم. یادمان باشد که همه مشکلات امروز نظام سلامت از راه‌حل‌های اولویت‌های دیروز ناشی شده‌اند. تجربه آزمایشگاهی، اگرچه اجرای یک اولویت

[۱] منظور من استفاده از آزمایشگاه مجازی ناشی از الگوی رفتاری یک سیستم است.

را در کل سیستم به تاخیر می‌اندازد ولی فرصتی برای ارزیابی فراهم می‌سازد که راه را برای اجرای کم‌نقص آن در کل نظام سلامت هموار می‌سازد.

علم سیستم‌ها و همه‌گیری‌ها

چون کشورمان در حال حاضر با بحران همه‌گیری عفونت کووید ـ ۱۹ مواجه است من درباره همین همه‌گیری بحث خواهم کرد البته این بحث به سایر همه‌گیری‌ها نیز قابل انتقال است. مطالب را در دو بخش ارایه خواهم داد: بخش اول آن را به یکی از ویژگی‌های این ویروس اختصاص خواهم داد و در بخش دوم درباره کنترل و مدیریت آن در کشور بحث خواهم کرد. چون این موضوع به رشته تخصصی من نیز مربوط می‌شود، از ابتدا همه تحولات مربوط به آن را پیگیری می‌کردم، به ویژه از منظر علم سیستم‌ها به رفتار این ویروس و رفتار کشورها برای کنترل آن علاقه‌مند بودم. به هر حال، ویروس کرونا یکی از سیستم‌های پیچیده سازگاری‌پذیر است که بارها به ویژگی‌های آن‌ها اشاره کرده‌ام. اما در این فصل یکی از اصول سیستم‌های پیچیده سازگاری‌پذیر که نقش مهمی در درک ما از رفتار این ویروس دارد را بیان خواهم کرد.

این اصل می‌گوید که: سیستم‌های پیچیده سازگاری‌پذیر الگویی از محیطی که با آن مواجه خواهند شد را دارند و با گذر زمان و از طریق یادگیری این الگو را اصلاح می‌کنند. این همان چیزی است که در ویروس کرونا به روشنی دیده می‌شود. این ویروس به طور مستمر در الگویی که از محیط (بدن انسان) دارد بازنگری می‌کند و آن را تغییر می‌دهد تا بتواند با محیط سازگاری بیشتری پیدا کند. البته ما نیز درباره این ویروس به طور مستمر یاد می‌گیریم اما سرعت یادگیری آن بقدری زیاد است که همیشه از ویروس عقب هستیم. اینکه رفتار سیستم‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی است را به عیان در رفتار ویروس کرونا می‌بینیم. همیشه راهبردهای ویروس برای مقابله با خطر از راهبردهای ما برای مقابله با ویروس جلوتر و مبتکرانه‌تر بوده‌اند. زمانی که می‌گوییم رفتار ویروس عوض می‌شود به این معنا است که ساختار ویروس عوض می‌شود و ساختار ویروس در نتیجه‌ی یادگیری ویروس و تغییر الگویی که از محیط دارد تغییر می‌کند. جالب اینکه در نقاط مختلف دنیا رفتارهای نوپدید متفاوتی از این ویروس دیده می‌شود اما زمانی که رفتار تغییر کرد به نظر می‌رسد که این

رفتار به محیط‌های دیگر نیز قابل انتقال است. برای مثال، نوع دلتا اختصاصاً در هند به وجود آمد اما در مدت کوتاهی به سایر نقاط جهان نیز راه یافت و با موفقیت به بقای خود ادامه داد. به طور خلاصه، به نظر می‌رسد که هر یک از طرفین ــ ویروس و انسان ــ تلاش می‌کند بر دیگری غلبه پیدا کند اما هنوز با اطمینان نمی‌توان گفت که انسان خواهد توانست در کوتاه مدت از عهده این ویروس برآید!

اما، در این همه‌گیری ما فقط با دو سیستم پیچیده سازگاری‌پذیرِ ویروس کرونا و انسان مواجه نیستیم، بلکه ویروس کرونا بر همه سیستم‌های مرتبط با زندگی ما تاثیر گذاشته است. ما در حال حاضر با یک مشکل پیچیده عفونی مواجه نیستیم بلکه با ده‌ها مشکل پیچیده دیگر از قبیل مشکلات خانوادگی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، آموزشی و غیره مواجه هستیم که انتخاب راهبردهای مناسب برای کنترل عفونت را دشوار می‌کند. باید اقرار کرد که در چنین شرایط پیچیده‌ای یافتن راه‌حل‌های مؤثر بسیار دشوار است. اما علم سیستم‌ها در این زمینه نیز راهگشا است و اگر از ابتدای پیدایش عفونت در کشور به کمک علم پویایی سیستم برای

انتشار ویروس و تظاهرات گوناگون عفونت در انسان الگوی شبیه‌سازی رایانه‌ای تهیه می‌شد، می‌توانستیم مداخلات مؤثر و امکانات مورد نیاز برای برخورد با هر مرحله از مشکل را پیش‌بینی کنیم. با در دست داشتن الگوی اولیه می‌توانستیم با گذر زمان و با مطالعه (تغییر) رفتار ویروس، در الگو بازنگری کنیم و برای شرایط پیش‌بینی نشده آمادگی لازم را پیدا کنیم. برای مثال، در اسپانیا[1] الگویی با همه جزئیات تهیه شده است. زمانی که کار آن‌ها را با کاری که در کشور ما انجام گرفته است مقایسه می‌کنم، متاسف می‌شوم از اینکه تلاش‌های زیادی در تاریکی محض ناشی از پیچیدگی‌های گوناگون انجام داده‌ایم اما همچنان مشکل بر ما غالب است. ادامه این روش نیز بی‌فایده است زیرا راهبردهایی را براساس چیزی که تا حالا می‌شناسیم انتخاب خواهیم کرد اما این راهبردها برای مواجهه با ناشناخته‌ها و شرایط پیچیده آتی در کشور، آمادگی ایجاد نمی‌کنند.

[1] **Bordehore C, Herrador Z, Fonfria ES, Navarro M.** Understanding COVID-19 spreading through simulation modeling and scenarios comparison preliminary results. http://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047043; Posted April 1, 2020.

همه‌گیری عفونت کووید ـ ۱۹ شرایط بسیار پیچیده چند لایه به وجود آورده است. بسیاری از پیش‌بینی‌ها درباره ویروس کرونا نادرست از آب درآمده‌اند و بسیاری از مداخلات درمانی پیشنهادی کم‌اثر یا بی‌اثر بوده‌اند. با وجود اینکه افق‌های اندک روشنی به روی ما باز شده‌اند ـ با درک بعضی رفتارهای ویروس و تولید واکسن ـ اما هنوز آینده این همه‌گیری بسیار مبهم است. ممکن است با شرایط غیرمنتظره‌ای مواجه شویم و اگر برای مواجهه با چنین شرایطی آمادگی لازم نداشته باشیم، بسیار متضرر خواهیم شد. به هر حال، تهیه الگوی پویا از عفونت کووید- ۱۹ می‌توانست منافع زیادی داشته باشد که ذیلاً به اهم آن‌ها اشاره می‌کنم.

۱) به شرایط نابسامان موجود، از واکسیناسیون گرفته تا درمان تا آموزش مردم تا همکاری بین‌بخشی پایان می‌داد و به جای سرزنش یک‌دیگر به تقویت همکاری و هم‌افزایی می‌انجامید.

۲) به درک شرایط جاری و کشف سریع هر نوع تغییر در شرایط کمک می‌کرد.

۳) به تشخیص اقدامات با اثر اهرمی بالا کمک می‌کرد.

۴) به پیش‌بینی درست حجم مداخلات/خدمات کمک می‌کرد.
۵) به انجام پژوهش‌های مرتبط با اصلاح الگو و هدایت عملیات منجر می‌شد.
۶) برای شرایط غیرمنتظره و پیش‌بینی نشده آمادگی ایجاد می‌کرد.
۷) یک آزمایشگاه مجازی در اختیار ما قرار می‌دهد که در آن سیاست‌ها و تصمیمات‌مان در رابطه با کوید-۱۹ را قبل از اجرا آزمون می‌کردیم.
۸) و بالاخره، در حافظه تاریخی کشور می‌ماند که نمی‌توان ابعاد هیچ مشکل پیچیده‌ای را بدون شبیه‌سازی رایانه‌ای درک کرد و تا زمانی که مشکلی درک نشود نمی‌توان برای مهار آن اقدامات مؤثری به عمل آورد.

اگر چنین الگویی تهیه می‌شد می‌توانستیم به سرعت وضعیت موجود را سامان بخشیم. اما در فقدان چنین الگویی باید منتظر فجایع بیشتری باشیم.

علم سیستم‌ها و سبک زندگی

بسیاری از افراد سبک زندگی را تاحدود زیادی یک موضوع فردی می‌دانند و برای مثال در مواردی چون فعالیت جسمی، تغذیه، پرهیز از رفتارهای پرخطر دیگران را مورد خطاب قرار می‌دهند؛ غافل از اینکه سبک زندگی پدیده‌ای است که از درون روابط و تعامل بسیاری از سیستم‌های پیچیده مؤثر بر زندگی ما پدیدار می‌شود[۱]. وضعیت اجتماعی، اقتصادی، اشتغال، دسترسی به مواد غذایی سالم، آموزش، دسترسی به فضاهای تفریحی و ورزشی، ترافیک و ده‌ها عامل دیگر بر سبک زندگی ما تاثیر می‌گذارند. گرفتاری‌های روزمره ناشی از زندگی پیچیده امروزی، سیستم‌های پیچیده حاکم بر زندگی، دغدغه‌ها و نگرانی‌های معیشتی فرصت اندکی را برای اندیشیدن به نوع سبک زندگی باقی می‌گذارند. بنابراین، اگر سبک زندگی از درون روابط و تعامل بین سیستم‌های پیچیده پدیدار می‌شود، برای اصلاح آن نیز باید قبل از افراد به سراغ سیستم‌ها برویم. باید به نوع شهرسازی و آرایش فضاها، ایجاد فضاهای تفریحی و ورزشی، طراحی سیستم ترافیک،

[۱] سبک زندگی، به اصطلاح یک پدیده emergent است.

تولید اتومبیل، وسایط نقلیه عمومی، جاده‌ها، نظام اقتصادی و اشتغال و ده‌ها موضوع مرتبط دیگر بپردازیم تا یک شرایط حداقلی برای تغییر سبک زندگی فراهم کنیم. البته این بدین معنا نیست که افراد در رابطه با سبک زندگی خود نقشی ندارند، بلکه نقش دارند اما باید شرایط برای یک سبک زندگی قابل قبول فراهم شود تا اراده و تصمیم بیشتر افراد جامعه امکان تحقق پیدا کند.

بنابراین، از این نظر که سبک زندگی در سطح سیستم‌ها مطرح است، باید در سطح سیستم‌ها به آن بپردازیم؛ هر اقدامی در پایین‌تر از سطح سیستم‌ها کارساز و پایدار نخواهد بود. زمانی که مشکلات در سطح سیستم‌ها مطرح می‌شود باید برای حل آن‌ها به علم سیستم‌ها مجهز شویم. علم سیستم‌ها با یک رویکرد روشن، همه سیستم‌های مختلف و متنوع را برای برداشتن گام‌های مؤثر جهت حل مشکلات ناشی از خود سیستم‌ها بسیج می‌کند. در رویکرد علم سیستم‌ها به مشکلات سیستم‌ها، مشارکت و همکاری اعضای سیستم‌های مختلف یک وظیفه اداری یا اجباری نیست، بلکه آنان بر منبای اینکه همه در ایجاد مشکل سهیم بوده‌اند در

یافتن راه‌حل‌ها با هم همکاری می‌کنند. همکاری برای درک مشکلات سیستم‌ها و یافتن راه‌حل‌ها برای آن‌ها، بر اساس یک کار تیمی طبیعی شکل می‌گیرد. از طرف دیگر، هر نوع همکاری و مشارکت برای حل مشکلات سیستم‌ها، همکاری و مشارکت دایمی خواهد بود که حتی ممکن است به تغییر بنیادی در خود سیستم‌ها نیز منجر شود.

