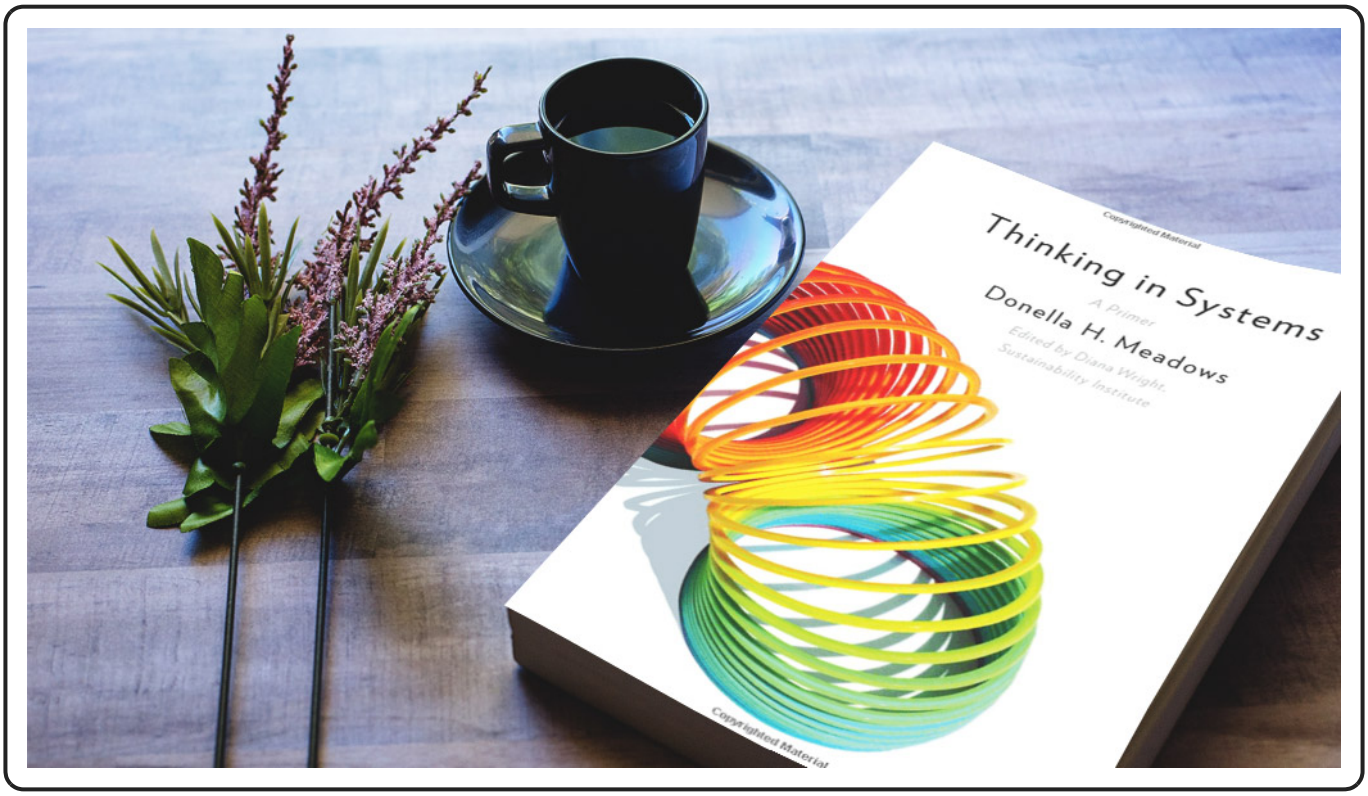


# خلاصه کتاب تفکر سیستمی

## خلاصه کتاب تفکر سیستمی نوشته دنلا مدوز درباره چیست؟

کتاب تفکر سیستمی، مقدمه‌ای بر تفکر سیستمی است. این خلاصه به شما می‌آموزد که چگونه جهان را به شکل شبکه‌های به‌هم‌پیوسته ببینید و به‌تفصیل توضیح می‌دهد که چگونه عناصر، روابط و اهداف مختلف، هر ساختار معینی را هدایت می‌کند.

## متخصص سیستم شوید!

احتمالا می‌دانید که بدن شما یک سیستم است. خون به دلیل ضربان قلب در رگ‌هایتان جریان دارد، کلیه‌ها مواد زائد را از خونتان خارج می‌کنند، ریه‌ها شما را قادر به تنفس می‌کنند و...

