



تفکر سیستمی

(مبانی، ابزار و روش)

ترجمہ و تالیف: قاسم مختاری

عضو ہیئت علمی دانشگاہ قم

تفکر سیستمی

(مبانی، ابزار و روش)

ترجمه و تألیف: قاسم مختاری

(عضو هیئت علمی دانشگاه قم)

امام علی (ع):

«نادانی انسان به عیبهای خود، از بزرگترین گناهان اوست»

مقدمه

الف. چرا به تفکر سیستمی نیاز داریم؟

مشکلات جوامع انسانی و سازمانها روزبه‌روز پیچیده‌تر و حل آنها نیازمند تفکر بهتر است. موارد فراوانی وجود دارد که تلاش مدیران و مسئولان برای حل یک مشکل، فقط موجب تسکین آن بوده و پس از مدت کوتاهی، وضعیت مانند قبل شده یا منجر به ایجاد مشکلاتی بزرگتر و بدتر گردیده است.

تصمیم‌گیری و یادگیری اثربخش در دنیایی با پیچیدگی فزاینده، نیازمند تفکر سیستمی (Systems Thinking) است: مرزهای مدل‌های ذهنی خود را گسترده‌تر کنیم و ابزارهایی خلق کنیم تا با استفاده از آنها درک کنیم چگونه ساختار سیستم‌های پیچیده، سازنده رفتار آنها است.

البته همه ما استعاره "به اندازه کافی از جزئیات فاصله گرفتن" و "دیدن جنگل به جای درختان" را می‌دانیم؛ ولی متأسفانه اکثراً وقتی قدمی عقب‌تر می‌رویم، تنها "انبوهی از درختان" را مشاهده می‌کنیم؛ یک یا دو تا از آنهایی که مطلوبمان هستند را گزینش می‌کنیم و توجه و تلاش خود را بر تغییر آنها متمرکز می‌نماییم. بزرگترین مزیت تفکر سیستمی، کمک به تشخیص تغییرات پُر اثر (high-leverage) از تغییرات کم‌اثر (low-leverage)، در موقعیت‌های پیچیده است. در واقع، هنر تفکر سیستمی این است که از درون پیچیدگی‌ها، ساختارهای بنیادین ایجادکننده دگرگونی‌ها را ببینیم. تفکر سیستمی به معنای نادیده گرفتن پیچیدگی‌ها نیست بلکه به معنای سازمان دادن به پیچیدگی، در قالب تبیینی منسجم است که علل مسائل را روشن کند و مشخص نماید چگونه می‌توان آنها را به طریقی ماندگار درمان نمود. پیچیدگی فزاینده جهان امروز، بسیاری از مدیران را بدان‌جا رسانده است که وانمود کنند اطلاعات مورد نیاز برای عملکرد اثربخش را در اختیار ندارند؛ اما به نظر می‌آید مسئله اساسی که مدیران با آن مواجه‌اند، همیشه قلّت اطلاعات نیست بلکه گاهی هم کثرت اطلاعات است. آنچه غالباً بدان نیازمندیم، روش‌هایی برای فهم این است که چه چیزی مهم است و چه چیزی مهم نیست؛ بر چه متغیرهایی متمرکز شویم و به کدام‌ها کمتر توجه کنیم.

هدف تفکر سیستمی، بهبود درک ما از ارتباط عملکرد هر سازمان با ساختار درونی و سیاستهای عملیاتی آن (و نیز سیاستهای عملیاتی مشتریان، رقبا، تامین‌کنندگان و ...) است تا از این درک برای طراحی سیاستهای مؤثر اهرمی، استفاده کنیم. می‌خواهیم درک کنیم چگونه رفتار ما همراه با طرح خود سیستم، ریشه عملکردی هستند که با آن مواجهیم. به یاد داشته باشید که همواره تبیین‌های ظاهراً متقاعدکننده‌ای وجود دارد که نتایج کسب شده را به نیروهای خارج از سیستم نسبت می‌دهند؛ اما این تبیین‌ها اهرمی برای تغییر فراهم نمی‌کنند.

ب. تفکر سیستمی چیست؟

عناوین مختلفی نظیر "تفکر سیستمی"، "رویکرد سیستمی"، "پویایی‌شناسی سیستم" و "نظریه سیستم‌ها" به موضوعی نسبت داده می‌شوند که اکثر افراد در مورد آن چیزهایی شنیده‌اند؛ خیلی‌ها وانمود می‌کنند که به آن نیاز دارند؛ و تعداد کمی واقعاً می‌دانند که چیست.

تفکر سیستمی در میدان عمل، طیفی از فعالیت‌ها را در بر می‌گیرد؛ از مفهومی (conceptual) تا فنی (technical). در ابتدای این طیف، اتخاذ دیدگاه یا منظر سیستمی (systems viewpoint) قرار دارد.



هنگامی دیدگاه سیستمی اتخاذ کرده‌اید که به اندازه کافی (از هر دو جنبه زمانی و مکانی) عقب بایستید تا بتوانید شبکه‌ای از ارتباطات بنیادین دوسویه را ببینید که به صورت زنجیره‌ای عمل می‌کنند و سازنده الگوی رفتاری هستند که سیستم از خود بروز می‌دهد. زمانی دیدگاه سیستمی اتخاذ نموده‌اید که بتوانید از درختان فراتر رفته و جنگل را ببینید. وقتی در یک واقعه "گیر" افتاده‌اید، دیدگاه سیستمی را به کار نبرده‌اید. کسانی که در روشنایی از بالا به یک شهر، چشم دوخته‌اند یا از بالای کوه با دقت به دره یک رودخانه نگرسته‌اند، به خوبی درک می‌کنند "به اندازه کافی عقب ایستادن" یعنی چه: جزئیات محو می‌شوند؛ الگوی ارتباطها پدیدار می‌گردد؛ و به نظر می‌آید عقربه زمان، کندتر شده است. برعکس، آنهایی که در ساعات (دیوانه‌کننده) اوج ترافیک در یک بزرگراه گرفتار شده‌اند، می‌دانند "گیر افتادن در یک واقعه" یعنی چه. آن اولی ذاتاً حیرت‌آور، قدرت‌آفرین، و شکوفاکننده است؛ اما دومی ذاتاً ملال‌آور، تحلیل‌برنده و محدودکننده است.

هر چه از انتهای چپ طیف فوق، به طرف راست حرکت می‌کنیم، فعالیت‌ها بیشتر مرتبط با "پیاده‌سازی (implementation)" دیدگاه سیستمی هستند؛ آنها نظام‌یافته‌تر و تحلیلی‌تر می‌شوند. پیاده‌سازی نوعاً با ترسیم نقشه ارتباطات دوسویه‌ای آغاز می‌شود که تصور می‌رود پایه ایجاد الگوی رفتاری سیستم هستند. این نقشه‌ها می‌خواهند نشان دهند چه چیزی با چه چیزی مرتبط است؛ همچنین برای استخراج مدل‌های ذهنی افراد از مسئله و اشتراک این مدل‌ها با دیگران مفیدند. در گام بعدی ممکن است نموداری از ساختار سیستم تهیه کنید تا نشان دهید واقعاً عملکرد سیستم ناشی از چیست. در پایان ممکن است نمودار ساختاری را به مجموعه‌ای از معادله‌ها ترجمه کنید. این معادله‌ها، طبیعت ارتباطها را نشان می‌دهند و جهت و قوت این ارتباطها را تعیین می‌کنند. با تکمیل این مرحله، قادر خواهید بود رفتار سیستم را شبیه‌سازی کنید و به ارزیابی گزینه‌های بهبود بپردازید.

ج. چه نیازی به این کتاب بود؟

کتاب موجود در زمینه تفکر سیستمی، عموماً بخش‌هایی محدود از طیف مورد اشاره در بند ب را به‌خوبی پوشش می‌دهند. برخی از کتاب مرتبط با تفکر سیستمی، عمدتاً بر ابزارهای مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها تمرکز دارند (متماایل به انتهای طیف) و برخی نیز بیشتر بر اصول و مفاهیم تأکید نموده و از ورود به تشریح ابزارهای تفکر سیستمی حذر نموده‌اند (متماایل به ابتدای طیف). این کتاب بر آن است که دو دیدگاه مذکور را پوشش دهد. هم اصول و مبانی تفکر سیستمی را با نمونه‌های فراوان تشریح می‌کند و هم ابزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها را با مثال‌های متنوع ارائه می‌دهد؛ چرا که اعتقاد بر این است که اینها دو بال مورد نیاز برای کاربرد تفکر سیستمی هستند. بنابراین تلاش می‌کند تصویری جامع (و کل‌نگر) از مباحث تفکر سیستمی ارائه دهد.

د. منابع تکمیلی

مطالعه این کتاب، پایان راه نخواهد بود. به کسانی که علاقه‌مند به ادامه مطالعات خود در زمینه تفکر سیستمی هستند، توصیه می‌کنم منابع زیر را مطالعه نمایند:

1. The Fifth Discipline; The Art and Practice of The Learning Organization, Peter M. Senge, 1990
2. The Fifth Discipline Fieldbook; Strategies and Tools for Building a Learning Organization, Peter M. Senge et al
3. Business Dynamics; Systems Thinking and Modeling for a Complex World, John D. Sterman, 2000

لازم است از همه عزیزانی که مشوق و یاری‌کننده من در تألیف این کتاب بوده‌اند، تشکر کنم و امیدوارم خوانندگان عزیز این اثر، با نظرات اصلاحی و پیشنهادات خود، مرا در تکمیل آن یاری دهند.

قاسم مختاری

mokhtari@behsad.com

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	بخش اول: آشنایی با تفکر سیستمی
۷	فصل اول: مقدمه
۲۴	فصل دوم: عقب‌تر بایستید
۴۴	فصل سوم: ساختار سیستم، بوجودآورنده رفتار آن است
۸۲	فصل چهارم: سیستم، چیزی بیش از مجموع اجزاء آن است
	بخش دوم: ابزار و روش تفکر سیستمی (۱)
۸۹	فصل پنجم: نمودارهای حلقه علّیت (Causal Loop Diagrams)
۱۴۷	فصل ششم: مواجهه سیستمی با مسائل
۱۹۱	فصل هفتم: الگوهای پایه سیستم‌ها (Archetypes)
	بخش سوم: ابزار و روش تفکر سیستمی (۲)
۲۵۳	فصل هشتم: نمودارهای انبار و جریان (Stock and Flow Diagrams)
۲۹۰	فصل نهم: تأخیرها (Delays)
۳۱۴	فصل دهم: نوسان سیستم‌ها
۳۳۹	فصل یازدهم: متدولوژی پویایی‌شناسی سیستم (System Dynamics Methodology)
۳۷۶	فصل دوازدهم: شبیه‌سازی ساختارهای پایه سیستم‌ها (Archetypes)
۳۸۸	منابع و مآخذ
۳۸۹	درباره طرح روی جلد

فصل اول: مقدمه

(۱-۱) سیستم چیست؟

کلمه سیستم برای همه ما آشنا است. هر روز با انواع سیستم‌ها سر و کار داریم:

- سیستم‌های بیولوژیک مانند انسان، حیوانات و نباتات. (در بدن انسان، سیستم‌های متنوعی همچون سیستم گوارش و سیستم عصبی وجود دارند.)
- سیستم‌های طبیعی همچون جنگل‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
- کره زمین، منظومه شمسی و کهکشان راه شیری
- سیستم‌های مکانیکی همچون موتورها، ژنراتورها و خودروها
- سیستم‌های اجتماعی همچون دانشگاه‌ها، کارخانه‌ها، سازمان‌ها، احزاب سیاسی و خانواده‌ها
- سیستم‌های سلولی در زیست‌شناسی و سیستم‌های اتمی در فیزیک
- سیستم‌های انسان به علاوه ماشین (ترکیب سیستم‌های مکانیکی و بیولوژیک؛ مانند راندن یک اتومبیل توسط انسان)

در نظر اول همه سیستم‌های فوق، بسیار متفاوت با یکدیگر به نظر می‌آیند. پس چرا همه آنها را سیستم می‌نامیم؟ به این دلیل که همه آنها از یک لحاظ با یکدیگر مشابه‌اند: همه آنها دستگاه‌هایی هستند که از قسمت‌های گوناگون تشکیل شده‌اند اما همه این قسمت‌ها به یکدیگر وابسته‌اند و با هم روابط متقابل دارند. با این وجود، کلمه سیستم خالی از ابهام نیست. زیرا با آنکه معنی آنرا می‌دانیم (یا خیال می‌کنیم که می‌دانیم)، بسیار دشوار است که بتوانیم تعریف روشن و دقیقی از آن ارائه دهیم. تعاریف زیادی برای سیستم ارائه شده که یکی از دلایل این تنوع، دیدگاه و نوع سیستم‌های مورد مطالعه توسط ارائه‌کننده تعریف است. ابتدا به دو تعریف زیر توجه کنید:

۱. سیستم، مجموعه‌ای از اجزاء است که در یک رابطه منظم با یکدیگر فعالیت می‌کنند.
۲. سیستم، مجموعه‌ای از اجزاء مرتبط است که در راستای دستیابی به مأموریت خاصی، نوع و نحوه ارتباط بین آنها بوجود آمده باشد.

در دو تعریف فوق، ویژگی‌های ذیل به عنوان مشخصه‌های اصلی سیستم مورد اشاره قرار گرفته است:

- ✓ سیستم دارای دو یا چند مؤلفه یا جزء است
- ✓ بین اجزاء سیستم ارتباط وجود دارد
- ✓ سیستم دارای هدف و مأموریت است

اما سیستم، ویژگی دیگری نیز دارد که در دو تعریف فوق مورد غفلت است. برای بیان این ویژگی، به دو تعریف دیگر از سیستم توجه کنید:

۳. سیستم، بخشی از جهان واقعی است که ما انتخاب و آنرا در ذهن خود به منظور در نظر گرفتن و بحث و بررسی تغییرات مختلفی که تحت شرایط متفاوت ممکن است در آن رخ دهد، از بقیه جهان جدا می‌کنیم (این تعریف از J.W. Gibbs است).

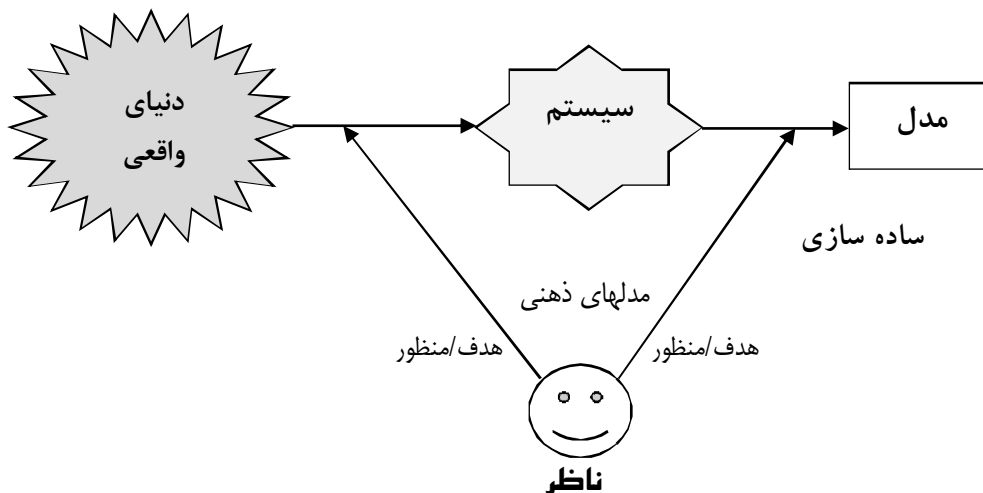
۴. سیستم، مجموعه‌ای است از متغیرها که بوسیله یک ناظر (observer) انتخاب شده‌اند. این متغیرها ممکن است اجزاء یک ماشین پیچیده، یک ارگانیسم یا یک موسسه اجتماعی باشند. طبق تعریف فوق که توسط اشبی (Ashby) ارائه شده، سه موضوع متفاوت وجود دارد :

- یک واقعیت (شی مشاهده شده)

- یک برداشت (درک) از واقعیت

- یک بیان (نمایش) از برداشت صورت گرفته

اشبی، اولی را ماشین (Machine)، دومی را سیستم (System) و سومی را مدل (Model) می‌نامید.



شکل ۱

همانگونه که شکل ۱ نیز نشان می‌دهد، سیستم بخشی از جهان واقعی است که توسط یک ناظر انتخاب می‌گردد. معیار این انتخاب، هدف یا منظور او از مطالعه این واقعیت است. بدیهی است که چارچوب‌های ذهنی ناظر نیز در این انتخاب اثرگذارند. چارچوب‌های ذهنی همچون یک فیلتر بین جهان واقعی و ادراک ناظر، عمل می‌کنند.

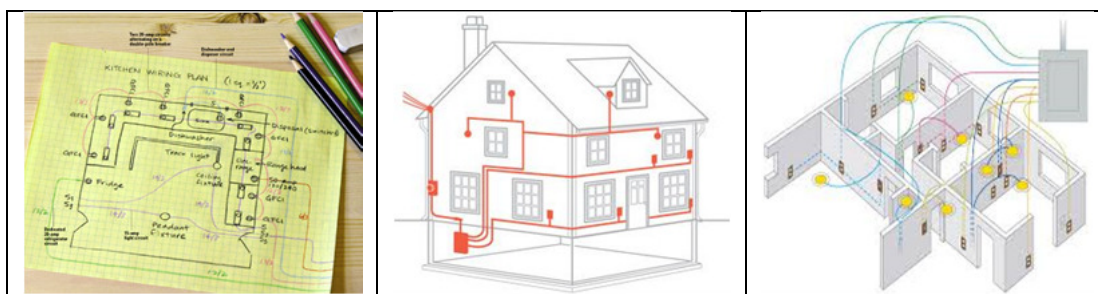
تعریف سیستم و ساخت مدل، بر اساس یک هدف شروع می‌شود که منظور ما از این مطالعه را مشخص می‌کند. مثلاً ممکن است بخواهیم مشکلی را بررسی و حل کنیم. یکی از خطاهایی که بخصوص در تحقیقات دانشگاهی رخ می‌دهد، مدل‌سازی یک سیستم، بدون داشتن هدف شفاف و مشخص است. نقطه شروع باید از یک هدف باشد که غالباً با عنوان مسئله یا مشکل نیز بیان می‌شود. باید بدانیم چرا مدل‌سازی می‌کنیم.

مدل‌ها انواع مختلفی دارند؛ انواع رایج آن عبارتند از: ذهنی (mental)، کلامی (verbal)، گرافیکی (graphical)، ریاضی، یا فیزیکی. به عنوان مثال، بسیاری از لغات موجود در این کتاب، مدل‌های کلامی هستند. رشد، جمعیت، جنگل، و آب، صرفاً چند تا نماد هستند؛ نشانه‌های ساده کلامی، که دلالت بر واقعیت‌های بسیار پیچیده‌ای دارند. هر نمودار، نقشه، و عکس، یک مدل گرافیک است.

مثال ۱: یک دانشکده و ساختمان آن را به عنوان یک واقعیت بیرونی در نظر بیاورید. در دنیای واقعی، این دانشکده دارای ابعاد متعدد و متفاوتی است: از نوع نمای ساختمان تا نوع پنجره‌ها، از تعداد طبقات تا تعداد اتاق‌ها، از نوع پوشش کف طبقات تا نوع قفل درب‌ها، از رئیس دانشکده تا کارمند آموزش، از اساتید تا دانشجویان،

از کتابهای کتابخانه تا ضوابط امانت کتاب، از آیین‌نامه‌های آموزشی تا نحوه حضور و غیاب کارمندان، از روابط بین اساتید تا رابطه بین اساتید و دانشجویان، از نوع لامپ‌ها تا نوع سیستم حرارتی و برودتی، ... هر کسی با دیدگاه و علاقه‌مندی‌های خود به این دانشکده می‌نگرد و به بقیه وجوه آن کاری ندارد. به عنوان مثال یک مسئول برق ساختمان با هدف خاص خود، از این مجموعه در هم تنیده، سیستم برق ساختمان را تعریف و جدا می‌کند. نوع قفل درب‌ها و چگونگی عملکرد اساتید، برای مسئول برق، بی‌ربط است؛ گویی اصلاً وجود ندارند. او فقط به اجزاء مرتبط با سیستم الکتریکی ساختمان توجه دارد: مواردی همچون نوع سیم‌کشی‌ها، برق اضطراری، فیوزها و تابلوها.

اگر مسئول برق ساختمان، نقشه‌ای از سیستم برق ترسیم نماید، یک مدل از سیستم مورد نظر خود ترسیم کرده است (شکل ۲). او در نقشه ترسیمی خود، ناگزیر برخی از جزئیات سیستم را حذف می‌کند (ساده‌سازی).



شکل ۲

تأثیر ناظر و منظور در گزینش وجوهی از واقعیت را می‌توان در تفاوت نگرش مسئول آموزش و مسئول برق دانشکده به یک کلاس مشاهده نمود: مسئول آموزش دانشکده از واقعیت یک کلاس، فقط به مواردی همچون شماره و مکان کلاس، ظرفیت کلاس (تعداد صندلی‌های موجود در کلاس)، نوع صندلی‌ها، و امکانات سمعی و بصری آن توجه دارد. اما مسئول برق، به سیم‌کشی و تعداد لامپ‌ها و پریزها توجه می‌کند.

مثال ۲: منطقه‌ای از کره زمین را در نظر بگیرید. یک متخصص نقشه‌برداری، با عینک خاص خود به این منطقه نگاه می‌کند و برخی چیزها را می‌بیند و خیلی چیزها را حذف می‌کند. او برداشت خود را به صورت یک نقشه ارائه می‌کند که در واقع مدل او از این منطقه است. همه می‌دانیم که نقشه یک منطقه، مساوی خود منطقه نیست؛ نقشه، پستی و بلندی‌های واقعی زمین را نشان نمی‌دهد. نقشه فقط تصویری از واقعیت منطقه است (شکل ۳).



شکل ۳

دقت کنید که دو مرحله ساده‌سازی و حذف انجام شد: مرحله اول به خاطر عینکی است که نقشه‌بردار بر دیدگان خود زده است: هدفی که او از این نقشه‌برداری دارد، به عنوان یک عینک عمل می‌کند. در مرحله دوم، نقشه‌بردار مشاهدات خود را خلاصه و ساده می‌کند تا یک نقشه از منطقه ارائه نماید.

مثال ۳: به عنوان مثالی دیگر، یک جنگل را در نظر بگیرید. یک فرد عادی، جنگل را به صورت مجموعه‌ای از درختان تعریف می‌کند. یک هیئتمشکن، آنرا منبع سوخت می‌داند. زیست‌شناس، جنگل را چوب و کلروفیل

می‌شناسد اما یک شاعر و عارف هندی، درختان را موجوداتی زنده می‌بیند که می‌توان با آنها حرف زد و حتی با آنها رقصید.
هر کسی دنیا را از دریچه برداشت‌ها و تفکرات خودش می‌بیند.

(۲-۱) محیط سیستم (System Environment)

محیط سیستم را عواملی تشکیل می‌دهد که در خارج از سیستم قرار می‌گیرند. شناسایی محیط و عوامل محیطی معمولاً به سادگی انجام نمی‌گیرد. زیرا مرز سیستم با محیط، مرزهای ظاهری آن نیست. طبق تعریف چرچمن، محیط، عوامل و اشیایی را شامل می‌شود که در رابطه خود با سیستم مؤثر و غیر قابل تغییرند. او به مدیران توصیه می‌کند در رابطه با شناسایی عوامل محیطی دو سوال مطرح کنند: اول اینکه، آیا عامل مورد نظر سیستم را متأثر می‌سازد یا خیر؟ اگر پاسخ این سوال مثبت باشد، سوال دوم را بدین‌سان مطرح می‌سازد: آیا سیستم قادر به تغییر آن عامل است؟ به عبارت دیگر می‌تواند آن محدودیت یا مانع را از پیش پای فعالیت‌های خود بردارد؟ در صورتی که پاسخ سوال دوم منفی باشد، آن عامل، یک عامل محیطی است.
تعریف محیط بستگی به ناظر و منظور دارد. به عنوان مثال، یک خانه، برای یک معمار با تمام اجزاء، یک سیستم است. ولی برای مهندس مکانیک، سیستم حرارتی، یک سیستم و خانه محیط آن است. برای یک روانشناس، سیستم حرارتی و برقی، نامربوط هستند (جزئی از سیستم و محیط آن، نیستند).

(۳-۱) بازخورد (Feedback)

بازخورد (یا پس‌خور) یکی از مکانیسم‌هایی است که در اغلب سیستم‌ها به گونه‌ای موجود است. ترموستات‌ها ساده‌ترین دستگاه‌های مکانیکی هستند که با مکانیسم بازخورد عمل می‌کنند. ترموستات‌ها با افزایش یا کاهش دما، اقدام به قطع یا وصل دستگاه می‌کنند. برخی موشک‌های رها شده از هواپیما از طریق بازدریافت برخورد امواج رادار، مسیر خود را اصلاح می‌کنند. در سیستم‌های طبیعی نیز نظام بازخورد وجود دارد. موجودات زنده با دریافت نشانه‌های هشدار، رفتار خود را تغییر می‌دهند. رابطه یک ارگانیسم زنده و محیط آن ارتباطی دوجانبه و مبتنی بر اصل بازخورد است. یک ارگانیسم زنده بر محیط خودش تأثیر می‌گذارد. مکانیسم بازخورد معمولاً با مکانیسم کنترل همراه است. راننده‌ای که هدایت یک اتومبیل را برعهده دارد، اطلاعاتی را از طریق حواس خویش از مسیر دریافت و با آن اطلاعات، اتومبیل را کنترل می‌کند. بازخوردهایی که راننده پیوسته از محیط می‌گیرد، او را در تصمیم‌هایش قبل از چرخاندن فرمان، کم یا زیاد کردن سرعت و ترمز به‌موقع و... یاری می‌دهد.

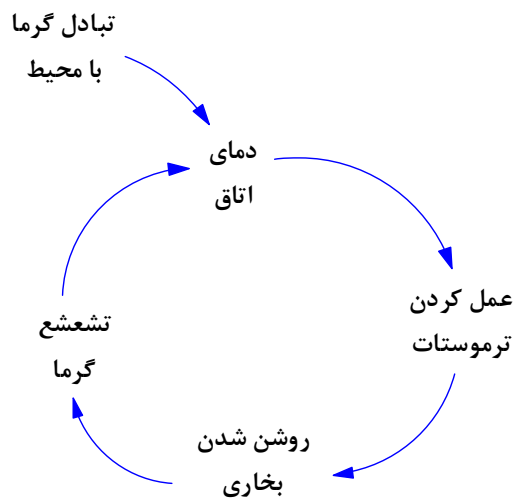
تعریف بازخورد: بازخورد، فرایندی است که طی آن یک سیگنال، از زنجیره‌ای از روابط علی عبور کرده تا اینکه مجدداً بر خودش تأثیر بگذارد. با توجه به نوع تأثیر مجدد، دو نوع بازخورد وجود دارد:

بازخورد مثبت: افزایش (کاهش) یک متغیر، نهایتاً موجب افزایش (کاهش) بیشتر آن متغیر می‌شود.

بازخورد منفی: افزایش (کاهش) یک متغیر، نهایتاً موجب کاهش (افزایش) بیشتر آن متغیر می‌شود.

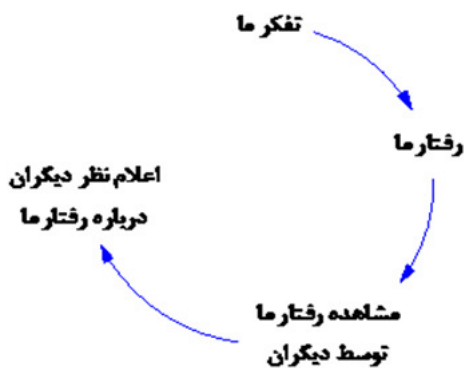
مثال: یک تغییر در دمای اتاق در اثر حمله هوای سرد را در نظر بگیرید. این کاهش ممکن است منجر به فعالیت‌های مختلفی شود. مثلاً افراد حاضر در اتاق لباس گرم بپوشند یا به اتاق گرم‌تر بروند یا ترموستات، بخاری را روشن نماید. فعالیت بخاری ممکن است موجب وقوع خیلی چیزها شود. مثلاً سطح سوخت مخزن بخاری پایین بیاید و موجب خرید سوخت در آینده شود. یا موجب پوسیدگی و گسستگی کوره و تعمیر آن در آینده گردد. اما هیچ‌یک از اینها تأثیر بازخورد روی دمای اتاق ندارند. فعالیت مهم کوره از دید ما (به عنوان تحلیل‌گر دمای اتاق) تشعشع گرما در اتاق است که موجب افزایش دمای اتاق می‌گردد. یعنی یک کاهش در دمای اتاق، نهایتاً موجب

افزایش در دمای اتاق شد. یک تغییر در دمای اتاق بطور اتوماتیک موجب تغییر دیگری در دما می‌شود. در مثال ترموستات، تأثیر دو تغییر فوق در جهت تعادل (balancing) است. کاهش دما نهایتاً باعث افزایش دما می‌شود. اگر ترموستات به درستی کار کند، دمای هوا از مقدار مطلوب تنظیم شده، زیاد انحراف نمی‌یابد.



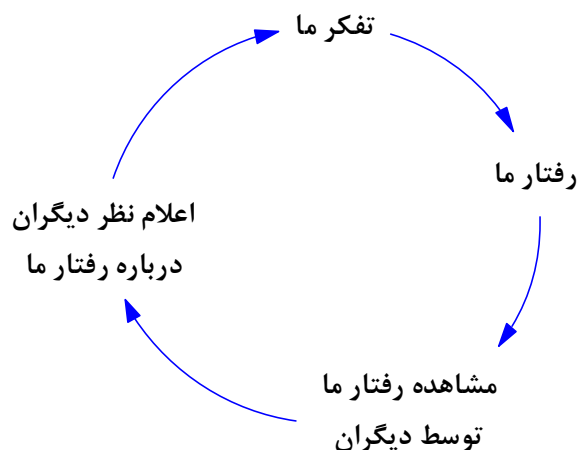
شکل ۴

در سخن عامه مردم، اصطلاح "بازخورد" به معنی انتقاد از دیگران به کار می‌رود؛ مانند این که گفته شود: "رئیس درباره ارائه‌ام به من بازخورد داد" عبارت بازخورد در تفکر سیستمی، به معنی فوق نیست. اعلام نظر خود به دیگری، بازخورد ایجاد نمی‌کند؛ مگر این که آنها بر اساس نظریه شما عمل کنند و منجر به تجدیدنظر شما شوند. اگر اعلام نظر دیگران، هیچ گونه تأثیری بر ما نداشته باشد، بازخورد نیز وجود ندارد. (شکل ۵)



شکل ۵

اما اگر اعلام نظر آنها، موجب بازنگری ما در تفکر و رفتار خود، یا موجب تقویت آن شود، بازخورد ایجاد شده است. (شکل ۶)



شکل ۶

با توجه به مفهوم بازخورد، دو نوع سیستم وجود دارد :

- ✓ سیستم حلقه باز (open loop): در آن زنجیره ساده‌ای از علیت وجود دارد. به عنوان مثال دمای هوا کاهش می‌یابد بنابراین افراد لباس گرم می‌پوشند. پوشیدن لباس گرم تاثیری بر دمای اتاق ندارد.
- ✓ سیستم حلقه بسته (closed loop) : در آن زنجیره‌ای حلقوی از علّیت وجود دارد.

مفهوم بازخورد فقط در سیستم‌های حلقه بسته وجود دارد. سیستم‌های حلقه بسته را عموماً سیستم‌های بازخوردی (feedback systems) می‌نامند. در یک سیستم بازخوردی، یک متغیر هم‌زمان هم علت است و هم معلول. دمای هوا تحت تاثیر تشعشع‌کننده‌ها قرار می‌گیرد و بر فعالیت ترموستات تاثیر می‌گذارد.

در یک سیستم بازخوردی، یک تغییر در محیط (به عنوان مثال تغییر دمای اتاق) منتهی به یک تصمیم (مثل تصمیم ترموستات) می‌شود که موجب انجام یک اقدام (روشن شدن بخاری) گشته و بر محیط تأثیر می‌گذارد (دمای هوای اتاق را بالا می‌برد)

همچنین "بازخورد مثبت" به معنای تمجید و ستایش و "بازخورد منفی" معادل انتقاد نیستند. بازخورد مثبت بیانگر یک فرایند خود-تقویتی (self-reinforcing) و بازخورد منفی به معنای یک فرایند خود-اصلاحی (self-correcting) است. هر دو نوع حلقه‌ها می‌توانند خوب یا بد باشند؛ بستگی به این دارد که در چه مسیری عمل می‌کنند و ارزش‌های شما کدام‌اند.

(۴-۱) مدل‌های ذهنی (Mental Models)

مردی به یک متخصص (therapist) مراجعه می‌کند و می‌گوید: «به تازگی، برای هفتمین بار در پنج سال گذشته، از کار اخراج شده‌ام. با همسرم مشکل دارم و قبلاً هم سه بار جدا شده‌ام. من عاجزانه (desperately) از شما تقاضا دارم کمک کنید بفهمم: چرا در آن دنیای بیرون، این همه آدم نادان (screwed-up) وجود دارد؟»

تصور کنید این مرد به جای متخصص، نزد شما بیاید؛ و شما صادقانه (genuinely) می‌خواهید به او کمک کنید. چه پاسخی به او خواهید داد؟ ممکن است برای ابراز همدردی بگویید: "بله، تعداد زیادی رئیس بد وجود دارد و من مطمئنم که برخی همسران ناخوشایند (unpleasant) نیز آن بیرون هستند". اما اگر بخواهید کار مفیدی در بلندمدت انجام داده باشید، دیر یا زود، باید به او نشان دهید که مشکلات او "آن بیرون" ایجاد نشده‌اند؛ بلکه مشکلات او (حداقل تا حدی) ریشه در مفروضات و باورهای او درباره سایر مردم دارد. تا راهی برای فهماندن این مطلب به او نیابید، همه تلاش‌های شما برای کمک به او، کوتاه‌مدت و احتمالاً محکوم به شکست خواهد بود.

مدل‌های ذهنی به معنی باورها، مفروضات، و گفتگوهای درونی است که ما درباره هر جنبه‌ای از خودمان، دیگران، موقعیت‌ها و زندگی داریم. وقتی این باورها و مفروضات، نظریه‌ای جامع درباره چگونگی یا روش کار چیزی ارائه کنند، پارادایم (paradigm) نامیده می‌شوند.

مشخصه‌های مدل‌های ذهنی

نقشی کلیدی در اثربخشی ما دارند

مدل‌های ذهنی، در شکل‌گیری اقدامات ما نقش دارند و بر اثربخشی ما مؤثرند. مثال ۱: در اوایل دهه ۱۹۵۰، باور عمومی بر این بود که دویدن یک مایل در زمان کمتر از ۴ دقیقه، غیرممکن است. آنگاه در ۱۹۵۳ یک دونده توانست این کار را انجام دهد. در عرض دو هفته، دیگران نیز توانستند رکورد ۴ دقیقه را بشکنند. چه چیزی تغییر کرده بود؟ آیا آنها رژیم غذایی یا برنامه آموزشی خود را تغییر دادند؟ نه! آنها مدل‌های ذهنی خود را درباره آنچه امکان‌پذیر است، تغییر دادند و این تغییر، بر اثربخشی آنها به عنوان دونده مؤثر بود.

مثال ۲: فیل‌های عظیم‌الجثه برخی سیرک‌ها را در نظر بگیرید که با یک زنجیر به تیرکی کوچک بسته شده‌اند. سؤالی که با دیدن این فیل‌ها به ذهن می‌آید، این است که چرا فیل برای رهایی خود، هیچ حرکتی نمی‌کند؟ پاسخ آن است که اولین بار وقتی این فیل کوچک بود، او را با زنجیر به تیرک‌ها بستند و او قدرت کافی برای رهایی خود نداشت. کم‌کم فهمید که تلاش برای کندن تیرک، بی‌فایده است و آنرا به عنوان یکی از شرایط زندگی خود پذیرفت. اکنون که بزرگ شده، با یک اشاره می‌تواند خود را رها کند؛ اما چون این باور را پذیرفته که نمی‌تواند از زنجیر رهایی یابد، هیچ‌گونه کوششی از خود نشان نمی‌دهد. حتی گاهی فیل‌های بزرگی که پیشان به تیرک کوچکی بسته شده است، در آتش‌سوزی‌ها می‌میرند.

مثال ۳: نورمن وینسنت پیل: هر فردی، خود را ارزیابی می‌کند و این برآورد، مشخص می‌کند که او چه خواهد شد. شما نمی‌توانید بیش از آن چیزی بشوید که باور دارید "هستید". نمی‌توانید بیش از آنچه باور دارید "می‌توانید"، انجام دهید.

مثال ۴: آنتونی رابینز: کارهایی را که می‌توانیم یا نمی‌توانیم انجام دهیم و آنچه را که ممکن یا غیرممکن می‌پنداریم، به‌ندرت ناشی از توانایی واقعی ماست؛ بلکه عمدتاً از عقایدی که نسبت به خود داریم، سرچشمه می‌گیرد.

آنچه می‌بینیم و می‌شنویم را فیلتر می‌کنند

مدل‌های ذهنی، همچون یک عینک آفتابی برای ذهن ما عمل می‌کنند. آنچه می‌بینیم و می‌شنویم را فیلتر یا تیره می‌کنند. گزارش‌های زیادی از شاهدان عینی وجود دارد که یک حادثه یا جرم را افراد مختلفی شاهد بوده‌اند اما شرح آنها از ماجرا به میزان قابل ملاحظه‌ای متفاوت بوده است. اگر کسی را باور داشته باشیم یا به وی علاقه‌مند باشیم، ضعف‌ها و کمبودهایش را نمی‌بینیم.

ما نمی‌توانیم به همه اطلاعاتی که لحظه به لحظه در دسترس ماست، توجه کرده و آنها را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کنیم. پس باید اطلاعاتی را که از طریق حواس خود دریافت می‌کنیم، فیلتر کنیم. به سرعت می‌آموزیم که از چارچوب‌های مفهومی (conceptual frames) یا پارادایم‌ها استفاده کنیم تا (اغلب به طور ناخودآگاه) تعیین کنیم چه چیزهایی را می‌توانیم نادیده بگیریم و چه چیزهایی مهم‌ترند. به عنوان مثال، وقتی برای تهیه شیر و

تخم مرغ به بقالی می‌رویم، احتمالاً علائم تجاری روی محصولات دیگری همچون غلات و میوه‌ها را نادیده می‌گیریم.

چارچوب‌های ذهنی علاوه بر آنکه به ما می‌گویند چه ببینیم و بشنویم، به ما می‌گویند آنچه را که دیده‌ایم و شنیده‌ایم، دارای چه معنی و تفسیری است. اگر نسبت به کسی نظر خوبی نداشته باشیم، حتی حرکت دوستانه‌اش نیز برای ما مشکوک و فریبکارانه به نظر می‌رسد. اصولاً انسان از آنچه اتفاق می‌افتد، ناراحت نمی‌شود؛ بلکه از عقایدش در مورد آنچه اتفاق می‌افتد، ناراحت می‌شود.

اکثر جوامع، چارچوب‌هایی عمومی دارند که مردم از درون آنها، حقایق را می‌بینند. این چارچوب‌ها شامل افکار مذهبی، نظریه‌های اقتصادی، علوم طبیعی، یا ایدئولوژی‌های سیاسی هستند.

می‌توانیم این چارچوب‌ها را پارادایم نیز به حساب بیاوریم؛ فیلترهایی که توجه ما را به شکل‌های خاصی از داده‌ها معطوف می‌کنند؛ نظریه‌های خاصی در مورد روابط علی به ما القاء می‌کنند؛ و ما را بر نوع مشخصی از مسئله‌ها و سیاستها، متمرکز می‌کنند.

■ در اغلب اوقات، مدل‌های ذهنی خود را "حقیقت" می‌پنداریم

در اغلب اوقات، مدل‌های ذهنی خود را حقیقت می‌انگاریم؛ گویی امکان ندارد که واقعیت به گونه‌ای دیگر باشد. فراموش می‌کنیم که مدل‌های ذهنی، فقط ادراک ما از واقعیت هستند. داستان کوتاه زیر را بخوانید:

زن و مرد جوانی به محله جدیدی اسباب‌کشی کردند. روز بعد هنگام صرف صبحانه زن متوجه شد که همسایه‌اش در حال آویزان کردن رخت‌های شسته است. رو به همسرش کرد و گفت: لباس‌ها را چندان تمیز نشسته است. احتمالاً بلد نیست لباس بشوید؛ شاید هم باید پودرش را عوض کند.

مرد هیچ نگفت. مدتی به همین منوال گذشت و هر بار که زن همسایه لباس‌های شسته را آویزان می‌کرد، او همان حرف‌ها را تکرار می‌کرد. یک روز با تعجب متوجه شد همسایه لباس‌های تمیز را روی طناب پهن کرده است. به همسرش گفت: یاد گرفته چه طور لباس بشوید!

مرد پاسخ داد: من امروز صبح زود بیدار شدم و پنجره‌هایمان را تمیز کردم!!

ما هم اغلب فراموش می‌کنیم که از درون پنجره ذهن خود به دنیای اطراف می‌نگریم و گاهی باید آنها را تمیز کنیم!

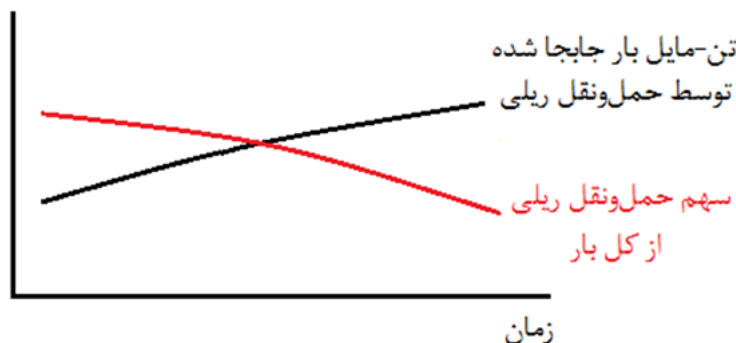
یکی از دلایل ماندگاری مدل‌های ذهنی، این است که انسانها معمولاً به دنبال اطلاعاتی می‌روند که تأییدکننده آن چیزی است که تصور می‌کنند درست است و معمولاً اطلاعات ابطال‌کننده را دنبال نمی‌کنند.

■ مخدوش اند و می‌توانند ما را به در دسر بیندازند

چون مدل‌های ذهنی ما حقیقت نیستند، اغلب ناقص یا مخدوش‌اند. در این صورت، با خطر تصمیم‌گیری و انجام اقداماتی مواجهیم که پیامدهای ناخوشایندی ایجاد می‌کنند.

طی دوره‌هایی که تغییراتی عمده در دنیای اطراف ما رخ می‌دهد، مدل‌های ذهنی نقش مهمتری دارند. اگر عادت نکرده باشیم که مدل‌های ذهنی خود را تغییر دهیم، ممکن است ندانسته، یک مدل ذهنی را مدت‌ها بعد از این که دیگر مناسب نیست، حفظ کنیم. به عنوان مثال مدیران، اغلب به پایش (monitor) اطلاعاتی می‌پردازند که یک زمانی برای آینده سازمان آنها مهم بوده اما دیگر مهم نیست. یک مثال کلاسیک این موضوع، خطوط راه‌آهن است. در ابتدا شرکت‌های حمل‌ونقل ریلی، انحصار حمل‌ونقل بار در راه‌های دور را داشتند. اما پس از آن، بزرگراه‌های بهتر و کامیون‌های بزرگتر، حمل‌ونقل جاده‌ای را به گزینه‌ای مناسب تبدیل کردند. با این وجود، شرکت‌های حمل‌ونقل ریلی، در تشخیص این تهدید، به کندی عمل کردند. آنها طی سالها به تمرکز خود بر

داده‌های "تناژ کل" (تن- مایل بار جابجا شده) ادامه دادند. آنها باید به این توجه می‌کردند که حمل‌ونقل ریلی چه نسبتی از کل بار را به خود اختصاص داده است. با این که سال‌ها از شروع نزول شاخص دوم (سهام حمل‌ونقل ریلی از کل بار) گذشته بود، شاخص اول (تن-مایل بار جابجا شده توسط حمل‌ونقل ریلی) هنوز داشت صعود می‌کرد (شکل ۷). مدیران شرکت‌های ریلی، با تمرکز بر داده‌ای که هنوز آنرا مهم می‌پنداشتند، هر تلاشی برای مواجهه با تهدید ایجاد شده توسط کامیون‌ها را یک دهه یا بیشتر، به تأخیر انداختند.



شکل ۷

خیلی اوقات، چارچوب‌ها را از دیگران اخذ می‌کنیم. در این موارد، چنین چارچوب‌هایی ممکن است بیشتر در خدمت اهداف شخص یا سازمانی که آنها را تهیه دیده، بخورند تا این که برای ما سودمند باشند. گزارش کوتاه زیر را بخوانید:

گروهی از دانشمندان پنج میمون را در قفسی قراردادند. در وسط قفس یک نردبان و بالای نردبان، موز گذاشتند. هر زمانی که میمونی بالای نردبان می‌رفت بر روی سایر میمون‌ها آب سرد می‌پاشیدند. پس از مدتی هر وقت که میمونی بالای نردبان می‌رفت سایرین او را کتک می‌زدند. پس از مدتی دیگر هیچ میمونی علی‌رغم وسوسه‌ای که داشت جرأت بالا رفتن از نردبان را به خود نمی‌داد، چون دیگران او را کتک می‌زدند.

دانشمندان تصمیم گرفتند که یکی از میمون‌ها را جایگزین کنند. اولین کاری که میمون جدید انجام داد این بود که بالای نردبان رفت تا موز بخورد ولی بلافاصله توسط سایرین مورد ضرب و شتم قرار گرفت چون می‌ترسیدند که باز هم آب سرد بر رویشان بپاشند. پس از چند بار کتک خوردن، میمون جدید با این که نمی‌دانست چرا، اما یاد گرفت که بالای نردبان نرود.

میمون دومی هم جایگزین و اتفاق تکرار شد. با این تفاوت که میمون جایگزین اول هم در کتک زدن میمون جدید مشارکت می‌کرد. سومین میمون هم جایگزین شد و دوباره اتفاق (کتک خوردن) تکرار شد. به همین ترتیب چهارمین و پنجمین میمون نیز عوض شدند.

آن چیزی که باقی مانده بود گروهی متشکل از پنج میمون بودند با این که هیچ‌گاه آب سردی بر روی آنها پاشیده نشده بود اما میمونی را که بالای نردبان می‌رفت کتک می‌زدند.

ما هم برخی از چارچوب‌های ذهنی خود را از دیگران گرفته‌ایم، بدون این که در مورد چرایی و صحت آنها اندیشه کرده باشیم.

در اینجا چند مثال ارائه شده که توسط دارندگان آنها، حقیقت انگاشته می‌شدند:

- "آنچه اهمیت داشته، قبلاً اختراع شده است"
- یک سرپرست اداره ثبت اختراعات در نیمه دوم قرن نوزدهم در طول تاریخ، این باور رایج بوده و مردم بر این عقیده بودند که آنچه امکان‌پذیر بود، ایجاد شده است.
- "کامپیوترها در آینده ممکن است وزنی بیش از یک و نیم تن نداشته باشند"

پیش‌بینی پیشرفت سریع علم توسط یک مجله در سال ۱۹۴۹

▪ "من تمام طول و عرض این کشور را سفر کرده‌ام و با بهترین افراد صحبت نموده‌ام و می‌توانم به شما اطمینان دهم که پردازش داده‌ها (data processing) یک مُد است که تا پایان سال دوام نخواهد آورد."

مسئول بخش کتاب‌های تجاری در انتشارات Prentice Hall در سال ۱۹۵۷

▪ "دلیلی وجود ندارد که کسی بخواهد در خانه‌اش کامپیوتر داشته باشد"

بنیانگذار شرکت Digital Equipment Corp. در سال ۱۹۷۷

▪ "مفهومی جالب و well-formed است اما برای این که نمره‌ای بالاتر از C دریافت کنید، ایده شما باید امکان‌پذیر (feasible) باشد."

استاد مدیریت در دانشگاه Yale در پاسخ به مقاله Fred Smith که خدمات پستی overnight را پیشنهاد داده بود.

آقای اسمیت بعداً شرکت پستی فدرال اکسپرس را (که از غول‌های پستی دنیا است) بنیان نهاد و همین خدمات را ارائه داد. (خدمات پستی overnight، خدماتی است که بسته ارسالی مشتری را تا روز بعد، در مقصد تحویل می‌دهد.)

🌈 دیدن مدل‌های ذهنی دیگران، آسانتر و دیدن مدل‌های ذهنی خود، مشکل‌تر است

به خصوص وقتی مدل‌های ذهنی ما با دیگران متفاوت است، مفروضات آنها را مخدوش به حساب می‌آوریم؛ اما مفروضات خود را حقیقت تصور می‌کنیم تا این که داده‌های خلاف آن، ما را وادار به تجدیدنظر کنند.

نقش مدل‌های ذهنی در محدود نمودن دیدگاهها:

یک شب نصرالدین داشت در لابه‌لای خاک‌های بیرون خانه‌اش، کنار تیر چراغ، دنبال چیزی می‌گشت. همسایه‌اش نزد او آمد و پرسید: ملا چیزی گم کرده‌ای؟ ملا پاسخ داد: کلیدهایم را گم کرده‌ام. همسایه نیز خم شد و شروع به گشتن کرد. پس از مدتی، همسایه پرسید: ملا تو مطمئنی که کلیدهایت را داخل کوچه گم کرده‌ای؟ ملا پاسخ داد: نه! آنها را داخل خانه گم کرده‌ام. همسایه سؤال کرد: اگر آنها را داخل خانه‌ات گم کرده‌ای، پس چرا این جا به دنبال آنها می‌گردی؟ ملا جواب داد: اینجا نور بیشتر است!

ما نیز همچون نصرالدین، اغلب جایی جستجو می‌کنیم که "نور بیشتر است". وقتی مسئله‌ای داریم، به دنبال ریشه‌های آنها در داده‌هایی می‌گردیم که آسانتر در دسترس ما قرار می‌گیرند. به زبان تفکر سیستمی، افراد به دنبال علت‌های مستقیم (proximate causes) می‌گردند؛ یعنی علت‌هایی که از نظر زمانی و مکانی به علائم مسئله نزدیک‌ترند. اما علل رفتارهای پیچیده، نوعاً در جایی خیلی دور از محل (فیزیکی) که رفتار را مشاهده کرده‌ایم، و در گذشته‌های دور، قرار دارند.

وقتی به دنبال مبنایی برای گزینش سیاستها یا رویکردها می‌گردیم، فقط به این نظر داریم که سیاستها چه اثراتی برای ما (همین جا و خیلی سریع) دارند. اما پیامدهای مهم آنچه انجام می‌دهیم، نوعاً ممکن است خیلی دورتر از جایی که اقدام کرده‌ایم و سال‌ها (یا ده‌ها سال) بعد، رخ دهند. مباحثات مربوط به اتخاذ سیاستهای مناسب در مورد بذره‌های اصلاح‌شده (ژنتیک)، انتشار گاز دی اکسید کربن، بهره‌برداری از ذخایر نفتی، و محافظت از گونه‌های در معرض انقراض، مثال‌هایی روشنگر از این تمایل هستند.

اگر می‌خواهیم وضع نامساعد خود را درک کنیم و راه‌حل‌های بهتری بیابیم، اغلب لازم است آگاهانه چارچوب جدیدی برای مسائل خود انتخاب کنیم؛ مرز آنها را از نو تعریف کنیم. آیا فکر می‌کنید کار ساده‌ای است؟ چالش اصلی این است که انتخاب چارچوب برای یک مسئله را اغلب به صورت ناخودآگاه انجام می‌دهیم. بنابراین دشوار است که آنرا تغییر دهیم. وقتی تحت فشار قرار داریم، تمایل بیشتری به تمرکز بر آنچه از درون این چارچوب ذهنی می‌بینیم، داریم و توجه کمتری به خود قاب می‌کنیم. نوعاً بدون سنجیدن این که چه چارچوبی مناسب‌تر است، با مسائل گلاویز می‌شویم.

(۵-۱) یادگیری دو حلقه‌ای (double-loop learning)

«بی‌سوادان آینده، آنهایی نیستند که نمی‌توانند بخوانند و بنویسند؛ بلکه آنهایی هستند که نمی‌توانند یاد بگیرند (learn)، از یاد ببرند (unlearn)، و دوباره بیاموزند (relearn)»

آلومین تافلر

منظور از یادگیری چیست؟ در این جا منظور از یادگیری، کسب اطلاعات بیشتر نیست؛ بلکه گسترش توانایی تعیین و دستیابی به اهداف در یک محیط متغیر است. یادگیری بر بازخورد متکی است. ما تصمیماتی اتخاذ می‌کنیم که دنیای واقعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ اطلاعات بازخوردی درباره دنیای واقعی جمع‌آوری می‌کنیم؛ و با استفاده از اطلاعات جدید، ادراک خود از جهان و تصمیمات خود را بازنگری می‌کنیم (شکل ۸).

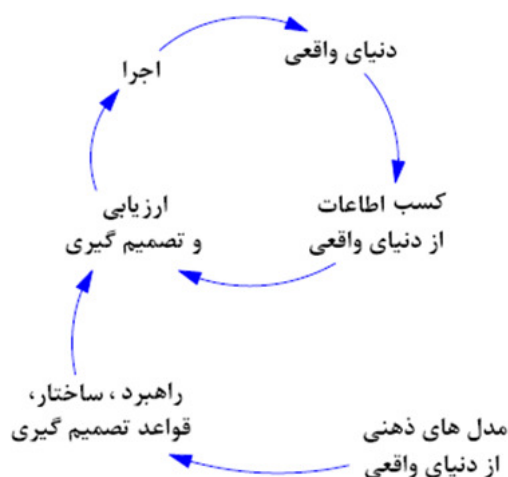


شکل ۸

حلقه نمایش داده شده در شکل ۸ ابتدایی‌ترین نوع یادگیری است: یک حلقه بازخورد منفی است که تصمیم‌گیران بوسیله آن، اطلاعات مربوط به دنیای واقعی را با اهداف مختلف مقایسه می‌کنند؛ ناهمخوانی بین وضعیت فعلی با وضعیت مطلوب را ملاحظه می‌کنند؛ و اقداماتی انجام می‌دهند که (معتقدند) موجب حرکت دنیای واقعی به سمت وضعیت مطلوب می‌گردد.

حلقه بازخورد شکل ۸ یک جنبه مهم از فرایند یادگیری را نشان نمی‌دهد: بازخورد اطلاعات از دنیای واقعی، تنها ورودی تصمیم‌گیری‌ها نیستند. تصمیم‌ها حاصل به کار بردن یک سیاست یا قاعده تصمیم‌گیری بر اطلاعات دریافتی است. سیاست‌ها خودشان مبتنی بر ساختارهای رسمی، راهبردهای سازمانی و هنجارهای فرهنگی هستند؛ که اینها نیز تابع مدل‌های ذهنی (mental models) ما هستند (شکل ۹). این حلقه بازخورد را یادگیری تک‌حلقه‌ای (single-loop learning) نیز می‌نامند: فرایندی که بوسیله آن می‌آموزیم چگونه در متنی از مدل‌های ذهنی کنونی خود، به اهداف فعلی دست یابیم. یادگیری تک‌حلقه‌ای منجر به تغییر عمیق در مدل ذهنی ما (یعنی درک ما از ساختار علی سیستم، مرزی که اطراف سیستم ترسیم می‌کنیم، افق زمانی که برای

موضوع در نظر می‌گیریم) یا اهداف و ارزش‌های ما نمی‌شود. یادگیری تک‌حلقه‌ای، جهان‌بینی ما را تغییر نمی‌دهد.



شکل ۹

اغلب به حضور همه جانبه و نامرئی مدل‌های ذهنی، توجه نداریم؛ در عوض، ساده‌انگارانه معتقدیم که حواس ما دنیا را همان گونه که هست، نشان می‌دهند. اما واقعیت این است که دنیا بر اساس حواس و مغز ما ساخته (یا مدل‌سازی) می‌شود.

چرخه اول یادگیری، پایین‌ترین سطح یادگیری است که اگر پایه‌های فکری موجود، ظرفیت حل مسئله را نداشته باشد، موثر نخواهد بود. به قول آلبرت اینشتین: «به هنگام رویارویی با مشکلات نمی‌توانیم با همان سطح تفکری که مشکلات را به وجود آوردیم، آنها را حل کنیم.»

در چرخه دوم یادگیری، نُرْم‌ها، رویه‌ها، سیاست‌ها، هدف‌ها و چارچوب‌های ذهنی فرد مورد سؤال و اصلاح واقع می‌شود. چرخه دوم یادگیری نسبت به چرخه اول، سطح بالاتری از یادگیری است.

افراد در مقابل چرخه دوم یادگیری و تغییر پایه‌های ذهنی خود مکانیزم‌های دفاعی دارند. مکانیزم‌های دفاعی به سیاست‌ها، اقدامات و نُرْم‌هایی گفته می‌شود که افراد یا واحدهای سازمانی را از طرح مسائل و اشکالات ناراحت‌کننده و تهدیدکننده برای خود و یا دیگران (به خصوص افراد در سطوح بالاتر) منع می‌کند. قواعد اصلی مکانیزم‌های دفاعی شامل مواردی نظیر موارد زیر هستند:

- از طرح خطا و اشتباه باید گذشت "چنانکه خطایی اتفاق نیفتاده است"
- ندیده گرفتن خطا "غیر قابل بحث است"

شکل ۱۰ یادگیری دو حلقه‌ای را نشان می‌دهد. بازخورد اطلاعات از دنیای واقعی، مدل‌های ذهنی را نیز دگرگون می‌کند. تغییر مدل‌های ذهنی موجب می‌شود ساختار سیستم‌ها را تغییر دهیم و قواعد تصمیم‌گیری و راهبردهای جدیدی خلق کنیم. همان اطلاعات قبلی، اگر با قواعد تصمیم متفاوتی پردازش و تفسیر شوند، منجر به تصمیم جدیدی می‌گردند. عوض شدن ساختار سیستم‌ها، باعث دگرگونی در الگوهای رفتاری آنها می‌گردد. توسعه تفکر سیستمی، یک فرایند یادگیری دو حلقه‌ای است که طی آن، دیدگاهی تقلیل‌دهنده، محدود، کوتاه‌مدت و ایستا از جهان را با دیدگاهی کل‌نگر، وسیع، بلندمدت، و پویا جایگزین می‌کنیم و بر طبق آن، سیاست‌ها و نهادهای خود را طراحی مجدد می‌کنیم.



شکل ۱۰

(۶-۱) پیچیدگی پویا (Dynamic Complexity)

اغلب افراد، پیچیدگی را بر حسب تعداد مؤلفه‌های یک سیستم یا تعداد ترکیب‌های مختلفی که در اتخاذ یک تصمیم باید در نظر داشت، تعریف می‌کنند. مسئله زمان‌بندی بهینه پروازها و خدمه پرواز یک شرکت هواپیمایی، خیلی پیچیده است؛ اما پیچیدگی آن مربوط به یافتن بهترین راه‌حل از بین تعدادی نجومی از گزینه‌های مختلف است. چنین مسائلی که باید سوزنی را در انبار گاه یافت، درجه بالایی از پیچیدگی ترکیبی (combinatorial complexity) دارند. پیچیدگی ترکیبی را پیچیدگی در جزئیات (detail complexity) نیز می‌نامند.

نوع دومی از پیچیدگی نیز وجود دارد که پیچیدگی پویا نامیده می‌شود. پیچیدگی پویا ممکن است حتی در سیستم‌هایی با پیچیدگی ترکیبی پایین نیز رخ دهد. وقتی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت یک اقدام، تفاوت چشمگیری با هم دارند، پیچیدگی پویا وجود دارد؛ وقتی یک اقدام، مجموعه‌ای از پیامدها در یک بخش از سیستم، و مجموعه کاملاً متفاوتی از پیامدها در بخش دیگری از سیستم ایجاد می‌کند، پیچیدگی پویا وجود دارد؛ وقتی یک اقدام روشن و آشکار، نتایج خلاف‌شهود و ناپیدایی ایجاد می‌کند، پیچیدگی پویا وجود دارد.

بهبودهای اهرمی در بسیاری از موقعیت‌های مدیریتی، منوط به درک پیچیدگی پویا است نه پیچیدگی در جزئیات. متعادل نمودن رشد بازار و توسعه ظرفیت، مسئله‌ای پویاست؛ توسعه ترکیبی سودآور از قیمت، کیفیت محصول، طراحی، و دسترسی‌پذیری محصول (availability)، به نحوی که جایگاه محکمی در بازار ایجاد نماید، مسئله‌ای پویاست؛ بهبود کیفیت، کاهش مجموع هزینه‌ها، و راضی نمودن مشتری به شیوه‌ای پایدار، مسئله‌ای پویاست.

روش‌های مرسوم پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و تحلیل، برای مواجهه با پیچیدگی پویا مجهز نشده‌اند. به همین دلیل است که ابزارهای پیچیده پیش‌بینی و تحلیل کسب‌وکار، و برنامه‌های استراتژیک عالی، معمولاً در ایجاد پیشرفت چشمگیر در مدیریت کسب‌وکار، با شکست مواجه می‌شوند؛ همه آنها برای مدیریت پیچیدگی در جزئیات طراحی شده‌اند.

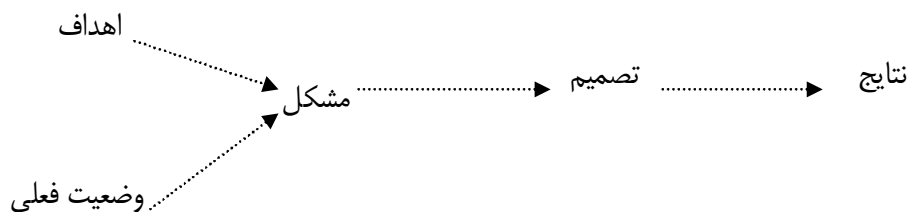
متأسفانه بسیاری از مطالعات سیستمی، بر پیچیدگی در جزئیات متمرکزند نه بر پیچیدگی پویا. توجه به جزئیات بسیار، ما را از درک الگوها و روابط متقابل، غافل می‌کند. متأسفانه برای خیلی‌ها، تفکر سیستمی به معنی "مبارزه با پیچیدگی با استفاده از پیچیدگی" است: به دست آوردن جواب‌هایی با پیچیدگی روزافزون برای مسائلی با پیچیدگی روزافزون؛ این رویکرد با تفکر سیستمی واقعی در تضاد است.

در مواجهه با پیچیدگی پویا باید بتوانیم روابط متقابل را ببینیم؛ باید بتوانیم تأخیر بین اقدام و پیامدهای آن را ببینیم؛ باید بتوانیم الگوی تغییرات (و نه فقط تصویری لحظه‌ای) را دریابیم.

(۷-۱) مقاومت در برابر سیاستها (Policy Resistance)

ممکن است سیاست‌های ما اثرات جانبی پیش‌بینی نشده، ایجاد کنند. تلاش برای تثبیت سیستم، ممکن است منجر به بی‌ثباتی آن شود. ممکن است تصمیمات ما دیگران را برانگیزد تا تعادلی را که بر هم زده‌ایم، برگردانند. این پویایی‌های غیرمنتظره، اغلب منجر به مقاومت در برابر سیاست‌ها می‌شود: گرایش سیستم به تأخیر یا تضعیف یا شکست اقدامات و مداخله‌های انجام شده.

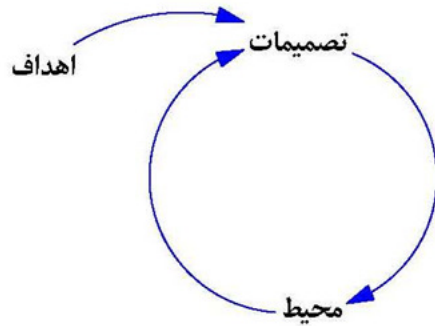
تمرکز بر رویدادها یکی از علل مقاومت در برابر سیاستها است. جهان‌بینی رویدادگرا (event-oriented worldview) منجر به اتخاذ رویکرد رویدادگرا (event-oriented approach) در حل مسائل می‌شود. شکل زیر، چگونگی تلاش ما برای حل مسائل در اغلب موارد را نشان می‌دهد:



شکل ۱۱

وضعیت را بررسی و آنرا با اهدافمان مقایسه می‌کنیم. فاصله بین وضعیت مطلوب و درک‌مان از وضعیت فعلی، مسئله را تعریف می‌کند. به عنوان مثال فرض کنید فروش شرکت شما در فصل گذشته، ۸۰ میلیون دلار، اما هدف فروش ۱۰۰ میلیون دلار بوده است. مسئله این است که میزان فروش ۲۰٪ کمتر از سطح مطلوب بوده است. پس از آن، گزینه‌های مختلفی را برای حل مسئله در نظر می‌گیرید. ممکن است قیمت‌ها را کاهش دهید تا تقاضا تحریک شده و سهم بازار افزایش یابد؛ معاونت فروش را با شخص پرتکاپویی جایگزین کنید یا اقدامات دیگری انجام دهید. بهترین گزینه‌ای که می‌دانید را انتخاب و اجرا می‌کنید و منجر به یک نتیجه بهتر می‌گردد (یا حداقل امیدوارید که اینگونه باشد). ممکن است با افزایش فروش مواجه شوید: مسئله حل شد.

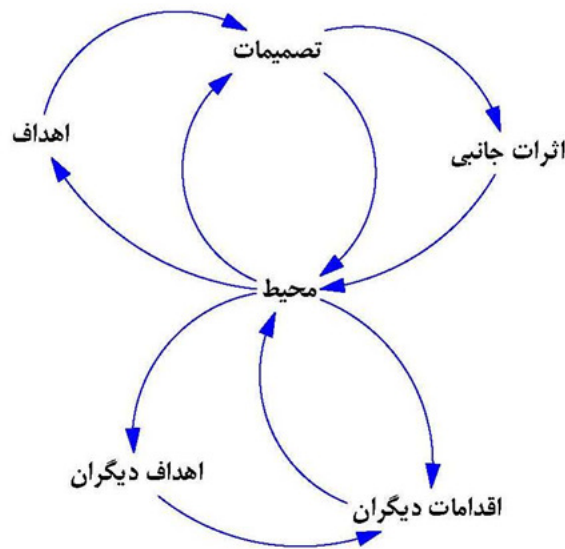
سیستم در برابر راه‌حل شما عکس‌العمل نشان می‌دهد: وقتی فروش شما افزایش می‌یابد، رقبا قیمت‌ها را کاهش می‌دهند و فروش مجدداً افت می‌کند. راه‌حل دیروز تبدیل به مسئله امروز می‌شود. ما همچون استاد خیمه‌شب‌بازی نیستیم که بر یک سیستم بیرونی اثر بگذاریم. ما درون سیستم قرار داریم. بازخورد وجود دارد: نتایج اقدامات ما، تعیین‌کننده وضعیتی هستند که در آینده با آن مواجهیم. وضعیت جدید، ارزیابی ما از مسئله و تصمیمات فردایمان را تغییر می‌دهد. (شکل زیر را ببینید)



تصمیم‌های ما محیط را تغییر می‌دهند و منجر به تصمیم‌های جدید می‌شوند

شکل ۱۲

مقومت در برابر سیاست‌ها بوجود می‌آید چون اغلب، بازخورهای عمل‌کننده در سیستم را به طور کامل درک نمی‌کنیم. وقتی اقدامات ما وضعیت سیستم را تغییر می‌دهند، دیگران واکنش نشان می‌دهند تا توازن برهم‌خورده را برگردانند. اقدامات ما همچنین ممکن است اثرات جانبی ایجاد کنند. (شکل زیر را ببینید)



این بازخورها ممکن است منجر به نتایج پیش‌بینی نشده و غیر موثر بودن سیاستها گردد

شکل ۱۳

اغلب چنان از "اثرات جانبی" صحبت می‌کنیم که گویا مشخصه‌ای از واقعیت هستند. اما اینگونه نیست. در دنیای واقعی، هیچ اثر جانبی وجود ندارد و فقط اثرات وجود دارد. وقتی اقدامی انجام می‌دهیم، اثرات متعددی بوجود می‌آید. اثراتی که قبلاً به آنها فکر کرده‌ایم یا مفید بوده‌اند، را اثرات اصلی یا اثرات مورد نظر می‌نامیم. اما اثراتی که پیش‌بینی نمی‌کردیم، اثراتی که با بازخورد بوجود آمدند تا سیاست ما را خنثی کنند و اثراتی که به سیستم آسیب رساندند، را ادعا می‌کنیم که اثرات جانبی هستند. اثرات جانبی، مشخصه‌ای از واقعیت نیستند بلکه نشانه‌ای از درک محدود و ناقص ما از سیستم هستند.

اثرات جانبی غیرمنتظره، بوجود می‌آیند زیرا اغلب چنان عمل می‌کنیم که گویا علت و معلول، همیشه از نظر زمانی و مکانی به هم متصل‌اند. در حالی که در سیستم‌های پیچیده‌ای نظیر مراکز شهری، کسب‌وکارها، جامعه و اکوسیستم، اغلب بین علت و معلول فاصله زمانی و مکانی بسیاری وجود دارد. به عبارت دیگر، نشانه‌های بیماری سیستمها و اسباب و علل این بیماری‌ها به لحاظ زمانی و مکانی الزاماً نزدیک هم نیستند. منظور از نشانه‌ها، علائم و

شاخص‌هایی است که نشان‌دهنده مسئله و مشکلی در سیستم هستند. مانند اعتیاد به دارو، بیکاری، گرسنگی کودکان، کم شدن سفارش و سوددهی.

اسباب و علل، آن زیرساختی در سیستم است که بیشترین سهم و مسئولیت را در پیدایش نشانه‌ها و علائم یا به عبارت دیگر مشکل و مسئله سیستم به عهده دارد و اگر شناخته و درک شود، می‌توان از طریق آن، تغییرات بنیادی و پیشرفت واقعی در سیستم را بوجود آورد.

تمرین ۱: وجه اشتراک عبارات زیر چیست؟

- دیوانگی آن است که بارها و بارها به یک شیوه عمل کنیم و انتظار کسب نتایج متفاوت داشته باشیم
- نادانی انسان به عیبهای خود، از بزرگترین گناهان اوست
- بدون تغییر در الگوهای تفکر خود، قادر نخواهیم بود مسائلی را حل کنیم که با سطح تفکر فعلی خود، ایجاد کرده‌ایم
- یکی از مهم‌ترین مشکلات سازمان‌های ما این است که مدیران، احساس نیاز به آموزش و یادگیری ندارند

تمرین ۲: نظر شما در مورد عبارت زیر چیست؟

- همه مدل‌ها غلط‌اند؛ با این حال برخی از آنها مفیدند.

فصل دوم: عقب‌تر بایستید

رهبر کسی است که بیش از دیگران می‌بیند؛ فراتر از آنچه که دیگران می‌بینند، می‌بیند؛ و قبل از دیگران می‌بیند.

«لروی ایمز»

خداوند عادت دارد به پیامبرانش فرمان دهد که بر فراز کوه‌ها بروند تا با او سخن بگویند. من همیشه از خود می‌پرسیدم چرا؟ و پاسخ را می‌دانم. از قلعه‌ها می‌توانیم همه چیز را کوچک ببینیم؛ افتخارات ما، غصه‌های ما همه اهمیت خود را از دست می‌دهند. آنچه به دست آورده یا از دست داده‌ایم، آن پایین می‌ماند.

«پائولو کوئیلو»

(۱-۲) مقدمه

یکی از خطاهای ما در بررسی مسائل، نگاه به موضوع از فاصله خیلی نزدیک است. از نظر مکانی، یک محدوده کوچک و از نظر زمانی، مقطعی کوتاه را در نظر می‌گیریم. از نظر زمانی، به مقطع زمانی نزدیک به زمان حال توجه داریم. از نظر مکانی، متمرکز بر محدوده‌ای هستیم که:

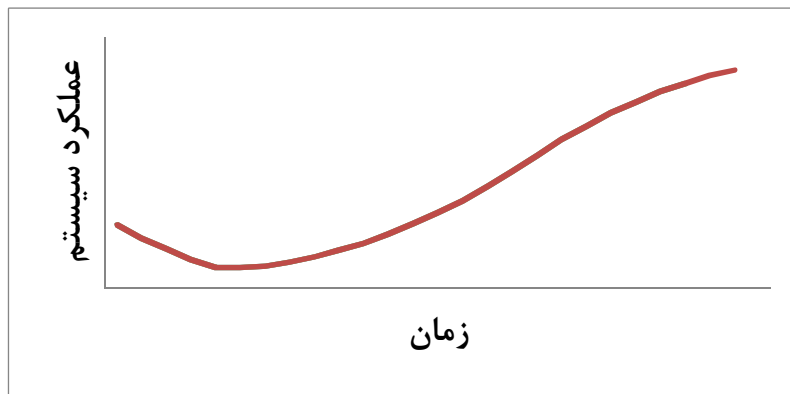
- علائم و نشانه‌های مشکل در آنجا مشاهده شده‌اند
- در حیطه اختیار و مسئولیت محدودی باشد که برای خود قائلیم

اما باید بتوانیم به اندازه کافی (از هر دو جنبه زمانی و مکانی) عقب بایستیم تا درک مناسبی از موضوع بدست آوریم و راه‌حل‌های مؤثر اهرمی را طراحی کنیم. تأثیر فاصله گرفتن از موضوع را می‌توان در این جمله چارلی چاپلین مشاهده نمود که با جهان بینی خودش گفته است:

«زندگی از نمای نزدیک، تراژدی و از نمای دور، کمدی است»

از نظر زمانی باید آن قدر به گذشته برگردیم که درک کنیم مسئله چگونه به وجود آمد و چگونه گسترش یافت. باید آن قدر زمان آینده را ببینیم که درک کنیم با روند فعلی، وضعیت سیستم چگونه خواهد شد و بتوانیم اثرات اقدامات و تصمیم‌های خود را بررسی کنیم.

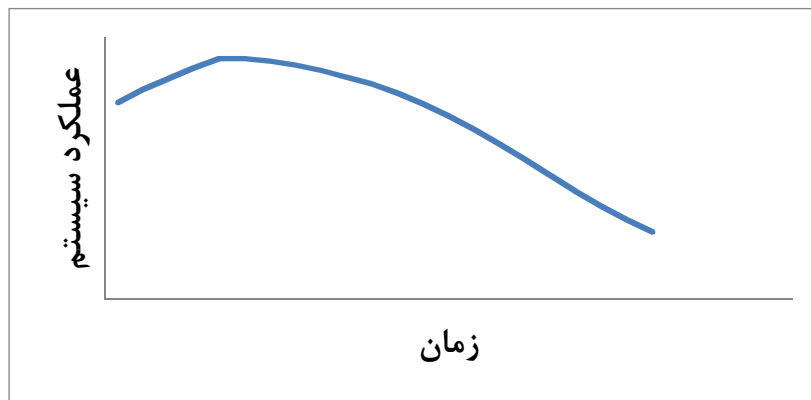
برخی راه‌حل‌های اساسی و درست، در ابتدا وضعیت سیستم را بدتر می‌کنند و پس از مدتی اثرات بهبودی ظاهر می‌شود (شکل ۱). شکل ۱ وضعیت سیستم را پس از اعمال یک راه‌حل نشان می‌دهد.



شکل ۱: بدتر-قبل از-بهتر (worse-before-better)

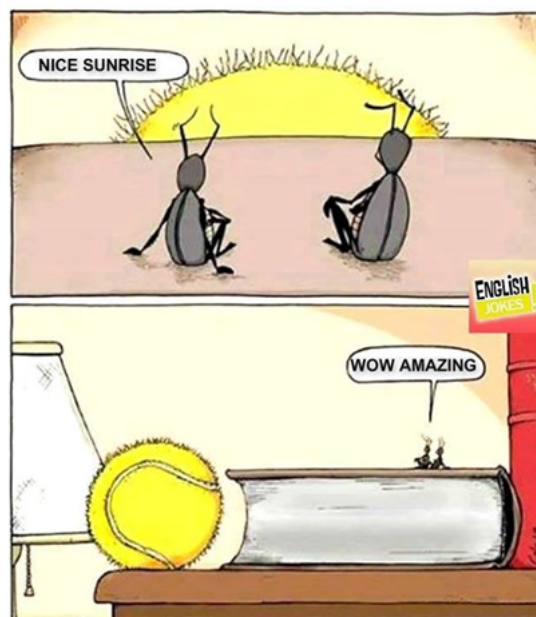
مثال ساده این نوع راه‌حل‌ها، ترک رفتارهای اعتیادگونه است. ترک اعتیاد، یک راه‌حل درست است اما در کوتاه‌مدت، وضعیت سیستم را بدتر می‌کند؛ باید دوران سخت ترک اعتیاد را تحمل کرد تا بهبود حاصل شود. باید افق دید خود را به قدری بسط دهیم که امید به بهبود وضعیت سیستم، انگیزه لازم برای شروع را فراهم نماید. به نظر می‌آید وابستگی اقتصاد ایران به یارانه‌های نفتی نیز یک رفتار اعتیادگونه است که بدون درد، قابل ترک نیست. متأسفانه هر بار که برای رفع این اعتیاد اقدامی شروع می‌شود، همین که ناله‌های این معتاد بلند می‌شود، برخی دلسوزان تحمل این وضعیت را ندارند و مجریان را وادار به توقف و بازگشت می‌کنند. گویا این دلسوزان منتظرند که این معتاد، بدون درد و رنج و به صورت داوطلبانه، اعتیادش را ترک گوید! آنها تحمل وضعیت بدتر-قبل از-بهتر را ندارند.

به طور مشابه، برخی راه‌حل‌های مقطعی و غیراساسی در کوتاه‌مدت، بهبود اندکی در سیستم ایجاد می‌کنند اما در بلندمدت، وضعیت سیستم به وضعیتی بدتر از وضعیت قبل از مداخله، باز می‌گردد (شکل ۲). بسیاری از مسائلی که امروز با آن مواجه هستیم، تجمیعی از نتایج فعالیت‌های کوتاه‌مدتی است که در دوره‌های گذشته اتفاق افتاده‌اند. افق زمانی را باید به قدری طولانی در نظر بگیریم که بهبود اولیه این نوع راه‌حل‌ها، ما را فریب ندهد. شکل ۲ وضعیت سیستم را پس از اعمال یک راه‌حل مقطعی، نشان می‌دهد.



شکل ۲: بهتر-قبل از-بدتر (better-before-worse)

در این فصل، با مثال‌های متنوع، نشان داده شده است که عقب ایستادن از نظر زمانی و مکانی، چه تأثیری بر درک ما از مسئله دارد و چه راه‌حل‌های بهتری در اختیار ما قرار می‌دهد.

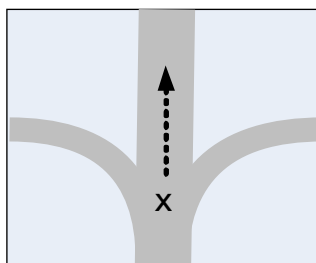


شکل ۳

(۲-۲) توسعه مرز سیستم :

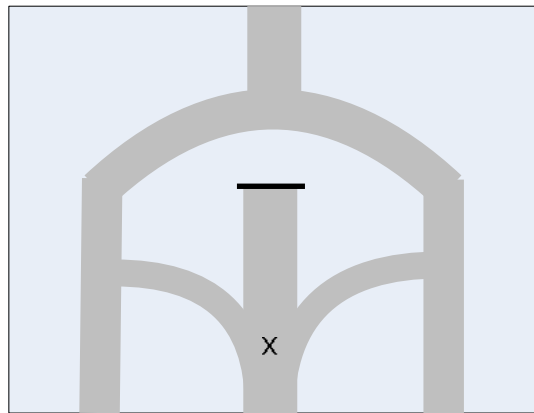
یکی از نکات کلیدی در مواجهه با یک مسئله یا تعریف یک سیستم، تعیین مرز مطالعه است. فرض کنید یک مشکل در یک گروه آموزشی از یک دانشگاه بوجود آمده است. در بررسی این موضوع مرز مطالعه و بررسی را کجا باید در نظر گرفت؟ گروه آموزشی؟ دانشکده؟ دانشگاه؟ نظام آموزش عالی در ایران؟ کل جامعه ایران؟ جهان سوم؟... مرز را هر جا که در نظر بگیریم، برخی از روابط موضوع با پیرامون آن را قطع کرده‌ایم. یکی از اهداف آموزش رویکرد سیستمی، آموزش تعیین مرز مطالعه است. چه بسا اگر مرز را بزرگتر در نظر بگیریم، واقعیات را بسیار روشن‌تر و بهتر درک کنیم. معمولاً مرزی محدودتر از آنچه مناسب است، برای مسئله در نظر می‌گیریم. البته گسترش دادن بیش از حد مرز مطالعه نیز مطلوب نیست اما آنچه معمولاً به آن دچاریم، کوچک کردن مرز سیستم است. به همین دلیل، مثال‌های این بخش به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که نشان دهند در خیلی از موارد، بزرگتر گرفتن مرز سیستم، ما را به راه‌حل‌های بهتری می‌رساند.

نمونه ۱: شکل ۴ نقشه ساده‌ای را با مسیرهایی که در سه جهت امتداد دارند، نشان می‌دهد. فرض کنید در نقطه X هستید و می‌خواهید به سمت شمال بروید. کاملاً روشن و منطقی است که باید راهی را در پیش بگیرید که رو به شمال است. اطلاعات شما می‌گویند این مسیر درستی است.



شکل ۴

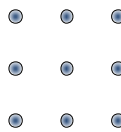
حالا به شکل ۵ نگاه کنید. این بار به جای نقشه کوچک اول، نقشه بزرگتری در دسترس قرار می‌گیرد. فوراً در می‌یابیم که جاده رو به شمال، عملاً بدترین مسیر یعنی بن بست است. دو مسیر دیگر با جاده کمربندی به شمال رهنمون می‌شوند.



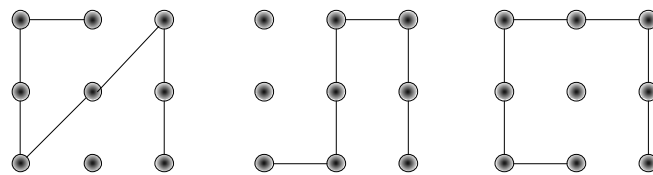
شکل ۵

نمونه ۲: تعیین نادرست مرزهای مسئله، در بسیاری از موارد به صورت ناخودآگاه صورت می‌گیرد. به عنوان مثال سعی کنید مسئله زیر را حل کنید:

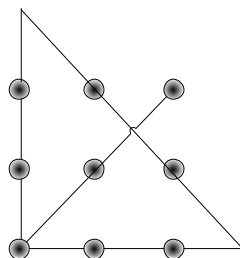
بدون اینکه قلم خود را از روی کاغذ بلند کنید، چهار (و تنها چهار) پاره خط مستقیم رسم کنید که همه ۹ نقطه نشان داده شده در شکل زیر را به هم وصل کنند.



آیا توانستید این مسئله را حل کنید؟ بسیاری از افراد باهوش نیز نمی‌توانند آنرا حل کنند. بسیاری از افراد تلاش می‌کنند مهارت تصمیم‌گیری منطقی خود را در این مسئله به این شکل به کار گیرند: باید تلاش کرد تا ۹ نقطه را بدون خروج از حریمی که این نقاط ایجاد کرده‌اند، به هم وصل کنیم. معمولاً تلاش‌هایی از این دست صورت می‌گیرد:



انسانها به صورت شناختی، مرزی ترسیم می‌کنند که مانع از یافتن پاسخ توسط آنها می‌گردد. اما باید توجه داشت که این مسئله به شما الزام نکرده بود که باید قلم خود را تنها در محدوده‌ای که این ۹ نقطه ایجاد می‌کنند نگه دارید. وقتی افراد از وجود فضای خارج از این محدوده آگاه می‌شوند، یافتن راه‌حل آسان می‌گردد:

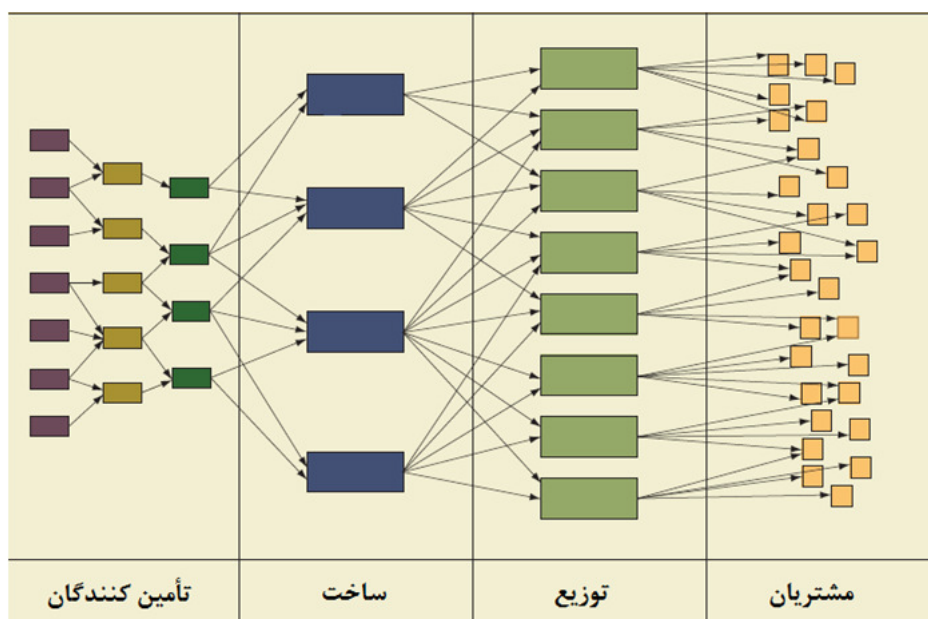


همانگونه که مشاهده می‌کنید، پاسخ مسئله بسیار ساده بود. با این حال افراد بسیار باهوشی دیده شده که ساعتها روی مسئله فکر کرده اما در آخر به جوابی نرسیده‌اند. دلیل آن چیست؟ محدود کردن مرز تفکر به فضای بین نقطه‌ها مانع از کشف راه‌حل شدند. برای اینکه مسائل را با فرایندهای از پیش ساخته تصمیم‌گیری در ذهن‌مان سازگار کنیم، فرض‌های غلطی در مورد آنها انتخاب می‌کنیم. خلاقیت فرایندی سه مرحله‌ای است. گام اول، شناسایی موانع تصنعی است. ما خودآگاه و ناخودآگاه فرضیه‌هایی داریم که شمار انتخاب‌های ما را محدود می‌کند. دوم، باید فرضیه‌های محدودکننده را کنار بگذاریم و سوم، پیامدهای محو این فرضیه‌ها را جستجو کنیم.

نمونه ۳: مدیریت زنجیره تأمین (Supply Chain Management)

زنجیره تأمین، دربرگیرنده همه مراحل است که در پاسخ‌گویی به یک درخواست از طرف مشتری، سهمیم‌اند. زنجیره تأمین، فقط شامل تولیدکننده و تأمین‌کنندگان نیست بلکه شرکت‌های حمل‌ونقل، انبارها، خرده‌فروشی‌ها و خود مشتریان را نیز در بر می‌گیرد. زنجیره تأمین، شبکه‌ای از امکانات است که وظایف خرید مواد اولیه، تبدیل این مواد به محصولات نیمه ساخته و نهایی، و توزیع محصولات نهایی به مشتریان را انجام می‌دهد. در شکل ۶ نمونه‌ای از یک زنجیره تأمین ارائه شده است.

مدیریت زنجیره تأمین از موضوعاتی است که پیدایش آنرا می‌توان نتیجه گسترش محدوده سیستم مورد مطالعه دانست. در ابتدا مرز بهینه سازی، محدود به یک شرکت بود. ولی به دلایل متعددی، محدوده فوق گسترش یافته و یک زنجیره را در بر گرفت. در این دیدگاه، هر مرحله از زنجیره باید بنحوی عمل کند که سود کل زنجیره افزایش یابد. فقدان هماهنگی زمانی بوجود می‌آید که یا مراحل مختلف زنجیره، اهداف متضاد دارند یا اینکه اطلاعاتی که بین مراحل مختلف حرکت می‌کند، ناقص و تحریف شده باشد. در این صورت هر حلقه سعی می‌کند سود خودش را ماکزیمم کند اما معمولاً سود کل را کاهش می‌دهد. در SCM تأکید بر این است که اعضای یک زنجیره تأمین، همچون مسافران یک کشتی هستند که سرنوشت آنها به یکدیگر وابسته است و یکپارچگی و هماهنگی بین اجزای زنجیره، در بلندمدت می‌تواند منافع بیشتری برای آنها ایجاد نماید.



شکل ۶: نمونه‌ای از یک زنجیره عرضه

نمونه ۴: یکی از نمودهای همکاری شرکت‌های عضو یک زنجیره عرضه، سپردن مدیریت موجودی کالا (در کارخانه خریدار) به تأمین‌کننده است که با نام (Vendor Managed Inventory) شناخته می‌شود. یکی از مثال‌های VMI مربوط به یکی از کارخانه‌های کامیون‌سازی فورد است: شرکت فورد با یکی از قطعه‌سازان که ترمز مورد نیازش را ساخته و تأمین می‌کند، چنین قرار گذاشته است: «ما دستگاه ترمز شما را می‌پسندیم و همچنان به نصب آنها بر روی کامیون‌هایمان ادامه خواهیم داد، ولی تا زمان نصب، مربوط به خودتان هستند. پس از نصب، مال ما شده و بهای آنرا می‌پردازیم. همین که یک کامیون با دارا بودن دستگاه ترمز شما از خط تولید خارج شود، دستور پرداخت بهای آن قطعه به صورت خودکار صادر و انجام خواهد شد.» این دگرگونی، روش خرید و نگهداری قطعات را بسیار آسانتر کرده و از محل کاستن از موجودی انبار قطعات، صرفه‌جویی فراوانی نموده است. ممکن است کسی از این توافق شگفت زده شده و استدلال کند که چرا فروشنده ترمز باید هزینه مالی انبار فورد را به عهده گیرد؟ امتیاز فروشنده از این بابت کجاست؟ سود فروشنده در این است که نخست به جای بخشی از ترمزهای لازم، اینک همه نیازمندیهای کارخانه‌های کامیون‌سازی فورد به این قطعه را در اختیار دارد. دوم اینکه فروشنده با دسترسی مستقیم به برنامه تولید فورد، از پیش‌بینی‌های غیرقابل اعتماد در خصوص حجم تولید خود بی‌نیاز شده و در این زمینه می‌تواند برنامه بسیار سنجیده‌ای بریزد که در نتیجه کاهش موجودی در انبار کالای ساخته شده، بهره قابل توجهی عایدش می‌شود.

نمونه ۵: به عنوان نمونه‌ای دیگر، می‌توان داستان شرکت‌هایی را ذکر کرد که تلاش کردند سیستم تولید به‌موقع (Just In Time) را از ژاپنی‌ها تقلید کنند اما مرز مدل (و نگرش خود) را آنقدر محدود کردند که نتیجه عجیبی حاصل شد: آنها تأمین‌کنندگان را مجبور کردند که قطعات را در محموله‌های کوچک و در فواصل زمانی کوتاه، به کارخانه مونتاژکننده تحویل دهند. تأمین‌کنندگان در عکس‌العمل نسبت به این درخواست، کامیون‌های پر از قطعات را پشت دیوارهای شرکت مونتاژ، نگه می‌داشتند تا زمان ورود فرا رسد. در آن هنگام، قطعات را درست سروقت به کارخانه مونتاژ تحویل می‌دادند!! محدود کردن بیش از اندازه مرز مدل، موجب شد آنها انتقال موجودی از درون کارخانه به پشت دیوارها (و انبار تأمین‌کننده) را **بهینه‌سازی موجودی** تصور کنند.

نمونه ۶: هنگام سازماندهی باید مراقب تأثیر آن بر مرز بهینه‌سازی باشیم. پیتر سنگه در کتاب پنجمین فرمان، مثال جالبی دارد: اخیراً مدیران یک کارخانه خودروسازی در دیترویت (آمریکا)، برای من نقل می‌کردند که یک اتومبیل وارداتی از ژاپن را باز کرده‌اند تا بفهمند ژاپنی‌ها چگونه به دقت و پایایی فوق‌العاده، همراه با قیمت پایین‌تر، دست یافته‌اند. یکی از موضوعات قابل توجه، استفاده از یک پیچ استاندارد در سه جای بدنه موتور بوده است (هر بار، برای نصب مؤلفه متفاوتی به کار رفته بود). در خودروی آمریکایی، برای همین مجموعه مونتاژی، سه پیچ متفاوت مورد نیاز است که سه آچار متفاوت و سه موجودی جداگانه نیاز دارند و در نتیجه، کاهش سرعت و افزایش هزینه‌های مونتاژ را به دنبال دارد. اما چرا آمریکایی‌ها از سه پیچ متفاوت استفاده می‌کنند؟ چون سازمان طراحی مستقر در دیترویت، سه گروه مهندس دارد که هر یک مسئول بخشی از موتور هستند. ژاپنی‌ها یک گروه طراح دارند که مسئول کل موتور (و حتی بیشتر) هستند. نکته جالب اینکه هر یک از سه گروه مهندسين آمریکایی، کار خود را موفق به حساب می‌آوردند چون پیچ و مجموعه مربوط به گروه آنها، به خوبی کار می‌کرد.