رویکرد کل‌گرای[1] علم سیستم‌ها به سبک زندگی، تنها راه روشن و قابل قبول برای اصلاح آن در مقیاس یک جامعه است. اگرچه اقتصاد زندگی شخصی در دست ما است اما وضعیت اقتصادی در دست ما نیست؛ اگرچه تغذیه در دست ما است اما غذایی که در دسترس ما قرار می‌گیرد در اختیار ما نیست؛ اگرچه رانندگی در اختیار ما است اما نوع ماشین و جاده‌ها و ترافیک در اختیار ما نیست؛ اگرچه تصمیم‌گیری برای فعالیت جسمی بعهده ما است اما تصمیم‌گیری درباره فضاهای مناسب برای این کار بعهده ما نیست. این بحث را می‌توان ادامه داد، اما با دیدگاه تقلیلی که در آن موضوع

[1] Holistic

سبک زندگی تا سطح یک فرد تقلیل داده شود، تغییر سبک زندگی در مقیاس یک کشور امکان‌پذیر نیست.

علم سیستم‌ها و غذا و تغذیه

بر کسی پوشیده نیست که غذا و تغذیه ابعاد سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زیست‌محیطی، سلامتی و فردی دارند. نوع تولید، چگونگی تولید، روش‌های ذخیره و نگهداری، روش‌های فراوری، نحوه توزیع و مصرف مواددغذایی شامل سیستم‌های بسیار پیچیده‌ای هستند که روابط و تعامل آن‌ها با هم نمایی مطلوب یا نامطلوب از غذا و تغذیه در یک کشور را به تصویر می‌کشد. این بدین معنا است که مشکلات غذا را نمی‌توان در سطح یک سازمان و مشکلات تغذیه را در سطح یک فرد مطرح کرد، زیرا سیستم‌های پیچیده مختلف نقش غیرقابل انکاری در رابطه با غذا و تغذیه دارند. ما امروز با عدم امنیت غذایی فراگیر مواجه هستیم: عده زیادی دغدغه این را دارند که چه چیزی بخورند و عده زیادی نگران هستند از اینکه چه چیزی می‌خورند. به دلیل درگیر بودن سیستم‌های مختلف در امر غذا و تغذیه، یک وزارتخانه یا یک سازمان یا یک مؤسسه از عهده حل مشکلات

غذا و تغذیه برنمی‌آید زیرا اساساً این مشکلات در حدود یا مرزهای یک سازمان نمی‌گنجند و بسیار فراتر و گسترده‌تر هستند. بسیاری از مشکلات امروز بشر، از جمله غذا و تغذیه، از روابط و تعامل بین سیستم‌های مختلف به وجود می‌آیند و اصطلاحاً مشکلات سیستم‌ها هستند. مشکلات سیستم‌ها فقط در سطح سیستم‌ها قابل حل هستند. زمانی که سیستم‌های مختلف درک کنند که همه در ایجاد مشکلات سهیم بوده‌اند، می‌توانند در حل مشکلات نیز بعنوان مشکلات خودشان، مشارکت فعال داشته باشند. هر سازوکاری که در آن نمایندگان سیستم‌های عضو، به این درک مشترک نرسند که مجموعه آن‌ها مشکلات را به وجود آورده‌اند و باید مجموعه آن‌ها برای حل مشکلات مشارکت و همکاری کنند، سازوکار فعال و بدردخوری نخواهد بود.

جهت فراهم آوردن شرایط لازم برای مشارکت سیستم‌های گوناگون برای درک و حل مشکلات غذا و تغذیه و برای ایجاد تحول در سطح قانونگذاری و سیاستگذاری برای سیستم‌های مختلف، از جمله سیستم کشاورزی شامل نوع تولید، نحوه تولید، بهره‌وری خاک و آب، دفع آفات و استفاده از سموم،

روش‌های نگهداری، توزیع و عرضه مواد غذایی؛ سیستم اقتصادی شامل اقتصاد کشاورزی، واردات و صادرات مواد غذایی؛ سیستم زیست‌محیطی از جمله آثار مخرب فعالیت‌های کشاورزی بر محیط زیست و منابع آب و خاک و سیستم فرهنگی از جمله فرهنگ عرضه و مصرف مواد غذایی، نظام آموزشی و نظام سلامت، نیاز به علم سیستم‌ها[1] داریم. در حال حاضر، گاهی سازوکارهای مناسبی برای حل مشکلات سیستم‌ها ایجاد می‌شوند، اما به دلیل فقدان علم سیستم‌ها بیشتر افراد نه مشکلات را به خوبی درک می‌کنند و نه برای حل آن‌ها مشارکت و همکاری فعال می‌کنند. به همین دلیل این سازوکارها نیز معمولاً خروجی قابل اعتنایی ندارند و عملاً دردی از دردهای جامعه را درمان نمی‌کنند.

علم سیستم‌ها و زندگی روزمره

شاید تصور کنید که پیچیدگی را باید در سازمان‌ها، نظام‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی یا زیست محیطی جستجو کنیم. به ویژه زمانی که بیان می‌کنیم ما در

سیستم‌های پیچیده متولد می‌شویم، در آن‌ها زندگی می‌کنیم، در آن‌ها آموزش می‌بینیم، در آن‌ها کار می‌کنیم، در آن‌ها خدمت ارایه می‌دهیم، در آن‌ها خدمت می‌گیریم، در آن‌ها تدریس می‌کنیم و آن‌ها را مدیریت می‌کنیم احتمالاً از پیچیدگی زندگی روزمره غافل می‌شویم. پیچیدگی بیش از آنچه تصور می‌کنید با زندگی روزمره ما عجین شده است. شاید باور نکنید که در ساده‌ترین تصمیمات هر روزمان با پیچیدگی مواجه می‌شویم. اجازه دهید چند مثال بزنم.

صبح که عازم سر کار هستید اینکه تصمیم بگیرید کدام مسیر» را انتخاب کنید تا به ترافیک برنخورید یک موضوع پیچیده است. فقط شما نیستید که مسیرتان را انتخاب می‌کنید، انبوهی از افراد نیز مسیرشان را انتخاب می‌کنند و شما نمی‌دانید کدام مسیر را انتخاب خواهند کرد. حتی تجربه گذشته یا حدس و گمان شما نیز به شما کمک نمی‌کند. رفتار دیگران در اختیار شما نیست. اینکه از کدام نانوایی و چه ساعتی نان بخرید تا در صف نانوایی معطل نشوید فقط تابعی از تصمیم شما نیست؛ افراد دیگری نیز در این رابطه تصمیم می‌گیرند که هیچ راهی برای دانستن اینکه آنان چه تصمیمی

خواهند گرفت وجود ندارد. شما در تصمیم‌گیری برای خریدن نان با شرایط پیچیده‌ای مواجه هستید. اگر فردی هستید که در بورس سرمایه‌گذاری می‌کنید و می‌خواهید تصمیم بگیرید سهام خود را بفروشید یا سهام جدیدی بخرید، دیگران نیز همزمان به همین فکر هستند اما هیچ کس از نیت دیگری باخبر نیست. شما نمی‌دانید امروز چند نفر سهام جدیدی خواهند خرید یا چه تعداد سهام خود را خواهند فروخت و راهی برای دانستن آن نیز وجود ندارد. شما در خرید و فروش سهام با شرایط پیچیده مواجه هستید. ممکن است تصمیم بگیرید به یک غذاخوری معروف بروید که محیطی دلپذیر، غذاهای خوش‌مزه و قیمت مناسب دارد. اما این غذاخوری ظرفیت محدودی دارد و احتمال زیادی دارد که با ازدحام مواجه شوید و جایی گیرتان نیاید. شما در این تصمیم تنها نیستید دیگران نیز برای رفتن یا نرفتن به این غذاخوری تصمیم می‌گیرند اما هیچ یک از شما از تصمیم دیگری مطلع نیست. شما برای رفتن یا نرفتن به غذاخوری با شرایط پیچیده‌ای مواجه هستید!

همه این مثال‌ها نشان می‌دهند که ما با پیچیدگی زندگی می‌کنیم! می‌بینید که در ساده‌ترین موضوعات زندگی امکان پیش‌بینی اینکه چه اتفاقی خواهد افتاد غیرممکن است. این دقیقاً یکی از ویژگی‌های مهم سیستم‌های پیچیده است که بارها به آن اشاره کرده‌ام. بنابراین، موضوع پیچیدگی نزدیکترین موضوع به زندگی ما است. شما در همه عرصه‌ها و موضوعات مرتبط با زندگی روزمره با پیچیدگی مواجه هستید ــ در ساده‌ترین تصمیمات تا پیچیده‌ترین سازمان‌ها. حال که هر روز دانسته یا ندانسته با پیچیدگی سروکار داریم آیا نباید علم سیستم‌ها که علم مطالعه پیچیدگی است را برای درک پیچیدگی و سازگاری با آن فرا بگیریم.

اگر بخواهم از منظر پیچیدگی به موضوعات مرتبط با زندگی روزمره نگاه کنم باید تاکید کنم که برای ساختن یک خیابان، یک شهر، یک سازمان، یک کارخانه، یک مدرسه، یک دانشکده یا دانشگاه، یک کشور و یک فرهنگ نیاز به علم سیستم‌ها داریم. برای قانونگذاری، سیاستگذاری، ارتقای سلامت جامعه، آسایش روانی مردم، توسعه اقتصادی و حفظ محیط زیست نیاز به علم سیستم‌ها داریم. برای حفظ

جنگل‌ها، سدسازی، بهره‌برداری از آب‌های جاری و زیرزمینی، احیا و حفظ تالاپ‌ها، احیای دریاچه‌ها، دفع آفات و بهره‌برداری از معادن نیاز به علم سیستم‌ها داریم. برای رهبری و مدیریت سیستم‌ها در همه سطوح نیاز به علم سیستم‌ها داریم. این فهرست پایانی ندارد و باید در یک جمله خلاصه کنم که همه موضوعات مرتبط با زندگی روزمره ما پیچیده هستند. شاید هرگز فکرش نکرده‌اید که ما برای تشویق جوانان به ازدواج نیز نیاز به علم سیستم‌ها داریم. در نتیجه، بازنگری در روش مواجهه با همه موضوعات مرتبط با زندگی روزمره یک ضرورت است و هر روز که تاخیر کنیم بیشتر ضرر خواهیم کرد.