به‌عبارت‌دیگر: اندام‌های مختلف بدن در ارتباطی تنگاتنگ، کارهای لازم حیاتی را انجام می‌دهند تا زندگی شما ادامه یابد.

اما یک تیم فوتبال چطور؟ یک شرکت؟ آنها هم سیستم هستند؟ البته! سیستم‌ها همه‌جا هستند. البته برخی از آنها آشکارتر از بقیه هستند.

خلاصه کتاب تفکر سیستمی شما را به سفری در دنیای سیستم‌ها می‌برد و توضیح می‌دهد سیستم‌ها چیستند، کجا آنها را پیدا کنید و چگونه کار می‌کنند و خود را حفظ می‌کنند.

## سیستم گروهی از عناصر مرتبط با یک هدف مشترک است

آیا تابه‌حال مکث کرده و سعی کرده‌اید سیستم‌های مختلف اطراف خود را شناسایی کنید؟ اگر این کار را می‌کردید، به‌سرعت متوجه می‌شدید که تقریبا همه‌جا سیستم وجود دارد. از بدن شما گرفته، تیم فوتبال موردعلاقه‌تان تا شرکتی که در آن کار می‌کنید و شهری که در آن ساکن هستید.

اگر ساده بگوییم سیستم گروهی از عناصر است که توسط روابط به هم متصل‌شده و یک هدف مشترک دارند. این عناصر می‌توانند مرئی و فیزیکی باشند، یا نامشهود. مثلا درحالی‌که می‌توانید ریشه، شاخه و برگ‌های یک درخت را ببینید و لمس کنید، مفاهیمی مانند «توانایی علمی در یک دانشگاه»، ماهیتی مبهم‌تر و ناملموس‌تر دارند.

عناصر یک سیستم، چه فیزیکی باشند چه نباشند، توسط روابط کنار هم نگه داشته می‌شوند. به‌عنوان‌مثال، در سیستم یک درخت، روابط «اتصال عناصر، فرآیندهای متابولیکی و واکنش‌های شیمیایی» هستند. در سیستم یک دانشگاه، آنها ممکن است «استانداردهایی برای پذیرش، امتحانات و نمرات» باشند.

## هدف سیستم چیست؟

هدف سیستم  با رفتار مشاهده‌شده تعریف می‌شود، نه با اهداف اعلام‌شده. برای مثال، یک دولت ممکن است بگوید که هدفش حفاظت از محیط زیست است، اما در عمل منابع مالی لازم را برای این هدف اختصاص ندهد. بنابراین، حفاظت از محیط

زیست هدف واقعی آن دولت نیست؛ زیرا در عملکرد و اقدامات آن منعکس نمی‌شود.

مهم است بدانید که روابط و هدف یک سیستم، حتی اگر عناصر آن تغییر کنند، همیشه تعیین‌کننده آن سیستم خواهند بود. یک تیم فوتبال ممکن است فهرست بازیکنان جدیدی را به‌دست آورد، اما روابط بین پست‌ها و هدف مشترک پیروزی در بازی‌ها همچنان ثابت باقی می‌ماند.

علاوه بر این، رفتار یک سیستم به انباشت‌ها و جریان‌ها تقسیم می‌شود که به‌مرور زمان تغییر می‌کنند.

انباشت‌ها (Stocks) عناصر یک سیستم هستند که می‌توانند در هر زمان خاصی اندازه‌گیری شوند. مثلا، آب در یک وان حمام، کتاب‌ها در یک فروشگاه یا پول در یک بانک. از سوی دیگر، جریان (Flow) تغییر انباشت در طول زمان است که به دلیل ورودی‌ها، که اضافه می‌کنند، و خروجی‌ها، که کم می‌کنند، اتفاق می‌افتد. بهترین مثال تولد و مرگ یا خرید و فروش هستند.

## هر سیستم پایدار برای تثبیت به بازخورد متکی است

اکنون در مورد انباشت‌ها و جریان‌های یک سیستم می‌دانید؛ اما همچنین باید بدانید که آنها همیشه در حال تغییر هستند. وقتی تغییرات در انباشت بر جریان‌های ورودی و خروجی یک سیستم تاثیر می‌گذارد، می‌گوییم سیستم دارای بازخورد (feedback) است.