اگر طراحی موتور را یک مسئله تصمیم‌گیری در نظر بگیریم، با تقسیم کار بین سه گروه طراح، در واقع مسئله فوق‌را به سه زیرمسئله تقسیم نموده‌ایم و هر گروه طراح، یک مسئله کوچکتر با مرزهای محدودتر را حل می‌کند که منجر به بهینه‌سازی محلی (local optimization) می‌گردد.

نمونه ۷: هنگام تعیین معیارهای اندازه‌گیری عملکرد نیز باید مراقب تأثیر آنها بر مرز بهینه‌سازی باشیم. یعنی معیارها نباید به گونه‌ای باشند که افراد یا واحدهای سازمانی یا شرکتها را به بهینه‌سازی محلی (Local Optimization) سوق دهند. به عنوان مثال اگر عملکرد یک مدیر حمل‌ونقل را با معیار هزینه متوسط صرف شده جهت حمل‌ونقل یک واحد کالا بسنجیم، ممکن است به گونه‌ای رفتار نماید که باعث افزایش موجودی یا آسیب دیدن خدمت به مشتریان باشد. یعنی بهینه‌سازی محلی انجام گیرد.

مثالی دیگر از کتاب "مهندسی دوباره شرکتها" قابل ذکر است: یک فروند هواپیما متعلق به یکی از خطوط مهم هواپیمایی، هنگام پرواز در یک بعد از ظهر به تعمیر نیاز پیدا کرده و در فرودگاه الف به زمین می‌نشیند. نزدیکترین مکانیکی که توانایی رفع این نقص را داشته در فرودگاه ب وجود داشته است. ولی مدیر فرودگاه ب به این دلیل که مکانیکش پس از انجام کار ناچار است شب را در هتل خوابیده و هزینه‌اش به سازمان او منظور می‌شود، از اعزام مکانیک خودداری می‌کند. وی را فردا صبح به مأموریت می‌فرستد تا بتواند کارش را انجام داده و همان روز به خانه برگردد. در نتیجه یک هواپیمای چندین میلیون دلاری زمان درازی بیکار مانده و شرکت از این بابت صدها هزار دلار زیان دید، ولی بودجه مدیر فرودگاه ب از هزینه ۱۰۰ دلار صورتحساب هتل مصون ماند!

نمونه ۸: اختیارات داده شده به افراد نیز باید متناسب با محدوده بهینه‌سازی مورد انتظار باشد. نمونه‌ای که در پی می‌آید، نشان‌دهنده بازده داشتن اختیار است: یکی از میهمانان هتل بزرگی، به هنگام ترک آنجا و چیدن چمدانهایش در صندوق عقب خودرو، به سوی دربان آمده و شکایت کرد که دستگاه ردیاب راداری او را در گاراژ هتل دزدیده‌اند. دربان که اختیار ارائه خدمات به مشتریان را داشت، بهای دستگاه را از وی پرسید. پس از آن خواهش کرد که همراه وی به کنار پیشخوان بیاید. آنجا به کارمند مسئول دستور داد "به آقا ۱۵۰ دلار بدهید". همه نم در دهانشان خشک شد، ولی مسافر راضی و راحت هتل را ترک نمود. دو هفته بعد، مدیر هتل نامه‌ای دریافت کرد که در آن نوشته بود "من دستگاه ردیاب را در صندوق خودروی خود پیدا کردم. چک ۱۵۰ دلاری پیوست است. راستی، من از این پس در هیچ هتلی غیر از هتل‌های زنجیره‌ای شما اقامت نخواهم کرد".

نمونه ۹: دکتر دمینگ، همیاری را برای جلوگیری از بهینه‌سازی محلی، ضروری می‌داند. او همیاری در همه زمینه‌های روابط شرکت با تأمین‌کنندگان، رابطه بین مدیریت و نیروی کار، ارتباطات درون شرکتی (روابط میان بخش‌های مختلف یک شرکت)، و حتی همیاری میان رقبا را ضروری می‌داند.

به عنوان نمونه همیاری میان رقبا، می‌توان همیاری شرکت‌های ژاپنی در کسب دانش فنی جدید را ذکر نمود. به جای اینکه هر شرکت، برای تحقیق در خصوص موضوعاتی مشابه، گروهی محقق داشته باشد، تمام شرکتها به طور مشترک در این راه تلاش می‌کنند. پس شرکتهای مختلف، کار واحدی را تکرار نمی‌کنند. در نتیجه دانش فنی سریعتر، کاملتر و با هزینه کمتر تکوین می‌یابد. ولی وقتی محصولات آن شرکتها در بازار عرضه می‌شوند، از نظر قیمت، مشخصه‌ها و عملکردها به شدت با یکدیگر رقابت می‌کنند.

زمینه دیگری از همیاری بین رقبا، استانداردهای صنعتی است. شکست تکنولوژی‌های جدید به دلیل نبود استانداردها اتفاق غریبی نیست. صدای چهارباندی (quadraphonic) نمونه‌ای از این نوع است. چندین استاندارد رقیب، مصرف‌کننده را گیج می‌کردند و مانع می‌شدند که هیچ استاندارد خاصی توسط همگان پذیرفته شود. شرکتها بر پایه استانداردها با هم رقابت می‌کردند. مصرف‌کنندگان هیچ اهمیتی نمی‌دادند که کدام استاندارد بر بقیه فائق می‌شود؛ آنان در ارتباط با تکنولوژی‌های جدید فقط به صدای بهتر علاقه‌مند بودند. ولی به دلیل اغتشاش هیچ شرکتی قادر به ایجاد کسب‌وکار پردرآمد نبود. شرکت‌های صفحه پرکنی، نمی‌دانستند از کدام

استاندارد حمایت کنند، پس تلاش‌های آنان بی‌اثر می‌ماند. مصرف‌کنندگان گیج شده بودند، پس عقب نشستند تا آنها از آسیاب بیفتد و تکلیف کار معلوم شود. وقتی آنها از آسیاب افتاد، هیچ شرکتی باقی نمانده بود. شرکت‌های ژاپنی نیز در مواردی به قیمت ضرر بزرگی که هم برای مصرف‌کنندگان و هم برای تولیدکنندگان وجود دارد، بر پایه استانداردها به رقابت پرداختند. وقتی اولین گروه از ویدیوهای خانگی به بازار آمد، دو سیستم ناسازگار توسط دو کنسرسیوم بزرگ ارائه شد. سیستم "بتا" را شرکت سونی ارائه کرد و سیستم "وی.اچ.اس" را مادر شرکت پاناسونیک یعنی ماتسوشی تا عرضه نمود. هر دو استاندارد برای مصرف‌کنندگانی مشابه و برای هدفی مشابه عرضه می‌شدند. هیچ کدام مزیت خاصی بر دیگری نداشتند. نهایتاً یکی از این دو استاندارد پیروز شد، ولی فقط پس از رساندن ضرری بزرگ به مشتریانی که یا کاست‌هایی داشتند که به دستگاههای جدید نمی‌خورد و یا دستگاه‌هایی که نمی‌توانست کاست‌های جدیدتر را پخش کند. بازار بسیار آرام‌تر از آنچه باید، تکوین یافت. شرکت‌های فیلم‌سازی زیان دیدند، چرا که باید هر فیلم را بر اساس دو سیستم تولید می‌کردند. این امر هزینه‌های آنان را افزایش می‌داد و قیمت‌ها را در مقایسه با وقتی که یک نوع استاندارد حاکم بود، بالاتر نگاه می‌داشت. تولیدکنندگان از این تجربه درس گرفتند و برای تهیه استاندارد دیسک فشرده (compact disc) با یکدیگر همکاری کردند. وقتی فقط یک استاندارد کافی است اما دو استاندارد وجود دارد، دچار اتلاف می‌شویم.

یکی از مدیران شرکت بتلحم استیل (Bethlehem Steel) به جیمز باکن نایب رئیس شرکت فورد موتور اطلاع داد که فورد، قطعات استیل را با چهل و یک ضخامت متفاوت از ۰.۲۷ اینچ تا ۰.۴۵ اینچ از آنان خریداری می‌کند. او از باکن پرسید: "چگونه هر شرکت استیل می‌تواند با وجود این همه ضخامت‌های متفاوت، دقت عمل داشته و صرفه‌جویی کند؟" اگر به جای چهل و یک ضخامت برای فورد، پنجاه ضخامت برای جنرال موتورز و سی ضخامت برای کرایسلر، از پنج ضخامت استاندارد استفاده شود، همه پیروز خواهند بود. استیل‌سازان هم بهتر می‌توانند کار کنند. آنان می‌توانند با دقت عمل و صرفه‌جویی بیشتر تولید کنند. برای مطالعه بیشتر در مورد دیدگاه‌های دکتر دمینگ می‌توانید به کتاب "آموزه‌های دکتر دمینگ" مراجعه کنید.

نمونه ۱۰: هم‌و شامپی نیز توجه به کل فرایند را برای جلوگیری از بهینه‌سازی محلی، ضروری می‌دانند: آنانیکه به اصلاح پاره‌ای از بخش‌های فرایند کار دست می‌یازند، ادامه عملکرد بد سازمان را تضمین کرده‌اند. با این وصف ما در شرکت‌های بی‌شماری شاهد بوده‌ایم که مدیریت به جای طراحی دوباره و بنیادین فرایندهایی که کار اساسی شرکت را انجام می‌دهند، در پی بهسازی گوشه‌هایی از کارند. برای شرکتها دیگر سودمند و ضروری نیست تا کار خود را بر پایه اندیشه "تقسیم کار" آدام اسمیت سازمان دهند. ساختار وظیفه‌گرا در دنیای کسب‌وکار امروز که درگیر با نیروهای توانمندی همچون مشتریان، رقبا، و دگرگونیها می‌باشد، دیگر کارساز نبوده و منسوخ است. شرکتها بایستی اینک بر گرد فرایندها سازماندهی شوند. شرکتها فرایندی طبیعی همچون "انجام یک سفارش" را گرفته و به تکه‌های کوچک فراوانی تقسیم می‌کنند تا با وظایف کارکنانی که در اداره‌های گوناگون پخش شده‌اند، همخوانی پیدا کند. پس از آن شرکت باید سواره نظامی را بسیج کند تا آن تکه‌های از هم جدا افتاده را دوباره به هم آورند. اعضاء این سواره نظام دارای عنوان‌هایی همچون حسابرس، پیگیر، کنترلر، رابط، سرپرست، رئیس، و معاون مدیرعامل می‌باشند. آنها را به سادگی می‌توان به چسبی تشبیه کرد که تنها افراد اصلی و کننده کار را بهم می‌چسبانند. در بیشتر شرکتها هزینه نیروی کار مستقیم، کم و هزینه‌های بالاسری زیاد، و گاهی خیلی زیاد است. به سخنی دیگر، امروزه بیشتر شرکتها هزینه چسبشان بیش از هزینه کار اصلی است.

بر پایه نظریه آدام اسمیت و بخش بخش نمودن هر کار به وظیفه‌های ساده، و واگذار نمودن هر وظیفه به یک متخصص، شرکتها و مدیرانشان ناچارند تا به جای فرایند کلی کار، به وظیفه‌های جداگانه توجه نمایند. به دریافت درخواست و نحوه تنظیم آن، جمع و جور کردن کالا در انبار، و مانند اینها اهمیت داده می‌شود، ولی هدف بزرگتر

که رساندن کالا بدست مشتری و سفارش دهنده است، از نظر دور می ماند. بی گمان همه وظیفه های موجود در این فرایند مهم اند، ولی چنانچه کل فرایند نتیجه بخش نبوده و کالا بدست مشتری نرسد، از دیدگاه وی آن وظیفه های جداگانه کمترین ارزشی را ندارند، هر چند بسیار خوب انجام شده باشند.

برای توضیح وظیفه گرایی می توان مثال مشهور لوله کشی را مطرح کرد: قرار بود مسیری را لوله کشی کنند. فرایند لوله کشی شامل سه مرحله حفر کانال و آماده سازی مسیر، قراردادن لوله ها درون کانال و اتصال آنها، و خاکریزی روی لوله ها و تسطیح مسیر لوله است. این فرایند به سه وظیفه جداگانه تفکیک و به سه نفر که هر یک در کار خود کاملاً متخصص بودند، واگذار شد. نفر اول، کانال را حفر و آماده می کرد؛ نفر دوم لوله ها را قرار می داد و نفر سوم، خاکریزی و تسطیح را انجام می داد. یک روز ناظرین دیدند که نفر اول کانال حفر می کند و نفر سوم به دنبال او و بدون قرار گرفتن لوله، درون کانال را پر از خاک می نماید. پرسیدند این چه کار بیهوده ای است که شما انجام می دهید؟ جواب دادند امروز نفر دوم غیبت کرده است و ما در حال انجام وظیفه خود هستیم!!

وقتی وظیفه گرایی حاکم می شود، نتیجه نهایی فعالیتها، کم رنگ می شود و هر کس به دنبال انجام وظیفه خود با حداکثر کارایی است اما در عین حداکثر شدن کارایی، اثربخشی آسیب می بیند.

اندیشه وظیفه گرایی، به مدت دوپست سال بر طراحی سازمان شرکتها تأثیر داشته است. ولی چرخش به سوی اندیشه فرایندگرایی آغاز گردیده است. با سازماندهی فرایندی، پاداشها به جای "فعالیت" به "نتیجه" داده می شوند: در شرکت های سنتی، جبران زحمات کارمندان مشخص است، آنها در برابر وقتی که صرف کرده اند، پول دریافت می کنند. در اینگونه شرکتها، کار فرد خواه در خط تولید خودرو باشد و یا فرایند صدور یک بیمه نامه، بصورت مستقل ارزشی به بار نمی آورد. تنها کارهای کامل شده مانند یک دستگاه خودرو که از خط تولید خارج می شود و یا سند بیمه نامه ای که به مشتری تحویل می گردد، برای شرکت دارای ارزش و بازده است. با بخش شدن کار به وظیفه های کوچک، کارفرما ناچار است تا کارایی کارکنان را به عنوان معیار به حساب آورد. ولی کارایی در بخش های جدا از هم، دلیل بهینه شدن فرایند کل کار نخواهد بود.

برعکس، در شرکت هایی که مهندسی دوباره شده اند، حجم کارهای میانی و کاغذبازی ها به حساب نمی آیند. بلکه شمار کارهای انجام شده، کیفیت آنها، و رضایت مندی مشتریان که از راه نظرسنجی ها کسب می شود، دارای ارزش است. در این نظام که کارکنان به تکمیل فرایند کل کار مشغولند، شرکتها می توانند بازده آنها را سنجیده و بر پایه ارزشی که تولید کرده اند، پاداش آنها را بپردازند. ارزش در این نظام سنجش پذیر است زیرا به صورت عینی و واقعی است. در ساخت یک دوربین عکاسی، ساخت عدسی مستقلاً ارزشی ندارد ولی ارزش یک دوربین کامل، مشخص است.

نمونه ۱۱: مراحل تکاملی نگرش به کیفیت، مثالی دیگر برای گسترش مرز سیستم در طول زمان است. چهار مرحله در نگرش به کیفیت وجود دارد که هر مرحله، توسعه یافته مراحل قبلی است و مراحل قبل از خود را نیز در بر می گیرد:

✓ بازرسی (Inspection)

ابتدایی ترین ایده برای تولید محصول با کیفیت، بازرسی خروجی های یک فرایند تولید است. در بازرسی، محصولات تولیدی را با مشخصه های کنترلی، مقایسه می کنند و از عبور محصول نامنطبق، جلوگیری به عمل می آورند. مشخصه های کنترلی، در طراحی محصول و فرایند تولید، مشخص می گردند و مواردی همچون مشخصه های ظاهری، عملکردی، دوام و ایمنی را در بر می گیرند. مشخصه های کنترلی، ویژگی هایی هستند که اگر در محصولات تولیدی وجود داشته باشند، آن محصولات سالم تلقی می شوند و رعایت نشدن این مشخصه ها، بیانگر

معیوب بودن محصول است. برای تشخیص هر چه زودتر عیب، می‌توان تعداد ایستگاه‌های بازرسی را در طول فرایند افزایش داد.

از مهمترین کاستی‌های روش بازرسی، این است که بر کشف عیب (معلول) تمرکز دارد نه بر کشف عامل عیب (علت). لذا قادر نیست از تکرار عیب جلوگیری کند. نقص دیگر روش بازرسی این است که فقط محدوده فرایند تولید (بعد از طراحی و قبل از تحویل به مشتری) را در نظر می‌گیرد و کاری به عوامل خارج از این محدوده ندارد.

✓ کنترل کیفیت (Quality Control)

در کنترل کیفیت، علاوه بر بازرسی، یک مکانیزم بازخورد نیز وجود دارد که سعی می‌کند عامل یا عوامل عدم تطابق را کشف و حذف نماید. یعنی با پردازش اطلاعات دریافتی از بازرسی، با اقداماتی کارا و مؤثر، خروجی فرایند را به استاندارد نزدیک می‌کند.

کنترل کیفیت، برای پردازش و تحلیل داده‌ها، از ابزارهای آماری (همچون نمودار پارتو، هیستوگرام و نمودارهای کنترل) استفاده می‌کند. با استفاده از طرح‌های نمونه‌گیری، تلاش می‌شود بازرسی‌ها به شیوه‌ای اقتصادی انجام گیرند.

در هر دو مرحله بازرسی و کنترل کیفیت، محصول با کیفیت را محصولی می‌دانند که با مشخصات و استانداردها تطابق داشته باشد.

کاستی‌های مهم کنترل کیفیت:

○ به لحاظ خصیصه کنترلی (با استفاده از بازخورد)، باید حداقل یک محموله معیوب تولید شود تا با

تجزیه و تحلیل، به برطرف نمودن ریشه عیب پرداخت.

○ همچون بازرسی، فقط محدوده فرایند تولید را در بر می‌گیرد و بر نیازهای مشتری، متمرکز نیست

✓ تضمین کیفیت (Quality Assurance)

در تضمین کیفیت، محصول با کیفیت، محصولی است که رضایت مشتری را تأمین کند. هدف تضمین کیفیت این است که تمام فعالیت‌های مؤثر بر کیفیت، به درستی انجام شوند. علاوه بر کنترل کیفیت، موارد زیر نیز در تضمین کیفیت تحت کنترل قرار می‌گیرد:

○ ارتباط با مشتری (شناسایی نیازها، خدمات پس از فروش، پیگیری شکایات)

○ کنترل ورودی‌ها

▪ مواد اولیه: شناسایی تأمین‌کنندگان و ارزیابی آنها

▪ تجهیزات: اطمینان از آماده بودن ماشین‌آلات

▪ نیروی انسانی: آموزش

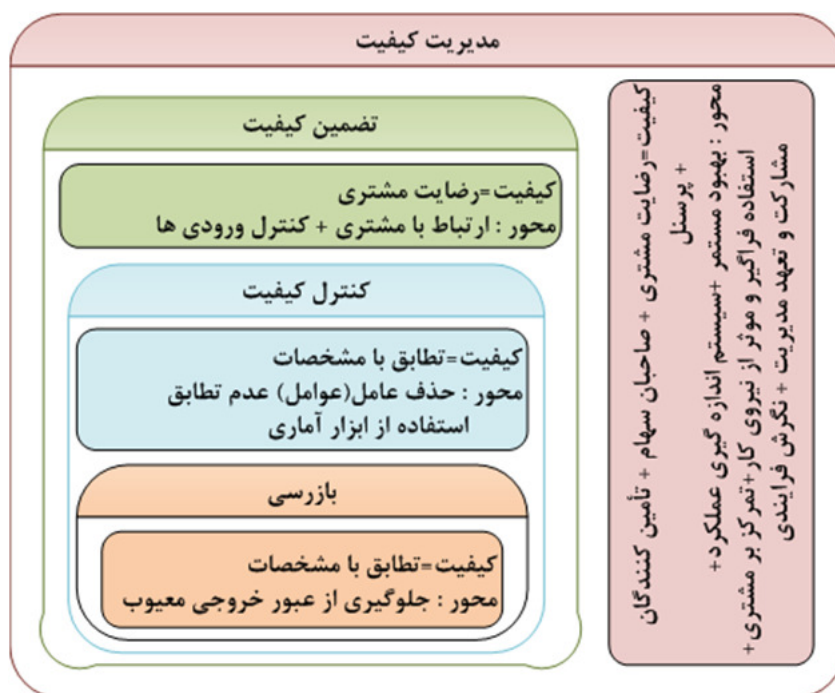
▪ روش‌ها و دستورالعمل‌های ساخت

○ کنترل طراحی

✓ مدیریت کیفیت (Quality Management)

در سیستم‌های مدیریت کیفیت، محصول با کیفیت، محصولی است که رضایت مشتریان، کارکنان، تأمین‌کنندگان و صاحبان سهام را تأمین نماید. در مدیریت کیفیت بر مواردی همچون مشتری‌مداری، نگرش فرایندی، استفاده فراگیر و مؤثر از نیروی کار، بهبود مستمر، استقرار سیستم اندازه‌گیری عملکرد، رفتار با تأمین‌کنندگان همانند رفتار با شرکا، و تعهد و مشارکت مدیریت را در بر می‌گیرد.

همان طور که ملاحظه می‌کنید، مرز نگرش‌ها به کیفیت، به تدریج گسترش یافته و موارد بیشتری را در گرفته است. توجه‌ها بیشتر و بیشتر، از معلول‌ها به علت‌ها و از خروجی‌ها به ورودی‌ها، جلب شده است. (شکل ۷ را ببینید)



شکل ۷

نمونه ۱۲: تنگ کردن مرزهای مدل، اغلب به باورهایی منجر می‌شود که حتی قوانین فیزیک را نیز نقض می‌کنند: در اواسط دهه ۹۰ میلادی، ایالت کالیفرنیا آمریکا و صنایع خودروسازی، مباحثاتی در مورد ایجاد وسایط نقلیه‌ای که انتشار آلودگی آنها صفر باشد (Zero Emission Vehicles)، داشتند تا آلودگی هوا کاهش یابد. درست است که ماشین‌های الکتریکی (که مورد نظر طرح فوق بوده‌اند)، لوله‌اگزوز نیاز نخواهند داشت؛ اما نیروگاه‌های مورد نیاز برای تولید برق مصرفی این اتومبیل‌ها، آلودگی ایجاد می‌کنند. در واقع، ایالت کالیفرنیا به دنبال ایجاد خودروهایی بود که آلودگی مربوط به آنها در مسیر باد به سایر ایالت‌ها می‌رفت یا در خارج از مرزهایش، به صورت زباله‌های هسته‌ای، جمع می‌شد. ممکن است خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای احتراق داخلی، یک هدیه محیطی باشند (آلودگی کمی ایجاد کنند)؛ تکنولوژی به سرعت در حال بهبود است و آلودگی هوا یک مسئله مهم حوزه سلامت است. اما هیچ نوع فرایند تبدیل انرژی، عاری از اثرات محیطی نخواهد بود و هیچ مجلسی نمی‌تواند قانون دوم ترمودینامیک را نقض کند.

نمونه ۱۳: کسی که شیشه ماشین خود را پایین کشیده و زباله‌ها را به خیابان پرتاب می‌کند، مرز نگرش خود را داخل ماشین خود فرض نموده است. شعار «شهر ما خانه ما» تلاشی برای گسترش این مرز در ذهن افراد است.

(۲-۳) دریافتن الگوی تغییرات به جای تمرکز بر روی وقایع

تمرکز بر وقایع، یکی از موانع یادگیری و تفکر سیستمی است. ما زندگی را به صورت مجموعه‌ای از اتفاقات می‌دانیم و برای هر اتفاق نیز یک دلیل روشن و واضح ارائه می‌نماییم. ما معمولاً عادت داریم فقط تغییرات ناگهانی محیط و سیستم را درک نماییم و از درک تغییرات تدریجی عاجزیم. نکته مهم این است که امروزه

اصلی‌ترین تهدیدها که متوجه بقاء سازمانها و جوامع هستند، نتیجه فرایندهای آرام و تدریجی هستند و نه وقایع ناگهانی. مسابقه تسلیحاتی، معضلات محیط زیست، عدم کفایت نظام تعلیم و تربیت عمومی و کاهش کیفیت محصولات در مقایسه با محصولات رقبا، همگی عواملی هستند که به صورتی آرام و تدریجی عمل می‌نمایند.

نمونه ۱: برای تشریح این نکته، داستان قورباغه پخته را ذکر می‌کنند. طبق این داستان اگر یک قورباغه را در آب داغ بیاندازید، فوراً عکس‌العمل نشان داده و خود را از داخل آب داغ به بیرون پرتاب کرده و نجات می‌دهد. ولی اگر او را در آب خنک انداخته و به تدریج گرم و داغ نمایید، قورباغه در آب می‌ماند و همچنان که آب گرم‌تر می‌شود، بدن قورباغه نیز شل‌تر می‌شود و در نهایت نیز در آب داغ خواهد مرد. چون ساختار درونی قورباغه به نحوی است که خطر را تنها در مواردی که اتفاقی ناگهانی در محیط اطرافش رخ می‌دهد، تشخیص می‌دهد و نه در مواردی که خطر به صورتی آرام و تدریجی گسترش می‌یابد.

رسانه‌ها نیز به موضوع فوق دامن می‌زنند و تمرکز بر وقایع را ترویج می‌کنند. به عنوان مثال اگر پدری به خاطر فقر، فرزندش را به قتل برساند، شدیداً مورد توجه رسانه‌ها قرار گرفته و تحلیل می‌شود اما اگر هزاران و حتی میلیون‌ها نفر به دلیل مشکلات اقتصادی و استرس‌های ناشی از آن، در واقع دچار مرگ تدریجی شوند، چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

نمونه ۲: اصطلاح دیگری که در این زمینه وجود دارد، "سراشیبی‌های لغزان" (slippery slope) رفتار غیراخلاقی است. بر اساس تئوری سراشیبی لغزان، احتمال رفتارهای غیراخلاقی به صورت تدریجی، به مراتب بیشتر از تغییرات ناگهانی است. وقتی که رفتارهای ما گام به گام غیراخلاقی‌تر می‌شود، کمتر متوجه غیراخلاقی بودن آن می‌شویم و احتمال اینکه این رفتارها را توجیه کنیم بیشتر از وقتی است که ناگهان کار غیراخلاقی انجام دهیم. شاید به همین دلیل است که در مذهب، بر دوری از گناهان کوچک نیز تأکید شده است. ضرب‌المثل "تخم مرغ دزد، شتر دزد می‌شود"، بیانی عامیانه از همین تئوری است.

به عنوان مثالی دیگر، آیه زیر ۵ بار در قرآن کریم آمده است:

«و از گام‌های شیطان، پیروی نکنید!» (سوره بقره، آیه ۱۶۸)

بخشی از توضیحاتی که در تفسیر نمونه ذیل این آیه آمده است:

عبارت «گام‌های شیطان» گویا اشاره به یک مسأله دقیق تربیتی دارد، و آن اینکه انحرافها و تبهکاری‌ها غالباً بطور تدریج در انسان نفوذ می‌کند، نه به صورت دفعی و فوری؛ مثلاً برای آلوده شدن یک جوان به مواد مخدر، معمولاً مراحل وجود دارد: نخست به صورت تماشاچی در یکی از این جلسات شرکت می‌کند و انجام عمل را ساده می‌شمرد. گام دوم استفاده از مواد مخدر به عنوان رفع خستگی و یا درمان بیماری و مانند آن است. گام سوم استفاده از این مواد به صورت کم و به قصد اینکه در مدت کوتاهی از آن صرف‌نظر کند. سرانجام گام‌ها یکی پس از دیگری برداشته می‌شود و شخص به صورت یک معتاد سخت و بینوا در می‌آید.

وسوسه‌های شیطان معمولاً به همین صورت است. انسان را قدم به قدم و تدریجاً در پشت سر خود به سوی پرتگاه می‌کشاند. این موضوع منحصر به شیطان اصلی نیست؛ تمام دستگاه‌های شیطانی و آلوده برای پیاده کردن نقشه‌های شوم خود از همین روش (گام به گام) استفاده می‌کنند؛ لذا قرآن می‌گوید: از همان گام اول باید به هوش بود و با شیطان همراه نشد.

نمونه ۳: احتمالاً به دلیل عادت انسان‌ها به واکنش در برابر تغییرات ناگهانی و عدم حساسیت به تغییرات تدریجی است که تولیدکنندگان خودرو را واداشته است تا به جای نمایش آنالوگ و پیوسته وضعیت روغن خودرو، از لامپ‌های Idiot استفاده نمایند. مردم توجهی به تغییرات کوچک و تدریجی وسایل اندازه‌گیری آنالوگ نشان نمی‌دادند اما با ظهور ناگهانی لامپ زرد یا قرمز، شرایط را درک نموده و با احتمال بیشتری، اقدام مقتضی را انجام می‌دهند.

نمونه ۴: در کتاب بهتر از خوب مثالی دارد: تخم مرغی در گوشه‌ای قرار دارد. کسی به آن اعتنا نمی‌کند تا یک روز که پوست آن می‌ترکد و جوجه‌ای از آن سر در می‌آورد. همه روزنامه‌ها و مجله‌های معتبر واقعه را چنین تفسیر می‌کنند: *تحول حیرت‌آور در تخم مرغ! تبدیل تخم مرغ به جوجه! انقلاب چشمگیر تخم مرغ!* تو گویی تخم مرغ بیچاره یک شبه متحول شده و خود را به جوجه تبدیل کرده است. اما از دید جوجه داستان از چه قرار است؟ ماجرا به کلی متفاوت است. در حالی که جهان بیرون، وجود این تخم مرغ آرام را نادیده گرفته بود، جوجه درون آن در حال تکامل، رشد و پرورش بود. از دید جوجه ترکاندن پوست تخم مرغ تنها یک مرحله از یک رشته مراحل است که به آن لحظه موعود ختم می‌شود. برخی شرکتها با جنجال و هیاهو، دنبال یک عمل سرنوشت‌ساز و یک لحظه جادویی هستند و نتیجه‌ای جز ناامیدی و سرخوردگی به‌دست نمی‌آورند و بنابراین مرتباً جهت عوض می‌کنند و دچار دور باطل می‌گردند.

تمرکز بر روی وقایع منجر به توضیح واقعه می‌شود. مثلاً وقتی می‌شنویم که امروز ارزش سهام کارخانه‌ها در معاملات کاهش یافته است، آن را به علت بالا بودن نرخ بهره اعلام شده از سوی بانک مرکزی می‌دانیم. ممکن است این تفاسیر به خودی خود نیز نادرست نباشند، اما ما را از دریافتن الگوی تغییرات درازمدت که در پشت اتفاق مزبور نهفته است، محروم می‌سازد و طبیعتاً قادر به فهم علت تغییرات بلندمدت نخواهیم بود. ما قادر نخواهیم بود که از سرنوشت قورباغه داستان بالا، اجتناب کنیم، مگر اینکه یاد بگیریم که آهسته‌تر حرکت کنیم و فرایندهای بطئی که به‌وجودآورنده بزرگترین مخاطرات هستند را دریابیم.

نمونه ۵: به عنوان توضیحی دیگر از اصل فوق، گزیده‌هایی از کتاب "چه کسی پنیر را جابجا کرد" ارائه می‌گردد: در این داستان، پنیر استعاره‌ای است برای آنچه که می‌خواهید در زندگی داشته باشید و می‌تواند شغل خوب، رابطه عاشقانه، پول، مالکیت، سلامتی یا آسودگی خاطر باشد. در این داستان، چهار شخصیت وجود دارد که در یک گذر پیچیده (ماز) زندگی می‌کنند. ماز جایی است که در آن به دنبال خواسته خود می‌گردید و ممکن است سازمانی باشد که در آن کار می‌کنید یا خانواده یا جامعه‌ای باشد که در آن زندگی می‌کنید. دو تا از این شخصیت‌ها، موش و دو تای دیگر آدم کوچولو (با نام‌های "هم" و "ها") هستند. این چهار شخصیت در گوشه‌ای از ماز، یک انبار بزرگ پنیر یافته و مدت‌ها از آن می‌خوردند. پس از مدتی پنیر موجود در انبار فوق تمام می‌شود و عکس‌العمل این چهار شخصیت نسبت به این موضوع، هسته اصلی داستان است. موش‌ها با نیروی غریزی متوجه کاهش پنیر شده و خود را برای تمام شدن پنیر آماده کرده بودند. بنابراین به محض مواجه شدن با عدم وجود پنیر، کفش‌هایشان را پوشیده و جستجو برای یافتن پنیر جدید را آغاز کردند.

اما عملکرد آدم کوچولوها متفاوت است. آنها اصلاً توجهی به کاهش پنیر نداشتند و فکر می‌کردند برای ابد پنیر دارند. به عبارت دیگر آنها متوجه تغییرات تدریجی محیط و سیستم نشده بودند. مدتی طول کشید تا باور کنند که پنیر تمام شده است. آنها یکدیگر را به خاطر وضعیت پیش آمده، ملامت می‌کردند! "هم" دچار افسردگی شد و همانجا گرسنه منتظر معجزه ماند. اما "ها" به راه افتاد. بخش اصلی داستان، تفکرات و رفتار "ها" در مسیر جستجوی پنیر است. "ها" فهمید که پنیر موجود در انبار در حال کاهش بوده است و اگر می‌خواست،

می‌توانست آنچه را که در حال وقوع است ببیند؛ ولی نخواست بود. او فهمید که اگر آنچه را که داشت اتفاق می‌افتاد، می‌دید و اگر تغییر را پیش‌بینی کرده بود، این چنین تغییر او را غافلگیر و شگفت زده نمی‌کرد. چه بخواهیم و چه نخواهیم، تغییرات همواره رخ می‌دهند و این طبیعی است. تغییر فقط زمانی می‌تواند شما را شگفت زده کند که انتظارش را نداشته باشید و دنبال آن هم نباشید. بنابراین توصیه می‌کند که به طور مداوم، پنیر را بو کنید تا از زمان کهنه شدن پنیر خبردار شوید. توجه به موقع به تغییرات کوچک به شما کمک خواهد کرد تا خود را با تغییرات بزرگی که در راه هستند، سازگار کنید.

"ها" بالاخره انبار جدیدی از پنیر یافت. اما این بار می‌دانست که اگر بیش از حد احساس راحتی کند، خیلی آسان به همان جای اول خواهد لغزید. هر روز ایستگاه پنیر جدید را بازبینی می‌کرد تا ببیند شرایط این پنیر چگونه است. تصمیم گرفته بود نگذارد از تغییر غیرمنتظره غافل شود. در حالی که هنوز ذخیره بزرگی از پنیر داشت، اغلب وارد ماز می‌شد و حوزه‌های جدیدی را کشف می‌کرد تا با آنچه که در اطرافش رخ می‌دهد در تماس باشد. می‌دانست که برای داشتن امنیت بیشتر باید از گزینه‌های واقعی‌اش آگاهی داشته باشد نه اینکه خودش را در منطقه آسایش خود حبس کند.

برای مطالعه متن کامل داستان، می‌توانید به کتاب "چه کسی پنیرم را جابجا کرد" مراجعه کنید.

نمونه ۶: تمرکز بر وقایع، در زندگی شخصی ما نیز نمودهای فراوان دارد.

شاید برای دور نمودن ما از تمرکز بر وقایع است که توصیه می‌کنند:

«بسیار خوب است که مقصد مسافرت خود را مشخص کنیم اما در آخر امر این خود مسافرت است که

مهم است نه مقصد. ... همیشه این باور را دوست داشته باشید که زندگی یک مسافرت است نه یک

مقصد.»

تغییرات در زندگی و خود ما به صورت تدریجی رخ می‌دهد. یکی از بهترین راه‌هایی که از طریق آن می‌توانید دریابید که زندگی شما چگونه تغییر یافته است، این است که خاطره‌ای، یادداشتی، نامه‌ای و یا نوشته‌ای را که ده یا بیست سال پیش راجع به زندگی خودتان نوشته‌اید، بخوانید و یا حتی به عکسی که از شما و خانواده‌تان یک یا دو دهه پیش گرفته شده، نگاهی بکنید و بهتر از همه اینها یک فیلم ویدیویی خانوادگی را دوباره ببینید. احتمالاً از خودتان می‌پرسید: «آیا این من هستم؟ آیا من واقعا این شکل و قیافه بوده‌ام؟ آیا من این را گفته‌ام؟» متأسفانه در تعامل با نزدیکان خود نیز به تغییرات توجه نمی‌کنیم تا این که وقایع، غافلگیرمان کنند:

«تلخ‌ترین اشک‌هایی که بر سر مزار رفتگان ریخته می‌شود، به خاطر کلمات ناگفته و کارهای ناکرده

است.»

نمونه ۷: حکایتی از گلستان سعدی

آورده‌اند که نوشیروان را در شکارگاهی، صیدی کباب کردند و نمک نبود. غلامی به روستا رفت تا نمک آرد.

نوشیروان گفت: نمک به قیمت (و نه کمتر) بستان تا رسمی نشود و ده خراب نگردد.

گفتند: از این قدر، چه خلل آید؟

گفت: بنیاد ظلم در جهان، اول اندکی بوده است؛ هر که آمد بر او مزیدی کرد تا بدین غایت رسید.

اگر ز باغ رعیت، مَلِک خورد سیبی برآورد غلامان او درخت از بیخ

نمونه ۸: تمرکز بر وقایع فقط در مورد وقایع منفی نیست و وقایع مثبت را نیز شامل می‌گردد. دگرگونی

شرکت‌ها، هر چند در نهایت به دستاوردهای بزرگ رسیده، اما حاصل یک حمله یا یک ضربه نیست. این دستاوردها حاصل یک عمل تنها، یک برنامه عالی، یک نوآوری بی‌نظیر، یک خوش شانس و یک انقلاب مجرد

نیست. موفق شدن، حاصل فرایندی انباشتی و تراکمی است؛ گام به گام، پله به پله، تصمیم بعد تصمیم، چرخ پشت چرخ، و کار پشت کار؛ آن قدر ادامه می‌یابد تا آن دستاورد بزرگ و ماندگار حاصل آید. اما تصویری که رسانه‌ها از شرکتها به ذهن متبادر می‌کنند، چه بسا یکسره کژ و کوژ است. معمولاً رسانه‌ها به وضع شرکتها نمی‌پردازند مگر چرخ لنگر آن شرکت با سرعت هزار دور در دقیقه در حال چرخش باشد. همین تصویرها برداشت ما از تحول را دستخوش تیرگی و ابهام می‌کند. رسانه‌ها وضع را چنان تصویر می‌کنند که گویی همه آن تحول یک‌شبه به دست آمده است. جمله قصار: موفقیت، آسانسوری نیست بلکه پله‌ای است.

نمونه ۹: فیل را چگونه می‌خورند؟ لقمه لقمه

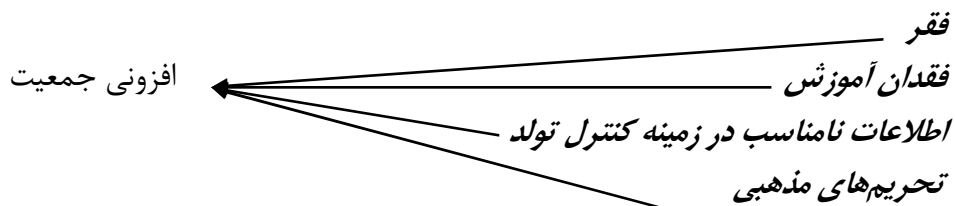
نویسندگان کتاب مشهور «بابای دارا، بابای نادار» در کتاب «کارراهه بابای دارا» توصیه می‌کنند که آرزوها و رؤیاهای درازمدت در سر پیروانید ولی در خصوص هدف‌گذاری، به جای زیاده‌طلبی، گام‌های کوچک بردارید. رؤیا را بزرگ برگزینید و با گام‌های کوتاه به سوی آن حرکت کنید. در هر مورد که به نتیجه می‌رسید، عزم شما جزم‌تر و اراده پیشروی، پرتوان‌تر می‌گردد. با گام‌های کوچکانه و همچون نوپایان آغاز کنید. کودکان نوپا پس از تمرین شش ماهه تا یک ساله، به راه رفتن و قدم زدن می‌رسند. پیش از دویدن باید راه رفتن را خوب بیاموزند. به عنوان مثال، افرادی را دیده‌ایم که از زیادی وزن خود ناخشنودند. تصمیم می‌گیرند تا یکبار ۱۰-۲۰ کیلو کم کنند. رژیم غذایی سختی می‌گیرند؛ روزانه دو ساعت ورزش می‌کنند، و ۱۵ کیلومتر می‌دوند. این گونه فعالیت‌ها یک هفته‌ای دوام می‌آورد. چند کیلویی از وزنشان می‌کاهد و همراه با آن درد، کم‌حوصلگی و گرسنگی از راه می‌رسد. نیروی اراده ناپدید می‌شود و عادت‌های پرخوری، تنبلی، و پای تلویزیون لمیدن باز می‌گردد.

(۲-۴) تفکر دینامیک به جای تفکر استاتیک :

نمونه ۱: سعی کنید در ذهن خود به این سوال پاسخ دهید :

" علت افزونی جمعیت در بسیاری از کشورهای جهان چیست ؟ "

اگر افکار خود را یادداشت نمایید، احتمالاً به صورت یک لیست خواهد بود :



به عبارت دیگر، افراد معمولاً در جواب سوال فوق، یک لیست ارائه می‌کنند که عوامل در آن قرار دارند. در صورت تفکر بیشتر، عناصر لیست را وزن دهی می‌کنند: این عامل مهمترین است. این یکی، دومین است و... این شیوه تفکر، رگرسیونی است :

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

در شیوه تفکر فوق، فرض بر این است که هر عامل، مستقیماً بعنوان علت برای معلول (افزونی جمعیت) است و هر عامل، مستقل از سایر عوامل عمل می‌کند و نحوه تاثیر هر عامل در ایجاد معلول مبهم می‌ماند (فقط علامت آن تعیین می‌شود. یعنی این عامل اثر مثبت یا منفی دارد). اما طبق تفکر سیستمی، عوامل فوق در یک نمودار حلقوی با یکدیگر و با معلول مرتبط هستند :



شکل ۸

نمودار فوق نشان میدهد در طول زمان، افزونی جمعیت موجب ضعف آموزش می‌شود و ضعف آموزش، فقر را تشدید می‌کند و فقر نیز موجب ضعف آموزش است. در دینامیک سیستم، به حلقه‌های فوق، حلقه بازخورد (Feedback Loop) گویند. البته نمودار فوق بطور کامل ترسیم نشده و هدف آن نشان دادن امکان تاثیر حلقوی عوامل بر یکدیگر است. (برخلاف نمودار قبل که خطی و یک طرفه بود). یکی از ویژگیهای بارز نمودار فوق، بیان دینامیک بودن سیستم است. یعنی بین عوامل فوق، اثرات متقابل وجود دارد و ممکن است در طول زمان یکدیگر را تشدید یا تضعیف نمایند. ولی نمودار قبل، سیستم را ایستا در نظر می‌گرفت. انتقال روش تفکر از علیت یک طرفه به علیت حلقوی (Circular Causality) و از عوامل مستقل به عوامل وابسته، کاری مشکل است. تمایز دیگر تفکر سیستمی با تفکر رگرسیونی این است که در تفکر رگرسیونی بالاخره معلوم نمی‌شود که سیستم چگونه کار می‌کند. یعنی مفهوم Correlation به تنهایی برای شرح چگونگی کارکرد سیستم کافی نیست. به عنوان مثال در زمین‌شناسی (و فیزیک خاک) از معادله زیر به عنوان یک قانون پایه برای تعیین میزان فرسودگی زمین (soil loss) استفاده می‌شود:

$$Erosion = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

که در آن R مربوط به بارندگی، K ضریب فرسایش پذیری خاک، L طول شیب، S زاویه شیب، C پوشش گیاهی و P فعالیت‌های کنترل فرسایش است.

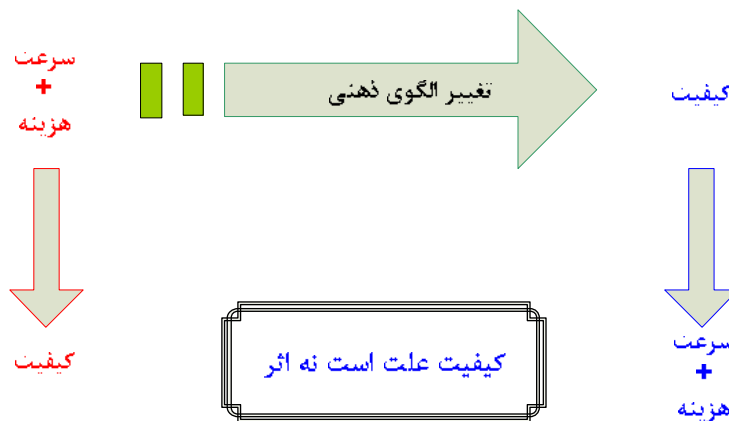
معادله فوق واقعاً نشان نمی‌دهد که فرسایش چگونه اتفاق می‌افتد. وقتی یک ذره می‌خواهد از تپه به پایین بغلبد، معادله فوق را حل نمی‌کند! به عبارت دیگر، فرسایش یک فرایند است نه رشته‌ای از عوامل (string of factors).

البته مطالب فوق به معنی کنار گذاشتن رگرسیون به عنوان یک ابزار تجزیه و تحلیل نیست بلکه تاکید بر این نکته است که شیوه تفکر ما نباید رگرسیونی باشد.

نمونه ۲: پیتر سنگه مطلب را به گونه دیگری بیان می‌کند: بعضی اوقات اگر به وضعیتی دشوار از دیدگاه سیستمی نظر کنیم، ابدأ مشکل و یا مسئله‌ای وجود ندارد. بلکه مسئله ناشی از این واقعیت است که ما به جای

دیدن فرایند رویدادها، تنها تصویر عجولانه و غیر واقعی از حوادث و اتفاقات در ذهن داریم. دیدن فرایند و نگرش جدید به آنها می‌تواند نقاط تاریک و مبهم مسئله را روشن و تبیین کند و ما را از دوراهی برحذر دارد: طی سالیان متمادی، بسیاری از تولیدکنندگان، خود را بر سر دوراهی انتخاب تولیدات ارزان قیمت و یا با کیفیت بالا می‌دیدند. آنها فکر می‌کردند که "محصولات با کیفیت بهتر، پرهزینه‌تر و گران‌تر می‌باشد." زیرا آنها باید هزینه‌های بیشتری را صرف مونتاژ، مواد اولیه و قطعات و همچنین کنترل کیفیت نمایند. اما نکته‌ای که آنها از آن غافل بودند، این است که تمامی راهها و روش‌هایی که سبب بهبود کیفیت می‌گردد، در طول زمان دست در دست هزینه‌ها دارند زیرا بهبود روش‌های انجام کار سبب کم شدن دوباره‌کاری، کاهش مخارج کنترل کیفیت و مرغوبیت کالا، رضایت بیشتر مشتری و در نتیجه کمتر شدن هزینه‌های بازاریابی و تبلیغات می‌گردد. آنها به این نکته پی نبرده بودند که می‌توانند هر دو هدف کیفیت بهتر و قیمت کمتر را با هم به دست آورند به شرط آنکه روی یکی تمرکز کنند و در طول زمان در انتظار دیگری بنشینند. بنابراین بسیاری از این گونه وضعیت‌ها که ابتدا مشکل و دوراهی به نظر می‌رسد، مانند تمرکز در کنترل یا تفویض آن، تاکید بر رفتار فردی کارکنان یا توجه به محصول و خروجی آنان و امثالهم ناشی از تفکری ایستاست. این تفکر به ما دیکته می‌کند که تنها یکی از دو هدف را می‌توان برگزید و در نقطه‌ای ثابت از زمان به آن دست یافت. در صورتی که می‌توان در طول زمان و با استفاده از اهرم‌های مناسب هر دو هدف را تحصیل کرد.

نکته فوق در شش سیگما (Six Sigma) نیز مورد تأکید قرار می‌گیرد. نمودار زیر از یک منبع آموزشی شش سیگما اخذ شده است که تلاش می‌کند "انتقال الگوی ذهنی" را توضیح دهد: "نظریات قبلی، افزایش سرعت و کاهش هزینه را عامل بهبود کیفیت می‌دانستند اما در نظریه جدید، بهبود کیفیت موجب افزایش سرعت و کاهش هزینه‌های تولید می‌گردد."



شکل ۹

نمونه ۳: این قانون را می‌توان معادل عادت هفتم از کتاب هفت عادت مردمان مؤثر دانست: اره را تیز کنید.

فرض کنید در جنگل، شخصی را می‌بینید که در حال تقلاست و می‌کوشد با اره درختی را ببرد.

از او می‌پرسید: چه می‌کنی؟

پاسخ می‌دهد: می‌بینی که دارم درخت را اره می‌کنم.

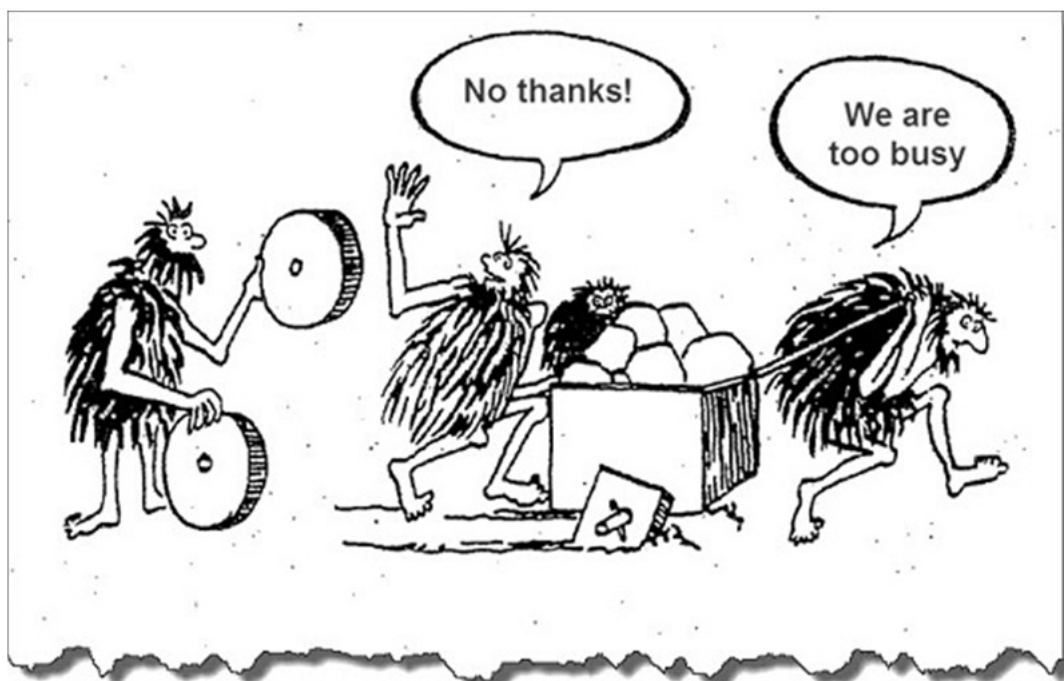
می‌گوید: خیلی خسته به نظر می‌رسی. چه مدت است که اره می‌کنی؟

می‌گوید: بیشتر از پنج ساعت است. واقعاً که کار سختی است.

می‌پرسید: چرا چند دقیقه به خودت فرصت نمی‌دهی تا اره را تیز کنی؟ مطمئناً کارت با سرعت بیشتری پیش خواهد رفت.

مرد به تأکید می‌گوید: فرصت ندارم اره را تیز کنم. مگر نمی‌بینی دارم اره می‌کنم!

شکل ۱۰ این نکته را به تصویر کشیده است.



شکل ۱۰

یکی از نشانه‌های نگرش فوق، ادعای نداشتن وقت کافی برای آموزش زیردستان است: برخی مدیران، خودشان کار اضافه می‌آورند اما زیردستان آنها وقت اضافه دارند. وقتی سؤال کنید که چرا از کارمندان خود کمک نمی‌گیرید، جواب می‌دهند که توانایی انجام آنها را ندارند. و اگر سؤال کنید چرا آنها را آموزش نمی‌دهید. جواب خواهند داد که وقت کافی برای این کار ندارم یا اینکه اگر خودم انجام دهم، زمان کمتری نسبت به راهنمایی و نظارت بر کارمندان نیاز خواهم داشت.

نمونه ۴: هزینه‌یابی دوره عمر (Life Cycle Costing)

منظور از دوره عمر (life cycle) یک محصول، فاصله زمانی بین طرح نیاز و ایده تا پایان دوره استفاده از محصول (و برکناری یا انهدام آن) است. فعالیت‌هایی که نوعاً در این فاصله زمانی صورت می‌گیرد، عبارتند از:

- شناسایی نیاز مصرف‌کننده
- تحقیق و توسعه (تحلیل بازار، مطالعات امکان‌سنجی، طراحی مفهومی، طراحی اولیه، طراحی تفصیلی، نمونه‌سازی)
- تولید (مهندسی کارخانه، مهندسی ساخت، تأمین، تولید، کنترل تولید، کنترل کیفیت)
- استفاده از محصول (نگهداری و تعمیرات، قطعات یدکی، خدمات)
- برکناری و انهدام محصول (جمع‌آوری، بازیافت)

هزینه دوره عمر، تا حد زیادی وابسته به تصمیماتی است که در مراحل اولیه چرخه عمر، اتخاذ شده‌اند. به عنوان مثال، بیش از ۵۰٪ هزینه دوره عمر یک محصول، متأثر از تصمیماتی است که در مرحله طراحی مفهومی انجام می‌شوند.

همچنین، هزینه‌های مراحل مختلف دوره عمر، با یکدیگر مرتبط‌اند. بنابراین در بررسی ابعاد اقتصادی یک محصول، باید هزینه دوره عمر آنرا به صورت یکپارچه مدنظر داشت.

سیستم‌ها و محصولات زیادی، طراحی و تولید شده‌اند که هزینه کل دوره عمر آنها کمتر مورد توجه بوده است. همه هزینه‌های دوره عمر محصول (بخصوص هزینه‌های مربوط به عملیات و پشتیبانی) مشهود نیستند (شکل زیر را ببینید). اگر کل هزینه‌های مرتبط با یک محصول را به صورت یک کوه تصور کنیم، هزینه‌های اکتساب و تملک (acquisition) مشهودتر از سایر هزینه‌ها هستند.



شکل ۱۱

تمرین ۱: ارتباط هر یک از عبارات زیر با قوانین مطرح شده در این فصل را بررسی کنید:

- بعضی می‌گویند چون گرفتارند، از خدا غافلند؛ اما نمی‌دانند چون از خدا غافلند، گرفتارند
 - ما آن قدر پولدار نشده‌ایم که جنس ارزان بخریم
-

فصل سوم: ساختار سیستم به وجود آورنده رفتار آن است

(۱-۳) مقدمه

یکی از تأکیده‌های تفکر سیستمی، توجه به رابطه علت و معلولی بین پدیده‌ها است. در این مورد، دو خطا ممکن است رخ دهد:

- ممکن است به جای توجه به علت‌ها و ریشه‌ها، به معلول‌ها بپردازیم.
- ممکن است در شناسایی علت پدیده‌ها دچار خطا شویم.

پس از درک اهمیت توجه به رابطه علت و معلولی، یک سؤال بوجود خواهد آمد: چرا سیستم‌ها این گونه عمل می‌کنند؟ علت ایجادکننده رفتار سیستم‌ها چیست؟ اشتباه در پاسخ‌گویی به این پرسش، زمینه‌ای برای بروز دو خطای دیگر در مورد نقش افراد در عملکرد سیستم فراهم خواهد نمود:

- هیچ نقشی برای خود در شکل‌دهی رفتار سیستم قائل نیستیم. معتقدیم عامل ایجادکننده عملکرد نامناسب سیستم، یک جایی آن بیرون است.
- به دنبال فرد یا افرادی هستیم که آنها را عامل اشکال در عملکرد سیستم بدانیم.

اما پاسخ صحیح پرسش فوق، این است که: ساختار سیستم، علت است و رفتار سیستم، معلول آن. اکنون که ساختار سیستم، ایجادکننده رفتار آن است، باید دست از سرزنش دیگران برداشت و به دنبال درک ساختار سیستم بود. از طرف دیگر، نباید نقش خود در شکل‌دهی به ساختار سیستم را فراموش کنیم. باید بدانیم که تفکر ما نیز جزئی از ساختار سیستم است. توضیح نکات فوق، موضوع این فصل است.

(۲-۳) تفکر براساس رابطه علت و معلولی

یکی از موانع تفکر سیستمی، تفکر براساس همبستگی بین عوامل به جای تفکر بر اساس رابطه علت و معلولی بین آنهاست. به قول ایکاف: یک مثال ادراک از رابطه علی، با ارزش‌تر از خروارها دانش درباره همبستگی (Correlation) است.

دو متغیر زمانی با یکدیگر همبسته‌اند (correlated) که با یکدیگر میل به کاهش یا افزایش داشته باشند (همبستگی مثبت) و یا اینکه اگر یکی از آنها افزایش یافت، دیگری کاهش یابد (همبستگی منفی). متغیرهایی که همبسته‌اند، لزوماً دارای ارتباط علت و معلولی نیستند.

باید دقت شود که وجود (عدم وجود) همبستگی آماری بین دو متغیر برای وجود (عدم وجود) رابطه علی بین آنها کافی نیست. یعنی پس از پی بردن به وجود همبستگی، باید رابطه علی را شناسایی و مورد آزمایش قرار دهیم. به

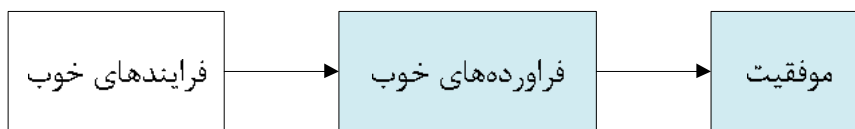
عنوان مثال فرض کنید با بررسی آماری در بین دانش‌آموزان یک منطقه، به این نتیجه برسیم که بین نمره ریاضی دانش‌آموزان و درآمد والدین آنها، همبستگی مثبت وجود دارد. پس از مشخص شدن این همبستگی، باید برای کشف رابطه علی بین این دو تلاش کنیم. اینکه صرفاً بدانیم همبستگی فوق وجود دارد، کمک چندانی در سیاست‌گذاری‌ها به ما نمی‌کند. به عنوان مثال ممکن است علت بالا بودن نمرات ریاضی فرزندان والدین با درآمد بالا، استفاده از معلم خصوصی باشد یا اینکه والدین با درآمد بالا به تحصیلات فرزندان خود اهمیت بیشتری بدهند و لذا نمرات ریاضی فرزندان آنها بالاتر باشد یا اینکه والدین با درآمد بالا دارای ویژگی‌های ژنتیکی هستند که هم موجب درآمد بالای آنها و هم موجب نمرات بالای فرزندان می‌شود. ملاحظه می‌کنید که باید با آزمون فرضیه‌های فوق، صحت آنها را بررسی کنیم تا بتوانیم پی به مکانیزم علی موجود بین دو متغیر فوق، ببریم. کشف رابطه همبستگی، موجب طرح فرضیه‌های مختلفی می‌شود که باید مورد آزمون قرار گیرند تا بتوان روابط علی ایجادکننده همبستگی را شناسایی نمود. کشف رابطه همبستگی بدون تعیین روابط علی، هیچ کاربردی ندارد.

نمونه ۱: میزان فروش بستنی و نرخ جنایتها دارای همبستگی مثبت‌اند! (حجم فروش بستنی و نرخ جنایتها در تابستان افزایش و در زمستان کاهش می‌یابد. اشتباهی که ممکن است رخ دهد این است که فروش بستنی را علت جنایتها بدانیم و به عنوان یک راه برای کاهش جنایتها، فروش بستنی را ممنوع نماییم!) ولی واقعیت این است که افزایش دمای هوا به عنوان علت برای دو عامل فوق مطرح است. بنابراین اشتباه بین Correlation و روابط علی ممکن است به قضاوتها و سیاستهای اشتباه منجر شود. بسیاری از اعتقادات خرافی نظیر خوش یمنی و بدیمنی برخی افراد و پرندگان، ناشی از تفکر بر اساس همبستگی است. ادبیات مدیریت مالمال از مطالبی است که بر اساس متدولوژی Correlation بدست آمده‌اند. مثلاً یک دسته از شرکتهای موفق را بررسی و یک یا چند ویژگی آنها که از نظر نویسنده در موفقیت آنها مؤثر بوده‌اند، به عنوان نمونه بارز نشان داده می‌شوند. یک دسته از شرکتهای ناموفق نیز بررسی و نشان داده می‌شود که فاقد ویژگیهای مورد نظر بوده‌اند. سپس موفقیت را به وجود این عوامل و عدم موفقیت را به نبود آنها نسبت می‌دهند. مثلاً ممکن است چند شرکت موفق را بررسی و مشاهده کنیم که مدیر عامل آنها لباسی گران‌قیمت می‌پوشد. چند شرکت ناموفق را نیز بررسی و مشاهده کنیم که مدیران آنها لباس گران‌قیمت ندارند. سپس نوع لباس مدیر را عامل موفقیت شرکتها بدانیم!

نمونه ۲: همر و شامپی در کتاب "مهندسی دوباره شرکتها" در تشریح اهمیت فرایندها در موفقیت سازمان می‌نویسند:

«چنانچه مدیران شرکتهای آمریکایی نتوانند دلیل مشکلات موجود در سازمانهایشان را بپذیرند، توانایی پذیرش راه‌حل‌های آنها را نیز نخواهند داشت. پاره‌ای از کارشناسان را عقیده بر این است که اگر این شرکتها کالاهای و خدمات باب روز عرضه کنند، پیروزیهای گذشته را تکرار خواهند نمود. ما این اندیشه را نمی‌پذیریم، زیرا امروزه فرآورده‌ها در بازار عمری بس کوتاه دارند و بهترین آنها نیز در زمانی کوتاه از رونق می‌افتند. این فرایند کار، و نه فرآورده‌ها، هستند که مایه پیروزی‌های درازمدت شرکتها می‌شوند. *پیروزمندان فرآورده‌های خوب عرضه می‌کنند، نه اینکه فرآورده‌های خوب موجب پیروزی‌اند.*»

طبق عقیده همر و شامپی، این فرایندهای خوب هستند که علت اصلی ارائه فرآورده‌های خوب و حصول موفقیت پایدارند (شکل ۱).

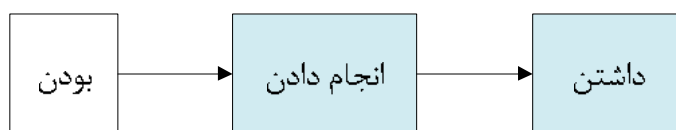


شکل ۱

نمونه ۳: بودن-انجام دادن-داشتن (Be-Do-Have)

در هدف گذاری و تحقق آنها سه مرحله وجود دارد که رابطه علت و معلولی با یکدیگر دارند:

- بودن: تفکر و اراده لازم برای حرکت
- انجام دادن: انجام اقدامات مورد نیاز
- داشتن: رسیدن به نتیجه و تحقق هدف



شکل ۲

معمولاً این داشته‌های افراد موفق است که توجه ما را به خود جلب می‌کند. در تمام مدتی که آنها بر اساس تفکر و اراده خود، مشغول برداشتن گام‌ها و انجام اقدامات مورد نیاز بودند، کسی توجهی به آنها نداشت. وقتی که فعالیت‌های آنها به نتیجه رسید و به داشته تبدیل شد، سر و کله تقلیدکنندگان پیدا می‌شود. دنبال این هستند که از آنها تقلید کنند و کارهایی را انجام دهند که آنها انجام می‌دهند. تمرکز تقلیدکنندگان بر «چه کاری انجام دادن» است به جای تمرکز بر «چگونه کسی باید بودن». اما بدون دگرگونی ریشه‌ای در نحوه تفکر، تقلید از کار پیرومندان بی‌نتیجه خواهد بود. آنچه برای دستیابی به اهداف بلند نیاز داریم، بیشتر مربوط به چگونه بودن است تا انجام دادن. کسانی که داشته‌هایی متفاوت با دیگران دارند، بودن آنها نیز متفاوت با دیگران است؛ در اندیشیدن متفاوت از دیگران می‌باشند.

اهدافی که برای خود تعیین می‌کنیم، معمولاً از جنس داشتن است؛ اهدافی همچون داشتن ثروت، تندرستی، داشتن روابط نیکو، شهرت، داشتن اندام زیبا یا ...؛ وقتی هدف مشخص شد، به فکر انجام دادن می‌افتیم. فهرستی از آنچه باید انجام دهیم، تهیه می‌کنیم. اما آنچه مهم است، تفکر و اراده پیگیری است. بارها و بارها اهداف بسیاری در زمینه‌های گوناگون برای خود تعیین کرده‌ایم و حتی ممکن است چند گام اولیه را نیز برداشته باشیم، اما قبل از شروع یا قبل از حصول نتیجه، رها کرده‌ایم. این اتفاق می‌افتد چون چگونه بودن و تفکر ما تغییری نکرده است.

نویسنده کتاب «بابای دارا، بابای نادار» در کتاب دوم خود «کارراه بابای دارا» می‌نویسد:

امروز نیز به انسان‌هایی برمی‌خوریم که می‌خواهند یک شبه میلیونر شوند. از درازمدت اندیشیدن و برنامه ریختن متنفرند. پاسخ فوری می‌خواهند. به جای "چه باید بشوند" تا به ثروت برسند، می‌خواهند به آنان بگویم "چه بکنند" تا ثروتمند شوند. چاره مسئله‌ای درازمدت را در کوتاه‌مدت می‌خواهند.

... برای ثروتمند شدن باید همانند ثروتمندان بیندیشید.

... نکته مهم، فرایند دگرگونی درونی است که باید از سر بگذرانید و کسی شوید که باید باشید.

یکی از روش‌های تغییر "چگونه بودن"، همنشینی با کسانی است که می‌خواهیم همانند آنها بیندیشیم:

با هر کس وقت می‌گذرانید، آینده‌ساز شماست.

خواننده گرامی باید به مشابهت دو شکل ۱ و ۲ توجه نماید. علاقه به الگوبرداری و تقلید از موفق‌ها، هم در سطح شرکت‌ها و هم در سطح افراد رخ می‌دهد و امکان بروز اشتباه در هر دوی آنها نیز وجود دارد. تقلید از موضوعی که خودش معلول عوامل دیگری است، موفقیت بلندمدت ایجاد نمی‌کند.

تمرین: مدیر یک شرکت تجاری معتقد است:

مطالعه این کتابهای مدیریتی (بخصوص کتاب‌هایی که داستان موفقیت شرکت‌های بزرگ را بیان می‌کنند؛ مثل نوشته‌های جک ولش، مدیر موفق جنرال الکتریک) فایده‌ای ندارد. بهتر است کتب فلسفی بخوانید و تفکر فلسفی داشته باشید!

نظر شما چیست؟

نمونه ۴: ایکاف مثال دیگری دارد. او نقل می‌کند که در یک مجله پزشکی، مقاله‌ای درباره رابطه بین سیگار کشیدن و سرطان چاپ می‌شود. در این مقاله همبستگی بین مصرف سرانه توتون در بیست و یک کشور با سرانه شیوع سرطان ریه مقایسه می‌گردد. داده‌ها نشان می‌دهند که بین این دو همبستگی بالایی وجود دارد و چنین نتیجه‌گیری شده که سیگار علت سرطان ریه است. ایکاف می‌گوید من همان اطلاعات مصرف سیگار در بیست و یک کشور فوق را مورد استفاده قرار داده و همبستگی آنرا با سرانه شیوع وبا بدست آوردم. میزان این همبستگی بیشتر از همبستگی بین سیگار و سرطان، اما در جهت عکس بود و چنین نتیجه‌گیری شد که مصرف سیگار، سرانه شیوع وبا را کاهش می‌دهد. ایکاف این بررسی و نتایج آنرا برای مجله پزشکی فوق ارسال و درخواست چاپ آنرا می‌نماید. اما آنها می‌گویند که کار تو مسخره است! ایکاف می‌گوید "بله مسخره است. ولی در آن صورت، روش مورد استفاده در مقاله مربوط به سیگار و سرطان ریه نیز مسخره خواهد بود!"

نمونه ۵: حتما خواننده محترم، اخبار تحقیقاتی که فقط به دنبال کشف رابطه همبستگی بین متغیرهای مختلف هستند، را دیده و شنیده است. به عنوان نمونه به خبر زیر توجه نمایید:

خبرگزاری ایسنا: محققان ادعا می‌کنند اولین حرف از اسم شما می‌تواند نشان دهد که چند سال عمر خواهید کرد! این پژوهشگران در دانشگاه ایالتی واین در دیترویت آمریکا، نشان دادند افرادی که اسم آنها با حرف A آغاز می‌شود، ۱۰ سال بیشتر از کسانی که حرف اول اسم آنها D است، عمر می‌کنند. این محققان ادعا می‌کنند کسانی که اسمشان با حرف D شروع می‌شود، عزت نفس کمتری دارند که با ابتلا به سرطان و سایر بیماری‌ها ارتباط دارد. این افراد نسبت به کسانی که حرف اول اسمشان با E تا حرف Z شروع می‌شود، عمر کوتاه‌تری دارند. دکتر دیوید هولمز از دانشگاه منچستر می‌گوید: این تحقیق نشان می‌دهد که اسمی، بیش از آنچه ما به آنها اهمیت می‌دهیم، روی زندگی‌مان تأثیر دارند.

در مورد خبر فوق نیز تا زمانی که زنجیره علی موجود بین اسم افراد و طول عمر آنها شناسایی و آزموده نشود، دانستن رابطه همبستگی بین دو متغیر فوق، هیچ ارزشی ندارد.

نمونه ۶: برخی اعتقادات خرافی نظیر اعتقاد به تأثیر پرندگان بر سرنوشت انسانها یا خوش یمنی و بدیمنی افراد، از طریق تفکر رگرسیونی حاصل شده‌اند.

نمونه ۷: مردی در کنار رودخانه‌ای ایستاده بود. ناگهان صدای فریادی شنید و متوجه شد که فردی در حال غرق شدن است. فوراً خود را به آب زد و او را نجات داد؛ اما پیش از آن که نفسی تازه کند، فریادهای دیگری شنید و باز به آب پرید و دو نفر دیگر را نجات داد. پیش از آن که حالش جا بیاید، صدای دو نفر دیگر را شنید که کمک

می‌خواستند. او تمام روز را صرف نجات افرادی کرد که در چنگال امواج خروشان گرفتار شده بودند؛ غافل از این که چند قدمی بالاتر، دیوانه‌ای مردم را یکی‌یکی به آب می‌انداخت.

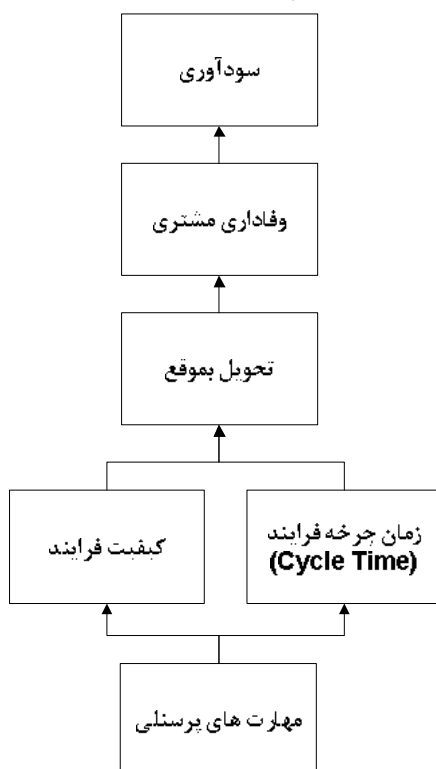
نمونه ۸: کارت امتیازی متوازن (Balanced ScoreCard)

کارت امتیازی متوازن در دهه ۱۹۹۰ توسط رابرت کاپلان و دیوید نورتون ارائه گردید و به تدریج تکامل یافت و به عنوان یک متدولوژی برای بیان و پیاده‌سازی استراتژی به کار رفت.

استراتژی یک سازمان مشخص می‌کند که سازمان چگونه می‌خواهد برای سهامداران، مشتریان و شهروندان، ارزش‌آفرینی نماید. بنابراین استراتژی، مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در مورد روابط علت و معلول بین پدیده‌ها است. طراحان هر استراتژی معتقدند که پیاده‌سازی آن استراتژی، موجب حصول نتایج مورد انتظار خواهد شد. به عنوان مثال وقتی یک شرکت برای تقویت موقعیت خود، اقدام به خرید شرکت رقیب می‌کند، یک فرضیه در مورد رابطه علت و معلول بین "خرید شرکت رقیب" و "تقویت موقعیت خود" دارد.

یک کارت امتیازی متوازن، زنجیره‌ای از روابط علت و معلولی بین اهداف (objectives) را در بر می‌گیرد. به عنوان مثال، هدف سودآوری را در نظر بگیرید (شکل ۳). ممکن است شما معتقد باشید که محرک این هدف، گسترش و تکرار فروش به مشتریان فعلی سازمان است که این نیز نتیجه‌ای از وفاداری زیاد مشتریان می‌باشد. بنابراین انتظار می‌رود وفاداری مشتریان، تأثیر زیادی بر سودآوری داشته باشد. اما وفاداری مشتریان چگونه حاصل می‌شود؟ ممکن است تحلیل ترجیحات مشتری، نشان دهد که تحویل به‌موقع سفارش مشتریان، برای مشتریان ارزشمند تلقی می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود بهبود در تحویل به‌موقع سفارش‌ها، منجر به وفاداری بیشتر در مشتریان گردد.

اکنون باید پرسید که این سازمان در چه فرایندهایی باید برتری کسب کند تا بتواند در تحویل به‌موقع سفارش‌ها، عملکردی استثنایی ارائه دهد؟ برای بهبود در تحویل به‌موقع، ممکن است نیازمند کوتاه بودن زمان چرخه (cycle time) فرایندهای عملیاتی و کیفیت بالای فرایندهای داخلی باشیم. برای این منظور ممکن است آموزش و بهبود مهارت‌های کارکنان عملیاتی سازمان انجام شود.



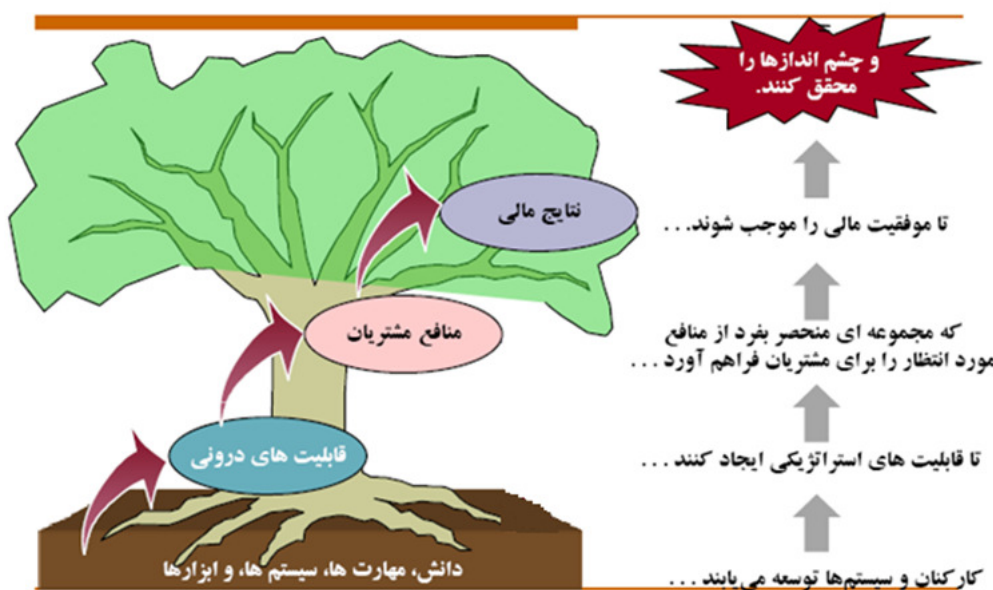
شکل ۳

شکل ۳ زنجیره‌ای از روابط علت و معلولی بین اهداف را نشان می‌دهد. این روابط به صورت فرضیه مطرح می‌شوند چون در معرض آزمون، اعتبارسنجی و بازنگری قرار دارند.

منظور از اقدامات، کارهایی است که سازمان انجام می‌دهد تا زنجیره علت و معلول بین اهداف را تحریک نموده و خروجی مورد انتظار را به دست آورد. در مثال ارائه شده در شکل ۳ یک اقدام این است که برنامه‌ای برای ارتقاء مهارت‌های کلیدی کارکنان تهیه و اجرا شود. یا این که ممکن است برای بهبود کیفیت فرایند، یک پروژه شش سیگما (six sigma) برنامه‌ریزی و اجرا گردد.

کارت امتیازی متوازن به یادگیری دوحلقه‌ای در سازمان کمک می‌کند. یعنی مدیران سازمان ابتدا مفروضات و مدل‌های ذهنی خود در مورد چگونگی موفقیت سازمان را به صورت زنجیره‌ای از روابط بین اهداف و نیز اقدامات مورد نیاز تعریف می‌کنند. با شروع اجرای این اقدامات و اندازه‌گیری معیارهای عملکرد، ممکن است مفروضات مدیران مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرد.

شکل ۴ کارت امتیازی متوازن را به صورت دیگری توضیح می‌دهد. برای یک سازمان انتفاعی که با هدف سودآوری تأسیس شده است، نتایج مالی به عنوان خروجی نهایی سازمان تلقی می‌شوند. برای ایجاد این نتایج مالی در بلندمدت، سازمان باید بتواند منافع مشتریان را تأمین نماید. برای این منظور باید مشتریان مورد نظر خود و نیز انتظارات و تقاضای آنها را شناسایی کند. برای ارائه خدمات و محصولات ارزشمند به مشتری باید قابلیت‌های درونی مورد نیاز را فراهم نماید. باید فرایندهای کلیدی مورد نیاز را شناسایی کند که سازمان باید در آنها برتر باشد تا ارزش مورد انتظار مشتریان و در نهایت، ذینفعان به صورت پایدار ایجاد شود. اجرای این فرایندها نیازمند منابع انسانی و سیستم‌های مناسب است.



شکل ۴

نمونه ۹: اهمیت توجه به روابط علت و معلول در معرفت دینی

خطا در تشخیص روابط علت و معلولی بین پدیده‌ها، در اعتقادات مذهبی نیز رخ می‌دهد. متن زیر که مربوط به یکی از عرفای هندی است، یکی از این خطاها را هدف قرار داده است:

افرادی که همیشه در حال جستجوی خداوند هستند و به دنبال او حیران و سرگردان‌اند، او را نمی‌یابند؛ ولی آنهایی که به جای جستجو، شروع به زندگی بر اساس آنچه خداوند خواسته است می‌کنند، او را می‌یابند. یافتن خدا با زندگی بر اساس آنچه او می‌خواهد، امکان‌پذیر است.

نمونه ۱۰: پنج چرا (The Five Whys)

میانه بعد از ظهر است، یک ساعت قبل از تغییر شیفت در یک کارخانه؛ و من سرکارگر هستم. در حال قدم زدن و نشان دادن کارخانه به یک دوست هستم که از بد ماجرا، متفکر سیستمی است. ناگهان لکه‌ای از روغن در کف کارگاه می‌بینم. رو به نزدیکترین کارگر خط مونتاژ می‌کنم: هی! کف کارگاه روغن ریخته! ممکن است کسی در آن لیز بخورد! آنرا تمیز کنید!

وقتی صحبت من تمام می‌شود، دوست متفکر سیستمی وارد موضوع می‌شود و یواشکی از من می‌پرسد: چرا روغن کف کارگاه ریخته است؟

من هم سؤال را برای کارگر مونتاژ تکرار می‌کنم: بله! چگونه روغن روی زمین ریخته است؟

کارگر مونتاژ پاسخ می‌دهد: خُب، گابونگی (gabungie) نشستی دارد.

همه ما به طور خودکار به بالا نگاه کردیم. نشستی گابونگی واضح بود.

(گابونگی یک دستگاه بزرگ است که به سقف متصل شده است.)

با ناراحتی گفتم: اوه! خُب، روغن را تمیز کنید و فوراً گابونگی را تعمیر کنید.

دوستم مرا کنار کشید و به آرامی گفت: چرا گابونگی خراب شده؟

من می‌گویم: بله! خُب، و به طرف کارگر مونتاژ بر می‌گردم: چرا گابونگی خراب شده؟

او پاسخ می‌دهد: واشرها (gasket) خرابند.

من می‌گویم: خُب روغن را تمیز کنید؛ گابونگی را تعمیر کنید؛ و یک کاری هم در مورد واشرها بکنید!

دوستم اضافه می‌کند: و چرا واشرها خرابند؟

من می‌گویم: بله! چرا ما واشرهای خراب در گابونگی استفاده کرده‌ایم؟

کارگر مونتاژ می‌گوید: خُب، به ما گفته شده که واحد خرید، تعداد زیادی از آن واشرها خریده است.

می‌بینم که دوستم می‌خواهد دهانش را باز کند، لذا پیش‌دستی می‌کنم: چرا واحد خرید، چنین خرید بزرگی انجام داده است؟

کارگر مونتاژ، در حالی که برای یافتن فرجه و سطل دور می‌شد، گفت: از کجا باید بدانم؟

من و دوستم به دفتر کارم برگشتیم و چند تماس تلفنی گرفتیم. مشخص شد دو سال است یک سیاست در شرکت برقرار است که خرید با کمترین قیمت را تشویق می‌کند. نتیجه آن، واشرهای معیوبی است که به اندازه مصرف ۵ سال از آن تهیه شده است، همراه با نشستی گابونگی و چاله روغن. علاوه بر این، احتمالاً این سیاست مشکلات دیگری را نیز در سازمان ایجاد کرده است؛ که از نظر زمانی یا مکانی، نزدیک به علت ریشه‌ای آنها قرار ندارند.

"پنج چرا" یک تکنیک برای کاوش در روابط علت و معلولی ایجادکننده (underlying) یک مشکل خاص است.

هدف اصلی این تکنیک، تعیین علت ریشه‌ای یک عیب یا مشکل است. عدد پنج بر اساس مشاهدات تجربی تعیین شده است؛ معمولاً پنج تکرار برای حل یک مسئله کافی است. این تکنیک اولین بار در شرکت تویوتا به کار رفت.

پاسخ‌های آخر باید به یک فرایند منتهی شوند. علت ریشه‌ای باید به یک فرایند اشاره کند که به خوبی عمل نمی‌کند یا اصلاً وجود ندارد. رسیدن به پاسخ‌هایی همچون کمبود وقت، کافی نبودن سرمایه‌گذاری، یا کافی نبودن نیروی انسانی، نشانه استفاده ناصحیح از این تکنیک است. بنابراین به جای پرسیدن چرا؟، می‌توانید

پرسید چرا فرایند بد عمل کرد؟ یک عبارت کلیدی که باید به خاطر داشته باشید، این است که افراد بد عمل نمی‌کنند، اما فرایندها بد عمل می‌کنند.

وقتی ریشه‌ها را دنبال می‌کنید، خود را درگیر موضوعاتی می‌بینید که نه تنها بر گابونگی (هر چیزی می‌تواند باشد)، بلکه بر کل سازمان اثر می‌گذارند. مسئله این نیست که سیاست خرید با کمترین قیمت، اشتباه است؛ بلکه مسئله آن است که اثرات بلندمدت و دورافتاده آن، پنهان باقی ماندند.

پاسخ‌های شما به پنج چرا باید به دور از سرزنش افراد باشد. به عنوان مثال در پاسخ به پرسش "چرا روغن روی کف کارگاه وجود دارد"، یکی ممکن است بگوید: "چون گروه نگهداری (maintenance)، آنرا تمیز نکردند."

چرا آنها آنرا تمیز نکردند؟

"چون سرپرستان از آنها نخواستند بود."

چرا او از آنها نخواست؟

"چون گروه نگهداری چیزی درباره آن به وی نگفته بودند."

چرا آنها به او نگفته بودند؟

"چون او نرسیده بود."

سرزنش افراد، هیچ گزینه‌ای جز تنبیه آنها برای شما باقی نمی‌گذارد؛ هیچ شانس برای تغییر اساسی وجود ندارد. یکی از فواید تمرین پنج چرا، آن است که به افراد یاد می‌دهد تفاوت بین تبیین واقعه‌گرا (event-oriented explanation) و تبیین سیستمی (systemic explanation) را تشخیص دهند.

برای اجتناب از اغفال شدن با پاسخ‌های سرزنشی و واقعه‌گرا، بعد از هر پاسخ بگویید: بسیار خوب! آیا این تنها دلیل است؟

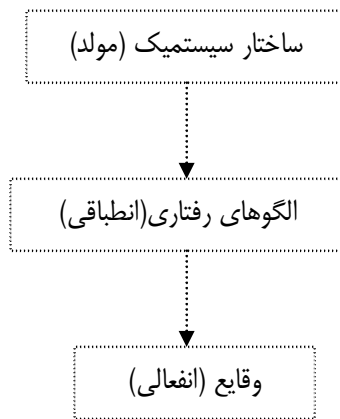
(۳-۳) ساختار سیستم، به وجود آورنده رفتار آن است

«وقتی افراد مختلف، در سیستم یکسانی قرار می‌گیرند، نتایج مشابهی به بار می‌آورند.»

دیدگاه سیستمی به ما می‌آموزد که برای درک مسائل مهم، باید فراتر از اشتباهات فردی یا بدشانسی را ببینیم. باید فراتر از وقایع و شخصیت‌ها را ببینیم. باید به ساختارهای اساسی (Underlying Structures) توجه کنیم که اقدامات فردی را شکل می‌دهند و شرایطی فراهم می‌کنند تا وقایع رخ دهند. دانلا میدوز (Donella Meadows) این نکته را چنین بیان می‌کند:

«بینش ژرف و متفاوت، این است که شروع به دیدن این کنیم که سیستم، ایجادکننده رفتارش است.»

دیدگاه سیستمی به ما می‌آموزد که در هر موقعیت پیچیده‌ای، سطوح مختلفی از تبیین (Explanation) وجود دارد؛ این مطلب در شکل زیر نشان داده شده است. از بعضی جهات، همه این‌ها به یک اندازه صحیح هستند؛ اما سودمندی آنها کاملاً متفاوت است. صاحبان تبیین مبتنی بر وقایع ("چه کسی چه کاری را انجام داد")، محکوم به برخورد انفعالی هستند. تبیین‌های مبتنی بر وقایع، در فرهنگ معاصر، بسیار متداولند و دقیقاً به همین دلیل است که مدیریت انفعالی، شایع است.



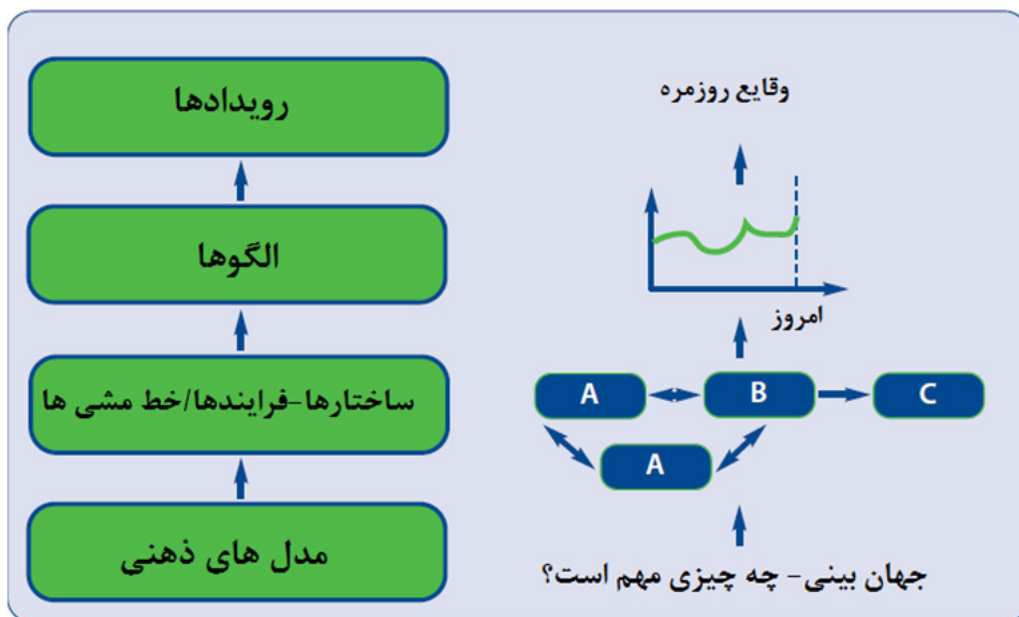
شکل ۵

تبیین‌های مبتنی بر الگوی رفتاری، بر توجه به روندهای بلندمدت‌تر و ارزیابی دلالت‌های (implications) آنها متمرکزند.

با تبیین‌های مبتنی بر الگوی رفتاری، از دام انفعال کوتاه‌مدت، رها می‌شویم. حداقل بیان می‌کنند که چگونه می‌توانیم در افق بلندمدت‌تر، به روندهای متغیر، پاسخ (respond) دهیم.

سومین سطح تبیین، تبیین ساختاری است که علیرغم این که قوی‌ترین نوع تبیین است، اما کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع تبیین، بر پاسخگویی به این سؤال متمرکز است: چه چیزی به وجود آورنده الگوی رفتاری است؟

اهمیت بالای تبیین‌های ساختاری، ناشی از آن است که آنها علل ریشه‌ای رفتارها را در سطحی مورد توجه قرار می‌دهند که می‌توان الگوهای رفتاری را تغییر داد. ساختار، به وجود آورنده رفتار است و تغییر ساختارهای زیرین، می‌تواند الگوهای رفتاری متفاوتی را موجب شود. از این دیدگاه، تبیین‌های ساختاری، ذاتاً مولد (generative) هستند. علاوه بر این چون در سیستم‌های انسانی، سیاست‌های عملیاتی تصمیم‌گیران نیز جزئی از ساختار سیستم است، طراحی مجدد روش‌های تصمیم‌گیری، به معنی طراحی مجدد ساختار سیستم نیز خواهد بود.



شکل ۶

یک کوه یخ را در نظر بگیرید که فقط ۱۰ درصد یخ، بالای سطح آب و ۹۰ درصد آن زیر سطح آب قرار دارد (شکل ۷). وقایع، بخش بیرونی کوه یخ هستند که به راحتی قابل مشاهده‌اند. کمی زیر سطح آب، الگوهای رفتاری قرار دارند. در عمقی پایین‌تر، ساختارها قرار دارند. اگر باز هم عمیق شویم، با مدل‌های ذهنی مواجه می‌شویم که ساختارهای موجود را ایجاد نمودند یا به باقی ماندن آن کمک کردند.



شکل ۷

نمونه ۱: متجاوز از یکصد سال پیش این مطلب در بیان یکی از متفکرین سیستمیک نسل قبل به چشم می‌خورد. در میانه راه کتاب جنگ و صلح، لئو تولستوی داستان خود را درباره ناپلئون و تزار روسیه رها کرده و به بیان علت ناتوانی مورخین در توضیح مسائل می‌پردازد.

در پانزده سال اول قرن نوزدهم، منظره حرکت خارق‌العاده میلیون‌ها نفر در اروپا مشاهده می‌شود. مردم اشتغالات عادی خود را رها کرده از یک طرف اروپا به سمت دیگر آن می‌شتافتند و دست به غارت و چپاول می‌زدند و غالب و مغلوب و کامیاب و نومید می‌شدند. تمام جریان زندگی برای چند سال دگرگون شد و به صورت یک حرکت و فعالیت اجباری درآمد که نخست رو به ازدیاد و سپس رو به ضعف می‌رفت.

انسان از خود می‌پرسد که علت این حرکت چه بود و طبق کدامیک از قوانین انجام گرفت؟ تاریخ‌نویسان در جواب این سوال برای ما گفتار و کردار چندین نفر را در یکی از عمارات شهر پاریس تشریح می‌کنند و بدین سخنان و اعمال نام انقلاب می‌نهند. سپس مفصلاً به شرح زندگی ناپلئون و چند نفر از همفکران یا دشمنان او می‌پردازند و از نفوذ و تأثیر برخی از ایشان بر مردم، داستانها حکایت می‌کنند و می‌گویند: "این است علت پیدایش این حرکت و قوانین آن."