علم سیستم‌ها و قضاوت

باز هم تاکید می‌کنم که برای حل چالش‌ها و مشکلات مزمن یا پیشگیری از آن‌ها، باید به علم سیستم‌ها مجهز شویم. علم سیستم‌ها می‌گوید: ۱) مشکلات اجتماعی معمولاً پیچیده هستند و بین یک مشکل و علل آن رابطه علّی مستقیم و روشن وجود ندارد؛ یعنی نمی‌توانیم بگوییم که این مشکل است و این‌ها هم علل مشکل! ۲) چیزی را که مشکل می‌بینیم

ممکن است مشکل نباشد، بلکه علامت یک مشکل باشد. ۳) اقدام برای حل سریع یک مشکل ممکن است آن را حل نکند یا آن را به طور موقت حل کند، اما مشکل دوباره برخواهد گشت. ۴) هر اقدام فوری برای حل یک مشکل ممکن است مشکل را به زمانی دیگر و مکانی دیگر منتقل کند که اغلب متوجه آن نیستیم. ۵) اقدام ما ممکن است به ظاهر مشکل را حل کند اما پیامدهای منفی بلندمدت داشته باشد؛ بدین معنا که ممکن است مشکلات جدیدی ایجاد کند که برزگتر و بدتر از مشکلی است که به ظاهر حل کرده‌ایم. ۶) راه‌حل‌های سریع و اعتیاد به آن‌ها معمولاً فرصت پرداختن به ریشه مشکل را از ما می‌گیرد. ۷) زمانی که برای یک حل مشکل اقدام کردیم، با حل مشکل تصور می‌کنیم که کار تمام است، اما اثرات اقدام ما با حل ظاهری مشکل به پایان نمی‌رسد (موارد ۴، ۵، و۶). ۸) در سیستم‌های پیچیده نمی‌توانیم اثرات اقدامات‌مان را فوراً و به طور مستقیم ببینیم. ۹) با تقسیم سیستم به اجزای آن ــ یعنی جدا کردن مشکل از زمینه آن ــ نه تنها مشکل را درک نمی‌کنیم، بلکه فراموش می‌کنیم که سیستمی وجود دارد.

متاسفانه بیشتر مواقع تلاش می‌کنیم مشکلات سیستم‌های پیچیده را با تفکر خطی یا منطقی حل کنیم. در تفکر خطی بین علت و معلوم رابطه‌ای مستقیم و آشکار وجود دارد و زمانی که مشکل را حل می‌کنیم، کار به پایان می‌رسد زیرا اقدام ما پیامدهای منفی بلندمدت نخواهد داشت. اما تفکر خطی در سیستم‌های ساده کاربرد دارد و نمی‌توان برای حل مشکلات سیستم‌های پیچیده از آن استفاده نمود. با این توضیح، اگر ما در هر سیستم پیچیده‌ای وظیفه خودمان را با حسن نیت انجام دهیم اما به علم سیستم‌ها» مجهز نباشیم به جای حل مشکلات، مشکلات بیشتری ایجاد خواهیم کرد. بیشتر مشکلات دنیا را کسانی ایجاد کرده‌اند که با حسن نیت به وظایف خود عمل کرده‌اند. یکی از بهترین مثال‌ها موضوع برخورد با مجرمان در یک جامعه است. اشاره کردم که مشکلات اجتماعی اغلب پیچیده هستند. برای مثال، پاسخِ این سؤال که یک مجرم چرا مجرم می‌شود را باید در سیستم‌های بهم مرتبط و به اصطلاح تو در تویِ اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، آموزشی و خانوادگی جستجو کرد. همچنین برای برخورد با یک مجرم به عنوان یک شخص

نیز باید وسعت دیدمان را گسترش دهیم. اما اگر قاضی محترمی بگوید که من کاری ندارم که چرا این فرد دست به اقدام مجرمانه زده است و چه علل و عواملی موجب آن شده است وظیفه من بررسی شواهد، اثبات جرم و تعیین مجازات عادلانه (براساس موازین قانونی) برای مجرم است. موقتاً استدلال او را قبول می‌کنیم. اما با مختومه اعلام کردن پرونده کار به پایان نمی‌رسد، بلکه اثرات تصمیم قاضی هرچه که باشد در جامعه ادامه خواهد یافت.

فرض کنید فرد متهم اولین بار است که مجرم شناخته شده و به زندان محکوم می‌شود. این چندین تبعات منفی دارد. اول اینکه، در زندان در معاشرت با زندانیانِ با سابقه، فوت و فن‌های بیشتری یاد می‌گیرد و پس از طی دوران محکومیت و آزادی از زندان با آمادگی بیشتری به دنبال اقدامات مجرمانه می‌رود. این بدین معنا است که حکم قاضی محترم چرخه‌ای را ایجاد کرده است که اقدامات مجرمانه را در جامعه تشدید کرده است و این می‌تواند پیامدهای بدتری برای جامعه داشته باشد. شاید اگر زندانی نمی‌شد با اندک توجهی به علل و عوامل منجر به اقدام مجرمانه، امکان حل مشکل او و

پیشگیری از بروز مشکلات بیشتر برای جامعه نیز وجود داشت. اما حالا او به یک فرد حرفه‌ای تبدیل شده است! دوم اینکه، فرض کنید این فرد زن و فرزندانی دارد، زمانی که او زندانی می‌شود خانواده‌ای که برای مثال یک مشکل داشت دچار ده‌ها مشکل می‌شود. افزایش مشکلات، زمینه را برای بزهکاری در خانواده او آماده می‌کند. اثرات حکم قاضی محترم همچنان دامنگیر خانواده مجرم و در مقیاس بزرگتر جامعه شده است. تصمیم قاضی محترم چرخه‌ای برای تداوم و تشدید بزهکاری و اقدامات مجرمانه در جامعه به وجود آورده است که قاضی محترم و نظام قضایی به این توجه نمی‌کنند. سوم اینکه، این محکومیت‌ها همه‌ی توان نظام قضایی کشور را به سمت اداره زندان‌ها، گسترش زندان‌ها و شدت عمل با مجرمان سوق می‌دهد به طوری که از تفکر درباره ریشه مشکلات، پیشگیری از اقدامات مجرمانه و سرمایه‌گذاری برای آموزش جامعه باز می‌دارد. متاسفانه با گذر زمان، این چرخه خودش را تشدید می‌کند و مشکلات، بیشتر و بیشتر، و مزمن‌تر و مزمن‌تر می‌شوند! این فقط اجمالی از پیامدهای

یک تصمیم قانونی و منطقی در دستگاه قضا است. تو خود حدیث مفصل بخوان از این مجمل!

فصل ۲۰

چند اصل ساده

در سیستم‌ها همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است. من فکر می‌کنم یک جمله از تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها که به درد همه مردم ـ با سواد و بی‌سواد؛ مسؤول و غیرمسؤول؛ سیاستمدار و غیرسیاستمدار؛ قانونگذار و غیرقانونگذار ـ می‌خورد این است که در سیستم‌ها همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است. این عبارت هم در درون یک سیستم صدق می‌کند و هم در بین سیستم‌های مختلف صادق است. شما می‌توانید در درون یک

سیستم تصمیمی بگیرید یا اقدامی انجام دهید ـ این در اختیار شما است ـ اما به دلیل روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم و روابط و تعامل با سایر سیستم‌ها، واکنش سیستمی که در آن تصمیمی گرفته‌اید یا اقدامی انجام داده‌اید و واکنش سایر سیستم‌ها به تصمیم یا اقدام شما قابل پیش‌بینی نیست. مثال بارز آن، افزایش قیمت چند قلم مواد غذایی است. سیاستمداران ما متوجه نیستند که واکنش نظام اقتصادی به افزایش قیمتِ این چند قلمِ به ظاهر ناچیز، نه قابل پیش‌بینی و نه قابل کنترل است. حتماً نظام اقتصادی واکنش نشان خواهد داد و زنجیره‌ای از اتفاقاتی که خارج از کنترل سیاستمداران ما هستند اتفاق خواهد افتاد که ممکن است به دلیل روابط غیرخطی بین پدیده‌ها، بحران‌هایی ایجاد کند. اگر به دنبال همین تصمیم بسیار کوچک ـ در مقیاس اقتصاد یک کشور واقعاً تصمیم بسیار کوچکی است ـ خیلی از کسب و کارها ورشکست شوند، نباید تعجب کرد! از اینکه گروه قابل توجهی شغل‌شان را از دست بدهند، نباید تعجب کرد! از اینکه تعداد زیادی از مردم از تامین هزینه‌های زندگی عاجز شوند، نباید تعجب کرد! و از اینکه گران‌کردن این

چند قلم به فروپاشی بعضی صنایع منجر شود، نباید تعجب کرد! البته این‌ها حداقل پیامدها هستند، می‌توان انتظار پیامدهای بدتری را داشت.

اگر همه مردم همین یک جمله را در هر تصمیمی که می‌گیرند یا اقدامی که می‌کنند مدنظر داشته باشند، سنجیده‌تر تصمیم می‌گیرند یا اقدام می‌کنند. جمله بالا به ویژه برای سیاستمداران و قانونگذاران مفید است؛ کسانی که با یک جمله یا یک تصمیم یا یک اقدام یا یک قانون ممکن است کشور را بشدت دچار مشکل و تنش کنند[۱] یا آن را در مسیر توسعه، پیشرفت و آرامش قرار دهند. اظهارنظرهای بسیاری از تصمیم‌گیران و سیاستمداران نشان می‌دهد که با جمله بالا آشنایی ندارند! آنان نمی‌دانند که یک تصمیم فقط یک تصمیم نیست، یک اقدام فقط یک اقدام نیست، بلکه هر تصمیمی یا اقدامی زنجیره‌ای از اقداماتی را موجب می‌شود که شما قادر

[۱] شاید بعضی تصور کنند که این عبارت یک عبارت اغراق‌آمیز است، اما این طور نیست. برای نشان دادن اثر بسیار بسیار بزرگِ یک اقدامِ بسیار بسیار کوچک در سیستم‌های پیچیده؛ گفته می‌شود اگر پروانه‌ای در گوشه‌ای از جهان بال بزند ممکن است در گوشه دیگر آن، طوفان بپا شود. این را اثر پروانه (Butterfly effect) نامیده‌اند.

نیستید آن‌ها را پیش‌بینی یا کنترل کنید. مهم نیست شما در تصمیمی که گرفته بودید یا اقدامی که انجام داده بودید نیت خیر داشتید یا نه؛ مهم نیست که تصمیم یا اقدام شما منطقی بوده است یا نه؛ مهم نیست که تصمیم یا اقدام شما مبتنی بر تحلیل‌های عقلانی و اطلاعات بود یا نه. سیستم‌ها با نیت شما و مبنای تصمیم‌گیری و اقدام شما کاری ندارند، آن‌ها کار خودشان را می‌کنند.

این جمله در مقیاس جهانی نیز صادق است. در گوشه‌ای از جهان کسی اظهارنظری می‌کند یا حادثه کوچکی اتفاق می‌افتد و به تبع آن برای مثال، بازارهای مالی دچار تلاطم می‌شوند؛ ارزش ارزهای مختلف دچار نوسان می‌شود؛ دوستی‌ها و دشمنی‌ها بیشتر یا کمتر می‌شوند. بنابراین هر کاری که ما در کشورمان انجام می‌دهیم، واکنش جهانی دارد و هر کاری که دیگران انجام می‌دهند بر سیستم‌های ما تاثیر می‌گذارد. مایی جدا از جهان و جهانی جدا از ما وجود ندارد، زیرا همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است.