علاوه بر این، اشکال مختلفی از بازخورد وجود دارد. اگر یک نیرو، اختلاف بین سطوح واقعی و مطلوب انباشت را تثبیت کند، بازخورد متعادل‌کننده شناخته می‌شود. چنین بازخوردی زنجیره‌ای از قوانین یا قوانین فیزیکی است که به سطح انباشت مربوط می‌شوند و توانایی تغییر آن را دارند.

یک ترموستات را در نظر بگیرید که دمای اتاق را متعادل می‌کند. در این مثال، دمای

اتـاق انبـاشت اسـت، گرمـای رادیـاتور ورودی و گرمـای خارج‌شـده از پنجره‌هـا خروجـی است؛ بنابراین، هنگامی که دما کاهش می‌یابد، ترموستات متوجه تفاوت دمای مطلوب و واقعی اتاق می‌شود و به بخاری فرمان می‌دهد که روشن شود.

اما این تنها یک شکل از بازخورد است؛ دیگری بازخورد تقویت‌کننده است که به طور مداوم بیشتر - یا کمتر - از آنچه که قبلا وجود دارد تولید می‌کند. بنابراین، هرچه پول بیشتری در حساب پس‌انداز خود داشته باشید، سود بیشتری به‌دست می‌آورید و هر چـه سـود بیشتـری کسـب کنیـد، پـول بیشتـری در حسـاب خـود داریـد. مکـانیزم تقویت‌کننده می‌تواند رشد یا تخریب مداوم و حتی تصاعدی ایجاد کند.

ایـن دو بـازخورد بسـیار مهـم هسـتند زیـرا یکـی از رایج‌تریـن و همچنیـن مهم‌تریـن ساختارهای سیستم شامل یک انباشت با یک بازخورد متعادل‌کننده و یک بازخورد تقویت‌کننده است.

به‌عنوان‌مثال، نرخ زادوولد مثبت به‌عنوان یک عامل تقویت‌کننده برای جمعیت انسانی عمل می‌کند، زیرا می‌تواند منجر به رشد تصاعدی شود. هرچه تعداد افراد بیشتر باشد، نوزادان بیشتری متولد می‌شوند و این نوزادان بزرگ شده و خود صاحب فرزند می‌شوند. بااین‌حال، جمعیت دارای یک عامل تعدیل‌کننده نیز هست که همان مرگ است؛ بنابراین، هنگامی که جمعیت به طور غیرقابل‌کنترلی افزایش می‌یابد، عامل تعدیل‌کننده (مرگ افراد بر اثر عواملی مانند بیماری و کمبود منابع)، وارد عمل می‌شود.

## سیستم‌های کارآمد، تاب‌آور، خودسازمانده و سلسله‌مراتبی هستند

آیا تابه‌حال فکر کرده‌اید که چرا برخی سیستم‌ها، مانند ماشین‌های خوب کار می‌کنند یـا اکوسیسـتم‌های جهـان، اینقـدر یکپـارچه عمـل می‌کننـد؟ تـاب‌آوری یـک عامـل تعیین‌کننده اصلی در توانایی یک سیستم برای سازگاری با شرایط متغیر است.

تاب‌آوری، همان خاصیت ارتجاعی یک سیستم یا به عبارت دیگر، میزان توانایی آن در

بازیابی از یک تغییر یا تحول است. تاب‌آوری هر سیستم، حاصل ساختار آن و همچنین بازخوردهای آن است که به روش‌ها، جهت‌ها و در مقیاس‌های زمانی مختلف عمل می‌کنند. بدن انسان را در نظر بگیرید؛ این سیستم می‌تواند در برابر نیروهای مهاجم از خود محافظت کند، طیف وسیعی از دماها را تحمل کند، با تغییرات در تامین مواد غذایی خود سازگار شود، خون را مجددا تخصیص دهد و حتی استخوان‌های شکسته را ترمیم کند.

اما مردم اغلب اهمیت تاب‌آوری را دست‌کم می‌گیرند و آن را فدای اهدافی مانند بهره‌وری یا راحتی می‌کنند تا جایی که سیستم فرو می‌ریزد. مثلا، صنعت از منابع طبیعی برای سود استفاده می‌کند، در نتیجه، گونه‌ها از بین می‌روند، مواد شیمیایی خاک را تغییر می‌دهند و سموم متمرکز می‌شوند. در نتیجه فجایع زیست‌محیطی اجتناب‌ناپذیر می‌شوند.