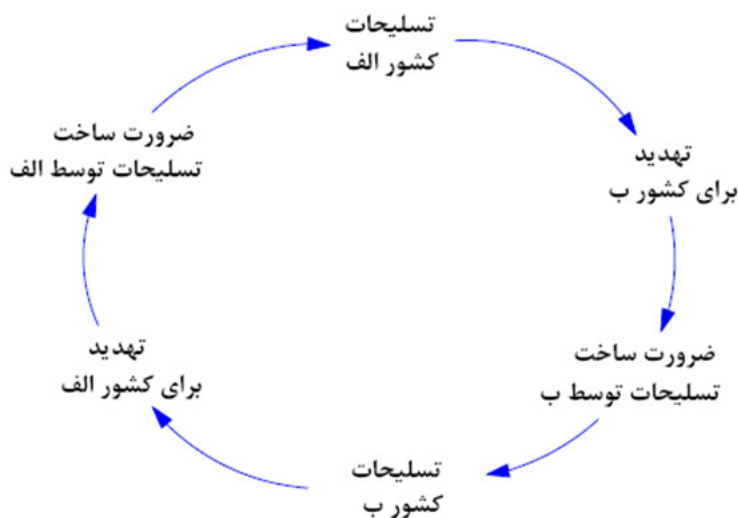
اما عقل و شعور انسان نه تنها از قبول این توضیح امتناع می‌کند، بلکه صراحتاً می‌گوید که این شیوه توضیح و تعبیر و تفسیر صحیح نیست. زیرا در این تفسیر، پدیده ضعیفتر به عنوان علت پیدایش پدیده قویتر شناخته شده است؛ حال آنکه مجموع اراده‌های بشری هم به وجود آورنده انقلاب و هم موجد ناپلئون بود. فقط مجموع این اراده‌ها بود که به قبول موجودیت آن دو رضا داد و سپس با نابودی و تباهی آنها موافقت کرد.

تولستوی معتقد است که تنها از طریق تلاش در شناخت "قوانین تاریخ" است که امیدی برای دستیابی به درکی عمیق‌تر وجود دارد. "قوانین تاریخ" تعبیر تولستوی است از آنچه امروز، ساختار سیستمیک نامیده می‌شود. ساختار سیستمیک به معنی ارتباطات درونی و کلیدی عوامل با یکدیگر است، که بر روی رفتار مجموعه در طول زمان اثر می‌گذارد. نکته بسیار حائز اهمیت این است که زمانی که از لفظ ساختار سیستمیک صحبت به میان می‌آید، منظور تنها ساختار خارج از وجود تک‌تک افراد نیست. طبیعت سیستم‌هایی که انسانها در آن دخیل هستند، بسیار ظریف و پیچیده است. چرا که "ما" نیز جزئی از ساختار آن هستیم. این مطلب بدان معنی است که ما معمولاً قدرت لازم را دارا هستیم تا ساختاری که درون آن فعالیت می‌کنیم را تغییر دهیم. اگرچه در اکثر مواقع توان درک این قابلیت را نداریم، در حقیقت معمولاً قادر به دریافتن نحوه عملکرد ساختارها نمی‌باشیم و اغلب احساسمان چنین است که وادار به انجام عملی شده‌ایم.

نمونه ۲: در سال ۱۹۷۳ میلادی روانشناسی به نام فیلیپ زیمباردو، اقدام به تجربه‌ای نمود که در آن دانشجویان در نقش زندانی و زندانبان در زندانی فرضی که در زیرزمین دانشکده روانشناسی دانشگاه استنفورد ایجاد شده بود، ظاهر شدند. آنچه در ابتدا به صورت مقاومتی خفیف از سوی "زندانیان" و رفتاری توأم با تکبر در "زندانبانان" آغاز گشته بود، کم‌کم گسترش یافت و مبدل به تمرّد و فحاشی شد؛ تا آنجا که نگهبانان شروع به بدرفتاری فیزیکی با "زندانیان" نمودند و گردانندگان آزمایش، احساس کردند وضعیت به شکل خطرناکی، خارج از کنترل است. پس از گذشت شش روز، آزمایش پیش از زمان مقرر به علت افسردگی شدید، گریه‌های غیرقابل کنترل و نشانه‌های بروز عدم تعادل روانی در دانشجویان متوقف شد.

نمونه ۳: نمونه استثنایی از یک رهبر که تبیین ساختاری را مورد استفاده قرار داده است، فرانکلین روزولت رئیس جمهور آمریکاست. او در نطق رادیویی خود در ۱۲ مارس ۱۹۳۳ میلادی در توضیح علت تعطیل چهار روزه سیستم بانکی آمریکا، از این نوع تفسیر بهره جست. در آن شرایط بیم و هراس (مالی)، روزولت به آرامی توضیح داد که از نظر ساختاری، سیستم بانکی چگونه فعالیت می‌کند. "اجازه دهید این نکته ساده را بیان کنم که وقتی شما پول خود را به صورت سپرده نزد بانک می‌گذارید، بانک آنرا در گاو صندوق خود قرار نمی‌دهد. کاری که بانک انجام می‌دهد این است که پول شما را به طرق مختلفی از قبیل اعطای وام و اعتبارات، سرمایه‌گذاری می‌کند. به عبارت دیگر بانکها از پول شما برای به حرکت در آوردن چرخ‌های اقتصادی استفاده می‌کنند" او همچنین توضیح داد که بانکها چگونه ملزم به نگهداری مبلغی پول به عنوان ذخائر احتیاطی هستند و همچنین بیان کرد که چرا این ذخائر در صورتی که تعداد زیادی از افراد به صورت هم‌زمان اقدام به برداشتن سپرده‌های خود نمایند، ناکافی خواهد بود و در نهایت وی توضیحات خود را به این ترتیب کامل نمود که بستن بانکها برای یک دوره چهار روزه جهت برقراری مجدد نظم، ضروری می‌باشد. بدین ترتیب روزولت موفق شد حمایت عامه مردم را برای یک عمل رادیکالی و در عین حال ضروری جلب نموده و خود را به عنوان فردی برجسته در ارتباطات عمومی مطرح نماید.

نمونه ۴: مسابقه تسلیحاتی بین دو کشور: برتری جویی دو کشور و احساس متقابل تهدید، ساختاری ایجاد می کند که در آن هر یک از طرفین، امنیت خود را در برتری تسلیحاتی نسبت به دیگری تعریف می کند.



شکل ۸

وقتی برتری جویی تسلیحاتی با پنهان کاری در تحقیقات نظامی همراه می شود، یک مسابقه تمام عیار ایجاد می کند که الگوی رفتاری آن در بلندمدت طبق شکل زیر خواهد بود:



شکل ۹

وقایعی که در این الگوی رفتاری رخ می دهند، همچون موارد زیر است:

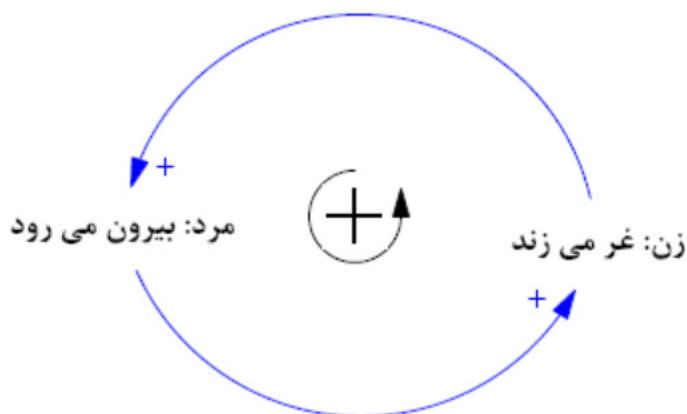
- کشور الف در تاریخ ... سلاح های جدید خود را آزمایش کرد
- کشور ب سفیر کشور الف را به اتهام تلاش برای جاسوسی نظامی، اخراج کرد
- کشور ب بودجه نظامی خود را ۱۵٪ افزایش داد
-

رقابت تسلیحاتی آمریکا و شوروی در دوران جنگ سرد نیز از ساختاری شبیه مثال قبل تبعیت می کند. دیدگاه سیستمی، نتیجه چنین مسابقه ای را افزایش تنش و تهدید نشان می دهد. هر یک از طرفین بنا به درک خود از وقایع و در جهت تحصیل منافع کوتاه مدت خود، عمل می نمایند. غافل از اینکه این اقدامات در درازمدت نتیجه ای کاملاً مغایر و مخالف با اهداف کوتاه مدت به بار می آورد. بنابراین مانند بسیاری از موارد سیستمیک دیگر، انجام اعمالی که به ظاهر کاملاً بدیهی و ضروری می رسند، الزاماً منتج به نتایج مورد نظر و بدیهی نمی گردد. در مثال

فوق، تلاش طرفین برای افزایش امنیت خود، منجر به ناامنی وسیعی گردید. (قدرت آتش سلاح‌های هسته‌ای تولید شده را در نظر بگیرید).

نمونه ۵: مشاجره یک زوج

مرد: من از منزل بیرون می‌روم چون تو همیشه در حال غر زدن هستی!
زن: من فقط به این خاطر شکوه می‌کنم که تو همیشه مرا تنها می‌گذاری!!
نمودار زیر می‌تواند وضعیت بین این زوج را نشان دهد:



شکل ۱۰

هر دو طرف برای حل مسئله (که هر یک، آنرا در طرف مقابل می‌بینند!) اقدام می‌کنند. از دیدگاه سیستمی، این یک الگوی شناخته شده است که گسترش پی‌درپی (Escalation) نامیده می‌شود. در این ساختار، راه‌حل اتخاذ شده توسط هر یک از طرفین، عامل گسترش مسئله است. راه‌حل سیستمی دقیقاً عکس راه‌حلی است که زوج فوق به کار می‌برند: مرد در منزل بماند (بدون توجه به غر زدن‌های همسرش) یا اینکه زن دست از غر زدن بردارد (هر چند هنوز هم همسرش از منزل بیرون می‌رود).

نمونه ۶: فرض کنید یک معلم با دیرآمدن یک دانش‌آموز به دبستان مواجه شده است (این یک "واقعه" است). پس از مدتی ممکن است معلوم شود تأخیرهای این دانش‌آموز غالباً در روزهای دوشنبه و چهارشنبه رخ می‌دهد (الگوی رفتاری). اگر با دانش‌آموز و والدین وی صحبت کند و بپرسد چرا این الگوی رفتاری ایجاد شده است، ممکن است دریابد که مادر این دانش‌آموز، روزهای دوشنبه و چهارشنبه، باید فرزند کوچکترش را نیز به پیش دبستانی ببرد و این موجب تأخیر دانش‌آموز می‌شود (ساختار). با درک ساختار ایجادکننده الگوی رفتاری، می‌توان به راه‌حل‌های خلاقانه‌تری دست یافت.

نمونه ۷: "با رؤسای جمهور ایران چه کنیم؟"

ابتدا به گزیده‌هایی از سرمقاله روزنامه رسالت (تاریخ ۲۳ خرداد ۱۳۹۱) که به قلم امیر محبیبان و با عنوان "با رؤسای جمهور ایران چه کنیم؟" نوشته شده، توجه نمایید:

« نگاهی به سرنوشت رؤسای جمهور در کشور ما، نشان‌دهنده نوعی بحران در این جایگاه است. رئیس‌جمهور نخست، ابوالحسن بنی‌صدر پس از ایجاد بحران‌هایی همراه با رئیس یکی از جریان‌های تندرو و خشن معارض انقلاب، از کشور گریخت. ... هاشمی تا در مسند بود، با مشکلی جدی مواجه نشد ولی کم‌کم در دوره رئیس‌جمهور پنجم، آقای خاتمی، تهاجمات به او از سوی رادیکال‌های موسوم به اصلاح‌طلب شروع شد و ... اما ششمین رئیس‌جمهور؛ احمدی نژاد، ... در دور دوم هم برچسب‌هایی بر او خورده است که نه فقط جایگاه سیاسی و باورهای انقلابی او را هدف گرفت بلکه ایمان او را نیز زیر سؤال برد.

پیش از این نیز نگاشته بودم که رؤسای جمهور کشور که برگزیده یک ملت هستند، برای ما باید چنان سرمایه‌هایی ارزشمند تلقی شوند. سرمایه‌هایی که البته نباید بدور از تیغ‌های نقد باشند؛ ولی با آنان نیز نباید آن چنان بی برنامه برخورد شود که در مواجهه با جوانان و توصیف تاریخ انقلاب اسلامی دچار گرفتاری شده و دائماً بگوییم: بنی‌صدر رئیس‌جمهور نخستین بود ولی بعد ضد انقلاب شد؛ هاشمی دو دوره رئیس‌جمهور بود ولی بعد از راه انقلاب برون افتاد؛ خاتمی دو دوره رئیس‌جمهور شد ولی سکولار و در پی براندازی بود؛ احمدی‌نژاد هم دو دوره رئیس‌جمهور شد ولی هر چند اصول‌گرا بود، صدر جریان انحرافی و ... هم بود.

نگارنده قصد ندارد در مورد نگاهی که به رؤسای جمهور شده، منتقدان را محق یا رؤسای جمهور را مبرا تلقی کند ولی پرسش اساسی در این است که اشکال کجاست؟ چرا جز یک مورد، کسی سر به سلامت نبرده است. آیا اشکال در قانون اساسی و ساختار قانونی ماست که از رؤسای جمهور، اپوزیسیون یا شبه اپوزیسیون می‌سازد؟ یا این امر به خصلت‌های اخلاقی و سیاسی برگزیدگان این منصب یا ناپختگی‌های سیاسی بر می‌گردد؟ آیا پس از گذشت بیش از سی سال نباید به این پرسش واضح پاسخ دهیم؟ ...»

اگر متن فوق را از جهت انطباق آن با وقایع/الگوهای رفتاری/ساختار بررسی کنیم، درمی‌یابیم که: احتمالاً وضعیت احمدی‌نژاد، بخصوص در دوره دوم ریاست‌جمهوری‌اش، (به عنوان یک واقعه) خلاف انتظار نگارنده سرمقاله بوده و توجه او را جلب نموده است. در مرحله بعد، افق زمانی بلندتری را مدنظر قرار داده، با کنار هم قرار دادن وقایع، یک الگوی رفتاری را مشاهده نموده است:

"سرنوشت رؤسای جمهور در کشور ما، نشان‌دهنده نوعی بحران در این جایگاه است"
و "تبدیل رؤسای جمهور به اپوزیسیون یا شبه اپوزیسیون".

اما سرمقاله فوق، در مورد ساختاری که ایجادکننده چنین رفتاری است، اظهارنظری ننموده و فقط آنرا به صورت پرسش مطرح نموده است:

" آیا اشکال در قانون اساسی و ساختار قانونی ماست یا ... "

دقت کنید که پرسش فوق، خیلی ساختاری‌تر و ریشه‌ای‌تر از حالتی است که فقط در مورد سرنوشت یک رئیس‌جمهور (مثلاً احمدی‌نژاد) مطرح و بررسی می‌شد.

نمونه ۸: مدل واقعیت (Reality Model)

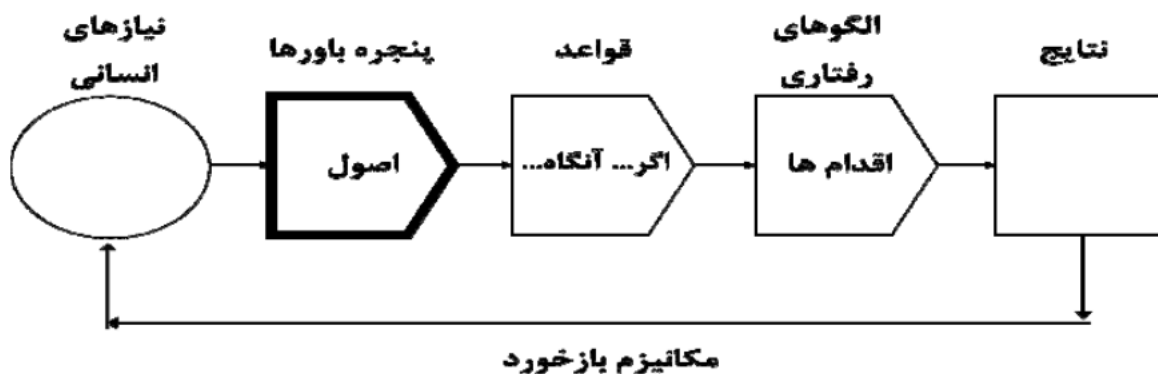
«بزرگترین اکتشاف نسل من این است که انسان می‌تواند با تغییر باورهای خود، زندگی خود را تغییر دهد»

ویلیام جیمز

هر فردی را می‌توان یک سیستم دانست که در طول زمان، رفتارهایی را بروز می‌دهد. با توجه به قانون "ساختار سیستم، به وجودآورنده رفتار آن است"، سؤالی که بوجود می‌آید این است که ساختار ایجادکننده رفتار افراد چیست. یکی از کسانی که به این پرسش پاسخ داده، هیرم اسمیت (Hyrum Smith) و همکاران وی هستند که نام ساختار پیشنهادی خود را "مدل واقعیت" نامیده‌اند. آنها ساختار درونی هر فردی را شامل سه بخش می‌دانند که شکل‌دهنده و هدایت‌کننده رفتار وی هستند. این سه بخش عبارتند از:

- نیازهای انسانی (Human Needs)
- پنجره باورها (Belief Window)
- قواعد (Rules)

ساختار مدل واقعیت در شکل ۱۱ ارائه شده است. در ادامه این بخش، اجزاء مدل واقعیت تشریح شده‌اند.



شکل ۱۱

نیازهای انسانی:

مواردی همچون نیاز به بقا و زنده ماندن، نیاز به دوست داشتن و دوست داشته شدن، نیاز به احساس اهمیت کردن، و نیاز به تنوع، را در بر می‌گیرد. رفتار انسان را می‌توان تلاش برای ارضای یک یا چند تا از این نیازها دانست. وقتی نیاز تأمین‌نشده‌ای وجود دارد، انرژی ما به سمت ارضای آن خواهد رفت.

پنجره باورها:

همه افراد، یک سیستم فیلترینگ دارند که پنجره باورها نامیده می‌شود. پنجره باورهای شما همواره همراه شماست و آنچه می‌بینید را از صافی خود می‌گذرانند. این پنجره، بر نحوه ارزیابی شما از دیگران، برداشت شما از موقعیت‌های مختلف و حتی احساس شما نسبت به خودتان اثر می‌گذارد.

تا درک نکنیم که دنیا را از درون پنجره باورهای خود می‌بینیم و این پنجره به طور مداوم، تجارب ما را از درون فیلتر خود می‌گذراند، فکر می‌کنیم دنیا را همان گونه که واقعاً هست، می‌بینیم. به راحتی ممکن است به خود دروغ بگوییم و احتمال موفقیت خود را کاهش دهیم، مگر آن که پنجره باورهای ما به راستی منعکس‌کننده واقعیت‌ها باشند.

باورها، چیزهایی درباره خود ما، دنیای اطراف و جایگاه ما در آن، هستند که معتقدیم صحیح‌اند. به طور مداوم، اصولی (principles) را در این پنجره قرار می‌دهیم که باور داریم به ما کمک می‌کنند تا نیازهای خود را ارضا کنیم.

نمونه‌هایی از اصول موجود در پنجره باورهای برخی افراد:

- اگر می‌خواهی کاری به درستی انجام شود، باید خودت آنرا انجام دهی
- زنان احساساتی‌تر از مردان هستند
- من نمی‌توانم آواز بخوانم
- راننده‌ای با مهارت من می‌تواند با ایمنی کامل، بالاتر از سرعت مجاز براند
- تأخیر در قرار ملاقات‌ها مانع موفقیت در کسب‌وکار است
- برای به موقع رسیدن به یک قرار، باید زودتر حرکت کرد
- دیر رسیدن به یک قرار ملاقات، به منزله به آخر رسیدن دنیا نیست
- من زشت هستم
- من دوست داشتنی نیستم
- وقتی مردم مرا بشناسند، مرا دوست نخواهند داشت

باورهای شما، تأثیری قوی بر چگونگی عملکرد شما دارند. پنجره باورها، خوب یا بد نیست؛ فقط نشان‌دهنده چیزهایی است که شما آنها را صحیح می‌دانید.

بررسی آنچه در پنجره باورهای شخصی شما نوشته شده، اهمیت حیاتی دارد. فقط در صورتی که بدانید چه چیزهایی در آنجا وجود دارد، می‌توانید برنامه‌ریزی برای بهبود و ارتقاء باورهای خود را شروع کنید تا واقعیت مطلوب خود را تحقق بخشید.

رشد شخصی، فرایند ارتقاء مداوم کیفیت چیزهایی است که در پنجره باورهای شخصی شما وجود دارد. برای این که بتوانید این کار را انجام دهید، اولین گام این است که بپذیرید که برخی از باورهای شخصی شما ممکن است اشتباه بوده و نیاز به بهبود داشته باشند.

قواعد:

برای هر باور موجود در پنجره‌تان، به طور ناخودآگاه مجموعه‌ای از قواعد بنا می‌کنید تا رفتار شما را کنترل کنند. ذهن ناخودآگاه، مدام به شما می‌گوید اگر این چیزی است که شما باور دارید، پس باید به این شیوه عمل کنید. وقتی اصلی را می‌پذیریم، قواعدی را برای آن بنا می‌کنیم؛ قواعدی به شکل "اگر ... آنگاه ..."

مثال ۱:

- باور: راننده‌ای با مهارت من می‌تواند با ایمنی کامل، بالاتر از سرعت مجاز براند
- قاعده: اگر احتمال دیر رسیدن به یک جلسه وجود دارد، اشکالی ندارد که بالاتر از سرعت مجاز رانندگی کنم

مثال ۲:

- نیاز: نیاز به دوست داشته شدن؛ نیاز به احساس اهمیت کردن
- باور: ارزش من بستگی به خوب بودن با دوستانم دارد؛ من خوب نیستم مگر این که آنها بگویند که خوب هستم.
- قاعده ۱: اگر به مهمانی بروم و دوستانم به من مواد مخدر تعارف کنند، باید بپذیرم
- قاعده ۲: اگر دوستانم بگویند که شلوار جین شسته شده با اسید خوب است، باید شلوار جین شسته شده با اسید بپوشم.

الگوهای رفتاری (Behavior Patterns):

قواعد موجود در ذهن ما، اقدامات ما در موقعیت‌های مختلف را شکل می‌دهند. زیربنای این قواعد، باورها بودند بنابراین رفتار هر فرد، انعکاسی از باورهای واقعی اوست. یک باور ممکن است بارها و بارها موجب بروز یک رفتار شود. با مشاهده یک رفتار، می‌توان باور برانگیزنده آن رفتار را حدس زد. نمی‌توانید رفتار را تغییر دهید، مگر این که باورهای ایجادکننده آن رفتار را مورد توجه قرار دهید. رفتار منفی معمولاً ناشی از تلاش برای ارضای نیازها از طریق باورهای غلط است. با تغییر باورهای غلط می‌توان بر رفتارهای منفی غلبه نمود.

وقتی رفتار فردی، منعکس‌کننده باورهای مورد ادعای او نیست، در ذهن او باورهای متناقضی وجود دارند که جایی مخفی شده‌اند.

نتایج (Results):

اندازه‌گیری نتایج، محتاج گذشت زمان است. بروز نتایج رفتاری مثل کشیدن سیگار، ممکن است سالها به طول بیانجامد. رفتارهایی مثل پرخوری، سیگار کشیدن، لاف زدن، پرخوابی و سوء استفاده از کودک و همسر، به بهای پیامدهای بلندمدت، فوایدی کوتاه‌مدت دارند.

وقتی نتایج رفتارهای شما، نیازهایتان را ارضا کنند، آرامش درونی را تجربه می‌کنید؛ اما اگر نتایج رفتار شما، نیازهایتان را ارضا نمی‌کند، یک اصل نادرست در پنجره باورهای شما وجود دارد. اگر نتایج نهایی رفتار شما، نیازهایتان را تأمین نمی‌کند، بدین معنی است که باید نیازهای خود و باورهایی را که برای تأمین آن نیازها تبعیت می‌کنید، مورد بازبینی قرار دهید.

هیرم اسمیت و همکارانش، یک دستورالعمل پنج مرحله‌ای نیز برای تغییر آنچه که در پنجره باورهای شخصی افراد نوشته شده است، ارائه داده‌اند:

۱. الگوی رفتاری را شناسایی کنید که نتایج مطلوب شما را ایجاد نمی‌کند. در زندگی شما چه چیزهایی بد پیش می‌روند و طبق برنامه نیستند؟
۲. باورهایی را شناسایی کنید که ممکن است دلیل چنین عملکردی باشند
۳. اگر عمل بر اساس این باورها را ادامه دهید، چه رفتار و نتایجی در آینده خواهید داشت؟ آیا این همان سرانجامی است که می‌خواهید در زندگی‌تان به آن برسید؟
۴. باورهای جایگزینی را شناسایی کنید که اگر تبعیت شوند، نتایج بهتری را در بلندمدت ایجاد خواهند کرد
۵. اگر این باورهای جایگزین را در مجموعه باورهای شخصی خود قرار دهید، نتایج نهایی و رفتار آینده چه خواهد بود؟

نمونه ۹: پوکایوکه (Poka Yoke)

وقتی یک سیستم به شکل مطلوب ما رفتار نمی‌کند، راه‌حل ریشه‌ای آن است که تلاش کنیم ساختار سیستم را به گونه‌ای تغییر دهیم که رفتار سیستم نیز تغییر نماید. در ساختار بسیاری از سیستم‌ها، هم عناصر انسانی و هم عناصر غیرانسانی وجود دارد. عناصر غیرانسانی شامل مواردی همچون ماشین‌آلات، ابزار، دستورالعمل‌ها و فرایندها است. ماشین‌ها می‌توانند عملکرد یکنواختی داشته باشند و درصد خیلی کمی از خطا ایجاد کنند. نکته مهم در مورد عناصر انسانی این است که عواملی وجود دارند که موجب می‌شوند انسان‌ها آمادگی بیشتری برای مرتکب شدن خطا داشته باشند. عواملی از قبیل:

- ما در هر زمان فقط می‌توانیم بر یک کار به خوبی متمرکز باشیم و انجام چند کار، احتمال خطا را افزایش می‌دهد.
- انجام کارهای تکراری، پس از مدتی به صورت پاسخ‌های اتوماتیک در می‌آیند و ما توجه آگاهانه به کاری که انجام می‌دهیم نداریم.
- حافظه کوتاه‌مدت فقط برای حجم کمی از اطلاعات و در بازه زمانی کوتاه، خوب عمل می‌کند.

- عوامل زیادی از قبیل استرس، خستگی و سر و صدا وجود دارد که توانایی ما در بازیابی اطلاعات از حافظه بلندمدت را محدود می‌کنند. بنابراین صرف نظر از این که چقدر خوب آموزش دیده‌ایم، ممکن است آنها را بازیابی نکنیم و مرتکب خطا شویم.
- اضطراب، استرس و فشار می‌توانند موجب شوند حتی یک کارگر با تجربه نیز از اطلاعات دریافتی، نتیجه‌گیری غلط کند.

پذیرش وجود این قبیل ویژگی‌ها است که قانون مورفی (Murphy's Law) را مطرح کرده است؛ قانونی که می‌گوید:

"اگر امکان انجام اشتباه یک کار وجود داشته باشد، اشتباه انجام خواهد شد."

در طراحی سیستم‌ها باید به این ویژگی‌های انسانی توجه داشت. اجزاء غیرانسانی سیستم را باید به گونه‌ای سامان داد که با وجود این ویژگی‌های انسانی، باز هم سیستم به خوبی عمل کند. در بسیاری از موارد، سیستم را به گونه‌ای طراحی می‌کنیم که زمینه بروز خطا در آن به وفور وجود دارد. وقتی خطا اتفاق افتاد، به دنبال فرد مقصر می‌گردیم. در واقع درک درستی از ساختار سیستم‌های خود نداریم، چون درک درستی از ویژگی‌های انسانی نداریم. بنابراین طبیعی است که سیستم را به گونه‌ای طراحی کنیم که طبق انتظار ما عمل نکند.

یکی از راه‌حلهایی که در این زمینه وجود دارد، پوکایوکه است. عبارت پوکایوکه اولین بار در دهه ۱۹۶۰ توسط یک مهندس تولید ژاپنی به نام شی‌جی‌یوشینگو (shigeo shingo) در مورد فرایندهایی به کار رفت که به گونه‌ای طراحی شده‌اند که جلوی خطاهای انسانی را می‌گیرند. پوکایوکه راهی برای کمک به افراد است تا کارها را در همان بار اول، صحیح انجام دهند. هدف پوکایوکه، طراحی مجدد فرایندهاست تا بتوان از وقوع خطاها جلوگیری کرد یا فوراً آنها را کشف و اصلاح نمود.

در سطحی وسیع‌تر، می‌توان پوکایوکه را هر محدودیت **شکل‌دهنده (فتا)** دانست که در یک فرایند گنجانده شده است تا از عملکرد نادرست کاربر، جلوگیری کند.

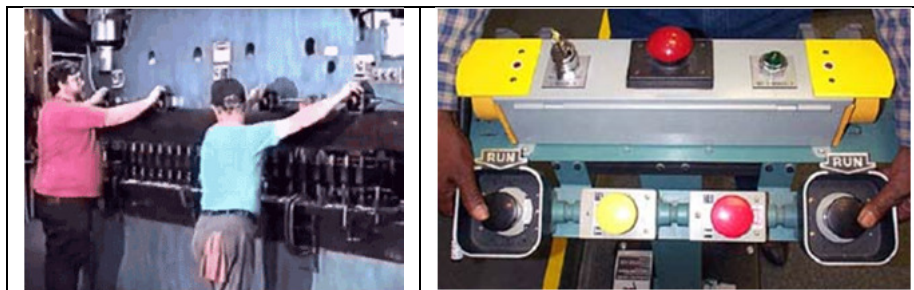
خاستگاه اصلی پوکایوکه، سیستم‌های تولید (manufacturing) بوده اما تلاش‌هایی برای استفاده از اصول آن در سایر سیستم‌ها (از جمله بخش خدمات) نیز صورت گرفته است.

نمونه‌هایی ساده از پوکایوکه:

- شکل سیم‌کارت موبایل به گونه‌ای است که امکان قرارگرفتن آن در گوشی تلفن همراه به صورت اشتباه، وجود ندارد. سیم‌کارت‌ها به شکل مستطیل کامل نیستند.



- یکی از حوادث دلخراش، ماندن دست کارگران زیر دستگاه‌های پرس بود. برای جلوگیری از این حادثه، برخی دستگاه‌های پرس به گونه‌ای ساخته شده‌اند که با فشردن هم‌زمان دو دکمه عمل می‌کنند. اپراتور دستگاه باید با دو دست خود، این دو دکمه را فشار دهد و بنابراین دست او هیچ‌گاه زیر پرس نخواهد ماند.



- در اتاق‌های برخی از هتل‌ها، وقتی کلید اتاق از محل مخصوص خود برداشته می‌شود، چراغ‌های اتاق خاموش می‌شوند. با این کار، وقتی افراد از اتاق خود خارج می‌شوند، چراغ‌ها خاموش شده و انرژی اضافی مصرف نمی‌گردد.



- درایو فلاپی‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شد که نتوان دیسکت را برعکس در آن قرار داد.



- خودکار هوشمند: گیره این خودکار طوری طراحی شده است که در صورتی که نوک آن بیرون باشد، در هنگام قرار گرفتن در جیب، ضامن آن عمل می‌کند و نوک خودکار را به داخل آن هدایت می‌کند. (پیشگیری از آسیب دیدن پیراهن در اثر اشتباه باز بودن خودکار)



- یک فروشگاه اینترنتی که شهر و کدپستی مشتری را دریافت می‌کند، می‌تواند تطابق این دو را بررسی کند و در صورت عدم تطابق، جلوی ثبت سفارش توسط مشتری را بگیرد. بنابراین در مرحله ارسال سفارش‌ها برای مشتریان، با شهر و کدپستی متناقض مواجه نخواهیم شد.

ESTIMATE SHIPPING

Enter your destination to get a shipping estimate.

Country *

State/Province

City *

Zip/Postal Code *

Coupon Code

[Get a Quote](#)

نمونه ۱۰: طراحی آرمانی (Idealized Design)

«بهترین روش برای پیش‌بینی آینده، ساختن آن است»

پیتر دراگر

راسل ایکاف چهار روش مختلف برای پرداختن به مسائل ذکر می‌کند و بهترین روش را روشی می‌داند که با طراحی مجدد (Redesign) سیستم حاوی مسئله یا محیط آن، موجب حذف مسئله شود. او توصیه می‌کند که فرض کنید سیستم فعلی از بین رفته است. با این کار، فرض‌های محدودکننده‌ای که ناشی از درگیر بودن ذهن ما با ساختار فعلی سیستم بوده و مانع خلاقیت می‌شوند، کنار گذاشته خواهند شد.

راسل ایکاف می‌خواهد ساختار سیستم را به گونه‌ای شکل دهد که مطلوب همه ذینفعان (Stakeholders) آن باشد. در الگوی مورد نظر ایکاف، ذینفعان دربرگیرنده همه گروه‌هایی همچون مشتریان، کارکنان، سرمایه‌گذاران و تأمین‌کنندگان است. اکنون به توضیحات او درباره چهار روش مختلف پرداختن به مسائل توجه کنید:

در دنیای واقعی، چهار روش مختلف برای پرداختن به مسائل وجود دارد:

- **شانه خالی کردن (Absolution):** توجه نکردن و چشم‌پوشی از مسئله؛ و امید به این که خود به خود حل شود.

فراوانی استفاده از این شیوه در مواجهه شدن با مسائل، بیش از آن چیزی است که خیلی‌ها تصور می‌کنند. این شیوه برای خیلی از مدیران جذاب است چون رفع مسئولیت از انجام ندادن کاری که باید انجام می‌شد، خیلی آسان‌تر از رفع مسئولیت از انجام کاری است که نباید انجام می‌شد. واقعیت این است که گاهی "دست بهش نزن، نکنه بدتر بشه" خوب نتیجه می‌دهد.

- **رفع و رجوع کردن (Resolution):** انجام کاری که نتیجه حاصله از آن، به اندازه کافی خوب است، راضی‌کننده است.

رفع و رجوع کردن، یک رویکرد بالینی (clinical approach) به مسائل است؛ رویکردی که تا حد زیادی، متکی به تجارب گذشته، سعی و خطا، قضاوت کیفی (qualitative judgment) و (common sense) است. بیشتر بر خصوصیات متفاوت و انحصاری یک مسئله متمرکز است تا بر خصوصیات مشترک آن با سایر مسائل.

▪ حل کردن (solution): انجام کاری که حتی الامکان بهترین نتیجه را تولید کند؛ کاری که بهینه باشد.


این یک رویکرد تحقیقی به مسائل است. تا حد زیادی متکی به آزمون، تحلیل کمی، و uncommon sense است.

بیشتر بر جنبه‌های عامّ مسائل متمرکز است تا بر ویژگی‌های انحصاری آنها. حل مسئله، موضوع اصلی علوم مدیریت است که در جنگ جهانی دوم، در صنایع نظامی پدیدار شدند و مشغله مدیریت در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ بودند. متأسفانه بسیاری از مسائلی که در اواخر دهه ۱۹۶۰ و دهه ۱۹۷۰ بروز یافتند، مناسب برای "حل" نبودند. این موضوع، محرکی برای توسعه علوم سیستم‌ها شد که متمرکز بر "حل بنیادین" مسائل بود.

▪ حل بنیادین (Dissolution): طراحی مجدد موجودیتی که مسئله دارد یا طراحی مجدد محیط آن؛ به طوری که مسئله را محو کند و سیستم را قادر سازد در آینده، بهتر از آن چیزی که امروز در بهترین حالت می‌توانست باشد، عمل کند. در یک کلمه یعنی آرمانی نمودن (idealize).

حل بنیادین به طور مساوی، هم بر وجوه عامّ و هم بر وجوه خاص مسئله متمرکز است و هر تکنیک، ابزار و روشی (بالینی یا تحقیقی) را که بتواند در فرایند طراحی کمک کند، به کار می‌گیرد.

تفاوت بین حل و حل بنیادین را می‌توان با یک مثال خیلی ساده روشن کرد. در جلوی جعبه کبریت‌های قدیمی، دستورالعمل راهنمای "قبل از کشیدن چوب کبریت به قسمت ساینده، درپوش را ببندید" نوشته شده بود تا از آتش گرفتن کبریت‌های درون جعبه کبریت، بر اثر پرش جرقه‌ها، جلوگیری شود. این یک "حل" برای مسئله بود.

	
<p>جعبه کبریتی که قسمت ساینده آن در پشت قرار دارد (حل بنیادین)</p>	<p>جعبه کبریتی که قسمت ساینده آن در جلو قرار دارد</p>

وقتی ماده ساینده، در پشت جعبه کبریت قرار گرفت، مسئله به صورت بنیادین حل شد (شکل بالا را ببینید).

تفاوت بین ۴ نوع مواجهه با مسائل، با یک مثال نسبتاً ساده توضیح داده می‌شود: در دهه ۱۹۵۰ بخش لوازم خانگی شرکت جنرال الکتریک با یک مسئله در مورد یخچال‌ها مواجه بود. از هر مدل باید دو نوع تولید می‌شد: یکی با درب‌های لولا شده از سمت چپ و دیگری با درب‌های لولا شده از سمت راست. نسبت فروش هر یک از این‌ها بین بازارهای مختلف، متفاوت بود و درون بازارها نیز در طی زمان، تغییر می‌کرد. این موضوع، منجر به بروز مسائلی در زمینه مدیریت موجودی شد: در برهه‌ای از زمان، ناتوانی در تأمین تقاضا و فروش از دست رفته، و در برهه‌ای دیگر یا در جایی دیگر، موجودی اضافی. اغلب مشتریان تمایل نداشتند منتظر بمانند تا یخچال راست یا چپ برای آنها سفارش داده شود. آنها به سمت خرید برندهای دیگر می‌رفتند تا یخچال با درب مورد نظر خود را بدست آورند.

این مسئله سال‌های زیادی مورد بی‌توجهی قرار گرفت (شانه خالی کردن) و بدتر شد. آنگاه فروشندگان به کمک گرفته شدند تا پیش‌بینی فروش هر نوع از هر مدل به تفکیک نواحی بازار انجام شود (رفع و رجوع). پیش‌بینی‌های آنها اغلب به اندازه قابل ملاحظه‌ای اشتباه بود و با افزایش فروش، متوسط خطا افزایش می‌یافت.

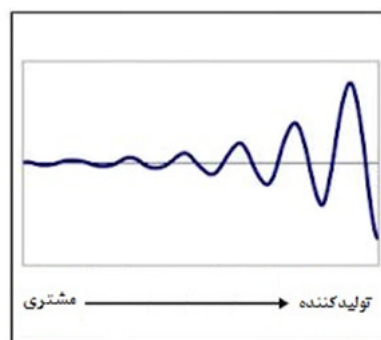
آنگاه علوم مدیریت به کار گرفته شد (حل) و پیش‌بینی‌های مبتنی بر روش‌های آماری انجام گرفت که نسبت به پیش‌بینی‌های مبتنی بر قضاوت (judgmental forecasts)، یک بهبود به حساب می‌آمد اما هنوز به اندازه کافی خوب نبود. سرانجام این مسئله زمانی به صورت بنیادین حل شد که یخچال‌هایی تولید شد که درهای آن می‌توانست روی هر دو طرف یخچال سوار و بنابراین به سمت دلخواه باز شود. با این کار نه تنها مسئله ترکیب موجودی حذف و محو شد، بلکه یک ویژگی جذاب برای بازاریابی نیز بود: وقتی دارنده یک یخچال، جابجایی داشت و این جابجایی نیازمند تغییر در جهت باز شدن درب یخچال آنها بود، نیازی به تعویض یخچال نبود؛ امکان سوار کردن درب یخچال در سمت دیگر فراهم بود.

نمونه ۱۱: اثر شلاق چرمی (Bullwhip Effect)

یکی از عمومی‌ترین پویایی‌ها در زنجیره‌های عرضه، پدیده‌ای است که "اثر شلاق چرمی" نامیده شده است. اتفاقی که می‌افتد، این است که تغییرات کوچک در تقاضای مصرف‌کننده در جلوی زنجیره عرضه، تبدیل به نوسان‌های وسیع و وسیع‌تر در تقاضای رؤیت شده توسط شرکت‌ها در بخش‌های عقب‌تر زنجیره می‌شود (شکل ۱۴). شرکت‌هایی که در مراحل متفاوتی از زنجیره قرار دارند، تصاویر متفاوتی از تقاضای بازار خواهند داشت. نتیجه این می‌شود که هماهنگی در زنجیره عرضه، متوقف گردد. شرکت‌ها به گونه‌ای عمل می‌کنند که در ابتدا کمبود محصول بوجود می‌آید؛ سپس منجر به عرضه اضافی محصولات می‌شود.



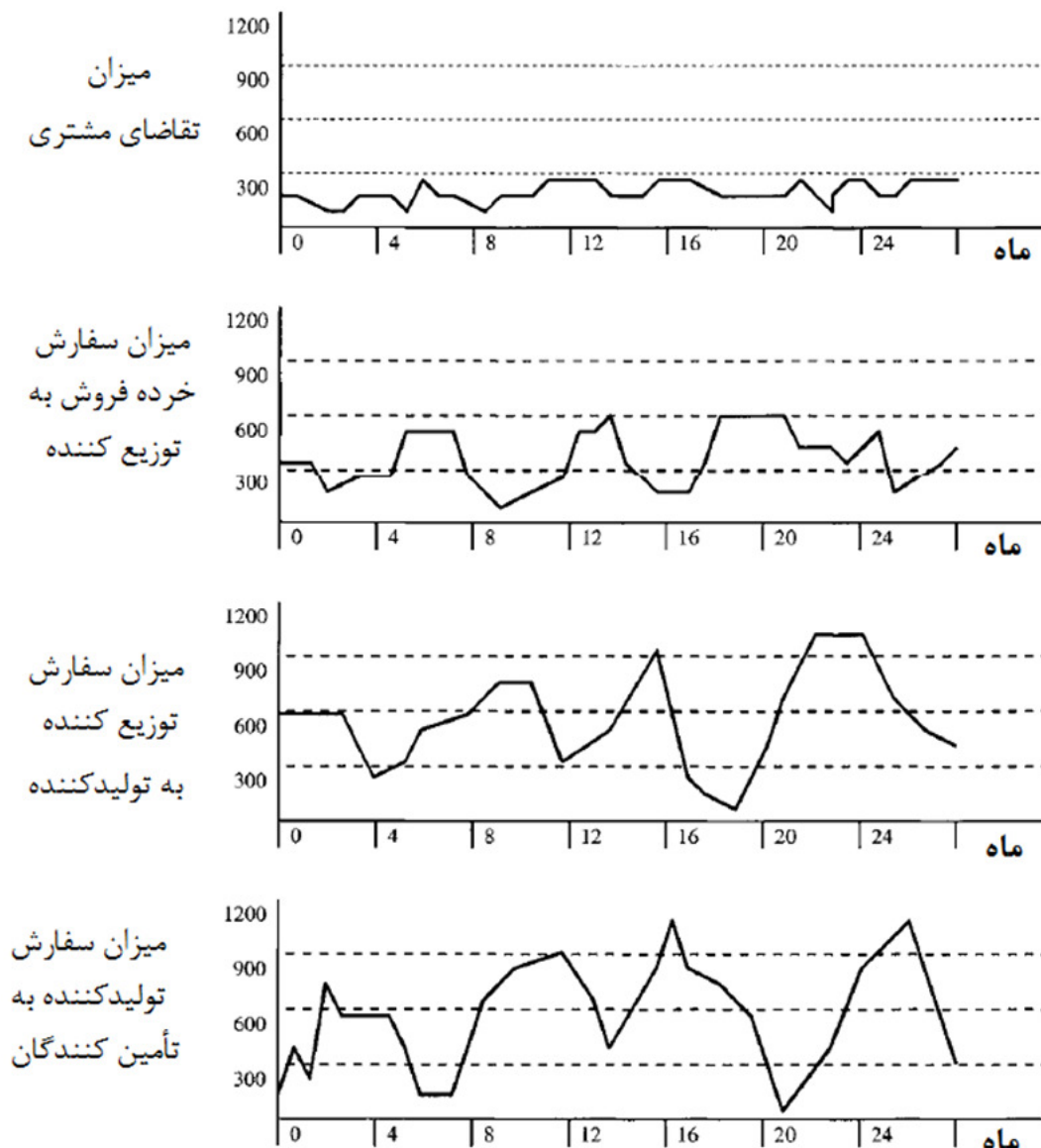
شکل ۱۴



شکل ۱۵

نوسان غیرعادی تقاضا، در حرکت از مشتری به خرده‌فروش به توزیع‌کننده به تولیدکننده، گسترش می‌یابد. شرکت‌های عقب‌تر در زنجیره عرضه، نوسان بیشتری در تقاضا ملاحظه می‌کنند (شکل ۱۵). شکل ۱۶ نشان می‌دهد دیدگاه هر شرکت نسبت به تقاضای محصول چگونه است. این تحریف (distortion)، باعث می‌شود مدیریت اثربخش زنجیره عرضه، بسیار دشوار شود.

نمودارهای ۱۴، ۱۵ و ۱۶، نشان‌دهنده یک الگوی عملکرد هستند که به کرات مشاهده شده است. در این بخش می‌خواهیم ساختار ایجادکننده این الگو را معرفی کنیم.



شکل ۱۶

این پویایی در مقیاس وسیع‌تری در یک چرخه رشد و افول (boom to bust) در برخی صنایع رخ می‌دهد. این پدیده بخصوص بر صنایعی اثر می‌گذارد که با بازارهای در حال رشد مواجه‌اند و تقاضا می‌تواند به طور ناگهانی افزایش یابد. بازار تجهیزات مخابراتی و قطعات کامپیوتر، مثال‌های خوبی برای آن هستند. این چرخه زمانی آغاز می‌شود که تقاضای پر قدرت بازار، موجب کمبود محصول می‌شود. توزیع‌کنندگان و تولیدکنندگان، به تدریج موجودی‌ها و نرخ تولید خود را در پاسخ به تقاضا افزایش می‌دهند. در یک مقطعی تقاضا تغییر می‌کند یا عرضه محصول از تقاضا پیشی می‌گیرد. در ابتدا توزیع‌کنندگان و تولیدکنندگان تشخیص نمی‌دهند که عرضه بیشتر از تقاضا است و روند خود را ادامه می‌دهند. سرانجام عرضه بیش از حد کالا به حدی می‌رسد که هر کسی آنرا تشخیص می‌دهد. تولیدکنندگان، کارخانه‌ها را تعطیل و کارگران را اخراج می‌کنند. توزیع‌کنندگان گرفتار موجودی‌هایی هستند که ارزش آنها در حال کاهش است و ممکن است سال‌ها طول بکشد تا تمام شوند.

همه اعضای زنجیره عرضه، هزینه‌های اثر شلاق چرمی را لمس می‌کنند. تولیدکنندگان باید ظرفیت تولید اضافه ایجاد کنند تا جریان سفارش‌هایی را پاسخ دهند که خیلی بی‌ثبات‌تر (volatile) از تقاضای واقعی است. توزیع‌کنندگان باید موجودی اضافی نگهداری کنند تا تغییرات در سطح سفارش‌ها را پوشش دهند. هزینه‌های حمل‌ونقل افزایش می‌یابد چون باید ظرفیت اضافی حمل‌ونقل ایجاد شود تا دوره‌هایی که تقاضا بالاست را پوشش دهد. علاوه بر هزینه‌های حمل‌ونقل، هزینه‌های نیروی انسانی نیز برای پاسخگویی به دوره‌های پر تقاضا بالا می‌رود. خرده‌فروش‌ها مواجه با مشکلاتی در زمینه در دسترس بودن (availability) محصول و طولانی شدن زمان‌های تأمین (lead time) می‌شوند. طی دوره‌های پرتقاضا، زمان‌هایی وجود دارد که ظرفیت و موجودی زنجیره عرضه، نمی‌تواند سفارش‌های صادر شده را پوشش دهد. این وضعیت باعث سهمیه‌بندی، چرخه‌های تأمین طولانی‌تر، و فروش از دست رفته به خاطر فقدان موجودی می‌شود.

تحقیقات در مورد اثر شلاق چرمی، پنج عامل اصلی را شناسایی کرده‌اند که علت این اثر هستند. این عوامل در زنجیره‌های عرضه مختلف، با ترکیب‌های متفاوتی، بر یکدیگر تأثیر دارند اما اثر خالص آنها این است که موجب نوسان‌های غیرعادی در تقاضا می‌شوند که این نیز اداره نمودن زنجیره را به شکل کارا، بسیار دشوار می‌سازد. برای هماهنگی اقدامات در هر زنجیره عرضه، این عوامل باید درک و در نظر گرفته شوند. این عوامل عبارتند از:

▪ وجود تأخیر در انتقال اطلاعات و کالابین اجزاء زنجیره

▪ پیش‌بینی تقاضا

اگر شرکت‌های عضو یک زنجیره، پیش‌بینی تقاضا را نه بر اساس تقاضای مشتری نهایی، بلکه بر اساس سفارش‌هایی که دریافت می‌کنند، انجام دهند، این پیش‌بینی‌ها در طول زنجیره، بیشتر و بیشتر، نادقیق می‌شوند. شرکت‌هایی که با مشتری نهایی در تماس نیستند، اگر نقش خود را محدود به تأمین سفارش‌های دریافتی از مشتریان مستقیم خود کنند، تماس با تقاضای واقعی را از دست خواهند داد.

هر شرکت عضو زنجیره عرضه، به خاطر اثر شلاق چرمی، تغییراتی در سفارش‌های دریافتی خود خواهد دید. اگر آنها از این داده‌ها برای پیش‌بینی تقاضای خود استفاده کنند، فقط تحریف بیشتری در تصویر تقاضا، ایجاد می‌کنند و این تحریف را به شکل سفارش به تأمین‌کنندگان خود انتقال می‌دهند.

یک روش برای فائق آمدن بر این تحریف در پیش‌بینی تقاضا، این است که همه شرکت‌های زنجیره، از داده‌های مشترکی برای پیش‌بینی تقاضا استفاده کنند. دقیق‌ترین منبع برای این داده‌های تقاضا، نزدیکترین عضو زنجیره به مشتری نهایی است.

▪ order batching

وجود هزینه‌های ثابت سفارش (شامل هزینه‌های صدور و پیگیری سفارش، و هزینه‌های حمل‌ونقل)، شرکت‌ها را تشویق می‌کند سفارش‌های بزرگتری صادر کنند. آنها به صورت دوره‌ای، به مقداری سفارش می‌دهند که هزینه‌های سفارش و حمل‌ونقل کمتری صرف نمایند. برای کاهش تحریف در تقاضا که از order batching ناشی می‌شود، باید راه‌هایی برای کاهش هزینه‌های سفارش و حمل‌ونقل پیدا کرد. با این کار، مقدار سفارش‌ها کاهش می‌یابد که به معنای هموارتر شدن جریان سفارش‌ها خواهد بود.

▪ سهمیه‌بندی محصول (product rationing)

وقتی تولیدکننده با تقاضایی مواجه شود که توان تأمین آنرا ندارد، سهمیه‌بندی انجام می‌گیرد. یک روش متداول سهمیه‌بندی این است که محصول موجود را بر اساس میزان سفارش دریافتی از هر متقاضی، تخصیص دهند. بنابراین اگر موجودی محصول برابر ۷۰٪ سفارش‌های دریافتی است، ۷۰٪ از هر سفارش تأمین می‌شود و مابقی به

عنوان سفارش عقب‌افتاده تلقی خواهد گردید. با این کار، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروش‌ها، مقدار سفارش‌های خود را به صورت مصنوعی بالا می‌برند تا مقدار سهمیه تعلق‌یافته به خود را افزایش دهند. این رفتار، تقاضا را بالا نشان می‌دهد و بازی کمبود (shortage gaming) نامیده می‌شود.

▪ قیمت‌گذاری محصول

اگر در هر یک از شرکت‌های عضو زنجیره، قیمت فروش هر واحد کالا، وابسته به مقدار سفارش باشد، مشتریان آن شرکت تشویق به صدور سفارش‌های بزرگ خواهند شد.

▪ مشوق‌های عملکرد (performance incentives)

متداول است که پاداش نیروهای فروش شرکت‌ها را بر اساس مقدار فروش در هر ماه یا هر فصل تعریف کنند. بنابراین با نزدیک شدن به پایان ماه یا فصل، نیروهای فروش تلاش بیشتری برای فروش‌ها انجام می‌دهند و ممکن است تخفیف‌هایی نیز به مشتریان ارائه گردد تا اهداف فروش تحقق یابند. در نتیجه فروش‌هایی انجام می‌گیرد که تقاضای واقعی برای آنها وجود ندارد.

بازی نوبابه:

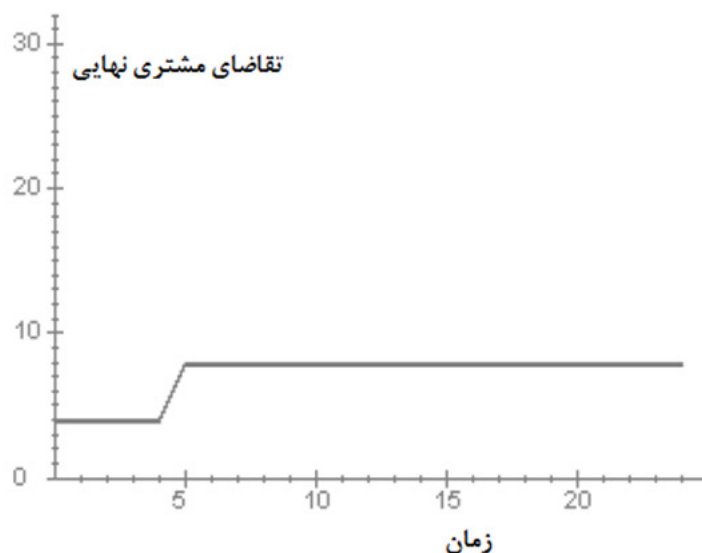
پویایی ایجادکننده اثر شلاق چرمی را می‌توان در یک زنجیره عرضه ساده که شامل یک خرده‌فروش، یک توزیع‌کننده و یک تولیدکننده است، مدل‌سازی نمود. در دهه ۱۹۶۰ یک بازی در دانشگاه MIT توسعه داده شد که نشان می‌دهد چگونه اثر شلاق چرمی، گسترش می‌یابد. این بازی که آنها توسعه دادند، "بازی نوبابه" نامیده شده است.

در این بازی، سه نقش متفاوت وجود دارد که هر بازیگر، یک نقش را بر عهده می‌گیرد: خرده‌فروش، توزیع‌کننده و تولیدکننده. هر بازیگر باید به گونه‌ای تصمیم‌گیری کند که سود خود را ماکزیمم نماید. البته ممکن است در هر نقش، چند بازیگر وجود داشته باشد: دو یا سه نفر به عنوان خرده‌فروش‌ها، دو یا سه نفر به عنوان توزیع‌کننده و ... خرده‌فروش هفته‌ای یک سفارش صادر می‌کند و برای توزیع‌کننده ارسال می‌نماید. تنها اطلاعاتی که بین خرده‌فروش و توزیع‌کننده مبادله می‌شود، همین فرم‌های سفارش است. به طور متوسط، از ارسال یک فرم سفارش تا دریافت نوبابه، چند هفته طول می‌کشد. یعنی سفارشی را که امروز صادر کنید، چند هفته بعد، دریافت خواهید نمود. به طور مشابه، توزیع‌کننده نیز هفته‌ای یک سفارش صادر و برای تولیدکننده می‌فرستد. بین صدور سفارش توسط توزیع‌کننده تا دریافت نوبابه از تولیدکننده، چند هفته فاصله وجود دارد. سفارش‌های خرده‌فروش بر حسب جعبه نوبابه و سفارش‌های توزیع‌کننده، بر حسب محموله کامیون است.

توزیع‌کننده و تولیدکننده، از میزان تقاضای مصرف‌کننده نهایی مطلع نیستند و تقاضا را بر اساس سفارش‌های دریافتی از مشتری مستقیم خود، پیش‌بینی می‌کنند. تقاضای مصرف‌کننده نهایی و تغییرات آن، توسط گردانندگان بازی، تعیین و به خرده‌فروش اطلاع داده می‌شود. این بازی برای یک افق میان‌مدت (مثلاً ۲۴ هفته) اجرا و در پایان بازی، عملکرد هر یک از بازیگران ارزیابی می‌گردد.

بازی نوبابه نشان می‌دهد که در یک زنجیره عرضه فرضی که گروهی از خرده‌فروش‌ها را پشتیبانی می‌کند، چه اتفاقی می‌افتد. نتایج بازی نوبابه، درس‌های فراوانی درباره چگونگی هماهنگ نمودن اقدامات شرکت‌های مختلف در یک زنجیره عرضه فراهم می‌کند. پیتر سنگه در کتاب پنجمین فرمان، یک فصل را به این موضوع اختصاص داده است تا نشان دهد چگونه اثر شلاق چرمی، گشتاور (momentum) جمع می‌کند و برای اجتناب از آن چه کاری می‌توان انجام داد. بازی نوبابه از آن جایی آغاز می‌شود که خرده‌فروش‌ها با یک افزایش ناگهانی اما کم در تقاضای مشتری برای یک نوشیدنی خاص (که مورد علاقه کودکان است) مواجه می‌شوند. خرده‌فروش‌ها

سفارش‌های خود را به صورت بچ (batch) برای توزیع‌کنندگان نوشابه ارسال می‌کنند. در ابتدا این سفارش‌ها از موجودی انبار توزیع‌کننده پیشی می‌گیرند بنابراین توزیع‌کنندگان، ارسال نوشابه به خرده‌فروش‌ها را سهمیه‌بندی (rationing) می‌کنند و مقدار ارسالی برای هر خرده‌فروش، متناسب با مقدار سفارش‌های وی است. توزیع‌کنندگان، سفارش‌های بزرگتری به کارخانه تولیدکننده نوشابه ارسال می‌کنند. تولیدکننده نمی‌تواند فوراً تولید نوشابه را افزایش دهد بنابراین او نیز مقدار نوشابه تولیدی خود را برای توزیع‌کنندگان، سهمیه‌بندی می‌کند و شروع به افزایش ظرفیت تولید خود می‌نماید.



در ابتدا کمبود نوشابه موجب می‌شود خرده‌فروش‌ها و توزیع‌کنندگان، سراسیمه خرید کنند و تلاش نمایند محصول بیشتری را احتکار کنند. آنگاه وقتی تولیدکننده، ظرفیت خود را بالا می‌برد و شروع به ارسال محصول در مقادیر زیاد می‌کند، سفارش‌های صادره که به خاطر خریدهای سراسیمه به تدریج افزایش یافته بود، ناگهان کاهش می‌یابد. محصول اضافی، انبارهای توزیع‌کننده را پر می‌کند و همه سفارش‌های عقب‌افتاده خرده‌فروش‌ها را پاسخ می‌دهد و از تقاضای واقعی مشتریان، فزونی می‌گیرد. تولیدکننده با ظرفیت تولید اضافی رها می‌شود؛ توزیع‌کنندگان گرفتار موجودی اضافی شده‌اند، و خرده‌فروش‌ها یا سفارش‌های خود را لغو می‌کنند یا تخفیف می‌دهند تا از دست محصول اضافی خلاص شوند. همه ضرر می‌کنند. پیترسنگه پس از شرح وقایع بازی از دیدگاه خرده‌فروش و توزیع‌کننده، به توضیح موضوع از دیدگاه تولیدکننده نوشابه می‌پردازد:

در هفته‌های ابتدایی بازی، میزان سفارش‌های دریافتی، روندی صعودی دارند سپس شروع به کاهش می‌کنند. پس از رشد و افول سفارش‌های دریافتی از توزیع‌کننده، میزان سفارش صادره توسط توزیع‌کننده در هفته هجدهم به صفر رسیده است. در هفته نوزدهم نیز سفارش‌ها صفر است و موجودی انبار کارخانه در حال افزایش است. شما به عنوان مدیر بازاریابی شرکت تولیدکننده نوشابه، با رئیس خود تماس می‌گیرید: "بهتر است برای یک یا دو هفته، تولید را متوقف کنیم؛ ما با یک وقفه در تقاضا مواجهیم. اما من مطمئنم که موقتی است." الگوی فوق، چهار هفته دیگر هم تکرار می‌شود. کم‌کم امید شما به رشد دوباره تقاضا کم‌رنگ می‌شود. توجیهات شما کمتر و کمتر، متقاعدکننده‌اند. شما می‌گویید: "این توزیع‌کننده‌ها ما را بیچاره کردند! خرده‌فروش‌ها نوشابه کافی نمی‌خرند. در اصل این بچه‌های دمدمی مزاج هستند که ذره‌ای وفا (loyalty) ندارند. چه طور این‌ها یک ماه، صدها جعبه نوشابه می‌خرند و ماه بعد، هیچی؟"

در ابتدای هفته بیست و چهارم، به دفتر توزیع‌کننده می‌روید. نه تنها اولین باری است که با هم رو به رو می‌شوید، بلکه فقط دومین بار است که با هم صحبت می‌کنید. تا قبل از این بحران، هیچ حرفی برای گفتن

نداشته‌اید. به سردی با یکدیگر سلام و تعارف می‌کنید آنگاه او شما را به انبار خود می‌برد و می‌گوید: دو ماه است که هیچ سفارشی برای محصول شما دریافت نکرده‌ایم. احساس می‌کنم دیگران مرا به دردمس انداخته‌اند. نگاه کن! ما هنوز ۲۲۰ محموله (کامیون) در انبار خود داریم.

با هم به این جمع‌بندی می‌رسید که تقاضا به سرعت افزایش یافته و به طور ناگهانی افت کرده است؛ نشانه دیگری از دمدمی مزاج بودن مردم. اگر خرده‌فروش‌ها کارشان را درست انجام می‌دادند و شما را مطلع می‌کردند، هرگز این اتفاق نمی‌افتاد. در راه برگشت به خانه، در ذهن خود در حال تنظیم عبارات گزارش استراتژی بازاریابی خود هستید که بدون دلیل خاصی، تصمیم می‌گیرید سری به یک مغازه خرده‌فروشی توی مسیر بزنید. اتفاقاً صاحب مغازه هم آنجا حضور دارد. خودتان را معرفی می‌کنید و ناگهان لبخند تلخی بر لبان او می‌نشیند. پس از سپردن مغازه به دستیارش، برای خوردن یک فنجان قهوه به رستوران کوچک مجاور می‌روید.

خرده‌فروش، دفتر مربوط به صورت موجودی فروشگاه را همراه خود آورده است و آن را روی میز باز می‌کند و می‌گوید: نمی‌دانید چند ماه قبل چقدر دلم می‌خواست شما را خفه کنم. می‌پرسید: چرا؟ "ببینید! ۹۳ جعبه نوشابه در پستوی خود داریم که وبال گردن ماست. با این نرخ فروش، شش هفته دیگر طول می‌کشد تا ما سفارش جدیدی صادر کنیم."

با خود فکر می‌کنید شش هفته! سپس ماشین حساب جیبی خود را بیرون می‌آورید. اگر همه خرده‌فروش‌های این ناحیه، تا شش هفته دیگر سفارش جدید ندهند و پس از آن، هر هفته تعدادی جعبه سفارش دهند، یک سال یا بیشتر طول می‌کشد تا ۲۲۰ محموله‌ای که در انبار توزیع‌کننده خوابیده، تمام شود. می‌گویید: "این یک تراژدی است."

"چه کسی باعث این اتفاق شد؟ منظورم این است که چطور می‌توانیم از وقوع مجدد آن جلوگیری کنیم؟" خرده‌فروش می‌گوید: خب این تقصیر ما نیست. ما تا قبل از تبلیغ محصول شما در آن کلیپ ویدئویی، چهار جعبه نوشابه در هر هفته می‌فروختیم. پس از آن، در هفته دوم، هشت جعبه فروختیم. شما می‌گویید: "و آنگاه مثل قارچ رشد کرد. اما چرا بعد از بین رفت؟"

خرده‌فروش می‌گوید: نه! شما متوجه نیستید! تقاضا هیچ‌گاه مثل قارچ رشد نکرد و هیچ‌گاه هم از بین نرفت. هنوز هم هشت جعبه در هفته فروش داریم. اما شما مقدار نوشابه‌ای را که ما نیاز داشتیم، فرستادید. بنابراین ما باید به سفارش دادن ادامه می‌دادیم تا مطمئن شویم مقدار کافی برای پاسخ‌گویی به مشتریان خود خواهیم داشت. "اما ما نوشابه‌ها را با سرعتی که نیاز بود، ارسال کردیم."

خرده‌فروش می‌گوید: شاید توزیع‌کننده، کار را خراب کرده باشد. به هر حال، راه‌حلی پیدا کنید تا من بتوانم بخشی از هزینه‌هایم را جبران کنم. می‌خواهم از بخشی از این ۹۳ جعبه خلاص شوم.

صورت‌حساب قهوه را بر می‌دارید. آنگاه در راه بازگشت، به متن استعفای خود می‌اندیشید. بدیهی است همانطور که توزیع‌کننده، خرده‌فروش را و خرده‌فروش، توزیع‌کننده را، و هر دو شما را سرزنش می‌کردند، به خاطر اخراج کارکنان یا بسته‌شدن کارخانه‌ها نیز سرزنش خواهید شد. حداقل تا زود است، می‌توانید محترمانه کنار بروید. فکر می‌کنید تقصیر شما نبوده است؛ شما نیز قربانی بوده‌اید نه عامل اصلی مشکل.

ده‌ها سال است که بازی نوشابه هزاران بار در کلاس‌ها و در سمینارهای آموزش مدیریت اجرا شده است. این بازی توسط افرادی از پنج قاره جهان، در سنین مختلف، با ملیت‌های متفاوت، و تجربه کاری متنوع، اجرا گردیده است. برخی از بازیکنان قبل از بازی، هیچ چیزی درباره سیستم تولید/توزیع نشنیده بودند؛ برخی دیگر، بخشی قابل توجه از زندگی خود را صرف کار در چنین سیستم‌هایی کرده بودند. اما هر بار که این بازی اجرا می‌شود، همان بحران بوجود می‌آید. ابتدا تقاضای در حال رشدی وجود دارد که قابل تأمین نیست. موجودی‌ها تمام می‌شوند و سفارشات عقب‌افتاده (backlog) رشد می‌کنند. آنگاه نوشابه‌های زیادی دریافت می‌شود در حالی که

سفارش‌های دریافتی، به طور ناگهانی کم می‌شوند. در پایان بازی، اغلب بازیگران دچار موجودی بسیاری هستند که نمی‌توانند از شر آن خلاص شوند.

تبیین مبتنی بر الگوی رفتاری از بازی نوشابه چنین است: سیستم‌های تولید/توزیع ذاتاً در معرض چرخه‌ها (cycle) و ناپایداری هستند که با حرکت از خرده‌فروش به سمت تولیدکننده، شدیدتر می‌شوند. بنابراین دیر یا زود، بروز بحران‌های شدید برای تولیدکننده، محتمل است.

اگر هزاران بازیگر با سوابق متنوع، الگوی رفتاری را ایجاد کردند که از نظر کیفی مشابه یکدیگرند، علت این رفتار باید فراتر از افراد باشد. علت این رفتار باید در ساختار خود بازی نهفته باشد.

تبیین ساختاری از بازی نوشابه باید نشان دهد چگونه سفارش‌های صادره، ارسال‌ها و موجودی، بر یکدیگر اثر می‌گذارند تا الگوی ناپایدار و تشدیدشونده را ایجاد کنند. این تبیین باید تأخیرهای موجود در ساختار زنجیره و چرخه معیوبی (vicious cycle) را که وقتی ظاهر می‌شود که تأخیر در تحویل‌ها منجر به صدور سفارش‌های بیشتر می‌گردد، به حساب آورد.

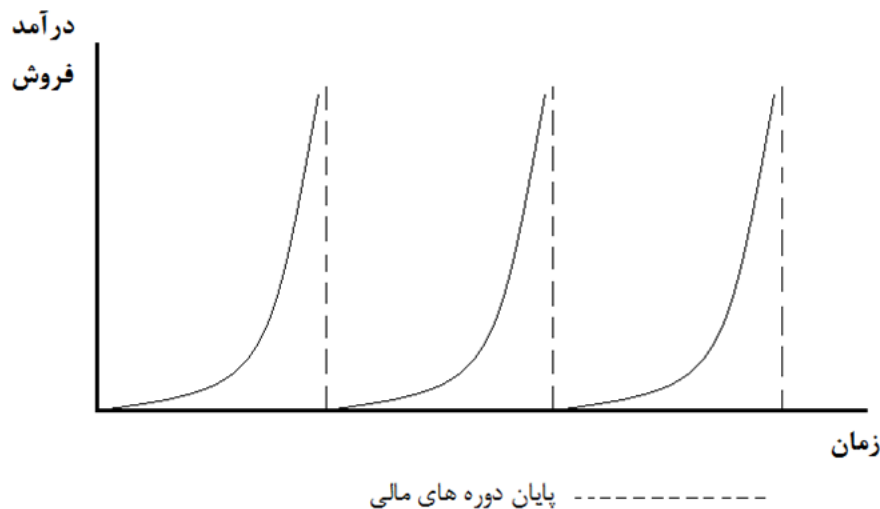
نمونه ۱۲: پدیده چوب گلف (Hockey Stick Phenomenon)

نظریه محدودیت‌ها (theory of constraints) توسط فردی به نام goldratt ارائه شد. این نظریه بر این ایده استوار است که هر سیستم تولیدی دارای حداقل یک محدودیت یا گلوگاه (bottleneck) است و بهتر است محدودیت‌ها را مدیریت کنیم تا این که سعی بر حذف آنها داشته باشیم. بر اساس قواعد این نظریه، ارزش زمان در منابع گلوگاه و غیرگلوگاه یکسان نیست؛ بنابراین تلاش برای صرفه‌جویی زمان در منابع غیرگلوگاه، کاری واهی است اما از دست رفتن یک ساعت وقت در منبع گلوگاه، معادل یک ساعت از دست رفته در کل سیستم است. اندازه بچ‌های تولید برای منابع گلوگاه باید بزرگ باشد تا وقت زیادی از آنها صرف setup و تغییر نوع تولید نگردد اما بزرگ بودن اندازه بچ‌های تولید برای منابع غیرگلوگاه، هیچ مزیتی ندارد و حتی بهتر است کوچک باشند. در این نظریه، پدیده‌ای به نام پدیده چوب گلف شناسایی شده است که در بسیاری از کارخانه‌ها رخ می‌دهد. شکل ۱۷ تصویری از یک چوب گلف را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷: چوب گلف

پدیده چوب گلف که نمودار آن در شکل ۱۸ ارائه شده است، در سازمان‌هایی مشاهده می‌شود که عملکرد آنها به صورت دوره‌ای، اندازه‌گیری و گزارش می‌گردد. میزان تولید و فروش محصول در هر دوره گزارش‌گیری، به شکل چوب گلف است. شکل ۱۸ سه دوره گزارش‌گیری متوالی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸

بدیهی است که پدیده چوب گلف، یک الگوی رفتار است. سؤال این است که ساختار ایجادکننده این الگوی رفتاری چیست؟

پاسخ این است که در بسیاری از سازمان‌ها دو نوع معیار اندازه‌گیری عملکرد وجود دارد:

معیارهای اندازه‌گیری مبتنی بر کارایی (efficiency) که تمرکز محلی (local focus) دارند. معیارهای اندازه‌گیری مبتنی بر اثربخشی (effectiveness) که معطوف به عملکرد کل سیستم هستند. در ابتدای هر دوره مالی، توجه به معیارهای مبتنی بر کارایی، بیشتر است. لذا تلاش می‌شود منابع گلوگاه و غیرگلوگاه مشغول شوند و تفاوتی بین آنها قائل نیستند؛ برای کاهش زمان setup دستگاهها، اندازه batchهای تولید را بزرگ در نظر می‌گیرند. در نتیجه تلی از موجودی اقلام غیرضروری بوجود می‌آید و با استفاده نادرست از منابع گلوگاه، نرخ خروج محصول تکمیل شده از کارگاه پایین است.

در پایان دوره مالی، توجه مدیریت به معیارهای عملکرد کل سیستم معطوف می‌شود. تلاش زیادی صورت می‌گیرد تا موجودی در جریان ساخت به بیرون ارسال شده و فروش بیشتری انجام گیرد. بنابراین بچهای بزرگ شکسته شده و به سرعت جابه‌جا می‌شوند؛ اضافه‌کاری مجاز می‌شود؛ ماشین‌های ناکارآمد دوباره به کار گرفته می‌شوند؛ و خلاصه این که هر کاری مجاز است تا محصول بیشتری به خارج از کارخانه ارسال گردد. همین که پایان دوره مالی فرا رسید، مجدداً معیارهای اندازه‌گیری محلی مطرح می‌شوند و چرخه فوق تکرار می‌گردد.

الگوی رفتاری ارائه شده در شکل ۱۸ مشابه الگوی فعالیت برخی دانشجویان است. دوره‌های مالی مثال فوق را یک ترم تحصیلی در نظر بگیرید. میزان مطالعات این نوع دانشجویان در اوایل ترم، کم و در اواخر ترم و شب‌های امتحان، اوج می‌گیرد. ساختار ایجادکننده این الگوی رفتار را student syndrome نامیده‌اند؛ تفکری که می‌خواهد هر کاری را تا آخرین لحظه ممکن، به تعویق بیندازد.

(۴-۳) مقصر دانستن دیگران، پایانی ندارد

انسانها عموماً تمایل دارند مشکلات خود یا سیستم مورد مطالعه را به محیط نسبت دهند. در برخورد با دشواری‌ها و ناکامی‌ها، به سرزنش محیط و دیگران می‌پردازند. سرزنش محیط و دیگران می‌تواند به دلایل مختلفی صورت پذیرد:

○ درون هر یک از ما تمایلی طبیعی وجود دارد که وقتی کارها درست پیش نمی‌روند، چیزی یا کسی را (خارج از خودمان) مقصر بدانیم و سرزنش کنیم: "دشمن، یک جایی آن بیرون است"^۱. تمایل داریم موفقیت‌هایمان را ناشی از عملکرد مثبت خود ولی شکست‌ها را ناشی از عوامل محیطی و خارج از کنترل تلقی کنیم؛ از طرف دیگر، موفقیت‌های دیگران را ناشی از شرایط محیطی و شکست‌های آنها را به خاطر عملکرد ضعیفشان بدانیم.

اما برای هر یک از ما زمانی می‌رسد که باید به صورت کامل مسئولیت کردار خود را به عهده بگیریم. دیگر نمی‌توانیم آنها را به گردن دیگران بیندازیم. نمی‌توان حتی آنها را به گردن مسائل ژنتیک و یا محیطی که در آن پرورش یافته‌ایم و مسائلی از قبیل امکانات انداخت. فقط شما مسئول رفتار خود هستید.

○ معمولاً وقتی رفتار کسی مورد انتظار ما نیست و نمی‌توانیم آنها را تبیین کنیم، او را نامعقول و غیرمنطقی (Irrational) می‌نامیم. وقتی فرض می‌کنیم کسی یا دیگران نامعقول هستند، نمی‌توانیم مسئله را حل کنیم.

نامعقول دانستن رفتار دیگران، می‌تواند به دلیل درک ناقص یا غلط ما از ساختاری باشد که ایجادکننده رفتار آنهاست.

○ وقتی از افراد سؤال می‌شود که چه می‌کنند، اکثر آنها کار روزمره خود را توضیح می‌دهند و نه اهداف بنگاه بزرگتری که جزئی از آن هستند. اکثراً خود را درون یک "سیستم" می‌بینند که نفوذ کمی بر آن دارند یا اصلاً نفوذی ندارند. آنها وظیفه خود را انجام می‌دهند و وقت خود را می‌گذرانند. در نتیجه، مسئولیت خود را در حد مرزهای شغلی خود می‌بینند.

به هر دلیلی که محیط و دیگران را سرزنش کنیم، نتیجه یکسان است: برخورد انفعالی با مسئله؛ ناتوانی در درک و حل مسئله.

اکنون به چند مثال که نکات فوق را از دیدگاه‌های مختلف بیان می‌کنند، توجه کنید:

نمونه ۱: در یک شرکت تولیدی، واحد فروش، واحد تولید را مقصر می‌داند: محصول تولیدی آنها کیفیت لازم را ندارد و الا ما فروش زیادی داشتیم. بخش تولید، بخش مهندسی را مقصر می‌داند: آنها دست به آچار نیستند و طراحی‌های آنها ایراد دارد. بخش مهندسی از بازاریابی گله می‌کند: آنها مرتباً مشخصات محصول را تغییر می‌دهند...

در سطح شرکت‌ها، دشمن ممکن است رقبا، قانون کار، قوانین دولتی و یا حتی مشتریانی باشند که اقدام به خرید محصولات رقبا می‌کنند! این نوع نگرش موجب می‌شود هیچ‌گاه نتوانیم اقدام به حل مسائل نماییم.

نمونه ۲: ایکاف به عنوان مثال، تجربه خود در کشور هند در سال ۱۹۵۷ را ذکر می‌نماید. در آن سال ایکاف طی یک سفر کاری به هند، تعدادی آمریکایی که به عنوان برنامه‌ریز خانواده در هند مشغول به کار بوده‌اند، را ملاقات می‌نماید. آنها در تلاش‌هایشان برای کاهش نرخ رشد جمعیت هند، پیشرفتی نکرده بودند و اکثرشان دلیل شکست خود را نامعقول بودن مردم هند می‌دانستند. ایکاف می‌گوید من به آنها گفتم: "ممکن است شما غیرمنطقی باشید. یک زن برزیلی اخیراً چهل و دومین بچه خود را به دنیا آورده است. بنابراین یک زن متوسط می‌تواند حدود ۲۰ بچه به دنیا آورد. تفاوت بین ۲۰ و ۴۰۶ (تعداد متوسط فرزند در یک خانواده هندی در آن زمان) خیلی بیشتر از تفاوت ۴۰۶ و صفر است. این موضوع نشان می‌دهد که اندازه خانواده هندی به خاطر عدم کنترل تولد

¹ The enemy is out there

نیست. " آمریکایی‌ها توجهی به اظهارات ایکاف نکرده و حتی ناراحت می‌شوند. اما یک محقق هندی اعلام تمایل می‌کند که با کمک ایکاف در مورد این موضوع تحقیق نماید. نتیجه تحقیقات این بوده است که به دلیل فقدان تأمین اجتماعی در هند، یک مرد هندی می‌داند که در دوران پیری، چند سالی را بیکار خواهد بود و درآمد آنها نیز آنقدر نیست که بتوانند برای آن سالها پس‌انداز کنند. تنها امید آنها این است که فرزندانشان به آنها کمک نمایند. به طور متوسط ۱.۱ حقوق‌بگیر لازم بوده که بتوانند یک سالمند را نگهداری نمایند. پس پدر و مادر به ۲.۲ حقوق‌بگیر نیاز خواهند داشت. چون نیمی از فرزندان دختر بوده و کار نمی‌کنند، پس به طور متوسط به ۴.۴ فرزند نیاز است تا در دوران پیری، از پدر و مادر محافظت نمایند. اگر مرگ و میر کودکان را لحاظ نماییم، به عدد ۴.۶ خواهیم رسید. اعتبار تحلیل فوق را اینگونه توجیه نموده‌اند که خانواده‌هایی که ۳ فرزند اول آنها پسر بوده معمولاً فرزندان بیشتری نداشته‌اند ولی آنهايي که ۳ فرزند اولشان دختر بوده، هنوز در ابتدای راه بوده‌اند.

نمونه ۳: ایکاف در مثال دیگری نقل می‌کند که یک زمانی تولیدکنندگان بنزین در آمریکا، تبلیغات وسیعی برای افزایش فروش بنزین خود انجام می‌دادند (صدها میلیون دلار هزینه شد) و سعی می‌کردند به مشتریان القا کنند که بنزین آنها برتر است. اما نتیجه چندان حاصل نمی‌شد. یعنی این تبلیغات موجب تفاوت فروش نمی‌گردید. بنابراین تولیدکنندگان، مشتریان را نامعقول و غیرمنطقی دانستند! تحقیقاتی که بعداً توسط یکی از شرکتها انجام شد، نشان داد که مارک بنزین برای مشتریان چندان مهم نیست. بلکه آنها از پمپ بنزینی خرید می‌کردند که زمان خدمت (Service Time) کمتری داشت. شرکت نفتی که اسپانسر این تحقیقات بود، از این نتایج جهت مکان‌یابی، طراحی و اجرای ایستگاه‌های جهت حداقل‌سازی زمان خدمت استفاده نمود و سهم بازار خود را افزایش داد. در تبلیغات خود نیز روی "کمترین زمان خدمت" تاکید نمود.

نمونه ۴: مثالی دیگر از کتاب بهبتر از خوب نقل می‌شود. در این کتاب داستان دو شرکت تولیدکننده فولاد در آمریکا مقایسه شده است: شرکت فولاد بت لحم و شرکت نیوکر. هر دو شرکت در صنعت فولاد فعالیت می‌کردند و فرآورده‌های آنها تقریباً مثل هم بود. هر دو شرکت با چالش رقابت با فولاد ارزان وارداتی دست به گریبان بودند. اما نگرش مدیران آنها به این چالش به کلی متفاوت بود. در سال ۱۹۸۳ مدیرعامل فولاد بت لحم مشکلات شرکت خود را به فولاد وارداتی نسبت می‌دهد و می‌گوید: "مشکل شماره یک، دو و سه ما واردات فولاد است". مدیر نیوکر و همکارانش معضل واردات فولاد را موهبت تلقی می‌کنند ("آیا از این بابت خوشحال نیستیم؟ فولاد سنگین است و این همه بار را باید از آن طرف اقیانوس به این جا حمل کنند، همین برای ما در حکم یک مزیت بزرگ است.") نیوکر مشکل شماره یک، دو و سه صنعت فولاد را واردات نمی‌دانست بلکه آن مشکلات را به مدیریت نسبت می‌داد. مدیر نیوکر در این راه تا آنجا پیش رفت که دولت آمریکا را علناً از بابت حمایت از فولاد داخلی سرزنش کرد. او در گردهمایی مدیران فولاد در ۱۹۷۷ مدعی شد که ریشه اصلی مشکل صنعت فولاد آمریکا در نوع مدیریتی است که با نوآوری همراه نیست. برای مقایسه سرنوشت دو شرکت با دو دیدگاه فوق می‌توانید به کتاب مذکور مراجعه نمایید. البته سرنوشت دو شرکت فوق در کتاب "مهندسی دوباره شرکتها" نیز مقایسه شده است: پاره‌ای از کارشناسان، مشکلات شرکتهای آمریکایی را به عواملی دور از دسترس و کنترل مدیران نسبت می‌دهند. از جمله دلایلهای مورد استناد آنها بازارهای بسته خارجی، هزینه اندک سرمایه (بهره بانکی وام‌های سرمایه‌گذاری) در ژاپن، و قیمت‌گذاری‌های پایین و خردکننده‌ای می‌باشد که با توجه به یارانه‌های دولتها برقرار گشته‌اند. اتحادیه‌های کارگری و کارگران کم‌سواد و بی‌انگیزه آمریکایی نیز از دیگر هدف‌های مورد حمله این کارشناسان می‌باشد. چنانچه این دلایل را موجب بحران بدانیم، بایستی تقریباً تمام شرکتهای آمریکایی رو به سرازیری باشند. ولی اینچنین نیست..... شرکت فولاد بت لحم تا اندازه یک دهم گذشته کوچک شده اما شرکت نیوکر و دیگر کارخانه‌های کوچک فولادسازی، در بازارهای جهانی عملکرد چشمگیری دارند.

نمونه ۵: در کتاب بهتر از خوب، الگوی پنجره و آینه را چنین تعریف می‌کند: «رهبران تراز پنج (رهبران شرکت‌هایی که از نظر کتاب، برجسته شناخته شده‌اند) وقتی کارها خوب پیش می‌رود، از پنجره به بیرون نگاه می‌کنند تا سهمی از موفقیت را به عامل بیرونی نسبت دهند. هم زمان در آینه هم نگاه می‌کنند تا اگر کارها خوب پیش نرفته است، به جای گله از بخت بد، خود را مسئول بدانند. رفتار رهبران شرکت‌های طرف مقایسه (شرکت‌هایی که موفقیت به مراتب کمتری نسبت به شرکت‌های برجسته داشته‌اند) وارونه بود. آنها از پنجره به بیرون نگاه می‌کنند تا کسی جز خودشان را پیدا کنند و مسئولیت ناکامی را به گردن او بیاویزند، اما وقتی در کاری موفق می‌شوند جلو آینه می‌ایستند و موفقیت را یکسره به خود می‌بندند.»

نمونه ۶: به عنوان مثالی دیگر از وجود تفکر سیستمی در یک مدیر ارشد، داستانی از زندگی امیرکبیر قابل توجه است: در ماه صفر سال ۱۲۶۷ قمری به امیر اطلاع دادند که در تهران چند تن بیمار مبتلا به آبله پیدا شده که معالجات در مورد آنها موثر واقع نشده و مرده‌اند. امیر که از شنیدن این خبر ناراحت و نگران شده بود، فوراً امر کرد در تمام تهران و ولایات نزدیک، برنامه آبله کوبی (زدن واکسن آبله) اجرا شود تا بیماری گسترش نیابد و مردم نجات پیدا کنند. در آن روزها تزریق واکسن آبله یا هر بیماری دیگر مرسوم نبود و مردم راضی به این امر نمی‌شدند و از طرفی ورود چند تن مارگیر و دعا نویس در تهران و شایعه اینکه با تزریق واکسن، اجنه به آدمی راه پیدا می‌کند و فرد به غش مبتلا می‌شود، مزید بر علت شده و باعث گردید تا مردم از زدن واکسن فرار کنند. ولی امیر دستور داد هر کس که راضی به زدن واکسن آبله نشد باید ۵ تومان به صندوق دولت جریمه بدهد. امیر تصور می‌کرد با این حربه می‌تواند مردم را راضی کند، ولی قدرت شایعات دعا نویس و جهالت مردم بیشتر از آن بود و عده‌ای از مردم که توانایی پرداخت جریمه داشتند، آنرا پرداخته و کسانی که بنیه مالی نداشتند از ترس مأموران دولت که برای واکسن زدن به درب خانه‌ها می‌رفتند، به آب انبارها پناه برده و در آنجا پنهان می‌شدند و یا به خارج شهر می‌گریختند.

در روز ۲۸ ماه ربیع الاول به امیر اطلاع دادند که در کل تهران و ولایات فقط سیصد و سی نفر آبله کوبیده‌اند. امیر سخت نگران شد. در همین روز پاره دوزی که طفلش در اثر بیماری آبله مرده بود به نزد او آمد، امیر به جسد طفل نگریست و گفت: "ما که برای نجات بچه‌هایتان آبله کوب فرستادیم". پیرمرد با اندوه فراوان پاسخ داد: "حضرت امیر، به من گفته بودند که اگر بچه را آبله بکوبیم جن زده می‌شود". امیر فریاد کشید: "وای بر جهل و نادانی! اکنون گذشته از اینکه فرزندت را از دست داده‌ای باید ۵ تومان هم جریمه بدهی". پیرمرد با التماس گفت: "باور کنید که هیچ ندارم". امیر دست در جیب خود کرد و ۵ تومان به او داد و سپس گفت: "حکم بر نمی‌گردد". این ۵ تومان را به صندوق دولت سپردند. چند دقیقه بعد بقالی را آوردند که او نیز بچه‌اش مرده بود. این بار دیگر امیر نتوانست تحمل کند، روی صندلی نشست و با حالی زار شروع به گریستن کرد. در این هنگام میرزا آقا خان وارد شد. او که در کمتر وقتی امیر را در حال گریه دیده بود، علت را پرسید. ملازمان امیر گفتند که دو کودک شیر خوار پاره دوز و بقالی از بیماری آبله مرده‌اند. میرزا آقا خان با شگفتی گفت: "من تصور می‌کردم که میرزا احمدخان، پسر امیر مرده که او این چنین گریه می‌کند" و بعد به امیر نزدیک شد و گفت: "گریستن، آنهم اینگونه برای دو بچه شیرخوار بقال و چقال در شأن شما نیست". امیر سر برداشت و با خشم به او نگریست، آنچنان که میرزا آقاخان از ترس به خود می‌لرزید. امیر اشک‌هایش را پاک کرد و گفت: "خاموش باش. تا موقعی که سرپرستی این ملت را به عهده داریم مسئول مرگشان ما هستیم". میرزا آقا خان آهسته گفت: "ولی خودشان بر اثر جهل آبله نکوبیده‌اند". امیر با صدای رسا گفت: "... و مسئول جهلشان نیز ما هستیم". اگر ما در هر روستا و کوچه و خیابان مدرسه بسازیم و کتابخانه ایجاد کنیم دعانویسها بساطشان را جمع می‌کنند. تمام

ایرانیها اولاد حقیقی من هستند و از این می‌گیریم که چرا این مردم باید اینقدر جاهل باشند که در اثر نکوبیدن آبله بمیرند".

باید به صاحب این تفکر، آفرین گفت! این مثال، با چند مورد دیگر از قوانین تفکر سیستمی نیز مرتبط است. تشخیص ارتباط آن به خواننده واگذار می‌شود.

نمونه ۷: نسبت دادن مشکلات به محیط در تحلیل‌های اجتماعی و تاریخی نیز وجود دارد. به عنوان مثال در باب انحطاط مسلمین (نسبت به دوران شکوفایی و تمدن آنها) و ریشه‌های آن، در کتاب "مدارا و مدیریت" تأکید شده است که:

در تحلیل انحطاط مسلمین نباید تقصیر را متوجه بیگانگان دانست. کسانی که در تحلیل این انحطاط بر عوامل بیگانه، نظر و تأکید بیشتری ورزیدند و در پی تبرئه کردن خودی برآمدند و پنداشتند که نمی‌باید عیب را بر دینداری و فهم دینی نهاد و باید بیشتر تقصیر و مسئولیت را متوجه دشمنان و بیگانگان و راهزنان و بدخواهان دانست، تشخیص صائبی نداشتند. بدون شک اگر بیرونیان تأثیر سوئی در این مجموعه داشته‌اند و در راهزنی خود کامیاب افتاده‌اند به علت آن بوده است که در درون، زمینه مناسبی برای ضربه زدن آنها وجود داشته است. اگر این زمینه و قابلیت درونی نبود، راهزنی راهزنان راه به جایی نمی‌برد و این مجموعه از آفات آنان ایمن می‌ماند و می‌توانست در برابر آنها واکنش مناسب نشان دهد. بلکه یک نظام گاه از ضربه دشمنان، قویتر هم می‌شود و از این راه می‌تواند به خود آید، پاره‌ای از پارگیهای خود را رفو کند و مواضع آسیب‌پذیر و آفت بردار خود را بهتر بشناسد و تدارک کند. دشمنان وقتی نسبت به یک مجموعه طمع بیشتر می‌ورزند و اقدامات سوءشان موثرتر می‌افتد که در آن مجموعه ضعف و ذلتی پدید آمده باشد. بنابراین تأکید بر نسبت ندادن مشکلات به شرایط محیطی و دشمن بیرونی، به معنای انکار وجود دشمن نیست بلکه نحوه پاسخ سیستم به رفتار دشمن، مورد تأکید است. به عنوان توضیح، تئوری آرنولد توین بی (که از فیلسوفان تاریخ در عصر ماست و عمدتاً از تمدن یونان الگوبرداری نموده است) در باب انحطاط تمدن‌ها قابل ذکر است. از نظر توین بی، تمدن‌ها در اثر چالش‌ها (challenge) پدید می‌آیند. این چالش‌ها می‌توانند انسانی یا طبیعی باشند. یعنی گاه تمدن در نتیجه زندگی یک اقلیت خلاق در شرایط سخت طبیعی - فقدان آب و گیاه و غیره - و در ضمن مبارزه با طبیعت پدید می‌آید و گاه در نتیجه کلنجارهای انسانی و هجوم و حمله و تهدیدهای بیرونی به وجود می‌آید. عامل پدیدآورنده تمدن‌ها، عامل بقای آنها هم هست. به بیان دیگر، فقدان دشمن برای یک تمدن امری زیان‌آور است. انحطاط از زمانی آغاز می‌شود که دیگر مبارزه‌ای در کار نباشد و اقلیت خلاق بر خصم خود پیروزی کامل یابد و آسوده خاطر شود. بنابراین هجوم مهاجمان و همواره در معرض تهدید بیگانگان بودن، تمدن را هوشیار و بیدار نگه می‌دارد، او را در مقام چاره‌جویی آزموده می‌کند و از همه مهمتر حاکمان و رهبران آن تمدن را و می‌دارد که در برابر هجوم‌های تازه، پاسخ‌های تازه بیابند. از عوامل مهم انحطاط یک تمدن از نظر توین بی، آن است که رهبران یک تمدن به هجوم‌های تازه، پاسخ‌های کهنه بدهند. آنچه بقای تمدن را در برابر حملات مکرر دشمن تضمین می‌کند، آن است که در برابر هجوم‌ها و مشکلات جدید، توان ارائه پاسخ‌ها و واکنش‌های تازه و درخور داشته باشد.