جای دوری وجود ندارد. کافمن در کتاب خود یکی از پیامدهای اصل همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است را این نکته مطرح

کرده است که جای دوری وجود ندارد. او توضیح می‌دهد که «در زیست‌بوم‌های طبیعی شما می‌توانید چیزی را از جایی به جایی دیگر منتقل کنید یا آن را به چیزی دیگر تبدیل کنید، اما نمی‌توانید از شر آن خلاص شوید. مادامی که بر روی زمین هستید، قسمتی از زیست‌بوم جهانی است. سموم صنعتی، آلاینده‌ها، حشره‌کش‌ها و مواد رادیواکتیوی که در گذشته تلاش کرده‌ایم دور بریزیم، همه آن‌ها به صحنه زندگی ما برگشته‌اند و در تعقیب ما هستند زیرا ما این قاعده را درک نمی‌کردیم.»[1] دونلا میدوز، در توصیف ویژگی‌های پارادایم غالب، بر یکی از باورهای نادرست رایج اشاره می‌کند و می‌نویسد، «[مردم تصور می‌کنند] جای دوری وجود دارد. زمانی که چیزی را دور انداختید، از شما دور شده است.»[2] اجازه دهید قدری بیشتر توضیح دهم. ما معمولاً زباله‌ها را دفن یا بازیافت می‌کنیم؛ فاضلاب را تسویه یا در طبیعت رها می‌کنیم؛ سموم و ضایعات کارخانجات را در آب‌های روان و یا در طبیعت آزاد می‌کنیم؛ پلاستیک را در داخل زباله‌ها و یا در

[1] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc. P.38

[2] Donella Meadows. System Dynamics Meets the Press. System Dynamics Review. 1989; 5(1):69-80

طبیعت رها می‌کنیم، مواد خطرناک از جمله مواد رادیواکتیو را به گونه‌ای در دل طبیعت دفن می‌کنیم و تصور می‌کنیم که با این کارها مشکل را حل کرده‌ایم و چیزهای ناخوشایند یا خطرناک را از زندگی روزمره خودمان دور کرده‌ایم. تقریباً هرگز به سرنوشت آن‌ها یا بهتر بگویم چرخه گردش آن‌ها در طبیعت و راه‌یابی دوباره به زندگی موجودات زنده و از جمله انسان فکر نمی‌کنیم. آیا با دور ریختن این‌ها، واقعاً از شرّ آن‌ها در امان می‌مانیم؟ پاسخ منفی است. هیچ‌یک از مواد خطرناکی که به نوعی دور می‌ریزیم جای دروی نمی‌روند و دیر یا زود به زندگی ما برمی‌گردند. این مواد در مقیاس‌های مختلف آلودگی ایجاد می‌کنند و در نهایت کل کره زمین را آلوده می‌کنند و محیط خطرناکی برای زندگی همه موجودات زنده و از جمله انسان به وجود می‌آورند؛ زیرا همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است.

اجازه دهید چند مثال بزنم. هم‌اکنون بسیاری از دریاها و اقیانوس‌ها در نتیجه انواع آلودگی‌ها در وضع اسف‌باری هستند و بسیاری ار حیوانات دریایی در بدترین شرایط ممکن زندگی و یا مرگ را تجربه می‌کنند و به تدریج گونه‌های مهم

حیوانی و گیاهی دریایی از چرخه حیات حذف می‌شوند و آن‌هایی که می‌مانند و مورد استفاده انسان هستند، سموم را به چرخه زندگی انسان برمی‌گردانند. هم‌اکنون خاک به شکل گسترده‌ای آلوده شده است باید نگران آلودگی مواد غذایی، میوه‌ها و سبزیجاتی باشیم که به طور مستقیم با سموم مختلف بمباران می‌شوند و یا مقدار زیادی مواد سمی به طور غیرمستقیم دریافت می‌کنند. باید نگران انقراض بسیاری از گونه‌های حیوانی و گیاهی باشیم که در نتیجه آلودگی محیط و تغییرات آب و هوایی ناشی از گازهای گلخانه‌ای، زندگی آن‌ها بشدت تهدید می‌شود. ما باید نگران باشیم از اینکه منابع آب زیرزمینی به شدت در خطر آلودگی هستند و انواع سموم کشاورزی و صنعتی که در سطح وسیعی در طبیعت رها می‌شوند ممکن است به این آب‌ها دسترسی پیدا کنند و دوباره به زندگی روزمره ما بازگردند. بنابراین، چیزی از بین نمی‌رود یا چیزی از ما دور نمی‌شود؛ همه چیزهای خطرناکی که به ظاهر دور می‌ریزیم درحقیقت از ما دور نیستند و دیر یا زود وارد صحنه زندگی ما خواهند شد؛ زیرا همه چیز با همه چیز دیگر مرتبط است.

با این توصیف سیاستمداران، قانونگذاران، تصمیم‌گیران، رهبران و عموم مردم کشورمان و سرتاسر جهان مسؤولیت سنگینی دارند. برای مدیریت شرایط بسیار پیچیده امروزی، همه باید با تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها آشنایی کافی پیدا کنند. ما با یک اکوسیستم مناسب برای یک زندگی انسانی، فاصله بسیار زیادی داریم و این فاصله را خودمان ایجاد کرده‌ایم و خودمان باید برای تغییر شرایط اقدام کنیم. اغلب مشکلات بشر ریشه در الگوهای ذهنی آنان دارد؛ الگوهای ذهنی بسیاری از سیاستمداران، تصمیم‌گیران و مردم الگوهای ناکارآمدی هستند؛ ابتدا باید این الگوهای ذهنی را تغییر دهیم.

بازیگران را کنترل نکنید، قواعد بازی را تغییر دهید. یکی دیگر از نکات یا اصولی که کافمن در کتاب خود نام می‌برد این است که بازیگران را کنترل نکنید، قواعد بازی را تغییر دهید. او توضیح می‌دهد، «زمانی که لیگ ملی فوتبال می‌خواست تیم‌ها قدری فوتبال مهیج‌تری بازی کنند، می‌توانست به بازیکنان خط حمله دستور دهد که پاس بیشتری بدهند. اگر چنین کاری کرده بود، تیم‌ها با دادن چند پاس کوتاهِ مطمئن

راهی برای فرار از آن [دستور] پیدا کرده بودند، ولی بازی همچنان کسل‌کننده می‌بود. لیگ به جای آن، اندکی قواعد بازی را تغییر داد به طوری که پاس‌دهندگان شانس بهتری برای بازی داشته باشند. در نتیجه، تیم‌ها برای استفاده از فرصت‌های جدید، پاس‌کاری بسیار جدی می‌کردند. همین اصل در رابطه با اقتصاد، سیاست، علم، آموزش و بسیاری از زمینه‌های دیگر نیز صادق است. اگر سیستم تلاش کند گزنیه‌هایی پیشِ پای افراد بگذارد، آنان تلاش خواهند کرد سیستم را گول بزنند. تغییر قواعد بازی مؤثرتر است ....»[1] همچنین دونلا میدوز که می‌نویسد، «به ورای بازیکنان، به قواعد بازی نگاه کنید»[2] نیز به همین معنا است. قبلاً اشاره کرده‌ام که شما با تمرکز بر اجزای یک سیستم نمی‌توانید رفتار آن را ارتقا دهید. تلاش برای هر نوع اثرگذاری بر اجزای یک سیستم به منظور بهبود رفتار آن، تلاش بی‌فایده‌ای است. البته این یک جنبه از تمرکز بر اجزای یک سیستم است، اما جنبه‌های دیگری نیز دارد. برای مثال، افزایش، کاهش، جا به

[1] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc. P.39
[2] Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green. P12

جایی یا جایگزینی اجزای یک سیستم نیز تاثیر چندانی بر رفتار آن ندارد. زیرا اگرچه اجزای سیستم‌ها لازم هستند اما رفتار سیستم‌ها را اجزای مجزای آن‌ها تعیین نمی‌کنند بلکه روابط و تعامل بین اجزا رفتار سیستم‌ها را رقم می‌زنند. بهترین‌ها در یک سیستمِ بد ـ سیستمی که در آن روابط و تعامل بین اجزا مختل است ـ بدترین عملکردها را خواهند داشت. از طرف دیگر، بازهم اشاره کرده‌ام که سیستم‌ها قابل کنترل نیستند. تلاش برای کنترل سیستم‌ها نه تنها وقت مدیران را هدر می‌دهد و به بهبود شرایط منجر نمی‌شود، بلکه اغلب شرایط را به جای بهترکردن بدتر می‌کند.

کار کردن بر روی اجزای یک سیستم، به معنای مدیریت اجزای آن سیستم است. بنابراین، روشن است که با مدیریت اجزای سیستم‌ها نمی‌توان رفتار آن‌ها را ارتقا داد. برای ارتقای رفتار یک سیستم باید به جای مدیریت اجزا، روابط و تعامل بین اجزا را مدیریت کرد. همان کاری که لیگ فوتبال کرده است. در این مثال، پاس‌کاری به نفع کل تیم بعنوان یک سیستم است. زیرا توپ در اختیار کسی قرار می‌گیرد که در بهترین موقعیت برای گل‌زنی قرار دارد. علاوه براین، به نفع

تک تک افراد نیز می‌باشد. هر کس می‌تواند با پاس‌کاری شانس خود برای بازی را افزایش دهد. اما شوربختانه از آن‌جا که اجزای یک سیستم آشکارترین و قابل رویت‌ترین بخش یک سیستم هستند، مدیران بیشترین وقت خود را برای اجزای یک سیستم صرف می‌کنند و معمولاً تغییر اجزا را با ارتقای رفتار سیستم مرتبط می‌سازند، در حالی که بین این دو ارتباطی وجود ندارد. برای مثال، اعلام می‌شود که با بکارگیری فلان تعداد پرستار در بیمارستان‌های کشور یا با تجهیز بیمارستان‌ها به فلان نوع تجهیزات، کیفیت خدمات افزایش خواهد یافت. این یک مغالطه است. با افزایش نیروی انسانی و تجهیزات لزوماً کیفیت خدمات افزایش نمی‌یابد، بلکه ممکن است حتی کیفیت خدمات کاهش یابد! به هر حال، تصور کنید که با تمرکز بر اجزای سیستم‌های مختلف چه فرصت‌های طلایی برای بهبود شرایط را از دست داده‌ایم. این نشان می‌دهد که همه باید با علم سیستم‌ها/تفکر سیستم‌ها آشنایی کافی داشته باشند تا بتوانند سیستم‌های پیچیده را آنگونه که باید، مدیریت کنند.

وجود مرزهای بد بین سیستم‌ها، دشمنی ایجاد می‌کند. دِرَپر کافمن در ضمیمه کتاب «*سیستم‌های یک: مقدمه‌ای بر تفکر سیستم‌ها*[1]» آورده است که «**مرزهای بد دولت‌ها را دشمن می‌کنند.**» این نوشته حقیقتِ به ظاهر پنهانی را درباره سیستم‌های پیچیده بیان می‌کند که من سعی خواهم کرد به تبیین آن بپردازم. بارها عرض کرده‌ام که سیستم‌ها روابط و تعامل بسیار نزدیکی دارند و ما اثرات این روابط و تعامل را در همه ابعاد زندگی فردی و اجتماعی‌مان لمس می‌کنیم. به عبارت دیگر، زندگی روزمره و همه کنش‌ها و واکنش‌های فردی و اجتماعی ما تحت تاثیر روابط و تعامل نزدیک بین سیستم‌های مختلف قرار می‌گیرد. شما به یک روز از زندگی خود و سیستم‌هایی که به طور آشکار و نهان بر زندگی شما تاثیر می‌گذارند فکر کنید. حتی می‌توانید یک فهرست طولانی از این سیستم‌ها تهیه کنید.

تفکر سیستم‌ها از ما می‌خواهد که سیستم‌ها و روابط و تعامل بین آن‌ها را ببینیم؛ اما در عمل کمتر کسی پیدا می‌شود

[1] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc.