با این حال، تاب‌آوری تنها مکانیسم دفاعی سیستم‌ها نیست؛ برخی از آن‌ها می‌توانند خودسازمان‌ده نیز باشند. به این معنا که می‌توانند بیاموزند، تنوع پیدا کنند، تکامل یابند و ساختار خود را بسازند: یک تخمک بارور شده به‌تنهایی توانایی تبدیل شدن به یک انسان بالغ را دارد.

بنابراین، همان‌طور که سیستم‌ها ساختارهای جدید و پیچیده‌تر می‌سازند، بر اساس سلسله‌مراتب خود را سازماندهی می‌کنند. در واقع، هر چیز روی زمین به زیرسیستم‌هایی تقسیم می‌شود که زیرسیستم‌های بزرگ‌تری را تشکیل می‌دهند که به نوبه خود زیرسیستم‌های بزرگ‌تری تولید می‌کنند. یک سلول در کبد شما زیرسیستمی از خود اندام است که زیرسیستمی از خود شماست و شما زیرسیستمی از یک خانواده هستید که زیرسیستمی از جامعه است.

اما چرا سلسله مراتب؟ زیرا آنها سطح اطلاعاتی را که هر بخش از سیستم باید مدیریت کند کاهش می‌دهند. به عنوان مثال، از آنجایی که سلول‌های کبد می‌دانند چگونه سموم را تجزیه کنند، سلول‌های ریه نیازی به این کار ندارند.

## درک برخی اشتباهات رایج کمک می‌کند سیستم‌ها را موثرتر بررسی کنید

سیستم‌هایی که به خوبی می‌شناسیم می‌توانند شفاف به نظر برسند، اما اگر بیش از حد بر خروجی‌های آنها تمرکز کنیم و به رفتار واقعی آنها - یا نحوه عملکرد هر یک در طول زمان - توجه کافی نداشته باشیم، در نهایت آنها را اشتباه تفسیر خواهیم کرد. مشکل این است که از آنجایی که خروجی‌های یک سیستم قابل مشاهده‌ترین جنبه آن هستند، ما اغلب سیستم‌ها را به مجموعه‌ای از رویدادها ساده می‌کنیم. برای ما آسان است که فقط به بازی‌های برده و باخته یا درصد جنگل‌های آمازون که تخریب شده‌اند توجه کنیم.

بنابراین، تصور کنید در حال تماشای یک بازی فوتبال هستید که در آن هر دو تیم به طور مساوی با هم رقابت می‌کنند، اما یکی از تیم‌ها به طور استثنایی خوب بازی می‌کند. وقتی آنها بازی را ببرند، نتیجه برای شما کمتر از کسی که فقط نتیجه نهایی یا خروجی را می‌بیند، تعجب‌آور خواهد بود.

اما این تنها اشتباهی نیست که مرتکب می‌شویم. ما تمایل داریم روابط را خطی را ببینیم، علی‌رغم ماهیت غیرخطی جهان. فرض کنید ۵ کیلوگرم کود به یک مزرعه اضافه می‌کنید و ۶۰ کیلوگرم گندم تولید می‌کند. سپس ممکن است انتظار داشته باشید که اضافه کردن ۱۰ کیلوگرم، ۱۲۰ کیلوگرم گندم تولید شود.

بااین‌حال، دنیای واقعی معمولا این‌طور کار نمی‌کند. اگر ۱۰ کیلوگرم کود اضافه کنید، ممکن است محصول شما ثابت بماند؛ زیرا مواد مغذی اضافی به خاک آسیب می‌رساند و حاصلخیزی آن را کاهش می‌دهد.

در نهایت، انسان‌ها اغلب فراموش می‌کنند که سیستم‌ها به‌ندرت از یکدیگر جدا می‌شوند؛ چون ذهن ما فقط قادر به پردازش مقدار محدودی از اطلاعات است. بنابراین، برای ساده‌سازی مسائل، هر سیستم را به‌صورت ذهنی جدا می‌کنیم.

با این حال، فراموش کردن اینکه این مرزها مصنوعی هستند آسان است و می‌توانیم آنقدر به آنها عادت کنیم که طبیعی به‌نظر برسند. نتیجه این است که تمایل داریم در شرایطی فکر کنیم که خیلی گسترده یا خیلی محدود هستند.