نمونه ۸: در قرآن کریم در داستان خلقت آدم آمده است که پس از خلقت آدم از خاک، خداوند به فرشتگان فرمان داد برای آدم سجده کنند. همگی این فرمان را به جان و دل پذیرفتند و برای آدم سجده کردند مگر ابلیس که از سجده‌کنندگان نبود. خداوند او را از آن مقام برجسته و موقعیتی که در صفوف فرشتگان پیدا کرده بود، بیرون کرد. شیطان به جای توبه و پذیرش خطای خود، در بخشی از سخنش خطاب به خداوند گفت:

« ... اکنون که مرا اغوا کردی، ... » (سوره اعراف، آیه ۱۶)

بنابراین شیطان اولین کسی است که مسئولیت مشکلات خود را به گردن دیگران انداخت. پس از رانده شدن شیطان، آدم و همسرش در بهشت ساکن شدند و شیطان آنها را فریب داد تا از میوه درخت ممنوعه تناول کنند. پس از تناول میوه ممنوعه و تبعات آن، هنگامی که آدم و حوا به نقشه شیطانی ابلیس واقف شدند و نتیجه کار خلاف خود را دیدند، به فکر جبران گذشته افتادند و نخستین گام را اعتراف به ظلم و ستم بر خویشان، در پیشگاه خدا قرار دادند و عرضه داشتند:

«پروردگارا! ما به خویشان ستم کردیم! و اگر ما را نبخشی و بر ما رحم نکنی، از زیانکاران خواهیم بود!»

(سوره اعراف، آیه ۲۳)

توبه خالصانه آدم و همسرش در پیشگاه خدا پذیرفته شد. بنابراین اولین کسی که مسئولیت اعمال خود را پذیرفت، آدم بود.

حال انتخاب با ماست که آیا می‌خواهیم به روش شیطان عمل کنیم یا به روش آدم!

نمونه ۹: این قانون را می‌توان معادل عادت اول از "هفت عادت مردمان مؤثر" دانست. استفان کاوی، عادت اول را "عامل بودن" (Be Proactive) می‌داند و این گونه توضیح می‌دهد:

عامل بودن یعنی مسئولیت خود را بعهده گرفتن، ملامت نکردن اوضاع و شرایط یا اشخاص. مردمان مؤثر، عامل‌اند. یعنی مسئول‌اند. در نتیجه رفتارشان حاصل تصمیم و انتخاب آگاهانه خودشان و مبتنی بر ارزشهاست، نه ثمره اوضاع و شرایط آنها که واکنشی مبتنی بر احساس است. صفت مشخصه افراد واکنشی این است که همواره در حال ملامت کسی یا چیزی هستند. یک راه مناسب برای تشخیص میزان عامل بودن خود، این است که ببینیم وقت و انرژی خود را صرف چه چیزهایی می‌کنیم. همه ما نگرانی‌هایی - درباره سلامت، فرزندان، مشکلات شغلی، وامها، جنگ اتمی و هزاران مسئله دیگر - داریم. با نگرستن به امور درون حلقه نگرانی خود درمی‌یابیم که چه چیزهایی بیرون از اختیارمان قرار دارند و در مورد کدام چیزها می‌توانیم کاری انجام دهیم. امور دسته اخیر را در حلقه کوچکتر که حلقه نفوذ است، قرار می‌دهیم. با توجه به اینکه وقت و انرژی خود را صرف امور کدام یک از این دو حلقه می‌کنیم، می‌توانیم به میزان عامل بودن خود پی ببریم.



افراد عامل همه تلاش‌های خود را بر حلقه نفوذ خویش متمرکز می‌کنند. یعنی به مسائلی می‌پردازند که زیر نفوذ مستقیم خودشان قرار دارد: بر اموری که می‌توانند درباره‌اش کاری بکنند. طبیعت انرژی آنها مثبت است و موجب گسترش و افزایش حلقه نفوذشان می‌شود.

حال آنکه افراد واکنشی، تلاش‌های خود را بر حلقه نگرانی خویش متمرکز می‌کنند: بر نقاط ضعف سایر مردم، مشکلات محیط، و اوضاع و شرایطی که بیرون از اختیار آنهاست. شیوه تمرکزشان به گرایش‌های ملامتگر و

اتهام‌آمیز و کاربرد زبان واکنشی و احساس قربانی بودن افزون‌تری می‌انجامد. انرژی منفی حاصل از این نوع تمرکز، همراه با غفلت از آنچه می‌توانند به انجام برسانند، سبب کوچکتر شدن حلقه نفوذشان می‌شود.

نمونه ۱۰: بر سر گور کشیشی در یک کلیسای انگلستان نوشته شده است:

کودک که بودم می‌خواستم دنیا را تغییر دهم؛
بزرگتر که شدم متوجه شدم دنیا خیلی بزرگ است من باید انگلستان را تغییر دهم؛
بعدها انگلستان را هم بزرگ دیدم و تصمیم گرفتم شهرم را تغییر دهم؛
در سالخوردگی تصمیم گرفتم خانواده‌ام را متحول کنم؛
اینک که در آستانه مرگم، می‌فهمم که اگر روز اول خودم را تغییر داده بودم شاید می‌توانستم دنیا را هم تغییر دهم.

نمونه ۱۱: شاید دعای زیر (که به جبران خلیل جبران منسوب است)، در این زمینه راهگشا باشد:

پروردگارا!

به من آرامش ده تا بپذیرم آنچه را که نمی‌توانم تغییر دهم
دلیری ده تا تغییر دهم آنچه را که می‌توانم تغییر دهم
بینش ده تا تفاوت این دو را بدانم
مرا فهم ده تا متوقع نباشم دنیا و مردم آن مطابق میل من رفتار کنند

نمونه ۱۲: جرج برنارد شاو:

انسانهای منطقی خود را با محیط وفق می‌دهند اما انسانهای غیرمنطقی سعی می‌کنند محیط را با خود مطابقت دهند. تمام پیشرفت بشر حاصل تلاش‌های انسانهای غیرمنطقی است.

اشخاص، همیشه گناه را به گردن شرایط می‌اندازند. من به شرایط معتقد نیستم. مردان موفق شرایط را جستجو می‌کنند و اگر نیابند، آنرا ایجاد می‌کنند.

شادی حقیقی زندگی این است: «صرف عمر در راه هدفی عظیم». به جای این که ابله‌ی حقیر، خودخواه و مضطرب باشیم و از این که طبیعت هم خود را وقف خوشبختی ما نمی‌کند شکایت کنیم، بهتر است وجودمان را بخشی از نیروی طبیعت بدانیم. بر این عقیده‌ام که حیات من متعلق به جامعه است و تا زمانی که زنده‌ام از این امتیاز برخوردارم و هر چه بتوانم برای آن انجام می‌دهم. دلم می‌خواهد وقتی می‌میرم، تمام وجودم را به طور کامل صرف کرده باشم.

(۳-۵) باید به دنبال نقاط حساس و مؤثر گشت

بسیاری معتقدند که تفکر سیستمی، "علم یاس‌آور جدید" است، زیرا به ما می‌آموزد که بدیهی‌ترین راه حلها در بهترین شرایط فقط در کوتاه‌مدت بهبودی را بوجود می‌آورد ولی در بلندمدت اوضاع را بدتر می‌کند. اما این فقط یک طرف قضیه است.

تفکر سیستمی این واقعیت را نیز نشان می‌دهد که یک اقدام کوچک اگر بخوبی و با قدرت کافی در محل مناسب صورت گیرد، می‌تواند پیشرفتی قابل ملاحظه و بزرگ در رفتار سیستم خلق کند. علمای سیستم، این قانون را

"اهرم کاری" (Leverage) می‌نامند. در حل مسائل باید از آنجایی شروع کرد که قانون اهرم کاری، بیشترین اثر را دارد تا بتوان با حداقل سعی و تلاش به پیشرفت و نتیجه‌ای بزرگ دست یافت.

تنها نکته دشوار در این بین آن است که برای دست اندرکاران سیستم، موضع بیشترین اثر اهرم، ناپیداترین مکان است و همانگونه که قبلاً ذکر گردید به هیچ عنوان این موضع الزاماً در کنار عوامل و تظاهرات مشکل نمی‌باشد و باید به دنبال آن به دقت کافی گشت. شاید این همان چیزی است که زندگی را زیبا می‌کند.

ژوئل دوروسنی (Joel Do Rosnay) در "ده فرمان روش سیستمی" خود، نکته فوق را به عنوان فرمان سوم آورده است: "باید به دنبال نقاط حساس و مؤثر گشت." با تجزیه و تحلیل سیستمی و شبیه‌سازی می‌توان نقاط حساس و مؤثر سیستم‌های پیچیده را پیدا کرد و با اثر گذاردن روی آنها، کار و سرعت و حرکت سیستم را تندتر و یا کندتر نمود.

تمرین: اتخاذ دیدگاه سیستمی به یک موضوع

از تجارب شخصی خود، یک موضوع را انتخاب کنید که:


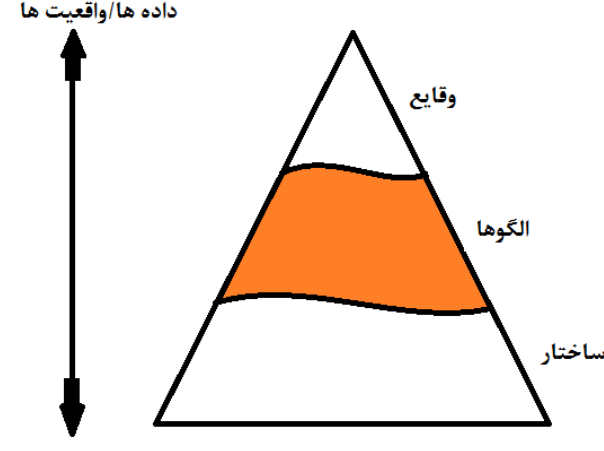
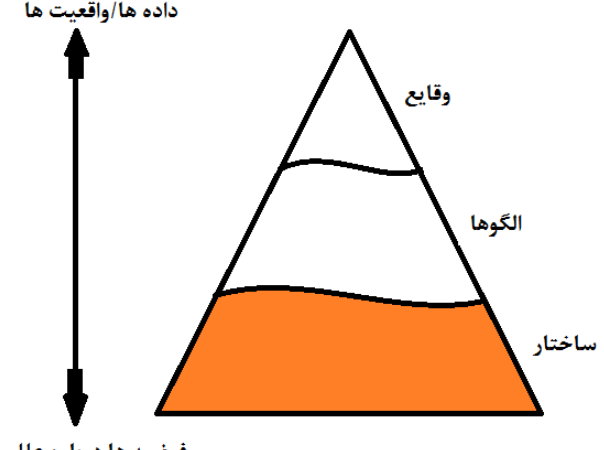
- درک یا حل آن مشکل باشد (problematic)
- برای مدتی طولانی باقی مانده باشد
- در مقابل اقدامها مقاوم باشد

از کاربرگ وقایع/الگوها/ساختار (جدول ۱) برای بررسی موضوع از سه دیدگاه وقایع، الگوها و ساختار، استفاده کنید. اقداماتی که ممکن است بر اساس هر یک از این دیدگاهها برای بهبود وضعیت انجام دهید، را در نظر بگیرید. از دیگران نیز بپرسید که آنها این موضوع را چگونه می‌بینند. آیا دیگران، این وضعیت را به نحو متفاوتی می‌بینند؟ آیا وقایع یا روندهای دیگری وجود دارد که در شناسایی جنبه‌های مهم ساختار زیرین مسئله، باید آنها را نیز در نظر بگیریم؟

برخی از وضعیت‌هایی که پرسش‌های وقایع/الگوها/ساختار می‌توانند درک جدیدی از اقدامات مورد نیاز، فراهم کنند:

- وقتی یکی از زیردستان از شما می‌خواهد که تصمیمی اتخاذ کنید
- وقتی که یک مسئله مجدداً بروز کرده است
- وقتی که همکار شما، از تکرار یک وضعیت، شکایت می‌کند
- وقتی از شما در مورد یک توصیه، نظرخواهی می‌شود
- وقتی با یک توصیه یا نتیجه‌گیری مخالفید و می‌خواهید استدلال خود را بیان کنید یا استدلال شخص دیگری را درک کنید

جدول ۱: کاربرد وقایع/الگوها/ساختار

<p>۱. <u>وقایع: شرح موضوع</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • چه اتفاقی افتاد؟ • برخی از وقایع قابل توجه، کدام‌اند؟ 	<p>داده‌ها/واقعیات‌ها</p>  <p>فرضیه‌ها درباره علل وقایع و الگوها</p>
<p>۲. <u>الگوها: نمودارها را ترسیم کنید</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • چه اتفاقی می‌افتاده است؟ • تغییرات عملکرد سیستم در طول زمان، چگونه بوده است؟ • سایر روندهای مهم کدام‌اند؟ 	<p>داده‌ها/واقعیات‌ها</p>  <p>فرضیه‌ها درباره علل وقایع و الگوها</p>
<p>۳. <u>ساختار: روابط علت و معلولی را شناسایی کنید</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • علت این تغییر در عملکرد سیستم، چه بوده است؟ • عوامل فیزیکی و ملموس سهمیم در بروز این الگوها کدامند؟ • عوامل ناملموس (شامل باورها، ارزش‌ها، و مدل‌های ذهنی) سهمیم در بروز این الگوها کدامند؟ 	<p>داده‌ها/واقعیات‌ها</p>  <p>فرضیه‌ها درباره علل وقایع و الگوها</p>

فصل چهارم: سیستم چیزی بیش از مجموع اجزاء آن است

(۱-۴) تعریف راسل ایکاف از سیستم

سیستم مجموعه‌ای از دو یا چند عنصر (element) است که سه شرط زیر را داشته باشد:

- هر عنصر سیستم بر رفتار و یا ویژگیهای کل (whole) سیستم، مؤثر است. به عنوان مثال رفتار اجزایی از بدن انسان مثل قلب و مغز و شش می‌توانند عملکرد و ویژگیهای بدن انسان را به عنوان یک کل تحت تاثیر قرار دهند.
 - بین عناصر سیستم از نظر رفتاری و نوع تاثیر بر کل سیستم، وابستگی متقابل وجود دارد. یعنی نحوه رفتار هر عنصر و نیز نحوه تاثیر هر عنصر بر کل سیستم، بستگی به چگونگی رفتار حداقل یک عنصر دیگر از سیستم دارد. به عنوان مثال در بدن انسان، نحوه رفتار چشم بستگی به نحوه رفتار مغز دارد.
 - هر زیر مجموعه‌ای از عناصر تشکیل شود، بر رفتار کل سیستم مؤثر است و این تاثیر بستگی به حداقل یک زیر مجموعه دیگر از سیستم دارد. به عبارت دیگر اجزای یک سیستم چنان به هم مرتبطاند که هیچ زیر گروه مستقلی از آنها نمی‌توان تشکیل داد.
- تعریف فوق، یکی از تعاریف عمیق و دقیق سیستم است که درک آن نیاز به تعمق دارد. نتایجی که از تعریف فوق در مورد سیستم می‌توان گرفت:

- هر سیستم، یک کل است که نمی‌توان آنرا به اجزاء مستقل تقسیم نمود.
- هر جزء سیستم، ویژگیهایی دارد که اگر از سیستم جدا شود، آنها را از دست می‌دهد. به عنوان مثال چشم به عنوان جزئی از سیستم بدن انسان، اگر از بدن جدا باشد، نخواهد دید.
- هر سیستم، ویژگیهایی دارد که در هیچ یک از اجزاء، بطور مستقل وجود ندارد. به عنوان مثال، انسان به عنوان یک سیستم می‌تواند بخواند و بنویسد که هیچ یک از اجزاء بدن، به تنهایی قادر به این کار نیستند.
- وقتی سیستم به اجزاء مستقلی تقسیم شود، برخی از ویژگیهای ضروری خود را از دست می‌دهد.
- اگر اجزاء یک موجودیت (entity) با یکدیگر تعامل نداشته باشند، تشکیل یک مجموعه می‌دهند نه یک سیستم. به عبارت دیگر، مشخصه مهم یک سیستم، تعامل و ارتباط است و ویژگیهای اصلی سیستم از تعامل اجزاء بدست می‌آید نه از رفتار مستقل اجزاء. به عنوان مثال اگر قطعات یک خودرو را به صورت منفک در یک مکان کنار یکدیگر قرار دهیم، تشکیل خودرو نخواهند داد.

(۲-۴) سیستم، چیزی بیش از مجموع اجزاء آن است

مدیران اکثراً طبق تفکر تحلیلی و مکانیستی عمل می‌کنند. یک مسئله را به چند بخش قابل حل و قابل مدیریت تجزیه نموده سپس برای هر یک بهترین حل را پیدا نموده و نتایج را با هم مونتاژ می‌کنند. اما می‌دانیم که مجموع بهترین جواب برای اجزاء، بهترین جواب برای سیستم نخواهد بود.

به عنوان مثال، معمولاً فرض می‌شود بهترین عملکرد سیستم قابل تقلیل به بهترین عملکرد اجزاء آن بصورت منفرد و جداگانه است. بنابراین معیارهای اندازه‌گیری عملکرد اجزاء بگونه‌ای تعیین می‌شود که باعث تضاد (Conflict) اجزاء سیستم می‌گردد.

تقسیم بندی هر سیستم به اجزاء کوچکتر که بدون توجه به اصل تداخل و وابستگی متقابل آنها صورت می‌گیرد، یک تضاد فطری بین اجزاء آن سیستم بوجود می‌آورد، بهترین جواب برای هر یک از این اجزاء، لزوماً با بهترین جواب برای جزء دیگر هماهنگی و برابری نمی‌کند و در نتیجه تضادی با بهترین جواب برای کل سیستم پیدا می‌کند.

در اثر تقسیم تشکیلات سازمانی به چند فعالیت اصلی، یک فعالیت جدید بوجود می‌آید که وظیفه آن حل تضادهای بین این فعالیتها و محافظت منافع کل سیستم در مقابل منافع سیستمهای فرعی است. این وظیفه همان مسئولیت مدیریت عمومی (General Management) است. روش متداول و کلاسیک در تقسیم بندی تشکیلات سازمانی، معمولاً چهار فعالیت اصلی بوجود می‌آورد: تولید، فروش (و بازاریابی)، مالی، پرسنل. که هر کدام از این فعالیتها خود یک سیستم فرعی است و هر کدام با ضوابط اجرایی (توقعات و محدودیتها) متفاوتی کنترل می‌شود که لزوماً با هم هماهنگی ندارد.

به عنوان مثال فعالیت کنترل موجودی محصول نهایی در یک سازمان را در نظر می‌گیریم. واحد تولید علاقمند به بچ تولید بزرگ (برای کاهش زمان Setup و قیمت تمام شده) است. واحد فروش تمایل به کوچک بودن بچ تولید دارد (بدلیل افزایش تنوع محصول و پاسخگویی به نیاز مشتری). امور مالی می‌خواهد سرمایه مورد نیاز برای اداره سیستم حداقل شود و لذا علاقه مند به کاهش موجودی انبار است.

تئوری کلاسیک تشکیلات، این تضادها را به منظور کنترل مفید می‌داند و تصور می‌نماید که می‌توان از آنها برای سالم کردن تشکیلات استفاده کرد. ولی متأسفانه هرگز این تضادها به عنوان عامل کنترل مؤثر نبوده و فقط به صورت عامل ترمزکننده بکار رفته است.

در عمل معمولاً یکی از مدیران از دیگران قویتر است یا به عللی به مدیرعامل نزدیک و این فرد راه حل سیستم فرعی خود را به بقیه تحمیل می‌کند. در این صورت، سودی که از این طریق بدست می‌آید، بیش از اندازه با ضرری که قسمتهای دیگر باید تحمل کنند، از بین می‌رود. در اکثر مواقع مدیرعامل از بین یکی از سه مدیر تولید، فروش و مالی انتخاب می‌گردد و فاقد تجربه و اطلاعات لازم درباره کل سیستم است و مدیریت عمومی را از نظر گاه رشته خاص خود می‌نگرد و ناخودآگاه به صورت مدیر یک سیستم فرعی عمل می‌کند. مدیران باید تعامل اجزای سازمان را مدیریت کنند نه کار آنها را.

این یک اصل سیستمی است که اگر هر جزء سیستم را بطور جداگانه به گونه‌ای بسازیم که به کاراترین حد ممکن (Efficient) عمل کند، سیستم بعنوان یک کل، به مؤثرترین حد ممکن (Effective) عمل نخواهد کرد. به عبارت دیگر، اجزاء سیستم را باید بگونه‌ای طراحی کرد که با یکدیگر Fit شده و هماهنگ با هم بطور مؤثر و کارا عمل کنند.

مثال ۱: اگر از بین خودروهای سواری موجود (انواع مدل‌ها و مارک‌ها) برای هر یک از اجزاء مورد نیاز ماشین، بهترین آن جزء در بین کل ماشین‌ها را انتخاب و سپس این بهترین‌ها را مونتاژ کنیم، آیا ماشینی که بدست می‌آید، بهترین ماشین ممکن است؟ البته خیر! حتی به یک اتومبیل که بتواند حرکت کند، هم نمی‌رسیم. زیرا

اجزاء انتخابی با هم Fit نمی‌شوند و حتی اگر فیت شوند، با هم خوب کار نمی‌کنند. عملکرد یک سیستم بیشتر بستگی به چگونگی تعامل بین اجزاء آن دارد تا به چگونگی عملکرد مستقل آنها (از یکدیگر).

مثال ۲: در فوتبال، رسم بر این است که از بین تیم‌های موجود، برای هر پست بازی، ستاره‌ها را انتخاب و یک تیم فوتبال که همه اعضای آن ستاره هستند، تشکیل و به آن تیم منتخب می‌گویند. اینگونه تیم‌ها به ندرت، بهترین تیم موجود می‌شوند (زیرا اعضای تیم با یکدیگر هماهنگ نیستند. به عبارت دیگر، تعامل بین اجزاء سیستم بدرستی انجام نمی‌گیرد).

البته ممکن است کسی بگوید اگر اعضای این تیم‌ها مدتی (مثلاً یک سال) با هم تمرین و بازی کنند، بهترین تیم موجود خواهند شد. این درست است! اما اگر آنها بهترین تیم شوند، خیلی غیر محتمل است که همه اعضای آن جزو تیم جدید ستاره‌ها باشند.

مثال ۳: اشاره به لزوم هماهنگی اجزاء سیستم در فرهنگ عامه

یک طنز عامیانه که تأثیر عدم هماهنگی اجزاء سیستم را بیان می‌کند: سه تا پسر بچه در حال فخر فروشی به یکدیگر بودند. اولی می‌گوید: بابای من مهم‌ترین آدم مملکت. دوتای دیگر می‌پرسند: مگه بابات چه کاره است؟ می‌گوید: بابای من رئیس‌جمهوره. هر قانونی که بخواهد گذاشته شود راه، اول باید بابای من امضاء کنه. دومی می‌گوید: برو بابا! بابای تو بدون بابای من هیچ کاری نمی‌تواند انجام دهد! اولی می‌گوید: مگه بابات چه کاره است؟ دومی می‌گوید: بابای من نماینده مجلسه... تا بابای من رأی نده، قانون‌های بابای تو تصویب نمی‌شوند. سومی می‌گوید: باباهای شما جلوی بابای من هیچی نیستن! اون دو تا می‌پرسند: مگه بابات چه کاره است؟ پاسخ می‌دهد: بابای من سرباز صفر است؛ جلوی خیابون می‌ایستد، دو هزار تومان می‌گیرد، قانون باباهای هردوتون را زیر پا می‌گذارد.

مثال ۴: تجزیه زندگی:

شاید پرهزینه‌ترین تجزیه‌ای که فرهنگ ما تحمل کرده است، تفکیک خود زندگی به کار، بازی، یادگیری و الهام (inspiration) است. این جنبه‌های زندگی را با ایجاد مؤسساتی که در هر زمان فقط به یکی از این ابعاد می‌پردازد و سه تای دیگر را تا حد ممکن کنار می‌گذارد، از یکدیگر جدا کرده‌ایم. کسب و کارها طراحی می‌شوند برای کار، نه برای بازی، یادگیری یا الهام. کلوب‌ها، سالن‌های نمایش و استادیوم‌های ورزشی طراحی می‌شوند برای بازی، نه برای کار، یادگیری یا الهام. مدارس طراحی می‌شوند برای یادگیری، نه برای کار، بازی، یا الهام. موزه‌ها و کلیساها طراحی می‌شوند برای الهام نه برای کار، بازی، یا یادگیری. اما یکی از مهمترین دستاوردهای تفکر سیستمی، درک این نکته است که اثربخشی انجام هر کدام از این چهار مقوله، بستگی به میزان انجام آنها با یکدیگر و به صورت یکپارچه دارد. فقط به میزانی که بتوانیم تمایز (distinctions) بین کار، بازی، یادگیری و الهام، و نیز تمایز بین مؤسسات فراهم‌کننده آنها را پاک کنیم، به همان میزان در بهبود پیوسته استاندارد و کیفیت زندگی خود موفق خواهیم بود. تعامل بین اینها، تعاملی است که مدیریت باید به گونه‌ای اثربخش، آن را مدیریت نماید.

افراد موفق غالباً کسانی هستند که این ابعاد را با یکدیگر ادغام نموده‌اند. به عنوان نمونه می‌توان ادیسون را مثال زد که به سخت‌کوشی شهره است. گفته می‌شود گاهی ۱۶ ساعت از شبانه‌روز را در آزمایشگاه خود صرف می‌کرد. در برابر این سؤال که آیا خسته نمی‌شود، گفته است که من ۱۶ ساعت در حال کار نیستم بلکه ۱۶ ساعت تفریح می‌کنم. به همین دلیل است که توصیه می‌کنند به کاری مشغول شوید که به آن علاقه داشته باشید یا به آنچه که اکنون مشغولید، علاقه‌مند شوید.

بسیاری از کسانی که در دنیای کسب و کار موفق شده‌اند، درس و مدرسه را زودهنگام ترک کرده‌اند. برای مثال می‌توان افرادی همچون ادیسون بنیانگذار جنرال الکتریک، هنری فورد بنیانگذار خودروسازی فورد، بیل گیتس بنیانگذار میکروسافت، تد ترنر بنیانگذار CNN، مایکل دل بنیانگذار شرکت دل، و استیو جابز بنیانگذار اپل را نام برد. اینها تحصیلات رسمی را نیمه‌تمام رها کردند اما چنان کردند که نه تنها خودشان آموختند بلکه درس‌های آموختنی بسیاری برای دیگران نیز فراهم کردند.

یکی از نتایج منفی تفکیک کار و یادگیری، ترس از شکست است. افراد موفق، به شکست به چشم درس‌آموزی می‌نگرند و می‌دانند که شکست، بخشی از فرایند پیروزی است. آنها می‌دانند که همه چیزهای مهم را در مدرسه و کلاس به انسان نمی‌آموزند و اشتباه کردن، یکی از راههای آموختن است. با اقدام نمودن، اشتباه کردن، اصلاح خرابیها و از آن پند گرفتن، بیشتر می‌آموزیم. از طرف دیگر، میلیون‌ها نفر افراد تحصیل کرده، از ترس اشتباه کردن، در جای خود میخکوب و فلج شده‌اند. گویی فراموش کرده‌اند که دوچرخه سواری را با اشتباه کردن، زمین خوردن و دوباره سوار شدن می‌آموزند.

متأسفانه در بسیاری از سازمان‌ها نیز شکست بهای سنگینی دارد. به همین خاطر کارکنان آنها می‌آموزند که نباید ریسک کنند و این یکی از نشانه‌های سازمان‌هایی است که دوران پیری خود را طی می‌کنند. حکایتی از شرکت IBM در این زمینه قابل توجه است: یکی از کارکنان این شرکت مرتکب اشتباهی شد که ده میلیون دلار به IBM خسارت وارد کرد. فرد خاطی به دفتر مدیر شرکت رفت و گفت که می‌داند که باید استعفا دهد. مدیر به وی گفت: حتماً شوخی می‌کنید! ما همین الان ده میلیون دلار بابت آموزش شما هزینه کردیم!

به عنوان نمونه‌ای دیگر از ترکیب ابعاد مختلف زندگی، می‌توان اولیای خدا را ذکر نمود که تمام حرکات و سکنات آنها رنگ خدایی داشته، و مصداقی از آیه ۱۶۲ سوره انعام بوده‌اند که مضمون آن چنین است:

« نماز من و تمام عبادات من و حتی مرگ و حیات من، همه برای پروردگار جهانیان است. برای او زنده‌ام، به خاطر او می‌میرم و در راه او هر چه دارم فدا می‌کنم. تمام هدف من و تمام عشق من و تمام هستی من او است. »

مثال ۵: تفکر ترکیبی

وقتی شیئی ناشناخته‌ای به بچه بدهید، اجزاء آن را از هم جدا می‌کند تا بفهمد چگونه کار می‌کند. یعنی با درک اینکه اجزاء چگونه کار می‌کنند، سعی می‌کند درکی از کل بدست آورد. روش فوق، یک فرآیند ۳ مرحله‌ای است:

- ۱) چیزی که باید شناخته شود، تجزیه می‌گردد.
- ۲) تلاش می‌گردد رفتار اجزاء جدا شده از یکدیگر، درک شود.
- ۳) تلاش می‌شود درک مربوط به اجزاء، جهت درک کل، مونتاژ گردد.

پس از رنسانس، روش فوق، روش غالب و فراگیر علمی شد و به آن **تحلیل** گویند. در این دوران، دانشمندان جزء کوچکی را انتخاب و دقیق می‌شوند. این روش چنان غالب شد که ما امروزه "تحلیل یک مسئله" را با "تلاش جهت حل یک مسئله" برابر می‌گیریم. اگر از اکثر ما روشی جایگزین برای روش تحلیل بخواهند، در می‌مانیم. طبق روش تحلیل، برای درک یک چیز، باید آن را بصورت فیزیکی یا مفهومی تجزیه کنیم. سؤال این است که اجزاء را چگونه بفهمیم؟ جواب: اجزاء را نیز تجزیه کنید. سؤال بعدی که مطرح می‌شود: آیا این فرآیند انتهایی دارد؟

برای کسی که معتقد باشد درک کامل جهان امکان پذیر است، جواب سؤال فوق مثبت خواهد بود. اجزاء نهایی را **عنصر (Element)** می‌نامند. اگر چنین اجزائی وجود داشته باشند و ما بتوانیم آنها و رفتارشان را درک کنیم، درک کامل جهان، ممکن خواهد شد.

اعتقاد به امکان تقلیل (Reduce) هر واقعیت به عناصر نهایی بخش‌ناپذیر را تقلیل‌گرایی (Reductionism) گویند.

تاثیر روش فوق را در تاریخ تمام علوم می‌توان مشاهده نمود :

- در فیزیک و شیمی : اعتقاد بر این بود که همه اشیاء فیزیکی قابل تقلیل به ذرات غیر قابل تقسیم ماده به نام "اتم" هستند. (مربوط به قرن ۱۹ و جان دالتون)
اعتقاد بر این بود که اتمها دو ویژگی درونی بنام ماده و انرژی دارند. فیزیکدانان تلاش کردند درک خود از طبیعت را بر اساس درک خود از این عناصر بنا نمایند.
شیمیدان‌ها نیز عناصر را در جدول تناوبی قرار می‌دهند.

- در زیست‌شناسی: تمام موجودات زنده قابل تقلیل به یک عنصر بنام "سلول" هستند.
طبق تفکر سیستمی، ویژگیهای مهم یک سیستم از تعامل بین اجزاء آن بوجود می‌آید نه از فعالیت جداگانه آنها. بنابراین وقتی سیستم را تجزیه می‌کنیم، ویژگیهای مهم خود را از دست می‌دهد. بنابراین سیستم، یک کل است که با تحلیل قابل درک نیست. در عصر ماشین، وقتی چیزی بخوبی کار نمی‌کرد، رفتار اجزاء آن بررسی می‌شد تا راه ایجاد بهبودی پیدا شود.

با توجه به نکته فوق، روشی غیر از تحلیل برای درک رفتار و ویژگیهای سیستم ضروری است. ترکیب (Synthesis) نقص فوق را جبران نموده و برای تفکر سیستمی، یک موضوع کلیدی است. در واقع، تحلیل و ترکیب، مکمل هم هستند.

۳ گام تفکر ترکیبی :

۱. وقتی می‌خواهید موضوعی را بررسی کنید، ابتدا سیستم کلی که دربرگیرنده موضوع فوق است، را مشخص نمایید. به عبارت دیگر، یک کلیت (whole) را شناسایی کنید که موضوع فوق، بخشی از آن است. به عنوان مثال، هنگام تفکر در مورد یک "دانشگاه" (به عنوان موضوع)، سیستم در برگیرنده آن، ممکن است "نظام آموزش عالی" یا "نظام آموزشی" در نظر گرفته شود.

۲. رفتار و ویژگی‌های سیستم کلی را بررسی نمایید.

۳. رفتار یا ویژگی‌های موضوع مورد مطالعه را با توجه به نقشها (roles) یا کارکردهای (functions) آن در سیستم کلی توضیح دهید.

در تفکر سیستمی، توصیه می‌شود که ترکیب قبل از تحلیل انجام گیرد. در تفکر تحلیلی، چیزی که می‌خواهیم بررسی کنیم، بعنوان یک کل تجزیه می‌شود. ولی در ترکیب، چیزی که می‌خواهیم بررسی کنیم، بعنوان یک جزء از کلی که آنرا دربرگرفته، بررسی می‌گردد. اولی، حوزه مورد توجه محقق را تقلیل و دومی آنرا گسترش می‌دهد.

به عنوان مثال، تفکر تحلیلی برای تشریح دانشگاه شروع به تجزیه آن و رسیدن به عناصرش می‌کند. مثلاً از دانشگاه به دانشکده، به دپارتمان، به دانشجو، هیئت علمی و موضوعات درسی و... می‌رسد. سپس عناصر را تعریف و آنها را جهت رسیدن به تعریف دپارتمان، دانشکده و دانشگاه ترکیب می‌کند.

برای مواجهه با واقعیتها، هم ترکیب و هم تحلیل لازم است. تحلیل روی ساختار موضوع متمرکز می‌شود. تعیین می‌کند سیستمها چگونه کار می‌کنند. ترکیب بر کارکرد متمرکز می‌شود. بنابراین تحلیل، دانش (knowledge) ایجاد می‌کند و ترکیب، درک (understanding) را افزایش می‌دهد (درک از کل به جزء جریان دارد و دانش

از جزء به کل). تحلیل به درون چیزها می‌نگرد ولی ترکیب از بیرون به آنها نگاه می‌کند. در تفکر سیستمی اعتقاد بر این است که با بسط سیستم مورد بررسی، درک ما از آن افزایش می‌یابد. در عصر ماشین، به تعامل بین اجزاء درون سیستم توجه می‌شد. ولی تفکر سیستمی، علاوه بر آن، به تعامل سیستم با محیط و نیز به تعامل کارکردی (functional interaction) بین اجزاء سیستم توجه می‌نماید. چرچمن (Churchman)، مفهوم فوق را اینگونه توضیح می‌دهد:

در نگرش تحلیلی، معمولاً سیستم را با توجه به اجزاء تشکیل‌دهنده آن شناسایی نموده و تعریف می‌کنند. بعنوان مثال اگر از یک فرد عادی بپرسید اتومبیل چیست؟ جواب می‌شنوید: "اتومبیل وسیله‌ای است که چهار چرخ دارد و به کمک یک موتور حرکت می‌کند" اگر از او بپرسید اتومبیل سه چرخه هم وجود دارد؟ اساس تعریف او به هم می‌ریزد. تفکر مکانیکی به مواد تشکیل‌دهنده سیستم توجه دارد. ولی در روش سیستمها، توجه بیشتر به این نکته است که سیستم چه می‌کند تا اینکه از چه ساخته شده است. یعنی ابتدا مأموریت و چگونگی ارتباط و کنترل سیستم و ضوابط رفتاری آنرا شناسایی می‌کند. طبق دیدگاه فوق، تعریف اتومبیل چنین خواهد بود: اتومبیل وسیله نقلیه‌ای است برای انتقال تعداد معینی مسافر از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر با توجه به زمان و هزینه تعیین شده (ابتدا یک کل که اتومبیل جزئی از آن است مدنظر قرار می‌گیرد).

داستان "فیل و کوران" (که مولانا آنرا بصورت نظم درآورده) اشاره‌ای عمیق به فلسفه اصلی سیستمها دارد:

چند مرد کور به فیلی برخوردند و سعی داشتند با لمس کردن بدن فیل
آنرا بشناسند. ولی چون هریک در نقطه معینی از بدن فیل قرار داشتند،
عقاید متفاوتی درباره این موجود جدید پیدا کردند و بحث جالبی
میانشان درگرفت

.....

بحث درباره سرنوشت کوران در بسیاری از کتب منطق نیز آمده است ولی چرچمن (Churchman) در اشاره‌ای به داستان فوق، نکته مهم و قابل توجه را سرنوشت کوران نمی‌بیند بلکه توجه او به رل جالبی است که گوینده داستان برای خود قائل شده است. یعنی "توان دیدن فیل و نظاره به رفتار احمقانه کوران". توانایی دیدن کل در مقابل کسانی که فقط جزئی از این کل را می‌بینند، می‌تواند موقعیت جالبی باشد و این امتیاز و کوشش برای دیدن کل، اصل ادعایی است که رویکرد سیستمی در برخورد با مسائل برای خود قائل است.

البته کل‌نگری به این معنا نیست که این نگرش می‌تواند تمامی مسائل سازمان را حل کند و برای اداره و رهبری سازمان کفایت می‌کند. بسیاری از مسائل مبتلا به سازمان را باید با تجزیه و تحلیل عملیات اصلی مربوط به آن مسئله و تعامل بین عملیات مشابه حل نمود. اما حوزه دیگری از مسائل وجود دارد که نیاز به کل‌نگری دارد. در این حوزه است که باید کلیه نیروهای عمل‌کننده بر سیستم را در نظر گرفت و پویایی آنها را مدنظر قرار داد. عاملی که غالباً باعث دشواری کل‌نگری در یک سازمان می‌شود، طراحی ساختارهای آن است. معمولاً در سازمانها، قسمت‌های مختلف با مرزهای کاملاً مشخص و وظایف معین در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. بدیهی است در چنین شرایطی، اعضای سازمان تنها از وظایف خود مطلعند.

مشکل بعدی آن است که ما به قدری در مسائل خود غوطه‌ور هستیم و آنقدر درگیر جزئیات می‌باشیم که نمی‌توانیم از بالا به آنها نگاه کنیم و روابط اصلی بین پدیده‌ها را دریابیم. دقیقاً به همین دلیل است که شخصی از بیرون می‌تواند این روابط را تشخیص دهد.

رویکرد تحلیلی در برخورد با مشکلات نیز به کار رفته است. مشکلات نیز به اجزای خود تقسیم می‌شدند. اما رویکرد ترکیبی مستلزم نگاه گسترده‌تر به مشکل و در نظر گرفتن سیستم حاوی آن است.

تمرین ۱: عبارت زیر را مورد بحث قرار دهید:

برای تأسیس یک شرکت آرمانی، کافی است برای هر پست، نخبه‌ترین افراد را انتخاب کنیم.

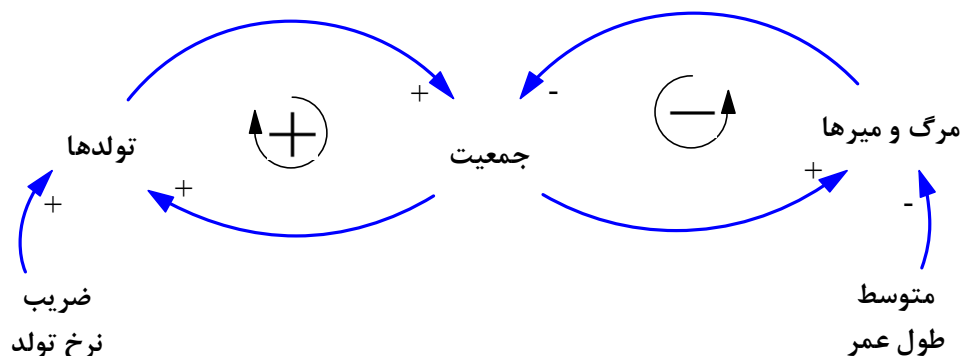
فصل پنجم: نمودارهای حلقه علّیت (Causal Loop Diagrams)

(۱-۵) مقدمه

این نمودارها را با عنوان "نمودار علت و معلول"، "نمودار حلقه علّی" و "نمودار علّی حلقوی" نیز ترجمه نموده‌اند. نمودار حلقه علّیت، یکی از ابزارهای مهم برای نشان دادن ساختار بازخورد در سیستم‌ها است. نمودارهای حلقه علّیت، مدتی طولانی است که در کارهای آکادمیک بکار می‌روند و در کسب‌وکارها نیز عمومیت بیشتری می‌یابند. استفاده از آنها برای موارد زیر مناسب است:

- بدست آوردن فرضیه‌هایی در مورد علل پویایی موجود در سیستم
- استخراج مدل‌های ذهنی افراد و تیمها
- تبادل اطلاعات بازخوردهای مهمی که فکر می‌کنید عامل مشکل هستند

یک نمودار حلقه علّیت، شامل متغیرهایی است که با کمان به هم مرتبط شده‌اند و تأثیرات علّی بین متغیرها را نشان می‌دهد. حلقه‌های بازخورد مهم نیز روی نمودار مشخص می‌گردند (به عنوان نمونه شکل ۱ را ببینید)



شکل ۱

(۲-۵) بلوک‌های سازنده نمودار حلقه علّیت:

بلوک‌های سازنده یک نمودار حلقه علّیت عبارتند از:

متغیرها (variables): اسم یا عبارت اسمی هستند.

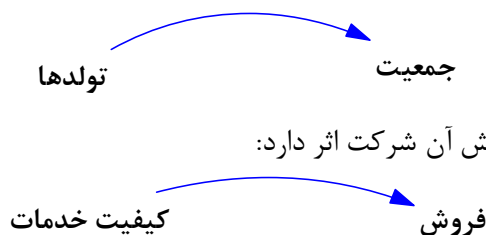
در شکل ۱ متغیرها عبارتند از: جمعیت، تولدها، مرگ و میرها، ضریب نرخ تولد، متوسط طول عمر

رابطه‌ها (links): رابطه علّی بین دو متغیر را نشان می‌دهند. تغییر در یک متغیر موجب تغییر در دیگری می‌شود.

نحوه نمایش رابطه علّی بین دو متغیر A و B:



تولدها موجب تغییر جمعیت می‌شوند:



کیفیت خدمات یک شرکت بر فروش آن شرکت اثر دارد:

قطبیت رابطه‌ها = جهت رابطه‌ها (link polarities = direction of links): جهت تأثیر متغیر اول بر متغیر دوم را مشخص می‌کنند. چگونگی تغییر متغیر وابسته را هنگامی که متغیر مستقل تغییر می‌کند، نشان می‌دهند.

وقتی تغییر در A موجب تغییر در B در همان جهت می‌گردد (افزایش A موجب افزایش B و کاهش A موجب کاهش B می‌شود):



وقتی تغییر در A موجب تغییر در B در جهت مخالف می‌گردد (افزایش A موجب کاهش B و کاهش A موجب افزایش B می‌شود):



به عنوان مثال، تولدها موجب افزایش جمعیت و مرگ‌ومیرها موجب کاهش آن می‌شوند:



تأخیرها (delays): با دو خط موازی (//) روی رابطه‌ها نمایش داده می‌شوند:



کاهش در کیفیت خدمات، فوراً توسط کسانی که تحت تأثیر آن هستند، شناسایی نمی‌شود یا فرایند دهان‌به‌دهان (word-of-mouth) در اثرگذاری بر وجهه شرکت (و فروش آن) کند است. در نتیجه، کاهش در کیفیت خدمات، موجب از دست رفتن فوری فروشها نمی‌شود بلکه موجب فروشهای ازدست‌رفته در گذر زمان می‌گردد. به طور مشابه، با افزایش کیفیت خدمات، مدتی طول می‌کشد تا وجهه شرکت بهبود یابد و فروش را بالا ببرد:

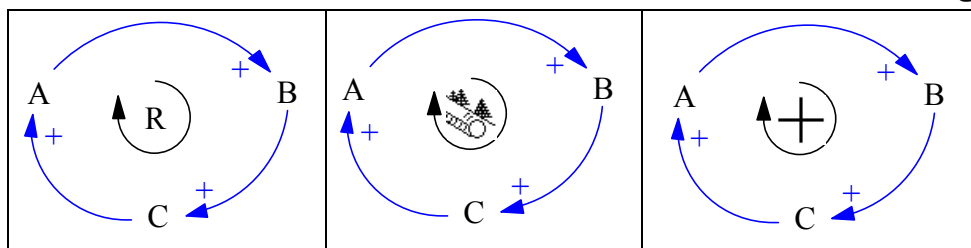


دو خط موازی موجود روی لینک، بیانگر وجود تأخیر است. البته میزان تأخیر را مشخص نمی‌کنند؛ اما می‌دانید آنقدر طولانی هستند که موجب تفاوت شوند.

حلقه‌های بازخورد (feedback loops)

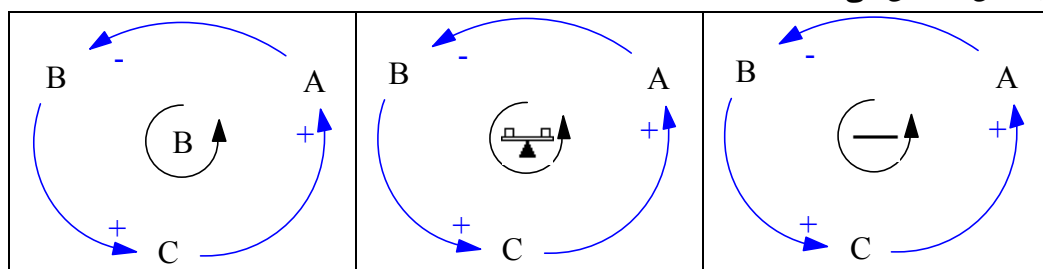
حلقه‌های مهم با یک شناسه حلقه (loop identifier) مشخص می‌گردند که نشان می‌دهد آیا حلقه، بازخورد تقویتی (reinforcing) است یا تعادلی (balancing). توجه داشته باشید که جهت چرخش شناسه حلقه، هم جهت با حلقه متناظر با آن است.

فرض کنید سه متغیر A و B و C تشکیل یک حلقه تقویتی داده‌اند. این حلقه تقویتی را با یکی از نمادهای شکل ۲ نشان می‌دهند.



شکل ۲

علامت "+" به کار رفته در مرکز نمودار سمت راست، بیانگر مثبت بودن بازخورد است. نماد به کار رفته در نمودار وسط نیز نشان‌دهنده یک گلوله برفی است که در سرایشی می‌غلطد و بزرگتر و بزرگتر می‌شود. در نمودار سمت چپ نیز R از Reinforcing گرفته شده است. جهت کمائی که دور "+" و گلوله برفی و R قرار گرفته، جهت حلقه را نشان می‌دهد که می‌تواند در جهت عقربه‌های ساعت یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت باشد. به طور مشابه، اگر سه متغیر A و B و C تشکیل یک حلقه تعادلی داده باشند، این حلقه تعادلی را با یکی از نمادهای شکل ۳ نشان می‌دهند.



شکل ۳

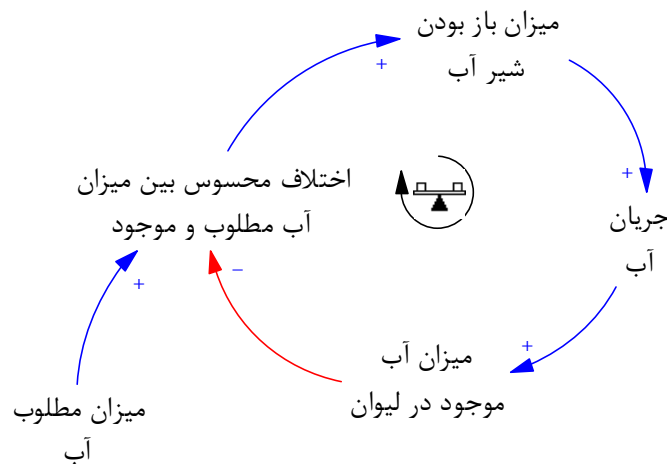
علامت "-" به کار رفته در مرکز نمودار سمت راست، بیانگر منفی بودن بازخورد است. نماد به کار رفته در نمودار وسط نیز نشان‌دهنده یک الاکلنگ است که یادآور تعادل است. در نمودار سمت چپ نیز B از Balancing گرفته شده است.

مثال: پر نمودن یک لیوان آب (بازخورد منفی)

فرض کنید می‌خواهیم یک لیوان را از طریق شیر آب، تا سطح معینی پر کنیم. بر اساس اختلاف بین سطح مطلوب آب و سطح آب موجود در لیوان، میزان باز بودن شیر آب را تنظیم می‌کنیم. جریان آب موجب تغییر سطح آب لیوان شده و این حلقه تا رسیدن سطح آب لیوان به میزان مطلوب، ادامه دارد.



شکل ۴



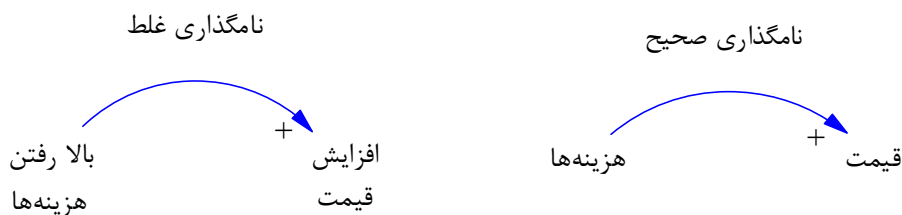
شکل ۵

(۳-۵) نکات راهنمای ترسیم نمودارهای حلقه علیت :

۱. شناسایی و نام‌گذاری متغیرها

با انتخاب متغیرها می‌خواهیم از سطح رویدادها به سمت شناسایی الگوهای رفتاری (و ساختار) حرکت کنیم. متغیر، چیزی است که مقدار آن در طول زمان می‌تواند کم یا زیاد شود. متغیر نباید نشان‌دهنده یک رویداد باشد. ✓ نام متغیرها باید اسم یا عبارات اسمی باشد

اقدام‌ها را به عنوان متغیر تعریف نکنید. اقدام‌ها (فعل‌ها) در رابطه‌هایی که متغیرها را به هم متصل می‌کنند، مستتر شده‌اند. یک نمودار حلقه علیت می‌خواهد ساختار سیستم را نشان دهد نه رفتار آن را. نمی‌خواهد اتفاقی که واقعاً افتاده است را نشان دهد؛ بلکه می‌خواهد نشان دهد چه اتفاقی می‌افتاد اگر متغیرها به شیوه‌های متفاوتی تغییر می‌کردند. در شکل ۶ مثالی از نام‌گذاری خوب و بد آمده است.



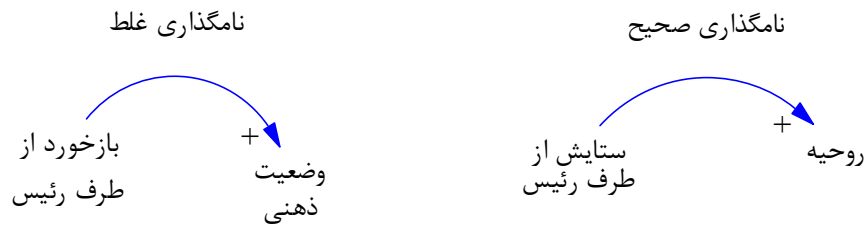
شکل ۶

نمودار صحیح در شکل ۶ می‌گوید: **اگر** هزینه‌ها افزایش یابند، **آنگاه** قیمت (فروش) بالا می‌رود (بیشتر از چیزی که در غیر این صورت می‌بود) اما **اگر** هزینه‌ها نزول کنند، **آنگاه** قیمت پایین می‌آید (کمتر از چیزی که در غیر این صورت می‌بود).

اضافه کردن فعل "بالا رفتن" به نمودار (سمت چپ)، از قبل فرض می‌کند که هزینه‌ها فقط بالا می‌روند و موجب سوگیری بحث به یک الگوی رفتاری خاص (یعنی تورم) می‌گردد. همچنین صحبت درباره کاهش در بالا رفتن هزینه‌ها یا نزول در افزایش قیمت، گیج‌کننده خواهد بود: آیا "نزول در افزایش قیمت" به این معنی است که قیمت‌ها با نرخ نزولی بالا می‌روند یا به این معنی است که قیمت‌ها در حال نزول هستند؟

✓ نام متغیرها باید جهت‌ی روشن داشته باشد

نام‌هایی انتخاب کنید که برای آنها معنی کاهش یا افزایش، روشن و شفاف باشد؛ متغیرهایی که می‌توانند بزرگتر یا کوچکتر شوند. بدون داشتن درک روشنی از جهت متغیرها، نمی‌توانید جهت رابطه‌ها را مشخص کنید. در سمت چپ شکل ۷ هیچ یک از متغیرها جهت روشنی ندارد: اگر بازخورد از طرف رئیس افزایش یابد، آیا به این معنی است که نظرات بیشتری دریافت شده است؟ آیا این نظرات رئیس، خوبند یا بد؟ و افزایش در وضعیت ذهنی (mental attitude) به چه معنی است؟



شکل ۷

معنی سمت راست شکل فوق واضح است: ستایش بیشتر از طرف رئیس، روحیه را بالا می‌برد؛ ستایش کمتر، باعث فرسایش روحیه می‌شود (گرچه شما نباید اعتماد به نفس خود را تا این حد وابسته به نظر رئیس خود کنید!).

تمرین: متن زیر را بخوانید و متغیرهای اصلی موجود در آنرا شناسایی کنید. برخی متغیرها به صورت صریح و برخی نیز به طور ضمنی مطرح شده‌اند.

یک بخش نوپا از یک شرکتی که در زمینه فناوری‌های پیشرفته (high-tech) فعالیت می‌کند، برای حفظ رشد خود، به ارائه جریانی دائمی از محصولات جدید متکی است. فرمول این بخش برای موفقیت این است که درصد قابل توجهی از درآمدهای خود را در منابع تحقیق و توسعه (به عنوان مثال نیروی انسانی و تجهیزات سرمایه‌ای) سرمایه‌گذاری نماید. این اقدام موجب گسترش عمده‌ای در حوزه تحقیق و توسعه (Research and Development = R&D) شده است.

طی دو سال گذشته، درآمد در ۱۸ ماه اول، رشد بالایی (vigorously) داشت. آنگاه در شش ماه آخر، کند شد و امسال ممکن است ثابت بماند.

ارائه محصولات جدید، کند شده است. زمان توسعه محصول (متوسط زمان توسعه یک محصول از ایده تا روانه شدن به بازار) برای مدت زیادی، کوتاه بود اما در فصل‌های اخیر، دائماً طولانی‌تر شده است. مهندسين ارشد تحقیقات، زمان کمتر و کمتری روی مهندسی محصول و زمان بیشتر و بیشتری روی مدیریت صرف می‌کنند. اخیراً گردش کارکنان (turnover = ترک کار توسط برخی از کارکنان و استخدام افراد جدید به جای آنها) بین مهندسين ارشد رواج پیدا کرده است. روحیه مهندسين ارشد، در حال کاهش و ناامیدی (frustration) در حال بالارفتن بوده است.

متغیرهای پیشنهادی:

عنوان متغیر	عنوان جایگزین	شواهد نشان‌دهنده متغیر بودن
درآمدها		شدیداً رشد کردند؛ کند شدند؛ ممکن است ثابت بمانند
زمان توسعه محصول	زمان توسعه یک محصول جدید	کوتاه بود؛ طولانی‌تر می‌شده است
گردش کارکنان		بالا رفته است
بار کاری مدیریتی	زمان صرف شده جهت مدیریت واحد R&D	بیشتر و بیشتر
اندازه واحد R&D	تعداد کارکنان واحد R&D	گسترش عمده داشته است

		درصد صرف شده از وقت مهندسين ارشد جهت مهندسي
گسترش عمده داشته است		منابع R&D
کُند شده است		محصولات جديد ارائه شده
بالا می‌رود		ناميدي

۲. شناسایی رابطه بین متغیرها

شناسایی رابطه‌ها اولین قدم در حرکت از تبیین در سطح الگوها به تبیین در سطح ساختار است. رابطه‌ها در نمودارهای حلقه علیت، بیانگر رابطه علی بین دو متغیر هستند. بنابراین یک تغییر در متغیر اول، موجب تغییری در متغیر دوم می‌شود. برای شناسایی رابطه‌ها یک متغیر را انتخاب کنید و پرسید:

○ علل ممکن برای کاهش یا افزایش این متغیر کدامند؟

(اگر این علت‌ها قبلاً به عنوان متغیر شناسایی نشده‌اند، آنها را به لیست متغیرها اضافه کنید.)

○ پیامدها یا معلول‌های ناشی از افزایش یا کاهش در این متغیر کدامند؟

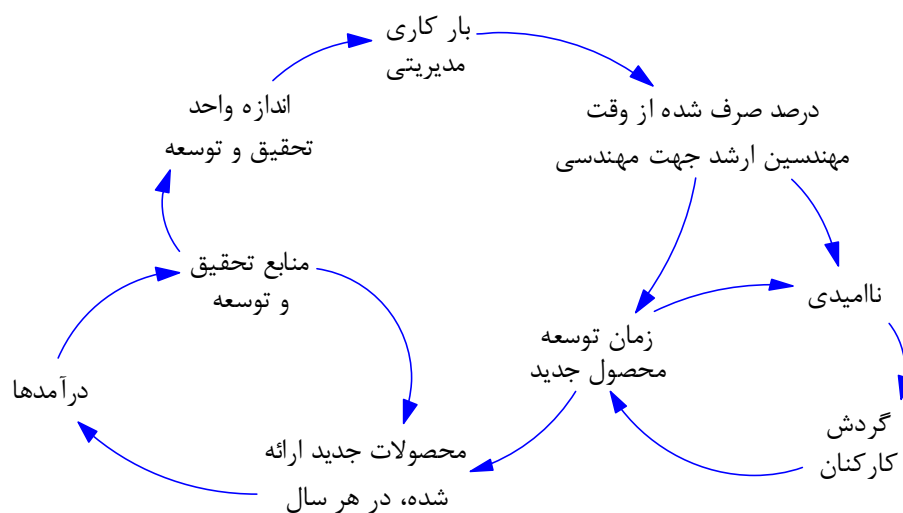
(اگر این معلول‌ها قبلاً به عنوان متغیر شناسایی نشده‌اند، آنها را به لیست متغیرها اضافه کنید.)

در بیشتر موارد، چندین علت و معلول وجود دارد. به دنبال شناسایی تعداد محدودی از علت‌ها و معلول‌ها هستیم که به بهترین شکل، چرایی بروز رفتار مورد بررسی را توضیح دهند.

برای آزمودن هر رابطه، بررسی کنید که آیا تغییر در متغیر اول، (با فرض یکسان بودن سایر چیزها) موجب تغییر در متغیر دوم می‌شود؟

تمرین: تمرین قبلی در مورد R&D را ادامه دهید. هر متغیر را در نظر گرفته و مشخص کنید با چه متغیرهایی ارتباط علت و معلولی دارد.

پاسخ:



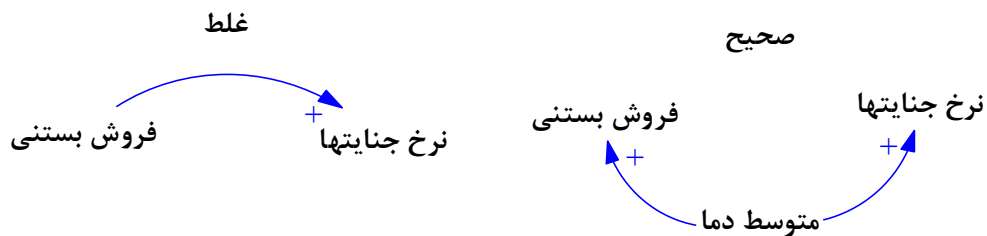
شکل ۸

۳. علیت به جای همبستگی

هر رابطه در نمودار حلقه علیت، باید بیانگر رابطه علت و معلولی بین متغیرها باشد. همبستگی بین متغیرها را وارد نمودار نکنید. یک مدل پویایی سیستم، باید ساختار سیستم واقعی را به اندازه‌ای خوب تقلید کند که مدل

همانند سیستم واقعی رفتار کند. رفتار هم شامل انعکاس تجربه‌های گذشته (replicating historical experience) و هم شامل پاسخ به شرایط و سیاست‌های جدید است. همبستگی بین متغیرها، منعکس‌کننده رفتار گذشته سیستم است. همبستگی‌ها بیانگر ساختار سیستم نیستند. اگر شرایط تغییر کنند، اگر حلقه‌های بازخوردی که قبلاً آرام بوده‌اند غالب شوند، اگر سیاست‌های جدیدی آزمایش شوند، ممکن است همبستگی‌های بین متغیرها که قبلاً قابل اطمینان بودند، از بین بروند. مدل‌ها و نمودارهای علیت، فقط باید روابطی را شامل شوند که ساختار علت و معلولی سیستم را به دست دهند. وقتی مدل را شبیه‌سازی می‌کنید، همبستگی بین متغیرها، از رفتار مدل پیدا می‌شوند.

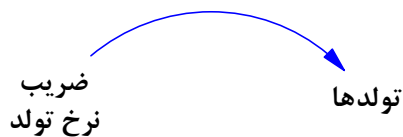
به عنوان مثال، با اینکه بین میزان فروش بستنی و نرخ جنایتها همبستگی مثبتی وجود دارد، شما نمی‌توانید یک رابطه بین فروش بستنی و نرخ جنایتها ایجاد نمایید (نمودار سمت چپ شکل ۹). در عوض هم فروش بستنی و هم جنایتها همراه با متوسط دما، در تابستان بالا می‌روند و در زمستان افت می‌کنند (نمودار سمت راست شکل ۹). اشتباه گرفتن همبستگی به جای علیت، می‌تواند موجب قضاوت‌های سوء و خطا در سیاست‌گذاری شود. مدل سمت چپ در شکل ۹ می‌گوید که کاهش مصرف بستنی موجب کاهش نرخ جنایتها، حفظ زندگی‌ها، و فراهم نمودن امکان کاهش بودجه پلیس و زندان‌ها می‌گردد!



شکل ۹

با این که کمتر کسی جنایتها را به بستنی قیفی نسبت می‌دهد، بسیاری از همبستگی‌ها مخفی‌ترند (subtle) و اغلب دشوار است که ساختار علی زیرین (underlying) را تشخیص دهیم. مقدار زیادی از تحقیقات علمی به دنبال سوزنی از علیت در انبار کاهی از همبستگی می‌گردند: آیا ویتامین C سرماخوردگی را رفع می‌کند؟ آیا خوردن سبوس جو می‌تواند کلسترول را کاهش دهد، و اگر این طور است، آیا خطر حمله قلبی کاهش می‌یابد؟ آیا رشد اقتصادی منجر به نرخ زاد و ولد پایین‌تر می‌شود یا این که نرخ پایین‌تر را می‌توان به باسوادی، آموزش زنان، و هزینه‌های صعودی بزرگ کردن بچه نسبت داد؟ آیا شرکت‌هایی که برنامه‌های جدی بهبود کیفیت دارند، نرخ بازگشت سرمایه بالاتری برای سهامداران فراهم می‌کنند؟ دانشمندان از تجربه‌های ناخوشایند آموخته‌اند که رسیدن به پاسخ‌های مطمئن برای چنین سؤال‌هایی، دشوار است و نیازمند تلاش پیگیر به روش علمی (آزمایش‌های کنترل شده، آزمون‌های تصادفی و بی‌نام مضاعف (double-blind)، نمونه‌های بزرگ، مطالعات دنباله‌دار بلندمدت (تماس با بیمار پس از تشخیص یا درمان)، تکرار (replication)، استنتاج آماری و غیره) است. در سیستم‌های اجتماعی و انسانی که ما اغلب، آنها را مدل‌سازی می‌کنیم، انجام چنین آزمایش‌هایی، دشوار، نادر یا غیرممکن است. مدل‌سازها باید دقت ویژه‌ای داشته باشند که آیا روابط موجود در مدل آنها علی است یا خیر (اهمیتی ندارد همبستگی چقدر قوی است، R^2 چقدر بالاست، یا سطح معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیون چقدر عالی است).

نکته: در شکل ۱ رابطه بین دو متغیر تولدها و ضریب نرخ تولد به صورت زیر ترسیم شده بود:



یکبار یکی از دانشجویان خوب من پرسید که آیا جهت رابطه بین دو متغیر فوق نباید برعکس باشد؟ آیا این تولدها نیستند که مبنای محاسبه ضرب نرخ زاد و ولد جمعیت قرار می‌گیرند؟ آیا ضرب نرخ تولد، تابعی از تولدها نیست؟ مگر نه این است که بر اساس آمار تولدها در یک بازه زمانی، ضرب نرخ زاد و ولد را محاسبه می‌کنند؟

پاسخ این است که متغیر ضرب نرخ تولد در شکل ۱ بیانگر توان و تمایل آحاد جمعیت برای تولید مثل است. در مورد جوامع انسانی، این تمایل افراد به ازدواج و فرزنددار شدن است که اثر علی بر تولدها دارد. بنابراین جهت رابطه باید همان‌گونه باشد که در شکل ۱ آمده است. البته ممکن است برای اندازه‌گیری این توان و تمایل، به آمار تولدهای گذشته رجوع کنیم.

۴. بین ساختارهای فیزیکی و ساختارهای تصمیم‌گیری تمایز قائل شوید

برخی از رابطه‌ها نشان‌دهنده یک اقدام یا یک انتخاب هستند و برخی نیز فیزیک سیستم را نشان می‌دهند. در مورد مثال R&D، رابطه بین "زمان توسعه محصول" و "تعداد محصول جدید ارائه شده" را در نظر بگیرید. تعداد محصول آماده برای ارائه به بازار، پیامد مستقیم مدتی است که طول می‌کشد تا یک محصول جدید توسعه یابد. این ارتباط، نتیجه تصمیم هیچ کسی نیست. اگر فقط X ساعت در دسترس است و Y ساعت طول می‌کشد تا یک محصول توسعه یابد، فقط X/Y محصول می‌توان داشت. این همان چیزی است که فیزیک سیستم گفته شد. درست است که یک کسی درباره چیزهایی که بر زمان توسعه محصول اثر دارند، قبلاً در زنجیره علت و معلول، تصمیم‌گیری کرده اما وقتی معلول‌ها بوجود آیند، تعداد محصول جدید قابل ارائه، یک نتیجه حتمی است (با فرض این که سایر شرایط ثابت بمانند).

جایی که انتخاب یا اقدامی صورت می‌گیرد، باید به مدل‌های ذهنی که پشت این اقدام و انتخاب قرار دارند، توجه کنید. باید پرسید که تصمیم‌گیران این تصمیم را برای چه گرفته‌اند؟ هنگام اخذ این تصمیم، اطلاعات در دسترس آنها چیست؟ چه هزینه‌ها و فایده‌هایی را مدنظر دارند؟

چرا باید به مدل‌های ذهنی توجه کرد؟

چون در بسیاری از ساختارهای مورد بررسی ما نقشی مهم دارند. شناسایی آنها این امکان را به ما می‌دهد که ببینیم چگونه خود ما (هم از نظر رفتار و هم از نظر تفکر) بخشی از مشکل هستیم. به اندازه‌ای که تفکر ما در عملکرد نامطلوب سیستم سهم دارد، باید به این پردازیم که چگونه تفکر خود را تغییر دهیم. اگر فقط به ساختارهای محسوس‌تر (tangible) پردازیم، نوعاً به راه‌حل‌های پرهزینه‌ای می‌رسیم که بر اثر عادت‌ها و باورهای قدرتمند ما ناکام می‌مانند.

این کار به شناسایی نقاط اهرمی کمک می‌کند. برای این کار باید به رابطه‌هایی توجه کنیم که ماحصل تصمیمات ما هستند نه فیزیک سیستم؛ آنگاه مدل‌های ذهنی مؤثر بر این تصمیمات را حدس بزنیم.

تمرین: در مثال R&D مشخص کنید کدام رابطه‌ها نشان‌دهنده تصمیم و انتخاب، و کدام رابطه‌ها مربوط به فیزیک سیستم هستند. مدل‌های ذهنی که احتمالاً پشت تصمیم‌ها قرار دارند را حدس بزنید.
پاسخ:

درصد صرف شده از وقت مهندسين ارشد جهت مهندسی ← زمان توسعه محصول:
با ثابت بودن ساير شرايط، وقتی افراد کم تجربه تری کارها را انجام دهند، توسعه محصول مدت بیشتری طول می کشد.

گردش کارکنان ← زمان توسعه محصول:

فرض ما بر این است که گردش کارکنان منجر به استخدام کارکنان کم تجربه تر می شود. با ثابت بودن ساير شرايط، وقتی افراد کم تجربه تری کارها را انجام دهند، توسعه محصول مدت بیشتری طول می کشد.

منابع R&D ← اندازه سازمان R&D:

ممکن است بعضی ها بگویند که صرف نمودن منابع R&D جهت رشد دادن سازمان داخلی، متضمن یک انتخاب است. گزینه های دیگر، شامل قراردادهای R&D یا (به طریقی) بهبود وضعیت فعلی است. مدل های ذهنی می توانند اینها باشند:

- اگر می خواهیم درست انجام شود، باید خودمان انجامش دهیم
- R&D شایستگی متمایزکننده ماست و باید داخلی (in-house) باقی بماند
- هر چه مهندسين بیشتری داشته باشیم، می توانیم محصولات جدید بیشتری توسعه دهیم

منابع R&D ← محصولات جدید ارائه شده:

اگر فرض کنیم که اثربخشی همه منابع اضافه شده، یکسان است، می توانیم انتظار داشته باشیم که منابع بیشتر، به طور خودکار منجر به محصولات جدید بیشتر شود

بار کاری مدیریتی ← درصد صرف شده از وقت مهندسين ارشد جهت مهندسی:

آگاهانه یا ناآگاهانه، یک تصمیم در مورد چگونگی مدیریت یک سازمان در حال رشد، اتخاذ شده است. این یک موضوع تقریباً عمومی در بسیاری از سازمان های حرفه ای و فنی است. مدل های ذهنی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- هیچ کسی جز یک مهندس نمی تواند یک مهندس را مدیریت کند
- اگر آنها وقت تلف کنند، چه کس دیگری می تواند بفهمد؟
- چه کس دیگری واقعاً می تواند نظارت فنی بر آنها داشته باشد؟
- مهندسين، چه کس دیگری را می پذیرند (و اطاعت می کنند)؟
- ما به مهندسينی نیاز داریم که در اینجا سابقه کار داشته باشند و بتوانند در جذب نیروهای جدید، به ما کمک کنند
- به عنوان یک مهندس، تنها مسیر شغلی من این است که مدیر بشوم

زمان توسعه محصول ← محصولات جدید ارائه شده

در این مثال، تعداد محصول جدید آماده برای ارائه، پیامد مستقیم مدتی است که طول می کشد تا یک محصول جدید توسعه یابد. این ارتباط، نتیجه تصمیم کسی نیست.

نامیدی ← گردش کارکنان، و اندازه سازمان ← بار کاری مدیریتی:

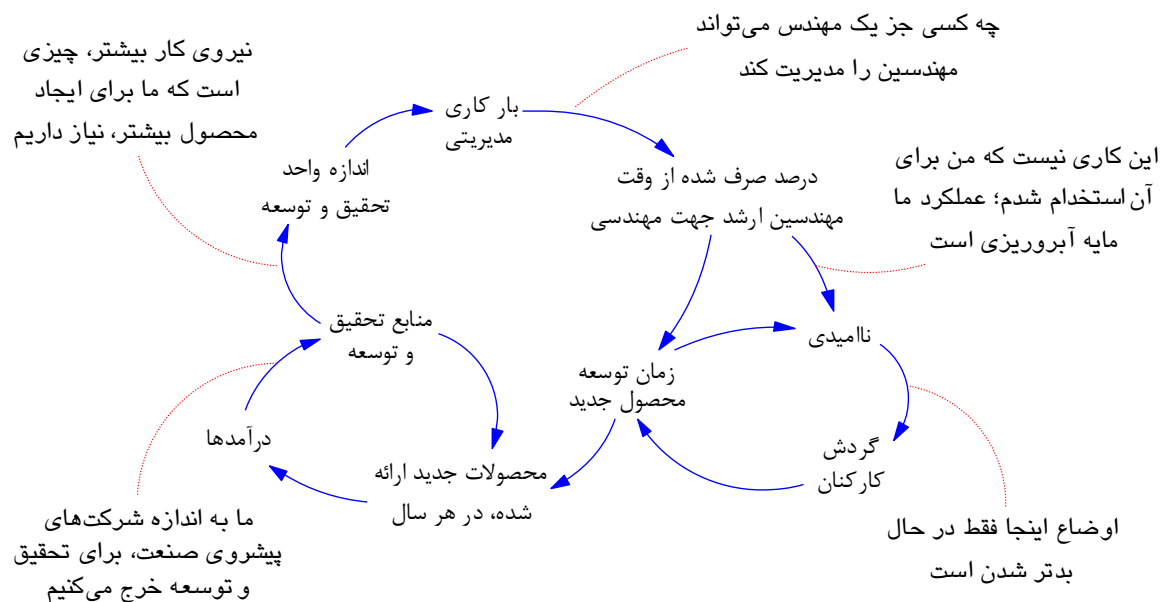
فرض ما بر این است که نیروی کار اضافه شده، منجر به افزایش بار کاری مدیریتی می شود. تصمیم فقط درباره چگونگی پرداختن به آن است (مربوط به رابطه بعدی است).

درصد صرف شده از وقت مهندسين ارشد جهت مهندسی ← نامیدی:

از دیدگاه کارکنان مهندسی، ناامیدی و گردش کارکنان، تصمیم محسوب می‌شوند. ممکن است خارج از کنترل مدیریت بوده و به عنوان فیزیک سیستم تلقی شوند.
مدل‌های ذهنی می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

- این دیگر لذت‌بخش نیست
- این کاری نیست که من برای انجام آن استخدام شدم؛ من برای این کار جدید، چندان مناسب نیستم و/یا علاقه‌ای به آن ندارم. آنها پول کافی برای این همه سختی (aggravation) به من نمی‌دهند.

به تنوع مدل‌های ذهنی ممکن توجه کنید. می‌بینید که شناسایی درست مدل ذهنی، برای موفقیت راه‌حل شما کلیدی است؟ اگر شما آخرین باور فوق را به عنوان مهم‌ترین تشخیص دهید و برای هر یک از افراد، افزایش حقوق و سهام شرکت را فراهم کنید، ممکن است برای مدتی جلوی موج را بگیرید. اگر موضوع این باشد که "این دیگر لذت‌بخش نیست/من علاقه‌ای به این کار ندارم"، بعید است که پول مشکل را حل کند.
می‌توانید مدل‌های ذهنی مؤثر بر تصمیم‌ها را روی نمودار و در جای مناسب نمایش دهید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰

۵. تعیین جهت رابطه‌ها (link direction یا link polarity)

جهت همه رابطه‌های موجود در نمودار را تعیین کنید.
رابطه مثبت بدین معنی است که اگر علت افزایش یابد، معلول نیز بیشتر از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود و اگر علت کاهش یابد، معلول نیز کمتر از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود. در مثال جمعیت، یک افزایش در ضریب نرخ تولد، به معنی افزایش تولدها (بر حسب نفر در هر سال) به بیش از آن چیزی است که در غیر این صورت می‌بود؛ و یک کاهش در ضریب نرخ تولد، به معنی نزول تولدها به کمتر از آن چیزی است که در غیر این صورت می‌بود. یعنی در یک جمعیت مشخص، اگر (میانگین) توانایی زاد و ولد افزایش یابد، تعداد تولدها بالا می‌رود. اگر توانایی زاد و ولد نزول کند، تعداد تولدها کاهش می‌یابد.
رابطه منفی بدین معنی است که اگر علت افزایش یابد، معلول کمتر از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود و اگر علت کاهش یابد، معلول بیش از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود. در مثال جمعیت، افزایش متوسط طول عمر افراد، به معنی کاهش مرگ‌ومیرها (بر حسب تعداد افراد در هر سال) به کمتر از آن

چیزی است که در غیر این صورت می‌بود؛ و کاهش در متوسط طول عمر، به معنی افزایش مرگ‌ومیرها به بیش از آن چیزی است که در غیر این صورت می‌بود. یعنی اگر امید به زندگی افزایش یابد، تعداد فوت‌ها پایین می‌آید؛ و اگر امید به زندگی کم شود، مرگ‌ومیرها بالا می‌رود.

قطبیت رابطه‌ها (link polarities) ساختار سیستم را تشریح می‌کنند نه رفتار متغیرها را. یعنی آنها مشخص می‌کنند که چه اتفاقی می‌افتد، اگر تغییری بوجود آید. آنها مشخص نمی‌کنند واقعاً چه اتفاقی می‌افتد. تعداد تولدها ممکن است افزایش یابد و ممکن است کاهش یابد، نمودار علیت به شما نمی‌گوید کدام یک اتفاق خواهد افتاد. بلکه به شما می‌گوید چه اتفاقی می‌افتد اگر متغیری تغییر نماید.

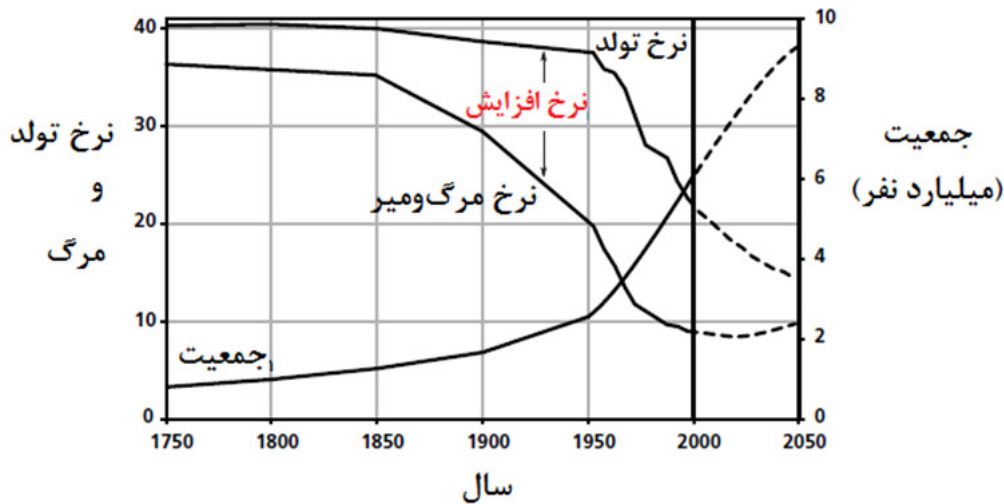
به عبارت "بیشتر (کمتر) از آن چیزی که در غیر این صورت، می‌بود" در تعریف قطبیت رابطه توجه نمایید. افزایش در متغیر علت، لزوماً بدین معنی نیست که معلول واقعاً افزایش خواهد یافت. دو دلیل وجود دارد. اول اینکه، یک متغیر معمولاً بیش از یک ورودی دارد. برای اینکه تعیین کنید واقعاً چه اتفاقی خواهد افتاد، شما باید بدانید که همه ورودیها چگونه تغییر می‌کنند. در مثال جمعیت، تعداد تولدها هم به ضریب نرخ تولد و هم به اندازه جمعیت بستگی دارد (یعنی تعداد تولدها برابر حاصلضرب ضریب نرخ تولد و جمعیت است). شما نمی‌توانید بگویید که آیا یک افزایش در ضریب نرخ تولد، واقعاً موجب افزایش تولدها می‌گردد یا خیر؛ باید بدانید که آیا جمعیت در حال افزایش یا کاهش است. اگر کاهش جمعیت به اندازه کافی بزرگ باشد، ممکن است موجب کاهش تولدها شود، حتی اگر ضریب نرخ تولد افزایش یابد. وقتی قطبیت یک رابطه را بررسی می‌کنید، فرض کنید همه متغیرهای دیگر ثابت هستند (فرض مشهور ثابت بودن سایر شرایط (ceteris paribus)). وقتی رفتار واقعی یک سیستم را ارزیابی می‌کنید، همه متغیرها به طور هم‌زمان روی یکدیگر عمل می‌کنند (سایر شرایط ثابت نیستند) و معمولاً شبیه‌سازی کامپیوتری لازم است تا رفتار سیستم را دریابیم و تعیین کنیم کدام حلقه‌ها غالب (dominant) می‌شوند.

دوم و مهم‌تر اینکه نمودارهای حلقه علیت، بین انبارها (stocks) و جریانها (flows) تمایز قائل نمی‌شوند. انبارها متناظر با انباشته شدن منابع در یک سیستم هستند و جریانها، نرخ‌هایی هستند که آن منابع را تغییر می‌دهند. در مثال جمعیت، جمعیت یک انبار است (تولدها منهای مرگ‌ومیرها را تجمیع می‌کند). افزایش در تولدها، جمعیت را افزایش می‌دهد اما کاهش تولدها، جمعیت را کاهش نمی‌دهد. تولدها فقط می‌توانند جمعیت را افزایش دهند و هرگز نمی‌توانند آنرا کاهش دهند. رابطه مثبت بین تولدها و جمعیت، بدین معنی است که تولد، به جمعیت اضافه می‌کند. بنابراین با افزایش تولدها، جمعیت بیش از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود و با کاهش تولدها، جمعیت کمتر از آن چیزی می‌شود که در غیر این صورت می‌بود.

به طور مشابه، قطبیت منفی در رابطه بین نرخ مرگ‌ومیر به جمعیت، دلالت بر این دارد که مرگ‌ومیر از جمعیت کم می‌کند. کاهش در مرگ‌ومیرها به جمعیت اضافه نمی‌کند. کاهش در مرگ‌ومیر به این معنی است که افراد کمتری می‌میرند و افراد بیشتری زنده می‌مانند: جمعیت بیشتر از چیزی است که در غیر این صورت می‌بود. توجه کنید که نمی‌توانید بگویید جمعیت واقعاً افزایش خواهد یافت یا کاهش: اگر مرگ‌ومیرها بیش از تولدها باشد، جمعیت کاهش خواهد یافت؛ حتی اگر تولدها در حال بالا رفتن باشد. برای این که بدانید یک انبار در حال افزایش یا کاهش است، باید نرخ خالص تغییر آنرا (در این مثال: تولدها منهای مرگ‌ومیرها) بدانید. اما همواره می‌توان گفت که اگر تولدها بالا برود، جمعیت بیش از آن چیزی می‌شود که در غیبت این تغییر در تولدها می‌بود، حتی اگر جمعیت به نزول خود ادامه دهد. جمعیت با نرخی کُندتر از آنچه در غیر این صورت می‌بود، نزول می‌کند.

به عنوان مثال شکل ۱۱ را ببینید که اطلاعاتی در مورد جمعیت جهان از سال ۱۷۵۰ تا ۲۰۰۰ میلادی را نشان می‌دهد. در این شکل سه مشخصه از جمعیت جهان ارائه شده است: جمعیت کل جهان بر حسب میلیارد نفر؛ نرخ

تولدها بر حسب تعداد تولد به ازای هر هزار نفر در هر سال؛ مرگومیرها بر حسب تعداد مرگومیر از هر هزار نفر در هر سال. فاصله بین نرخ تولدها و نرخ مرگومیرها، نرخ افزایش جمعیت جهان است. تا حدود سال ۱۹۶۵ میانگین نرخ مرگومیر انسانها سریعتر از نرخ تولدها، کاهش می‌یافت؛ بنابراین نرخ رشد جمعیت در حال افزایش بود. از ۱۹۶۵ میانگین نرخ تولدها سریعتر از نرخ مرگومیر افت کرده است؛ بنابراین نرخ رشد جمعیت به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است؛ با این حال هنوز رشد نمایی جمعیت ادامه دارد.

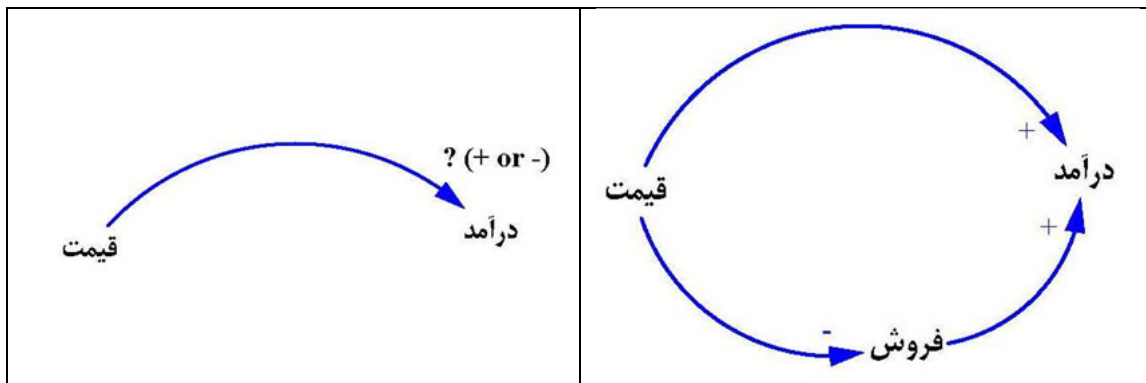


شکل ۱۱

همه رابطه‌ها باید قطبیت نامبهم داشته باشند.

گاهی افراد می‌گویند که یک رابطه می‌تواند هم مثبت و هم منفی باشد و این بستگی به سایر پارامترها یا جایی که سیستم عمل می‌کند، دارد. برای مثال شکلی همانند بخش سمت چپ شکل ۱۲ ترسیم و درآمد شرکت را به قیمت محصولش مرتبط می‌نمایند و استدلال می‌کنند که رابطه بین قیمت و درآمد شرکت، به کشش (elasticity) تقاضا وابسته است و می‌تواند هم مثبت و هم منفی باشد. اگر تقاضا کشش بالایی داشته باشد، قیمت بالاتر به معنی درآمد کمتر است چون ۱٪ افزایش در قیمت، موجب کاهشی بیش از ۱٪ در تقاضا می‌گردد. بنابراین قطبیت رابطه، منفی خواهد بود. اگر تقاضا بدون کشش باشد، آنگاه ۱٪ افزایش در قیمت موجب کاهش تقاضا به میزان کمتر از ۱٪ می‌گردد و بنابراین درآمد افزایش می‌یابد و لذا رابطه مثبت است. به نظر می‌رسد نمی‌توان فقط یک قطبیت به رابطه فوق تخصیص داد.

وقتی نمی‌توانید یک قطبیت شفاف و نامبهم برای یک رابطه مشخص کنید، معمولاً بدین معنی است که بیش از یک مسیر علیت بین دو متغیر مورد نظر وجود دارد. باید این مسیرهای متفاوت را صریحاً در نمودار خود مشخص نمایید. در مثال فوق، قیمت حداقل دو تأثیر روی درآمد دارد: (۱) تعیین می‌کند به ازای هر واحد محصول فروش رفته، چه میزان درآمد حاصل می‌شود و (۲) بر تعداد محصول فروش رفته تأثیر می‌گذارد. یعنی درآمد برابر حاصل ضرب قیمت در مقدار فروش خواهد بود و مقدار فروش به قیمت بستگی دارد (به صورت پیش فرض، منحنی تقاضا شیب نزولی دارد: قیمت‌های بالاتر، فروش را کاهش می‌دهند). نمودار مناسب، در سمت راست شکل ۱۲ نشان داده شده است. اکنون هیچ ابهامی در مورد قطبیت هیچ یک از رابطه‌ها وجود ندارد.

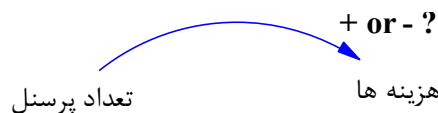


شکل ۱۲

کشش قیمتی تقاضا تعیین می‌کند کدام مسیر علیت، غالب خواهد بود. اگر تقاضا کاملاً نسبت به قیمت، غیرحساس باشد (کشش تقاضا کمتر از یک است)، آنگاه مسیر پایینی در شکل فوق ضعیف خواهد بود؛ یعنی قیمت، درآمد هر واحد محصول را بیش از کاهش فروش، افزایش می‌دهد و تأثیر خالص افزایش قیمت، افزایش درآمد خواهد بود. برعکس، اگر مشتریان کاملاً به قیمت حساس باشند (کشش تقاضا بزرگتر از یک است)، مسیر پایینی، غلبه خواهد نمود. افزایش درآمد هر واحد محصول، بیش از کاهش ناشی از کم شدن میزان فروش خواهد بود و تأثیر خالص افزایش قیمت، کاهش درآمد خواهد بود. جداسازی مسیرها، همچنین این امکان را فراهم می‌کند که (در صورت وجود) تأخیرهای مختلفی را برای هر مسیر مشخص کنید. در مثال فوق، احتمالاً یک تأخیر طولانی بین تغییر قیمت و تغییر فروش وجود دارد اما در تأثیر قیمت بر درآمد، تأخیری وجود ندارد یا کوچک است.

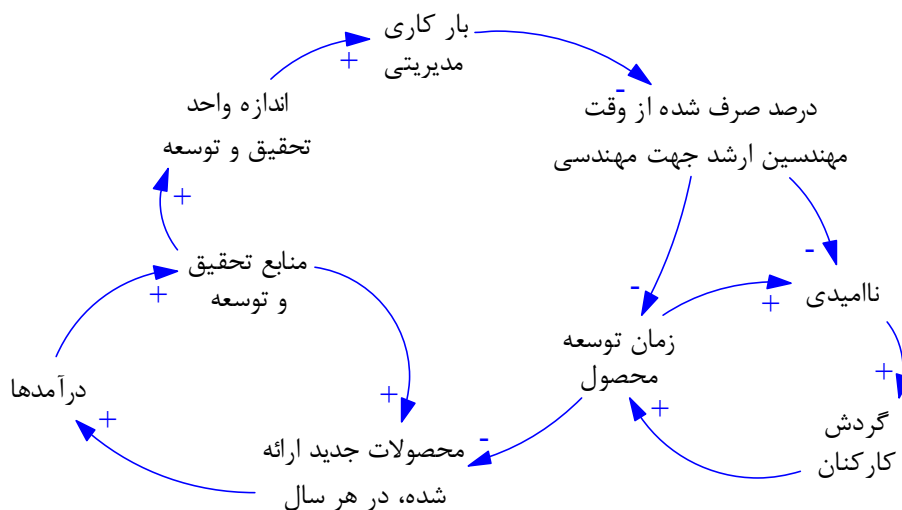
جداسازی رابطه‌هایی که قطبیت مبهم دارند، روشی مناسب برای تعمیق درک از ساختار علی، تأخیرها و رفتار سیستم است.

تمرین: برخی اقداماتی که برای کاهش هزینه‌ها (مثل کاهش پرسنل) صورت می‌گیرد، می‌توانند موجب افزایش هزینه‌ها نیز باشند.



رابطه بین متغیرهای تعداد پرسنل و هزینه‌ها را به گونه‌ای تفکیک کنید که ابهام در تعیین علامت رابطه آنها رفع شود. (راهنمایی: باید متغیرهایی همچون اضافه‌کاری و روحیه را به مدل اضافه کنید)

تمرین: قطبیت رابطه بین متغیرهای مثال R&D را مشخص کنید.
پاسخ: در شکل ۱۳ ارائه شده است.



شکل ۱۳

۶. تعیین قطبیت حلقه (loop polarity)

دو روش برای تعیین مثبت یا منفی بودن یک حلقه وجود دارد: روش سریع و روش صحیح. روش سریع: تعداد رابطه‌های منفی موجود در حلقه را شمارش نمایید. اگر تعداد رابطه‌های منفی زوج باشد، حلقه مثبت است؛ اگر تعداد آنها فرد باشد، حلقه منفی است.

این قاعده درست عمل می‌کند چون حلقه‌های مثبت، تغییر را تقویت می‌کنند اما حلقه‌های منفی، خود-اصلاحی (self-correcting) هستند؛ آنها با اختلال مخالفند. یک تغییر کوچک در یکی از متغیرها را در نظر بگیرید. اگر این اختلال در طول حلقه، پخش شد و تغییر اولیه را تقویت کرد، آنگاه حلقه مثبت است. اگر اختلال در طول حلقه پخش شد و با تغییر اولیه مخالفت کرد، حلقه منفی است. برای مخالفت با اختلال، باید وقتی سیگنال دور حلقه گردش می‌کند، به طور خالص یک تغییر علامت بدهد. معکوس شدن فقط زمانی می‌تواند رخ دهد که تعداد رابطه‌های منفی، فرد باشد. وجود فقط یک رابطه منفی در حلقه، موجب معکوس شدن سیگنال می‌شود: افزایش تبدیل به کاهش می‌شود. اما اضافه شدن یک رابطه منفی دیگر، دوباره سیگنال را معکوس می‌کند و کاهش را به افزایش تبدیل، و اختلال اولیه را تقویت می‌نماید.

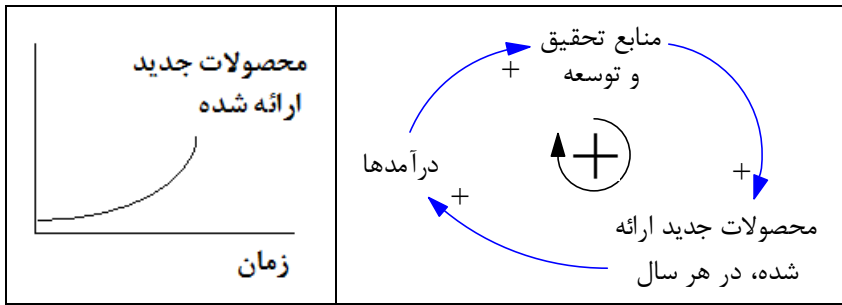
روش سریع هم ممکن است گاهی خطا کند: اگر تعداد منفی‌ها را اشتباه شمارش کنیم یا علامت رابطه‌ها را اشتباه تعیین کرده باشیم. استفاده از روش صحیح، این خطاها را آشکار می‌کند.