که به این عمل کند. به ویژه، کسانی که در زمینه سیستم‌ها آموزش ندیده‌اند تقریباً هرگز به سیستم‌ها و روابط و تعامل بین آن‌ها فکر نمی‌کنند. اگر چنین کسانی تصمیم‌گیران، سیاستمداران، قانونگذاران، رهبران و مدیران سازمان‌ها باشند، ممکن است به نیت خیر مشکلات بزرگ و عمیقی برای جامعه ایجاد کنند. زمانی که این گروه‌ها درباره مشکلات و راه‌حل‌ها بحث می‌کنند الگوهای ذهنی‌شان را آشکار می‌کنند و در بیشتر موارد این الگوهای ذهنی با تفکر سیستم‌ها در تضاد هستند. از ویژگی‌های مهم چنین اشخاصی این است که حدود سیستم‌ها را **تنگتر** یا **کوچکتر** از مشکلی که وجود دارد تعیین می‌کنند. آنان به تصور اینکه دیگران این مشکلات را ایجاد کرده‌اند خودشان را در ایجاد مشکل سهیم نمی‌دانند و چون خودشان را در ایجاد مشکل سهیم نمی‌دانند در ارایه راه‌حل نیز خودشان را مسؤول نمی‌دانند ـ این به معنای تعیین مرزهای بد است. حاصل چنین تفکر و نگاهی اختلاف‌نظر، تضاد و دشمنی است. یک مثال شاید موضوع را روشن‌تر کند. چه کسی مسؤول تصادفات جاده‌ای است؟ در بیشتر مواقع خودروسازان و رانندگان مسؤول شناخته می‌شوند! اما اگر از

منظر تفکر سیستم‌ها به موضوع نگریسته شود، سیستم‌های زیادی از جمله نظام سیاسی و نظام اقتصادی در ایجاد این وضعیت مسؤول هستند اما خودشان را مسؤول نمی‌دانند. این به معنای تعیین مرزهای بد است.

زمانی که از منظر مشکلات به سیستم‌ها نگاه می‌کنیم باید اذعان کنیم که مرزهای بین سیستم‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، سلامت و غیره اغلب مرزهای کاذب و مشکل‌آفرین هستند؛ به ویژه زمانی که مرزهای فیزیکی به مرزهای ذهنی تبدیل شده باشند که در بیشتر موارد نیز متاسفانه چنین است. اجازه دهید با سؤال دیگری به بحث خود ادامه دهم: کدام سیستم‌ها در سلامت افراد یک جامعه نقش دارند؟ بدیهی است که همه سیستم‌ها بر سلامت جامعه تاثیر می‌گذارند و هیچ استثنایی وجود ندارد. با وجود این، در سیاستگذاری برای ارتقای سلامت جامعه، به نقش سیستم‌های دیگر توجه اندکی می‌شود یا اصلاً توجه نمی‌شود. حتی اگر توجه شود نیز متاسفانه به دلیل حاکمیت **تفکر سیلویی**، در عمل همکاری بین سیستم‌ها شکل نمی‌گیرد. شاهد مثال تعداد زیادی شوراهای مختلف در زمینه‌های مختلف

است که تقریباً هیچ کدام فعالیت قابل توجه و تاثیرگذاری ندارند. دلیل بنیادی آن این است که شوراها براساس تفکر سیستم‌ها شکل نگرفته‌اند و نوعاً اعضای بسیاری از شوراها با تفکر سیستم‌ها بیگانه هستند.

از منظر تفکر سیستم‌ها حدود سیستم‌ها مفهومی و سیال هستند و این، بهترین شرایط را برای همکاری بین سیستم‌ها به وجود می‌آورد. برای مثال، اگر مشکلی بقدری بزرگ است که در گستره چندین سیستم می‌گنجد همه این سیستم‌ها باید مرزهای خود را گسترش دهند تا مشکل را در درون خود ببینند. در این صورت، همه این سیستم‌ها نسبت به مشکل احساس مالکیت کرده و برای یافتن راه‌حل، همکاری صادقانه خواهند کرد. این نوع همکاری از یک دستور اداری یا تصمیم مافوق ناشی نمی‌شود بلکه با درک نقش سیستم‌ها در ایجاد مشکلات، کاملاً جدی و تاثیرگذار خواهد بود. اگر شما همکاری بین سیستم‌ها برای حل یک مشکل را **همکاری بین‌بخشی** بنامید اشکالی ندارد. منتها باید مدنظر داشته باشید که این نوع همکاری بین‌بخشی از تفکر سیستم‌ها ناشی می‌شود و تضمین شده و کاملاً اصیل است.

قورباغه آب‌پز نباشید. بعضی پدیده‌ها بقدری کند هستند که اغلب آن‌ها را درک نمی‌کنیم. تفکر سیستم‌ها ما را ملزم می‌کند تغییرات کُند، تدریجی و کوچکی که در سیستم‌های پیچیده اتفاق می‌افتند را مدنظر قرار دهیم، زیرا این پدیده‌های تدریجی و کوچک چه بسا حاکی از پدیده‌های مهمی هستند که اگر در بدو شروع آن‌ها را درک نکنیم، می‌توانند پیامدهای مصیبت‌باری داشته باشند.[1] متاسفانه در بسیاری از سیستم‌های پیچیده متوجه این تغییرات تدریجی نمی‌شویم و زمانی متوجه مشکل می‌شویم که با یک فاجعه مواجه هستیم. برای مثال، جنگل‌ها به کندی تخریب می‌شوند؛ ذخایر زیرزمینی آب به تدریج تخلیه می‌شوند؛ بیابان‌ها به آرامی گسترش پیدا می‌کنند؛ آلودگی هوا طی سالیان دراز به سطح خطرناکی می‌رسد؛ اعتماد مردم به دولت‌ها به کندی از بین می‌رود؛ شرکت‌ها به تدریج بازار را از دست می‌دهند؛ سازمان‌ها با گذر سال‌ها رسالت خود را فراموش می‌کنند یا کارایی و اثربخشی‌شان را از دست می‌دهند؛ یک کشور طی

[1] Mella P. Systems Thinking: Intelligence in Action. (2012). Springer-Verlag Italia. P.30

سالیان دراز نخبگان خود را از دست می‌دهد. مثال‌ها به قدری زیاد هستنند که من به همین تعداد اکتفا می‌کنم.

عدم تشخیص به موقع تهدیدها به قدری شایع است که آن را با مَثَل قورباغه آب‌پز توصیف می‌کنند. اگر قورباغه‌ای را در یک ظرف آب داغ قراردهید فوراً به بیرون می‌پرد؛ اما اگر آن را در یک ظرف آب ولرم قرار دهید و آب را به آرامی گرم کنید از شرایط موجود لذت می‌برد؛ اما با افزایش تدریجی درجه حرارت بی‌حال‌تر و بی‌حال‌تر می‌شود، تا زمانی که دیگر قادر نیست از ظرف بیرون بپرد. چرا؟ زیرا سیستم قورباغه به تهدیدها و تغییرات ناگهانی محیط واکنش نشان می‌دهد و با تغییرات کند و تدریجی محیط هماهنگی ندارد. یادگیریِ دیدن فرایندهای کند و تدریجی نیازمند کاهش سرعت دیوانه‌وار و توجه به رویدادهای نامحسوس است. اگر شما به یک استخر مواج نگاه کنید، بدواً چیز زیادی مشاهده نخواهید کرد. اما اگر برای مدت کافی تماشا کنید، استخر به طور ناگهانی آثار زندگی را نشان خواهد داد. استخر دنیایی پر از موجودات زیبا است، اما چنان سرعت کندی دارند که با اولین نگاه دیده نمی‌شوند. ما تا زمانی که یاد نگیریم سرعت خود را کاهش

داده و فرایندهای تدریجی تهدیدآمیز را ببینیم از سرنوشت قورباغه آب‌پز رهایی نخواهیم یافت. پیتر سنج در فصل دوم کتاب خود آن‌جا که درباره ناتوانی‌های یادگیری سازمانی بحث می‌کند، استعاره قورباغه آب‌پز را یکی از این ناتوانی‌ها نام می‌برد.[۱]

به نظر می‌رسد بعضی سیستم‌ها طوری طراحی شده‌اند که به تغییری که از یک مقدارِ معین بیشتر است واکنش نشان می‌دهند، اما به تغییرات کمتر از آن واکنش نشان نمی‌دهند. اگرچه یک سیستم سالم به طور طبیعی نباید به تغییرات کوچک بیش از حد واکنش نشان دهد، اما باید بتواند تغییرات کوچکی که در صورت ادامه به فاجعه منجر می‌شوند را تشخیص داده و به آن‌ها واکنش نشان دهد.[۲]

چنانکه در بالا اشاره شد مثال‌های قورباغه آب‌پز در مقیاس یک کشور یا یک شرکت یا یک سازمان فراوان هستند. ما استعاره قورباغه آب‌پز را در فقدان توجه و ظرفیت سیاستگذاران در مشکلاتی چون کنترل آلودگی هوا، جنگل

[1] Senge P. (1990) The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday. P. 20

[2] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc. P.40

زدایی، گسترش بیابان‌ها، تغییرات آب و هوایی، مهاجرت، جرم و جنایت، توزیع مواد مخدر، کاهش سطح سلامت جامعه، افت آموزش عمومی و آموزش عالی و غیره به سهولت می‌توانیم ببینیم. همچنین مَثَل قورباغه آب‌پز را می‌توانیم در فقدان توجه و ظرفیت مدیران در دیدن ظهور تدریجی رقبا، از دست دادن سهم بازار، کاهش تدریجی کیفیت محصولات، کاهش آرام کارآیی و اثربخشی سازمان‌ها ببینیم. باید باور کنیم استعاره قورباغه آب‌پز در **کمین** است و ممکن است هر لحظه حمله‌ور شود و فرصت آن را نداشته باشیم تا ببینیم چه اتفاقی می‌افتد[1]. تفکر سیستم‌ها/علم سیستم‌ها از ما می‌خواهد که در سیستم‌های پیچیده به فرایندهای نامحسوس توجه کنیم.

چیزی به اسم ناهار رایگان و راه‌حل‌های ساده وجود ندارند. راه‌حل‌های روشن بیش از اینکه مفید باشند مضّر هستند و پاسخ‌های نهایی وجود ندارند.»[2] پیتر سنج نیز موارد مشابهی را به زبانی

[1] Mella P. Systems Thinking: Intelligence in Action. (2012). Springer-Verlag Italia. P.30

[2] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc. P.38-39

اندک متفاوت مطرح می‌کند.[1] این عبارت‌ها درباره مدیریت سیستم‌های پیچیده هستند. راهبردهای ما برای برخورد با مشکلات سیستم‌های پیچیده اغلب شامل این موارد هستند. اگر این اصول بسیار مهم را در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مشکلات سیستم‌های پیچیده مدنظر قرار دهیم، قادر خواهیم بود بسیاری از مشکلات سیستم‌های پیچیده را کنترل یا حل کنیم یا حداقل مشکلات بیشتری برای آن‌ها ایجاد نکنیم. من به ترتیب هر یک از آن‌ها را به اختصار توضیح می‌دهم.

نویسنده اشاره کرده است که معمولاً ارزان‌ترین راه‌حل پرهزینه‌ترین راه‌حل است. این بدین معنا است که برای حل مشکلات سیستم‌های پیچیده راه‌حل‌های ارزان و کم‌هزینه یا رایگان وجود ندارند. از طرف دیگر، شما باید هزینه درک سیستم‌های پیچیده را نیز بپردازید. شما نمی‌توانید به شمّ خود یا براساس آنچه از سیستم‌های ساده یا بغرنج ـ که روابط خطی دارند ـ یادگرفته‌اید سیستم‌های پیچیده را مدیریت کنید یا مشکلات آن‌ها را حل کنید. تا زمانی که نتوانید تصویر یا الگوی ساده‌ای از این سیستم‌ها تهیه کنید که بتواند رفتار

[1] Senge, Peter. (1990) The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday. PP. 60-62

آن‌ها را در طول زمان نشان دهد هرگز آن‌ها را درک نخواهید کرد و هر کاری بکنید به احتمال قوی به ضرر سیستم تمام خواهد شد. بنابراین یکی از مهمترین هزینه‌ها، هزینه یادگیری درباره سیستم‌های پیچیده و درک آن‌ها است.