به‌عنوان‌مثال، اگر در حال بررسی راه‌هایی برای کاهش انتشار $CO_2$ هستید، ایجاد یک مدل دقیق از آب‌وهوای سیاره، فرآیند را بیش از حد پیچیده می‌کند، اما تمرکز صرف بر صنعت خودرو به همان اندازه بی‌نتیجه خواهد بود.

## سیستم‌های فاسد در اثر قدرت نامتناسب تولید می‌شوند و می‌توانند استفاده بیش از حد را ممکن کنند

همه سیستم‌ها دارای ویژگی‌های مشترکی هستند، اما برخی از آنها می‌توانند رفتارهای بسیار غیرطبیعی و حتی مشکل‌ساز تولید کنند. این می‌تواند زمانی اتفاق بیفتد که هر یک از زیرسیستم‌ها، هدف متفاوتی داشته باشند و این «مقاومت سیاست» نامیده می‌شود.

در ادامه نحوه عملکرد آن آمده است.

اگر یک عامل در سیستم یا هر یک از زیرسیستم‌ها برتری پیدا کند و از آن برای تغییر جهت سیستم استفاده کند، همه عوامل دیگر باید دو برابر سخت‌تر کار کنند تا آن را به مسیر اصلی بازگردانند. نتیجه، سیستمی است که گیر کرده و همان مشکلات را بارها و بارها تکرار می‌کند.

مثلا قاچاقچیان مواد مخدر و معتادان هر دو می‌خواهند عرضه مواد مخدر بالا باشد، اما مجری قانون خلاف این را می‌خواهد؛ بنابراین، وقتی پلیس از ورود مواد مخدر به یک کشور جلوگیری می‌کند، قیمت‌ها در خیابان افزایش می‌یابد. در نتیجه، معتادان برای پرداخت قیمت‌های بالاتر مرتکب جنایات بیشتری می‌شوند و تامین‌کنندگان روی هواپیماها و قایق‌هایی سرمایه‌گذاری می‌کنند که می‌توانند از دست مقامات فرار کنند.

برای اصلاح چنین سیستمی، لازم است رها شویم و انرژی و منابع موجود را به سمت متحد کردن بازیگران در زیرسیستم‌های مختلف سوق دهیم. به‌این‌ترتیب آنها می‌توانند موقعیتی را پیدا کنند که برای همه کارساز باشد.

اما مشکلات دیگری نیز می‌تواند در یک سیستم وجود داشته باشد. به‌عنوان‌مثال، زمانی که یک زیرسیستم از منبعی استفاده می‌کند که به طور مشترک متعلق به همه است و ناپایدار است. نتیجه این کار فروپاشی است.

اگر زمینی توسط چندین چوپان مورد استفاده قرار گیرد که دائما به گله‌های خود حیوان اضافه می‌کنند، در نهایت علفزار تخریب می‌شود؛ زیرا چمن، زمان لازم برای رشد مجدد را ندارد، ریشه‌ها از خاک جدا می‌شوند و باران آن را می‌شوید و می‌برد.

چرا این اتفاق می‌افتد؟ زیرا بازخورد بین منابع و مصرف‌کنندگان منابع یا وجود ندارد یا بسیار با تاخیر است. برای جلوگیری از فروپاشی، لازم است کاربران آموزش ببینند تا بفهمند که چگونه اقدامات آنها بر منابع تاثیر می‌گذارد و چگونه می‌توانند با تنظیم استفاده، آن را بازیابی کنند.

## سیستم‌ها را می‌توان از نظر فیزیکی تصحیح کرد تا کارایی بهبود یابد

احتمالا فکر می‌کنید که داشتن راهی برای وادار کردن سیستم‌ها به تولید بیشتر چیزهای خوب و کاهش چیزهای بد، عالی خواهد بود. خب، خوش‌شانس هستید. با تغییر در بافرها، طراحی سیستم و تاخیرها، می‌توانیم سیستم‌هایی کارآمدتر بسازیم.

چطور؟ خب، بافرهای سیستم - مانند زمان، موجودی و فضای ذخیره‌سازی - باید از اندازه بهینه برای عملکرد صحیح برخوردار باشند. بنابراین افزایش ظرفیت بافر می‌تواند یک سیستم را تثبیت کند. بااین‌حال، افزایش بیش از حد آن باعث ایجاد یک سیستم غیرمنعطف می‌شود. به‌عنوان‌مثال، کسب‌وکارها حداقل موجودی را خریداری می‌کنند؛ زیرا کمبود گاه‌به‌گاه محصول، از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر از سرمایه‌گذاری در انبارداری پرهزینه کالاهایی است که ممکن است فروخته نشوند.