روش صحیح: تأثیر یک تغییر را حول حلقه دنبال کنید. یعنی تأثیر یک تغییر کوچک در یکی از متغیرها را دور حلقه ردیابی کنید. اگر تأثیر بازخورد، تغییر اولیه را تقویت می‌کند، یک حلقه مثبت وجود دارد؛ اگر با تغییر اولیه مخالفت می‌کند، یک حلقه منفی است. با هر متغیری از حلقه شروع کنید، نتیجه یکسان خواهد بود.

تمرین: نوع حلقه‌های بازخورد موجود در مثال R&D را تعیین کنید.

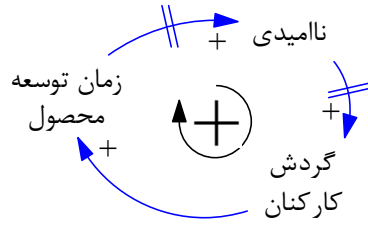
پاسخ:

در نمودار حلقه علیت مثال مذکور، دو حلقه تقویتی و دو حلقه تعادلی وجود دارد. حلقه تقویتی اول در شکل ۱۴ ارائه شده است. بخشی از درآمدها در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌شوند. گسترش فعالیت‌های R&D موجب ارائه محصولات جدید شده و درآمد بیشتری نصیب شرکت می‌کند. اگر این حلقه با محدودیت مواجه نمی‌شد، رفتاری مشابه نمودار سمت چپ شکل ۱۴ می‌داشت.



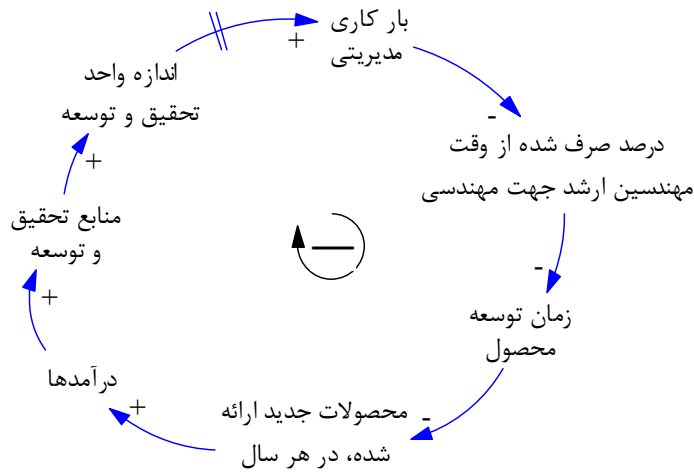
شکل ۱۴

حلقه تقویتی دوم در شکل ۱۵ آمده است.

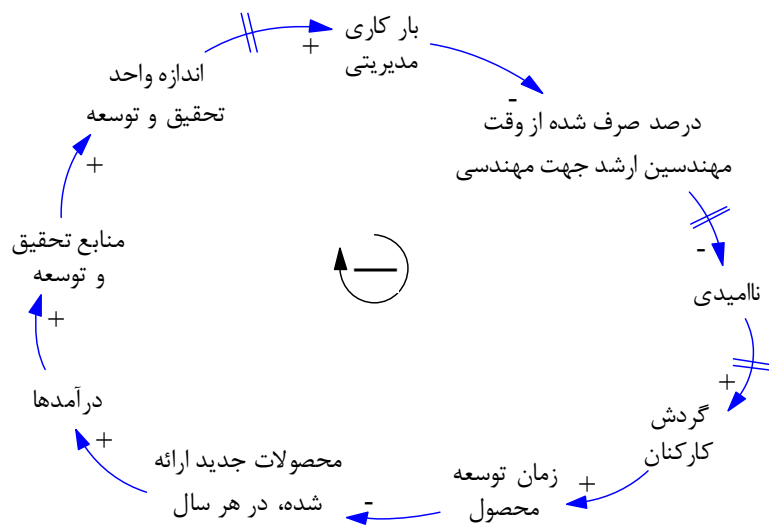


شکل ۱۵

دو حلقه تعادلی در شکل‌های ۱۶ و ۱۷ ارائه شده‌اند.



شکل ۱۶



شکل ۱۷

شکل ۱۸ نتیجه فعالیت حلقه‌های تقویتی و تعادلی فوق را نشان می‌دهد. در بخش اول افق مورد بررسی، حلقه تقویتی شکل ۱۴ غالب بوده و رشد سریعی را ایجاد کرده است؛ اما در بخش دوم، حلقه‌های تعادلی غالب شده و رشد را کند نموده‌اند.



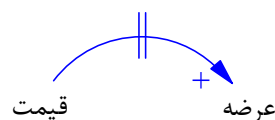
شکل ۱۸

۷. حلقه‌ها را نام‌گذاری کنید

نمودارهای حلقه علیت، چه برای استخراج مدل‌های ذهنی یک گروه از افراد و چه برای ارائه ساختار بازخوردی یک سیستم (به دیگران) به کار روند، تعداد حلقه‌ها اغلب بیش از آن چیزی می‌شود که بتوانید آنها را اداره کنید. برای اینکه به مخاطبان خود کمک کنید تا شبکه‌ای از حلقه‌ها را مرور کنند، بهتر است حلقه‌های بازخوردی مهم را نام‌گذاری و شماره‌گذاری نمایید. نام‌گذاری حلقه‌ها به صورت R1، R2، B1، B2 و ... به مخاطبان کمک می‌کند تا حلقه‌هایی را که در مورد آنها گفتگو می‌کنید، بیابند. نام‌گذاری حلقه‌ها به مخاطبان کمک می‌کند تا کارکرد هر حلقه را درک کنند و عبارتهایی اختصاری برای تسهیل گفتگو فراهم می‌کنند.

۸. تأخیرهای مهم موجود در رابطه‌های علیت را تعیین کنید

تأخیرها (delays) نقشی مهم در ایجاد پویایی‌ها دارند. تأخیرها به سیستم اینرسی می‌دهند، می‌توانند نوسان (oscillation) ایجاد کنند، و اغلب مسئول موازنه (trade-off) بین اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت سیاستها هستند. نمودارهای علیت شما، باید تأخیرهایی که برای فرضیه دینامیک (dynamic hypothesis) مهم‌اند یا نسبت به افق زمانی مورد نظر شما قابل‌توجه (significant) هستند، را شامل شوند. همانطور که در بخش سوم کتاب خواهد آمد، تأخیرها همواره نشانه وجود ساختارهای انبار و جریان (stock and flow) می‌باشند. گاهی اوقات، مهم است که صریحاً این ساختارها را در نمودار ترسیمی نشان دهید. اما اغلب کافی است که وجود تأخیر زمانی را در یک رابطه علی (causal link) مشخص نمایید، بدون اینکه صریحاً ساختار انبار و جریان را نشان دهید. شکل زیر تأثیر قیمت بر عرضه را نشان می‌دهد:



وقتی قیمت یک کالا افزایش می‌یابد، عرضه نیز میل به افزایش دارد؛ اما اغلب بعد از تأخیرهای قابل‌توجه، تا ظرفیت جدید سفارش و ایجاد شود و تا شرکت‌های جدیدی وارد بازار شوند.

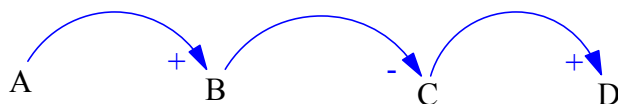
۹. چیدمان (layout) نمودار حلقه علیت

برای حداکثر نمودن وضوح و اثرگذاری نمودارهای علی خود، باید برخی اصول پایه را رعایت کنید:

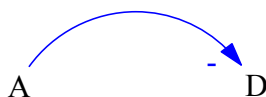
- از خطوط منحنی برای نمایش اطلاعات بازخوردها استفاده کنید. خطوط منحنی به خواننده کمک می‌کند تا حلقه‌های بازخورد را تجسم نماید.
- نمودار را به نحوی ترسیم کنید که حلقه‌های مهم به صورت دایره یا بیضی باشند.
- نمودار را به نحوی سازماندهی کنید که تعداد تداخل خطوط، حداقل ممکن باشد.
- در صورت نیاز نمودار را چندین بار مجدداً رسم نمایید تا بهترین جانمایی را بیابید.

۱۰. سطح مناسبی از تجمیع (aggregation) را انتخاب نمایید

منظور از تجمیع، حذف برخی متغیرهای واسطه بین دو متغیر است. فرض کنید بین متغیرهای A, B, C و D رابطه‌هایی طبق شکل زیر وجود دارد:



طبق شکل فوق، افزایش A موجب افزایش B، کاهش C و کاهش D می‌شود. برای خلاصه نمودن نمودار فوق می‌توان متغیرهای B و C را حذف نمود:



کدام نمودار صحیح است؟ هر دو صحیح‌اند.

پس کدام نمودار بهتر است؟

اگر سطح جزئیات در نمودارهای حلقه علیت بالا باشد، تعداد مؤلفه‌هایی که باید در نمودارها نمایش داده شوند، بالا می‌رود و دیدن ساختار بازخورد کلی سیستم و چگونگی تعامل بین حلقه‌های مختلف، دشوار خواهد بود. اگر جزئیات خیلی کم باشد، برای مخاطبان شما دشوار خواهد بود که منطق مدل را بفهمند و آنرا ارزیابی نمایند. اگر مخاطبان شما نتوانند منطق یک رابطه علی را درک کنند، لازم است برخی متغیرهای واسطه را صریحاً نشان دهید. در مثال فوق، اگر مخاطبان درک نکنند چگونه افزایش A موجب کاهش D می‌گردد، لازم است متغیرهای B و C را نیز به نمودار اضافه کنید.

وقتی همه افراد، منطق رابطه‌ها را درک کردند، می‌توانید سطح جزئیات را کاهش دهید و نمودار را خلاصه کنید تا ساختار اساسی سیستم را به خوبی نشان دهد.

۱۱. همه حلقه‌ها را در یک نمودار بزرگ جای ندهید

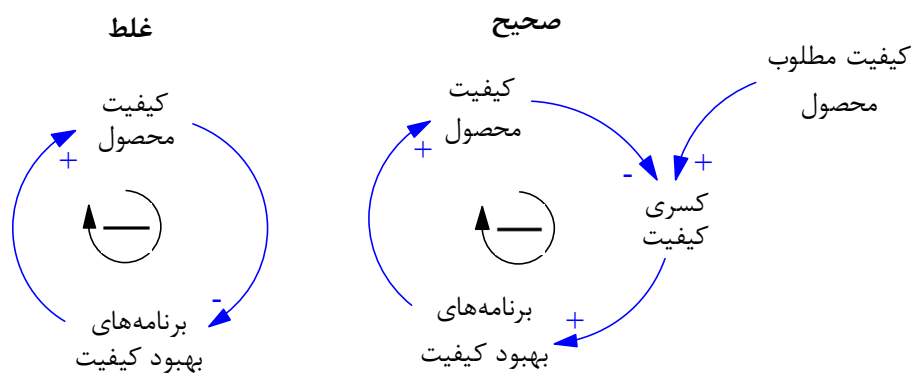
حافظه کوتاه‌مدت در هر زمان فقط اطلاعات محدودی را می‌تواند در خود نگه دارد. این یک محدودیت برای اندازه و پیچیدگی یک نمودار علی است. نمایش یکبار یک نمودار علی پیچیده، موجب می‌شود دیدن حلقه‌ها، درک این که کدام یک مهم‌اند، یا درک این که چگونه پویایی را بوجود می‌آورند، دشوار شود. در برابر وسوسه قرار دادن همه حلقه‌ها در یک نمودار جامع، مقاومت کنید. چنین نمودارهایی ممکن است گیرا (impressive) باشند (عجب کار زیادی روی آن انجام شده است! مدل شما چقدر بزرگ و جامع است!) اما در ارتباط با مخاطبان شما، اثربخش نیستند. نمودار بزرگی که سطح دیوار را بیوشاند، ممکن است برای کسی که آنرا ترسیم کرده، قابل درک باشد؛ اما برای دیگرانی که قرار است به آنها ارائه شود، مفید نخواهد بود.

پس چگونه می‌توان ساختار بازخورد غنی یک سیستم را (بدون ساده‌سازی بیش از حد آن) به دیگران ارائه داد؟ مدل خود را مرحله به مرحله (با یک سری نمودارهای کوچکتر) بسازید. وقتی پویایی سیستم را روایت می‌کنید، متناظر با هر بخش از این روایت، یک نمودار ارائه کنید. افراد کمی می‌توانند یک نمودار علی پیچیده را درک

کنند مگر این که فرصت داشته باشند در هر زمان، بخشی از آن را هضم کنند. برای هر حلقه مهم، یک نمودار جداگانه تهیه کنید. این نمودارها می‌توانند جزئیات کافی برای نشان دادن چگونگی عملکرد فرایند را در خود داشته باشند. آنگاه نمودارها را در یک نمودار سطح بالا (با جزئیات کمتر) تجمیع کنید تا نشان دهید چگونه با یکدیگر تعامل می‌کنند.

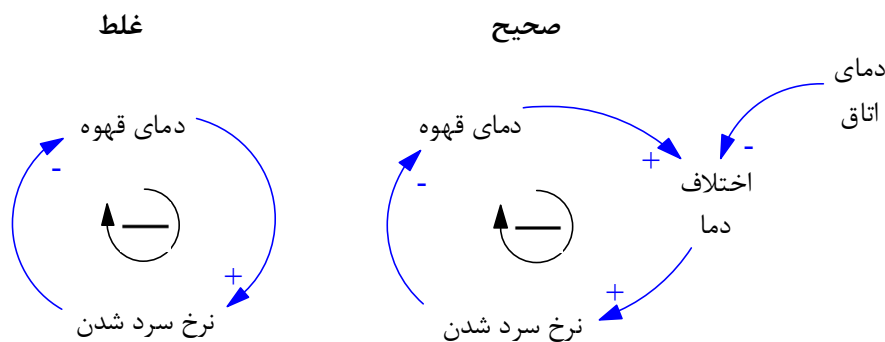
۱۲. هدف حلقه‌های منفی را صریحاً مشخص کنید

همه حلقه‌های بازخورد منفی، هدفی دارند. هدفها وضعیت مطلوب سیستم هستند و همه حلقه‌های منفی چنین عمل می‌کنند که وضعیت واقعی را با هدف مقایسه می‌کنند و در پاسخ به انحرافها، اقدام اصلاحی صورت می‌دهند. اهداف همه حلقه‌های منفی خود را صریحاً مشخص کنید. شکل ۱۹ یک حلقه منفی را نشان می‌دهد که بر کیفیت محصول یک شرکت تأثیر می‌گذارد: هر چه کیفیت پایین تر باشد، برنامه‌های بهبود کیفیت بیشتری آغاز می‌شوند و (قاعدتاً) نقائص کیفی اصلاح می‌گردند. تصریح اهداف، افراد را تشویق می‌کند از چگونگی شکل‌گیری اهداف سؤال کنند. در بیشتر سیستمها، اهداف به صورت برونزا تعیین نمی‌شوند بلکه خودشان بخشی از ساختار بازخورد هستند. اهداف می‌توانند در طول زمان تغییر کنند و به فشارهای محیطی پاسخ دهند. در این مثال، چه چیزی سطح مطلوب کیفیت را مشخص می‌کند؟ فرمان مدیرعامل؟ الگوبرداری از رقبا (benchmarking)؟ ورودی از مشتری؟ سطوح کیفی گذشته خود شرکت؟ وقتی هدفها به صورت صریح مشخص شده باشند، این پرسشها با احتمال بیشتری طرح می‌شوند و فرضیه‌های مربوط به پاسخها را می‌توان سریعاً در مدل گنجانند.



شکل ۱۹

شفاف نمودن هدف حلقه‌های منفی، خصوصاً وقتی مهم است که حلقه‌ها رفتار انسانی را در خود دارند. اما حتی وقتی که حلقه‌ها شامل افراد نمی‌شوند نیز اغلب مهم است که هدفها به طور صریح بیان شوند. شکل ۲۰ بازخورد منفی سرد شدن یک فنجان قهوه تا دمای اتاق را به تصویر می‌کشد. نرخ سرد شدن (نرخ انتقال حرارت از قهوه داغ به هوای اطراف) تقریباً متناسب با تفاوت بین دمای قهوه و دمای اتاق است. فرایند خنک شدن وقتی متوقف می‌شود که دو دما مساوی باشند. وقتی هدف را صریحاً مشخص می‌کنیم، این قانون پایه ترمودینامیک شفاف می‌شود.

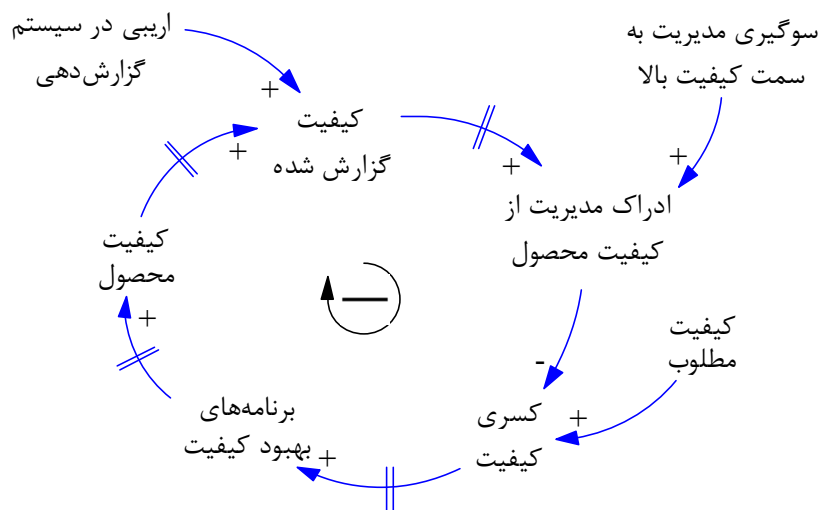


شکل ۲۰

اصل نشان دادن اهداف حلقه‌های منفی، استثنائاتی نیز دارد. نرخ مرگ‌ومیر در شکل ۱ را در نظر بگیرید. هدف حلقه مرگ‌ومیر، ضمنی است (و مساوی صفر است: در بلندمدت، همه ما می‌میریم). مدل‌های شما نباید هدف حلقه مرگ‌ومیر (یا اهداف فرایندهای مشابه همچون مستهلک شدن تجهیزات سرمایه‌ای) را صریحاً نشان دهند.

۱۳. بین شرایط واقعی و شرایط ادراک شده، تمایز قائل شوید

در اغلب موارد، تفاوت چشمگیری بین وضعیت حقیقی امور و ادراک بازیگران سیستم از آن وضعیت، وجود دارد. ممکن است تأخیرهایی در ادراک وجود داشته باشد که از فرایندهای اندازه‌گیری و گزارش‌دهی ناشی شده باشند. ممکن است خطای اندازه‌گیری، اریبی (bias) و تحریف (distortion) وجود داشته باشد. در مثال مدیریت کیفیت در شکل ۱۹، ممکن است تأخیرهای قابل‌توجهی در ارزیابی کیفیت و در تغییر دیدگاه مدیریت نسبت به کیفیت محصول وجود داشته باشد. تفکیک شرایط واقعی و شرایط ادراک شده، به طرح پرسش‌هایی همچون چقدر طول می‌کشد تا کیفیت را اندازه‌گیری کنیم؟ تا (حتی بعد از در دسترس بودن داده‌ها) نظر مدیریت نسبت به کیفیت تغییر کند؟ تا برنامه بهبود کیفیت اجرا شود؟ تا نتایج حاصل شوند؟ علاوه بر تأخیرهای طولانی، ممکن است در سیستم گزارش‌دهی، اریبی وجود داشته باشد و موجب تفاوت سیستماتیک بین کیفیت گزارش شده و کیفیت تجربه شده توسط مشتری باشد. مشتریان برای همه مشکلات محصول، دعوی ضمانت (warranty claim) ارسال نمی‌کنند و همه عیوب محصول را به نماینده فروش گزارش نمی‌دهند. پرسنل فروش و تعمیرات، ممکن است همه شکایات مشتری را به دفتر مرکزی گزارش نکنند. ممکن است در ارزیابی مدیریت ارشد از کیفیت، اریبی وجود داشته باشد چون زبردستان اطلاعاتی که به آنها می‌رسد را فیلتر می‌کنند. در برخی خودروسازی‌ها، آخرین مدل تولید شده را برای استفاده شخصی در اختیار مدیران ارشد قرار می‌دهند. این خودروها به دقت انتخاب می‌شوند و مرتباً توسط مکانیک‌ها سرویس می‌شوند. برداشت مدیران ارشد از کیفیت خودروهای شرکت خود، بالاتر از مشتری متوسطی است که خودرویی را خریداری و ۱۰ سال از آن استفاده می‌کند. ممکن است نمودار را طبق شکل ۲۱ بازنگری کنیم. اکنون نمودار نشان می‌دهد چگونه مدیریت، علی‌رغم نیت خوب، می‌تواند دیدگاهی اغراق‌آمیز (exaggerated) نسبت به کیفیت محصول دارا باشد و شما در جایگاه خوبی برای بحث درباره راه‌های کوتاه نمودن تأخیرها و حذف تحریف‌ها قرار گرفته‌اید.



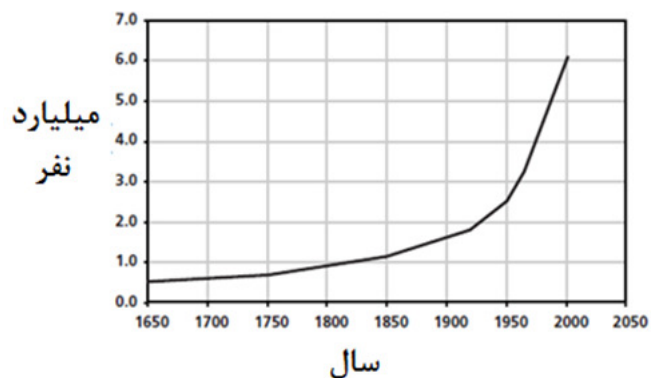
شکل ۲۱

(۴-۵) الگوهای رفتاری پایه (Fundamental Modes of Behavior)

رفتار سیستم از ساختار آن نشأت می‌گیرد. در این بخش، حالت‌های پایه رفتار سیستم‌های پویا و ساختار ایجادکننده آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. این حالت‌های پایه عبارتند از: رشد نمایی (ایجاد شده توسط بازخورد مثبت)، هدف‌جویی (ایجاد شده توسط بازخورد منفی) و نوسان (ایجاد شده توسط بازخورد منفی همراه با تأخیرهای زمانی). حالت‌های پیچیده‌تر، از تعامل غیرخطی این ساختارهای پایه به وجود می‌آیند.

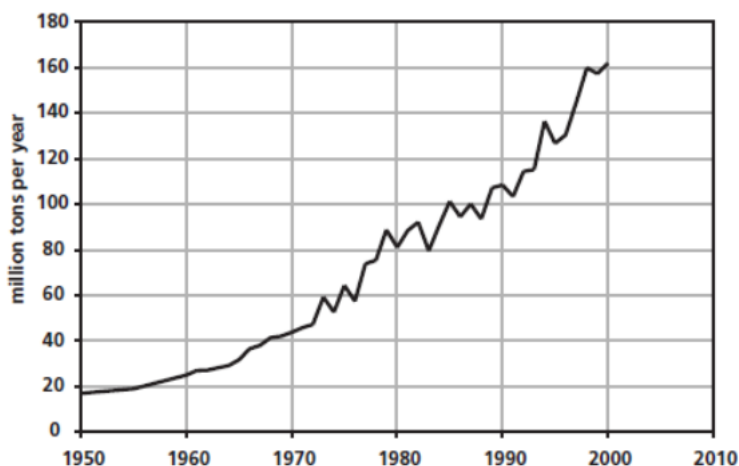
(۱-۴-۵) رشد نمایی (Exponential Growth)

رشد نمایی از بازخورد تقویتی ناشی می‌شود. مثال‌های متداول آن، مرکب شدن بهره بانکی و رشد جمعیت است. هر چه پول بیشتری سرمایه‌گذاری کنید، سود بیشتری دریافت می‌کنید؛ بنابراین موجودی حساب شما بیشتر و سود بعدی پرداختی به شما نیز بزرگتر خواهد بود. هر چه جمعیت بزرگتر باشد، نرخ خالص تولدها بیشتر و بالاخره به تولدهای باز هم بیشتری منجر می‌گردد. شکل ۲۲ روند جمعیت جهان را بر حسب میلیارد نفر نمایش می‌دهد. جمعیت جهان از آغاز انقلاب صنعتی به صورت نمایی رشد کرده است. در سال ۲۰۰۱ نرخ رشد جمعیت جهان ۱.۳٪ در سال بود که متناظر با دوره دو برابر شدن ۵۵ سال است (یعنی با این نرخ، هر ۵۵ سال، دو برابر می‌شود).



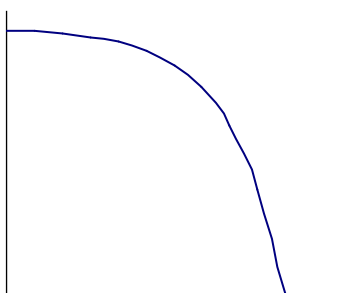
شکل ۲۲

شکل ۲۳ نیز روند تولید جهانی دانه سویا (soybean) را بر حسب میلیون تن در سال نمایش می‌دهد. تولید جهانی دانه سویا از ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ هر ۱۶ سال دو برابر شده است.



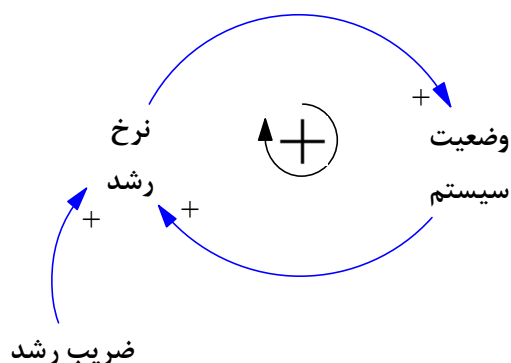
شکل ۲۳

بازخورد تقویتی همچنين می‌تواند سقوطی شتابان را ایجاد کند؛ الگویی از نزول که در آن، نزول‌های کوچک یکدیگر را تقویت می‌کنند و به نزول‌هایی بزرگتر و بزرگتر تبدیل می‌شوند؛ به عنوان نمونه می‌توان سقوط موجودی‌های یک بانک را در وضعیت بیم و هراس مالی نام برد. شکل ۲۴ رشد نمایی را در حالت نزولی نشان می‌دهد.



شکل ۲۴

فرایندهای بازخورد تقویتی، موتور رشد هستند. اگر درون یک سیستم بازخورد تقویتی قرار دارید، ممکن است درک نکنید که چگونه اقدامات کوچک می‌توانند در هم ادغام شوند و نتایج بزرگی (در جهت بهبود یا بدتر شدن) بوجود آورند. با "دیدن" سیستم، قادر خواهید بود بر چگونگی عملکرد آن تأثیر بگذارید. در شکل ۲۵ نمودار حلقه علیت مربوط به یک حلقه تقویتی ترسیم شده است.



اثر پیگمالیون (Pygmalion Effect)

یکی از جاهایی که حلقه تقویتی عمل می‌کند، پدیده‌ای است که ابتدا "پیشگویی خودبرآور" (Self-Fulfilling Prophecy) و سپس اثر پیگمالیون نامیده شد.

پیشگویی خودبرآور یک پیشگویی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم (به دلیل ارتباط بین باور و رفتار) موجب تحقق خودش می‌شود. این اصطلاح توسط یک جامعه‌شناس به نام رابرت مرتن (Robert Merton) ابداع شد و آنرا چنین تعریف نمود:

پیشگویی خودبرآور در ابتدا یک تعریف نادرست از وضعیت است که رفتار جدیدی را سبب می‌شود و این رفتارها، درک اشتباه آغازین را واقعیت می‌بخشند (و آنرا صحیح جلوه می‌دهند). این اعتبار ظاهری پیشگویی خودبرآور، موجب پابرجا ماندن آن عقیده نادرست خواهد بود. پیشگو بر رویدادهای بعدی استشهاد می‌کند تا ثابت کند که از همان ابتدا درست می‌گفته است.

به عبارت دیگر، یک پیشگویی (یک باور قوی یا یک فریب)، با این که واقعاً نادرست است، به عنوان حقیقت تلقی می‌شود و ممکن است به خاطر ترس یا اشتباه مردم، به اندازه‌ای بر آنها تأثیر بگذارد که سرانجام عکس‌العمل‌های آنها موجب شود باوری که زمانی نادرست بود، به حقیقت مبدل گردد.

به عنوان مثال وقتی رکسانا به غلط معتقد است که ازدواجش با شکست مواجه خواهد شد، ترس او از این شکست، عملاً منجر به شکست ازدواج او می‌گردد. نمونه دیگر، طرح شایعه‌ای نادرست در مورد ناتوانی یک بانک در پرداخت دیون خود است که با هجوم مشتریان به بانک برای دریافت سپرده خود، عملاً محقق شد.

در ادبیات جهان نیز نمونه‌های فراوانی از مفهوم فوق وجود دارد: در افسانه سلطان و شبان (که سریال تلویزیونی آن نیز ساخته و نمایش داده شده است) یک پیشگو به سلطان می‌گوید که در فلان روز در قصر خود، مورد حمله افرادی قرار گرفته و کشته خواهد شد. سلطان برای فرار از این واقعه، شبانی را یافته و بر جای خود می‌نشانند تا شبان در روز واقعه به جای او کشته شود و خودش موقتاً به شغل شبانی مشغول می‌گردد. اما این جابجایی، اتفاقاتی را رقم می‌زند که منجر به کشته شدن سلطان (به همان ترتیبی که پیشگو گفته بود) می‌گردند.

مفهوم فوق از قاعده توماس (Thomas Theorem) نشأت گرفته است که می‌گوید: افراد نه فقط بر اساس وضعیتی که در آن قرار دارند، بلکه اصولاً بر اساس نوع درک خود از این وضعیت، واکنش نشان می‌دهند.

موارد بی‌شماری شناسایی شده که در آنها اثر پیگمالیون عمل می‌کند. یک مثال آن در مدرسه است؛ جایی که نظر معلم در مورد یک دانش‌آموز، بر رفتار آن دانش‌آموز اثر می‌گذارد. دانش‌آموزی را در نظر بگیرید که خجالتی است و در نیمسال اول خود در یک مدرسه جدید، ضعیف عمل می‌کند (چون والدینش مدام در حال دعوا بودند). در نتیجه معلم او معتقد می‌شود که او بی‌انگیزه است. در نیمسال بعدی، معلم توجه کمتری به او می‌کند و او باز هم ضعیف عمل می‌کند و گوشه‌گیری او بیشتر می‌شود. در طول زمان، او گرفتار مارپیچی نزولی از گوشه‌گیری، عملکرد ضعیف، برچسب‌زنی (labelling) توسط معلمین، بی‌توجهی و گوشه‌گیری بیشتر می‌گردد.

نمونه دیگر، تحقیقاتی است که طی آن در ابتدای سال، برخی از دانش‌آموزان یک کلاس به عنوان خیلی باهوش به معلمین معرفی شدند؛ در حالی که واقعاً در حد متوسط بودند. وقتی در پایان سال، مجدداً از دانش‌آموزان آزمون گرفته شد، آنهایی که برچسب "باهوش" گرفته بودند، نمرات خیلی بالاتری کسب کردند.

به عنوان مثال دیگر، مدیران غالباً درک نمی‌کنند تا چه حد انتظارات خود آنها بر عملکرد زیردستانشان مؤثر است. اگر من فردی را دارای پتانسیل بالایی بدانم، توجه ویژه‌ای به او می‌کنم تا آن توانایی را توسعه دهد. وقتی او

"گل می‌کند"، احساس می‌کنم ارزیابی اولیه‌ام از او صحیح بوده است و باز هم کمک بیشتری به او می‌کنم. به عکس، آنهایی را که کم‌پتانسیل می‌دانم، بر اثر بی‌اعتنایی و بی‌توجهی، انرژی خود را از دست می‌دهند و بی‌علاقه عمل خواهند کرد؛ این عملکرد آنها، عقیده مرا بیشتر تأیید می‌کند و من باز هم توجهی به آنها نخواهم کرد.

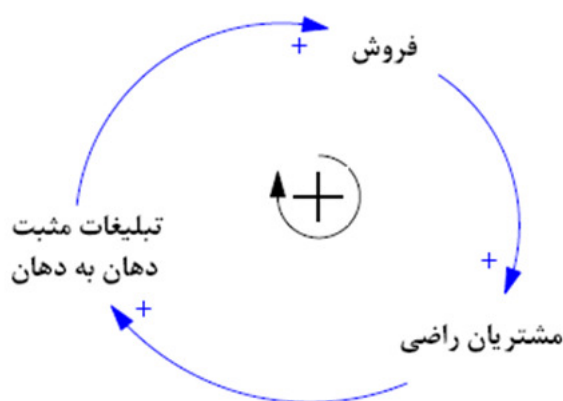
در فرایندهای تقویتی، مشابه اثر پیگمالیون، یک تغییر کوچک، خودش را رشد می‌دهد. هر حرکتی تقویت می‌شود و حرکت بیشتری در همان جهت ایجاد می‌کند. مشابه آنچه در مرکب شدن بهره بانکی (compounding interest) رخ می‌دهد، یک عمل کوچک، رشدی همچون بهمن پیدا می‌کند.

بعضی فرایندهای تقویتی، "دور معیوب" (vicious cycle) هستند که در آن، چیز بدی شروع و بدتر و بدتر می‌گردد. بحران بنزین، یک نمونه کلاسیک است. خبر کمیاب شدن بنزین، سببی از حرکت به سمت جایگاه‌های محلی پمپ بنزین را موجب می‌شد که می‌خواستند مخزن سوخت خود را پر و لبریز کنند. وقتی افراد، صف خودروها را می‌دیدند، متقاعد می‌شدند که بحران جدی است. آنگاه بیم و هراس و احتکار شروع می‌شد. به زودی حتی کسانی که مخزن سوخت خودروی آنها فقط یک چهارم جا دارد، آنرا پر می‌کنند مبادا وقتی پمپ بنزین‌ها خشک شد، گرفتار شوند.

ساختارهای "گسترش پی در پی" (escalation) مثل مسابقه تسلیحاتی یا جنگ قیمت‌ها (بین دو رقیب) نیز مثال‌های دیگری هستند.

اما حلقه‌های تقویتی ذاتاً بد نیستند. دور بی‌عیب (virtuous cycles) نیز وجود دارد: فرایندهایی که در جهت مطلوب، تقویت می‌شوند. به عنوان نمونه، تمرینات ورزشی می‌توانند به ماریپیچ تقویتی منجر شوند: احساس بهتری پیدا می‌کنید، بنابراین بیشتر تمرین می‌کنید و پاداش خود را با احساس بهتر بودن، می‌گیرید و باز هم بیشتر تمرین می‌کنید.

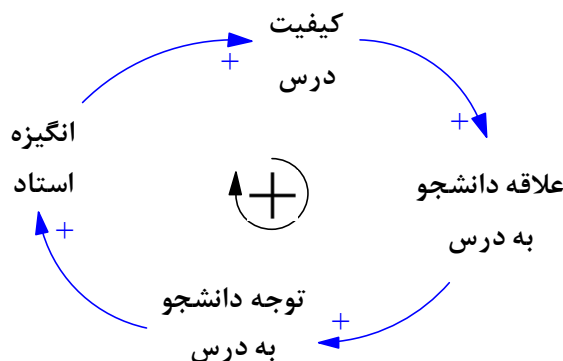
رشد هر محصول جدیدی، همراه با ماریپیچ‌های تقویتی است. به عنوان مثال، بسیاری از محصولات از طریق تبلیغات دهان به دهان (word of mouth) رشد می‌کنند. تبلیغات دهان به دهان درباره یک محصول خوب، می‌تواند احساس مثبت در مورد محصول را به‌همین‌وار تقویت کند: مشتریان راضی به دیگران می‌گویند و آنها با خرید محصول، تبدیل به مشتریان راضی می‌شوند تا آنها نیز به دیگران بگویند. نمودار حلقه علیت فرایند فوق در شکل ۲۶ نمایش داده شده است.



شکل ۲۶

از طرف دیگر اگر محصول نامرغوب باشد، "دور بی‌عیب" به "دور معیوب" تبدیل می‌شود: فروش محصول، مشتریان ناراضی ایجاد می‌کند، تبلیغات مثبت دهان به دهان کمتر می‌شود و فروش کاهش می‌یابد؛ باز هم تبلیغات مثبت دهان به دهان کم می‌شود و فروش را کاهش می‌دهد.

تأثیر متقابل بین دانشجو و استاد در شکل ۲۷ نشان داده شده است. معمولاً اساتید و دانشجویان به این تأثیر متقابل توجه ندارند. چون هر یک از طرفین، نیمی از این حلقه را می‌بینند. بسیاری از اساتید از کاهش انگیزه دانشجویان گله می‌کنند و بسیاری از دانشجویان از کم‌کاری اساتید. این حلقه به سادگی می‌تواند در جهت مثبت یا منفی عمل کند.



شکل ۲۷

به عنوان نمونه‌ای از تأثیر شاگرد بر استاد، نظر علامه طباطبایی درباره شهید مطهری را بخوانید:
 ... حرف از او ضایع نمی‌شد. حرفی که می‌گفتم، می‌گرفت و به مغزش می‌رسید. هر چه می‌گفتم هدر نمی‌رفت و مطمئن بودم که نمی‌رود. وقتی که ایشان در جلسه درس حاضر می‌شدند، (این عبارت، عبارت خوبی نیست ولی مقصود را بیان می‌کند) بنده از شوق و شغف، حالت رقص پیدا می‌کردم؛ به جهت اینکه می‌دانستم هر چه بگویم هدر نمی‌رود و محفوظ است.

و به عنوان نمونه‌ای از تأثیر استاد بر شاگرد، شعر مشهور زیر را به یاد بیاورید:

درس معلم ار بود زمزمه محبتی جمعه به مکتب آورد طفل گریز پای را

اشاره به حلقه‌های تقویتی در خرد عامه

در خرد عامه مردم (folk wisdom)، حلقه‌های تقویتی را با عناوینی همچون "اثر بهمی"، "اثر واگن ارکستر" (bandwagon effect)، یا "دور معیوب" نام می‌برند و یا با عباراتی (که سیستم‌های خاصی را توصیف می‌کنند)، مورد اشاره قرار می‌دهند: "ثروتمندان دارا تر و فقرا بینواتر می‌شوند". در کسب و کار، معتقدیم که در ایجاد اعتماد به یک محصول جدید یا اعتماد به یک شرکت نوپا، "گشتاور (momentum)، همه چیز است". همچنین درباره مارپیچ‌های تقویتی که در مسیر نامناسب عمل می‌کنند، آگاهی داریم: ضرب المثل "موشها وارد کشتی شده‌اند" (the rats are jumping ship)، در وضعیتی به کار می‌رود که هر چه افراد بیشتری اعتماد خود را از دست می‌دهند، بی‌اعتمادی آنها موجب می‌شود دیگران نیز در یک مارپیچ باطل از فرسایش اعتماد، اعتماد خود را از دست بدهند. تبلیغات دهان به دهان، به آسانی ممکن است در جهت معکوس عمل کند.

اصطلاح "واگن ارکستر" از نظر لغوی به معنی ارابه‌ای است که گروه موسیقی را در یک سیرک یا اجتماع مردم حمل می‌کند. این کلمه زمانی به ادبیات سیاسی راه یافت که یک نفر در آمریکا در مبارزات انتخاباتی خود، از یک ارابه همراه با گروه موزیک استفاده کرد. هر چه کمپین (campaign) او موفق‌تر می‌نمود، سایر سیاستمداران نیز به دنبال جایی برای خود در ارابه او بودند. بنابراین "واگن ارکستر" به معنی واگنی به کار می‌رود که گروهی را حمل می‌کند که احتمالاً موفق خواهند بود و بقیه نیز به دنبال سوار شدن هستند. "اثر واگن ارکستر" این قاعده کلی را بیان می‌کند که رفتار یا باورها به گونه‌ای در بین مردم شیوع می‌یابد که احتمال اتخاذ آن توسط هر فرد، با بالا رفتن نسبت افرادی که قبلاً آنرا پذیرفته‌اند، افزایش می‌یابد. وقتی افراد بیشتری به چیزی معتقد شوند،

دیگران نیز بدون توجه به شواهد موضوع، روی "واگن" می‌پزند. تمایل برای تبعیت از کردار و باورهای دیگران به این دلیل رخ می‌دهد که افراد ترجیح می‌دهند با دیگران هم‌نوایی کنند یا به این دلیل که اطلاعات خود را از دیگران می‌گیرند. نحوه گسترش یک مُد جدید در بین مردم، مثالی از این قاعده است. در اقتصاد خرد نیز اثر واگن ارکستر زمانی رخ می‌دهد که با افزایش خریداران یک کالا، ترجیح افراد برای خرید آن، افزایش می‌یابد و تصمیم‌گیری آنها تنها بر اساس قیمت و رجحان شخصی خودشان نیست.

حلقه‌های تقویتی مربوط به انتشار خبرهای خوب و بد، چنان شتاب می‌گیرند که اغلب، افراد را دچار شگفتی می‌کنند. معمای نیلوفرهای آبی (water lily)، این فرایند را شرح و توضیح می‌دهد: ابتدا فقط یک نیلوفر در گوشه‌ای از برکه وجود دارد. اما هر روز تعداد آنها دو برابر می‌شود. سی روز طول می‌کشد تا برکه را پر کنند؛ اما در بیست و هشت روز اول کسی توجهی نمی‌کند. ناگهان در روز بیست و نهم، نیمی از برکه را نیلوفرها فراگرفته‌اند و روستائیان نگران می‌شوند. اما حالا دیگر کار زیادی نمی‌شود انجام داد. روز بعد، بدترین ترس آنها واقعیت می‌یابد.

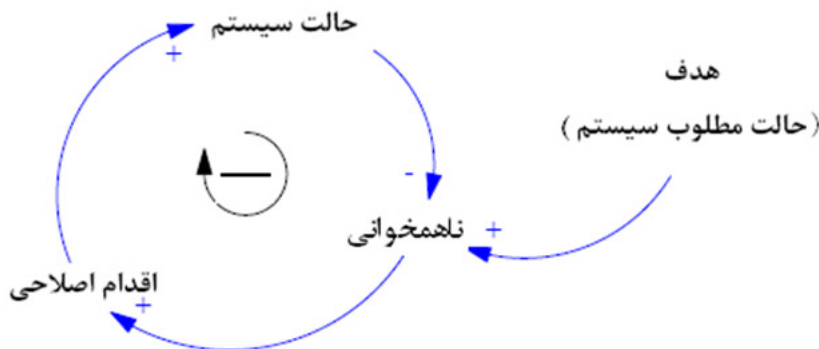
در واقع، نیلوفر آبی در بخش بزرگی از دوره ۳۰ روزه، پدیده‌ای بسیار جزئی است. در ابتدا بخش بسیار کوچکی از برکه را می‌پوشاند و بعد از ۲۳ روز، تازه ۱٪ برکه را فراگرفته است.

به همین دلیل است که خطرات زیست‌محیطی این قدر نگران‌کننده‌اند؛ بخصوص آنهایی که از الگوهای تقویتی تبعیت می‌کنند (مثل ترس بسیاری از طرفداران محیط زیست از آلاینده‌هایی مانند CFC). اکنون این مسئله مورد توجه قرار گرفته است اما ممکن است خیلی دیر شده باشد. انقراض گونه‌های جانوری نیز اغلب از این الگو پیروی می‌کند: زوالی آهسته که به تدریج طی دوره‌های طولانی، شتاب می‌گیرد؛ سپس مرگ سریع رخ می‌دهد. از بین رفتن شرکت‌ها نیز این گونه است.

اما در طبیعت، رشد یا سقوط شتابان، به ندرت بدون مانع ادامه می‌یابد؛ زیرا فرایندهای تقویتی، به ندرت جدای از سایر پدیده‌ها به وجود می‌آیند. بالاخره با محدودیت‌هایی مواجه می‌شوند که ممکن است رشد را کند کنند، متوقف سازند، تغییر جهت دهند یا حتی معکوس نمایند. این محدودیت‌ها نوعی از بازخورد تعادلی هستند که بعد از فرایندهای تقویتی، دومین الگوی پایه تفکر سیستمی هستند.

(۵-۴-۲) هدف‌جویی (Goal-Seeking)

حلقه‌های بازخورد مثبت، رشد ایجاد می‌کنند، انحراف‌ها را تشدید می‌کنند و تغییر را تقویت می‌نمایند. حلقه‌های منفی به دنبال توازن، تعادل و ثبات هستند. حلقه‌های بازخورد منفی عمل می‌کنند تا وضعیت سیستم را به یک هدف یا وضعیت مطلوب برسانند. آنها با هر اختلالی که حالت سیستم را از هدفش دور کند، مقابله نموده و اثر آنرا خنثی می‌کنند. ساختار همه حلقه‌های منفی طبق شکل ۲۸ است.

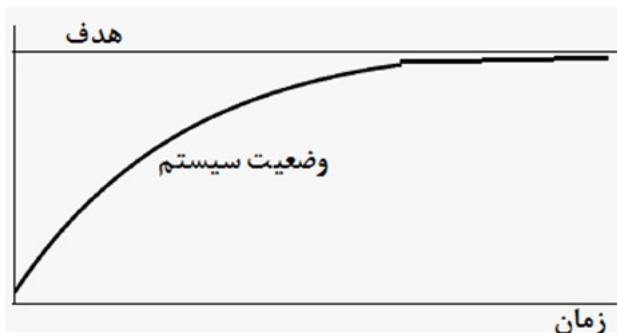


شکل ۲۸

در یک حلقه تعادلی، حالت فعلی سیستم با مقدار هدف مقایسه می‌شود. اگر ناهمخوانی (discrepancy) بین هدف و حالت واقعی سیستم وجود داشته باشد، اقدام اصلاحی آغاز می‌شود تا حالت سیستم را به هدف برگرداند. وقتی گرسنه هستید، غذا می‌خورید و گرسنگی شما رفع می‌شود. وقتی موجودی محصول یک شرکت، به مقداری کمتر از موجودی مورد نیاز برای ارائه خدمات مناسب برسد، تولید بالا می‌رود تا مجدداً موجودی به سطح کافی برسد.

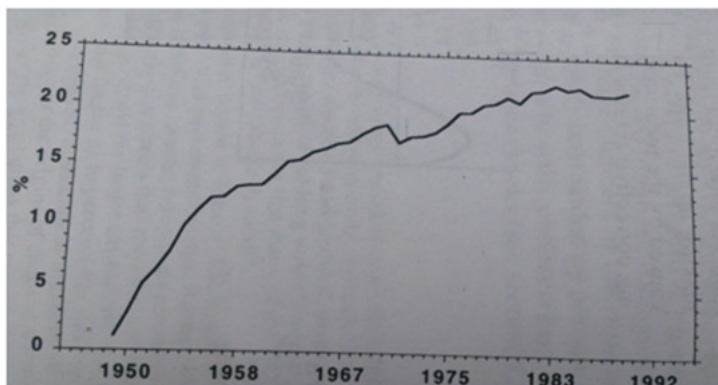
در هر بازخورد منفی، فرایندی وجود دارد که وضعیت موجود و مطلوب را با هم مقایسه می‌کند و اقدام اصلاحی انجام می‌دهد. گاهی وضعیت مطلوب و اقدام اصلاحی، صریح (explicit) و تحت کنترل تصمیم‌گیر قرار دارند. گاهی هدف، ضمنی (implicit) است و تحت کنترل آگاهانه قرار ندارد و یا این که به طور کلی تحت کنترل انسانی قرار ندارد. مقدار خوابی که شما نیاز دارید تا احساس سرحال بودن داشته باشید، یک عامل فیزیولوژیکی است که تحت کنترل آگاهانه شما نیست. یک فنجان قهوه، طی یک بازخورد منفی خنک می‌شود تا به دمای اتاق برسد.

در بیشتر موارد با کاهش ناهمخوانی، سرعت نزدیک شدن سیستم به هدف کاهش می‌یابد. اغلب این گونه نیست که شاهد نزدیک شدن به هدف با سرعت ثابت، و توقف ناگهانی پس از رسیدن به هدف باشیم. نزدیک شدن، تدریجی صورت می‌گیرد چون فاصله زیاد بین وضعیت مطلوب و وضعیت فعلی، مایل به ایجاد پاسخ‌های وسیع است اما فاصله‌های کوچک، منجر به اتخاذ پاسخ‌های کوچک می‌گردد. وقتی اختلاف دمای یک لیوان قهوه با دمای محیط زیاد باشد، جریان گرما از لیوان به هوای اتاق بیشتر است و با کم شدن اختلاف دما، کاهش می‌یابد. وقتی رابطه بین ناهمخوانی و اقدام اصلاحی، خطی باشد، رفتار هدف‌جویی حاصله مانند شکل ۲۹ خواهد بود.



شکل ۲۹

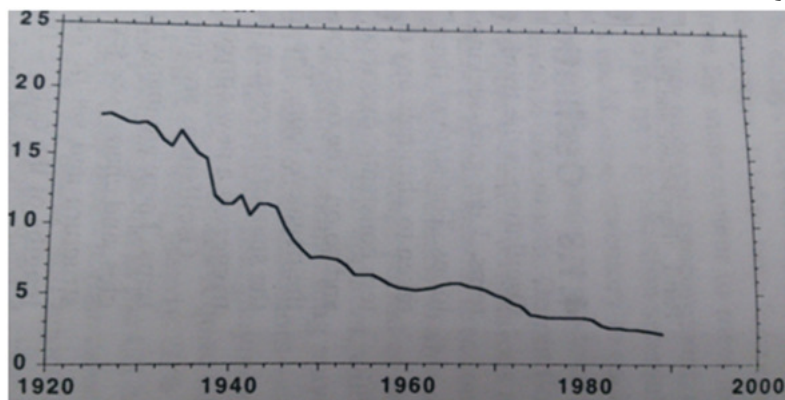
به عنوان مثال، شکل ۳۰ سهم تبلیغات تلویزیونی از کل هزینه تبلیغات را در فاصله سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰ (در کشور آمریکا) نشان می‌دهد. طی دهه ۱۹۵۰ رشد سریع بود اما تا ۱۹۸۰ به سطح نسبتاً ثابت ۲۰٪ تا ۲۵٪ رسید.



شکل ۳۰

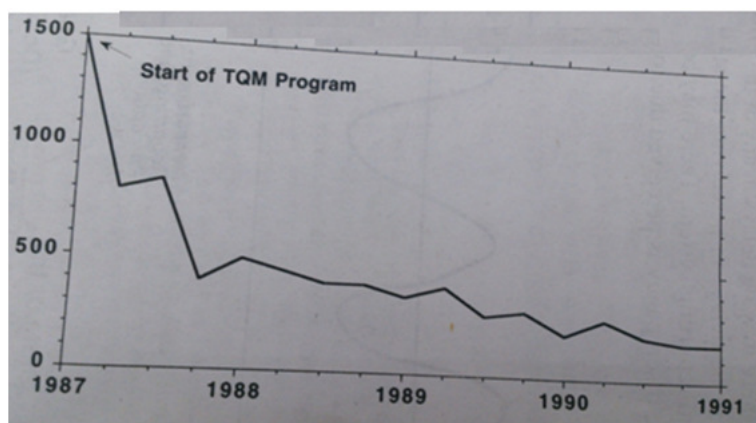
شکل ۳۱ تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای (بر حسب تعداد نفر به ازای هر ۱۰۰ میلیون خودرو-مایل طی شده) را (در کشور آمریکا) نشان می‌دهد. علیرغم کاهش اساسی در ریسک فوت به ازای هر مایل طی شده، تعداد

مایل‌های طی شده به صورت نمایی رشد کرده است؛ بنابراین کل تلفات جاده‌ای در هر سال، بین ۲۰ تا ۳۰ هزار نفر در حال نوسان بوده است.



شکل ۳۱

شکل ۳۲ نرخ ضایعات فرایند تولید wafer در یک شرکت بزرگ تولید نیمه‌هادی‌ها را نشان می‌دهد. این شرکت در سال ۱۹۸۷ یک برنامه بهبود فرایند بر اساس اصول مدیریت کیفیت جامع (TQM) را آغاز کرد. هدف این برنامه، رسیدن به ضایعات صفر (Zero Defect) بود. طی ۴ سال نرخ ضایعات از ۱۵۰۰ قطعه معیوب در یک میلیون قطعه، به حدود ۱۵۰ خرابی در یک میلیون قطعه رسید. توجه کنید که با کاهش نرخ ضایعات، نرخ بهبود افت پیدا کرده است.



شکل ۳۲

هرگاه رفتار هدفجو وجود دارد، بازخورد تعادلی (یا تثبیت‌کننده) نیز وجود دارد. اگر هدف این باشد که حرکتی صورت نگیرد، بازخورد تعادلی مانند یک ترمز عمل خواهد کرد. اگر هدف این است که با سرعت ۶۰ مایل در ساعت حرکت کنید، بازخورد تعادلی موجب می‌شود بر سرعت خود بیفزایید تا به ۶۰ مایل بر ساعت (و نه بیشتر) برسید. هدف ممکن است صریحاً مشخص شده باشد (مانند موردی که یک شرکت به دنبال یک سهم بازار مطلوب است) یا ممکن است ضمنی و پنهان باشد (مثل یک عادت بد که با وجود نفی آن، هنوز به آن چسبیده‌ایم).

سیستم تعادلی، به دنبال ثبات است. اگر هدف سیستم، مطلوب شما باشد، خرسند خواهید بود اما اگر مطلوب شما نباشد، همه تلاش‌های شما برای تغییر اوضاع، بی‌نتیجه می‌ماند تا این که بتوانید هدف را عوض کنید یا تأثیر آنرا کاهش دهید.

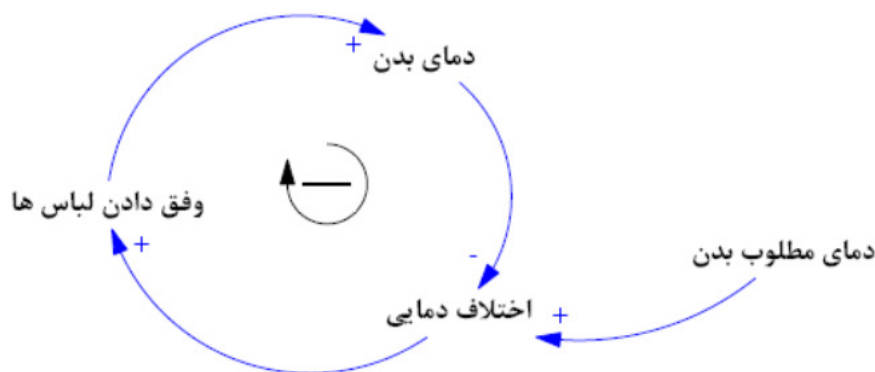
طبیعت، تعادل را دوست دارد اما بسیاری از اوقات، تصمیم‌گیران بر خلاف این تعادل‌ها عمل می‌کنند و بهای آنرا نیز می‌پردازند. به عنوان مثال، مدیران به دلیل فشار ناشی از بودجه، کارکنان را کاهش می‌دهند تا هزینه‌ها کم شود اما سرانجام در می‌یابند که باقی‌مانده کارکنان، دارای کار اضافی‌اند و اصلاً هزینه‌های آنها کاهش نیافته است؛

چون کار اضافی به مشاورین خارجی واگذار شده یا این که اضافه کاری، تفاوت هزینه‌ها را جبران نموده است. هزینه‌ها پایین نمی‌ماند چون سیستم، دستورالعمل خاص خود را دارد. یک هدف ضمنی (بیان نشده اما خیلی واقعی) وجود دارد: مقدار کاری که باید انجام گیرد.

یک سیستم تعادلی، در تلاش برای حفظ یک هدف مشخص، "خود-اصلاحی" (self-correction) انجام می‌دهد. پر نمودن لیوان از آب شیر، یک فرایند تعادلی با هدف "لیوان پر شده" است. استخدام کارکنان جدید، یک فرایند تعادلی است که هدفش داشتن یک تعداد مشخص از نیروی کار یا نرخ رشد مشخص است. راندن یک خودرو یا حفظ تعادل روی یک دوچرخه نیز مثال‌هایی از فرایندهای تعادلی هستند که هدف آنها حرکت در جهت مطلوب است.

فرایندهای بازخورد تعادلی همه جا به چشم می‌خورند. آنها در پس زمینه همه رفتارهای هدفجو وجود دارند. ارگانیسم‌های پیچیده‌ای همچون بدن انسان، شامل هزاران فرایند بازخورد تعادلی است که دمای بدن و تعادل ما را حفظ می‌کنند؛ جراحات را ترمیم می‌کنند؛ بینایی ما را متناسب با مقدار نور، تنظیم می‌کنند؛ و ما را از تهدیدها آگاه می‌سازند. یک زیست‌شناس همه این فرایندها را ساز و کارهایی می‌داند که بدن ما با استفاده از آنها به "هم‌ایستایی" (homeostasis) دست می‌یابد. با این توانایی، شرایط بقاء در یک محیط متغیر را حفظ می‌کند. {"هم ایستا" (homeostatic) به سیستم‌هایی گفته می‌شود که هدفشان، حفظ ثبات در یک محیط پویا است. این سیستم‌ها در برابر تغییراتی که در محیط آنها بوجود آید و نیز در برابر اختلال‌هایی که از درون بر آنها وارد شود، واکنش نشان داده و این واکنش در برابر خنثی‌سازی تغییر است. به عنوان مثال یک ساختمان را در نظر بگیرید که دمای درون خود را در برابر تغییر دمای محیط ثابت نگه می‌دارد. بدن انسان نیز که سعی می‌کند دمای درونی خود را در میزان مشخصی ثابت نگه دارد، از این دیدگاه یک سیستم "هم ایستا" است.}

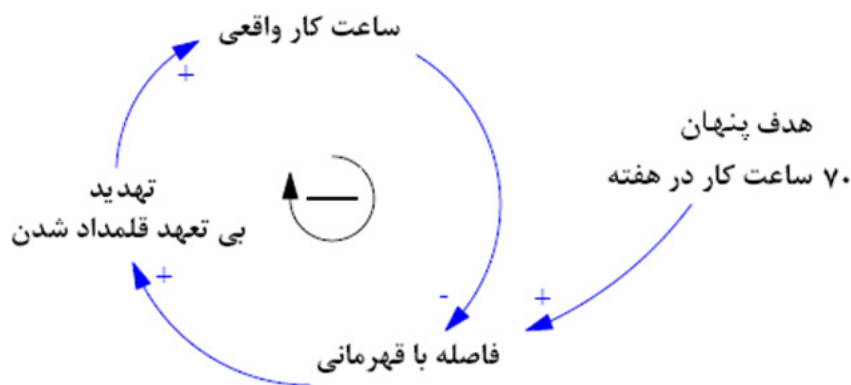
بازخورد تعادلی، ما را به خوردن در هنگام نیاز به غذا، خوابیدن در هنگام نیاز به استراحت، یا پوشیدن ژاکت در زمان احساس سرما (طبق شکل ۳۳)، وادار می‌کند.



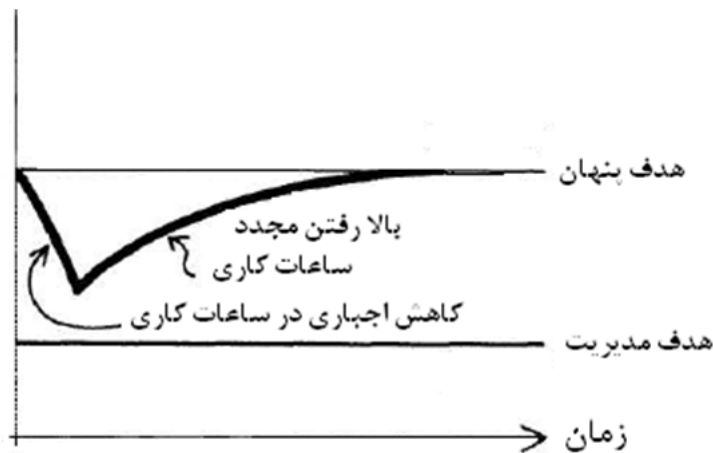
شکل ۳۳

همانند همه فرایندهای تعادلی، عنصر کلیدی سیستم یعنی دمای بدن ما بتدریج خودش را با سطح مطلوبش تنظیم می‌کند. سازمان‌ها و جوامع، همچون ارگانیسم‌های پیچیده هستند زیرا آنها نیز هزاران فرایند بازخورد تعادلی دارند. فرایند تولید و سفارش‌دهی مواد، در پاسخ به تغییرات در سفارش‌های وارده، دائما تنظیم و اصلاح می‌گردد؛ تخفیف‌ها (قیمت‌های کوتاه‌مدت) و لیست قیمت‌ها (بلندمدت)، در پاسخ به تغییر در تقاضا یا قیمت‌های رقبا، تصحیح می‌شوند؛ و میزان دریافت وام با تغییرات در تراز نقدینگی و یا نیازمندی‌های مالی، تنظیم می‌شود. برنامه‌ریزی، فرایندهای تعادلی بلندمدت‌تری را ایجاد می‌کند. یک برنامه منابع انسانی، اهداف رشد بلندمدت در زمینه تعداد نیروی کار و ویژگی‌های مهارتی را برای انطباق با نیازهای پیش‌بینی شده، بنا می‌نهد. طرح‌های مطالعه بازار و R&D موجب شکل‌گیری توسعه محصولات جدید و سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی، فناوری‌ها و تجهیزات می‌شوند تا مزیت رقابتی بدست آید.

موضوعی که مدیریت فرایندهای تعادلی را چنین دشوار می‌کند، این است که غالباً هدف‌ها ضمنی و تلویحی‌اند و اصلاً کسی وجود فرایند تعادلی را تشخیص نمی‌دهد. آقای پیتر سنگه، دوستی را به یاد می‌آورد که تلاش‌های بی‌ثمری برای کاهش تلاش طاقت‌فرسای متخصصین آموزشگاه (در حال رشد سریع) خود، انجام داد. او یادداشت‌هایی نوشت؛ ساعت‌های کاری را کاهش داد؛ حتی درب اتاق‌های کار را زودتر بست؛ و همه این‌ها تلاش‌هایی بود برای وادار کردن افراد به توقف کار زیاد. اما همه این اقدامات خنثی شدند: یادداشت‌ها نادیده گرفته شد؛ از کاهش ساعت کار، اطاعت نکردند؛ و وقتی اتاق‌ها قفل شدند، کارها را با خود به منزل بردند. چرا؟ چون یک هنجار نانوشته در سازمان وجود داشت و آن اینکه قهرمانان واقعی (کسانی که واقعاً متعهدند و کسانی که در سازمان، پیشرو هستند) هفتاد ساعت در هفته کار می‌کنند؛ و این هنجاری بود که خود دوستش با انرژی حیرت‌آور و ساعات کار طولانی‌اش، بنا نهاده بود.



شکل ۳۴



شکل ۳۵

برای درک طرز عمل یک ارگانیسم، باید فرایندهای تعادلی آشکار و پنهان آنرا بفهمیم. ممکن است لیستی طولانی از اجزاء بدن، اعضاء، استخوان‌ها، سیاهرگ‌ها و رگ‌های خونی را یاد بگیریم، اما هنوز نمی‌دانیم بدن چگونه عمل می‌کند، تا این که بفهمیم چگونه سیستم عصبی-عضلانی، تعادل را حفظ می‌کند؛ یا چگونه سیستم قلبی-عروقی، فشار خون و سطح اکسیژن را حفظ می‌کند. به همین دلیل است که بسیاری از تلاش‌ها برای طراحی مجدد سیستم‌های اجتماعی با شکست مواجه می‌شوند. اقتصاد دولتی (کنترل شده) شکست می‌خورد چون چندین فرایند خود-اصلاحی (self-correcting) را که در سیستم بازار آزاد عمل می‌کنند، از کار می‌اندازد. همچنین به همین دلیل است که ادغام شرکت‌ها اغلب با شکست مواجه می‌شود. به عنوان نمونه وقتی دو بیمارستان (در Boston) با سوابق برجسته در مراقبت از بیماران، چندین سال قبل ادغام شدند، بیمارستان جدید، بهترین امکانات را داشت اما روحیه تعهد شخصی و وفاداری کارکنان را که از خصوصیات دو مؤسسه اصلی

بود، از دست داد. فرایندهای تعادلی مستتر (subtle) در بیمارستان‌های قبلی (که کیفیت را بازبینی می‌کردند، به نیازهای کارکنان توجه می‌کردند، و رابطه دوستانه با بیماران را حفظ می‌کردند)، با رویه‌ها و ساختارهای جدید اداری پس از ادغام، از هم گسیخته شدند. فرایندهای تعادلی، مفهوم ساده‌ای دارند؛ اما اگر تشخیص داده نشوند، می‌توانند رفتاری مسئله‌ساز و غافلگیرکننده داشته باشند.

به طور کلی، تشخیص حلقه‌های تعادلی، سخت‌تر از حلقه‌های تقویتی است؛ چون اغلب به نظر می‌آید که هیچ اتفاقی نیفتاده است. همچون حلقه‌های تقویتی، رشدی چشمگیر در فروش و هزینه‌های بازاریابی، یا تسلیحات هسته‌ای یا زنبق‌های آبی، وجود ندارد. در عوض، فرایندهای تعادلی، شرایط را حفظ می‌کنند؛ حتی وقتی که همه مشارکت‌کنندگان، خواهان تغییر هستند.

رهبرانی که برای تغییرات سازمانی تلاش می‌کنند، اغلب به طور ناخودآگاه گرفتار فرایندهای تعادلی می‌شوند. از دیدگاه آنان به نظر می‌رسد گویا تلاش‌هایشان با مقاومتی غیرمنتظره مواجه می‌شود که معلوم نیست از کجا می‌آید. در واقع، مقاومت پاسخی از طرف سیستم است که می‌خواهد یک هدف پنهان و ضمنی را حفظ کند. تا این هدف تشخیص داده نشود، تلاش برای تغییر، محکوم به شکست است. در مورد آن دوست آقای پیترسنگه باید گفت تا زمانی که رهبر سازمان، الگوی دیگران است، عادات‌های کاری او هنجارها را تعیین می‌کند. او باید عادات‌هایش را تغییر دهد یا الگوهای جدید و متفاوتی بنا نهد.

هرگاه مقاومتی در برابر تغییر وجود دارد، می‌توانید فرض کنید یک یا چند فرایند تعادلی ضمنی و پنهان وجود دارد. این مقاومت، نه زودگذر است و نه اسرارآمیز؛ بلکه تقریباً همیشه به خاطر تهدید شدن هنجارها و روش‌های انجام کار سنتی، بوجود می‌آید. این هنجارها اغلب، در تار و پودی از روابط قدرت، پیچیده شده‌اند. هنجار، سنگر می‌گیرد چون توزیع اختیار و کنترل، سنگر گرفته است. رهبران ماهر به جای فشار بیشتر برای درهم شکستن مقاومت‌ها، منبع مقاومت را می‌یابند. آنها مستقیماً بر هنجارهای پنهان و روابط قدرتی که هنجارها در آن جای گرفته‌اند، متمرکز می‌شوند.

(۵-۴-۳) نوسان (oscillation)

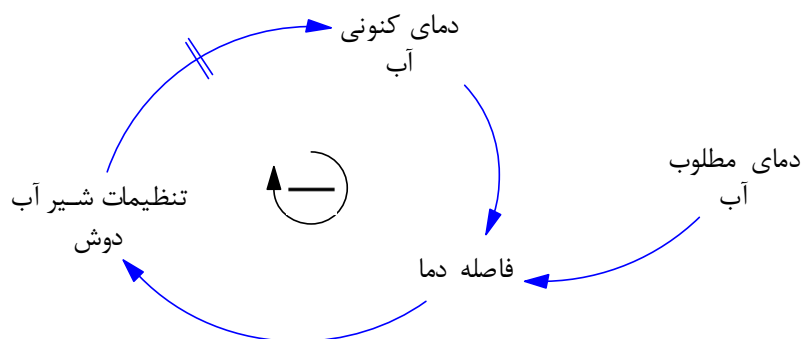
نوسان سومین الگوی رفتار است که همانند هدف‌جویی، از حلقه‌های بازخورد منفی ناشی می‌شود. وضعیت سیستم با هدف مقایسه می‌شود و برای حذف ناهمخوانی‌ها (discrepancy)، اقدام اصلاحی صورت می‌گیرد. در یک سیستم نوسانی، وضعیت سیستم نسبت به هدف (وضعیت تعادل)، اضافه‌جهش (overshoot) دارد؛ سپس معکوس می‌شود و **undershoot** می‌کند و الی آخر. اضافه‌جهش از آنجا ناشی می‌شود که تأخیرهای زمانی قابل‌توجهی در حلقه بازخورد منفی وجود دارد. بر اثر وجود تأخیرهای زمانی، حتی بعد از رسیدن سیستم به حالت مطلوب نیز اقدامات اصلاحی ادامه می‌یابد. در نتیجه نیاز به اقدام اصلاحی در جهت معکوس بوجود می‌آید (شکل ۳۶).



شکل ۳۶

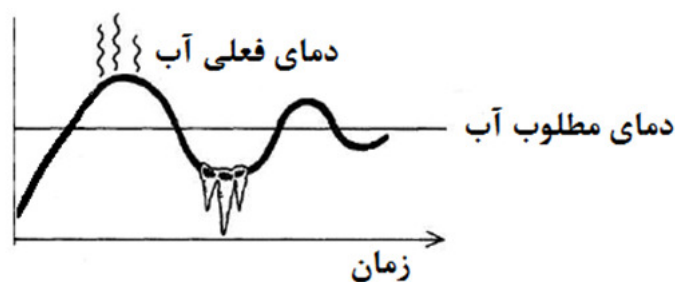
تأخیرها می‌توانند تأثیر بزرگی بر سیستم بگذارند و غالباً تأثیر سایر نیروها را نیز برجسته (accentuate) می‌کنند. به این دلیل چنین اتفاقی رخ می‌دهد که تأخیرها ظریف (subtle) هستند: معمولاً اهمیت آنها درک نمی‌شود؛ اغلب اصلاً توجهی به آنها نمی‌شود؛ همیشه کمتر از مقدار واقعی، برآورد می‌شوند. در حلقه‌های تعادلی، تأخیرها می‌توانند رفتار سیستم را به طور اساسی تغییر دهند. وقتی تأخیرهای غیرمنتظره رخ می‌دهد، افراد تمایل دارند بی‌صبرانه واکنش نشان دهند و معمولاً تلاش‌های خود را خیلی بالاتر می‌برند تا آنچه می‌خواهند را به دست آورند. این منجر به نوسان‌های شدید و غیرضروری می‌گردد. یکی از اهداف ترسیم نمودارهای حلقه علیت این است که تأخیرهای سیستم شناسایی شوند.

مثال ۱: تأخیرهای تشخیص داده نشده، می‌توانند منجر به بی‌ثباتی و شکست شوند. به عنوان نمونه، تنظیم دمای آب یک دوش قدیمی را در نظر بگیرید که تأخیر قابل توجهی بین زمانی که دستگیره شیر آب را می‌چرخانید و زمانی که تغییری در دمای جریان آب مشاهده می‌کنید، وجود دارد (شکل ۳۷).



شکل ۳۷

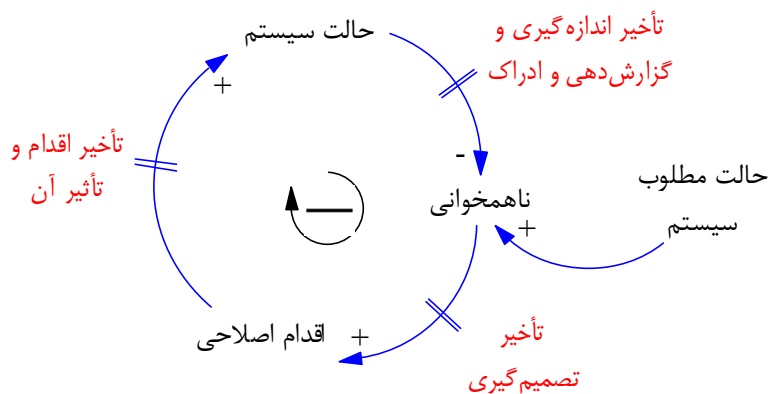
تنظیم دمای آب دوش، وقتی تأخیری ۱۰ ثانیه‌ای در تغییر دمای جریان آب وجود دارد، خیلی مشکل‌تر از حالتی است که تأخیر فقط یک یا دو ثانیه است. طی ۱۰ ثانیه بعد از بالا بردن حرارت، آب هنوز سرد است. هیچ پاسخی برای اقدام خود دریافت نمی‌کنید؛ پس این‌گونه برداشت می‌کنید که اقدام شما اثری نداشته است. پاسخ شما به این وضعیت، ادامه دادن به بالا بردن حرارت است. سرانجام وقتی آب داغ برسد، آب جوش از دوش فوران می‌کند. شما از جا می‌پرید و در جهت معکوس عمل می‌کنید و پس از تأخیر دیگری، آب خیلی سرد می‌شود. بارها و بارها فرایند حلقه تعادلی را طی می‌کنید. هر چرخه تنظیم، چرخه قبلی را تا حدی جبران می‌کند. نمودار آن چیزی شبیه شکل ۳۸ خواهد بود.



شکل ۳۸

هر چه رفتار تهاجمی‌تری داشته باشید (دستگیره را شدیدتر بچرخانید)، مدت بیشتری طول می‌کشد تا به دمای مطلوب برسید. این یکی از درس‌های مربوط به حلقه‌های تعادلی با تأخیر است: اقدام تهاجمی اغلب دقیقاً خلاف آنچه مدنظر است را بوجود می‌آورد. به جای این که سریعتر شما را به هدفتان برساند، موجب بی‌ثباتی و نوسان می‌شود.

نوسان‌ها یکی از متداول‌ترین نوع رفتار در سیستم‌های پویا هستند. اگر در یک یا چند قسمت از حلقه بازخورد منفی، تأخیر قابل توجهی وجود داشته باشد، نوسان به وجود می‌آید (شکل ۳۹). ممکن است به خاطر نوع سیستم اندازه‌گیری و گزارش‌دهی، تأخیر در ادراک حالت سیستم وجود داشته باشد؛ ممکن است بعد از درک وجود ناهمخوانی، تأخیر در شروع اقدام اصلاحی وجود داشته باشد که از آنجا ناشی می‌شود که زمان می‌برد تا تصمیم‌گیری صورت گیرد؛ و ممکن است بین شروع اقدام اصلاحی و تأثیر آن بر حالت سیستم، تأخیر وجود داشته باشد. زمان می‌برد تا یک شرکت، سطح موجودی‌ها را اندازه‌گیری و گزارش نماید؛ زمان می‌برد تا مدیریت تصمیم بگیرد چه میزان باید تولید کند؛ زمان بیشتری می‌برد تا خرید مواد اولیه، نیروی کار و سایر منابع مورد نیاز، به زمان‌بندی جدید تولید، پاسخ دهند. تأخیر طولانی در هر یک از این نقاط می‌تواند منجر به نوسان موجودی گردد.



شکل ۳۹

چرا اقدامات اصلاحی در راه، لحاظ نمی‌شوند؟

دلیل اصلی رفتار نوسانی در بازی نوبت‌ها نیز لحاظ نکردن سفارش‌های در راه، توسط بازیگران است. نتیجه بازی نشان می‌دهد که در نظر نگرفتن تأخیرها در سیستم‌های پیچیده، کاری نابخردانه است. با این حال در بسیاری از موقعیت‌های زندگی واقعی، این کار صورت می‌گیرد. به چند مثال زیر توجه کنید:

✓ در حال گردش در وب هستید. کامپیوتر به آخرین کلیک ماوس شما پاسخ نمی‌دهد. دوباره کلیک می‌کنید؛ باز هم دوباره کلیک می‌کنید. صبر شما سر می‌رود، روی چند دکمه دیگر نیز کلیک می‌کنید تا بلکه پاسخی

دریافت کنید. بعد از چند ثانیه، سیستم همه کلیک‌هایی که در صف انباشته شده‌اند، را اجرا می‌کند و شما به جایی دورتر از صفحه‌ای که می‌خواستید، می‌رسید.

✓ دیروقت و خسته وارد یک هتل ناآشنا می‌شوید. می‌خواهید دوش بگیرید. آب را باز می‌کنید. آب سرد است. آب گرم را بیشتر می‌کنید. هنوز سرد است. آب گرم را باز هم بیشتر می‌کنید. ثانیه‌ای که بر اثر آب خیلی داغ سوخته‌اید، از جا می‌پرید. متوجه می‌شوید مدتی که طول می‌کشد تا آب داغ، لوله‌های سرد را گرم کند و به دوش شما برسد، لحاظ نکرده‌اید.

✓ در یک بزرگراه شلوغ رانندگی می‌کنید. خودروی جلویی شما کمی سرعت خود را کم می‌کند. پای خود را از روی گاز بر می‌دارید. اما فاصله شما با جلویی همچنان کمتر می‌شود. زمان عکس‌العمل شما و گشتاور خودروپتان موجب تأخیر بین تغییر در سرعت خودروی جلویی و تغییر در سرعت شما می‌گردد. برای جلوگیری از تصادف، ترمزها را به شدت فشار می‌دهید. خودروی عقبی باید شدیدتر از شما ترمز کند. صدای کشیده شدن لاستیک‌ها را می‌شنوید و دعا می‌کنید که از پشت نخورید!

افراد کمی هستند که هرگز دچار این وقایع نشده باشند.

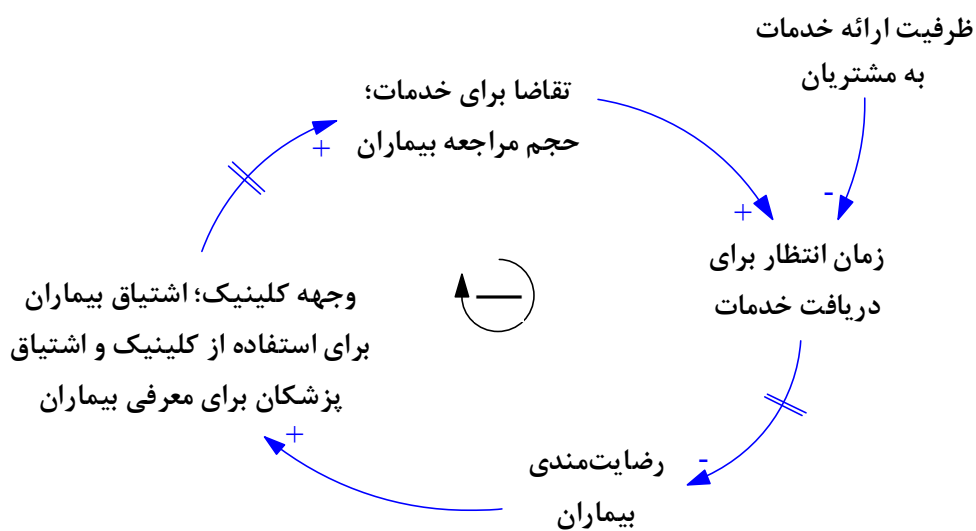
تشخیص و به حساب آوردن تأخیرها فطری نیست؛ رفتاری است که باید بیاموزیم. وقتی متولد می‌شویم، آگاهی ما محدود به چیزهای نزدیک است. همه آنچه تجربه می‌کنیم، محدود به اینجا و اکنون است. تجارب اولیه ما این باور را تقویت می‌کنند که علت و معلول از نظر زمانی و مکانی، ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند: وقتی گریه می‌کنید، تغذیه یا عوض می‌شوید. به گریه کردن ادامه می‌دهید تا مادر یا پدر ظاهر شوند، حتی وقتی که می‌شنوید که والدین می‌گویند "ما داریم می‌آییم" (یعنی علی‌رغم این که می‌دانید درخواست شما برای توجه والدین، در دست اقدام است). همانطور که همه والدین می‌دانند سال‌ها به طول می‌انجامد تا بچه‌ها یاد بگیرند چنین تأخیرهایی را به حساب آورند.

آموختن تشخیص و لحاظ کردن تأخیرها، همراه با یادگیری صبور بودن، تعویق ارضای نیازها و گذشتن از خواسته‌های کوتاه‌مدت برای کسب پاداش‌های بلندمدت، پیش می‌رود. این توانایی‌ها به طور خودکار، توسعه پیدا نمی‌کنند. آنها بخشی از فرایند کُند بالغ شدن هستند. هرچه تأخیرها طولانی‌تر باشند و هرچه عدم اطمینان درباره این که چقدر طول خواهد کشید تا نتایج اقدامات اصلاحی خود را مشاهده کنید بیشتر باشد، به حساب آوردن اقدامات در راه (supply line)، دشوارتر است.

ممکن است بگویید تا وقتی که بالغ می‌شویم، صبوری و حساسیت به تأخیرها را می‌آموزیم. درست است که هنگام دوش گرفتن در منزل، خود را نمی‌سوزانید؛ چون یاد گرفته‌اید که شیر آب گرم را تا کجا باز کنید تا دمای مناسب را به دست آورید و آموخته‌اید که به اندازه کافی منتظر بمانید تا آب گرم برسد. شرایط یادگیری در چنین سیستم‌هایی عالی است: بازخورد سریع است؛ شک ندارید که روش تصمیم‌گیری شما بوده که مسئله را ایجاد کرده است. این شرایط غالباً در سیستم‌های اقتصادی، کسب‌وکار، زیست‌محیطی، و غیره وجود ندارد. علت و معلول ناشناخته‌اند و این موجب ابهام و عدم اطمینان است. پویایی‌ها خیلی کندتر هستند و زمان مورد نیاز برای یادگیری، اغلب فراتر از دوره تصدی (tenure) تک‌تک تصمیم‌گیران است. همچنین گاهی نادیده گرفتن تأخیرها توسط افراد، منطقی است. در دنیایی که افق‌های زمانی کوتاه‌اند و بررسی عملکرد افراد به صورت سالانه، فصلی و حتی ماهانه انجام می‌گیرد، مشوق‌هایی که اغلب به افراد ارائه می‌شود، رفتار تهاجمی و به حساب نیابردن پیامدهای تأخیردار اقدامات خود را معقول جلوه می‌دهد.

مثال ۲: یک بیمارستان که در این گزارش از نام مستعار میلرفیلد شمالی (North Millerfield) برای آن استفاده شده، یک کلینیک جذاب برای بیماران سرپایی راه‌اندازی کرد. مدیران بیمارستان معتقد بودند که این

کلینیک، یک نیاز واقعی را پاسخ می‌دهد و تصور می‌کردند که همواره تا حد ظرفیتش، مملو از بیمار شده و یک منبع درآمد ثابت خواهد بود. اما چند ماه پس از بازگشایی کلینیک، تعداد مراجعه بیماران (و درآمدهای ناشی از آن)، در حدی پایین‌تر از پیش‌بینی‌های بیمارستان، متوقف ماند (leveled off). یک کمپین بازاریابی (marketing campaign) آغاز شد و مراجعه بیماران برای مدتی بالا رفت؛ اما به زودی باز هم افت کرد. سرانجام مدیران نگاه دقیقی به آمار مراجعه بیماران انداختند. آنها اوقاتی را در اتاق انتظار گذراندند و از کارکنان پذیرش و بیماران، نظرخواهی کردند. مشخص شد وقتی ترافیک بیماران پایین بود، سریعاً خدمات آنها ارائه می‌شد. خبر آن پخش شد، پزشکان و مددکاران (paramedic) کلینیک را به مردم توصیه می‌کردند، و کلینیک میلرفیلد شمالی شلوغ شد. اما نشستن در اتاق انتظارهای شلوغ، داتاً برای مردم ناخوشایند است. چون آنها گزینه‌های دیگری (غیر از این کلینیک) نیز داشتند، به جاهای دیگر رجوع کردند. درس کلی برای همه کسب‌وکارها این است که: اگر شما سطح خدمات خود را با انتظار مشتری منطبق نکنید، سیستم این کار را برای شما انجام خواهد داد!



شکل ۴۰

شکل ۴۰ سیستم تقاضای کلینیک میلرفیلد را با یک حلقه تعادلی نمایش می‌دهد. وقتی کلینیک با اقبال کمتری مواجه است، زمان انتظار پایین می‌آید و رضایت بیماران بالا می‌رود. با افزایش مراجعات به کلینیک، مجدداً زمان انتظار بالا می‌رود و رضایت بیماران کاهش می‌یابد.

در این پویایی، حداقل دو تأخیر قابل توجه وجود دارد:

- تأخیری که طول می‌کشد تا رضایت مشتریان کاهش یابد. ("اولین باری که به آن کلینیک مراجعه کردم، فکر کردم شاید انتظارهای طولانی، اتفاقی بوده است. وقتی بار دوم مراجعه کردم، می‌خواستم آنجا را ترک کرده و به جای دیگری مراجعه کنم، اما همسرم اصرار کرد تحمل کنم")
 - تأخیری که طول می‌کشد تا از دست رفتن وجهه کلینیک، احساس شود. ("آخرین دفعه‌ای بود که به آنجا رفتیم. ماههاست به آنجا برگشته‌ایم. هفته قبل، از آنجا رد می‌شدم و متوجه شدم که شروع به تبلیغات برای جذب بیماران کرده‌اند.")
- به همین دلیل است که حلقه‌های تعادلی را با علامت الاکلنگ نیز نشان می‌دهند تا بیانگر رفت و برگشت حول یک هدف باشد:

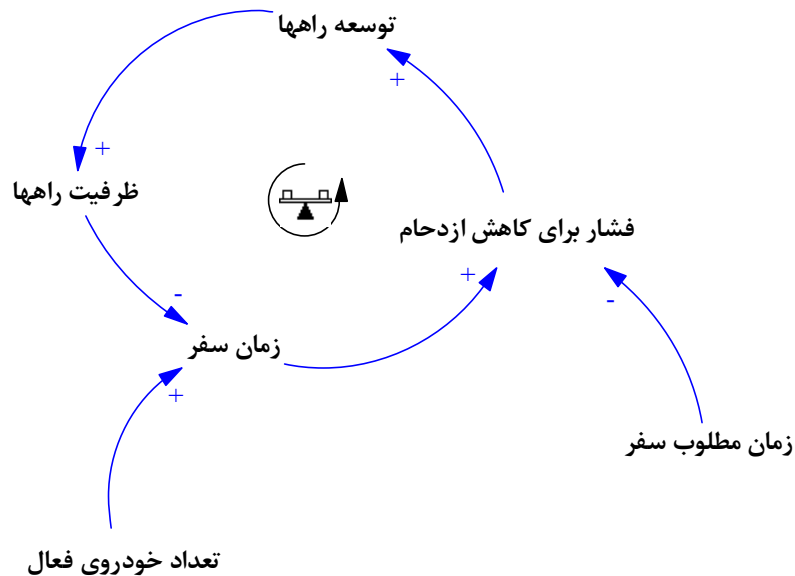


سیستم ابتدا کمی اضافه جهش می کند (overshooting) آنگاه در جهت معکوس، آنرا جبران می نماید. البته پویایی موجود در این مثال، نه فقط برای اتاق های اورژانس بیمارستان ها، بلکه در مورد رستوران ها، غذای سریع ها (fast food)، فروشگاه ها، سوپرمارکت ها، بانک ها، ایستگاه های پمپ بنزین و هر کسی که با از دست دادن یک مؤلفه مهم خدمات خوب، مشتریان را فراری می دهد، نیز صدق می کند.

(۵-۵) چند مثال

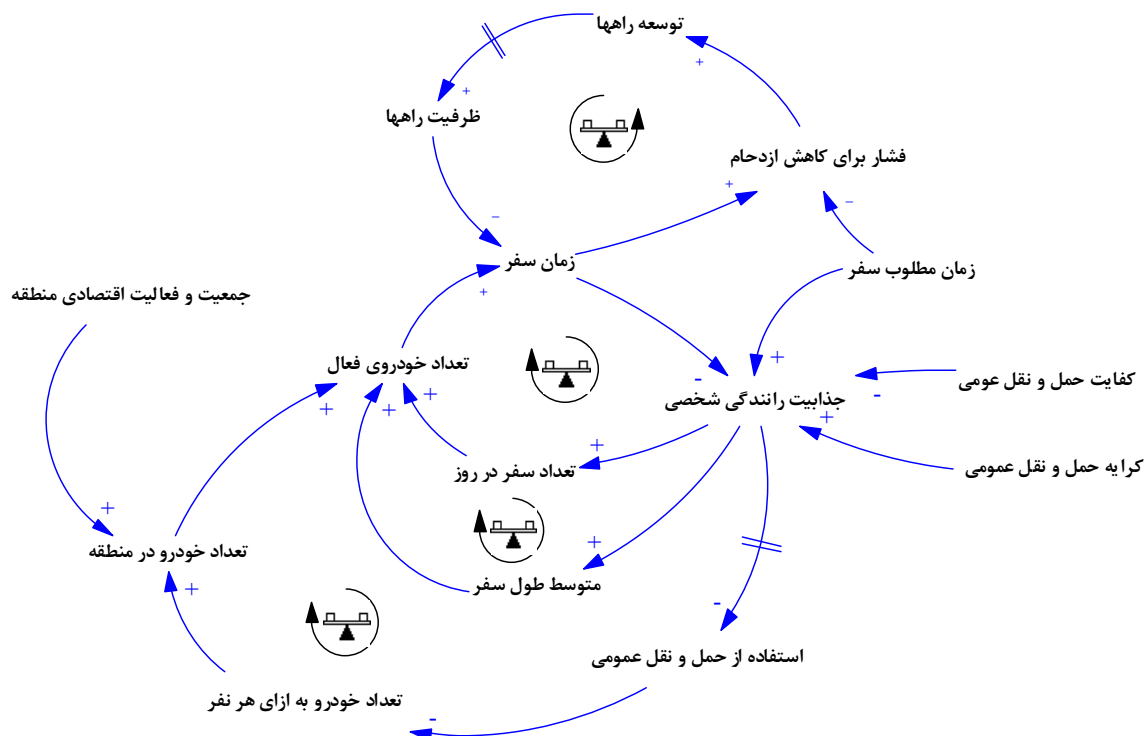
مثال ۱: مسئله ترافیک

تصور رایج نسبت به حل مسئله ترافیک طبق شکل زیر است:



شکل ۴۱

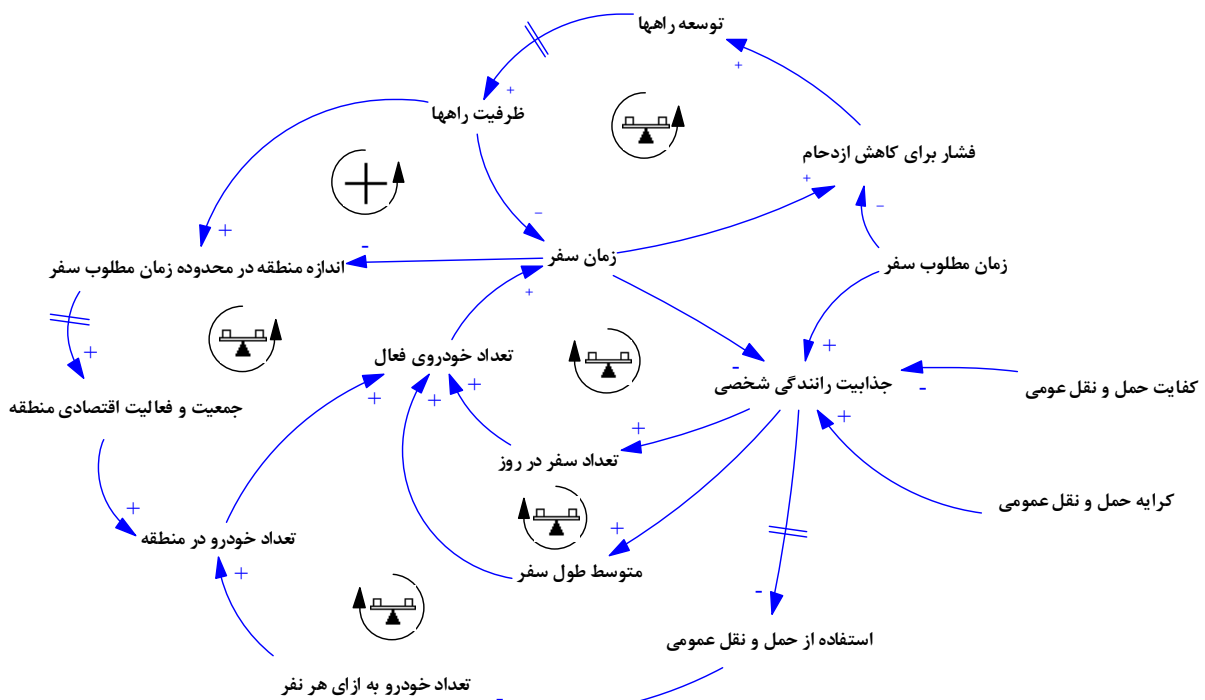
نمودار فوق، بیانگر یک حلقه تعادلی است که سعی دارد زمان سفر را به زمان مطلوب سفر، نزدیک کند. فاصله بین زمان (واقعی) سفر با زمان مطلوب آن، موجب ایجاد فشار برای کاهش ازدحام در خیابانها می‌گردد. این فشار موجب شروع پروژه‌های توسعه و بهبود خیابانها می‌گردد که پس از مدتی، با بهره‌برداری از این پروژه‌ها، ظرفیت راهها افزایش می‌یابد که این نیز موجب کاهش زمان سفر خواهد بود. تصور رایج در مورد مسئله ترافیک این است که با توسعه خیابانها، مسئله ترافیک حل خواهد شد. اما در عمل این گونه نیست: سیستم در مقابل اقدامات ما عکس‌العمل نشان داده و آنها را خنثی می‌کند. ما به دلیل در نظر نگرفتن بازخوردهای عمل‌کننده در سیستم، چنین تصویری داریم. تعداد خودروی فعال متغیری برونزا فرض شده است که البته صحیح نیست. نمودار زیر، نگرش کاملتری نسبت به مسئله ترافیک را ارائه می‌دهد:



شکل ۴۲

طبق نمودار فوق، با توسعه خیابانها، زمان سفر کاهش می‌یابد که این نیز موجب افزایش جذابیت رانندگی شخصی است. افراد اشتیاق بیشتری برای استفاده از خودروی شخصی خواهند داشت. افزایش جذابیت رانندگی موجب افزایش تعداد سفر در روز و نیز متوسط طول سفرها خواهد بود که اینها نیز تعداد خودروی فعال (تعداد خودروی موجود در خیابانها) را افزایش می‌دهند. افزایش تعداد خودروها نیز به معنی افزایش زمان سفر است. البته افزایش جذابیت رانندگی، تأثیر دیگری نیز دارد و آن کاهش استفاده از حمل‌ونقل عمومی است که این نیز تعداد خودروی فعال را افزایش می‌دهد. بنابراین، توسعه راهها و کاهش زمان سفر ناشی از آن، با افزایش جذابیت رانندگی شخصی، خنثی گردید. در نمودار فوق، جمعیت و فعالیت اقتصادی منطقه، متغیری برونزا فرض شده است که این نیز صحیح نیست.