مشکلات سیستم‌های پیچیده راه‌حل‌های ساده ندارند. راه‌حل‌های ساده بدرد مشکلات سیستم‌های ساده می‌خورند. در بیشتر موارد، ارایه راه‌حل‌های ساده حاکی از عدم درک سیستم‌های پیچیده است؛ زیرا مشکلات سیستم‌های پیچیده، پیچیده هستند و با راه‌حل‌های ساده‌ای که سراغ داریم نمی‌توانیم این مشکلات را حل کنیم. فقط مدیران کم تجربه و کم‌سواد برای حل مشکلات سیستم‌های پیچیده راه‌حل‌های ساده ارایه می‌دهند ـ قبل از آنکه درک کنند آنچه آنان مشکل می‌نامند آیا واقعاً مشکل بوده است یا نشانه مشکلی عمیق‌تر بوده است.

کسانی که با دیدن نشانه‌های یک مشکل تصور می‌کنند که مشکل روشن است و راه‌حل روشنی نیز دارد و تاخیر را جایز نمی‌دانند بیش از آنکه به نفع سیستم اقدام کنند به ضرر آن اقدام می‌کنند. زیرا در سیستم‌های پیچیده مشکلات و

راه‌حل‌ها اغلب روشن نیستند. یعنی به آسانی نمی‌توان گفت که یک سیستم پیچیده چه مشکلی دارد و این مشکل چه راه‌حلی دارد. مدیرانی که به محض مشاهده مشکل، نسخه‌ای برای آن می‌پیچند معلوم می‌شود که بدون درک مشکل اقدام می‌کنند و این بیشتر به ضرر سیستم خواهد بود تا به نفع آن باشد.

نکته بعدی اینکه هر راه‌حلی اگرچه ممکن است مشکل را حل کند اما مشکلات جدیدی ایجاد می‌کند. بنابراین، با ارایه یک راه‌حل برای یک مشکل کار به پایان نمی‌رسد بلکه راه‌حل‌های امروز ما مشکلات فردای سیستم‌ها را به وجود می‌آورند. کافمن عبارت زیبایی دارد که بیان می‌کند: «باید تلاش کنیم مشکلات ناشی از اقدامات‌مان را پیش‌بینی کنیم؛ تصمیم بگیریم که آیا مشکلات جدید را به مشکلاتی که می‌خواستیم حل کنیم ترجیح می‌دهیم. گاهی بهترین راه‌حل برای یک مشکل، مشکل بدتری را ایجاد می‌کند که ممکن است راه‌حلی برای آن وجود نداشته باشد. از طرف دیگر، یک راه‌حل به ظاهر پیش‌پاافتاده ممکن است در طولانی مدت برای کل سیستم بهتر باشد.»

بالاخره، برای سیستم‌های پیچیده پاسخ‌های قطعی و نهایی وجود ندارند. یعنی هرگز سیستم‌ها به نقطه کمال دست پیدا نمی‌کنند زیرا نقطه کمال نقطه پایان حیات سیستم‌ها است. به قول کافمن، «در زمانِ تغییر سریع ... بهترین راه‌حل برای یک مشکل راه‌حلی است که مشکل را به کنترل درمی‌آورد ولی راه استفاده از هر تعداد ممکن گزنیه در آینده را باز می‌گذارد.»

یک مثال بسیار عالیِ مرتبط با این اصول تصمیمی است که درباره استفاده از خدمات پرستاران گرفته شده است. این تصمیم توجیه منطقی دارد، زیرا که پرستاران قابلیت‌ها و ظرفیت‌هایی دارند که می‌توان از این قابلیت‌ها و ظرفیت‌ها برای ارتقای سلامت مردم استفاده کرد. اما راه‌حلی که ارایه شده است یک راه‌حل ساده، روشن، به ظاهر کم‌هزینه و بدون عارضه است که به نظر می‌رسد گامی در جهت ارتقای سلامت جامعه باشد. اما هرگز چنین نخواهد شد.

به این تصمیم از منظر اصول بالا نگاه کنید. با توجه به این اصول، بدون تردید مشکلات نظام سلامت را از جنبه‌های مختلف افزایش خواهد داد و منافعی که برای آن می‌شمارند

هرگز تحقق نخواهند یافت. افسوس و صد افسوس که بیشتر تصمیم‌گیران ما به دلیل ناآشنایی با ماهیت سیستم‌های پیچیده، با تصمیمات‌شان خسارت‌های بزرگ و جبران‌ناپذیری به نظام سلامت وارد می‌کنند!

آنچه نمی‌دانید به شما آسیب نمی‌رساند؛ بلکه چیز نادرستی که باور دارید درست است به شما آسیب می‌رساند؛ در جستجوی نقاط دارای اثر اهرمی[1] بالا باشید؛ با بازخورد مثبت مبارزه نکنید؛ بلکه از بازخورد منفی حمایت کنید و قوانین غیرقابل اجرا تصویب نکنید.[2]

بیشتر الگوهای ذهنی ما درباره سیستم‌های پیچیده نادرست هستند، اما تصور می‌کنیم که درست هستند. کارکردن با الگوهای ذهنی نادرست در سیستم‌های پیچیده، نه تنها مشکلات این سیستم‌ها را افرایش می‌دهد بلکه مشکلات را مزمن‌تر و دامنه آن‌ها را گسترده‌تر نیز می‌کند. فرقی نمی‌کند که از این الگوها در یک نظام سیاسی یا اجتماعی یا آموزشی یا سلامت و یا هر سیستم دیگری استفاده کنیم، پیامدهای مشابه خواهند داشت.

---

[1] High leverage points

[2] Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc. P.38-39

برای مثال، الگوهای ذهنی کسانی که پذیرش دانشجوی پزشکی را افرایش دادند این است که برای حل مشکلات مردم باید تعداد پزشکان را افزایش داد. این الگوی ذهنی فقط به افزایش پذیرش دانشجو منجر نمی‌شود بلکه زنجیره‌ای از مشکلات غیرقابل پیش‌بینی ایجاد خواهد کرد که چه بسا هزینه حل آن‌ها از منافع مشکوک افزایش پذیرش دانشجو بسیار بسیار بیشتر خواهد بود. دلیل اینکه بیشتر الگوهای ذهنی ما درباره سیستم‌های پیچیده نادرست هستند این است که همه یا بیشتر این الگوها را از سیستم‌های ساده و یا از سیستم‌های بغرنج اقتباس کرده‌ایم که درباره سیستم‌های پیچیده صادق نیستند. نکته مهم اینکه در بیشتر مواقع ما نسبت به الگوهای ذهنی‌مان آگاهی نداریم.[1] به هر حال، بیشتر مشکلات کشورمان در زمینه‌های مختلف سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، آموزشی و سلامت از همین الگوهای ذهنی ناشی می‌شوند که در حال حاضر شرایط بسیار دشواری را به وجود آورده‌اند.

[1] Senge, Peter. (1990) The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday. P. 12

بعضی ممکن است تصور کنند که مداخلات بزرگ در سیستم‌های پیچیده نتایج بزرگ در پی‌خواهند داشت. این کاملاً نادرست است؛ زیرا به دلیل روابط غیرخطی بین اجزای سیستم‌های پیچیده، بین یک مداخله با پیامدهای مورد نظر رابطه علّی مستقیم و روشنی وجود ندارد. همچنین به دلیل همین روابط غیرخطی، بین مداخله و پیامدها نسبتی برقرار نیست. اگر نسبتی برقرار بود با افزایش مداخله، پیامد نیز افزایش می‌یافت. بنابراین ممکن است یک مداخله کوچک پیامدهای بزرگ داشته باشد و برعکس یک مداخله بزرگ پیامدهای ناچیز داشته باشد. مدیران به جای آزمون و خطا ـ اگرچه در سیستم‌های پیچیده آزمون و خطا جایز است ـ باید به دنبال نقاط اهرمی باشند. همان کاری که یک اهرم با یک شی مادی می‌کند، نقاط اهرمی با یک سیستم پیچیده می‌کنند. بدین معنا که یک مداخله کوچک در این نقاط پیامدهای بزرگ و تغییرات شگرف خواهد داشت. اما مشکل این‌جا است که بیشتر نقاط اهرمی در یک سیستم پیچیده پنهان هستند. کسی با نگاه به یک سیستم، تحلیل منطقی رفتار یک سیستم یا بررسی اطلاعات موجود درباره یک سیستم

نمی‌تواند به این نقاط اهرمی پی ببرد. فقط با به تصویر کشیدن ساختار یک سیستم ـ یعنی روابط و تعامل بین اجزای یک سیستم ـ نقاط اهرمی آشکار می‌شوند. اما مدیران برای به تصویر کشیدن ساختار یک سیستم نیاز به علم سیستم‌ها/تفکر سیستم‌ها دارند که در حال حاضر تقریباً همه آنان فاقد چنین علم و تفکری هستند.

حلقه‌های بازخورد مثبت موتور رشد سیستم‌ها هستند، اما اگر کنترل نشوند سیستم را به سمت فروپاشی پیش می‌برند. مبارزه با حلقه بازخورد مثبت به معنای فشار واردکرن به سیستم است اما سیستم نیز متقابلاً در مقابل فشار شما ایستادگی می‌کند و فشار شما را با فشاری بیشتر پس می‌زند. حلقه‌های بازخورد منفی، حلقه‌های بازخورد مثبت را مهار یا کنترل می‌کنند. بنابراین معقول‌ترین و طبیعی‌ترین راه برای کنترل حلقه‌های بازخورد مثبت، فعال کردن حلقه‌های بازخورد منفی است. اما در بسیاری از مواقع حلقه‌های بازخورد منفی پنهان هستند و تا ساختار یک سیستم به تصویر کشیده نشود مداخله در یک سیستم برای مهار یک حلقه بازخورد مثبت غیر

ممکن است. این اصل نیز ضرورت آشنایی مدیران با علم سیستم‌ها/تفکر سیستم‌ها را آشکار می‌سازد.

درباره قانون‌گریزی دونلا میدوز می‌نویسد: «هرجا که قانونی وجود دارد قانون‌گریزی نیز وجود دارد. قانون‌گریزی به معنای پرهیز از روح قانون است؛ یعنی ظاهر قانون رعایت می‌شود ولی در عمل از آن اجتناب می‌شود. قانون‌گریزی معمولاً واکنش سطوح پایین یک سیستم به قوانین غیرمنعطف، زیان‌آور، غیرکاری یا مبهمی است که سطوح بالا تحمیل می‌کنند. قانون‌گریزی زمانی مشکل‌ساز خواهد بود که موجب انحراف شدید شده یا به رفتارهای غیرطبیعی در سیستم‌ها منجر شود.[1]»

هیچ چیزی برای همیشه رشد نمی‌کند. هیچ سیستم درحال رشدی برای همیشه رشد نخواهد کرد زیرا دیر یا زود با محدودیت رشد مواجه خواهد شد. منحنی‌های رشد تصاعدی ناشی از حلقه‌های بازخورد مثبت فقط در عالم ریاضی برای همیشه به رشدشان ادامه می‌دهند. در دنیای واقعی، دیر یا زود رشدشان متوقف می‌شود. نکته این‌جا است که رشد هرچه

[1] Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green. P. 136-7

سریع‌تر اتفاق افتاده باشد، زودتر متوقف خواهد شد. کافمن اظهار می‌کند: «اگر جمعیت دنیا با نرخ رشد جاری برای ۷ قرن دیگر رشد کند، ما تنها موجود زنده بر روی کره زمین خواهیم بود؛ و پس از ۱۰ قرن، جرم بدن‌های ما از جرم کل کره زمین بیشتر خواهد شد که غیرممکن است. اگر مصرف انرژی با نرخ جاری برای ۴۰۰ سال دیگر ادامه یابد، سطح زمین گرمتر از کره خورشید خواهد شد. با رشد جاریِ مصرف غذا، ۵ قرن دیگر مجبور خواهیم شد همه چیزهایی که بر روی کره زمین هستند را بخوریم. روشن است که این پیش‌بینی‌ها مضحک هستند و رشد جمعیت، مصرف انرژی و مصرف غذا خیلی زودتر از رسیدن به چنان وضعیت افراطی متوقف خواهند شد. سؤال این است چقدر زود یا به چه روشی؟»

گول چرخه‌های سیستم را نخورید. همه حلقه‌های بازخورد منفی نوسانات کوچک یا بزرگ ایجاد می‌کنند. به دلایلی، بسیاری از افراد قادر نیستند الگوهای چرخه‌ای سیستم‌ها را درک و یا آن‌ها را باور کنند، به ویژه اگر این چرخه‌ها دو یا سه سال طول بکشند. اگر در چهار سال گذشته اقتصاد به طور مستمر رشد داشته است، تقریباً همه به ادامه این وضع خوش‌بین خواهند

بود. آنان تجربه گذشته رشد اقتصادی را به آینده امتداد می‌دهند، غافل از اینکه هرچه دوره رشد طولانی‌تر باشد، رکود محتمل‌تر خواهد بود. مشابه آن، همه در انتهای یک دوره رکود افسرده و غمگین هستند، درست زمانی که رشد بیشترین احتمال را دارد.