طراحی سیستم نیز عامل مهم دیگری است. طراحی درست سیستم امکان حداکثر کارایی را فراهم می‌کند، مستعد نوسان کمتر است و درک بهتری از محدودیت‌ها و تنگناهای خود دارد. به عنوان مثال، در گذشته تنها جاده بین شرق و غرب مجارستان

از پایتخت می‌گذشت. ازدحامی که ایجاد می‌کرد نمی‌توانست صرفا با اضافه کردن چراغ‌های راهنمایی برطرف شود و سیستم نیاز به طراحی مجدد کامل داشت.

در نهایت، تاخیرها - زمانی که یک سیستم یا اجزای آن برای توجه و پاسخ به تغییر نیاز دارند - نقطه اهرمی دیگری برای بهبود سیستم‌ها محسوب می‌شوند. هر سیستمی دارای تاخیر است، اما زمانی که تاخیرهای یک سیستم طولانی شوند، در پاسخگویی به تغییرات کوتاه‌مدت با مشکل مواجه می‌شود؛ بنابراین، تاخیرها باید متناسب با سرعت تغییرات سیستم باشند.

در مورد اقتصاد جهانی، جهان همیشه دنبال رشد اقتصادی سریع‌تر است، اما واقعیت فیزیکی عناصری مانند کارخانه‌ها، فناوری‌ها، قیمت‌ها و ایده‌ها با همان سرعت تغییر نمی‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، یک تاخیر وجود دارد؛ بنابراین، کاهش سرعت رشد و در نتیجه، دادن زمان به فناوری و قیمت‌ها برای رسیدن به آن، یک سیستم کارآمدتر را ایجاد می‌کند.

## سیستم‌ها را می‌توان با تنظیم مکانیسم‌های داخلی و قوانین کارآمدتر کرد

بنابراین، تغییر عناصر فیزیکی یک سیستم می‌تواند آن را بهبود بخشد، اما روش‌های دیگری نیز برای رفع مشکلات وجود دارد. مثلا روی جریان اطلاعات، قوانین سیستم و خودسازماندهی آن تمرکز کنید.

سیستم‌ها اغلب فاقد جریان اطلاعات کافی هستند. در نتیجه، اضافه‌کردن آنها می‌تواند پیشرفت‌های قابل‌توجهی ایجاد کند. به‌عنوان‌مثال، نصب کنتورهای برق در راهروها به‌جای زیرزمین‌ها، مصرف انرژی را در برخی از حومه‌های هلندی به میزان یک‌سوم کاهش داد، زیرا ساکنان به اطلاعات مربوط به مصرف خود دسترسی داشتند و می‌توانستند میزان مصرف برق خود را براین‌اساس تنظیم کنند.

اما اگر افرادی که از سیستم سود می‌برند نیز توانایی تعیین قوانین و اعمال کنترل بر آن را داشته باشند، سیستم به‌خوبی عمل نخواهد کرد. اگر سیستم تجارت جهانی

توسط شرکت‌ها اداره شود و در درجه اول به نفع شرکت‌ها باشد، به‌ناچار سقوط خواهد کرد.

علاوه بر این، هنگامی که سیستم‌ها خودسازماندهی می‌کنند، می‌توانند به تنهایی تکامل یافته و یاد بگیرند - این یک ویژگی جذاب است، اما اغلب انسان‌ها را می‌ترساند زیرا به معنای از دست دادن کنترل است. نتیجه این است که انسان‌ها محدودیت‌هایی را بر سیستم‌ها تحمیل می‌کنند. با این حال، این کار اغلب می‌تواند مشکلات بزرگتری ایجاد کند، بنابراین اجازه دادن به یک سیستم برای خودسازماندهی یک حرکت بهتر است.

سیستم‌ها همچنین زمانی با مشکل مواجه می‌شوند که اهداف یا الگوهای نادرستی داشته باشند. اگر سیستمی بر اساس هدف اشتباهی بنا شده باشد و آن هدف تغییر کند، کل سیستم سازگار خواهد شد. برای مثال، برخی کشورها دریافته‌اند که سیستم متمرکز برنامه‌ریزی اقتصادی برای آنها کارساز نیست. وقتی اهداف آنها تغییر کرد، هر زیرسیستمی در اقتصاد با مدل جدید تنظیم شد.