نمودار زیر، بازخوردهای بیشتری از مسئله را نشان می‌دهد. با افزایش ظرفیت راهها و کاهش زمان سفر، اندازه منطقه‌ای که در محدوده زمان مطلوب سفر قرار دارد، نیز افزایش می‌یابد. افراد می‌توانند مسیرهای طولانی‌تری را برای رفتن به محل کار یا زندگی خود طی کنند که این موجب افزایش جمعیت و فعالیت اقتصادی منطقه است. افزایش جمعیت، تعداد خودروها را افزایش داده و زمان سفر را زیاد می‌کند.

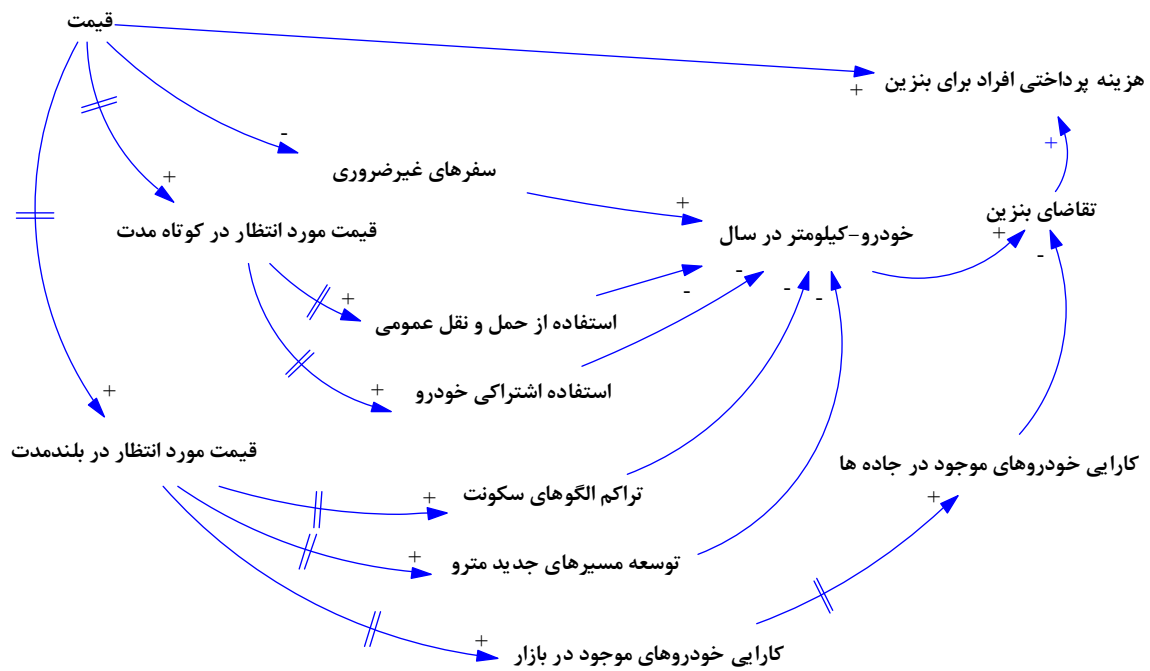


شکل ۴۳

به طور خلاصه باید گفت که با توسعه و بهبود خیابانها، در کوتاه مدت، زمان سفر کاهش می یابد اما این کاهش با افزایش جذابیت استفاده از خودروی شخصی و نیز افزایش جمعیت و فعالیت اقتصادی منطقه، جبران می گردد: مسئله دوباره ظاهر شد. خواننده محترم می تواند صحت تحلیل فوق را در مورد مسئله ترافیک در تهران بزرگ بررسی نماید.

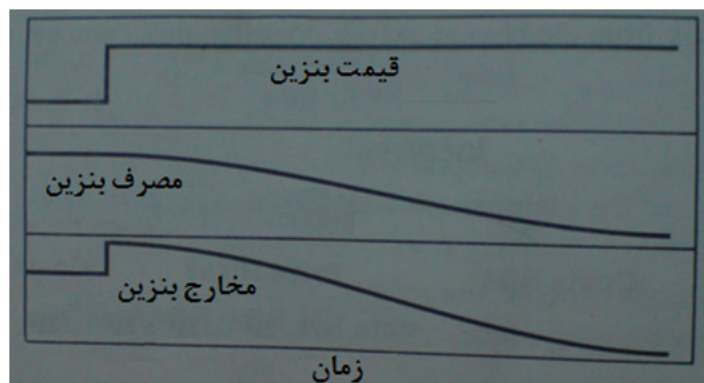
مثال ۲: تقاضای انرژی

پاسخ فروش بنزین به تغییرات قیمت، با تاخیرهای طولانی همراه است. در کوتاه مدت، تقاضای بنزین کاملاً بدون کشش است: اگر قیمتها افزایش یابند، مردم می توانند تا حدودی سفرهای غیرضروری را کاهش دهند اما اغلب مردم هنوز هم باید برای رفتن به محل کار، مدرسه، و سوپرمارکت، رانندگی کنند. وقتی مردم دریابند که احتمالاً قیمتها بالا خواهند ماند، ممکن است خودروهای اشتراکی (car pool) را سازماندهی کنند یا در صورتی که از قبل در دسترس باشد، به حمل و نقل عمومی روی آورند. در طول زمان، قیمتهای بالا، پاسخهای دیگری را نیز سبب می شوند. اول اینکه مصرف کنندگان (و شرکتهای خودروسازی) منتظر می مانند تا اگر قیمت بنزین به مدت طولانی به اندازه کافی بالا بماند، خرید و طراحی ماشینهای کارا تر را توجیه کنند (تاخیر ادراکی و تصمیم گیری، به مدت شاید یک سال یا بیشتر). وقتی مردم بدانند که قیمت به این زودیها پایین نمی آید، شرکت های خودروسازی باید ماشینهای کارا تر را طراحی نموده و بسازند (تاخیر چند ساله). حتی بعد از اینکه ماشینهای کارا تر در دسترس قرار گیرند، اکثر ماشینهای موجود در جادهها ناکارا خواهند بود که همان مدلهای قدیمی تر هستند که وقتی فرسوده شوند، جایگزین می گردند (تاخیر حدوداً ۱۰ ساله). اگر قیمتها باز هم بالا بمانند، سرانجام تراکم الگوهای سکونت افزایش می یابد زیرا مردم، مناطق حومه ای را ترک و به محل کار خود نزدیک تر می شوند. روی هم رفته، کل تاخیر در رابطه بین قیمت و تقاضای بنزین، به طور چشمگیری، بیش از یک دهه خواهد بود. وقتی به تدریج، ماشینهای موجود در جادهها با ماشینهای کارا تر جایگزین شوند و (احتمالاً) مسیرهای جدید حمل و نقل جمعی (mass transit routes)، طراحی و ساخته شوند، تقاضا برای بنزین، کاهش خواهد یافت. تقاضا در بلندمدت، کاملاً با کشش خواهد بود. نمودار حلقه علّیت مثال فوق ارائه گردیده است:



شکل ۴۴

وقتی قیمت بنزین افزایش یابد، در کوتاه مدت تقاضای بنزین نسبتاً نامنعطف است. بنابراین اولین پاسخ به افزایش قیمت، افزایش مخارج پرداختی برای بنزین خواهد بود. در بلندمدت، تطبیق تقاضا، بیش از جبران افزایش قیمت بوده و مخارج کاهش خواهند یافت. نمودار زیر، تغییرات قیمت، مخارج پرداختی برای بنزین و تقاضای بنزین را نشان می دهد:



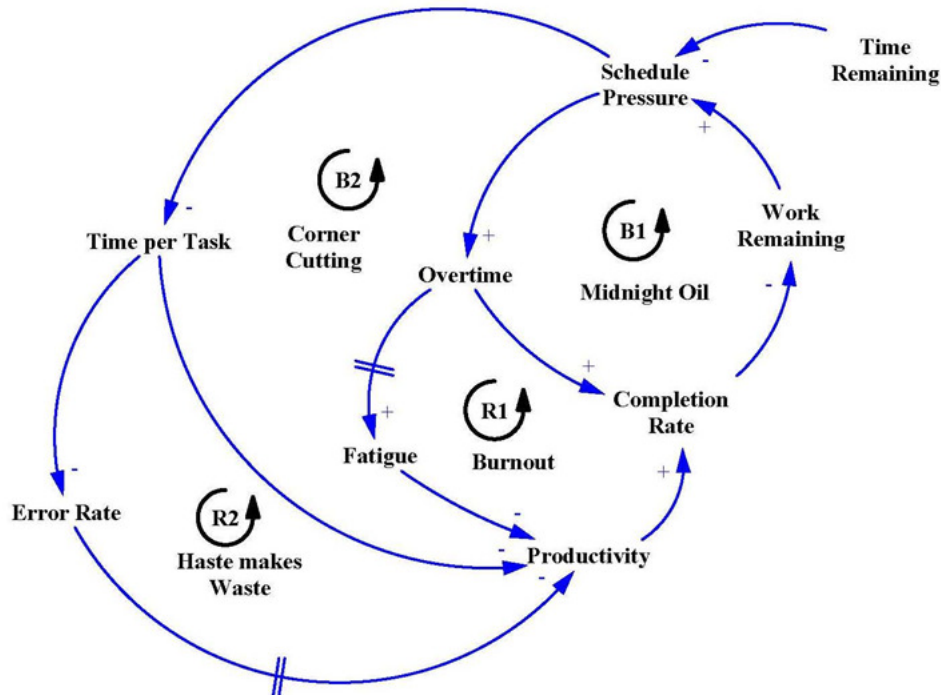
شکل ۴۵

از دید مصرف کننده، این وضعیت "بدتر-قبل از-بهبتر" است. تأخیرهای زمانی و موازنه‌ای (trade-off) که ایجاد می کنند، مشخص می کند که چرا افزایش مالیات های بنزین، (حداقل در کشوری مثل ایالات متحده) این قدر مشکل است. گرچه منافع بلندمدت، بیش از هزینه های کوتاه مدت است (حتی با لحاظ نمودن ارزش فعلی آنها)، اما آنها پس از چندین سال نمایان می شوند. مقامات دولتی که متمرکز بر مبارزات انتخاباتی بعدی هستند، هزینه های کوتاه مدت را از نظر سیاسی، غیر قابل قبول می دانند. آنها چنین قضاوتی دارند زیرا عموم مردم نمی خواهند امروز کمی فداکاری کنند تا فردا منافع بزرگتری به دست آید.

مثال ۳:

به شکل زیر توجه کنید که توسط تعدادی از مدیران و مهندسان برای بررسی علل تحویل دیرهنگام کارهای طراحی، ایجاد شده است. این نمودار، رفتار مهندسان را در تلاش برای تکمیل یک پروژه تا یک موعد مشخص،

نشان می‌دهد. آنها کار باقی‌مانده برای انجام (work remaining) را با زمان باقی‌مانده تا موعد تحویل پروژه (remaining time) مقایسه می‌کنند. هر چه فاصله بیشتر باشد، آنها فشار زمان‌بندی (schedule pressure) بیشتری احساس خواهند کرد. وقتی فشار زمان‌بندی بالا می‌رود، مهندسان چندین انتخاب دارند. اول اینکه آنها می‌توانند اضافه‌کاری (overtime) کنند. به جای ۵۰ ساعت کار عادی در هر هفته، آنها می‌توانند کارشان را زودتر شروع کنند، ناهار را حذف کنند، تا دیروقت کار کنند و در تعطیلات آخر هفته نیز مشغول کار باشند. با دود چراغ خوردن (burning the midnight oil) آنها نرخ تکمیل وظایفشان را افزایش می‌دهند، کارهای عقب‌افتاده را تمام می‌کنند و فشار زمان‌بندی را فرو می‌نشانند (حلقه تعادلی B1). اما اگر کارکرد هفتگی، برای مدتی طولانی، بالا باقی بماند، خستگی (fatigue) شروع و بهره‌وری (productivity) کاهش می‌یابد. وقتی بهره‌وری کاهش می‌یابد، نرخ تکمیل کارها (work completion rate) کم می‌شود که این نیز فشار زمان‌بندی را افزایش داده و منجر به ساعات کاری طولانی‌تر می‌گردد: حلقه تقویتی خستگی (burnout)، اثربخشی اضافه‌کاری را محدود می‌کند. روش دیگر برای تکمیل سریعتر کارها، کاهش زمان صرف شده روی هر وظیفه (time per task) است. صرف زمان کمتر روی هر وظیفه، تعداد کارهای انجام شده در هر ساعت (بهره‌وری) را بالا می‌برد و فشار زمان‌بندی را کم می‌کند و بنابراین حلقه تعادلی B2 را کامل می‌کند. بحث داغی در مورد نام‌گذاری این حلقه در گرفت. مدیران ادعا می‌کردند که مهندسان همیشه کارشان را آب طلا (gold-plated) می‌دهند. آنها احساس می‌کردند فشار زمان‌بندی نیاز است تا اتلاف (waste) را حذف و مهندسان را مجبور به تمرکز بر کارشان نماید. مهندسان استدلال می‌کردند که اغلب، فشار زمان‌بندی آن قدر بالا می‌رود که آنها انتخابی جز حذف تضمین کیفیت و صرف‌نظر کردن از مستندسازی کارشان ندارند. آنها این حلقه را Corner Cutting loop نامیدند. سپس بحث می‌کردند که corner cutting نقض غرض است زیرا نرخ خطا (error rate) را افزایش می‌دهد که منجر به دوباره‌کاری و بهره‌وری پایین‌تر در بلندمدت می‌گردد: "عجله، موجب اتلاف است" (Haste makes Waste) و گفتند که فشار زمان‌بندی، باز هم بالاتر می‌رود و منجر به فشار بیشتری برای corner cutting می‌گردد. (مدل کامل، حلقه‌های خیلی بیشتری نسبت به شکل زیر داشت.)



شکل ۴۶

مثال ۴: دست پنهان آدام اسمیت و ساختار بازخورد در بازارها

(Adam Smith's Invisible Hand and the Feedback Structure of Markets)

"دست پنهان" آدام اسمیت یکی از مشهورترین استعاره‌ها در زبان انگلیسی است. اسمیت متوجه شد که بازار آزاد، حلقه‌های بازخورد منفی قدرتمندی خلق می‌کند که موجب می‌شوند قیمت‌ها و سودها خود به خود تنظیم شوند (self-regulating). با این که اسمیت ابزارهای مدرنی همچون نمودارهای علی و مدل‌های شبیه‌سازی را در اختیار نداشت، در شرح او از کارکرد بازارها، حلقه‌های منفی به وضوح مشخص‌اند. اسمیت در "ثروت ملل" مطرح کرد که برای هر کالایی (commodity) یک قیمت طبیعی وجود دارد که دقیقاً برای پرداخت اجاره زمین، دستمزد نیروی کار، و سود سرمایه به کار رفته برای عمل آوردن، آماده کردن، و بردن کالا به بازار، کافی است. اگر کالایی با قیمت طبیعی فروخته شود، دقیقاً با قیمتی که می‌ارزد، فروخته شده است؛ با قیمتی که واقعاً برای آورنده کالا به بازار، هزینه داشته است. اما قیمت واقعی بازار ممکن است بالاتر یا پایین‌تر یا دقیقاً مساوی قیمت طبیعی آن باشد؛ یعنی بازارها در هر زمانی ممکن است خارج از حالت تعادل باشند.

اسمیت سپس توضیح داد که چگونه قیمت‌ها به تعادل بین عرضه و تقاضا پاسخ می‌دهند:

قیمت بازاری هر کالایی خاصی بر اساس نسبت بین مقداری که واقعاً به بازار آورده شده و تقاضای آنهایی که مایلند قیمت طبیعی کالا را بپردازند، تنظیم می‌شود ... وقتی مقدار کالایی که به بازار آورده شده، کمتر از تقاضای مؤثر باشد، نمی‌توان به همه کسانی که حاضرند قیمت کامل کالا را بپردازند، به اندازه‌ای که می‌خواهند، کالا عرضه کرد. برخی از آنها حاضرند مبلغ بیشتری پرداخت کنند. فوراً رقابتی بین آنها شکل می‌گیرد و قیمت بازار، کم و بیش، بالاتر از قیمت طبیعی خواهد بود.

به طور مشابه، وقتی عرضه بر تقاضا فزونی می‌گیرد، قیمت بازار، کم و بیش، به کمتر از قیمت طبیعی افت می‌کند.

عرضه هم به قیمت بازار واکنش نشان می‌دهد:

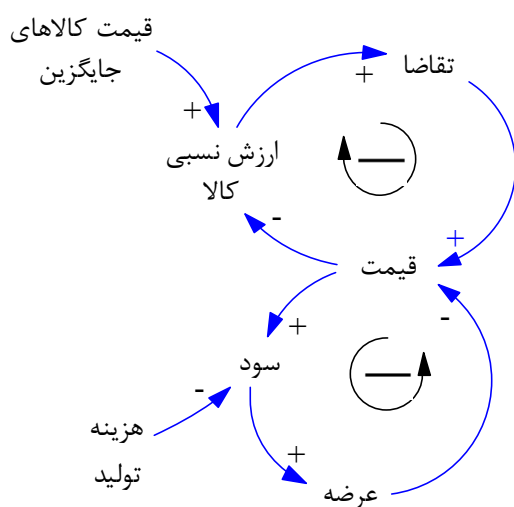
اگر مقدار کالایی که به بازار آورده شده، کمتر از تقاضای مؤثر باشد، برخی از مؤلفه‌های قیمت کالا باید از قیمت طبیعی خود بالاتر روند. اگر اجاره بالاتر رود، علاقه سایر زمین‌داران به طور طبیعی آنها را وادار می‌کند زمین بیشتری برای عمل آوردن این کالا فراهم کنند. اگر دستمزد یا سود بالاتر رود، علاقه سایر کارگران و فروشندگان، به زودی آنها را وادار خواهد نمود تا نیرو و سرمایه بیشتری برای آماده‌سازی و عرضه کالا به بازار به کار گیرند. مقدار کالایی که این گونه عرضه می‌شود، به زودی برای تأمین تقاضای مؤثر، کافی خواهد بود. همه اجزاء قیمت کالا به قیمت طبیعی خود افت می‌کنند و قیمت کل نیز به مقدار طبیعی خود باز می‌گردد.

نمایش ساده‌ای از ساختار بازخوردی که اسمیت توضیح می‌دهد، در شکل ۳۷ آمده است.

وقتی قیمت کالایی از قیمت طبیعی آن بالاتر می‌رود، خریداران کمتری مایل به پرداخت مبلغ اضافه خواهند بود؛ یعنی وقتی قیمت کالایی نسبت به قیمت‌های جایگزین (شامل همه استفاده‌های جایگزین که خریدار برای پول در دسترس خود دارد) بالاتر می‌رود، مصرف‌کنندگان خواهان جایگزین‌ها خواهند شد و در غیر این صورت احساس می‌کنند پول اضافی پرداخت کرده‌اند. وقتی تقاضا افت می‌کند، قیمت‌ها پایین آورده می‌شوند و یک حلقه منفی شکل می‌گیرد. قیمت‌های بالاتر نیز سود قابل حصول توسط تأمین‌کنندگان را افزایش می‌دهد که این نیز تازه‌واردهایی را به بازار جذب می‌کند و تولیدکنندگان موجود را تشویق می‌کند تا خروجی خود را افزایش دهند. با افزایش عرضه، قیمت‌ها روند نزولی پیدا می‌کنند. این دو حلقه بازخورد منفی موجب تنظیم قیمت تا جایی می‌شوند که در صورت عدم وجود شوک‌های خارجی دیگر، بازار به تعادل می‌رسد؛ تعادلی که تولید با مصرف برابر است و قیمت با سطح طبیعی آن مساوی است. اسمیت نتیجه می‌گیرد:

بنابراین قیمت طبیعی، قیمت محوری است که قیمت همه کالاها به طور مداوم به سمت آن کشیده می‌شود. برخی اتفاقات ممکن است قیمت‌ها را خیلی بالاتر از قیمت طبیعی یا حتی پایین‌تر از آن، معلق نگهدارند. اما با

وجود هر مانعی که رسیدن قیمت‌ها به این محور سکون و قرار را سخت می‌کند، قیمت‌ها به طور مداوم میل به سمت آن دارند.



شکل ۴۷

بینش عالی اسمیت در این بود که درک کرد وقتی قیمت‌ها از سطح طبیعی فراتر روند، تولیدکنندگانی که به دنبال حداکثر نمودن نفع خود هستند، وارد بازار می‌شوند تا جایی که قیمت‌ها به حدی افت کنند که بازگشت سرمایه آنها بالاتر از جاهای دیگر نباشد و این منجر به رقابتی شدن قیمت‌ها و تخصیص کارای منابع در سطح جامعه می‌گردد.

نتیجه‌گیری مشهور او چنین است:

هر فردی به سختی می‌کوشد سرمایه‌اش را به گونه‌ای به کار گیرد که از تولیداتش حداکثر ارزش را کسب کند. عموماً او نه قصد کمک به منافع عمومی را دارد و نه می‌داند چقدر به آن کمک می‌کند. او فقط به دنبال امنیت و نفع خویش است. یک دست پنهان او را هدایت می‌کند تا به حصول نتیجه‌ای کمک کند که قصد آنرا نداشته است. او با تعقیب منافع خود غالباً به منافع جامعه، اثربخش‌تر از وقتی که واقعاً چنین قصدی می‌داشت، کمک می‌کند.

بنابراین اسمیت یکی از اولین متفکران سیستم بود که نشان داد چگونه رفتار مبتنی بر منافع معقول فردی، می‌تواند (از طریق فرایندهای بازخورد ناشی از تعامل آنها با یکدیگر) به اثرات جانبی ناخواسته برای همه منجر شود.

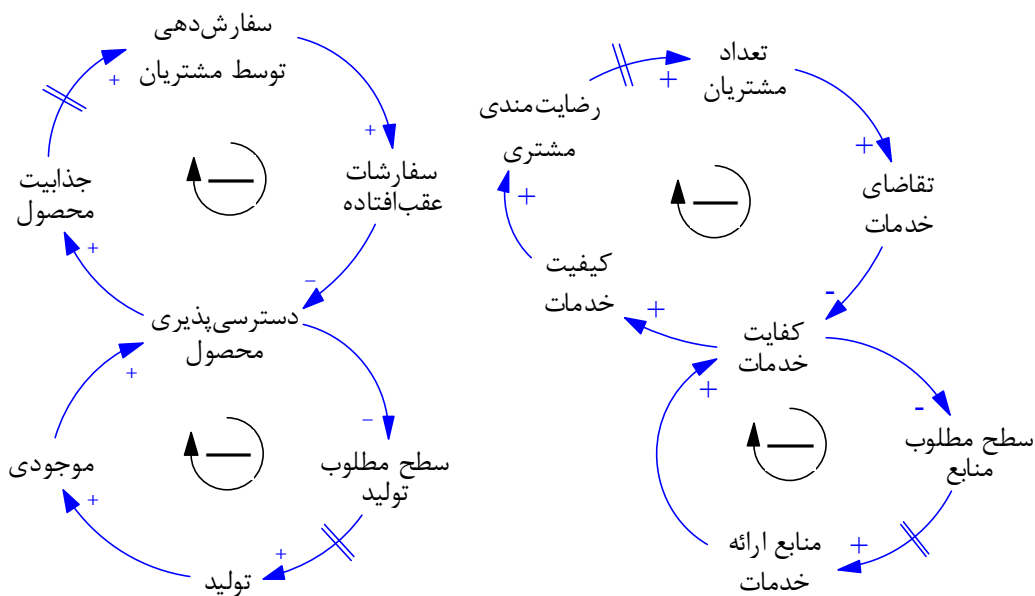
اما خود اسمیت مراقب بود تا محدودیت‌های بازخوردهای بازار در متعادل نمودن عرضه و تقاضا در قیمت طبیعی را بیان کند. او می‌نویسد "البته این در صورتی صادق است که آزادی کامل وجود داشته باشد؛ یعنی تحت شرایط رقابت کامل (ورود و خروج آزاد به/از بازار، گردش آزاد عوامل تولید، و مبادله آزاد اطلاعات تقاضا، عرضه، هزینه‌ها و سود). جایی که انحصارها، اسرار تجاری، قوانین دولتی، موانع تجاری، محدودیت‌های مهاجرت و گردش سرمایه، و سایر بازخوردهای خارج از حلقه‌های منفی ساده متصل‌کننده عرضه و تقاضا وجود دارد، اسمیت می‌گوید ممکن است قیمت و سود برای سالیان طولانی و حتی دهها سال، بالاتر از سطح طبیعی قرار گیرند.

ساختار بازخورد مربوط به بازارهای رقابتی که در شکل ۴۷ ارائه شد، بسیار مفید است. با شروع از این چارچوب کلی و تجزیه بیشتر آن (disaggregate)، می‌توان فرایندهای تعدیل‌کننده مشخصی را که در هر بازار خاصی برای عرضه و تقاضا فعال‌اند، نشان داد. علاوه بر حلقه‌های عرضه و تقاضا می‌توان بازخوردهای مثبت و منفی دیگری را نیز اضافه کرد و اثرات (implications) آنها را ارزیابی نمود. در صورت وجود تأخیرهای زمانی در واکنش عرضه و تقاضا به قیمت‌های بالاتر، می‌توان آنها را تخمین زد و اثرات (implications) آنها بر ثبات بازار را

مورد کاوش قرار داد. اگر حلقه عرضه یا تقاضا با قدرت و سرعت عمل کنند (کشش بالا در کوتاه مدت)، آنگاه اگر اختلالی ایجاد شود (perturbed)، بازار به سرعت به تعادل باز می‌گردد؛ اما اگر تأخیرهای طولانی یا پاسخ‌های ضعیف در حلقه‌ها وجود داشته باشد (کشش پایین در کوتاه مدت و کشش بالا در بلندمدت)، بازار در معرض عدم تعادل طولانی‌مدت و بی‌ثباتی خواهد بود؛ شوک‌های تصادفی در تقاضا یا تولید، رفتار نوسانی بازار را تحریک و فعال خواهد نمود.

قیمت به تنهایی عامل تعیین‌کننده در همه بازارها نیست. محصولات کمی هستند که کالاهای محضی باشند که فقط قیمت آنها مهم باشد: محصولات و خدمات به طور روزافزونی متمایز می‌شوند و شرکت‌ها برای ارائه بهترین دسترسی‌پذیری (availability)، قابلیت اطمینان در تحویل، خدمات، کارکرد (functionality)، روش‌های پرداخت، aftermarket support و غیره، رقابت می‌کنند. در بسیاری از بازارها قیمت‌ها با سرعت کافی تغییر نمی‌کنند تا عرضه و تقاضا را متعادل کنند و سایر متغیرهای رقابتی همچون دسترسی‌پذیری (availability)، در شفاف نمودن (clearing) بازار مهم می‌شوند. قیمت‌ها ممکن است بر اثر قوانین دولتی، هزینه‌ها و بار کاری اعمال تغییرات مکرر در قیمت‌ها، یا ملاحظات منصفانه، گند باشند. به عنوان مثال، اکثر مردم غیرمنصفانه می‌دانند که فروشگاه‌ها قیمت پاروها را بعد از بارش یک برف سنگین بالا ببرند؛ با این که ممکن است تقاضا افزایش یافته باشد.

در بسیاری از محیط‌های سازمانی، قیمت اصلاً عامل تعیین‌کننده‌ای نیست. به عنوان مثال، اکثر سازمان‌ها برای دفاتر کار، پارکینگ‌ها، توجه مدیریت ارشد، و خیلی دیگر از منابع کمیاب، بازار مبتنی بر قیمت ندارند. در این موارد، هنوز هم عرضه و تقاضا از طریق بازخوردهای منفی به هم متصل‌اند؛ اما منابع بر اساس دسترسی‌پذیری (availability)، ملاحظات سیاسی (politics)، منصفانه تلقی شدن، قرعه‌کشی، یا سایر رویه‌های اداری، تخصیص می‌یابند. شکل ۴۸ چند مثال از بازارهایی که مبتنی بر قیمت نیستند، را نشان می‌دهد. در هر مورد، ساختار بازخورد، مجموعه‌ای از حلقه‌های منفی متصل به یکدیگر است که عرضه و تقاضای یک منبع را تنظیم می‌کنند. همانند بازارهای مبتنی بر قیمت، ممکن است تأخیرهای قابل توجهی در این تنظیم‌ها وجود داشته باشد که منجر به عدم تعادل طولانی‌مدت می‌گردد.



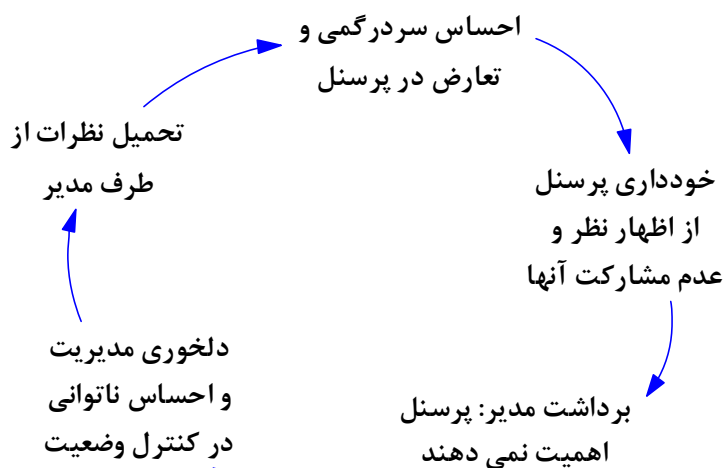
شکل ۴۸

مثال ۵: ساختار تقویتی مدل‌های ذهنی

مدل‌های ذهنی معمولاً جزئی از ساختارهای تقویتی هستند که موجب ماندگاری خود (self-perpetuating) می‌شوند.

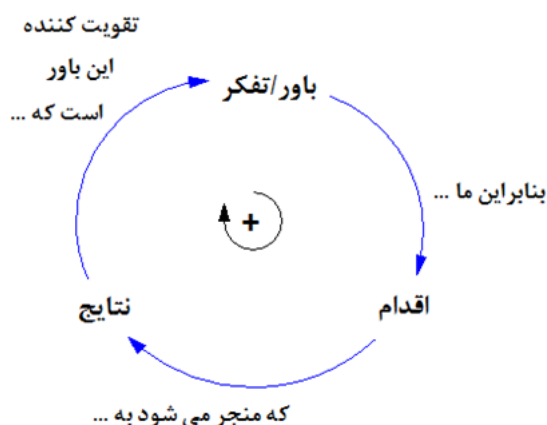
ارتباط بین رؤسا و زیردستان یا واحدهای زیرمجموعه، گروه‌های فرهنگی، و والدین و فرزندان، تنها برخی از مثال‌هایی هستند که در آنها مدل‌های ذهنی، روش رفتاری خاصی را موجب می‌شوند و این رفتارها، نتایجی را ایجاد می‌کنند که موجب تقویت باورها می‌شود.

در شکل ۴۹ یک مثال ساده ارائه شده است که هم رئیس و هم زیردستان، شکایاتی موجه از یکدیگر دارند اما به رفتاری ادامه می‌دهند که موجب ماندگاری (perpetuate) مفروضات (یا مدل‌های ذهنی) آنها می‌گردد.



شکل ۴۹

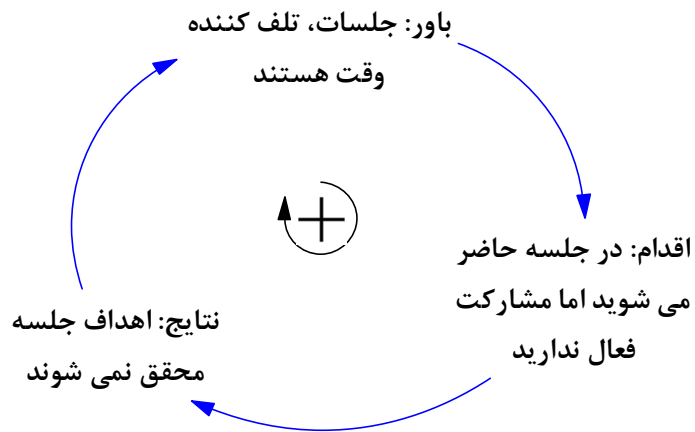
این نوع ساختار را روال تدافعی (defensive routine) نامیده‌اند. ساختار فوق، تدافعی است چون ادامه یک باور و رفتار را توجیه می‌کند؛ روال است چون در طول زمان، تبدیل به عادت می‌شود. این ساختار دارای سه عنصر است: باورها (تفکر یا مدل‌های ذهنی)، اقدامات و نتایج (شکل ۵۰).



شکل ۵۰

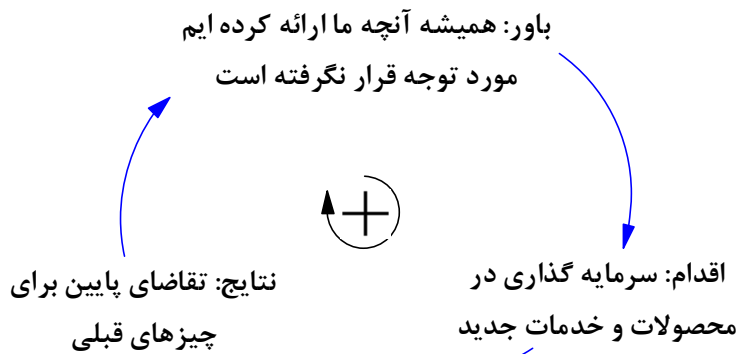
در مثال رئیس و زیردستان، دو روال تدافعی، ترکیب می‌شوند تا ارتباط را در پایین‌ترین سطح قابل قبول از نظر کیفی، نگه دارند.

مثال: روال‌های تدافعی در تمام سطوح زندگی سازمانی ظاهر می‌شوند (شکل ۵۱).



شکل ۵۱

یک جنبه مهم این روال‌ها این است که نتایجی که کسب می‌کنیم (یا کسب نمی‌کنیم)، مستقیماً به اقدامات خود ما ربط دارند. این اقدامات نیز مستقیماً به باورهای ما در مورد وضعیت، مرتبط‌اند. غیرمعمول نیست که مردم، از نتیجه خاصی راضی نشوند با این حال، ارتباطی بین فقدان نتیجه و اقدامات خودشان نبینند. شناسایی این روال‌ها، کمک می‌کند قدرت خود برای تغییر نتایج روزمره مانند اثربخشی جلسات، را ببینیم. وقتی شناسایی این عادت‌ها به صورت روتین درآید، بهتر قادر خواهیم بود ببینیم که چگونه مدل‌های ذهنی ما می‌توانند موفقیت استراتژی‌های سازمانی را محدود کنند و آنگاه تغییرات مورد نیاز را اعمال کنیم (شکل ۵۲).



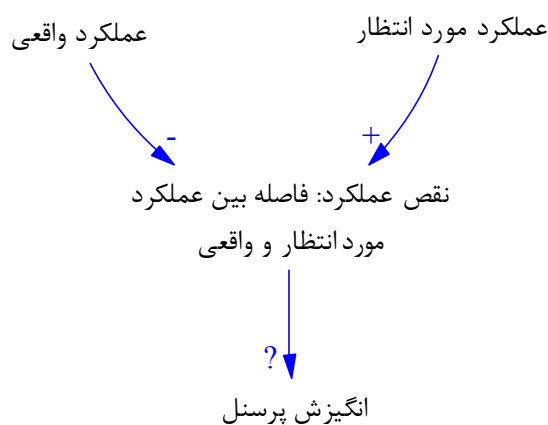
شکل ۵۲

(۵-۶) تمرین‌های فصل پنجم

تمرین ۱: در یک سازمان در مورد انگیزش پرسنل و روش‌های افزایش تلاش پرسنل بحث می‌شود. آنها یک نمودار مانند شکل زیر ترسیم نموده و درباره علامت لینک‌ها بحث می‌کنند. یک گروه می‌گویند که هرچه نقص عملکرد (فاصله بین عملکرد واقعی و عملکرد مورد انتظار) بیشتر باشد، پرسنل انگیزه بیشتری خواهند داشت. آنها می‌گویند باید اهداف بلندپروازانه و حتی غیر ممکن تعریف کنیم تا پرسنل به تلاش بیشتری تشویق شوند. بنابراین علامت لینک باید مثبت باشد. گروه دوم می‌گویند اگر فاصله بین عملکرد واقعی و عملکرد مورد انتظار زیاد باشد، موجب ناامیدی شده و پرسنل به این نتیجه می‌رسند که شانس برای رسیدن به هدف وجود ندارد و لذا علامت لینک باید منفی باشد.

نمودار ترسیم شده را با لحاظ نمودن هر دو نظریه فوق، تکمیل نمایید. توضیح دهید در شرایط مختلف، کدام یک از این لینک‌ها غالب می‌شوند.

در واقعیت، متغیرهای عملکرد واقعی و عملکرد مورد انتظار، برونزا نیستند. نمودار را به نحوی تکمیل کنید که تأثیر انگیزش بر عملکرد و تأثیر عملکرد واقعی بر اهداف (عملکرد مورد انتظار) را به طرز مناسبی نشان دهد.



شکل ۵۳

تمرین ۲: حباب‌های بورس‌بازی (Speculative Bubbles)

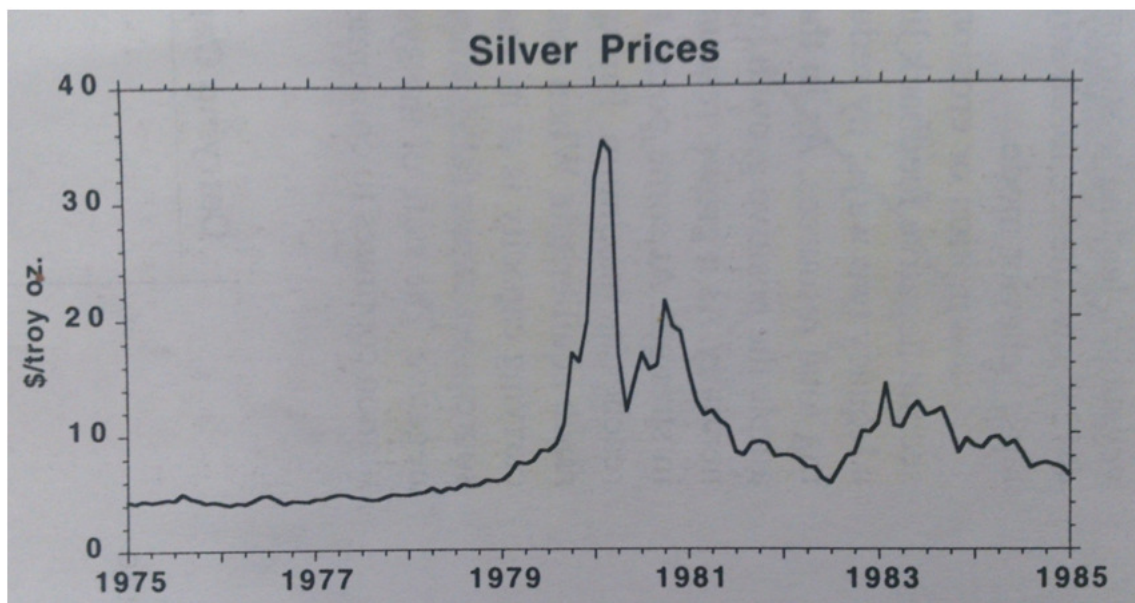
همه بازارها فقط شامل بازخورد منفی نیستند. در بسیاری از بازارها رفتار معقول فردی کارآفرینان، در تعامل با یکدیگر و در تعامل با ساختار فیزیکی سیستم، بازخوردهای مثبتی نیز ایجاد می‌کنند. یک مثال عمومی، حباب بورس‌بازی است. در چند قرن گذشته، حباب‌های بورس‌بازی بسیاری (در بازار طلا، نقره، املاک، نقاشی‌های امپرسیونیست، و سهام شرکت‌های اینترنتی) وجود داشته است.

جان استوارت میل (John Stuart Mill) ماهیت اصلی پویایی‌های بورس‌بازی را در پاراگراف زیر از کتاب مشهورش، اصول اقتصاد سیاسی (منتشر شده در ۱۸۴۸)، تلخیص نمود:

وقتی برداشت عمومی بر این است که احتمالاً قیمت کالایی (بر اثر یک تقاضای اضافی، برداشت محصول کم، موانع بر واردات کالا، یا هر عامل دیگری) بالا خواهد رفت، دلال‌ها (dealers) تمایل دارند موجودی خود را افزایش دهند تا از این افزایش قیمت مورد انتظار، سود ببرند. این تمایل به خودی خود نتیجه‌ای را که به دنبال آن است، ایجاد می‌کند: افزایش قیمت؛ و اگر افزایش قابل توجه و ادامه‌دار باشد، سایر دلال‌ها (که تا زمانی که قیمت‌ها شروع به نزول نکرده، آماده‌اند بپذیرند به افزایش ادامه خواهد داد) نیز

جذب می‌شوند. اینها با خرید بیشتر، پیشرفت بیشتری ایجاد می‌کنند؛ و بنابراین افزایش قیمتی که در ابتدا برخی زمینه‌های عقلانی داشت، اغلب با خریدهای صرفاً بورس‌بازانه تشدید می‌شود تا این که قیمت، بسیار فراتر از حدی رود که زمینه‌های اولیه، آنرا توجیه می‌کردند. بعد از مدتی درک این موضوع آغاز می‌شود؛ افزایش قیمت متوقف می‌شود و دارندگان کالا، که فکر می‌کنند وقت آن است که سود خود را محقق کنند، سراسیمه می‌خواهند بفروشند. آنگاه قیمت شروع به افت می‌کند. دارندگان کالا به بازار هجوم می‌آورند تا از زیان بیشتر جلوگیری کنند و چون کمتر کسی مایل به خرید از یک بازار در حال افت است، قیمت‌ها بسیار ناگهانی‌تر از بالا رفتن خود، سقوط می‌کنند.

توجه کنید که حساب بورس‌بازی فقط در بازار کالاها بوجود نمی‌آید بلکه در بازار سهام نیز رخ می‌دهد. یکی از مثال‌های کلاسیک حساب بورس‌بازی، بازار نقره در اواخر دهه ۱۹۷۰ است که قیمت‌ها در عرض یک سال، ده برابر شدند. آنگاه به صورت ناگهانی‌تر سقوط کردند.



شکل ۵۴

رفتار متغیرهای کلیدی موجود در شرح میل از حساب بورس‌بازی را ترسیم کنید. ساختار پایه دو حلقه‌ای بازار (شکل ۴۷) را مبنا قرار داده و یک نمودار حلقه علیت بر اساس متن نوشته شده توسط میل به گونه‌ای ترسیم کنید که پویایی‌های توضیح داده شده را تبیین کند. به طور خلاصه توضیح دهید که چرا ساختار بازخوردی شما با شرح میل مطابقت دارد و چگونه رفتار سیستم را تبیین می‌کند. مثال‌هایی از این پدیده ارائه کنید.

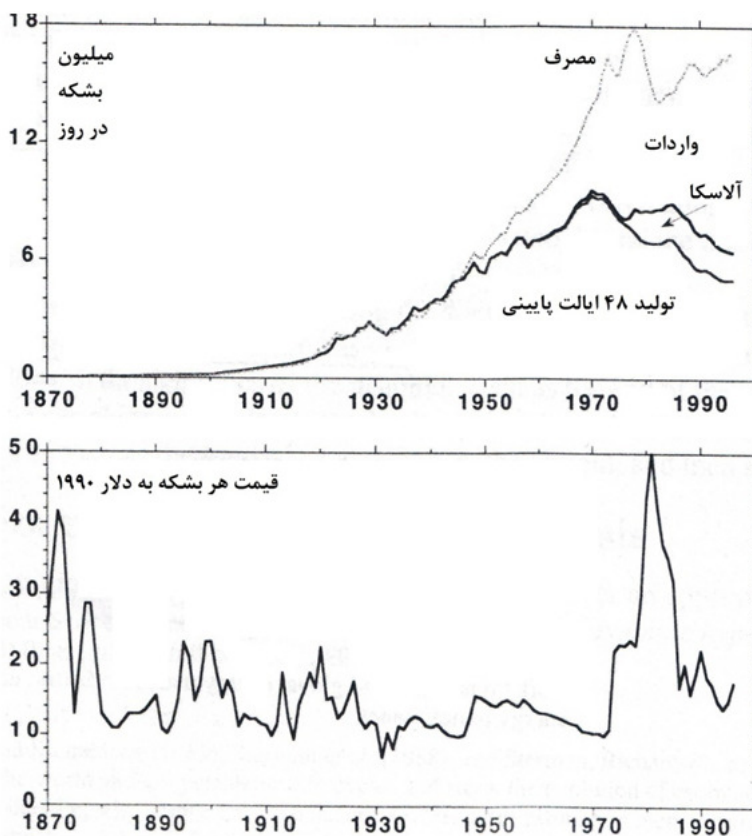
تمرین ۳: بحران نفتی دهه ۱۹۷۰ (The Oil Crises of the 1970s)

در ۱۹۷۳ اولین شوک نفتی اوپک، جهان صنعتی را شگفت‌زده و نگران کرد. قیمت‌های نفت در عرض چند ماه سه برابر شد چون بسیاری از تولیدکنندگان عرب، ارسال نفت به کشورهای غربی را تحریم کردند تا حمایت غربی‌ها از اسرائیل در جنگ یوم کیپار (Yom Kippur) را تلافی کنند. بسیاری از تحلیلگران بر این عقیده بودند که نیروهای بازار (از طریق واکنش‌های عرضه و تقاضا) در عرض چند ماه یا حداکثر یک یا دو سال، قیمت‌ها را به سطح قبل از تحریم‌ها بر می‌گردانند. اما قیمت‌ها بالا باقی ماندند و وقتی تولید نفت ایران به دنبال انقلاب ۱۹۷۹ افت کرد، بالاتر هم رفتند. تا اوایل دهه ۱۹۸۰ بسیاری از تحلیلگران پیش‌بینی می‌کردند قیمت‌های نفت حتی بالاتر هم می‌روند و هرگز به سطوح پایین مربوط به اوایل دهه ۱۹۷۰ بر نمی‌گردند. اما بعد از رسیدن قیمت نفت

به حدود ۵۰ دلار در هر بشکه (بر اساس دلار ۱۹۹۰)، قیمت نفت در اواسط دهه ۱۹۸۰ سقوط کرد. بسیاری از پروژه‌های اکتشاف نفت و انرژی‌های جایگزین، لغو شدند؛ ورشکستگی شایع شد. قیمت بنزین در آمریکا بر حسب قیمت‌های واقعی، از سطح قبل از تحریم‌ها پایین‌تر رفت (بنزین در اواخر دهه ۱۹۹۰ اغلب یک چهارم قیمت آب معدنی بود).

بر اساس ساختار بازخورد بازار در شکل ۴۷ یک نمودار علی برای تبیین (۱) شکست نیروهای بازار در بازگرداندن سریع قیمت‌ها به تعادل، بعد از اولین شوک نفتی (یعنی چگونه قیمت‌ها برای چنین مدت طولانی این قدر بالا باقی ماندند؟) و (۲) چرا قیمت‌ها در اواسط دهه ۸۰ سقوط کرد و برای چنین مدت طولانی زیر سطح تعادل باقی ماند (یعنی چرا قیمت‌ها بالا باقی نماندند؟). شکل ۴۴ برخی لینک‌های علی مربوط به طرف تقاضا را نشان می‌دهد. شکل ۵۵ تولید و مصرف نفت آمریکا و قیمت‌های واقعی در افق مربوطه را نشان می‌دهد. نمودار خود را ساده نگه دارید.

از نمودار خود استفاده کنید تا الگوی رفتاری که برای نرخ تولید نفت و نرخ حفاری چاه‌های جدید طی سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ انتظار دارید را ترسیم کنید. همچنین بهره‌برداری از ظرفیت را برای هر دو فعالیت ترسیم نمایید (یعنی در هر زمانی، چه کسری از چاه‌های موجود در حال استخراج هستند و چه کسری از دکل‌های حفاری موجود در حال کار هستند). نمودار شما در مورد پویایی‌های احتمالی قیمت جهانی نفت طی چند دهه آینده، چه می‌گوید؟



شکل ۵۵

توضیحات شکل ۵۵:

از ۱۹۲۰ تا ۱۹۷۳ مصرف نفت در آمریکا رشدی نمایی با نرخ متوسط ۴.۳٪ در سال داشت. تولید نیز تقریباً همین سرعت را داشت چون اکتشافات و فناوری‌های بهتر حفاری، بیش از جبران استهلاک (depletion) بود. با شروع از دهه ۱۹۵۰، واردات اندکی رشد کرد که به خاطر دسترسی به نفت خارجی ارزان بود. قیمت‌ها افتوخیز (اغلب شدید) داشتند اما با بهبود فناوری، روند نزولی آهسته‌ای نیز دنبال می‌کردند. همه این‌ها در ۱۹۷۰ تغییر

کرد. در ۱۹۷۰ تولید داخلی در اوج خود بود. علیرغم اکتشافات شدیدی که ناشی از قیمت‌های خیلی بالا در دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ بود، تولید داخلی همواره در حال کاهش بوده است. تولید نفت آمریکا از ۴۸ ایالت پایینی و نواحی ساحلی مجاور، در ۱۹۹۶ فقط ۵۴٪ سطح ماکزیمم خود بود. حتی افزایش تولید آلاسکا نیز وضعیت را عوض نکرد و تولید آلاسکا در ۱۹۸۸ در اوج خود قرار گرفت. قیمت‌های بالاتر پیامد شوک‌های نفتی دهه ۱۹۷۰، همراه با رکودهای شدید اقتصادی، رشد مصرف را متوقف کردند؛ با این حال تا ۱۹۹۶ واردات به ۶۱٪ کل مصرف نفت رسید.

تمرین ۴: شکست بازار، انتخاب نامطلوب و ماریج مرگ

(Market Failure, Adverse Selection, and the Death Spiral)

بسیاری از بازارها در دنیای واقعی، به خاطر محدودیت در اطلاعات، هزینه‌های ورود و خروج، و انعطاف‌ناپذیری منابع، کامل نیستند. این نقص‌ها (imperfections) بازخوردهایی ایجاد می‌کنند که گاهی حلقه‌های منفی متعادل‌کننده عرضه و تقاضا را در هم می‌شکنند و منجر به ناکارایی (inefficiency) یا حتی شکست کامل بازار می‌شوند. یکی از عوامل شکست بازار، انتخاب نامطلوب (adverse selection) است.

انتخاب نامطلوب زمانی رخ می‌دهد که فروشندگان و خریداران در بازار، اطلاعات متفاوتی دارند. یک مثال کلاسیک، که اولین بار توسط آکرلوف (Akerlof) در ۱۹۷۰ طرح گردید، در مورد بازار خودروهای دست دوم است. آکرلوف برای این که نشان دهد انتخاب نامطلوب چگونه عمل می‌کند، فرض کرد مالکان خودروهای کارکرده، از کیفیت خودروی خود مطلعند اما خریداران بالقوه مطلع نیستند. به ازای هر قیمت بازار، مالکان که کیفیت واقعی خودروی خود را می‌دانند، فقط خودروهایی را برای فروش عرضه می‌کنند که ارزش واقعی آنها کمتر از قیمت بازار است (لیموها) اما آنهایی را که ارزش واقعی‌شان بیشتر است، نگه می‌دارند (هلوها). بنابراین فقط خودروهایی که لیمو هستند، برای فروش عرضه می‌شوند. خریداران بالقوه این موضوع را می‌فهمند و از خرید امتناع می‌کنند. آکرلوف نشان داد که در حالت تعادل، هیچ کس مایل به خرید خودروی دست دوم نخواهد بود و بازاری وجود نخواهد داشت.

البته بازار خودروهای دست دوم وجود دارد. فرض آکرلوف مبنی بر بی‌اطلاعی کامل خریداران از کیفیت خودرو، برای ساده‌سازی است تا مثال شفاف‌تری ارائه کند. بازار خودروهای دست دوم، به تدریج روش‌های متعددی برای جلوگیری از شکست بازار ایجاد کرده است. خریداران از طریق رانندگی آزمایشی و بازدید مکانیک مورد اعتمادشان از خودرو، می‌توانند اطلاعاتی از کیفیت خودرو به دست آورند و مقرراتی نظیر قوانین لیمو و دکترین ضمانت تلویحی، ریسک خریدار را کاهش می‌دهند. اطلاعاتی که دلالت‌ها از کیفیت گذشته خودرو ارائه می‌کنند، مانعی برای فروش لیموها به خریداران ناآگاه است. هزینه‌ای که (از نظر پولی و زمانی) صرف این فعالیت‌ها می‌گردد، معیاری برای اندازه‌گیری تأثیر مسئله انتخاب نامطلوب در بازار خودروی دست دوم است.

{قوانین لیمو (lemon laws): قوانینی در برخی کشورها از جمله آمریکا که از خریداران محصولاتی مانند خودرو حمایت می‌کنند تا خسارت ناشی از خرابی اساسی محصول خریداری شده را از فروشنده دریافت کنند. البته این قوانین شامل محصولاتی می‌شود که با ضمانت فروخته شده‌اند و محصولاتی را که به عنوان "آنچه هست"، فروخته شده‌اند در بر نمی‌گیرد}

دکترین ضمانت تلویحی (implied warranty doctrine): تضمین ناگفته و نانوشته‌ای به خریدار است که کالای فروخته شده، برای کاربردهای معمول آن کالا، مناسب است. دادگاهها می‌توانند بر این اساس، حکم جبران خسارت خریدار توسط فروشنده را صادر کنند. البته چنین حکمی وقتی صادر می‌شود که دادگاه، فروشنده را تاجر آن کالا تشخیص دهد)

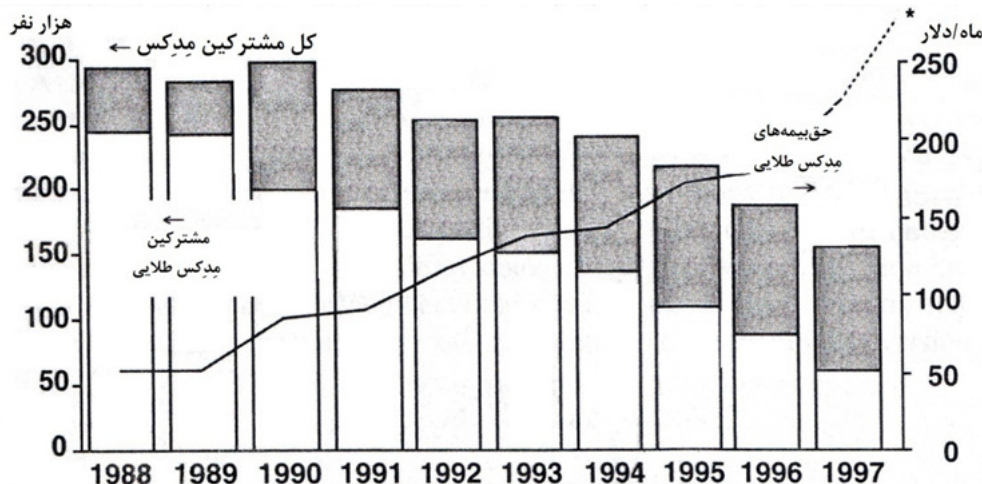
{

در انتخاب نامطلوب، هر فردی بر اساس اطلاعات در دسترس خود، منطقی عمل می‌کند و این منجر به نتیجه‌ای می‌شود که برای همه نامطلوب است. آکرلوف نشان داد که کارکرد بازار آزاد (حتی بدون وجود قدرت انحصاری یا تبانی بین تولیدکنندگان) همیشه هم مطلوب نیست. آدام اسمیت از نیروهای بازار تجلیل کرد چون معتقد بود یک دست نامرئی ایجاد می‌کنند که تک‌تک افراد را به سمت کمک به حصول نتیجه‌ای سوق می‌دهد که قصد آنرا نداشته‌اند؛ نتیجه‌ای که غالباً در جهت منافع جامعه است. اما آکرلوف نشان داد که عمل منطقی تک‌تک افراد بر اساس منافع خود، می‌تواند آنها را به سمت کمک (هر چند ناخواسته) به حصول نتیجه‌ای سوق دهد که برای منافع جامعه و خودشان مضر باشد.

اما نظریه آکرلوف همانند اکثر مدل‌های اقتصادی، وضعیت تعادل را نشان می‌دهد و پویایی‌های فرایند را مورد توجه قرار نمی‌دهد. برای بررسی پویایی‌های انتخاب نامطلوب، بازار بیمه سلامت در آمریکا را در نظر بگیرید:

در آمریکا از دهه ۱۹۵۰ هزینه‌های مراقبت از سلامت (health care)، بسیار سریعتر از GDP رشد کرده‌اند و برای دوره‌ای طولانی، هم از نظر هزینه‌های سرانه و هم از نظر درصد درآمد ملی، بالاترین مقدار در سطح جهان بوده است. با بالا رفتن هزینه‌ها، حق بیمه‌های سلامت نیز بالا رفتند. برنامه‌های دولتی از قبیل Medicare (برای سالمندان) و Medicaid (برای فقرا) برای فراهم نمودن یک حفاظ امن برای این گروه‌ها ایجاد شدند. اما هزینه‌های صعودی مراقبت از سلامت، به زودی از کمک پرداختی توسط دولت پیشی گرفتند و سالخورده‌گان را وادار کرد برای تکمیل Medicare به بیمه‌های خصوصی روی آورند. اما با بالا رفتن هزینه‌های بیمه خصوصی، بسیاری از افراد از این بازار حذف شدند. برای این که هزینه‌های درمانی موجب فقیرتر شدن این‌ها نشود، بسیاری از ایالت‌ها شرکت‌های بیمه را ملزم به ارائه بیمه‌ای که اصطلاحاً *مدی‌گپ* (medigap) نامیده می‌شود، به شهروندان سالمند نمودند تا در عوض، مجوز سایر فعالیت‌های خود در آن ایالت را دریافت کنند. در ایالت مساجوستس (Massachusetts) بیمه‌گران ملزم بودند حداقل یک طرح *مدی‌گپ* برای پوشش نامحدود داروهای تجویزی (که یکی از بالاترین هزینه‌های سالمندان است) ارائه کنند. در ابتدا این برنامه بسیار موفق بود. در دهه ۱۹۸۰ طیف گسترده‌ای از شرکت‌های بیمه‌گر، پوشش *مدی‌گپ* را در مساجوستس ارائه می‌کردند و بخش بزرگی از کل بازار افراد سالخورده را در بر می‌گرفت. بزرگترین برنامه که *مدیکس* (Medex) بود توسط BC/BS ارائه می‌شد و در ۱۹۸۷ حدود یک سوم کل شهروندان مسن ایالت را تحت پوشش داشت. حق بیمه‌ها پایین و حدود ۵۰ دلار در ماه بود. در اواخر دهه ۱۹۸۰ تورم هزینه‌های درمانی شتاب گرفت و بیمه‌گران باید حق بیمه‌ها را افزایش می‌دادند و این شامل حق بیمه‌های *مدی‌گپ* و *مدیکس* نیز می‌شد. در پاسخ به این افزایش، برخی سالخورده‌گان مجبور شدند پوشش *مدی‌گپ* خود را حذف کنند. سایرین متوجه شدند که می‌توانند با یافتن بیمه‌گران دیگر، یا عضو شدن در طرح‌هایی که مبلغ کمتری تعهد می‌کنند یا طرح‌هایی که برای اقلامی همچون **نسخه‌های تجویزی** (prescriptions) سقف قائل می‌شوند، نرخ‌های پایین‌تری بپردازند. اما فقط سالم‌ترین‌ها شرایط چنین طرح‌های ارزانه‌تری را داشتند. بیمارترین‌ها (آنهایی که از بیماری‌های مزمن رنج می‌بردند و آنهایی که سوابقشان نشان می‌داد بیمه‌شونده‌ای پرریسک‌اند) دارای شرایط پوشش بیمه‌های ارزانه‌تر یا سازمان‌های حفظ سلامت (health maintenance organizations) نبودند و هیچ گزینه‌ای جز ماندن در طرح *مدی‌گپ* نداشتند. در بسیاری از موارد، تنها هزینه نسخه‌های افراد سالخورده‌ای که تحت پوشش *مدیکس* بودند، در هر سال صدها دلار از حق بیمه آنها بیشتر بود. با افزایش بیمه‌شدگان زبان‌ده *مدی‌گپ*، حق بیمه‌ها نیز بالا رفت. اما حق بیمه‌های بالاتر، افراد نسبتاً سالم بیشتری را وادار به خروج از *مدی‌گپ* نمود؛ آنها پوشش بیمه‌ای دیگری پیدا کردند یا بدون پوشش بیمه ماندند و ریسک بیماری را خودشان تحمل کردند. آنهایی که در طرح باقی مانده بودند، به طور متوسط، بیمارتر و پر هزینه‌تر بودند و موجب بالاتر رفتن حق بیمه‌ها شدند. شکل ۵۶ روند تعداد مشترکین *مدیکس*

و حق بیمه‌ها را نشان می‌دهد. کل مشترکین (subscribers) از حدود ۳۰۰۰۰۰ نفر در ۱۹۸۸ به حدود ۱۵۸۰۰۰ نفر در ۱۹۹۷ نزول کرد. در عین حال مشترکین مدیکس طلایی، که پوشش نامحدود برای نسخه‌های تجویزی فراهم می‌کرد، با نزولی سریعتر، از ۲۵۰۰۰۰ در ۱۹۸۸ به حدود ۶۵۰۰۰ در ۱۹۹۷ کاهش یافت. در همان افق ده ساله، حق بیمه‌ها از حدود ۵۰ دلار در ماه به ۲۲۸ دلار در ماه افزایش یافت و افزایش‌های بیشتری نیز برنامه‌ریزی شده بود. با کاهش مشتریان و افزایش زیان‌ها، بیمه‌گران شروع به خروج از بازار کردند. در اوایل دهه ۱۹۹۰ نیم‌جین بیمه‌گر در مساجوستس پوشش مدی‌گپ را ارائه می‌کردند؛ تا ۱۹۹۷ فقط مدیکس باقی مانده بود. مجله بُستون گلوب در ژانویه ۱۹۹۸ نوشت "با انصراف افراد سالم‌تر و باقی ماندن افراد بیمارتر، حق بیمه‌ها همچنان بالا رفتند و یک مارپیچ مرگ ایجاد شد".



شکل ۵۶

الف) یک نمودار حلقه علیت ترسیم کنید که مارپیچ مرگ (death spiral) توضیح داده شده را در خود داشته باشد. نمودار شما نه تنها باید پویایی‌های مربوط به تعداد مشترکین و حق بیمه‌ها بلکه همچنین باید سودآوری بازار مدی‌گپ، تعداد شرکت‌های ارائه‌کننده پوشش بیمه‌ای آن، و وضعیت سلامت آنها را که در طرح باقی مانده‌اند را نیز تبیین کند. همه تأخیرهای مهم را در نمودار خود مشخص کنید. از نمودار خود برای تحلیل تأثیر سیاست‌های زیر استفاده کنید:

○ الزام همه بیمه‌گران فعال در ایالت به بیمه نمودن همه متقاضیان واجد شرایط، بدون توجه به سن و سلامت آنها

○ الزام همه طرح‌های مدی‌گپ (همه ورژن‌های مدیکس) به فراهم نمودن پوشش نامحدود برای داروهای تجویزی. هدف این است که سالمندان سالم‌تر (که عموماً داروهای کمتری مصرف می‌کنند و طرح‌های مدیکس ارزانتر را انتخاب می‌کنند) با سالخورده‌گان بیمارتر (که داروهای بیشتری استفاده می‌کنند و مدیکس طلایی را بر می‌گزینند) pool شوند.

○ پرداخت یارانه در جهت کاهش حق بیمه‌های مدی‌گپ، با استفاده از اعتبارات ایالتی

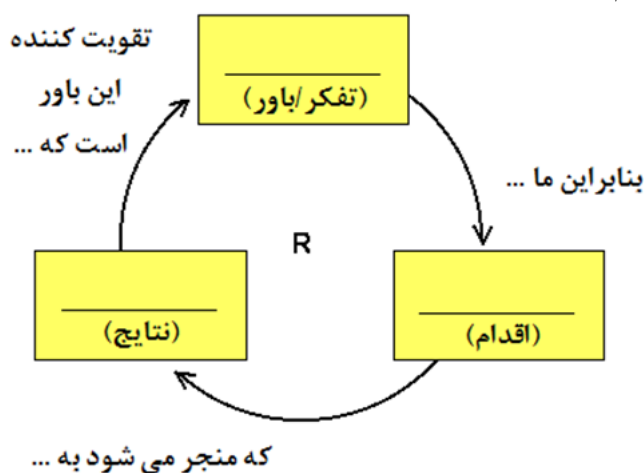
○ اجازه دادن به BC/BS برای حذف مدیکس (در واقع حذف کل پوشش مدی‌گپ در ایالت مساجوستس) در بررسی اثرات سیاستها، تأثیر آنها بر بیمه‌گران، بر افراد سالخورده (بیمه شده و بیمه نشده) و بر کل جامعه را مدنظر قرار دهید.

ب) کدام مفروضات درباره در دسترس بودن اطلاعات (information availability) و رفتار مصرف‌کننده (consumer behavior)، مبنای نظریه‌ای است که در نمودار حلقه علیت شما وجود دارد؟ اعتبار این مفروضات

چگونه ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد؟ به عنوان مثال با پیشرفت در فناوری اطلاعات، که کل سوابق سلامت یک فرد را در دسترس بیمه‌گران قرار دهد؛ یا پیشرفت در غربال‌گری ژنتیک (genetic screening) که بتواند مشخص کند چه افرادی ریسک بیشتری برای بیماری‌های خاصی را دارند؟
 (ج) چه مثال‌های دیگری از انتخاب نامطلوب می‌توانید ارائه کنید؟ ساختار بازخورد آنها را ترسیم کنید.

تمرین ۵: مدل‌های ذهنی خودتان

هدف: شناسایی روال‌های تدافعی واقعی یا بالقوه از الگوی ارائه شده در شکل ۵۷ برای شناسایی یک یا چند وضعیت که مدل‌های ذهنی شما جزئی از یک ساختار تقویتی و self-perpetuating هستند، استفاده کنید.
 با این که این تمرین را می‌توان به صورت فردی انجام داد، توصیه می‌کنیم حداقل با یک فرد دیگر همراه شوید و آن را به صورت گروهی انجام دهید.



شکل ۵۷

گزینه الف: شروع از باورها

۱. پنج تا ده باور (مدل ذهنی) خود را شناسایی کنید که ممکن است توانایی شما در دستیابی به نتایج مطلوب را محدود کنند.
۲. هر باور را مدنظر قرار داده و نشان دهید چگونه اقدامات و نتایجی که کسب می‌کنید، موجب تقویت آن باور می‌شود.
۳. منبع این باورها را بررسی کنید. آیا برای هر باور، داده کافی دارید که نشان دهد آن باور می‌تواند در کسب نتایج مطلوب به شما کمک کند؟

گزینه ب: شروع از نتایج

۱. برخی از نتایجی که کسب کرده‌اید (به صورت فردی یا گروهی) اما رضایت‌بخش نیستند، را شناسایی کنید.
۲. رفتارها یا اقداماتی را که در کسب این نتایج دخیل‌اند، یادداشت کنید؛ آنگاه مدل‌های ذهنی یا باورهایی را که منجر به این اقدامات شده‌اند را شناسایی کنید.
۳. منبع این باورها را بررسی کنید. آیا برای هر باور، داده کافی دارید که نشان دهد آن باور می‌تواند در کسب نتایج مطلوب به شما کمک کند؟

تمرین ۶: دینامیک‌های رشد جمعیت در کلان‌شهرها: مطالعه موردی شهر تهران

متن زیر از بخش‌های مختلف یک پایان‌نامه (قدوسی، ۱۳۸۲) اخذ شده است. بر اساس این متن و اندیشه خودتان، یک نمودار حلقه علیت که بازخوردهای مؤثر بر رشد کلان‌شهری همچون تهران را نشان دهد، ترسیم کنید.

در کشورهای در حال توسعه معمولاً بخش مهمی از جمعیت در یک یا دو شهر عمده متمرکز می‌شوند. تمرکز جمعیت در یک نقطه شهری باعث تمرکز امکانات و منابع اقتصادی و انسانی در این مناطق و تشدید نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی می‌گردد. این تحقیق با این ایده اولیه شکل گرفت که چگونه می‌توان با استفاده از رویکرد سیستمی، دیدگاه‌های مختلفی که در زمینه رشد شهرها بیان می‌شود را در کنار هم قرار داده و از این ابزار مفید برای تحلیل مسائل شهری استفاده نمود. خصوصیات مشابه بین کلان‌شهرهای مختلف:

✓ قیمت زمین در کلان‌شهرها از ضریب افزایش قیمت سایر کالاها، سریع‌تر رشد کرده و مشکل دستیابی به زمین را تشدید کرده است. این موضوع در بسیاری از کشورهای در حال توسعه باعث شده تا زمین، شکل یک کالای سرمایه‌ای را به خود بگیرد و افراد در این فعالیت سرمایه‌گذاری نمایند.

✓ یکی از جدی‌ترین مشکلاتی که کلان‌شهرها با آن روبرو هستند تأمین آب است. کمبود آب در بسیاری از شهرها به عنوان یک مشکل جدی وجود دارد. برخلاف مشکل زمین که از طریق سیاست‌های مدیریت زمین شهری و فعالیت‌های خانه‌سازی ارزان تا اندازه‌ای قابل حل است، مسئله آب به ویژگی‌های خاص هر کلان‌شهر مثل عوامل جغرافیایی، آب و هوا، میزان بارش و ویژگی‌های زمین‌شناختی بستگی دارد و این ویژگی‌ها تا حد زیادی تحت کنترل انسان نیستند.

✓ راه‌بندان و کندی حرکت وسایل نقلیه در تعداد زیادی از کلان‌شهرها یک مشکل عمومی است. تعداد اتومبیل‌ها در این شهرها رشد فوق‌العاده‌ای داشته است. راه‌حل اصلی برای این مشکل، طرح‌های گران‌قیمت حمل‌ونقل عمومی از جمله مترو است که کشورهای در حال توسعه هنوز فاصله زیادی با آن دارند.

✓ تعداد زیادی از کلان‌شهرها با مشکلات زیست‌محیطی مثل دفع فاضلاب، زباله‌های جامد، آلودگی آب و هوا رنج می‌برند.

✓ واقعیت دیگری که مورد کلان‌شهرهای دنیا به چشم می‌خورد، سهم بیشتر این شهرها از تولید اقتصادی کشور نسبت به سهم جمعیتی آنها است.

✓ در دوره‌ای، جمعیت کلان‌شهرها بیش از نرخ رشد طبیعی کشور رشد می‌کند که نشانگر وجود جذابیت در این مناطق و مهاجرت افراد از سایر نقاط به کلان‌شهرها است. این روند خصوصاً در کشورهای در حال توسعه شدیدتر است. پس از دوره رشد سریع، نرخ رشد کلان‌شهرها کاهش می‌یابد. این نرخ در کشورهای پیشرفته تقریباً به صفر می‌رسد در حالی که در کشورهای در حال توسعه همچنان بیش از نرخ طبیعی رشد کشور است. همین موضوع در کل منطقه شهری تهران نیز به چشم می‌خورد.

○ زمین و مسکن:

زمین به عنوان یکی از کمیاب‌ترین منابع در شهرها مطرح است و افزایش جمعیت شهر به طور مداوم تقاضا برای زمین و در نتیجه قیمت آنرا افزایش می‌دهد. هر قدر قیمت زمین و مسکن کمتر باشد، جذابیت بیشتری برای جلب جمعیت فراهم می‌کند. هر قدر جمعیت در منطقه شهری افزایش یابد، تقاضا برای زمین و مسکن بیشتر شده و به علت محدودیت زمین موجود، موجب افزایش قیمت آنها می‌شود. بالا بودن قیمت زمین، هزینه بنگاهها را نیز افزایش می‌دهد.

○ ظرفیت‌های طبیعی:

با افزایش جمعیت در شهر تهران، عدم مزیتها و عارضه‌های منفی ناشی از تراکم اجتماعی بالا در قالب مواردی مثل آلودگی هوا، سر و صدا، نرخ بالاتر جرم و جنایت و از دست رفتن چشم‌اندازهای طبیعی شهر و همچنین تأثیرات اقتصادی مثل افزایش هزینه خدمات عمومی بروز می‌کند.

هر قدر جمعیت بالاتر رود این اثرات منفی بیشتر شده و کیفیت زندگی و در نتیجه جذابیت زندگی در تهران را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن بروندهای منفی باعث افزایش هزینه‌های تولید و در نتیجه کاهش بهره‌وری اقتصادی بنگاه‌ها می‌شود که این امر نیز بر جذابیت زندگی در تهران تأثیر می‌گذارد.

○ زیرساخت‌های شهری:

هر قدر در یک شهر ثروت بیشتری تولید شود، مبلغ بیشتری از سوی شهروندان برای ایجاد زیربناها هزینه می‌شود که با توجه به رفتار پله‌ای زیرساختها، در شهرهای با ثروت کلی بیشتر، زیرساخت‌های بیشتری شکل گرفته و کیفیت زندگی در شهر را افزایش می‌دهد که این خود باعث جلب جمعیت بیشتر به منطقه می‌شود.

افزایش جمعیت در منطقه شهری موجب افزایش ثروت تجمعی و در نتیجه افزایش کل مالیات‌های شهری می‌گردد. این مالیات‌ها صرف ایجاد زیرساخت‌های شهری و امکانات لازم برای فعالیت‌های بنگاه‌ها (تاسیسات مخابراتی، امکانات فرهنگی، ...) می‌شود. در نگاه اول به نظر می‌رسد که سرانه زیرساخت‌های شهری در این حالت افزایش چندانی نخواهد داشت. این موضوع درست است ولی باید توجه داشت که تاسیسات شهری نیاز به حداقلی از تقاضا دارد که ایجاد آن به لحاظ امکان‌سنجی اقتصادی توجیه‌پذیر باشد لذا در شهرهای کوچک اصولاً ایجاد بخشی از تاسیسات شهری توجیه اقتصادی ندارد. به همین دلیل هر قدر اندازه شهر بزرگتر شود، کل زیرساخت‌های شهری توسعه داده شده در منطقه شهری که همه ساکنان می‌توانند در آن بهره‌مند شوند افزایش می‌یابد و این خود جذابیت منطقه را برای جلب افراد جدید افزایش می‌دهد.

○ اقتصاد مقیاس (economy of scale):

با رشد اندازه شهر تهران و تسلط اندازه این شهر نسبت به سایر نقاط شهری کشور، مکانیزم‌های مزیت اقتصادی شهرهای بزرگ (شامل اقتصاد مقیاس، اقتصاد تجمع، تقاضا برای خدمات و انباشت نیروی متخصص) فعال شده و به شکل یک مکانیزم درون‌زا موجب جلب بیشتر سرمایه و نیروی کار به بخش‌های صنعتی و خدماتی در شهر تهران شده است. افزایش جمعیت در منطقه باعث ایجاد مزیت‌های ناشی از اندازه برای بخش اقتصادی می‌شود. بالا بودن بهره‌وری اقتصادی، موجب افزایش رفاه و جلب جمعیت جدید می‌گردد.

با افزایش اندازه شهر، منافع ناشی از افزایش مقیاس، تجمع و تخصصی شدن بنگاه‌ها، انباشت سرمایه انسانی و افزایش تقاضا برای خدمات و کالاهای صنعتی، موجب کاهش هزینه‌های بنگاه‌ها و ایجاد مزیت برای آنها می‌شود. هر قدر سطح تجمع فعالیت‌های اقتصادی در شهر تهران بیشتر می‌شود، این تجمع مزایای بیشتری را برای سایر بنگاه‌ها به ارمغان می‌آورد. شکل این مزیت‌ها می‌تواند در قالب اثر اندازه، اثر تجمع، اثر کیفیت تجمعی سرمایه انسانی و نیز حداقل تقاضای لازم برای فعالیت‌های اقتصادی باشد. اثر اندازه در فعالیت‌هایی مثل فعالیت‌های ساختمانی، هتل‌داری، مواد غذایی و خدمات اینترنت به خوبی مشاهده می‌شود که به علت تقاضای بالا برای این نوع فعالیت، امکان عرضه آنها در مقیاس‌های بزرگتر و در نتیجه با هزینه‌های اقتصادی‌تری وجود دارد. اثر تجمعی نیروی انسانی خصوصاً برای صنایع و شرکت‌هایی که نیاز به نیروی انسانی ماهر دارند ملموس است. در شهر تهران چگالی نیروی متخصص بیش از سایر نقاط است و به علت امکان فعالیت بیشتر، کیفیت این نیروها در طول زمان نیز افزایش یافته است. اثر حداقل تقاضا در صنایع جدید (مثل بانک‌ها و بیمه‌های خصوصی)، بورس، خدمات اینترنت (در دوره اولیه فعالیت)، رستوران‌های غذای سریع و خدمات مشابه که نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالا دارند مشاهده می‌شود.

○ دستگاه‌های دولتی:

در ابتدای دوره رشد جمعیت شهر تهران، منابع زیادی از سوی دولت در این شهر تزریق شده که باعث جذب جمعیت بیشتری به شهر شده است. این سرمایه‌گذاری‌ها در قالب ایجاد طرح‌های عمرانی، صنعتی و شهری نسبت سرمایه به نیروی کار را در شهر تهران افزایش داد. از سوی دیگر تمرکز دستگاه اداری در شهر تهران و سهم بالای هزینه‌های دولت در تولید ناخالص ملی کشور، منابع مالی زیادی را در این شهر متمرکز نمود. این دو عامل باعث ایجاد جذابیت اقتصادی در شهر تهران گردید که در قالب سطح دستمزدهای بیشتر و بالاتر بودن احتمال یافتن شغل متجلی شده و موجب جذب نیروی کار از سایر بخشهای کشور به این شهر شده است.

تجمع جمعیت و امکانات و بالاتر بودن کیفیت زندگی در تهران به طور مداوم فشاری را بر حکومت وارد می‌کند که سهم بیشتری را به سایر نقاط کشور اختصاص دهد و لذا سهم سرانه تهران از تخصیص منابع در طول زمان کاهش می‌یابد. پس از مدتی از نرخ تخصیص منابع کاسته شده و به علت افزایش جمعیت از سرانه سرمایه موجود در شهر کاسته شده است.

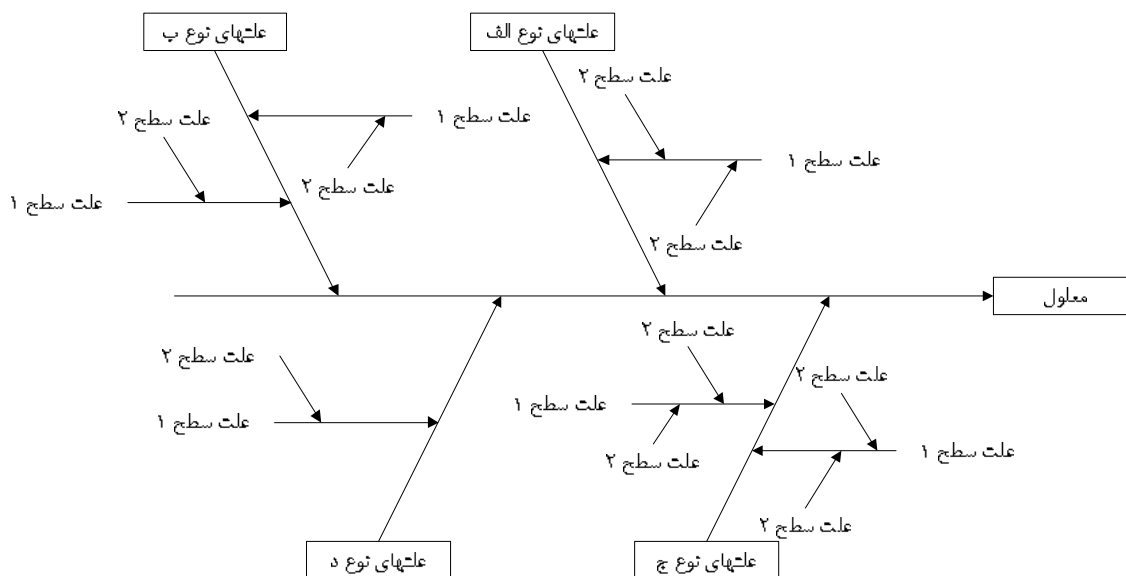
هر قدر میزان حضور فعالیت‌های دولتی در منطقه بیشتر باشد، اشتغال و درآمد ناشی از فعالیت این دستگاه‌ها بیشتر شده و جمعیت بیشتری را جلب می‌کند. افزایش جمعیت در منطقه تقاضا برای دستگاه‌های دولتی جدید را ایجاد می‌کند. از سوی دیگر تمرکز منابع دولتی در یک شهر، فشار برای توزیع عادلانه‌تر آن را نیز ایجاد می‌کند.

با توجه به نموداری که ترسیم نموده‌اید، در مورد سیاست‌های زیر و نتایج آنها فکر کنید:

- ادامه وضعیت موجود در شهر تهران
- افزایش عرضه ظرفیت زندگی در شهر تهران با استفاده از مجتمع‌های مسکونی و اتوبان‌ها
- افزایش سطح زندگی سایر مناطق کشور
- جلوگیری از رشد آتی دولت و عدم افزایش تمرکز
- انتقال دولت و حل سایر مشکلات تهران در خود
- انتقال پایتخت از طریق ایجاد یک پایتخت جدید

تمرین ۷: نمودار ایشی‌کاوا (Ishikawa Diagram)

نمودار ایشی‌کاوا که نمودار استخوان ماهی (fishbone diagram) و نمودار علت و معلول (cause and effect diagram) نیز نامیده می‌شود، یکی از ابزارهای پایه‌ای مورد استفاده در کنترل کیفیت است. این نمودار توسط فردی به نام ایشی‌کاوا در ژاپن ارائه شد و در دهه ۱۹۶۰ عمومیت پیدا کرد. این نمودار علل یک رویداد یا معلول مشخص را نشان می‌دهد. مشکل یا معلول در قسمت سر ماهی قرار می‌گیرد و یک خط به عنوان ستون فقرات ماهی از سمت چپ به آن متصل می‌گردد. آن‌گاه علت‌های مشکل، گروه‌بندی شده و به ازای هر نوع از علت‌ها، یک خط به استخوان اصلی وصل می‌شود (شکل ۵۸).



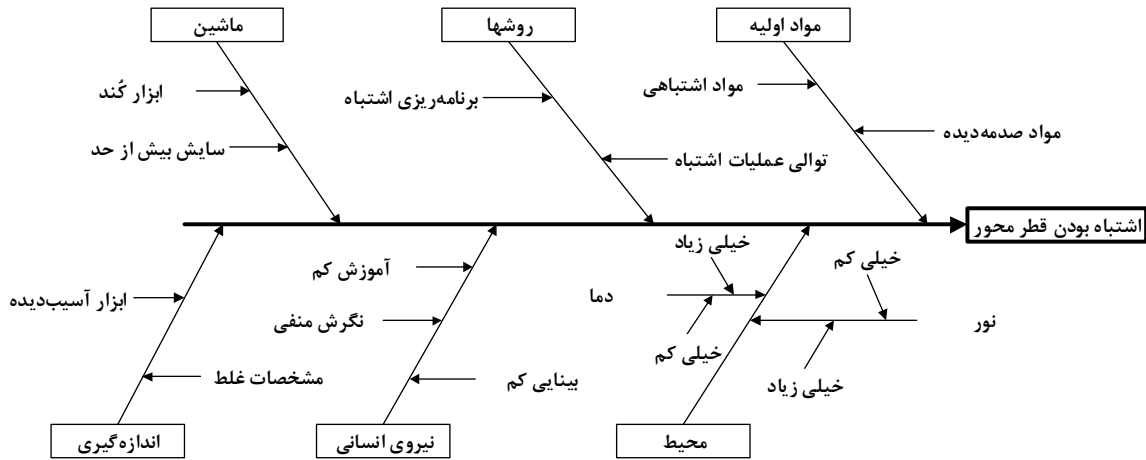
شکل ۵۸

به عنوان مثال، در محیط‌های تولیدی ممکن است علت‌ها به انواع زیر تقسیم شوند:

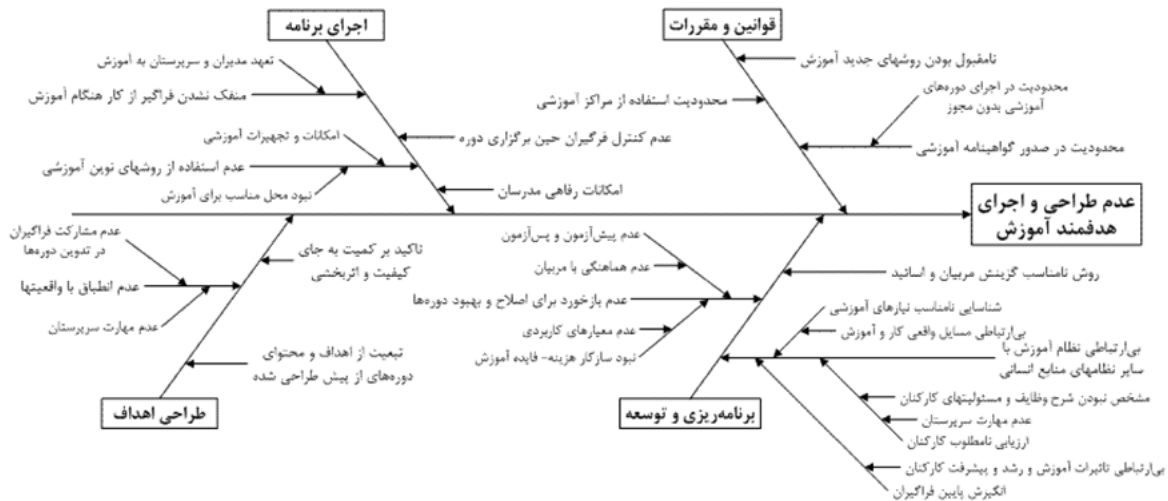
- نیروی انسانی (Manpower)
- روش‌ها (Methods)
- ماشین‌ها (Machines)
- مواد (Materials)
- اندازه‌گیری‌ها (Measurements)

○ محیط (Environment)

از نمودار ایشی کاوا برای شناسایی علل یک مشکل و اقدام برای رفع آنها استفاده می‌کنند. به عنوان نمونه، شکل‌های ۵۹ و ۶۰ را ببینید که علل اشتباه بودن قطر محور و ناکارآمدی آموزش کارکنان یک سازمان را نشان می‌دهد.

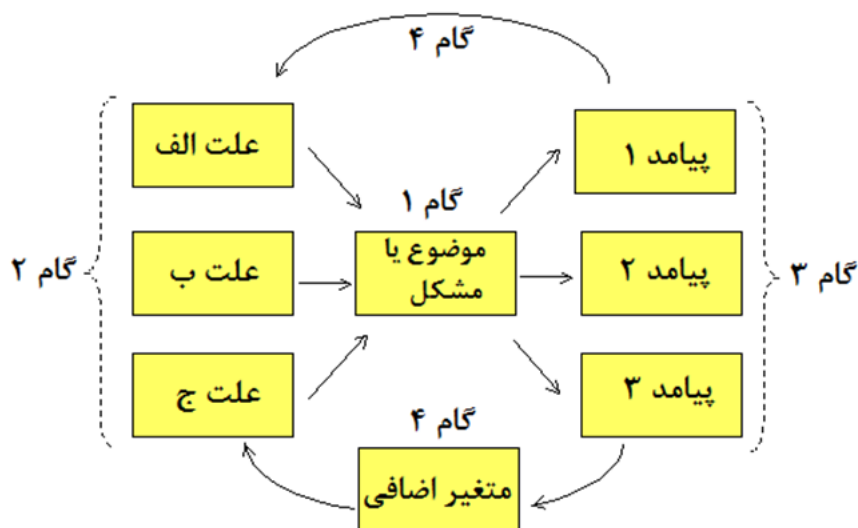


شکل ۵۹



شکل ۶۰

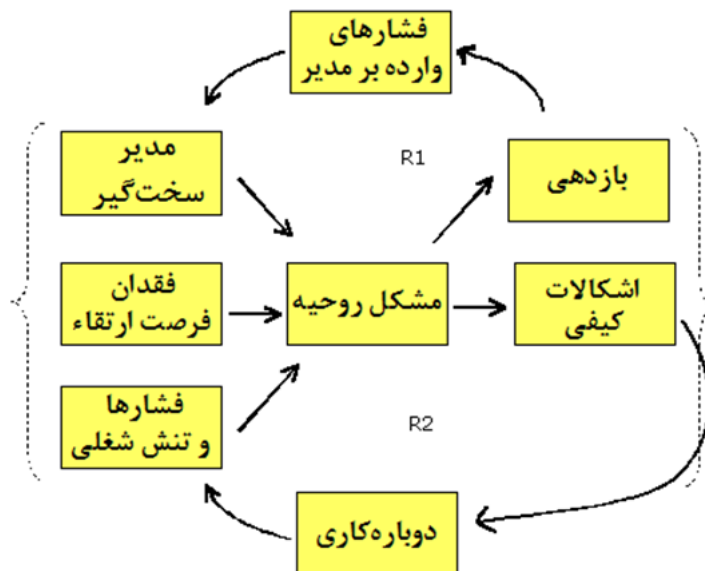
یکی از انتقاداتی که از نمودار ایشی کاوا می‌شود، این است که نمی‌تواند بین شرایط لازم و شرایط کافی تمایز قائل شود. وقتی درباره طبیعت یک علت بحث می‌کنیم، باید بین شرایط لازم و شرایط کافی برای وقوع یک رویداد، تمایز قائل شویم؛ شرط لازم برای وقوع یک پدیده مشخص، شرایطی است که در غیاب آنها، آن پدیده نمی‌تواند رخ دهد. مجموعه شرایط کافی، وضعیت یا شرایطی است که در حضور آنها، آن پدیده باید رخ دهد. با توجه به مطالبی که تاکنون فرا گرفته‌اید، نظر شما در مورد مزایا و نقص‌های استفاده از چنین نموداری چیست؟ به عنوان مبنایی برای شروع فکر در مورد تمرین فوق، می‌توانید به نمودار **حلقه فنا** (doom loop) توجه کنید که توسط برخی فعالان تفکر سیستمی، پیشنهاد شده است (شکل ۶۱).