مراقب آستانه [تغییر] باشید. بسیاری از سیستم‌ها بتدریج تغییر می‌کنند. اما بعضی سیستم‌ها طوری طراحی شده‌اند که به طور ناگهانی رفتارشان را تغییر می‌دهند. این ممکن است دفاعی بر علیه مشکل قورباغه آب‌پز باشد یا در مواردی برای اجتناب از مصالحه توخالی باشد. ولی بیشتر موارد به این دلیل است که سیستم یا یکی از زیرسیستم‌های آن ذخایر لازم برای سازگاری با فشار بیشتر را تمام کرده است. فاجعه‌آمیز خواهد بود اگر به سیستمی اعتماد کنید که به نظر می‌رسد قادر است مقدار زیادی فشار را تحمل کند و ناگهان به خاطر چیزی به ظاهر ناچیز فرو می‌ریزد. مردم‌سالاری‌ها، اقتصادهای متکی بر بازار و زیست‌بوم‌های طبیعی همه مستعد چنین رفتاری هستند. آن‌ها چنان مستحکم به نظر می‌رسند که به نظر می‌رسد می‌توانند هر ضربه‌ای را تحمل کنند؛ یا می‌توانیم در

زیرسیستمی بعد از یک زیرسیستم دیگر مداخله کنیم یا مداخله را تقویت کنیم. اما نمی‌توانیم مطمئن شویم کدام **گاه** پشت شتر را خواهد شکست.

میانگین طلایی را به خاطر بسپارید. زمانی که مردم با یک مشکل جدی مواجه می‌شوند، به هر چیزی که به حل آن کمک کند، بیش از حد بها می‌دهند. آنان با بسیج انرژی و تلاش می‌کوشند مشکل را حل کنند اما راه‌حل آنان به مشکلی جدید تبدیل می‌شود. کافمن می‌گوید «زمانی که بیشترینِ کودکان قبل از دهمین سال تولدشان می‌مردند، نرخ بالای تولد برای بقای جامعه ضروری بود و جوامع روش‌های مؤثری را برای ترغیب افراد به داشتن خانواده‌های پرجمعیت برمی‌گزیدند. با کاهش نرخ مرگ، اگرچه نرخ تولد بالا یک نقطه ضعف تلقی می‌شد اما همه نیروهای فرهنگی قدرتمند داشتن خانواده بزرگ را ترغیب می‌کردند و نسل‌ها طول کشید تا نگرش افراد تغییر کند. افراد فراموش می‌کنند که هر چیزِ بیش از حد زیاد به اندازه بیش از حد کمِ آن بد است. آنان تصور می‌کنند که اگر زیادِ چیزی خوب است، بسیار زیادِ آن بهتر است ـ اما

اغلب چنین نیست. مهم این است که این‌ها تشخیص داده شوند.»

منابع

Bordehore C, Herrador Z, Fonfria ES, Navarro M. Understanding COVID-19 spreading through simulation modeling and scenarios comparison preliminary results. http://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047043; Posted April 1, 2020.

Bruner, JS. The Process of Education, Harvard University Press, 1960.

Donella Meadows. (2008) Thinking in Systems. Chelsea Green.

Forrester, JW. Principles of Systems. Pegasus Communications, 1968

Haines SG. (1998) The Manager's Pocket Guide to Systems Thinking & Learning. HRD PRESS, Amherst, Massachusetts

Johnson NF. (2009). Simply Complexity: A Clear Guide to Complexity Theory. Oneworld. Oxford, England

Kauffman, Draper L. J., 1980. Systems 1: An Introduction to Systems Thinking. Future Sybterns, Inc.

Mandl CE. (2019) Managing Complexity in Social Systems: Leverage Points for Policy and Strategy. Springer Nature Switzerland.

Mella P. (2012). Systems Thinking :Intelligence in Action. Springer-Verlag Italia.

Mitchell, M. (2009). Complexity: a guided tour. Oxford University Press. Oxford, New York.

Modell HI . How to help students understand physiology? Emphasize general models. Advances in physiology education. 2000; 23 (1): 101-107.

Oshry B. (2007). Seeing Systems: Unlocking the Mysteries of Organizational Life. Berrett-Koehler Publishers, Inc.

Ramo JC (2016) The seventh sense: power, fortune, and survival in the age of networks. Little, Brown and Company, Boston

Richmond B. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. System Dynamics Review Vol. 9. no. 2 (Summer 1993): 113-133.

Senge P. (1990) The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday.

Sherwood D. (2002) Seeing the Forest for the Trees: A Manager's Guide to Applying Systems Thinking. Nicholas Brealey Publishing. USA.

Snowden DJ, Boone ME. A Leader's Framework for Decision Making. Harvard Business Review, Nov. 2007: 1-9

Stroh, DP. (2015) Systems thinking for social change: a practical guide to solving complex problems, avoiding unintended consequences, and achieving lasting results. Chelsea Green Publishing.

Tranquillo J. (2019) An Introduction to Complex Systems: Making Sense of a Changing World. Springer, Switzerland.

W. Edwards Deming. (1993) the New Economics for Industry, Government, and Education. Cambridge, MA: MIT, Center for Advanced Engineering Study.

ضمیمه

واژه‌ها و اصطلاحات رایج

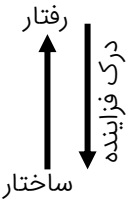
در علم پویایی سیستم (system dynamics) یک سیستم تجمعی از اجزا[1] (components) تعریف می‌شود که برای دستیابی به هدف سیستم با هم تعامل می‌کنند تا یک کل متحد (integrated whole) به وجود آورند. روابط متقابل بین اجزای یک سیستم را ساختار (structure) آن سیستم می‌نامند. که شامل حلقه‌های بازخورد است (feedback loops). یکی از نمودارهای رایج برای نشان دادن ساختار یک سیستم، نمودار

[1] به اجزای انسانی یک سیستم، عوامل (agents) می‌گویند.

چرخه علّی (causal loop diagram) است. برای مثال، زیست‌بوم سیستمی است که همه ما با آن آشنایی داریم. ساختار یک زیست‌بوم را روابط و تعامل بین جمعیت‌های حیوانی، نرخ تولدها و مرگ‌ها، مقدار غذا و سایر متغیرهای خاص یک زیست‌بوم به وجود می‌آورند. بنابراین ساختار یک زیست‌بوم شامل متغیرهای (variables) مهم مؤثر بر آن می‌باشد. واژه پویایی (dynamic) به تغییر یک سیستم در طول زمان گفته می‌شود و هر چیز پویا به طور مستمر درحال تغییر است. در یک سیستم پویا متغیرها با هم تعامل می‌کنند و در نتیجه‌ی این تعامل در سیستم تغییر به وجود می‌آورند. علم پویایی سیستم یک روش‌شناسی برای درک نحوه تغییر سیستم‌ها در طول زمان ارایه می‌دهد. تغییر متغیرهای یک سیستم در طول زمان را رفتار (behavior) یک سیستم می‌نامند. در مثال زیست‌بوم، رشد و کاهش جمعیت رفتار سیستم زیست‌بوم را به وجود می‌آورند. مقدار غذای موجود، شکارچی‌ها و محیط که همه اجزایی از این سیستم هستند، بر رفتار سیستم زیست‌بوم تاثیر می‌گذارند. یک ویژگی مهم

مشترک در همه سیستم‌ها این است که ساختار یک سیستم رفتار آن را تعیین می‌کند. علم پویایی سیستم رفتار یک سیستم را با ساختار آن مرتبط می‌سازد. می‌توان از پویایی سیستم برای تحلیل چگونگی تاثیر ساختار یک سیستم بر رفتار آن استفاده کرد. بنابراین با تعریف ساختار سیستم زیست‌بوم، امکان این وجود دارد که بتوانیم با استفاده از پویایی سیستم رفتار آن را در طول زمان پیگیری کنیم.

نمودار ۱ نشان می‌دهد که ساختار یک سیستم رفتار آن را تعیین می‌کند. پیکان رو به بالا حاکی از روابط بین اجزای یک سیستم است. پیکان رو به پایین حاکی از درک عمیق سیستم است که از مطالعه ساختار آن بدست می‌آید. به رفتار ظاهری یک سیستم نباید اکتفا شود، بلکه باید ساختار آن مطالعه و درک شود. همچنین از پویایی سیستم برای تحلیل تاثیر تغییر ساختار قسمتی از یک سیستم بر رفتار کل سیستم استفاده می‌شود. برای مثال، می‌توان اثر خشک‌سالی یا از بین رفتن نوع خاصی از حیوانات بر کل زیست‌بوم را آزمون کرد.



نمودار ۱

مشارکت در یک پروژه یکی از بهترین روش‌های یادگیری است. معلمان می‌توانند برای مثال کل روز درباره مدیریت و روش اداره یک شرکت سخنرانی کنند. زمانی که فراگیر در موقعیتی قرار می‌گیرد که باید به آن عمل کند، نمی‌تواند. وی به این دلیل نمی‌تواند آن کار را انجام دهد که براساس سخنرانی و مطالعه، یک الگوی ذهنی (mental model) درباره سیستم مورد نظر ایجاد کرده است که با واقعیت سازگاری ندارد. الگوی ذهنیِ یک نفر فهم او از تعامل بین اجزای یک سیستم و رفتار ناشی از این تعامل را شامل می‌شود. به دلیل ناقص یا نادرست بودن الگوهای ذهنی، فراگیر نمی‌تواند اصول مطرح شده در سخنرانی را در زندگی واقعی بکار گیرد. پویایی سیستم با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای این امکان را برای فراگیر فراهم می‌سازد تا فرض‌های الگوهای ذهنی درباره واقعیت را در یک آزمایشگاه مجازی (virtual laboratory) آزمون کند. شبیه‌سازی رایانه‌ای رفتار یک سیستم را با استفاده از محاسبات عددی (numerical computation) که توسط رایانه انجام می‌گیرد، تقلید می‌کند. زمانی که یک الگوی پویا تهیه شد و شرایط اولیه (initial condition) مشخص گردید، رایانه

می‌تواند تاثیر راهبردهای ما بر رفتار سیستم را آشکار کند. زندگی واقعی به کسی اجازه نمی‌دهد در سیستم واقعی تغییر ایجاد کند و اثرات آن را ببیند. اما، شبیه‌سازی به فراگیران این امکان را می‌دهد که ساختار سیستم را تغییر دهند و رفتار سیستم را در شرایط مختلف آزمون کنند. الگوسازی رایانه‌ای نه تنها الگوسازیِ سیستم‌هایی که مشاهده آن‌ها دشوار است را ممکن می‌سازد، بلکه اگر با تجربه واقعی ادغام گردد یک ابزار قوی برای یادگیری خواهد بود. بنابراین یک محیط یادگیری واقعی باید شامل الگوسازی و شبیه‌سازی رایانه‌ای برای نشان دادن ارتباط ساختار یک سیستم با رفتار آن باشد. این به فراگیران کمک می‌کند که بعدها بتوانند بعنوان یک مدیر، رئیس یک شرکت، یک مهندس، یک پزشک یا در هر شغلی دیگر، از آنچه آموخته‌اند به خوبی استفاده کنند.