و الگوها؟ خب، اینها عمیق‌ترین باورهایی هستند که یک سیستم بر اساس آنها ساخته شده است. مانند «رشد خوب است» یا «فرد می‌تواند صاحب زمین شود.» بنابراین، اگر الگوهای یک سیستم نادرست باشد، باید تغییر کنند. بوم‌شناسان شروع به تغییر الگوهای حفاظت از محیط زیست کرده‌اند. نتایج، تغییراتی در سیستم‌های مختلف بوده است؛ زیرا صنایع، مردم، شهرها و کل کشورها شروع به تطبیق نحوه مدیریت زباله‌های خود کرده‌اند.

## توجه به کارکردهای درونی سیستم‌ها کمک می‌کند تا جهان را بهتر درک کنید

در این مرحله احتمالا متوجه شده‌اید که سیستم‌ها را نمی‌توان کنترل کرد و تنها به معنای کلی قابل درک هستند.

خبر خوب: چند قدم ساده وجود دارد که به شما کمک می‌کند در دنیای سیستم‌ها

بهتر حرکت کنید و کارایی آنها را افزایش دهید. اول، مفید است که با یادگیری تاریخچه یک سیستم و جمع‌آوری اطلاعات، نحوه رفتار آن را مشاهده کنید. جهان پر از تصورات غلط است و هر چه داده‌های بیشتری داشته باشیم، می‌توانیم قضاوت بهتری داشته باشیم. به‌عنوان‌مثال، در حالی که ممکن است فکر کنید قیمت‌ها در حال افزایش هستند، به همان اندازه می‌توانند در حال کاهش باشند.

پس از جمع آوری داده‌ها، باید نحوه عملکرد سیستم مورد نظر را با ذکر ترتیبات ساختاری و عملکردهای آن یادداشت کنید. این کار باعث می‌شود که مدل‌های شما کامل باشند، با هم جمع شوند و سازگار باشند.

گام بعدی توزیع اطلاعات در سیستم است. به‌طورکلی، برای اینکه یک سیستم به‌درستی کار کند، اطلاعات آن باید توزیع شود؛ بنابراین هر چه اطلاعات به‌موقع، دقیق و کامل باشد، سیستم بهتر عمل می‌کند.

در حین انجام این فرآیند، باید به آنچه مهم است، چه عوامل قابل‌اندازه‌گیری و چه غیرقابل‌اندازه‌گیری، توجه کنید. چرا که انسان‌ها تمایل دارند ارزش بیشتری برای اعداد و کمیت قائل شوند و کمتر به کیفیت اهمیت دهند، زیرا کمیت را راحت‌تر می‌توان اندازه‌گیری کرد و با آن ارتباط برقرار کرد. اما مواردی مانند عدالت، دموکراسی، امنیت و آزادی نیز ضروری هستند، هرچند که نمی‌توان آن‌ها را به صورت کمی ارزیابی کرد.

و همچنین مهم است توجه داشته باشید که چگونه یک سیستم رفتار خود را تولید می‌کند. برای این کار فقط این سوالات را در ذهن داشته باشید:

کدام عوامل بیرونی و درونی رفتارهای خاصی را ایجاد می‌کنند؟ آیا این عوامل قابل کنترل هستند؟

هنگامی که به این سوالات پاسخ دهید، می‌توانید ببینید که مسئولیت در سیستم کجاست و همچنین اقدامات چگونه تولید می‌شوند و چه عواقبی دارند. به‌عنوان‌مثال، اگر از تاخیر پرواز ناراحت هستید و این سوالات را از خود بپرسید،

احتمال اینکه ناامیدی خود را روی یک مهماندار بی‌گناه تخلیه کنید، بسیار کمتر خواهد بود.

## درباره نویسنده

دونلا مدوز، دانشمند محیط‌زیست، نویسنده و معلمی بود که به طور گسترده پیشرو زمان خود محسوب می‌شد. او در طول زندگی‌اش، یکی از مهم‌ترین تحلیلگران سیستم‌ها در جهان و دریافت‌کننده جایزه مک آرتور «نابغه» بود. مدوز در سال ۲۰۰۱ درگذشت.