شکل ۶۱

مراحل ترسیم نمودار فوق:

۱. یک موضوع یا مشکل را شناسایی کنید که موجب نگرانی شماست. آنرا به عنوان یک متغیر در مرکز نمودار قرار دهید.
 ۲. عوامل کلیدی که علت این مشکل یا مؤثر بر آن هستند را شناسایی کنید و آنها را سمت چپ موضوع یا مشکل قرار دهید و یک پیوند بین هر یک از آنها با مشکل برقرار کنید.
 ۳. پیامدهای کلیدی (key consequences) موضوع یا مشکل را شناسایی و در سمت راست مشکل قرار دهید. مشکل را به این پیامدها نیز متصل نمایید.
 - آیا برخی از این پیامدها، بیانگر راهبردها یا اقداماتی هستند که در پاسخ به موضوع یا مشکل، اتخاذ شده‌اند؟ اگر چنین نیست، برخی از این راهبردها یا اقدامات را اضافه کنید.
 ۴. به متغیرهای موجود در سمت راست (یعنی همان پیامدها) نگاه کنید. آیا برخی از اینها بر متغیرهای سمت چپ اثر می‌گذارند و موجب بدتر شدن وضعیت می‌گردند؟ ممکن است مجبور شوید متغیرهای واسطه‌ای (intermediate variables) نیز اضافه نمایید تا این پیوند را برقرار کنید. حلقه‌هایی را که به نظر می‌رسد بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارند، کامل نمایید.
- اکنون باید یک یا چند حلقه فنا (doom loops) در نمودار خود داشته باشید که توضیح می‌دهند چرا سیستم از یک مشکل مزمن (persistent) یا عملکردی نزولی رنج می‌برد.
- به عنوان مثالی از نمودار مذکور، یک تیم کاری را در نظر بگیرید که در زمینه روحیه افراد خود، با مشکلاتی مواجه است. به نظر می‌آید سه علت برای آن وجود دارد. اول این که به نظر می‌آید کار کردن با مدیر تیم، به طور روزافزونی دشوارتر می‌شود. دوم این که این احساس در بسیاری از افراد وجود دارد که عضویت در این گروه، فرصت‌های ارتقاء چندانی فراهم نمی‌کند. سرانجام این که همه احساس می‌کنند تحت فشارها و تنش‌های شغلی متعددی قرار دارند. به نظر می‌آید روحیه ضعیف تیم، محرک پیامدهای بسیاری است. بازدهی (productivity) پایین است و اشکالات کیفی در خروجی کار آنها بالا رفته است (شکل ۶۲ را ببینید).



شکل ۶۲

توجه کنید که به دلیل وجود حلقه بازخورد در این مسئله، ممکن است برخی متغیرهایی که به عنوان علت در نظر گرفته شده‌اند، را به عنوان پیامد تلقی کنید و برعکس. مهم آن است که تشخیص دهید چگونه با تقویت مشکل توسط پیامدها، مسئله باقی می‌ماند.

در شکل ۶۲ دو حلقه فنا (doom loop) وجود دارد. در حلقه بالایی، بازدهی پایین به معنی اعمال فشار بیشتر و بیشتر بر مدیر گروه از طرف مدیران شرکت برای انجام به‌موقع کارها است. فشار بیشتر بر مدیر تیم، یعنی مدیر سخت‌گیرتر و ناامیدتر (difficult and frustrated). این نیز ضعف در روحیه افراد را بیشتر می‌کند. در حلقه پایینی، افزایش اشکالات کیفی به معنی دوباره‌کاری بسیار است. دوباره‌کاری بیشتر، تنش و فشارهای شغلی را می‌افزاید.

هدف از معرفی نمودار حلقه فنا در این‌جا این نبود که به عنوان جایگزین نمودار استخوان ماهی تلقی شود؛ بلکه هدف این بود که بهتر بتوانید به مزایا و معایب نمودار استخوان ماهی بپردازید.

فصل ششم: مواجهه سیستمی با مسائل

(۱-۶) مراحل مواجهه سیستمی با مسائل

بر اساس قوانین ارائه شده در بخش اول، می‌توان گام‌های برخورد سیستمی با یک مسئله را استخراج نمود. در فصول قبلی دانستیم که سه سطح تبیین وجود دارد:

- وقایع
- الگوی رفتاری
- ساختار

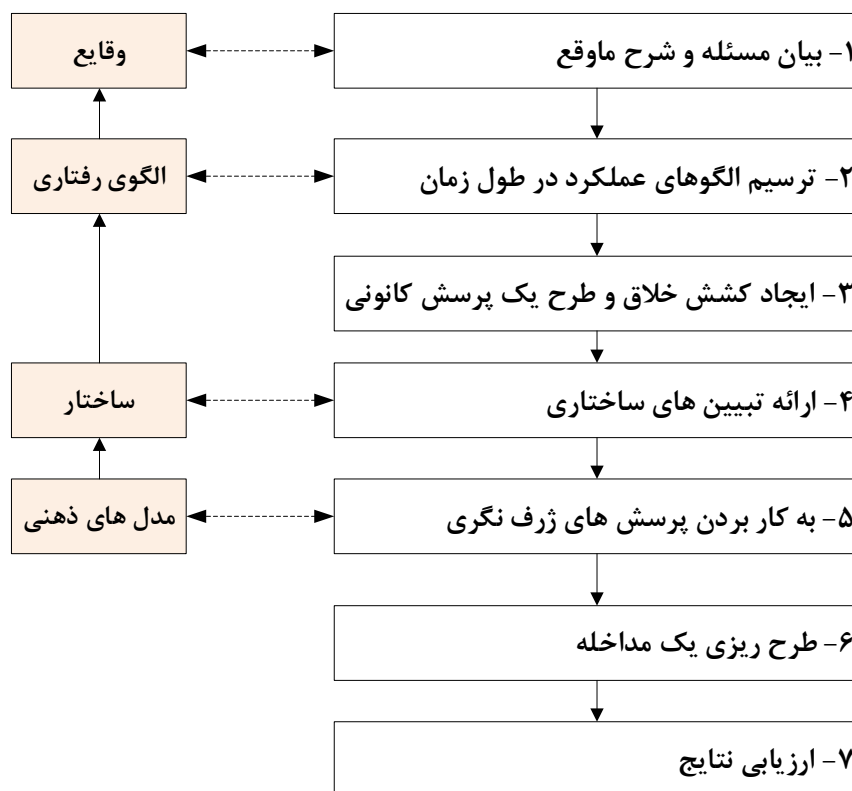
بنابراین وقتی با یک مسئله یا موضوع مواجه می‌شویم، می‌خواهیم قادر به پاسخگویی به سؤالات زیر باشیم:

- چه اتفاقی افتاد و (در طول زمان) چه اتفاقی می‌افتاده است؟ (وقایع و الگوی رفتاری)
- چرا این اتفاق می‌افتاده است؟ (و چرا سیستم در برابر تلاش‌های گذشته ما برای تغییر آن، مقاومت نموده است؟) (ساختار)

- چگونه می‌توانیم عملکرد این سیستم را بهبود دهیم؟

هنگام مواجهه با یک مسئله، اغلب وسوسه می‌شویم که از پرسش آخر شروع کنیم: برای درست کردن این وضعیت، چه کاری می‌خواهیم انجام دهیم؟ بدیهی است که این پرسش مهمی است و اشکالی ندارد که با آن شروع کنید؛ به شرط آن که ایده‌های حاصله را ثبت نموده و آنها را تا زمانی که به دو سؤال اول پاسخ می‌دهید، کنار بگذارید!

مراحل مواجهه سیستمی با مسائل، در شکل ۱ و جدول ۱ ارائه شده است. در شکل ۱ تناظر بین این مراحل با سطوح ارائه شده در تمثیل کوه یخ نیز آمده است. تا مرحله پنجم، چرایی رفتار سیستم را شناسایی می‌کنیم و در مرحله ۶ و ۷ سیاستهای اصلاحی را تعریف و اجرا می‌کنیم.

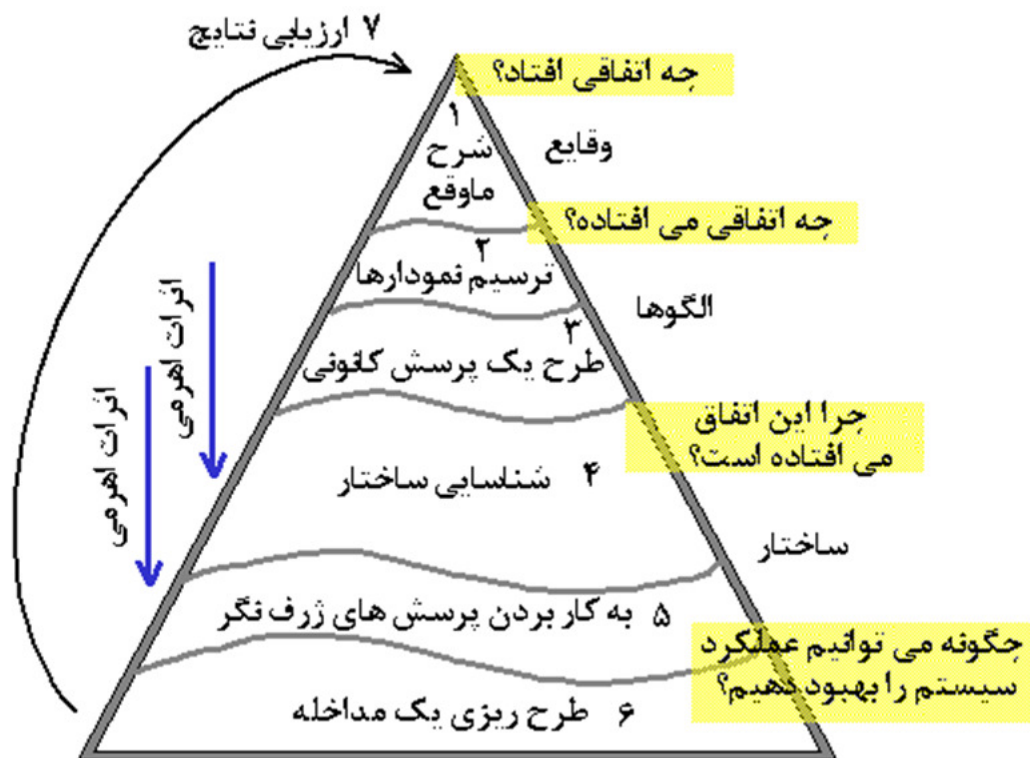


شکل ۱

جدول ۱

توضیحات	مراحل
وقایع	۱. بیان مسئله و شرح ماقوع
الگوی رفتاری	۲. ترسیم الگوهای عملکرد در طول زمان (شناسایی روندها)
الگوی رفتاری مطلوب	۳. ایجاد کشش خلاق و طرح یک پرسش کانونی
ساختار ایجادکننده الگوی رفتاری	۴. ارائه تبیین های ساختاری
مدل های ذهنی	۵. به کار بردن پرسش های ژرف نگری
طراحی اقدام مناسب	۶. طرح ریزی یک مداخله
	۷. ارزیابی نتایج

مراحل هفت گانه فوق در شکل ۲ نیز آمده اند.



شکل ۲

۱. بیان مسئله و شرح ماقوع

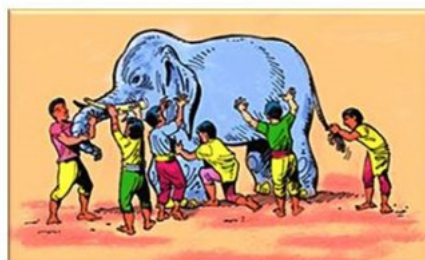
در بیان موضوع می‌خواهیم داده‌ها و استدلال‌هایی را شناسایی کنیم که موجب شده‌اند برخی اعضای سیستم حس کنند مسئله‌ای وجود دارد. می‌خواهیم رویدادهایی را شناسایی کنیم که پرمعنی تلقی می‌شوند یا گویای ظهور الگویی از عملکرد در طول زمان هستند. می‌خواهیم هر یک از ذینفعان، قادر باشند مفهومی را که از این رویدادها یا الگوها برداشت می‌کنند، شرح دهند.

به خاطر داشته باشید که:

✓ بررسی‌های (inquiry) خود را با شواهد و مدارک آغاز کنید. برخی از حقایقی که موجب می‌شوند شما یا دیگران، فکر کنید که مسئله‌ای وجود دارد، کدامند؟

✓ از هر یک از افراد کلیدی درگیر با موضوع، بخواهید وضعیت را از دیدگاه خودش شرح دهد.

معمولاً هر یک از ذینفعان، مسئله را از دیدگاهی متفاوت با بقیه توضیح می‌دهد. در داستان شناسایی فیل در تاریکی نیز هر یک از افراد، تصور متفاوتی از فیل داشتند. یکی فیل را لوله، دیگری باله، و سومی ستون می‌پنداشت. اگر کسی به توضیح یکی از این افراد از فیل اکتفا کند، احتمالاً در دام تصورات آن فرد گرفتار خواهد شد اما اگر به توضیحات همه این افراد گوش سپارد، وادار به تفکر و بررسی بیشتری خواهد شد و احتمال بیشتری دارد که به پاسخ صحیح برسد.



سالیان متمادی بود که تنها ذینفع سازمان را مالک و سهامدار آن می‌دانستند. اما تجربه‌ها نشان داد که این گونه نیست. مشتریان، کارکنان و تأمین‌کنندگان نیز ذینفعان سازمان هستند. در طراحی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها باید همه این ذینفعان دخیل باشند.

✓ اتفاق رخ داده را بیان کنید. سعی کنید این کار را بدون سرزنش انجام دهید.

✓ از تلاش برای حل مسئله در این مرحله بپرهیزید. اگر به راه‌حل‌ها یا اقداماتی که باید انجام شوند، دست یافتید، آنها را یادداشت کنید و در گام ۶ که می‌خواهید مداخله‌ها را طرح ریزی کنید، به آنها رجوع نمایید. اگر عادت کرده باشید که به سرعت، درگیر حل مسئله شوید، لازم است تمایل خود برای حرکت سریع از "تشریح مسئله" به "تجویز راه‌حل" را مدیریت کنید.

آنچه در گام اول می‌خواهیم و آنچه اغلب به دست می‌آوریم:

○ می‌خواهیم بدانیم چه اتفاقی افتاده است؛ اما آنچه اغلب به دست می‌آوریم، این است که چه کسی را باید سرزنش کنیم؟

○ توصیف ما از مسئله باید دربرگیرنده عباراتی همچون "نکته جالب این است که ... " یا "کنجکاوم بدانم که ... " باشد؛ اما آنچه اغلب ارائه می‌شود، یک گزارش شفاف است که به پاسخ‌های مشخصی، همگرا شده است.

○ مسئله باید همچون یک پارادکس یا معما طرح شده باشد؛ اما اغلب، راه‌حل‌هایی را با ماسک مسئله، ارائه می‌کنیم. به خاطر داشته باشید: می‌خواهیم مشکل را بیان کنیم، نه این که راه‌حل را به صورت مسئله بیان کنیم!

به جای تمرکز بر راه‌حل، باید بر مشکل متمرکز شوید. به عنوان مثالی از این نکته، حکایت زیر را بخوانید:

ناسا در برنامه فرستادن فضانوردان به فضا با مشکل کوچکی مواجه شد. آنها دریافتند که خودکارهای موجود، در فضای بدون جاذبه کار نمی‌کنند؛ جوهر خودکار به سمت پایین جریان نمی‌یابد و روی سطح کاغذ نمی‌ریزد. برای حل این مشکل، شرکت مشاورین اندرسون انتخاب شد. تحقیقات مدت زیادی طول کشید؛ دوازده میلیون دلار خرج شد و در نهایت، خودکاری طراحی کردند که در محیط بدون جاذبه کار می‌کرد؛ زیر آب و روی هر سطحی حتی کریستال نیز می‌نوشت و از دمای زیر صفر تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، عمل می‌کرد.

اما روس‌ها راه‌حل ساده‌تری داشتند: آنها از مداد استفاده کردند!

احتمالاً بیان مسئله در دو کشور فوق چنین بوده است:

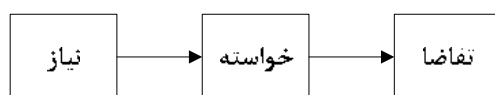
برای ناسا: مسئله نوشتن در فضا با خودکار

برای روس‌ها: مسئله نوشتن در فضا

در مورد ناسا، تعریف مسئله و بخشی از راه‌حل، با یکدیگر ترکیب شده‌اند. گنجاندن راه‌حل در بیان مسئله، بسیاری از راه‌حل‌های ممکن را حذف می‌کند و مانع طرح آنها می‌گردد.

برای این که تمایز بین مشکل و راه‌حل را بهتر درک کنید، به تمایز سه مفهوم نیاز (Need)، خواسته (Want) و تقاضا (Demand) در بازاریابی و فروش توجه کنید:

نیاز، یک کمبود یا ضرورت است. خواسته یعنی چگونگی رفع این نیاز. وقتی یک راه‌حل برای رفع یک نیاز در نظر می‌گیریم، خواسته خود را تعریف کرده‌ایم. تقاضا یعنی اقدام به رفع نیاز و خواسته، با لحاظ نمودن منابع در دسترس. به عنوان مثال، گرسنگی موجب نیاز به غذا است. یک نفر ممکن است خواسته‌اش برای رفع این نیاز، دیزی باشد و دیگری، پیتزا. دیزی و پیتزا، خواسته هستند نه نیاز. یک کودک به شیر نیاز دارد اما ممکن است شکلات بخواد. فردی ممکن است BMW بخواد اما پول کافی برای خرید آن را نداشته باشد. چنین فردی تقاضای خرید BMW نخواهد داشت.



ارتباط بین نیاز، خواسته، و تقاضا

در بازاریابی تأکید می‌شود که شرکت‌ها باید به تمایز بین نیاز و خواسته و تقاضا، توجه کنند. هر محصول، راه‌حلی برای پاسخ به یک نیاز است. شرکت‌هایی که بر نیاز مشتری متمرکز باشند، می‌توانند راه‌حل‌های جدیدی برای رفع این نیاز ارائه دهند. به عنوان مثال، مشتریان به یک وسیله برای گرم نمودن و پخت غذا نیاز دارند. محصولاتی که برای پاسخگویی به این نیاز ارائه شده‌اند، در حال تکامل هستند. اگر شرکتی خود را تولیدکننده صرفاً اجاق گاز بداند، دیر یا زود توسط رقبایی که پاسخ بهتری برای نیاز مشتری یافته‌اند، از میدان به در خواهد شد. اما اگر خود را ارائه‌دهنده محصولاتی برای رفع نیاز مشتریان به گرم کردن و پخت غذا بداند، راه‌حل‌های جدیدتری برای رفع این نیاز خواهد یافت. وقتی از افراد در مورد مسئله‌ای نظرخواهی می‌شود، مسئله و راه‌حل را با یکدیگر ترکیب و ارائه می‌کنند. حتی گاهی فقط راه‌حل را به عنوان مسئله بیان می‌کنند. مراقب باشید در تله راه‌حل‌های آنها گرفتار نشوید!

- شرحی از موضوع می‌خواهیم که برانگیزنده تفکر باشد؛ اما اغلب به شرحی از موضوع می‌رسیم که راه تفکر را مسدود می‌کند

۲. ترسیم الگوهای عملکرد در طول زمان (شناسایی روندها)

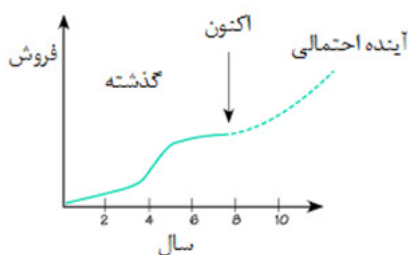
- گام دوم این است که روند متغیرهای کلیدی در گذشته را به صورت نمودار ترسیم کنید. متغیر، شامل هر چیزی است که بتواند ارزش‌های گوناگون و متفاوت بپذیرد. متغیرها را به گونه‌ای تعریف کنید که بیانگر رویدادی که یک بار اتفاق می‌افتد، نباشند. به عنوان مثال:
- اعتصاب، یک رویداد است اما "سطح رضایت‌مندی کارکنان"، یک متغیر است.
 - جنگ، یک رویداد است اما "سطح توافق"، یک متغیر است.
 - سود تابستان ۱۳۹۲، یک رویداد است اما "سود فصلی"، یک متغیر است.

به خاطر داشته باشید که:

- ✓ متغیرها ممکن است سخت (کمی) یا نرم (کیفی) باشند. هر دو نوع آنها، به یک اندازه مهم‌اند. در سازمان‌هایی که عادت به تمرکز بر داده‌های سخت دارند، تعیین متغیرهای نرم و ارزیابی تأثیر آنها می‌تواند ارزشمند باشد.

- ✓ نام یک متغیر، باید اسم یا عبارت اسمی باشد، نه عبارت فعلی. نام یک متغیر احتمالاً به صورت عبارتهایی نظیر "تعداد..." یا "سطح..." خواهد بود.
- ✓ گاهی اوقات متغیرهای صحیح، موقعی شناسایی می‌شوند که تلاش می‌کنید رفتار سیستم را در طول زمان ترسیم کنید یا نمودارهای ساختاری سیستم را رسم نمایید.
- ✓ متغیرهایی را که ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند، گروه‌بندی (Cluster) کنید

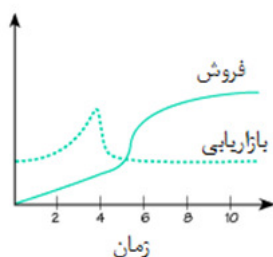
در نمودارهای الگوی رفتاری سیستم، محور افقی، زمان و محور عمودی، متغیرهایی هستند که می‌خواهیم رفتار آنها طی زمان را نشان دهیم. به عنوان مثال، ممکن است بخواهید تغییرات فروش شرکت خود را طی مثلاً ۵ سال گذشته نشان دهید. علاوه بر آن، ممکن است روند فروش آینده را آن گونه که پیش‌بینی می‌کنید، نیز نمایش دهید (شکل ۳).



شکل ۳

نمودارهای الگوی رفتاری سیستم، اغلب نشانه‌ای از فعال بودن یک فرایند سیستمی در خود دارند. به عنوان نمونه، تصور کنید شرکت شما یک گوشی تلفن همراه تولید می‌کند که ویژگی‌های جذابی دارد. اگر نمودار فروش گذشته این محصول، نشان‌دهنده افزایش شدید و سپس ثبات است، شاید محصول شما مواجه با اشباع بازار است؛ هر کسی که از این گوشی‌ها می‌خواسته، یکی از آنها را خریده است. این یک محدودیت متداول روی رشد فروش محصولات جدید و داغ (hot) است.

ممکن است بیش از یک متغیر را روی یک نمودار ترسیم کنید تا ارتباط احتمالی بین آن متغیرها را ببینید. به عنوان مثال، فرض کنید فروش گذشته گوشی تلفن همراه و مبلغ صرف شده بازاریابی آن را روی یک نمودار ترسیم نموده‌اید. ممکن است به نموداری همچون شکل ۴ برسید.



شکل ۴

این نمودار نشان می‌دهد که ممکن است افزایش سرمایه‌گذاری در بازاریابی یک محصول، باعث افزایش فروش آن شده باشد.

نمودارهای الگوی رفتاری سیستم را رفتار مرجع (Reference Modes) نیز می‌نامند؛ زیرا در فرایند حل مسئله، بارها به آنها رجوع خواهید کرد.

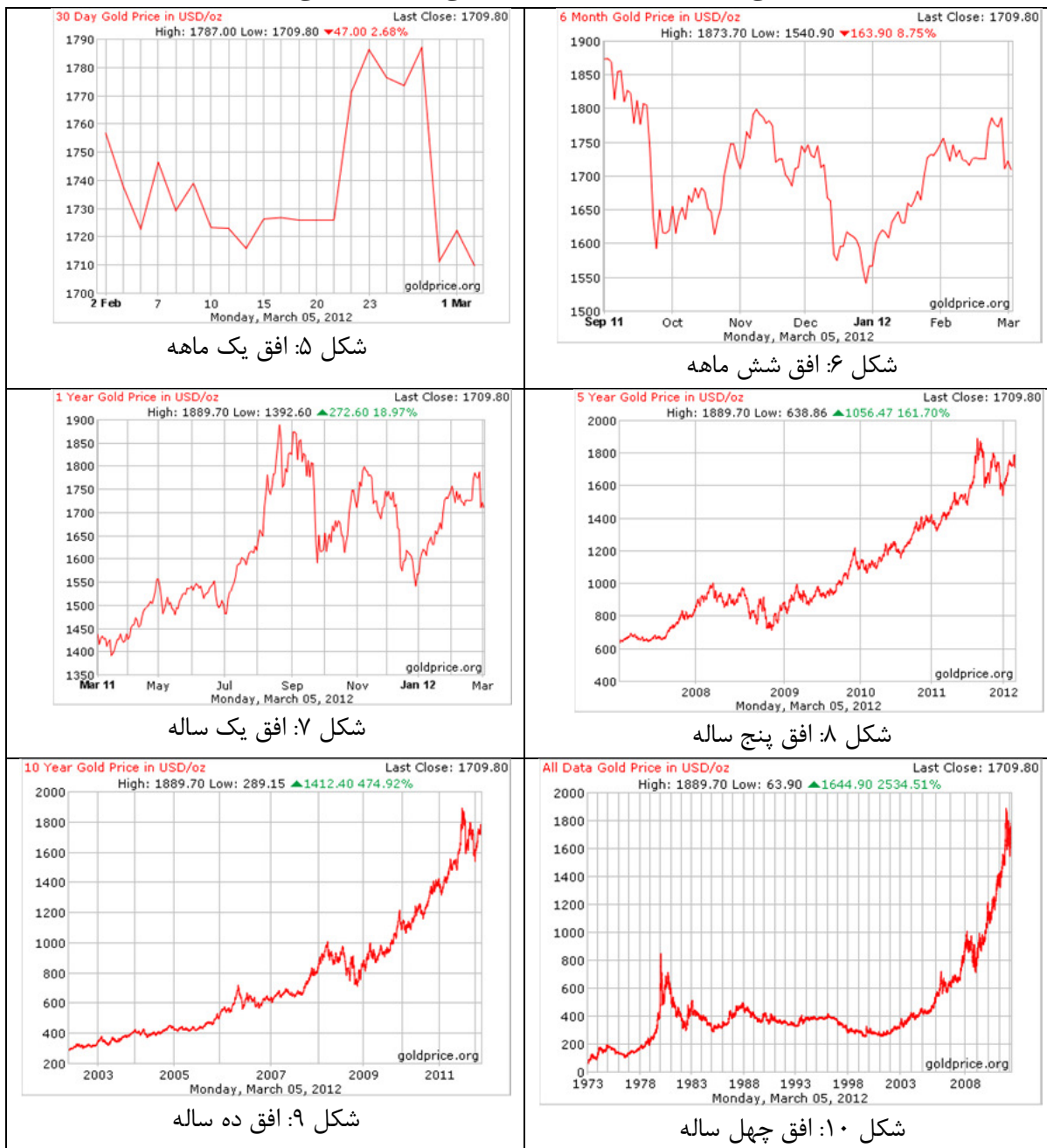
نمودارهای الگوی رفتاری، به شکل‌گیری تئوری‌هایی درباره چرایی بروز این الگوها کمک می‌کنند.

افق زمانی:

نمودارهای الگوی رفتاری، همچنین شما را وادار می‌کند درباره افق زمانی مورد استفاده در بررسی موضوع، فکر کنید. به عنوان مثال، اگر توسعه (develop) یک محصول جدید، چندین سال طول می‌کشد، نمی‌توانید "تعداد محصول جدید توسعه‌یافته" را در یک افق چند ماهه ترسیم کنید. محور افقی نمودار شما باید بسط یابد تا چندین چرخه توسعه محصول را در برگیرد و شاید ۶ تا ۱۰ سال نیاز باشد تا الگوها خود را نشان دهند.

انتخاب افق زمانی، شدیداً بر درک شما از مسئله اثرگذار است. به عنوان مثال، نمودارهای قیمت هر اونس طلا را در بازارهای جهانی در افق‌های زمانی مختلف ببینید.

قیمت جهانی (هر اونس) طلا در افق‌های زمانی مختلف (منتهی به ۵ مارس ۲۰۱۲)



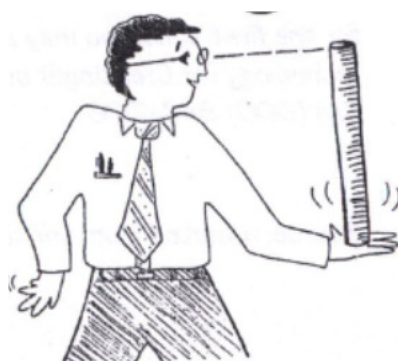
تمرین: به عنوان مثالی از میزان اهمیت افق زمانی، تمرین زیر را انجام دهید:

لوله‌ای (از جنس کاغذ یا فلزی یا ...) با طول حدوداً نیم متر و قطر حدوداً یک اینچ تهیه کنید. هدف این است که این لوله را به صورت قائم و روی انگشتان یک دست خود نگه دارید و تعادل آنرا حفظ کنید. یکی از مشخصه‌های مهم در این فعالیت، نقطه‌ای است که چشمان شما بر آن متمرکز شده است تا تعادل لوله را حفظ کنید. در حالت اول، چشمان خود را بر نقطه‌ای به فاصله ۲.۵ سانتی‌متر از پایین لوله متمرکز کنید و سعی کنید لوله را متعادل نگه دارید (شکل ۱۱ را ببینید)



شکل ۱۱

در حالت دوم، چشمان خود را بر انتهای بالایی لوله متمرکز نموده و سعی کنید آنرا متعادل نگه دارید (شکل ۱۲ را ببینید)



شکل ۱۲

در حالت سوم، سعی کنید در حالی که چشمان خود را بر سقف اتاق متمرکز نموده اید، لوله را متعادل نگه دارید (شکل ۱۳ را ببینید)



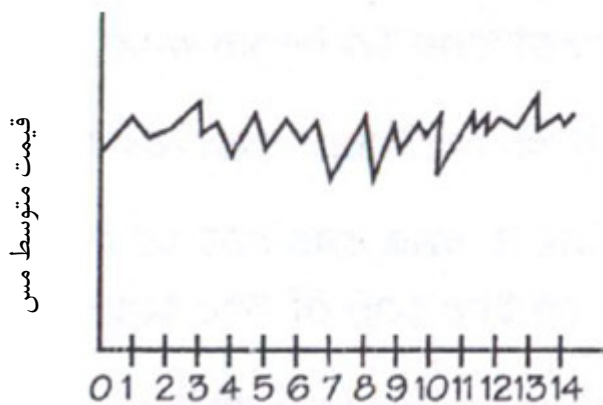
شکل ۱۳

چه اتفاقی افتاد؟ زمانی که به نقطه‌ای خیلی نزدیک به انگشتان خود یا نقطه‌ای خیلی دور نگاه می‌کنید، حفظ تعادل لوله سخت یا غیرممکن خواهد بود. چرا حالتی که به انتهای بالای لوله نگاه می‌کردید، آسان‌ترین حالت برای نگه داشتن لوله بود؟

هر بار که چشم‌انداز خود را عوض می‌کردید، چه چیزی تغییر می‌نمود؟
 وقتی نقطه کانونی نگاه خود را عوض می‌کنید، عامل اصلی که تغییر می‌کند، فاصله زمانی بین شروع خروج لوله از حالت تعادل و کشف حرکت آن توسط چشم شما است و اطلاعات مورد نیاز برای تنظیم دست فراهم می‌گردد. چون لوله باید قبل از اینکه چشم شما تغییر مکان آنرا کشف کند، فاصله مشخصی را پیموده باشد. وقتی به پایین لوله توجه می‌کنید، بالای لوله باید فاصله زیادی را طی کند تا آنرا کشف نموده و برای خنثی کردن آن عکس‌العمل نشان دهید. نوعاً زمانی اقدام می‌کنید که دیر شده است و لوله خواهد افتاد.
 وقتی به بالای لوله نگاه می‌کنید، حرکت کوچکی از لوله کافی است تا آنرا کشف نموده و خنثی نمایید. بنابراین پاسخ شما نسبتاً سریع بوده و برای حفظ تعادل، مؤثر است. بدیهی است که وقتی به سقف نگاه می‌کنید، ممکن است تا متوجه حرکت لوله شوید، لوله افتاده باشد و لذا کنترلی هم وجود ندارد.
 تمرین فوق دو نکته را روشن می‌کند:

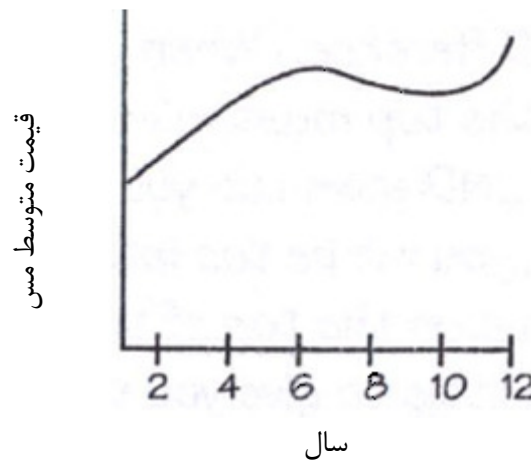
- افق زمانی مناسب، به دلیل شما برای ردگیری (tracking) یک سیستم بستگی دارد.
- اگر افق زمانی شما خیلی کوتاه یا خیلی بلند باشد، قادر به کنترل متقاعدکننده رفتار سیستم نخواهید بود.

تغییرات قیمت کالاها یک مثال مناسب از این موضوع است. به عنوان نمونه اگر شما قیمت مس در بورس کالاها را در افق‌های زمانی مختلف مطالعه کنید، الگوهای رفتاری متفاوتی را شاهد خواهید بود.
 اولین "رفتار مرجع"، افت و خیزهای ساعتی و روزانه قیمت مس است (شکل ۱۴) این نمودار تا حد زیادی شبیه یک اختلال (noise) است و این تغییرات به عللی از قبیل شرایط آب و هوایی ناسازگار با کار معادن، اعتصابات که نیروی کار را کاهش می‌دهند یا وقفه در حمل‌ونقل که موجب کمبودهای موقتی در بازارهای منطقه‌ای مهم می‌شود، خواهد بود. اگر متوسط قیمت مس در هر ساعت را محاسبه و ثبت نمایید، به نموداری مثل شکل ۱۴ خواهید رسید که دارای افق زمانی در حد چند روز یا چند هفته است.



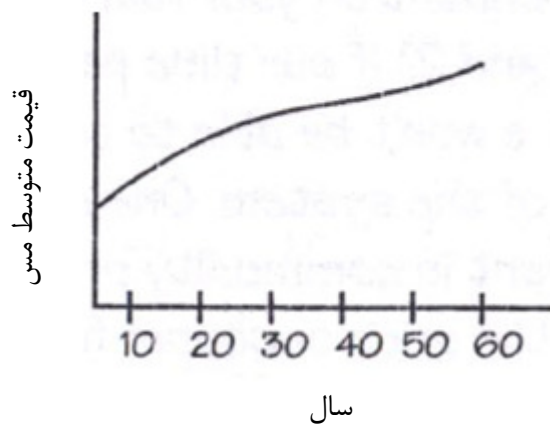
روز
 شکل ۱۴

دومین "رفتار مرجع"، افق هفت ساله است که شبیه موج سینوسی به نظر می‌آید (شکل ۱۵). علت این الگوی رفتاری می‌تواند پاسخ با تأخیر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان به تغییرات قیمت باشد. اگر شما متوسط قیمت‌های ماهیانه یا فصلی مس را ثبت کنید، به چنین نموداری خواهید رسید. افق زمانی این نمودار پنج تا ده سال است.



شکل ۱۵

سومین "رفتار مرجع"، رشد یا نزول بلندمدت در قیمت مس است (شکل ۱۶). این نمودار کم و بیش شبیه یک خط راست است و ناشی از افزایش هزینه‌های انرژی مورد نیاز برای تولید مس، تهی شدن معادن کم‌هزینه و نیز تأثیر پیشرفت‌های تکنولوژیکی می‌باشد که موجب تغییر در مقدار مس مورد نیاز در محصولات مختلف شده‌اند. اگر متوسط قیمت مس در هفت سال گذشته را محاسبه و هر سال آنرا ثبت کنید، به نموداری مثل شکل ۱۶ می‌رسید که افقی بیست تا پنجاه سال یا بیشتر دارد.



شکل ۱۶

هر سه "رفتار مرجع" فوق، یک متغیر را نشان می‌دهند: قیمت مس. اما تفاوت در افق زمانی، سه نمودار مذکور را مورد علاقه افراد کاملاً متفاوتی می‌نماید. بورس‌بازان (speculators) و تولیدکنندگانی که مس نیاز دارند، دلواپس "رفتار مرجع" اول هستند. آنهایی که فروشنده معادن یا تجهیزات معادن هستند یا در نظر دارند کارخانه جدیدی تأسیس کنند که شدیداً به مس به عنوان ماده اولیه متکی است، مراقب دومی هستند. سومی ممکن است مورد علاقه آنهایی باشد که دارای پست‌های ارشد دولتی در کشورهایی هستند که شدیداً برای درآمدهای صادراتی خود به مس وابسته‌اند.

تصور کنید سه نفر نشسته‌اند و نیازمند درک بهتری از علل تغییر قیمت مس هستند؛ اما افق زمانی هر یک از آنها متفاوت است. گزینه‌های سیاستی جذاب برای هریک از افراد فوق، ممکن است برای سایرین نامربوط باشد.

۳. ایجاد کشش خلاق (Creative Tension) و طرح یک پرسش کانونی

در دو گام قبلی، واقعیت فعلی (current reality) را احراز نموده‌ایم. همچنین حدس‌هایی زده‌ایم (speculate) که اگر الگوهای فعلی تغییر نکنند، آینده چگونه خواهد بود.

علاوه بر آگاهی از واقعیت فعلی، باید از وضعیت مطلوب نیز آگاه باشیم. وضعیتی که می‌توان آنرا چشم‌انداز (VISION) نامید. چشم‌انداز یعنی آنچه مطلوب ماست. چشم‌انداز بر حسب نتایج مطلوب در نقطه خاصی از زمان تعریف می‌شود.

خلق نتایج مطلوب، مستلزم شفاف‌سازی و توجه هم‌زمان به واقعیت فعلی و چشم‌انداز است. بنابراین باید به این پرسش‌ها پردازید:

- چشم‌انداز شما برای این موضوع چیست؟ نتایج مطلوب شما کدامند؟
- واقعیت فعلی این موضوع چیست؟ چه نتایجی حاصل شده است؟

وجود فاصله بین این دو قطب، یک کشش ایجاد می‌کند که آنرا کشش خلاق می‌نامند. برای برخی افراد، ساده‌تر است که تنها یکی از دو قطب چشم‌انداز و واقعیت فعلی را شناسایی کنند. تمرین کنید که دو قطب کشش خلاق را به روشنی مشخص کنید. اقداماتی که بر اثر آگاهی از این کشش صورت می‌گیرند، نتایجی خلق می‌کنند که با چشم‌انداز و آرزوهای ما سازگارترند؛ تا اقداماتی که صرفاً عکس‌العملی به شرایط و رویدادها هستند. خیلی از اقدامات بیهوده را می‌توان ناشی از تعریف نادقیق از آنچه مطلوب است و آنچه بدست آورده‌ایم، دانست. وقتی بدانیم که چه می‌خواهیم، آسانتر می‌توانیم توضیح دهیم که چه دستاوردی داشته‌ایم و اگر تغییر مهمی رخ ندهد، چه دستاوردی در آینده خواهیم داشت.

چگونه تشخیص می‌دهیم که موفق بوده‌ایم؟ به جای فرض این که همه ما درباره نتایج مطلوب ابهامی نداریم، آنها را تا حد ممکن، جزئی و معین (specific) کنید.

از مدل کشش خلاق برای توجه به فاصله بین نتایج واقعی و نتایج مطلوب، استفاده کنید. نتایج مطلوب باید:

- نتایج مشخصی باشند که بتوان آنها را اندازه‌گیری نمود (مثال: یک محیط کار ایمن که هیچ حادثه‌ای نداشته باشد)
- نتایج واقعی، نه گام‌ها یا اقدامات مورد نیاز برای حصول آنها (مثال: تکمیل آموزش ایمنی، معادل با ایجاد محیط کاری امن نیست)
- نتایج پیش‌بینی شده در جهت مثبت؛ نه اجتناب از نتایج نامطلوب (مثال: یک محیط کاری ایمن، ضرورتاً معادل با نداشتن حادثه نیست)

به خاطر داشته باشید که دیدگاه سایر ذینفعان را نیز لحاظ کنید. معمولاً یکی از مداخله‌های پراثر (high-leverage) این است که اهداف مشترک (shared goals) شفاف‌تری بنا کنید. وقتی اهداف مشترک، نادقیق تعریف شوند، خودخواهی به سادگی بر رفتارها غلبه می‌کند و آنگاه موجب تقویت این باور می‌شود که این بهترین راهبرد است؛ چون سایر ذینفعان به گونه‌ای عمل می‌کنند که فکر می‌کنید باید به فکر خودتان باشید.

در بسیاری از موارد، شفاف نمودن کشش خلاق، اقدام مقتضی را آشکار و واضح می‌کند.

وقتی وجود فاصله بین چشم‌انداز و واقعیت، دیرپای بوده است، تفکر سیستمی می‌تواند مفیدتر باشد:

- چرا چنین دستاوردی داشته‌ایم؟

- چرا سیستم در برابر تلاش ما برای تغییر آن، مقاومت می‌کند؟

وقتی کشش خلاق را به کار می‌گیریم، در برابر وسوسه شروع با سوال "چه باید بکنیم؟" مقاومت می‌کنیم. در عوض با ذکر چشم‌انداز و واقعیت فعلی شروع می‌کنیم؛ سپس بررسی می‌کنیم که چگونه می‌توان فاصله را حذف

نمود. تفکر سیستمی به ما کمک می‌کند راهبردهای پر اثری را شناسایی کنیم که کشش خلاق را به نفع چشم‌انداز، رفع کنند.

با شفاف شدن واقعیت و چشم‌انداز، یک پرسش کانونی مطرح می‌شود. یک پرسش یک یا دو جمله‌ای بسازید که مسئله را به صورت معماگونه و بغرنج شرح دهد. این پرسش باید:

- به اندازه کافی متمرکز باشد تا انرژی‌ها را به سمت راه‌حل‌های اثربخش هدایت کند.
- اما آنقدر متمرکز نباشد که مانع خلاقیت شود

یک پرسش کانونی خوب، روندها را در بستری (context) از آنچه مطلوب ماست، تشریح می‌کند. پرسش‌های خوب اغلب به این شکل‌اند:

چرا علی‌رغم [تلاش‌های ما برای حل مسئله یا تشویق به رشد]، ... [هنوز یک روند وجود دارد] ... ؟

به عنوان مثال:

چرا، علی‌رغم تلاش‌های ما برای بهبود کیفیت، همچنان نمی‌توانیم کارها را به موقع تحویل دهیم؟

ع. ارائه تبیین‌های ساختاری (Structural Explanations)

تبیین (explanation) یعنی توضیح چرایی یک رویداد یا پدیده. وقتی توضیح می‌دهیم که چرا رویداد خاصی رخ داده است، می‌توانیم بگوییم آن رویداد را تبیین کرده‌ایم. تبیین یعنی ارائه پاسخ به سؤالی که با "چرا" آغاز شده است. پاسخ به سؤالات "چرا" دار، اغلب صورت تبیین علی به خود می‌گیرند. یعنی تبیینی که در آن، علت حادثه خاصی را به دست می‌دهیم. در این موارد، تبیین یعنی معین کردن فرایندهای علی (Causal Processes) و شرایط اولیه‌ای (Initial Conditions) که موجب وقوع پدیده مورد بررسی شده‌اند.

به عنوان مثال، رویداد "افتادن شاخه درخت" را در نظر بگیرید. ممکن است این رویداد را این گونه تبیین کنیم:

باد شدید، موجب شکسته شدن شاخه درخت شد و جاذبه، موجب سقوط آن به زمین گردید.

فرایند علی را مکانیسم علی (Causal Mechanism) نیز می‌نامند. بنا به تعریف وقتی می‌گوییم C علت است از برای E، معنایش این است که در میان C و E سلسله حوادث C_i وجود دارند که عبور از C_i به C_{i+1} محکوم قانون یا قوانین L_i است.

نظریه مکانیسم علی به سلسله حوادثی که C را به E می‌پیوندند، نظر دارد. این سلسله حوادث C_i ، همان مکانیسم علی‌اند که C را به E می‌پیوندند و قوانینی که بر عبور از یک C_i به C_i دیگر، حاکم‌اند، همان قوانین علی‌اند که ربط علی میان C و E را تأمین می‌کنند: به دلیل خواص C و قوانین حاکم بر آن، C_1 رخ داد؛ به دلیل خواص C_1 و قوانین مربوط به آن، C_2 رخ داد و ... هکذا به دلیل خواص C_n و قوانین مربوط به آن، E رخ داد. در تبیین ساختاری می‌خواهیم یک پدیده را به کمک مکانیسم یا ساختار ریشه‌ای (underlying structure) که مولد آن پدیده است، تبیین کنیم.

به عنوان مثال فرض کنیم پیچ یکی از چرخ‌های خودرو سست است و پس از چند صد کیلومتر حرکت، چرخ می‌لغزد و از جا در می‌رود. مسلماً علت این حادثه، سستی پیچ است اما برای تثبیت همین امر باید حادثه‌ای را بازسازی کنیم که خودرو را از داشتن پیچ سست به حالت بی‌چرخ‌ری رسانده‌اند. قاعدتاً چنین باید گفت: ارتعاشات چرخ متحرک موجب افتادن پیچ سست می‌شود و این خود موجب می‌شود تا اتصال چرخ به بدنه خودرو سست‌تر و لذا ارتعاشاتش بیشتر شود. فزونی ارتعاشات باعث سست شدن پیچ‌های دیگر و افتادنشان می‌گردد. افتادن پیچ‌ها همان و در رفتن چرخ و بروز حادثه همان. ما اینجا با یک داستان نسبتاً ساده علی روبرویم که شامل مراحل

است، و وظیفه ما این است که نشان دهیم چگونه تحت شرایط جاری، هر مرحله جای خود را به مرحله تازه‌ای می‌دهد.

به عنوان مثالی دیگر: ممکن است پرسیده شود "چرا افزایش نقدینگی، موجب تورم می‌شود؟" مکانیسم اثرگذاری به این صورت است: افزایش نقدینگی در جامعه، باعث می‌شود مردم تقاضای بیشتری برای کالاها و خدمات داشته باشند. لذا اگر عرضه کالاها و خدمات را ثابت فرض کنیم، می‌توانیم بگوییم در نتیجه‌ی افزایش نقدینگی، تقاضا از عرضه بیشتر می‌شود. نتیجه آن خواهد بود که قیمت کالاها و خدمات افزایش می‌یابد. این افزایش قیمت تا بدانجا خواهد بود که تقاضا را دوباره با عرضه برابر کند.

عبارت‌های علی:

رویدادها را توضیح می‌دهند

امکان پیش‌بینی آینده را فراهم می‌کنند

امکان انجام اقداماتی را فراهم می‌کنند تا بر آینده تأثیر بگذاریم.

ساختارها را می‌توان هم علت و هم معلول دانست.

ساختار به عنوان علت: ساختارها، محیطی از منع و ترغیب فراهم می‌کنند که موجب تأثیر بر فاعلان درون سیستم می‌شوند. فاعلان هم رفتار خود را با آنها هماهنگ می‌کنند و از این رفتارهای هماهنگ، پیامدهایی ظاهر می‌گردد.

ساختار به عنوان معلول: ساختارها متأثر از مدل‌های ذهنی افراد مرتبط با آن هستند.

به عنوان مثال: وقتی در حال طراحی و احداث یک ساختمان هستیم، این ساختمان معلول تفکر و مدل‌های ذهنی ماست. اما وقتی احداث شد، عاملی مؤثر بر رفتار و عملکرد ما خواهد بود. در گام چهارم، ساختار به عنوان علت مدنظر است و در گام پنجم، ساختار به عنوان معلول. برخی از ساختارها به گونه‌ای هستند که:

- برای مدتی طولانی، پایدار می‌مانند
- خواص ساختار، استقلال بسیار زیادی از افرادی دارد که در آن ساختار، واجد نقشی هستند.
- ساختار بر آزادی افراد درون آن قیودی می‌نهد.

به عنوان مثال یک سیستم بوروکراتیک را در نظر بگیرید: سازمانی در هم تنیده از آدمیانی و قواعدی. این قواعد، مجاری فرماندهی و مقررات حاکم بر رفتار افراد را در مناصب مختلف، معین می‌کنند. بلندی عمر اوصاف این ساختار، بیشتر از دوران تصدی هر یک از اعضای آن است.

می‌توانید از نمودارهای حلقه علیت به عنوان ابزاری برای نمایش تبیین ساختاری استفاده کنید. در این مرحله باید روشن شده باشد که پیامدها (consequences) و علل کلیدی روندهایی که مشاهده کرده‌ایم، کدامند؟ چگونه این پیامدها (بخصوص پاسخ‌های خود ما به این وضعیت)، عامل بروز مسائل بیشتری می‌شوند؟

۵. به کار بردن پرسش‌های ژرف‌نگری (Going Deeper Questions)

با طرح پرسش‌های ژرف‌نگری، می‌خواهیم بررسی کنیم که:

✓ ساختارهای عمیق‌تری که این مجموعه از علل و پیامدها را تداوم می‌بخشند، کدامند؟

✓ آیا این سیستم، هدفی (purpose) متفاوت با آنچه بیان شده است، را (به صورت موفقیت‌آمیزی) به انجام می‌رساند؟

✓ آیا باورها (beliefs) و ارزش‌هایی (values) وجود دارند که موجب تداوم این وضعیت شده‌اند؟
چهار مجموعه از پرسش‌های ژرف‌نگری وجود دارد. آنها برای کمک به حرکت ما از درک یک وضعیت تا شناسایی اقدام مناسب، طراحی شده‌اند.

الف) هدف (purpose)

هدف

- نتایج مطلوب ما واقعاً کدام‌اند؟
- در مقایسه با این نتایج مطلوب، اکنون چه نتایجی کسب کرده‌ایم؟
(به نظر می‌آید هدف این سیستم چیست؟)

منطق پشت این پرسش‌ها ساده است: وقتی نتایج مورد انتظار ما با هدف واقعی سیستم ناسازگارند، نمی‌توانیم از سیستم انتظار داشته باشیم نتایج مطلوب ما را تولید کند.

این پرسش‌ها باید کمک کنند تا کشش خلاق را بین هدفی که شما از کارکرد سیستم می‌خواهید و هدفی که به نظر می‌آید اکنون دنبال می‌کند، ایجاد کنید.

توجه کنید که عملکرد هر سیستم دارای دو بُعد است: کارایی (efficiency) در انجام کارها (کارها را درست انجام دادن) و اثربخشی (effectiveness) آنچه که انجام می‌دهد (انجام کارهای درست). این دو را باید با هم در نظر گرفت. چون کار غلط را هر قدر درست‌تر انجام دهیم، بیشتر در اشتباه خواهیم بود. بهتر است که کار درست را غلط انجام دهیم تا این که کار غلط را درست انجام می‌دهیم، یک اشتباه انجام داده‌ایم که امکان اصلاح دارد. بنابراین یاد می‌گیریم چگونه اثربخش‌تر باشیم. به عبارت دیگر: بهتر است به سمت هدف درست نشانه‌گیری کنیم و به هدف نزنیم تا این که به سمت هدف غلط، نشانه‌گیری کنیم و به هدف بزنیم.

مراقب اهدافی باشید که:

- بین نتایج کوتاه‌مدت و بلندمدت توازن برقرار نمی‌کنند
- به جای این که بر نتایج اقدامات متمرکز باشند، بر این متمرکزند که کاری انجام شود
- فشارها را تخفیف می‌دهند (Relieve Pressure)
- تصدیق‌کننده باورهای موجودند (یا این تصور را تایید می‌کنند که حق با ماست یا بهتر از همه می‌دانیم)
- با این که همکاری و مشارکت، ارزشمند تلقی شده، از یکی از ذینفعان طرفداری می‌کنند

به یاد داشته باشید: هر سیستمی که پایدار (stable) است، نفعی برای آنهایی که با آن مرتبط‌اند، ایجاد می‌کند. ممکن است بخواهید بررسی کنید که اکنون سیستم چه دستاوردی برای ما دارد (حتی اگر نتایج مطلوب ما را

ایجاد نمی‌کند) و نفع ادامه این وضعیت چه خواهد بود؟ این یک رویکرد دیگر برای اندیشیدن درباره هدف واقعی یک سیستم است.

ب) مدل‌های ذهنی (Mental Models)

مدل‌های ذهنی

فرض کنید همه افراد درون سیستم، از دیدگاه خودشان، به صورت معقولانه و مسئولانه عمل می‌کنند.

- کدام تفکر (باورها، مفروضات، توجیهات) است که منجر به انتخاب‌های فعلی می‌شوند؟
- چه تفکری موجب باقی ماندن سیستم به شکل کنونی شده است؟
- آیا مفروضات (assumptions) ما درباره سایر ذینفعان سیستم، بر تصمیمات ما مؤثرند؟

پرسش‌های فوق برای آشکار نمودن باورهایی طراحی شده‌اند که محرک رفتاری است که می‌بینیم. نگران مدل‌های ذهنی همچون موارد زیر باشید:

- این موضوع، ممکن است برای دیگران رخ داده باشد، اما برای ما رخ نمی‌دهد
- بیایید فقط بر امروز متمرکز باشیم. فردا درباره فردا نگران خواهیم شد
- ما هیچ گزینه دیگری نداریم
- این کار را فقط یک بار انجام خواهیم داد

مدل‌های ذهنی ما معمولاً آنقدر ناخودآگاه هستند که این مفروضات را با حقایق، اشتباه می‌گیریم. همچون حقایق، آنها را فراتر از چالش و اعتراض می‌دانیم. با توسعه توانایی خود برای آشکار نمودن این باورها، ارزش‌ها و مفروضات، باید چک‌لیست مخصوص خودتان را بسازید تا مواردی را که همواره شما را دچار بیشترین دردسر می‌کنند، در برگیرد. به عنوان مثال، "اگر می‌خواهم آن کار به طور صحیح انجام شود، باید خودم انجامش دهم" یک حقیقت است یا یک مدل ذهنی؟ تصمیم با شماست!

ج) مسئولیت شخصی (Personal Responsibility)

مسئولیت شخصی من/ما

- نقش و مسئولیت من در عملکرد فعلی سیستم چیست؟
- از چه طریقی، موجب ادامه ساختار فعلی هستم؟

در خیلی از موارد، وقتی مدل‌های ذهنی را شناسایی می‌کنید، شروع به درک این نکته خواهید کرد که چگونه در پایین‌تر بودن عملکرد سیستم، سهم دارید و مسئولید.

تمایلی طبیعی وجود دارد که الگوهای عملکرد سیستم را ناشی از بیرون سیستم (به عنوان نتیجه‌ای از چند اقدام یا فشار یا تغییر خارجی) بدانیم. این تبیین‌ها خیلی مجاب‌کننده و متقاعدکننده‌اند چون تقریباً همیشه ارتباطی بین رویداد خارجی و تغییر در عملکرد سیستم وجود دارد.

این امکان را در نظر بگیرید که اقدام خارجی فقط تسریع کننده یا کاتالیزور تغییر است و این طبیعت خود سیستم (از جمله شامل عکس‌العمل‌های خود ما) است که علت افت عملکرد می‌باشد. این پرسش‌ها ما را تشویق می‌کنند تا این امکان را در نظر بگیریم که تا حدی مسئولیم و بنابراین کنترل چیزی را در سیستم در اختیار داریم. در اکثر موارد، سخت نیست که ارتباط خود با مسئله را ببینیم. عادت خوبی است که باید در خود ایجاد کنیم؛ بخصوص برای کسانی مفید است که تعیین مسئولیت دیگران در قبال وضعیت فعلی، برای آنها آسان‌تر است.

(د) توسعه دیدگاه خود (Expanding Our View)

توسعه دیدگاه خود

- آیا قبلاً در چنین وضعیتی بوده‌ایم؟ چه درسی از گذشته برای وضعیت امروز می‌توان گرفت؟
- سایر ذینفعان سیستم، این وضعیت را چگونه می‌بینند؟
- زنجیره‌های علت و معلول را گسترش دهید. سایر عوارض ناخواسته کدام‌اند؟ آیا بازخوردهای دیگری وجود دارد؟
- اکنون نمودار خود را ساده کنید. هدف این است که پویایی‌های اصلی سیستم را به صورت خلاصه و غنی، ارائه کنید.

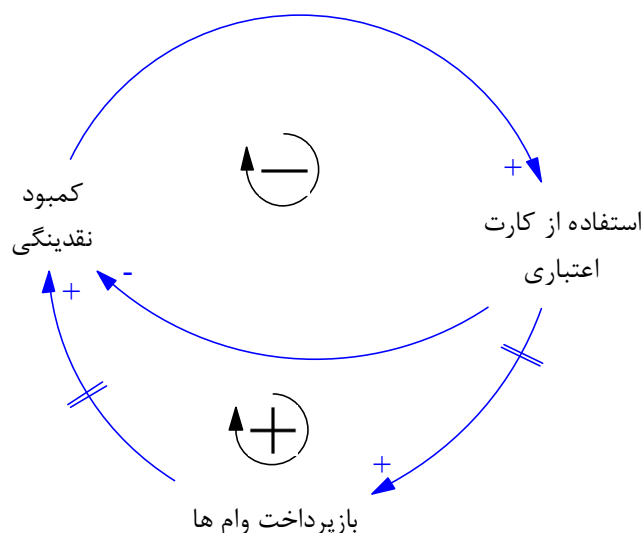
وقتی شروع به استفاده از ابزارهای تفکر سیستمی می‌کنید، تمایل طبیعی این است که صرفاً دیدگاهی که قبلاً درباره موضوع داشته‌اید را با این زبان جدید، تکرار کنید. با توسعه دیدگاه، خود را با چالش مواجه می‌کنیم تا:

- ✓ سوابق موضوع را در نظر بگیریم
- ✓ سایر ذینفعان را نیز در نظر بگیریم
- ✓ سایر علت‌ها را نیز لحاظ کنیم
- ✓ سایر پیامدها (consequences) را نیز در نظر بگیریم

مثال: چشم و هم چشمی (Keeping Up with the Joneses)

یک زوج را در نظر بگیرید که اغلب اوقات با کمبود نقدینگی مواجه‌اند و خود را مجبور می‌بینند از کارت‌های اعتباری استفاده کنند تا مشکلات نقدینگی خود را تسکین دهند و ماه را به سر آورند. بدبختانه بالا بودن نرخ سودی که باید بابت انباشته شدن بدهی‌ها بپردازند، مشکلات نقدینگی آنها را عمیق‌تر می‌کند. (می‌توانید به جای یک زوج، یک شرکت یا یک کشور را در نظر بگیرید).

الگوی انباشته شدن بدهی‌ها و مشکلات مزمن در زمینه نقدینگی را می‌توان با نمودار حلقه علیت زیر نمایش داد. (شکل ۱۷). حلقه تعادلی موجود در این نمودار نشان می‌دهد که اثر فوری استفاده از کارت اعتباری، تسکین مشکل کمبود نقدینگی است. حلقه تقویتی نیز نشان می‌دهد که در بلندمدت، موجب بدتر شدن اوضاع خواهد بود. این زوج تلاش می‌کنند مسئله نقدینگی را با دریافت اعتبار حل کنند؛ اما استفاده آنها از اعتبار، فقط موجب تقویت (و بدتر شدن) مشکلات آنها در زمینه نقدینگی می‌گردد.



شکل ۱۷

می خواهیم از پرسش های ژرف نگری برای جستجوی ساختارهایی استفاده کنیم که کمتر مشهودند.

هدف:

- آنچه واقعاً می خواهیم، آزادی مالی در بلندمدت است.
- هدف کنونی، امروز را لذت بخش می کند اما در بلندمدت، ما را حسابی گرفتار می کند.
- این سیستم، امکان عمل به تعهدات فعلی را فراهم می کند؛ در عین حال موجب تعویق اجبار در پرداختن به مسئله اصلی می گردد.

مدل های ذهنی:

- به این پرداخت نیاز دارم؛ به زودی همه چیز بهتر می شود.
- انتخاب دیگری ندارم؛ باید این صورت حساب ها را پردازم.
- بهتر است بدهکار شویم تا اینکه این فرصت را از دست بدهیم.
- همه وام می گیرند؛ الان بخر، بعداً پرداخت کن.
- فقط همین یک دفعه است؛ هر وقت بخواهم، می توانم ترک کنم.

مسئولیت شخصی ما:

- ما به فشارهای کنونی توجه می کنیم و از پرداختن به مسائل اصلی و واقعیت بلندمدت اجتناب می کنیم.
- به خود اجازه می دهیم باور داشته باشیم که انتخاب دیگری نداریم.
- مفروضات خود را در معرض چالش قرار نمی دهیم.

توسعه دیدگاهها:

- در حال چشم و هم چشمی هستیم.
- با نگاهی به گذشته خود، می بینیم که عادت به درآمد بالاتری داشته ایم و جریان نقدینگی ما مشکل نداشته است.

○ باید به عوامل مؤثر بر جریان نقدینگی دقت کنیم: آیا این مسئله‌ای است که فقط یک بار بوجود آمده یا این که همیشه بیشتر از درآمدمان خرج می‌کنیم؟

○ بالاخره یک کسی (شاید بچه‌های ما!) باید صورت حساب را پردازد.

پاسخ‌های ارائه شده به پرسش‌های ژرف‌نگری، گزینه‌های زیادی برای تفکر درباره چگونگی مداخله راهبردی، فراهم می‌کنند.

وقتی به هدف نگاه می‌کنیم، چنین به نظر می‌آید که هدف فعلی سیستم، تسکین فشارهای فعلی یا تأمین نیازهای کنونی است. هیچ هدف صریحی برای محافظت از منافع بلندمدت وجود ندارد. یکی از مداخله‌ها این است که چنین هدفی را صریحاً وارد کنیم.

وقتی مدل‌های ذهنی را مورد توجه قرار می‌دهیم، می‌بینیم که پشت برخی از انتخاب‌هایی که صورت می‌گیرد، تفکر چندانی وجود ندارد. تصمیم‌ها با بی‌احتیاطی همراهند. یک مداخله این است که مدل‌های ذهنی که محرک این تصمیم‌ها هستند را آشکار نموده و مورد چالش قرار دهیم.

وقتی به مسئولیت شخصی توجه می‌کنیم، درمی‌یابیم که رویکرد کنونی به مسئله، به عنوان تنها راه‌حل تلقی می‌شود. یک مداخله این است که پرسیم آیا گزینه‌های دیگری وجود دارد؟

وقتی دیدگاه خود را توسعه می‌دهیم، صریحاً متوجه موازنه کوتاه‌مدت/بلندمدت (short-term/long-term trade-offs) و علل مشکلات می‌شویم.

۶. طرح‌ریزی یک مداخله (Planning an Intervention)

بر اساس درک ما از ساختار سیستم، فرضیه (hypothesis) ما درباره چگونگی تغییر آن چیست؟ چه اقدامات مشخصی باید انجام داد؟

نمودار حلقه علّیت را جهت شناسایی تغییرات ساختاری بررسی کنید؛ یعنی مداخله‌هایی را شناسایی کنید که پایدار (self-sustaining) بوده و تغییراتی بلندمدت در روندها یا الگوهای عملکرد ایجاد کنند.

متأسفانه خیلی از مداخله‌هایی که طراحی می‌شوند، چیزهایی از قبیل خط‌مشی جدید، آخرین مُد مدیریتی، آنچه از روی عادت در چنین وضعیت‌هایی انجام می‌دهیم، چیزی که فکر می‌کنیم رئیس از ما انتظار دارد انجام دهیم و ... هستند.

برای شناسایی مداخله‌ها، هر چیزی، از طوفان فکری تا مرور لیست‌هایی از مداخله‌های عام (generic interventions)، قابل استفاده است. ابزارهای تفکر سیستمی برای کمک به تفکر راهبردی درباره چگونگی بهبود عملکرد سیستم، طراحی شده‌اند؛ اما ایده‌های خوب از هر جایی ممکن است بیایند. همچنین از نظر سیاسی بهتر است مواردی که می‌دانید قبلاً پیشنهاد شده‌اند را نیز به لیست اضافه کنید و آنها را منصفانه در نظر داشته باشید.

شناسایی نقاط اهرمی، همچون **rewiring** یک نمودار حلقه علّیت و ایجاد زنجیره جدیدی از علت و معلول‌هاست؛ ایجاد مسیری جدید با حداقل مقاومت، برای بهبود الگوی عملکرد بلندمدت سیستم.

بر ایجاد رویکردهای راهبردی (استراتژیک) متمرکز باشید نه برداشتن گام‌های مشخص. به عنوان مثال، تضعیف یا حذف یک محدودیت (نظیر نیروی کار در دسترس)، یک رویکرد راهبردی است. یک اقدام مشخص، ممکن است تغییر راهبرد استخدام یا استفاده از اضافه‌کاری بیشتر باشد. اگر از این نوع اقدامات مشخص پیشنهاد شده است، باید آنها را تبدیل به راهبردهایی کلی‌تر نمایید تا واقعاً بیازمایید که آیا اثربخش خواهند بود و آیا اهرمی فراهم می‌کنند.

- ابزارهای تفکر سیستمی ما را به جستجو در زمینه‌های کلی زیر راهنمایی می‌کنند:
- اگر سیستم دچار رکود شده است، دنبال محدودیت‌های آن بگردید و راهبردهایی برای پرداختن به آنها خلق کنید
 - اگر به نظر می‌آید که سیستم خارج از کنترل قرار دارد (حالتی از مارپیچ مرگ (death spiral) یک اقدام اصلاحی اضافه کنید تا به عنوان یک ترمز عمل کند و فرایند تقویتی را به یک دور بی‌عیب (virtuous cycle) مبدل کند.
 - رشد را مدیریت کنید. فرض کنید که هیچ چیزی نمی‌تواند برای همیشه به رشد خود ادامه دهد و بر این اساس برنامه‌ریزی کنید. محدودیت‌های سد راه رشد را شناسایی کنید.
 - قویترین ساختار بازخورد عمل‌کننده در سیستم را بیابید آنگاه پیامدها (implications) و نقاط اهرمی عام (generic) را مرور کنید
 - هر لینکی را در نظر گرفته و پیامد تقویت یا تضعیف آنرا بررسی کنید. توجه خاصی به لینک‌هایی داشته باشید که در آنها تصمیم‌گیری‌ها و انتخاب‌ها صورت می‌گیرد.
 - در مورد بازخوردهای تعادلی: هدف و تأخیر را صریحاً مشخص کنید. هدف و تأخیر را مدیریت کنید.

وقتی مداخله‌ها شناسایی شدند، آلترناتیوهای "چه می‌شود اگر" را توسعه دهید:

- اضافه نمودن یک لینک یا حلقه جدید، که شاید در بردارنده متغیرهای جدیدی نیز باشند. از نظر رفتاری، به این معنی است که شروع به عمل نمودن به شیوه‌ای متفاوت کنید.
- شکستن یا تضعیف لینک بین دو متغیر. از نظر رفتاری، انجام کاری را متوقف می‌کنید یا آنرا کمتر انجام می‌دهید.
- تقویت یک لینک (و به تبع آن، تقویت یک حلقه). از نظر رفتاری، کاری که قبلاً نتیجه بخش بوده است، را بیشتر انجام می‌دهید.
- تأخیرها (delay) را تغییر دهید
- تبدیل یک لینک مثبت به منفی (و برعکس). از نظر رفتاری، باز هم به این معنی است که کاری را به شیوه‌ای متفاوت انجام دهید.

به خاطر داشته باشید که:

- ✓ وارد آوردن فشار بیرونی به یک حلقه، معمولاً اثربخش نیست
- ✓ ساختارهای محدودکننده و نقاطی که هدفها تعیین می‌شوند، می‌توانند تقاطع اهرمی خوبی باشند
- ✓ ممکن است کند نمودن یک فرایند رشد یا کوتاه نمودن یک تأخیر، کمک‌کننده باشد
- ✓ هنگام ارزیابی یک مداخله، تأثیر آنرا در نمودار حلقه علّیت، دنبال کنید
- ✓ مراقبت تفاوت بین اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت باشید. مراقب عوارض جانبی باشید. تأثیر تأخیرها بر اجرای یک مداخله و مشاهده نتایج آن، را به حساب آورید.

مداخله‌های پیشنهادی را ارزیابی کنید

هر مداخله باید در معرض یک چک لیست "کنترل کیفیت" قرار گیرد. این پرسش‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که باید به ترتیب مطرح شوند. اگر یک مداخله نتواند پرسشی را موفقیت‌آمیز طی کند، آنرا اصلاح نموده و مجدداً

ارزیابی نمایید تا جایی که احتمال حصول نتایج مورد نظر، قابل قبول باشد و شانس پیامدهای ناخواسته، کاهش یابد.

- آیا اگر این مداخله، موفقیت آمیز اجرا شود، نتایج مطلوب ما را ایجاد خواهد کرد؟
- چه کسانی تحت تأثیر اقدامات ما قرار خواهند گرفت؟ آیا از آنها پرسیده ایم که چه تغییراتی از این طرح انتظار دارند؟
- چگونه ممکن است سیستم، در برابر این تلاش‌ها برای بهبود عملکرد، مقاومت نماید؟ وضعیت فعلی چه منافی ایجاد می‌کند که باید باز هم ایجاد شوند؟ اگر این مداخله، مواجه با مقاومتی جدی شود، چه تغییری می‌توانید در آن ایجاد کنید تا مقاومت را کاهش دهید؟
- آیا اقدامات ما پیامدهای ناخواسته‌ای (unintended consequences) دارند؟ چگونه می‌توانند وضعیت را بدتر کنند؟ اگر موفق شویم، چه مسائلی ممکن است ایجاد شوند؟ آیا می‌توان این پیامدها را کاهش داد؟

- آیا می‌توانیم این راهبرد را اجرا کنیم؟ برخی اقدامات مشخصی که باید انجام دهیم، کدامند؟ نمودار حلقه علیت سیستم را خواه داشته باشید یا نداشته باشید، طرح این پرسش‌ها مفید خواهد بود. اگر نمودار را دارید، جایی که مداخله مورد نظر شما بر ساختار اثر می‌گذارد را شناسایی کنید آنگاه برای پاسخگویی به این پرسش‌ها، لینک‌های علی را دنبال کنید. بهبود راهبردها را تا جایی ادامه دهید که احساس کنید بهترین نتایج را به کاراترین شیوه ممکن، کسب می‌کنید.

مداخله‌ها را در صحنه عمل، مورد آزمون قرار دهید

در برخی موارد، آنقدر وضعیت غیرشفاف است یا آنقدر تحت فشارید که کاری انجام شود، که اقدام فوری، تنها گزینه شماسست. در این صورت، اقدام خود را به مثابه یک آزمایش در نظر بگیرید. سیستم چگونه پاسخ می‌دهد؟

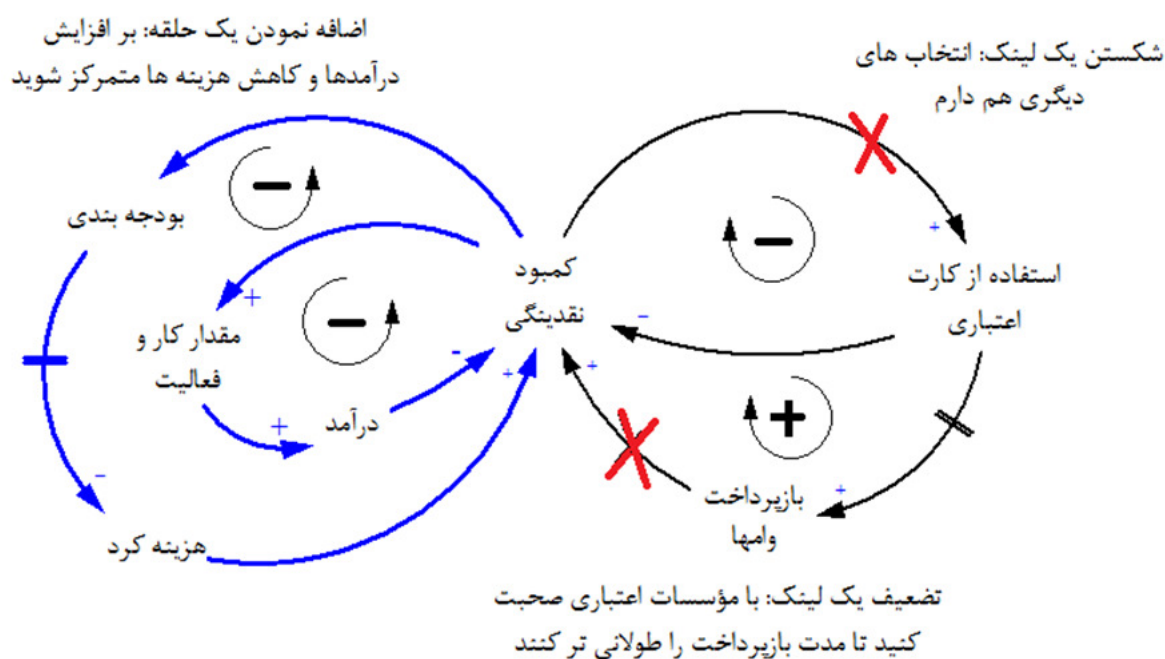
عادت کنید که پیامدهای اقدامات خود را پایش (monitor) کنید. بخصوص به دنبال راه‌هایی برای دریافت بازخورد درباره پیامدهای ناخواسته باشید. بسیاری از سازمان‌ها آنقدر انطباط یا تداوم پرسنلی ندارند تا بازخورد معمول درباره نتایج تغییرات انجام شده را کسب کنند و تقریباً هیچ‌کس به جستجوی اخبار بد نمی‌رود. در بسیاری از موارد، پیامدهای ناخواسته، شرکا را به دشمن تبدیل می‌کنند؛ موجب می‌شوند سازمان‌ها بسیاری از منابعی که به دنبال محافظت از آنها هستند، را در فرایند محافظت، آسیب بزنند؛ و موجب آسیب‌های جبران‌ناپذیر شوند.

معمولاً وقتی که این پیامدها تا حد غیرقابل انکاری ظهور یابند، دیگر دیر شده و کار چندانی در مورد آنها نمی‌توان صورت داد. به راه‌هایی فکر کنید که همچون قناری در یک معدن ذغال سنگ، یک سیستم اخطار زودهنگام ایجاد کنید تا از رسیدن چیزها به نقطه بی‌بازگشت جلوگیری کند.

{توضیح: تا اوایل قرن بیستم، یعنی زمانی که هنوز امکانات تهویه و حتی تجهیزات هشدار مناسب در معادن وجود نداشت، برخی کارکنان معادن ذغال سنگ، چند قناری همراه با خود به درون معادن می‌بردند. به دلیل حساس بودن قناری‌ها به گازهای متان و منوکسید کربن، مریض شدن یا مرگ این قناری‌ها در معدن، نشانه‌ای از وجود گازهای سمی در معدن تلقی می‌شد. آواز خواندن قناری‌ها نشانه امن بودن محیط کار و مرگ آنها بیانگر یک خطر فوری بود}

مثال: خرج کردن به اندازه دخل خود (Living Within Our Means)

مجدداً به مثال زوجی بر می‌گردیم که اغلب اوقات با کمبود نقدینگی مواجه‌اند و خود را مجبور می‌بینند که از کارت‌های اعتباری استفاده کنند تا مشکلات نقدینگی را تسکین دهند و ماه را به سر آورند. بدبختانه بالا بودن نرخ سودی که باید بابت انباشته شدن بدهی‌ها بپردازند، مشکلات نقدینگی آنها را عمیق‌تر می‌کند. این زوج تلاش می‌کنند مسئله نقدینگی را با دریافت اعتبار، موازنه کنند؛ اما استفاده آنها از اعتبار، فقط موجب تقویت (و بدتر شدن) مشکلات آنها در زمینه نقدینگی می‌گردد. در شکل ۱۷ نمودار حلقه علیت این سیستم را مشاهده نمودید. اکنون باید پرسید که مداخله‌های ممکن کدامند و چگونه می‌توان آنها را در نمودار ارائه کرد؟ وضعیت سیستم را ساده کرده‌ایم تا به آسانی بتوانید لینک‌هایی را اضافه، تضعیف یا قطع کنید.



شکل ۱۸

طبق آنچه در شکل ۱۸ آمده، سه نوع مداخله ارائه شده است:

۱. توقف استفاده از راه‌حل مقطعی (قطع یک لینک)
 ۲. حداقل نمودن پیامدهای ناخواسته ناشی از استفاده از راه‌حل مقطعی در گذشته (ضعیف نمودن یک لینک)
 ۳. پرداختن به علت اساسی مسئله (اضافه نمودن یک یا چند حلقه)
- در این جا فرض بر این است که به پایین کوه یخ رسیده‌اید و یک فرضیه ساختاری و نمودار حلقه علیت از وضعیت سیستم فراهم کرده‌اید. مدل‌های ذهنی، نقطه اهرمی کلیدی برای تغییر عملکرد سیستم هستند.

۷. ارزیابی نتایج

چون مداخله ما بر اساس نظریه‌ای است که از وضعیت داریم، نتایج تلاش‌های ما برای بهبود اوضاع، داده‌های جدیدی فراهم می‌کند و اجرای مجدد گام‌ها را (در صورت نیاز) امکان‌پذیر می‌سازد.

وقتی گام‌های تفکر سیستمی را به صورت یک حلقه در نظر می‌گیریم، راهبردهای خود را همچون آزمون‌هایی خواهیم دانست. نتیجه چنین بینشی این است که به روش‌هایی برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد آنچه رخ می‌دهد، نیاز داریم.

۶-۲) مثال ۱: کاربرد تفکر سیستمی در شرکت آلفا

در این بخش، گزارشی از کاربرد تفکر سیستمی در شرکت آلفا ارائه شده است. شرکت آلفا یک شرکت شناخته شده در زمینه تولید انواع نوشیدنی‌ها است. این شرکت مسئله‌ای دارد که به اندازه خود شرکت، مشهور است: تأخیر همیشگی در ارسال محموله‌های سفارش مشتریان. مشتریان این شرکت، فروشگاه‌های زنجیره‌ای هستند و ارسال سفارش‌ها به صورت کامل و به‌موقع را خواستارند. چند سال پیش، مسئله تأخیر در یکی از مناطق، به درجه بحرانی رسید.

معمولاً این تماس تلفنی مشتری به شرکت آلفا بود که حالت اضطراری را ایجاد می‌کرد:

"پس این ۴۰ بسته محصول سفارش شده، کدام جهنم است؟"

و وقتی مشتریان تلفن می‌زدند، کارکنان آلفا از جا می‌پریدند! کالاها را به هر طریقی، و اغلب با تلاش‌هایی قهرمان‌وار (heroic)، به مقصد می‌رساندند! به نظر احمقانه می‌آید اما شرکت آلفا، نوشیدنی‌های سنگین وزن را با صرف هزینه‌های هنگفت، به صورت هوایی حمل می‌کرد. از توزیع‌کنندگان تا مدیران کارخانه تا امور مالی تا رانندگان کامیون‌ها می‌دانستند که این مسئله دارد آنها را نابود می‌کند.

آنها همچنین می‌گفتند: برخی افراد، پیشرفت شغلی خود را از طریق نجات ما از مخمصه هولناک با مشتریان در لحظه آخر، به دست آورده‌اند.

زمانی این وضعیت، شروع به تغییر کرد که آنها از خود پرسیدند: ما هر مسئله‌ای را به خوبی حل می‌کنیم؛ پس چرا این مسئله، با فراوانی بیشتر و با شدت بیشتری تکرار می‌شود؟ علت آن چیست؟

فکر کنید:

شما این مسئله را چگونه بیان می‌کنید؟ چه سؤالاتی باید پرسید؟ از چه کسانی خواهید پرسید؟

۱. بیان مسئله

بازیگران کلیدی در مسئله شرکت آلفا چه کسانی هستند؟ اطلاعات موجود به ما می‌گویند همه واحدهای زیر در موضوع دخیل‌اند و ممکن است دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به مسئله داشته باشند:

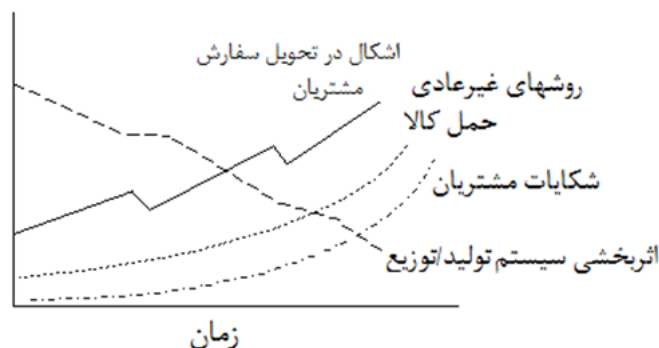
- واحد ارسال کالا (ارسال‌ها با تأخیر انجام می‌شوند)
 - مشتریان (برای شکایت تماس می‌گیرند)
 - حسابداری (هزینه‌ها بالا رفته است)
 - فروش و/یا واحد خدمات (بالاخره کسی تاریخ ارسال‌ها را به مشتریان قول می‌دهد و شکایت‌های آنها را دریافت می‌کند)
 - برنامه‌ریزی تولید (آیا محصول برای ارسال آماده است؟)
- وقتی افراد مورد سؤال قرار گرفتند، پاسخ‌های زیر دریافت گردید:
- مدیر واحد ارسال کالا می‌گوید موضوع ساده است؛ ما سفارش‌های زیادی داریم؛ باید بازاریابی را کاهش دهیم. (این یک راه‌حل است و باید یادداشت شود)
 - یک سرپرست می‌گوید مسئله این است که بسته‌بند‌های کافی وجود ندارد. (این یک راه‌حل است و باید ثبت شود)
 - واحد ارسال کالا می‌گوید سفارش‌های تأخیردار، افزایش یافته است

- واحد فروش و خدمات مشتریان می گوید شکایت‌های مشتریان افزایش یافته است
- واحد حسابداری می گوید هزینه‌ها بالا رفته است؛ بخصوص برای ارسال‌های فوری (overnight)
- عضو دیگری از تیم، شک دارد که آیا آنها فرهنگی ایجاد کرده‌اند که نیازمند بحران است تا افراد، مسیری برای ترقی شغلی خود داشته باشند؟
- برنامه‌ریزی تولید می گوید برنامه‌های منظمی برای تولید محصول، وجود دارد.

شرکت آلفا مواجه با وقوع مشکلاتی روزافزون در ارسال و/یا تحویل سفارش‌ها است. به نظر نمی‌آید این مسائل، رفتنی باشند و معلوم نیست رویکرد فعلی مواجهه با مسئله، تا چه مدتی پایدار خواهد بود.

۲. ترسیم نمودارها

- توجه کنید که هنوز در حال تلاش برای شناسایی تغییرات در طول زمان هستیم، قبل از این که بخواهیم بررسی کنیم چرا این الگوها رخ داده‌اند. برخی از این الگوها به طور شفاف مطرح شده‌اند:
- مشکلات در تحویل سفارش‌های مشتریان، در حال افزایش است
 - شکایت‌های مشتریان، در حال بالا رفتن است
 - روش‌های ارسال غیرعادی، در حال افزایش است (این یک حالت خاص از فعالیت قهرمان‌وار است)
- در نتیجه می‌توانیم بگوییم اثربخشی سیستم تولید/توزیع در حال نزول است. ممکن است تلاش کمی برای طراحی مجدد سیستم و افزایش کیفیت، انجام گرفته یا این تلاش‌ها ثمربخش نبوده است. الگوهای عملکرد سیستم در شکل ۲۰ ارائه شده است. این الگوها بر اساس داده‌های در دسترس، ترسیم شده‌اند. ممکن است الگوهای واقعی، نامنظم‌تر از این چیزی باشند که اینجا ترسیم شده‌اند.



شکل ۲۰

- الگوهای دیگری نیز وجود دارد که به طور ضمنی مطرح شده‌اند:
- درصد سفارش‌های تأخیردار، در حال افزایش است. (می‌توان از شاخص تعداد سفارش‌های تأخیردار نیز استفاده کرد اما درصد، کمک می‌کند میزان نسبی مسئله نیز مشخص شود).
 - به نظر می‌آید درصد سفارش‌های ناقص نیز در حال افزایش است
- سؤالاتی که ممکن است هنوز برای ما مطرح باشند: روند فروش در این دوره چگونه بوده است؟ سودآوری چگونه بوده است؟

قبل از ادامه، سؤال زیر را در نظر داشته باشید:
بر اساس اطلاعات داده شده، سؤال کانونی را چگونه طرح می‌کنید؟

۳. کشش خلاق و پرسش کانونی

در دو مرحله قبل، واقعیت موجود را شناخته‌ایم. در واقع، درباره آینده نیز حدس‌هایی زده‌ایم، با این فرض که تغییری در الگوهای فعلی بوجود نیاید. به نظر بدیهی می‌آید که این وضعیت نمی‌تواند ادامه یابد. گاهی اوقات، چشم‌انداز به طور شفاف بیان می‌شود. بر اساس روندها و مسائلی که در شرکت آلفا تشخیص داده‌ایم، می‌توانیم چشم‌انداز را استنتاج کنیم.



شکل ۲۱

اما وقتی کشش خلاق را بیان می‌کنیم، باید بپرسیم آیا چشم‌اندازی که ما تعیین کرده‌ایم، همان چیزی است که واقعاً طلب می‌شود؟ پرسش‌های ژرف‌نگری، فرصتی برای ادامه بررسی این موضوع فراهم می‌کنند. دلیل احتیاط در اینجا این است که به نظر می‌آید عادت به راه‌حل‌های لحظه آخر (11 th hour) وجود دارد.

پرسشهای کانونی (Focusing Questions)

در مورد شرکت آلفا ممکن است بپرسیم:

چرا مشکلات گاه و بیگاه (occasional) در تحویل سفارش مشتریان، به امری عادی (routine) تبدیل شده است؟

اگر تلاش‌های ناموفقی برای توجه به مسئله وجود داشته است، ممکن است سؤال را این گونه طرح کنیم:

- چرا مشکلات گاه و بیگاه در تحویل سفارش مشتریان، علیرغم تلاش‌های ما برای حل آن، به امری عادی تبدیل شده است؟
یا

- چرا مشکلات گاه و بیگاه در تحویل سفارش مشتریان، علیرغم آگاهی ما از پرهزینه بودن و ناپایدار بودن (sustainable) راه‌حل‌های کنونی، به امری عادی تبدیل شده‌اند؟

از این که مسئله را بر حسب یک راه‌حل بیان کنید، بپرهیزید. بپرهیزید از این که بگویید:

"مسئله این است که ما باید به نیروهای فروش خود، فشار بیشتری بیاوریم!"

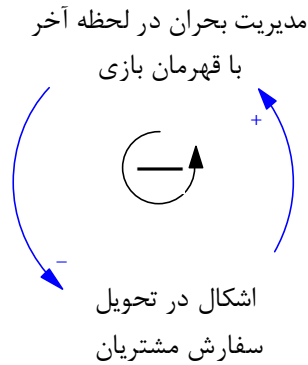
یا این که بگویید:

"چگونه می‌توانیم نیروهای فروش خود را وادار به کار بیشتری کنیم؟"

یک قاعده ساده این است که از سؤالات "چگونه" اجتناب کنید و در عوض بر "چرا" متمرکز باشید. پرسش شما باید مسئله را مطرح کند.

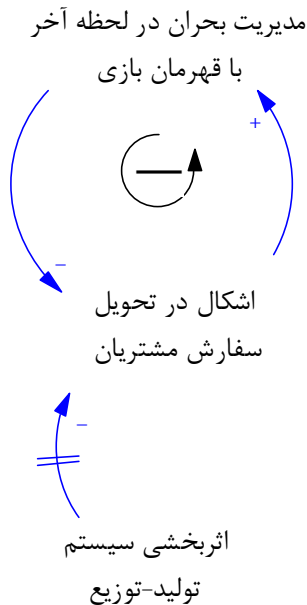
۴. تبیین ساختاری

بیان مسئله با مشکلات موجود در تحویل سفارش مشتریان، و تلاش‌هایی که برای حل آنها صورت می‌گیرد، آغاز شده است. اشکالات موجود در تحویل سفارش‌ها از طریق مدیریت بحران، رفع می‌شوند (شکل ۲۲). لینک‌های موجود در شکل ۲۲، تأثیر متغیرها بر یکدیگر را نشان می‌دهد. بروز و افزایش مشکل در تحویل سفارش‌ها، موجب استفاده (بیشتر) از مدیریت بحران برای حل مشکل می‌شود. استفاده از مدیریت بحران، موجب کاهش و رفع مشکلات موجود در تحویل سفارش‌ها می‌گردد.



شکل ۲۲

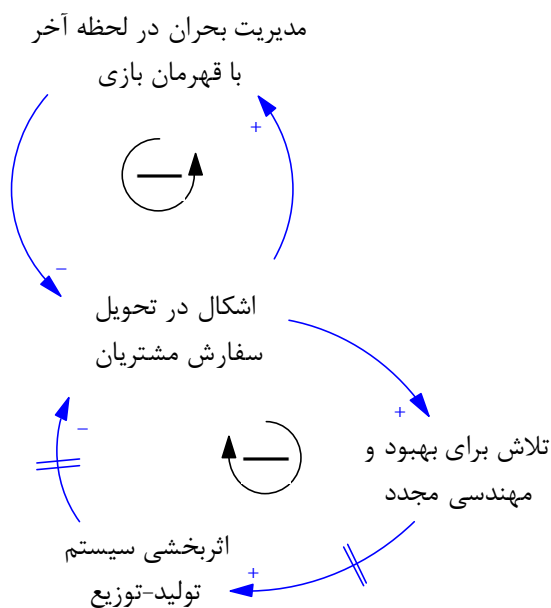
اما ریشه مشکلات موجود در تحویل سفارش‌ها کجاست؟ با توجه به پایدار ماندن مشکل برای مدتی طولانی، می‌توانیم ریشه مشکل را در اثربخشی سیستم تولید و/یا توزیع بدانیم. (شکل ۲۳)



شکل ۲۳

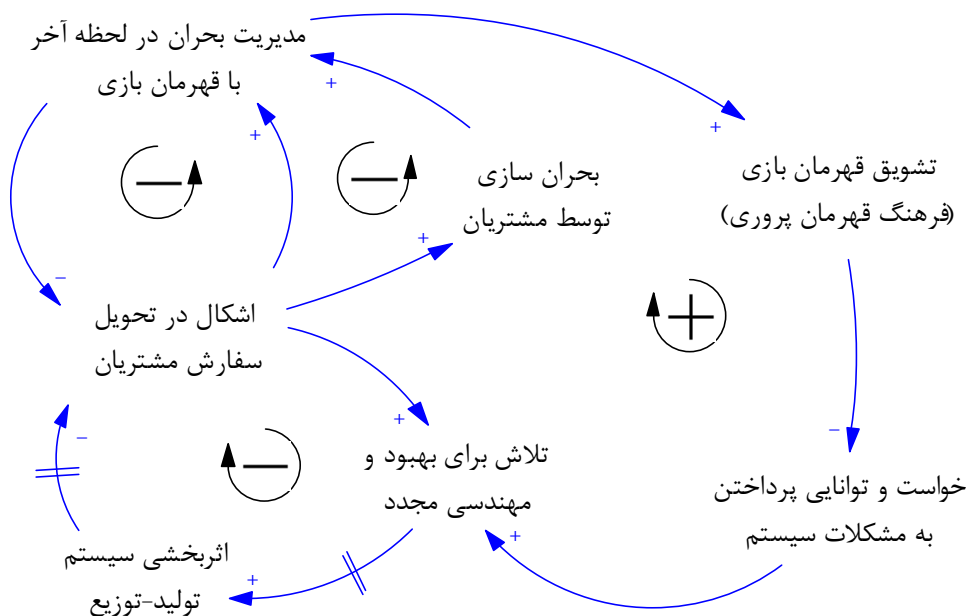
طبق شکل ۲۳، بالا رفتن اثربخشی سیستم تولید و/یا توزیع، موجب کاهش مشکل در تحویل سفارش مشتریان خواهد شد.

اگر عامل اساسی مؤثر بر اشکالات موجود در تحویل سفارش مشتریان، اثربخشی سیستم تولید و/یا توزیع است، به جای راه‌حل مبتنی بر مدیریت بحران، می‌توانیم سیستم را بهبود دهیم یا مهندسی مجدد نماییم (شکل ۲۴).