هر سیستم **حدودی** (boundary) دارد. اما حدود سیستم‌ها ثابت نیستند، بلکه حدود را برای پاسخ به یک سؤال یا دستیابی به یک هدف یا حل یک مشکل تعیین می‌کنند. با وجود این، بسیاری از افراد در بیشتر موارد حدود را **کوچک‌تر** از سؤال یا هدف یا مشکل مورد نظر تعیین می‌کنند. برای مثال،

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی رسالت خود را **تامین، حفظ و ارتقای سلامت جامعه** تعریف می‌کند، در حالی که این هدف بسیار **بزرگ‌تر** از حدود سیستم وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی است. زمانی که حدود را کوچک‌تر تعیین می‌کنیم، نمی‌توانیم به بسیاری از سؤالات پاسخ درست پیدا کنیم یا به بسیاری از اهداف مهم نایل شویم یا بسیاری از مشکلات سیستم‌ها را حل کنیم. هر سیستم شامل **اجزا** (components) یا **زیرسیستم‌هایی** (subsystems) است که آن‌ها نیز به نوبه خود سیستم‌هایی هستند. بنابراین سیستم‌ها در درون سیستم‌ها قرار دارند یا «**تو در تو**» هستند (nested). قریب به اتفاق سیستم‌های پیچیده سیستم‌های باز (open systems) هستند. بدین معنا که با محیط خود تعامل می‌کنند. یعنی بر محیط خود تاثیر می‌گذارند و از آن تاثیر می‌پذیرند. به بیان دیگر تغییر در یکی موجب تغییر در دیگری می‌شود و برعکس؛ یعنی با هم تغییر می‌کنند (coevolution). در سیستم‌های پیچیده **نظم‌های خودجوش** (self-organization) به ایجاد **ساختارهای جدید** و **پیچیدگی بیشتر** منجر می‌شود. این نظم‌ها خود

به خود به وجود می‌آیند و **هیچ فردی** در ایجاد آن‌ها دخیل نیست. تلاش برای ایجاد **نظم بیشتر** در سیستم‌ها، مانع بروز این نظم‌های خودجوش می‌شود و سیستم را از منافع آن‌ها محروم می‌کند. اجزا یا زیرسیستم‌ها براساس **اطلاعات موضعی** (local information) و **قوانین ساده** (simple rules) عمل می‌کنند. این بدین معنا است که کثرت قوانین، به ویژه اگر پیچیده و واجد جزئیات باشند، برای سیستم‌های پیچیده مضر هستند. تغییر **رفتار** (behavior) هر یک از اجزا یا زیرسیستم‌ها زمینه را به طور **غیرقابل پیش‌بینی** برای سایر اجزا یا زیرسیستم‌ها تغییر می‌دهد. به همین دلیل **رفتار** سیستم‌های پیچیده غیرقابل پیش‌بینی است. **تعامل** (interaction) بین اجزا یا زیرسیستم‌ها **ساختارها**، **رفتارها** و **ویژگی‌های** جدیدی ایجاد می‌کند (emergence) که هیچ‌یک بر اساس ویژگی‌های اجزا یا زیرسیستم‌ها، قابل پیش‌بینی نیستند. همه سیستم‌ها گذشته‌ای دارند که نمی‌توان گذشته آن‌ها را نادیده گرفت؛ به بیان دیگر سیستم‌ها وابسته به گذشته خود هستند(history dependent). کسانی که در سیستم‌ها به **کوری زمانی** مبتلا

می‌شوند، گذشته سیستم‌ها که **وضعیت امروز** آن‌ها را به وجود آورده است را نمی‌بینند. همچنین سیستم‌ها پس از طی راه طولانی به امروز رسیده‌اند. شرایط، اقدامات و تصمیمات امروز متاثر از شرایط، اقدامات و تصمیمات گذشته هستند. سیستم‌ها به راهی که طی کرده‌اند وابسته هستند (path dependent) و راهی که طی کرده‌اند را نمی‌توان و نباید نادیده گرفت. چون سیستم‌ها هم به گذشته خود و هم به راهی که طی کرده‌اند وابسته هستند پس **غیرقابل برگشت** هستند (irreversible). همچنین بیشتر سیستم‌های پیچیده، سازگاری‌پذیر هستند (adaptive)؛ یعنی یادمی‌گیرند که با شرایط جدید چگونه برخورد کنند. بالاخره، یکی دیگر از ویژگی‌های مهم سیستم‌های پیچیده این است که به **شرایط اولیه** (یا مقادیر اولیه متغیرها) بسیار حساس هستند (sensitivity to initial condition). یکی از پیامدهای مهم حساسیت به شرایط اولیه این است که تغییر **بسیار بسیار اندک** در مقدار یکی از متغیرها، پیامدهای **بسیار بسیار بزرگ** در پی دارد. این را اصطلاحاً اثر پروانه می‌نامند (butterfly effect).

بدین معنا که اگر پروانه‌ای در گوشه‌ای از جهان بال بزند، ممکن است در گوشه دیگر آن توفان به وجود آید!

سیستم‌های پیچیده در مقابل تغییر مقاومت می‌کنند؛ یعنی در مقابل تغییر **مقاوم** هستند (resistant to change). آن‌ها به این دلیل در مقابل تغییر مقاومت می‌کنند که **هدفی تعیین شده** یا **هدفی نانوشته** دارند که به محض ایجاد تغییر در سیستم، **حلقه‌های بازخورد منفی** (negative feedback loops) فعال می‌شوند تا نگذارند سیستم از هدف جاری خود دور شود. مقاومت در مقابل تغییر بقدری شایع و با توجه به ساختار سیستم‌های پیچیده منطقی است، که گفته می‌شود سیستم‌های اجتماعی، از جمله سازمان‌ها، معمولاً در مقابل سیاست‌های ما مقاومت می‌کنند؛ یعنی به **سیاست‌های** ما مقاوم (policy resistance) هستند. سیستم‌های پیچیده نه تنها در برابر تغییر مقاومت می‌کنند بلکه در برابر تغییر **انعطاف‌پذیر** (resilient) نیز هستنند. برای مثال، زمانی که محیط تغییر می‌کند یا فشاری بر یک سیستم پیچیده وارد می‌شود، سیستم در مقابل آن تغییر یا آن فشار تسلیم نمی‌شود بلکه **ظرفیت‌های**

اضافی خود را بکار می‌گیرد تا بتواند با تغییر یا فشار به وجود آمده کنار بیاید. سیستم‌های پیچیده‌ای که فاقد ظرفیت‌های اضافی هستند، سیستم‌های شکننده (fragile) هستند. متاسفانه مدیریت سیستم‌های پیچیده اغلب به گونه‌ای است که بیشتر سیستم‌ها در طول زمان نه تنها ظرفیت اضافی پیدا نمی‌کنند بلکه ظرفیت‌های خود را نیز از دست می‌دهند و این در بیشتر مواقع برای مدیران قابل رویت نیست؛ لذا ممکن است با اندک اختلالی یا تلاطمی با **فروپاشی** (collapse) مواجه شوند. **سازگاری** بالاتر از مقاومت و انعطاف‌پذیری است. سیستمی که سازگاری‌پذیر است، **یاد می‌گیرد** که با تغییر یا فشار محیط چگونه کنار بیاید. در واقع سیستم سازگاری‌پذیر برای برخورد با تغییر محیط **ظرفیت‌های جدید** ایجاد می‌کند که **تکامل** (evolution) یکی از نمودهای آن در طول زمان است. وجود و تولید ظرفیت‌های اضافی از طریق یادگیری، به ترتیب به معنای انعطاف‌پذیری و سازگاری، برای **بقا، دوام و پویایی** سیستم‌های پیچیده ضروری هستند. مَثَل «**کدام گاه پشت شتر را خواهد شکست**»، مثل سیستم پیچیده‌ای است که به دلیل

فقدان ظرفیت‌های اضافی و نیز فقدان قدرت سازگاری، به اندک بهانه‌ای، به ناگهان و ناباورانه فرو می‌پاشد!

یکی از واژه‌هایی که کاربرد آن در زبان محاوره با علم سیستم‌ها تفاوت زیادی دارد واژه Chaos است. در زبان محاوره از آن بعنوان **بی‌نظمی** یا **آشوب** استفاده می‌شود اما در علم سیستم‌ها **دو معنای** بسیار مهم دارد. Chaos نه تنها حاکی از بی‌نظمی نیست بلکه شامل **نظم پنهانی** است که اگر شرایط اولیه سیستم را به توان با دقت مشخص کرد می‌توان این نظم را با محاسبات ریاضی با دقت تمام پیش‌بینی کرد (به همین دلیل آن را deterministic chaos می‌گویند!). مشکل این جا است که تعیین دقیق شرایط اولیه سیستم‌ها تقریباً غیرممکن است و در نتیجه، کشف نظم‌های قطعی ناشی از chaos در عالم واقع عملاً ممکن نیست. اما این واژه در علم سیستم‌ها به معنای دیگری نیز استفاده می‌شود که توضیح می‌دهم. همه سیستم‌های پیچیده همواره در **تعادل پویا** (dynamic balance) یا **دور از تعادل** (far from equilibrium) بسر می‌برند. تعادل در سیستم‌ها به یک معنا **توقف** جریان‌های

ورودی و خروجی و مرگ آن‌ها است؛ و به معنای دیگر تساوی ورودی‌ها و خروجی‌ها است که سیستم پویایی خود را از دست می‌دهد و هیچ کاری از آن ساخته نیست. این‌جا از معنای دیگر chaos استفاده می‌شود که **معادل** اندک ناپایداری سیستم‌ها در عین پایداری آن‌ها است! مشهور است که گفته می‌شود سیستم‌ها در لبه chaos بهترین پویایی و عملکرد را دارند. یعنی اندکی ناپایداری (chaos) برای بهترین عملکرد سیستم‌ها ضروری است.

An Introduction to Systems Thinking
Fundamentals and Applications

Aboulfath Lameei MD

ما در عصر سیستم‌ها زندگی می‌کنیم؛ با سیستم‌های پیچیده محاصره شده‌ایم و همه جا با این سیستم‌ها سروکار داریم. هر روز پیامدهای رابطه نزدیک و بهم تنیده و تعامل بین سیستم‌های پیچیده متنوع را بر زندگی فردی و اجتماعی‌مان لمس می‌کنیم. اتصال و ارتباط دایمی و کنش‌ها و واکنش‌های مستمر بین سیستم‌های پیچیده سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فرهنگی و غیره بر همه واقعیت‌های زندگی ما از اشتغال و درآمد گرفته تا تحصیل، از آرامش گرفته تا اظطراب و نگرانی، از سلامت گرفته تا بیماری و غیره تاثیر می‌گذارند.

ISBN: 978-622-6021-24-4

انتشارات بزواى البرز