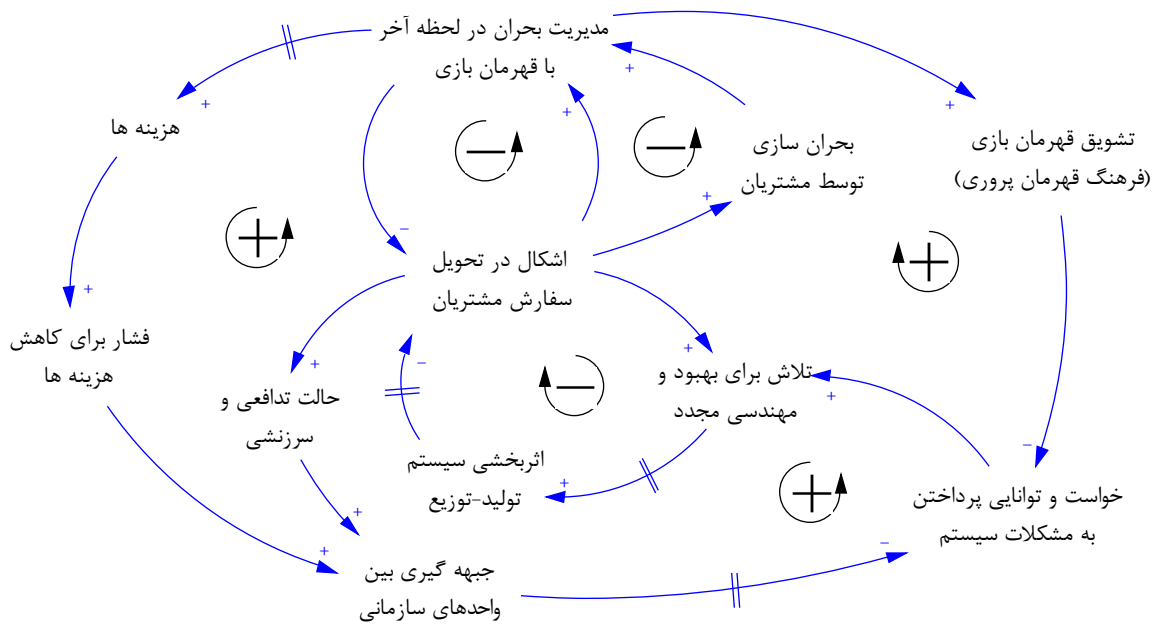
شکل ۲۴

اما مدتی طول می کشد تا تلاش های ما برای بهبود و مهندسی مجدد سیستم، به نتیجه برسد و اثربخشی سیستم را بالا ببرد. برای نشان دادن این تأخیر زمانی، دو خط موازی در لینک بین دو متغیر اضافه شده است. متأسفانه استفاده از راه حل سریع قهرمان وار، حداقل دو اثر جانبی دارد. اول این که پرداخت پاداش به رفتارهای قهرمان وار، یک مانع برای رفع علت ریشه ای مشکل است. علاوه بر آن، اکنون مشتریان، عمداً بحران سازی می کنند تا توجه مورد نیاز را جلب نمایند (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

علاوه بر آن، مدیریت مبتنی بر بحران، هزینه ها را افزایش می دهد که این افزایش هزینه، می تواند تمایل افراد را برای همکاری در پرداختن به علل سیستمی مشکل، کاهش دهد. افزایش مشکلات در تحویل سفارش ها، همچنین ممکن است اعتماد سازمانی را کاهش دهد و اتکا به راه حل های سریع و موضعی را بالا ببرد. (شکل ۲۶)



شکل ۲۶

از این حلقه‌ها می‌توانید برای توضیح فرضیه خود درباره مشکلات موجود در تحویل سفارش‌ها در شرکت آلفا استفاده کنید.

- بر اساس اطلاعاتی که دارید، موارد زیر را مشخص کنید:
۱. هدفی که سیستم دنبال می‌کند
 ۲. مدل‌های ذهنی مهم
 ۳. مسئولیت افراد در ادامه وضعیت فعلی
 ۴. روش‌های بسط دیدگاه‌ها درباره این وضعیت

۵. پرسش‌های ژرف‌نگری

▪ هدف

تیم شرکت آلفا، هدف شرکت آلفا را مرور کردند. آنها هم عقیده بودند که هدف سیستم، فراهم نمودن محصولاتی است که نیازهای مشتریان را به صورتی به‌موقع، با کیفیت بالا و کارا، تأمین نمایند. اما به نظر می‌آید هدف فعلی، انتظار برای شکایت مشتری و سپس اقدام است. حتی می‌توان گفت که یک هدف مهم سیستم، ایجاد قهرمان‌ها است. برخی دوستان، این وضعیت را چنین توضیح می‌دهند:

"اگر سیستم شما به آتش‌نشان‌ها جایزه می‌دهد، احتمالاً آتش‌افروز پرورش خواهد داد."

{توضیح: منظور از آتش‌افروز، کسی است که عمداً آتش‌سوزی به راه بیندازد (arsonist)}

▪ مدل‌های ذهنی

این مثال، پر از مدل‌های ذهنی است:

- "ما موفقیم چون آماده‌ایم هر کاری که لازم است، انجام دهیم تا مشکل مشتری را حل کنیم؛ ساعات کار بیشتر، صرف پول بیشتر، و هر چیز دیگر!"
- "افراد وقتی پاداش می‌گیرند که مهارت و تعهد کافی برای خلاص کردن ما از شرایط سخت و دشوار را بروز دهند."

○ به نظر می‌آید تصور افراد بر این بود که "من با بحران‌های واقعی، مشغول‌تر از آنم که به موضوعات کوچکتر بپردازم. فقط برای کارهای مهم، مزاحم من شوید."

○ مشتریان آموخته‌اند که: "شرکت آلفا هیچ کاری نمی‌کند مگر این که آتشی واقعی زیر آنها روشن کنیم". مشتریان برای جلب توجه شرکت، هر مسئله‌ای را بزرگ کرده و به بحران تبدیل می‌کردند. مشخصاً لینک‌هایی را در نظر بگیرید که انتخاب صورت می‌گیرد: تلاش‌های قهرمان‌وار و تلاش‌هایی برای بهبود. استدلال پشت تلاش‌های قهرمان‌وار، نوعاً این است که تنها گزینه ممکن در آن لحظه هستند. اگر این مدل ذهنی با مدل دیگری که می‌گوید "وضعیت فعلی، منحصر به فرد است" همراه شود، موجب تقویت این باور می‌شود که در حال حاضر، فعالیت‌های بهبود، ضروری نیستند.

■ مسئولیت شخصی

تغییر کلیدی در شرکت آلفا این بود که افراد درک می‌کردند که مسئله، ناشی از دیگران نیست بلکه تا حد زیادی خودساخته (self-inflicted) است. افراد واقعاً به دنبال تغییر وضعیت بودند. آنها درک کردند که باید در بهبود سیستم تولید-توزیع پیشرفت حاصل شود (و به طور هم‌زمان، به مقدار کافی آتش‌نشانی (fire-fighting) نیز انجام دهند تا کارها متوقف نشود). در افاق‌های بلندمدت‌تر، باید فرهنگ و سیستم پاداش مبتنی بر رفتارهای قهرمان‌وار را تغییر دهند.

مدیر حسابهای پرداختنی (accounts payable) گفت که وقتی هزینه‌های ارسال کالا در شرایط تحت فشار (rush-shipping) از کنترل خارج شده‌اند، باید تلاش بیشتری در جهت اطلاع‌رسانی موضوع به بقیه سازمان انجام دهد. رئیس تولید و توزیع پذیرفت که درباره افزودن ظرفیت پاره‌وقت (part-time) برای مواجهه با اوج تقاضا، فکر کند. مدیر فروش پذیرفت که می‌تواند از دادن قول‌های غیرواقعی به مشتریان بپرهیزد.

■ توسعه دیدگاه خود

یکی از جالب‌ترین چیزها در شرکت آلفا، رفتار مشتریان و رقبا بود. می‌دانیم که مشتریان، مسائل عادی را تا حد یک بحران بزرگ می‌کردند تا توجه ویژه سیستم را جلب کنند. همچنین می‌توان حدس زد که رقبا نیز ممکن است با هدف قرار دادن مشتریان ناراضی شرکت آلفا، موجب توسعه این بحران‌سازی شده باشند. چون شرکت آلفا در حال حاضر آسیب‌پذیر است، فشار وارده از طرف رقبا، می‌تواند موجب تضعیف بیشتر ارتباط شرکت آلفا با مشتریان کلیدی شود یا منابعی را مشغول کند که می‌توانست برای تقویت جایگاه شرکت در بازار به کار رود.

۶. طرح‌ریزی یک مداخله

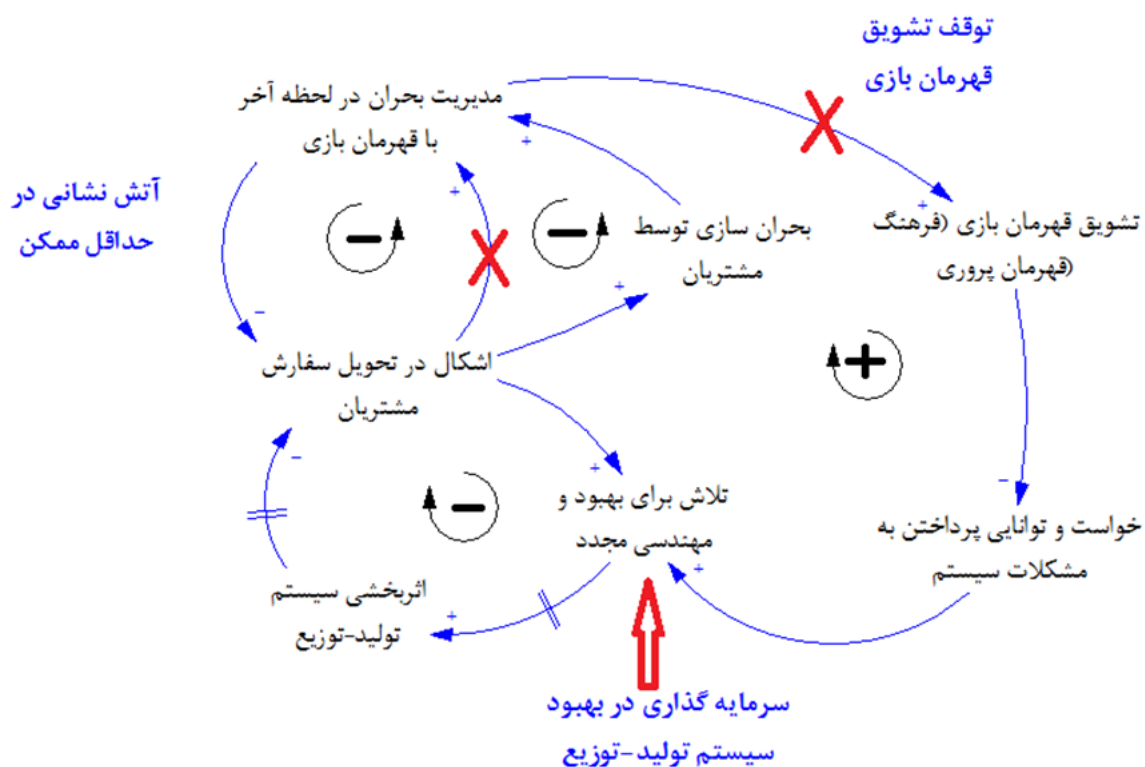
وضعیت موجود در شرکت آلفا، مثالی از ساختار "انتقال فشار" است. در یک ساختار انتقال فشار، راهبردهای اهرمی شامل موارد ذیل است:

- کاهش استفاده از راه‌حل مقطعی
- محدود نمودن اثرات جانبی راه‌حل مقطعی
- تقویت استفاده از راه‌حل اساسی

در شرکت آلفا در مورد راهبردهای متنوعی توافق شد:

- پذیرفتند که فرهنگ قهرمان‌پروری در شرکت رشد کرده است و توافق کردند که تشویق رفتار قهرمان‌وار را متوقف کنند

- بهبودهای اساسی در سیستم تولید-توزیع ایجاد کنند
 - تا وقتی که بهبودها اجرا می‌شوند، برای انجام مقدار کمی آتش‌نشانی (firefighting) آماده باشند
- می‌توانید این راهبردها را روی نمودار نمایش دهید (شکل ۲۷).



شکل ۲۷

(۳-۶) مثال ۲: کاربرد تفکر سیستمی در شرکت گاما

شرکت گاما تولیدکننده تجهیزات صنعتی است که محصولاتش شهره به طراحی مبتکرانه و دوام (durability) است. مشتریان اصلی گاما، واحدهای خرید شرکت‌های بزرگی هستند که در لیست هزار شرکت برتر مجله فورچون قرار دارند. بسیاری از آنها در سی سال گذشته، مکرراً از گاما خرید کرده‌اند. شرکت گاما به مدت بیش از یک دهه، شرکتی با سودی رضایت‌بخش بود. تحویل سفارش‌ها (Delivery) و صدور صورت‌حساب مشتری (billing) به خوبی انجام می‌گرفت. آنگاه اتفاقی افتاد. فروش کم شد و روندی نزولی گرفت. خطا در صدور صورت‌حساب‌ها، شکایات مشتریان و اشکال در تحویل سفارش‌ها، دردسر همیشگی شدند و سوددهی در حال کاهش بود.

شرح موقع:

در اواخر ۱۹۹۲ تیم مدیریت ارشد گاما تشکیل جلسه داد تا برخی وقایعی که اخیراً برای شرکت مشکل ایجاد کرده بودند را بررسی کند. بعد از اتمام ارائه، مدیران ارشد به مدت ۵ دقیقه ساکت ماندند. آنگاه شروع به صحبت کردند:

معاون بازاریابی گفت: با اهداف تعیین شده برای فروش فاصله داریم. بهتر است به فروشندگانش یادآوری کنیم که اگر خواهان دریافت پاداش هستند، باید اهداف مذکور را محقق کنند.

معاون فروش گفت: ما به تبلیغات جدید (promotions) و قیمت‌های پایین‌تر نیاز داریم؛ در غیر این صورت به سختی می‌توانیم مشتریان جدیدی برای جایگزینی با مشتریان از دست رفته بیابیم. **مایلم تحویل محصول به مشتریان در مناطق خارج از محدوده خدمات را نیز آغاز کنیم.**

معاون تولید گفت: من ضرورت فروش با قیمت‌های پایین را درک می‌کنم؛ اما نمی‌توانیم چنین کاری انجام دهیم. با وجود این همه سفارش‌های ویژه، دیگر نمی‌توانیم تولید در حجم‌های بالا (long production runs) داشته باشیم. این موضوع، تولید ما را کندتر کرده است. همچنین برخی مشکلات فنی نیز با تجهیزات داریم. ما حداکثر تلاش خود را خواهیم کرد، اما باید اخطار بدهم که ممکن است مجبور به اضافه نمودن به منابع خود باشیم. مدیر داخلی (general manager) گفت: امکان‌پذیر نیست! منابع مالی ما الان کم است. باید با همان چیزی که دارید، بسازید.

مدیرعامل پرسید: آیا نمی‌توانیم در این زمینه **proactive** باشیم؟ اگر سرمایه‌گذاری نتیجه‌بخش باشد و این مشکلات را حل کند، می‌توانیم مقداری سرمایه‌گذاری کنیم.

در این نقطه است که در بسیاری از سازمان‌ها، حل مسئله متوقف می‌شود و افراد به سراغ راه‌حل‌ها می‌روند. مدیران ارشد گاما نیز همین کار را کردند.

آنها سیستمی برای تسریع تحویل‌ها راه‌اندازی کردند. برای کاهش خطاهای صورت‌حساب‌ها و بهبود خدمات مشتریان، برنامه‌های آموزشی جدیدی سفارش دادند و دستورالعمل‌های عملیاتی را بازنویسی کردند. برای ارتقاء فروش، **ترویج‌های قیمتی (pricing promotions)** جدیدی آغاز کردند، تحویل‌های غیرعادی را مجاز کردند، مشوق‌های فروش بهتری (برای کارکنان فروش) دایر کردند، و جلسات انگیزشی برگزار کردند تا آتشی زیر نیروهای فروش روشن کنند (و تحرکی در آنها ایجاد نمایند).

متأسفانه طی سه فصل بعد، افت سودآوری و فروش، سریع‌تر هم شد.

نگرش فوق یک نگرش متداول (typical) به مسائل است.

جدول ۲: مشکلات شناسایی شده و راه‌حل‌های پیشنهادی برای آنها

مشکلات	راه حل‌ها
خطا در صدور صورت حساب‌ها	بازنویسی راهنماهای صدور صورت حساب و آموزش مجدد
تأخیر در تحویل سفارش‌ها	راه اندازی یک سیستم مکانیزه برای مسیریابی تحویل سفارش‌ها (automated delivery routing system)
استفاده ضعیف از سیستم‌های موجود	توسعه سیستم‌های جدید

آنگاه موضوع از دیدگاه سیستمی (Systems View) بررسی شد. در ادامه این بخش، نتایج بررسی مسئله با دیدگاه سیستمی ارائه شده است.

رویدادها و الگوی رفتاری

شش ماه بعد دوباره تیم مدیریت ارشد تشکیل جلسه داد. همچون گذشته آنها شروع به طوفان فکری درباره راه حل‌های ممکن نمودند و هدف‌هایی برای سرزنش انتخاب کردند. آنگاه مدیرعامل گفت: دفعه قبل با این روش به جایی نرسیدیم. به روشی متفاوت برای فکر کردن به موضوعات نیاز داریم. مدیر داخلی گفت: من درباره روندها کنجکاو بوده‌ام. با عوامل بسیاری روبرو هستیم که ظاهراً ارتباطی با هم ندارند.

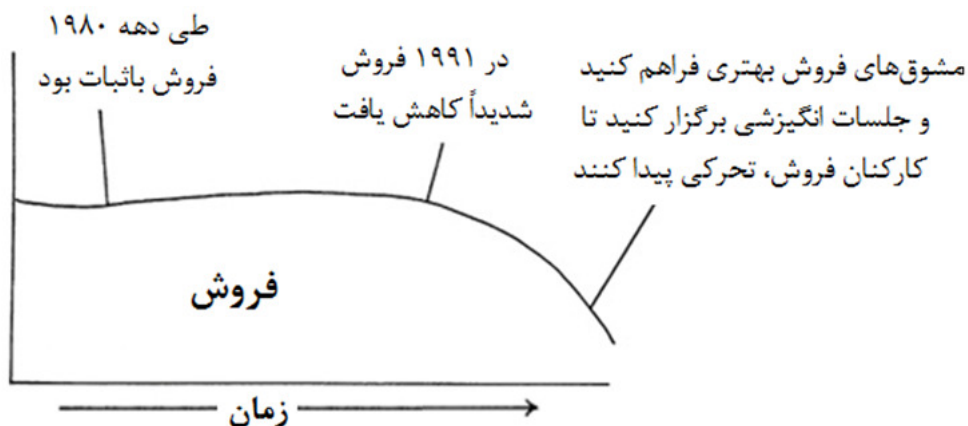
آنها فردی را مأمور کردند تا درباره الگوهای رفتاری سیستم در طول زمان، تحقیق کند. به جای فهرست نمودن رویدادهای مجزا از هم، او می‌توانست متغیرهای کلیدی را انتخاب کند و آنها را در سه تا چهار سال گذشته دنبال (track) نماید.

دو هفته بعد مدیر داخلی مقابل جمع قرار گرفت و گفت: روندها بدتر از آن چیزی هستند که فکر می‌کردیم. وقتی همه اعداد و گزارش‌ها را کنار یکدیگر قرار می‌دهیم، ببینید چگونه مشکلات ما در زمینه ارائه خدمات، طی چند سال گذشته افزایش یافته است. و اسلاید شکل ۲۸ را نمایش داد.



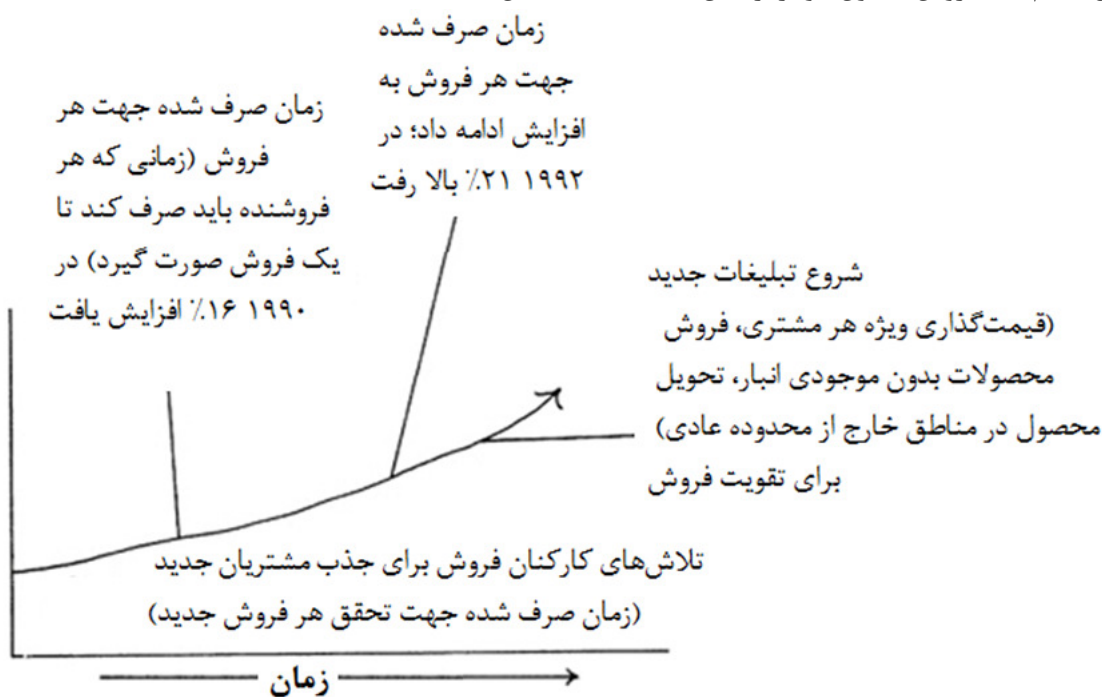
شکل ۲۸

او ادامه داد: فروش سالانه از سال ۱۹۹۱ بیشتر هم افت کرده است و هیچ نشانه‌ای از تغییر این وضعیت وجود ندارد (شکل ۲۹)



شکل ۲۹

وی در پایان گفت: این یکی از شاخص‌های ما از تلاش زیاد کارکنان فروش برای جذب مشتریان جدید است. زمان انجام یک فروش، اکنون دو برابر سال ۱۹۸۰ است (شکل ۳۰).



شکل ۳۰

مدیران فوراً متوجه شدند که روندهای فوق مشخص نمی‌کنند چرا برخی نمودارها نزولی و برخی در حال بالا رفتن بودند. همچنین هیچ اقدامی را پیشنهاد نمی‌کنند. روندها احساس اضطراب را تقویت کردند؛ اما برای چه کاری؟

طرح پرسش کانونی

نکته جالب در مورد وضعیت شرکت گاما این است که علیرغم افزایش تلاش برای جذب مشتریان جدید، فروش در حال کاهش بوده است. این الگوی رفتاری، معماگونه‌ترین الگو است و ما را به سؤال بعدی هدایت می‌کند.

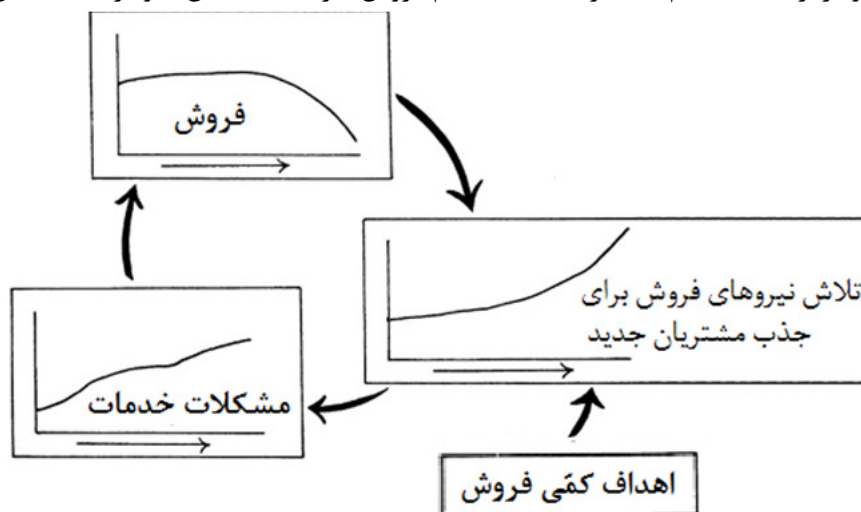
تبیین ساختاری

مدیر داخلی سپس گفت: آیا ممکن است این روندها به گونه‌ای که تاکنون قادر به درک آن نبوده‌ایم، بر یکدیگر تأثیر بگذارند؟

مدیر عامل پرسید: مثلاً؟

مدیر داخلی گفت: خُب، هر بار که فروش کم می‌شود، ما تلاش‌های خود را خیلی بیشتر می‌کنیم تا مشتریان جدیدی جذب کنیم. شاید اینجا یک رابطه علی وجود دارد.

طی ساعت بعد، آنها بحث مفصلی درباره روابط متقابل این عوامل داشتند و فرضیاتی را طرح و رد می‌کردند؛ تا این که به یک نمودار از یک سیستم ساده رسیدند: سیستم فروش شرکت گاما. این نمودار شبیه شکل ۳۱ بود.



شکل ۳۱

معاون تولید گفت: خُب، اگر از سمت راست و پایین، مسیر دور حلقه را دنبال کنیم، می‌بینیم که چرا تلاش کارکنان فروش موجب مشکلات بخش خدمات می‌شود. ما قول‌های بسیاری به مشتری می‌دهیم. اگر مشتری محصول را به رنگ صورتی بخواهد، آنرا رنگ می‌کنیم. اگر محصول را ۱۰ مایل بیرون از منطقه عادی تحویل بخواهند، کامیون را به آنجا می‌فرستیم. این به بخش‌های تولید و تحویل، فشار وارد می‌نماید و آشفتگی در خدمات به مشتریان ایجاد می‌کند. اما لینک بین مشکلات خدمات ما با فروش چیست؟

مدیر داخلی گفت: این یک تناظر یک به یک نیست. مشکلات خدمات می‌توانند برای مدتی طولانی افزایش یابند، بدون این که اثر محسوسی بگذارند. اما بالاخره مشتریان به یک نقطه آستانه‌ای می‌رسند و در این صورت، رنجیده‌تر از آن هستند که با ما باقی بمانند. می‌توانید آن آستانه را این‌جا ببینید؛ و به بالای نمودار اشاره کرد. علیرغم تلاش‌های قهرمان‌گونه ما، آنها خرید از ما را متوقف می‌کنند.

معاون فروش گفت: در نتیجه، تمرکز باز هم بیشتری بر جذب مشتریان جدید می‌کنیم؛ که به معنی ادامه بالا رفتن مشکلات خدمات است و سرانجام فروش باز هم افت می‌کند و ما تلاش سخت‌تری برای به دست آوردن مشتریان جدید می‌کنیم.

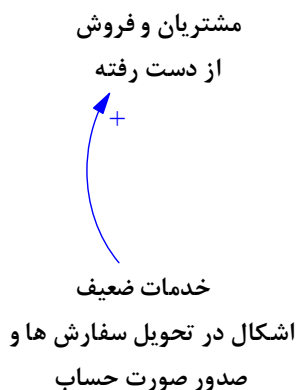
معاون بازاریابی با دلتنگی (gloomily) گفت: هر چه تلاش بیشتری برای فروش محصولات خود می‌کنیم، فروش بیشتری از دست می‌دهیم. این یک مارپیچ معیوب (vicious spiral) است.

مدیرعامل پرسید: چرا ما چنین کاری را ادامه می‌دهیم؟

او رو به معاون فروش کرد و ادامه داد: چگونه است که وقتی فروش افت می‌کند، شما فشار بیشتری برای جذب مشتریان جدید می‌کنید؟

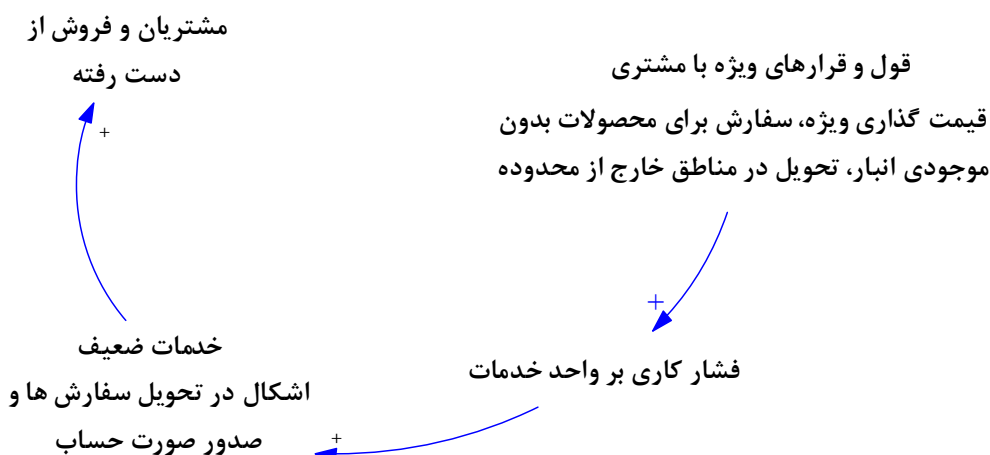
معاون فروش قدم‌زنان به سمت تابلو گفت: خُب، ما مجبوریم! ما باید اهداف کمی فروش خود را تحقق بخشیم! دیگر نیاز نبود چیزی گفته شود. شرکت گاما سالیانه اهداف فروش را به عنوان بخشی از فرایند برنامه‌ریزی خود مشخص می‌کند. در طول سال، مدیریت این‌ها را پایش می‌کند. اگر فروش کمتر از اهداف تعیین شده باشد، فشارهایی در قالب مشوق‌ها و پاداش‌ها از راه می‌رسد تا فروش را به مسیر برگرداند.

با طرح مکرر پرسش "چرا چنین چیزی رخ می‌داده است"، به نمودار حلقه علّیت سیستم می‌رسیم. همه موافق بودند که فروش کاهش یافته و مشتریان کنونی، سایر عرضه‌کنندگان را بر می‌گزیدند. همچنین همه موافق بودند که خدمات ضعیف، عامل مهم از دست رفتن مشتریان بود (شکل ۳۲).



شکل ۳۲

چه عاملی موجب خدمات ضعیف بود؟ واحد خدمات، منکر وجود پاره‌ای مشکلات نبود، اما اعلام کردند که در باتلاق سفارش‌های ویژه گرفتار شده‌اند. این سفارش‌ها دربرگیرنده قول و قرارهای غیرعادی در زمینه صورت حساب و پیکره‌بندی غیرعادی در تحویل بودند. در نتیجه، سفارش‌های روتین خیلی کمتری وجود داشت؛ زمان پردازش و انجام سفارش‌ها افزایش یافته؛ و کارمندان بیشتری نیز برای خدمات وجود نداشت. این موضوع موجب افزایش فشار کاری (burden) واحد خدمات، و موجب بروز روند موجود در ارائه خدمات ضعیف شده بود (شکل ۳۳).



شکل ۳۳

اما این سفارش‌های ویژه از کجا می‌آمدند؟ وقتی با مدیر فروش مصاحبه شد، اعلام کرد بازار وضعیت خوبی ندارد (vicious) و نیروهای فروش خود را به خاطر این که با روش‌های خلاقانه‌ای، فروش‌ها را به انجام می‌رسانند،

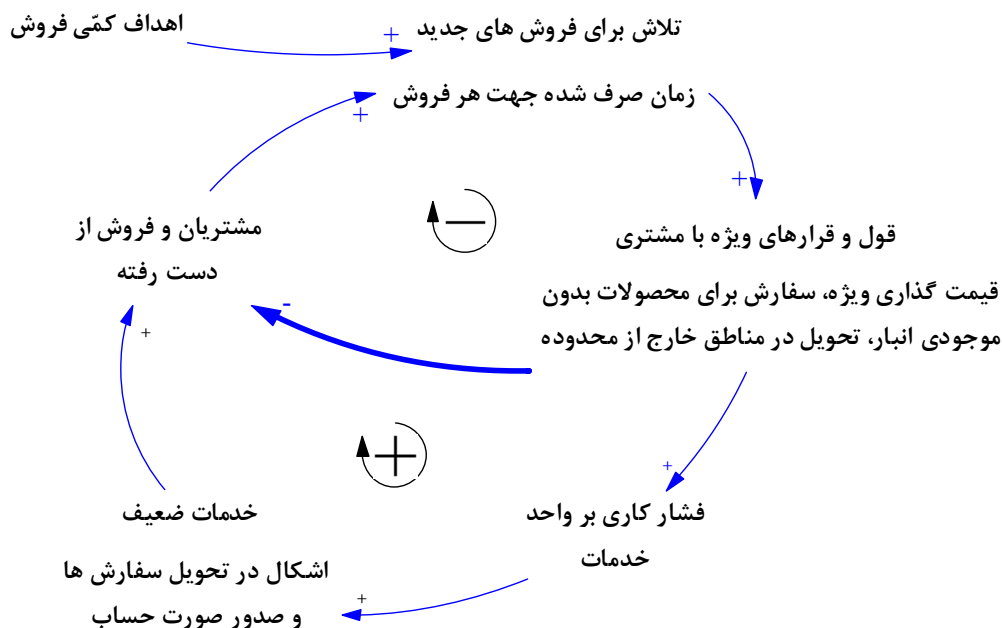
تحسین کرد. او ترتیبات خاص در قیمت‌گذاری (special pricing arrangements) و تحویل توسعه‌یافته (expanded delivery) را به عنوان مشخصه‌های (features) جذاب برای مشتریان جدید نام برد. او همچنین اعلام کرد این مشخصه‌های جدید، تابعی از جستجوی تهاجمی برای مشتریان جدیدند تا اهداف فروش شرکت تحقق یابد (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

این حلقه توضیح می‌دهد که چرا عملکرد شرکت روندی نزولی دارد اما توضیح نمی‌دهد که انتظار می‌رفته اوضاع چگونه پیش برود.

هدف از قول و قرارهای ویژه با مشتریان (Pledges & Promises) این نبود که فشار کاری واحد خدمات افزایش یابد. بلکه برای این بودند که مشتریان از دست رفته را کاهش دهند. (به لینک وسط نمودار ارائه شده در شکل ۳۵ توجه کنید). متأسفانه حلقه بیرونی، غالب می‌شود.



شکل ۳۵

اگر این نمودار، تبیین مناسبی از روند نزولی فعلی در نتایج کسب شده باشد، راه‌حل‌های پیشنهادی در جدول ۲، به مسئله اصلی نپرداخته‌اند.

دیدگاه سیستمی، فرضیه جدیدی را درباره علت ریشه‌ای عملکرد ضعیف ارائه می‌کند. این دیدگاه به ما کمک می‌کند راه‌حل‌های ممکن را بیازماییم و مداخله‌هایی را شناسایی کنیم که با احتمال بیشتری، عملکرد سیستم را بهبود می‌دهند.

پرسش‌های ژرف‌نگری

وقتی بدانیم عامل مشکل چیست، ایده‌های بهتری درباره چگونگی جلوگیری از تکرار مشکل خواهیم داشت. ساختار تفکر و تصمیم‌گیری ما، زمینه‌ای برای بهبود اهرمی در عملکرد سیستم هستند.

مدل‌های ذهنی و مفروضات کلیدی محرک عملکرد کنونی در شرکت گاما کدامند؟

- بهترین استراتژی برای ما آن است که چند مشتری جدید بیابیم (به نظر می‌آید به جذب مشتریان جدید توجه بیشتری می‌شود تا حفظ مشتریان فعلی)
- باید هر کاری لازم است انجام دهیم تا این فروش صورت گیرد (این ذهنیت موجب ارائه قول و قرارهای غیرعادی به مشتری می‌شود)

چرا چنین چیزی رخ می‌دهد؟ اگر این استراتژی خوب است، آیا باید تغییراتی در آن صورت گیرد تا ارتباط خوب با مشتریان فعلی نیز برقرار بماند؟

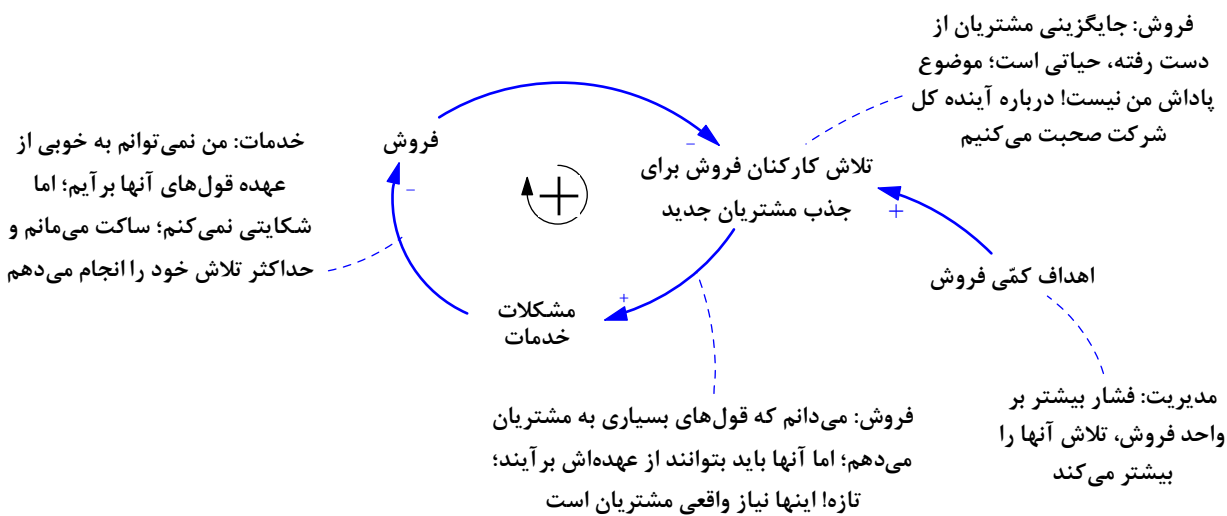
مدل‌های ذهنی:

مدیرعامل گفت: باید سیستم را تغییر دهیم. در عرض دو هفته، سیاست فروش جدیدی در شرکت گاما اعلام شد. قول و قرارهای ویژه برای مشتریان جدید ممنوع شد. مشوق‌های جدیدی برای فروشندگانی که مشتریان قدیمی را برگردانند، وضع شد.

ارقام فروش باز هم بیشتر افت کرد. با نزدیک شدن به پایان سال، مدیران بازاریابی و فروش در سراسر شرکت گاما، شروع به شکایت از سیاست جدید کردند. وقتی که مشوقی برای ارائه به مشتریان جدید نداشتند، آنها چگونه می‌توانستند درآمد مورد نیاز شرکت را کسب کنند؟

سرانجام تیم مدیریت ارشد، یک بار دیگر هم تشکیل جلسه داد. مدیرعامل پرسید: کجا نوشته شده که وقتی فروش کاهش پیدا می‌کند، برای مشتریان جدید، تمایز قائل شویم؟ معاون بازاریابی گفت: در واقع در باورهای ما نوشته شده است.

آنها پی بردند که نقاط اهرمی را باید در مدل‌های ذهنی کارکنان خود جستجو کنند؛ مفروضات و محرک‌های غالب (و معمولاً بی‌پایان‌شده‌ای) که افراد حفظ کرده‌اند و برای چنین مدت طولانی، بقای این سیستم را، علیرغم آسیبی که به شرکت وارد می‌کرد، امکان‌پذیر کرده است (شکل ۳۶).



شکل ۳۶

تقریباً پشت هر یک از لینک‌های حلقه، فرضی کلیدی وجود دارد که در شکل فوق نشان داده شده‌اند. فرض ضمنی کارکنان فروش این بود که کار اصلی آنها این است که هر کاری لازم است انجام دهند تا مشتری جدیدی جذب کنند و این بر بخش خدمات مشتری، فشار وارد می‌آورد. اگر کارکنان فروش کار خود را حفظ مشتریان قبلی می‌دیدند، احتمالاً از مشکلات حوزه خدمات که مشتریان را فراری می‌داد، آگاه می‌شدند. تغییر این مدل ذهنی، ممکن است مستلزم شکل‌دهی مجدد سیستم انگیزش و دستمزد باشد؛ اما نیازمند تغییر وضعیت ارتباط نیروهای فروش با بقیه شرکت نیز هست. کارکنان بخش خدمات عموماً بر این باور بودند که افراد فروش، از نیازهای شرکت بی‌خبرند. هیچ یک از گروه‌ها برای درک فعالیت‌ها یا اولویت‌های گروه دیگر، احساس مسئولیت نمی‌کرد.

چگونه می‌توانیم عملکرد سیستم را بهبود دهیم؟

با در اختیار داشتن دیدگاه سیستمی به موضوع، می‌توانیم به راه‌حل‌های ناشی از نگرش متداول رجوع کنیم و اثرات احتمالی آنها بر فروش و مشتریان از دست رفته را بررسی کنیم:

- بازنویسی دستورالعمل‌های صدور صورت حساب
- راه اندازی سیستم مکانیزه مسیریابی تحویل سفارش‌ها
- توسعه سیستم‌های جدید

بازنویسی دستورالعمل‌های صدور صورت حساب، بهبود سیستم تحویل سفارش‌ها و حتی بهبود همه سیستم‌ها، می‌تواند موجب بهبود خدمات شود و ممکن است در نهایت، موجب بهبود در حفظ مشتریان شود. نمودار ۳۵ به

ما می‌گویید که بهبود خدمات می‌تواند منجر به قول‌وقرارهای ویژه کمتری شود- البته تا زمان انحراف بعدی فروش (نسبت به هدف) یا افزایش هدف فروش؛ آنگاه مسئله مجدداً بروز می‌کند. ممکن است خط‌مشی‌های مربوط به مشتریان جدید، واقعاً قول‌وقرارهای ویژه را حذف کند اما به نظر می‌آید تغییر پیشنهادی، بیشتر متمرکز بر کاهش زمان صرف‌شده برای هر تماس فروش است. معلوم نیست که این کار، نتیجه مطلوب را ایجاد کند.

با استفاده از نمودار سیستم می‌دانیم که تنها راه‌حلهایی که تغییری واقعی ایجاد می‌کند:

- پایان دادن به قول‌وقرارهای ویژه با مشتریان (قول‌وقرارهایی که به صورت استثناهایی نسبت به خط‌مشی عادی، ارائه می‌شوند)

- بررسی مجدد میزان نسبی توجه به مشتریان فعلی و بالقوه

چندین ماه طول کشید تا مدیریت ارشد، راه‌هایی برای اقدام اثربخش درباره مشکلات بیابد. آنها اهداف فروش را مجدداً سازماندهی کردند: یکی از معدود جاهایی که مدیریت ارشد، اهمی فوری در اختیار داشت. آنها برخی از افراد بازاریابی را به بخش خدمات منتقل کردند و مبالغ بیشتری جهت تحقیق درباره مشتریان (customer surveys) و بالا بردن قابلیت اطمینان در تحویل‌ها سرمایه‌گذاری کردند. آنها در بخش تولید، یک پروژه با محوریت کیفیت و با تأکید بر بالا بردن انعطاف‌پذیری آغاز کردند. بالاخره این که آنها به دنبال کردن روندها و الگوهای رفتار و توجه به سیستم زیرین این الگوها ادامه دادند. این کار به آنها کمک کرد تا از نزدیک مراقب باشند کدام‌یک از مداخله‌های آنها باارزش‌تر بوده است.

تمرین ۱: یکی از موضوعاتی که دیدگاه‌های متفاوتی در مورد آن ابراز شده، کند شدن رشد جمعیت ایران در سال‌های اخیر (اواخر دهه ۱۳۸۰ و اوایل دهه ۱۳۹۰) است. طبق دیدگاه اول، کند شدن رشد جمعیت ایران یک مسئله است که می‌تواند موجب پیر شدن جمعیت ایران در آینده و بروز مشکلاتی برای کشور شود. دیدگاه دیگر این است که با توجه به روند فعلی توسعه کشور و امکانات بالفعل موجود در ایران، نرخ رشد کنونی نیز زیاد است و بنابراین معتقد است که مسئله‌ای وجود ندارد!

نمودارهای مرتبط با برخی شاخص‌های جمعیتی ایران در جدول شماره ۳ آمده است. همه داده‌های ارائه شده در این نمودارها، از وب سایت مرکز آمار ایران اخذ شده‌اند.

الف) نظر شما چیست؟ شما با این موضوع چگونه برخورد می‌کنید؟ چگونه تشخیص می‌دهید که مسئله‌ای وجود دارد یا خیر؟ آیا به داده‌های دیگری نیاز دارید؟

ب) دولت و مجلس ایران در حال بررسی راهکارهایی برای افزایش زاد و ولدها هستند؛ راهکارهایی از قبیل:

- لغو قوانین و آیین‌نامه‌های مرتبط با سیاست کنترل جمعیت
- افزایش مرخصی زایمان
- پرداخت سکه بهار آزادی به مادران به عنوان هدیه تولد فرزند
- پرداخت وام قرض‌الحسنه «فرزند» به خانواده‌ها
- اولویت دادن به دانشجویان متأهل دارای فرزند در توزیع و تخصیص وام دانشجویی، وام ودیعه مسکن و همچنین تخصیص خوابگاه‌های دانشجویی در مراکز آموزش عالی
- امکان بازنشسته شدن مادران شاغل با هر میزان سابقه کار (با همان میزان سنوات)
- ...

منتقدان این راهکارها می‌گویند:

- در این سال‌ها، خانواده‌ها آن‌قدر درگیر مشکلات اقتصادی شده‌اند که خیلی از جوانان توانایی ازدواج را ندارند و آن‌ها هم که ازدواج می‌کنند تا مدت‌ها بچه‌دار نمی‌شوند.
- مشکل مردم در زاد و ولد، سکه و وام نیست.
- متأسفانه ساختارهای فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی برای خانواده‌ها مهیا نیست. مسئولان باید بدانند این گونه مشوق‌ها کمکی به خانواده‌ها نمی‌کند.
- ...

نظر شما چیست؟ سعی نکنید فوراً با یکی از دیدگاه‌ها موافقت و با دیگری مخالفت کنید؛ بلکه به این فکر کنید که چگونه باید اثربخشی این راهکارها را بررسی کرد؟ درستی یا نادرستی دیدگاه‌ها را چگونه باید تشخیص داد؟

جدول شماره ۳

<p>مأخذ: سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن ۱۳۳۵ الی ۱۳۹۰</p>	<p>جمعیت کل کشور (میلیون نفر)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>سال</th> <th>جمعیت کل کشور (میلیون نفر)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1335</td><td>20</td></tr> <tr><td>1345</td><td>28</td></tr> <tr><td>1355</td><td>35</td></tr> <tr><td>1365</td><td>50</td></tr> <tr><td>1375</td><td>60</td></tr> <tr><td>1385</td><td>70</td></tr> <tr><td>1390</td><td>75</td></tr> </tbody> </table>	سال	جمعیت کل کشور (میلیون نفر)	1335	20	1345	28	1355	35	1365	50	1375	60	1385	70	1390	75		
سال	جمعیت کل کشور (میلیون نفر)																		
1335	20																		
1345	28																		
1355	35																		
1365	50																		
1375	60																		
1385	70																		
1390	75																		
<p>نسبت جوانی جمعیت: تعداد جمعیت ۰-۱۴ ساله به کل جمعیت ضربدر ۱۰۰</p>	<p>نسبت جوانی جمعیت کشور</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>سال</th> <th>نسبت جوانی جمعیت کشور (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1335</td><td>42</td></tr> <tr><td>1345</td><td>45</td></tr> <tr><td>1355</td><td>44</td></tr> <tr><td>1365</td><td>45</td></tr> <tr><td>1370</td><td>44</td></tr> <tr><td>1375</td><td>40</td></tr> <tr><td>1385</td><td>25</td></tr> <tr><td>1390</td><td>24</td></tr> </tbody> </table>	سال	نسبت جوانی جمعیت کشور (%)	1335	42	1345	45	1355	44	1365	45	1370	44	1375	40	1385	25	1390	24
سال	نسبت جوانی جمعیت کشور (%)																		
1335	42																		
1345	45																		
1355	44																		
1365	45																		
1370	44																		
1375	40																		
1385	25																		
1390	24																		
<p>میانگین سنی: متوسط سن افراد یک جامعه است و از تقسیم کردن مجموعه حاصل ضرب‌های هر یک از سنین منفرد در فراوانی افراد در آن سن، به کل جمعیت حاصل می‌شود</p>	<p>میانگین سنی جمعیت کشور</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>سال</th> <th>میانگین سنی جمعیت کشور</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1335</td><td>24</td></tr> <tr><td>1345</td><td>22</td></tr> <tr><td>1355</td><td>23</td></tr> <tr><td>1365</td><td>22</td></tr> <tr><td>1370</td><td>22</td></tr> <tr><td>1375</td><td>25</td></tr> <tr><td>1385</td><td>28</td></tr> <tr><td>1390</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>	سال	میانگین سنی جمعیت کشور	1335	24	1345	22	1355	23	1365	22	1370	22	1375	25	1385	28	1390	30
سال	میانگین سنی جمعیت کشور																		
1335	24																		
1345	22																		
1355	23																		
1365	22																		
1370	22																		
1375	25																		
1385	28																		
1390	30																		
<p>متوسط تعداد افراد در خانوار (بعد خانوار): حاصل تقسیم تعداد جمعیت به تعداد خانوارها می‌باشد</p>	<p>متوسط تعداد افراد در خانوار</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>سال</th> <th>متوسط تعداد افراد در خانوار</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1335</td><td>4.8</td></tr> <tr><td>1345</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>1355</td><td>5.1</td></tr> <tr><td>1365</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>1370</td><td>5.3</td></tr> <tr><td>1375</td><td>4.8</td></tr> <tr><td>1385</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>1390</td><td>3.5</td></tr> </tbody> </table>	سال	متوسط تعداد افراد در خانوار	1335	4.8	1345	5.2	1355	5.1	1365	5.2	1370	5.3	1375	4.8	1385	4.0	1390	3.5
سال	متوسط تعداد افراد در خانوار																		
1335	4.8																		
1345	5.2																		
1355	5.1																		
1365	5.2																		
1370	5.3																		
1375	4.8																		
1385	4.0																		
1390	3.5																		

تمرین ۲: یک موضوع واقعی را انتخاب نموده و طبق گام‌های ارائه شده در این فصل، آنرا بررسی نمایید. معمولاً مسائلی مناسب ترند که:

- درک یا حل آنها مشکل باشد
- برای مدتی طولانی، در مقابل تلاش‌های صورت گرفته برای حل آنها، مقاومت کرده باشند
- ذینفعان متعددی داشته باشند که اهداف و منافع متفاوتی دارند

موضوع انتخابی شما می‌تواند یکی از موارد زیر باشد:

✓ انتخاب یک مسئله از بین مسائل موجود در کشور و طی نمودن همه گام‌های تفکر سیستمی برای آن

در این حالت، شما یک مشکل را انتخاب می‌کنید؛ سوابق گذشته آنرا بررسی و چرایی بروز آن را تبیین می‌کنید؛ سپس راه‌حل‌ها و سیاست‌هایی را برای آن ارائه می‌دهید.

✓ بررسی اثربخشی یک راه‌حل ارائه شده برای یک مسئله بفرنج یکی از منابع شناسایی این راه‌حل‌ها، رجوع به قوانین و آیین‌نامه‌هایی است که به تازگی برای رفع یک مشکل، تصویب شده‌اند یا در دست بررسی و تصویب هستند. به عنوان مثال در خبرها می‌شنوید یا می‌خوانید که مجلس در حال بررسی یک طرح جدید است یا دولت، یک آیین‌نامه جدید صادر کرده است. برخی از این قوانین و آیین‌نامه‌ها، راه‌حل‌هایی برای یک مسئله بفرنج هستند. بررسی اثربخشی این راه‌حل‌ها در حل مسئله مورد نظر، می‌تواند یک موضوع برای شما باشد.

✓ ارائه تبیین ساختاری برای یک مسئله در این حالت، هدف این نیست که راه‌حل ارائه دهید؛ بلکه هدف این است که برای یک مسئله و الگوی رفتار مشاهده شده از یک سیستم، تبیین ساختاری ارائه کنید.

به عنوان نمونه می‌توانید یکی از موضوعات زیر را در نظر بگیرید:

۱. طوفان گرد و خاک (ریزگردها)
۲. تصادفات رانندگی و تلفات ناشی از آن
۳. ضایعات آرد و نان
۴. اعتیاد
۵. فساد اداری
۶. پایین بودن سرانه مطالعه
۷. قاچاق در واردات کالا به کشور
۸. قاچاق در صادرات کالا از کشور
۹. ترافیک در کلان‌شهرها
۱۰. چالش‌ها در خصوصی‌سازی (هم از سمت عرضه و هم از سمت تقاضا)
۱۱. ضعف صنعت نساجی
۱۲. ضعف صنعت قند و شکر

۱۳. رقابتی نشدن صنعت خودرو

۱۴. مدرک‌گرایی

۱۵. مهاجرت نخبگان

۱۶. کند شدن رشد بانک‌های خصوصی

۱۷. مصرف بنزین و یارانه‌های مرتبط با آن

۱۸. ضعف در ارتباط بین صنعت و دانشگاه

۱۹. کندی رشد اقتصادی در کشورهای دارای منابع طبیعی

تذکره ۱: برخی از موضوعاتی که در این تمرین مطرح شده‌اند، جزئی از مسائل بزرگتری هستند که آنها را در بر می‌گیرد و بررسی جداگانه آنها ممکن است درک صحیحی فراهم نکند یا ما را به راه‌حل‌های مؤثری نرساند. در مورد این نوع مسائل احتمالاً ضروری است که مرز مسئله را توسعه دهید و سیستمی از مسائل مرتبط با یکدیگر را مطالعه کنید. به عنوان مثال قاچاق سوخت از ایران به کشورهای همجوار، مسئله‌ای است که با یارانه سوخت و از آنجا با چندین مسئله دیگر مرتبط می‌شود که بررسی جداگانه این نوع مسائل، ممکن است برخی راه‌حل‌های اساسی را مخفی کند. مثال دوم، تلفات ناشی از تصادفات رانندگی است که یکی از متغیرهای مهم آن، کیفیت خودروهای تولید داخل است و بنابراین مسئله تصادفات با مسئله رقابتی نبودن صنعت خودرو و تعرفه بالای واردات خودرو و از آنجا با چندین مسئله دیگر، مرتبط می‌گردد.

البته هنر این نیست که اعلام کنیم همه پدیده‌ها با یکدیگر مرتبط‌اند و *بال‌زدن پروانه‌ای در برزیل می‌تواند باعث ایجاد تندباد در تگزاس شود (butterfly effect)*؛ هنر آن است که محدوده مسئله را به گونه‌ای انتخاب کنیم که راه‌حل‌هایی مؤثر و اهرمی بیابیم.

تذکره ۲: هدف از طی نمودن مراحل تفکر سیستمی و مدل‌سازی سیستم، آن است که بینش جدیدی نسبت به موضوع بدست آید و راه‌حل‌های مؤثرتری ارائه گردد. اگر احساس کردید که این اتفاق نیفتاده و فقط آنچه قبلاً می‌دانستید را در قالب جدیدی ارائه کرده‌اید، یک جای کار ایراد دارد! در مورد مسائل واقعی که به اندازه کافی پیچیده هستند، معمولاً ایراد این است که شما نتوانسته‌اید از حصار تفکرات قبلی خود بیرون بیایید؛ شاید هم در حال رفع تکلیف هستید نه در حال حل مسئله!

تذکره ۳: بسیاری از مسائل واقعی، پیچیده‌تر از آن هستند که صرفاً با ترسیم نمودار حلقه علّیت آنها، بتوان ساختارشان را به خوبی درک کرد، رفتار آنها را پیش‌بینی نمود، بین ساختار و رفتار آنها ارتباط برقرار کرد و به ارزیابی سیاست‌های بهبود پرداخت. در مورد این سیستم‌ها به ابزارهای قدرتمندتری نیاز داریم. در بخش بعدی این کتاب، با نمودارهای انبار و جریان (stock and flow diagrams) آشنا خواهید شد. با ترسیم این نمودارها می‌توانید از کامپیوتر نیز برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌ها کمک بگیرید. بنابراین پس از مطالعه بخش بعدی کتاب، می‌توانید مجدداً به این تمرین‌ها برگردید و مسائل طرح شده در آن را با ابزارها و رویکردهای جدیدی مورد بررسی قرار دهید.

تمرین ۳: ارتباط عبارت زیر با مطالب این فصل چیست؟

«کسی که چکش به دست دارد، دنیا را میخ می‌بیند»

تمرین ۴: موانع تفکر و عمل سیستمی

با توجه به مزایای نگرش و تحلیل موضوعات از منظر سیستمی، چرا اغلب این کار را انجام نمی‌دهیم؟
 با توجه به تجربه شخصی خود، تأمل کنید که چرا شما و کسانی که با آنها کار می‌کنید، اغلب به صورت سیستمی، فکر و عمل نمی‌کنید؟

برخی پاسخ‌های ممکن:

- تفکر سیستمی، در بیشتر کاری که ما انجام می‌دهیم، کاربرد ندارد
- مسئله ما خیلی بزرگ است
- وقت کافی نداریم؛ به راه‌حل‌های سریع نیاز داریم
- راه‌حل‌ها، فراتر از اختیارات من است
- ریشه مسئله در واحد دیگری است؛ من باید روی آنچه خودم انجام می‌دهم، متمرکز شوم
- خیلی سخت است
- داده‌های کافی وجود ندارد
- مستلزم کار گروهی است
- مهارت یا ابزارهای مناسب را در اختیار نداریم

تمرین ۵: تفاوت بین دیدگاه معمول و دیدگاه سیستمی

طی چند دقیقه، دو دیدگاه مطرح شده در مثال شرکت گاما را مرور کنید. لیستی از تفاوت‌های بین رویکردهای دیدگاه متداول (تهیه لیستی از مسائل/راه‌حل‌ها) و دیدگاه دوم (تفکر سیستمی) تهیه کنید. نتیجه دیدگاه اول در جدول ۲ و نتیجه دیدگاه سیستمی در شکل ۳۵ ارائه شدند.
 با انجام این تمرین، ملاحظه می‌کنید که چگونه دیدگاه‌های متفاوت، منتج به فرضیات متفاوت درباره وضعیت سیستم می‌شوند و ما را به رویکردهای مختلفی در ارائه راه‌حل‌ها، ترغیب می‌کنند.

برخی پاسخ‌های ممکن:

دیدگاه سیستمی	دیدگاه متداول
تمرکز بر علت ریشه‌ای	تمرکز بر علائم مشکل (symptoms)
ملاحظه روابط علت و معلول	مسئله‌ها به صورت مستقل، در نظر گرفته شدند
توازن بین دیدگاه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت	تمرکز کوتاه‌مدت
شما را قادر می‌سازد روی راه‌حل‌های اهرمی‌تر کار کنید که دربرگیرنده طراحی مجدد سیستم است	رفع علائم مشکل؛ تصور بر این است که مشکل حل شد
مستلزم هماهنگی بین-واحدی (cross-functional) برای پرداختن به موضوع است	اقدامات جداگانه؛ واحد به واحد
سر و کار داشتن با کل (whole)، تصویری کل‌نگر (holistic)	تمرکز بر اجزاء

فصل هفتم: الگوهای پایه سیستم‌ها

(۱-۷) مقدمه

یکی از مهم‌ترین بینش‌هایی که رشته جوان تفکر سیستمی ایجاد می‌کند، این است که الگوهای ساختاری مشخصی، بارها و بارها رخ می‌دهند. این الگوهای اصلی (archetypes) یا ساختارهای عام (generic structures)، کلید یادگیری توجه به ساختارها در زندگی فردی و سازمانی ما هستند. الگوهای اصلی (که تعداد آنها نسبتاً کم است) دلالت بر این دارند که همه مسائل مدیریتی، منحصر به فرد نیستند؛ همان چیزی که مدیران باتجربه به طور شهودی دریافته‌اند. اگر بازخورد تقویتی و تعادلی و تأخیرها را همچون اسم و فعل‌های تفکر سیستمی بدانیم، سایر الگوهای اصلی به مثابه جملات پایه‌ای یا داستان‌های ساده‌ای هستند که بارها و بارها بازگو می‌شوند. تعداد نسبتاً کمی از الگوها، در موقعیت‌های مدیریتی متنوعی، مشترک‌اند.

الگوهای پایه، سادگی ظریف نهان شده در پیچیدگی مسائل مدیریتی را آشکار می‌سازند. هر چه تشخیص این الگوها را بیشتر و بیشتر می‌آموزیم، بیشتر و بیشتر می‌توانیم نقاط اهرمی را در مواجهه با چالش‌های دشوار بیابیم و این فرصت‌ها را برای دیگران نیز تبیین کنیم.

هر چه بیشتر درباره الگوهای پایه می‌آموزیم، بدون شک سهمی در حل یکی از آزردهنده‌ترین مسائل ما خواهند داشت؛ مسئله‌ای که مدیران و رهبران پیوسته با آن در ستیزند: تخصیص شدن و قطعه‌قطعه شدن دانش. از خیلی از جنبه‌ها، بزرگترین وعده دیدگاه سیستمی، وحدت دانش در میان همه رشته‌هاست؛ این الگوها در زیست‌شناسی، روانشناسی، خانواده‌درمانی، اقتصاد، علوم سیاسی، و بوم‌شناسی (ecology) تکرار می‌شوند؛ و همچنین در مدیریت.

چون الگوها نامشهود هستند، وقتی در یک خانواده، یک اکوسیستم، یک خبر، یا یک شرکت رخ می‌دهند، اغلب به همان اندازه که لمس می‌شوند، دیده نمی‌شوند. گاهی این ظن را ایجاد می‌کنند که قبلاً این الگوی نیروها را دیده‌اید. گرچه مدیران باتجربه تعداد زیادی از این الگوهای تکرارشونده را به صورت شهودی می‌دانند، اما اغلب نمی‌دانند چگونه آنها را برای دیگران توضیح دهند. الگوهای پایه سیستمی، زبان مورد نیاز را فراهم می‌سازد.

با تسلط بر الگوهای پایه سیستمی، سازمان شروع به تمرین عملی دیدگاه سیستمی می‌نماید. برای حمایت از تفکر سیستمی، کافی نیست بگوییم: "باید تصویر بزرگ را ببینیم و دیدگاه بلندمدت داشته باشیم"؛ کافی نیست اصول اولیه سیستم‌ها را ارج نهیم؛ حتی کافی نیست ساختار مشخصی را که در زمینه یک مسئله خاص قرار دارد، (شاید هم با کمک یک مشاور) پیدا کنیم؛ چون ممکن است به حل یک مسئله منجر شود اما تفکری را که برای اولین بار مسئله را ایجاد کرد، تغییر نمی‌دهد.

هدف الگوهای پایه سیستمی، بازسازی ادراک ما است؛ به گونه‌ای که قادر باشیم ساختارهای عمل‌کننده را دریابیم و نقاط اهرمی آن ساختارها را ببینیم. وقتی یک الگوی سیستمی شناسایی می‌شود، همواره بر حوزه‌های تغییرات کم‌اثر و پُراثر اهرمی نیز دلالت دارد.

هدف از تشریح الگوهای سیستمی در این کتاب عبارتند از:

- هر الگو، مثالی است از این که چگونه ساختار یک سیستم، ایجادکننده رفتار آن است؛ چگونه بر اساس ساختار سیستم، الگوی رفتار آنرا پیش‌بینی کنیم.
- هر الگو مثالی است از این که چگونه بر اساس رفتار سیستم بتوانیم ساختار ایجادکننده آن را حدس بزنیم.
- هر الگو، مثالی از ترسیم و خواندن نمودار حلقه علیت است
- هر الگو حاوی آموزه‌هایی است که در موقعیت‌های مشابه، مانع افتادن ما در تله‌های مشابه می‌گردد.
- هر الگو مثالی از شناسایی سیاست‌های اهرمی است.

(۲-۷) الگوهای مرتبط با راه‌حل‌های مقطعی

۱. راه‌حل‌های مقطعی که نتیجه عکس می‌دهند (Fixes That Backfire):

حتماً بارها شنیده‌اید که «تا بچه گریه نکنه، بهش شیر نمی‌دن» یا معادل انگلیسی آن «روغن به چرخ می‌زنن که جیرجیر (squeak) می‌کنه». اغلب کسی یا چیزی که بیشترین سر و صدا را داشته باشد، توجه ما را به خود جلب می‌کند. اکنون فرض کنید چرخ جیرجیر می‌کند و فردی را نیز تصور کنید که از مکانیکی چیزی نمی‌داند و به او گفته شده که فوراً روغن بیاورد؛ اشتباهی یک بطری آب را بر می‌دارد و روی چرخ می‌ریزد. با کمال مسرت، جیرجیر چرخ قطع می‌شود؛ اما بعد از مدت کوتاهی، صدای جیرجیر بلندتری راه می‌افتد. قبل از هر اقدام دیگری، دوباره او سریعاً به سراغ بطری آب می‌رود؛ چون دفعه قبل جواب داده بود. وی ممکن است تمام روز را مشغول ریختن آب روی چرخ‌هایی باشد که در آن ناحیه جیرجیر می‌کنند؛ و سرانجام جیرجیر برخی چرخ‌ها برای همیشه قطع می‌شود؛ چون به جای سرویس شدن، کاملاً زنگ زده‌اند.

تصور کنید که چرخ جیرجیرکننده، یک مشتری است که به خاطر تأخیر دو هفته‌ای در تحویل محصول، فریاد می‌زند (scream). وقتی پاسخ او را می‌دهیم، چگونه بدانیم که آیا در حال استفاده از روغن یا آب هستیم؟ موضوع محوری این الگو این است که تقریباً هر تصمیمی همراه با پیامدهای بلندمدت و کوتاه‌مدت است و این دو غالباً، کاملاً عکس یکدیگرند.

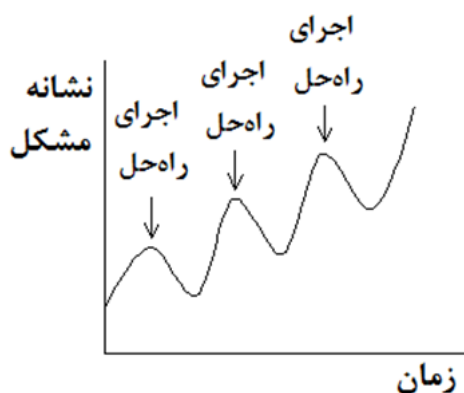
علامت مشکل، سر و صدا می‌کند تا رفع شود. سریعاً یک راه‌حل اعمال می‌شود که علامت مشکل را (طی یک حلقه تعادلی) تسکین می‌دهد. اما پیامدهای ناخواسته راه‌حل، موجب بدتر شدن شرایط یا عملکردی می‌شوند که ما تلاش می‌کنیم اصلاح نماییم.

یک مشکل، علیرغم تلاش‌های مکرر برای حل آن، تکرار می‌شود. مشکلی وجود دارد که به طور مرتب رخ می‌دهد؛ مانند هزینه‌کرد اضافه بر بودجه و دیرکرد نسبت به تاریخ‌های برنامه‌ریزی شده. این مسئله اغلب ناشی از یک فشار بیرونی برای کاهش هزینه‌ها، رعایت استانداردهای کیفی، عمل طبق بودجه یا رعایت یک زمان‌بندی است و مهم نیست به چه بهایی.

یک راه‌حل اجرا می‌شود و در کوتاه‌مدت، مسئله ناپدید می‌شود یا به طور قابل ملاحظه‌ای تخفیف پیدا می‌کند. اما راه‌حل به کار گرفته شده، پیامدهای پیش‌بینی نشده‌ای نیز دارد که یا مشکل اولیه را بدتر می‌کنند (مثلاً هزینه‌کرد اضافه بر بودجه، بیشتر می‌شود یا با فراوانی بیشتری رخ می‌دهد) یا مشکل دیگری ایجاد می‌کنند (مثلاً تاریخ‌های برنامه‌ریزی شده میانی رعایت می‌شوند اما تاریخ‌های نهایی، خیر). بنابراین لازم می‌آید که از آن راه‌حل به مقدار بیشتر یا به دفعات بیشتری استفاده شود تا مسئله حل شود.

الگوی رفتاری (pattern of behavior):

تشخیص الگوی راه‌حل‌های مقطعی که نتیجه عکس می‌دهند، از آسان‌ترین‌هاست. به عملکرد بدترین مسئله‌ای که با آن مواجهید، نگاه کنید. اگر فرازهای کوتاه (پیروزی‌های کوتاه) و نشیب‌های (trough) طولانی وجود دارد، ممکن است یک ساختار "راه‌حل‌های مقطعی که نتیجه عکس می‌دهند" فعال باشد. با الگوی رفتاری همچون شکل ۱ رو به رو هستید.

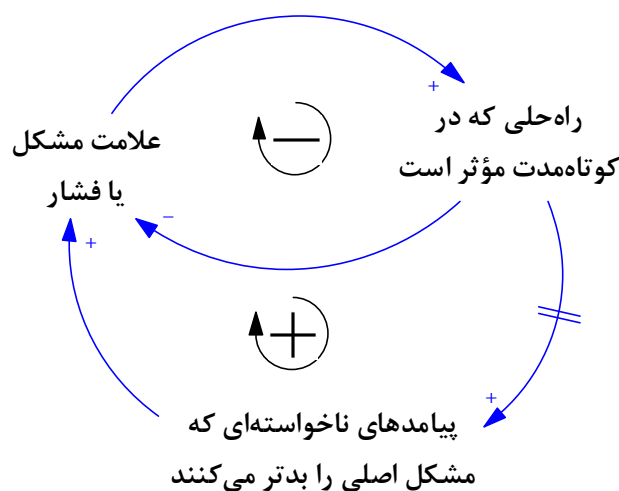


شکل ۱

معمولاً فراوانی وقوع مشکل یا شدت آن، به تدریج بالا می‌رود اما با افت‌وخیزهایی نیز همراه است. وقتی راه‌حل مقطعی اجرا می‌شود، تا مدتی مشکل را حذف می‌کند یا تقلیل می‌دهد. یک نشانه این الگو، این احساس است که نیاز دارید یک راه‌حل را کمی بیشتر و بعد باز هم بیشتر و بعد یک دفعه دیگر، امتحان کنید؛ تا این که به جایی می‌رسید که در مقابل ایده "عمل به شیوه‌ای دیگر"، مقاومت می‌کنید. همچنین می‌توانید این الگو را با احساس ناتوانی (powerlessness) که افراد در مواجهه با پیامدهای اقدامات خود دارند، شناسایی کنید. افراد غالباً خطرات کاری که می‌کنند را می‌بینند، اما احساس می‌کنند چاره دیگری ندارند. افرادی که زیر بدهی غرق شده‌اند، مثال خوبی هستند: آنها می‌دانند که باید به گرفتن وام‌های بیشتر خاتمه دهند، اما چگونه می‌توانند چنین کاری کنند؟ مشکلات کنونی آنها در زمینه نقدینگی، هنوز پابرجاست و بر هر نگرانی و ملاحظات دیگری غلبه دارد.

ساختار (structure)

نمودار حلقه علیت این الگو در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲

فرایند رفع علائم، یک حلقه تعادلی است و با این مدل ذهنی توجیه می‌شود که فوراً باید اقدامی کرد. سیستم تلاش می‌کند مسئله‌ای را حل کند و به ثبات بازگردد. حلقه تقویتی، یک دور معیوب است که معمولاً مدت بیشتری طول می‌کشد تا اثر کند؛ راه‌حل، نتیجه عکس می‌دهد. این ساختاری است که منجر به بروز مکرر مشکل می‌شود. در اکثر نمونه‌هایی که از این الگو تبعیت می‌کنند، حلقه غالب عوض می‌شود؛ در هر دوره‌ای از زمان، یکی از حلقه‌ها غلبه دارد و این عامل اصلی شکل‌گیری الگوی رفتاری شکل ۱ است.

غالباً افراد از پیامدهای منفی کاربرد راه‌حل مقطعی آگاهند؛ با این حال آنرا اجرا می‌کنند چون درد ناشی از اقدام فوری نکردن، ضروری‌تر و مُبرم‌تر (urgent) و از اثرات منفی باتأخیر، قدرتمندتر است. البته این آسودگی و تسکین (relief) موقتی است و علائم (اغلب بدتر از قبل) بر می‌گردند. این اتفاق می‌افتد چون پیامدهای ناخواسته به آرامی و طی دوره‌ای طولانی، رشد می‌کنند (snowball)؛ اغلب در ابتدا توجهی به آنها نمی‌شود اما به انباشته شدن ادامه می‌دهند (همچون زنگ زدن چرخ‌ها) و راه‌حل غلط، مکرراً مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نمونه ۱: تسریع سفارش‌های مشتریان (expediting customer orders)

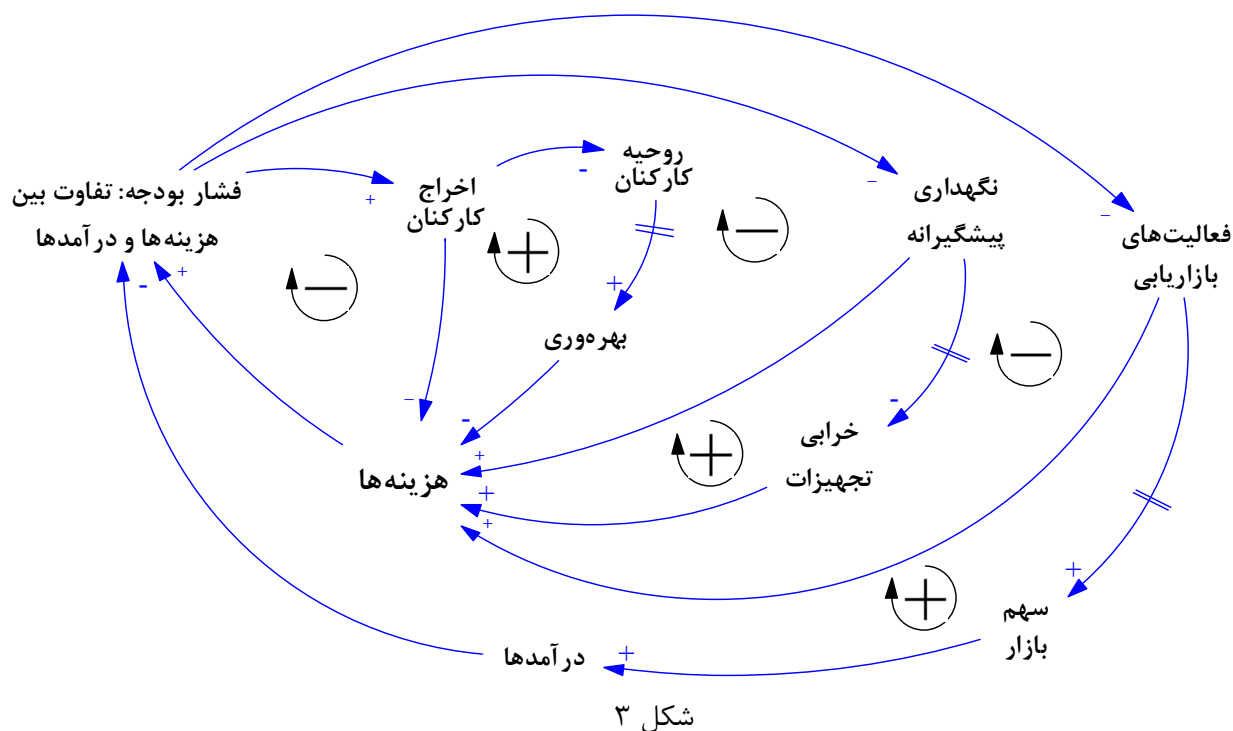
یک تولیدکننده بزرگ نیمه‌هادی‌ها مواجه با مشکلاتی در تولید است و ارسال برخی از سفارش‌های مشتریان، از زمان‌بندی عقب می‌ماند. شرکت می‌داند که نرسیدن چیپ‌ها به مشتریان (سازندگان کامپیوتر) موجب توقف خط تولید مشتریان می‌گردد. مشتری الف تماس می‌گیرد و تقاضای تحویل فوری سفارش خود را دارد؛ بنابراین یک تسریع‌کننده (expediter) اختصاص می‌یابد تا سفارش او را دنبال کند و آنرا در مسیر خط تولید، هُل دهد. البته این کار به سادگی یافتن چیپ مربوط به مشتری و همراهی آن تا سکوی بارگیری نیست؛ تسریع در سفارش مشتری الف، به معنی حرکت دشوار (wading through) در کل کارخانه و ایجاد وقفه مکرر در خط تولید (با هزینه و تلاش اضافی بسیار) است. متأسفانه مدت زیادی از خروج سفارش مشتری الف از خط تولید نگذشته، شرکت ب تماس می‌گیرد و محموله خودش را طلب می‌کند. در همین زمان، واحد دیگری نیز در حال تسریع سفارش مشتری ج است. در نتیجه، خط تولید به طور مداوم دچار وقفه می‌شود و منجر به عدم تحقق تاریخ تحویل‌های بیشتر و تماس‌های بیشتری از طرف مشتریان می‌گردد.

نمونه ۲: کوچک‌سازی (downsizing)

مدیر داخلی (general manager) یک واحد تولیدی با یک سری بحران‌های بودجه‌ای مواجه شد. به او گفته شد که کوچک‌سازی و ناب‌سازی (lean) کند. لذا او با اکره تصمیم گرفت تعداد کارکنان خود را کاهش دهد. برخی از کارکنان را به مرخصی فرستاد و برخی را اخراج کرد. وی همچنین نگهداری پیشگیرانه (preventive maintenance) و فعالیتهای بازاریابی را کاهش داد. هزینه‌های او برای دوره کوتاهی پایین رفت اما دوباره به آرامی بالا آمد. بنابراین او با اکره باز هم تعداد کارکنان خود را کمی کاهش داد و نگهداری و بازاریابی را کمتر کرد.

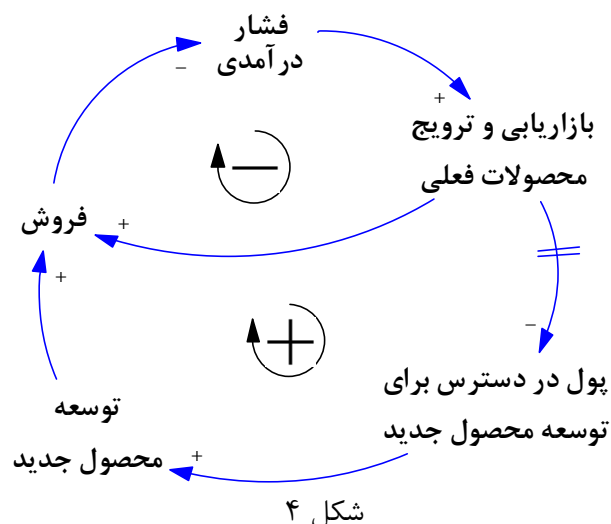
در این مثال، فشار بودجه (تفاوت بین هزینه‌ها و درآمدها)، نشانه و علامت مشکل مالی است. سه اقدامی که مدیر مذکور انجام داد، راه‌حل‌ها هستند. اما این راه‌حل‌ها دارای پیامدهای ناخواسته‌ای نیز بودند. کاهش فعالیتهای بازاریابی می‌تواند بر سهم بازار اثر بگذارد، درآمدها را کاهش دهد یا کُند نماید، و فشار بودجه ایجاد کند. کاهش نگهداری می‌تواند منجر به خرابی‌های جدی در تجهیزات شود و سرانجام هزینه‌ها را بالا ببرد. کاهش تعداد کارکنان می‌تواند موجب مشکلاتی در زمینه روحیه پرسنل شود و بازدهی (productivity) را تحت تأثیر قرار دهد. بالاخره هزینه‌ها گسترش پیدا خواهند کرد (escalate).

توجه داشته باشید که همه حلقه‌های ثانویه، دور معیوب (vicious cycle) هستند و اثر آنها معکوس آن چیزی است که مدنظر بوده است (شکل ۳).



نمونه ۳:

یک تولیدکننده کالاهای مصرفی، با کاهش فروش و درآمد مواجه شد. آنها بخشی از منابع مالی خود را صرف بازاریابی و ترویج محصول (promotion) کردند. در کوتاه‌مدت، فروش و درآمد بالا رفت. اما تخصیص منابع به بازاریابی، موجب کاهش منابع موجود برای توسعه محصولات جدید شد. عدم ارائه بموقع محصولات جدید، سهم بازار و فروش شرکت را کاهش داد. هر چه برنامه‌های تبلیغ و ترویج محصول بیشتر می‌شد، منابع بیشتری از توسعه محصول کاسته می‌شد. کاهش فروش، موجب بالا رفتن فشار برای بازاریابی و ترویج بیشتر شد (شکل ۴).



در یک پروژه تفکر سیستمی، به آنها پیشنهاد شد لینک بین بازاریابی و ترویج محصول با پول در دسترس برای توسعه محصول را قطع کنند: این سیاست تصویب شد که صرف‌نظر از شدت نیاز، تبلیغ و ترویج محصول نباید از بودجه توسعه محصول، تأمین اعتبار شود.

مدل‌های ذهنی که نوعاً در این الگو فعال‌اند:

- این یک مسئله ساده است و راه‌حل نیز مشخص و آسان است. (من حتی نمی‌توانم تصور کنم که این راه‌حل، نتایج منفی نیز داشته باشد)
- باید این مسئله را هم‌اکنون حل کنیم. اگر نتیجه غیرمنتظره‌ای وجود داشت، بعداً به آن می‌پردازیم.
- اگر این مشکل را فوراً رفع نکنیم، اتفاق بدی برای شخص من، پروژه من، گروه من، یا سازمان من رخ خواهد داد.
- چیزی که مهم است، خلاصی از ظاهر شدن هر مسئله‌ای است تا شخص دیگری (رئیس، هیئت‌مدیره، مدیرعامل، مجلس) از آن باخبر نشود.
- آنها به من پول می‌دهند تا این جا باشم برای این که به مشکلات رسیدگی کنم.
- نمی‌توانیم زمان زیادی صرف این مسئله کنیم؛ مسائل بسیاری هستند که باید رسیدگی کنیم.
- وقتی مسئله برمی‌گردد، تصور می‌کنیم راه‌حل ما مؤثر بوده اما آنرا به مقدار کافی (یا به مدت کافی) اعمال نکرده‌ایم؛ بنابراین اکنون باید آنچه قبلاً انجام داده‌ایم را به مقدار بیشتری انجام دهیم.

نتایج و اثرات (Implications):

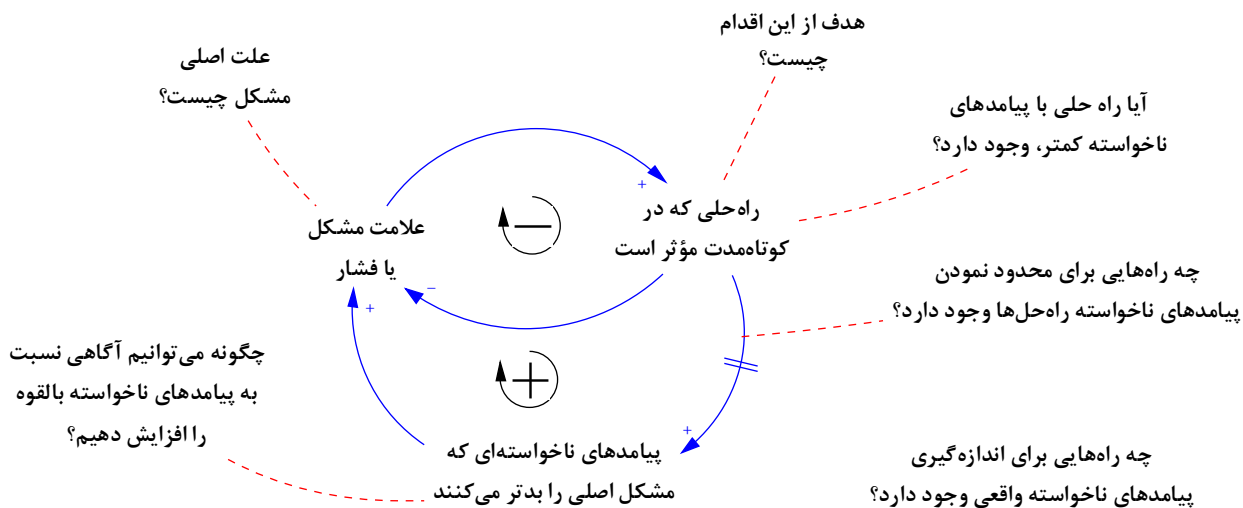
- اغلب با عجله راه‌حل به کار برده می‌شود تا فشاری که سیستم نمی‌تواند تحمل کند را تسکین دهد.
- چون راه‌حل موقت است و پیامدهای بلندمدت و منفی آن واضح نیستند، این تمایل وجود دارد که وقتی علائم مجدداً بروز پیدا کردند، به مقدار بیشتری از آن استفاده شود و/یا بروز مجدد مشکل را به سایر عوامل خارجی نسبت دهند.
- راه‌حل معمولاً به علائم مشکل می‌پردازد، نه به مشکل ریشه‌ای
- وقتی راه‌حل طراحی می‌شود، زمان کمی برای بررسی تأثیر آن بر سایر بخش‌های سیستم یا تأثیر آن در بلندمدت، صرف می‌گردد و معمولاً این اثرات در سیستم اندازه‌گیری نیز لحاظ نشده‌اند.
- سیستم عادت به تمرکز بر کوتاه‌مدت، تسکین موضعی فشار، و رفع علائم نزدیک دارد. عادت به لحاظ نمودن بلندمدت و ماهیت اصلی مشکل ندارد.
- فشارها، باورها، نُرْم‌ها، فرهنگ، مدل‌های ذهنی، و سایر مؤلفه‌های سیستم، تفکر موضعی و کوتاه‌مدت را حفظ کرده‌اند.

نقاط اهرمی (Leverage Points):

برای مدیریت یا تغییر این الگو:

- تمایل به تمرکز بر موضوعات و راه‌حل‌های موضعی و فوری، و تمایل به پاسخ سریع به فشارهای خارجی را یادآوری کنید.
- آگاهی نسبت به پیامدهای ناخواسته و بلندمدت و منفی این راه‌حل‌ها را بالا ببرید.
- حتی‌الامکان به جای علائم، مسئله اصلی را شناسایی و مورد توجه قرار دهید.
- اگر ناچارید به علائم مشکل بپردازید، راه‌حل جایگزینی شناسایی کنید که در بلندمدت، علائم را بدتر نکند.

- اگر ناچارید راه‌حلی موقت با پیامدهای منفی را اجرا کنید، سعی کنید راه‌حل را به گونه‌ای به کار برید که این پیامدها را محدود کند یا حتی‌الامکان راه‌حل را به مقدار کم استفاده کنید.
- راه‌هایی بیابید که پیامدهای ناخواسته را مانند اثرات مطلوب راه‌حل خود، اندازه‌گیری کنید.
- پس از اجرای راه‌حل، به صورت دوره‌ای، بررسی‌هایی برای تعیین این که آیا اثرات جانبی منفی وجود داشته یا خیر، انجام دهید. در این بررسی، آنهایی که از نظر زمانی و مکانی از مسئله دورند، را لحاظ کنید.



شکل ۵

تمرین: از تجارب شخصی خود، وضعیتی را انتخاب کنید که به نظر می‌آید یک "راه‌حل‌های مقطعی که نتیجه عکس می‌دهند" باشد. رویدادهای مهم این موضوع را یادداشت کنید؛ روند متغیرهای کلیدی را به صورت نمودار بکشید؛ آنگاه حلقه‌ها را ترسیم نمایید.

از نمودار شکل ۲ استفاده کنید. به یاد داشته باشید که ممکن است نمودار شما متغیرهای بیشتر، لینک‌های بیشتر و یک متغیر خارجی داشته باشد. همچنین ممکن است بیش از یک حلقه تقویتی داشته باشید؛ یعنی بیش از یک راه برای نتیجه عکس دادن راه‌حل، وجود دارد.

۱. برای شروع، مسئله را شرح دهید. اطمینان یابید که عنوان شما برای مسئله، چیزی است که در طول زمان تغییر می‌کند (به قواعد نام‌گذاری متغیرها رجوع کنید)
۲. راه‌حل مقطعی (fix) را شناسایی کنید و حلقه تعادلی را کامل نمایید. مطمئن شوید که راه‌حل در قالب یک متغیر بیان شده باشد. (مثلاً "کاهش تعداد کارکنان"، به جای یک رویداد همچون "کامران اخراج می‌شود")
۳. حلقه تقویتی را اضافه کنید. برای شناسایی نتیجه معکوس، می‌توانید بپرسید که چه عواملی مسئله را بدتر می‌کنند و بررسی کنید که این‌ها چگونه به راه‌حل مرتبط می‌شوند. همچنین می‌توانید رو به جلو عمل کنید و پیامدهای ناخواسته واقعی یا بالقوه راه‌حل را شناسایی نمایید.
۴. وجود تأخیرها را بررسی کنید و آنها را روی نمودار نشان دهید. تأخیرها معمولاً قبل یا بعد از پیامدهای ناخواسته هستند (برخی از پیامدهای ناخواسته، به‌گندی ظاهر می‌شوند؛ برخی نیز به سرعت پیدا می‌شوند اما تأثیر فوری بر مسئله ندارند).
۵. مدل‌های ذهنی، باورها و مفروضات خود در زمینه تفکر و احساسی که محرک تصمیم‌گیری برای استفاده از راه‌حل هستند، را اضافه کنید. اگر شما تصمیم‌گیر نیستید، شاید لازم باشد مدل‌های ذهنی دیگران را حدس بزنید.
۶. نقاط اهرمی و راهبردهای ممکن برای مداخله را ثبت کنید.

۲. الگوی انتقال فشار (Shifting the Burden)

خیلی‌ها با شنیدن ماجرای هلن کلر (Helen Keller)، از والدین او جانبداری می‌کنند؛ والدینی که حمایت مفرط آنها از دختر معلولشان نه تنها دلسوزانه بلکه ضروری به نظر می‌آید. چگونه می‌توان از یک دختر نابینا و ناشنوا انتظار داشت از خودش مراقبت کند؟ بنابراین هلن عادت کرد که هرگاه با مسئله‌ای مواجه شود، فوراً والدین او به کمکش بیایند و با این کار، توانایی و آرزوی او برای روبه‌رو شدن با دنیا را تحلیل بردند. هر رویدادی موجب تقویت این باور والدین او می‌شد که این بچه درمانده و ناتوان است. خوشبختانه معلم او نپذیرفت که معلولیت‌های کودک مانع خود-تکایی (self-reliant) وی شوند. هلن کلر ادامه داد تا از کالج رادکلیف (Radcliffe) دانش‌آموخته شد و علاوه بر نویسندگی، به یک سخنگو و الگو برای بسیاری از افراد معلول تبدیل شد.

دو انتخاب هلن کلر بین محافظت شدن در برابر آسیب‌ها و درماندگی، و آموختن زندگی کردن بدون کمک دیگران، گویای یک پویایی است که همه‌جا وجود دارد و "انتقال فشار" نامیده می‌شود. اقدامات خیرخواهانه والدین کلر، بار مسئولیت رفاہ او را به خودش انتقال می‌داد.

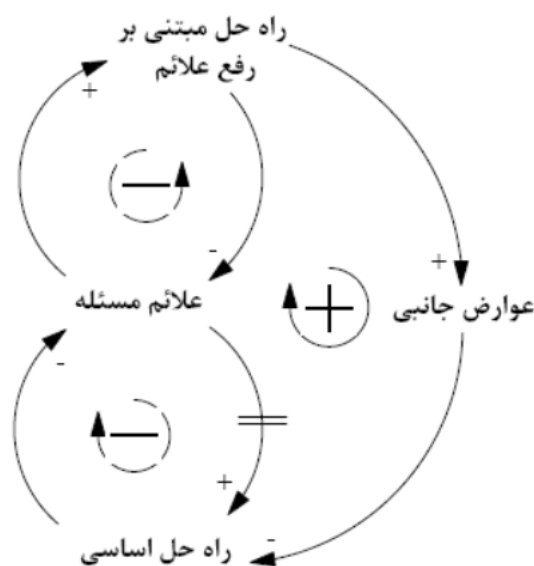
در ساختار انتقال فشار، وجود یک مسئله موجب بروز علائمی (symptoms) می‌شود که نیازمند توجه‌اند. اما توجه به مسئله اصلی، برای افراد دشوار است؛ به این دلیل که مخفی است یا این که مواجهه با آن پرهزینه است؛ بنابراین از مسئله اصلی به راه‌حل‌های دیگر (مسکن‌های سهل‌الوصول که خیلی هم کارآمد به نظر می‌آیند)، "انتقال مسئولیت و فشار" صورت می‌دهند. متأسفانه این راه‌حل‌های ساده‌تر، فقط علائم را چاره می‌کنند؛ مسئله اصلی را دست نخورده باقی می‌گذارند. مسئله اصلی (که به دلیل رفع ظاهری علائم، مورد بی‌توجهی است)، بدتر می‌شود و سیستم، توانایی‌اش برای حل مسئله اصلی را از دست می‌دهد.

ساختارهای انتقال فشار در زندگی فردی و سازمانی ما فراوانند. آنها وقتی وارد بازی می‌شوند که علائم آشکار مسائل، با سر و صدا توجه ما را جلب می‌کنند و مسکن‌های سریع و آماده‌ای می‌طلبند که بتواند این علائم را، حداقل برای مدتی، از بین ببرد.

ساختار انتقال فشار، پشت بسیاری از راه‌حل‌هایی کمین کرده است که به نظر می‌آید به خوبی نتیجه می‌دهند اما با این حال، شما را با احساس ناخوشایند نپرداختن کامل به مسئله، رها می‌کنند.

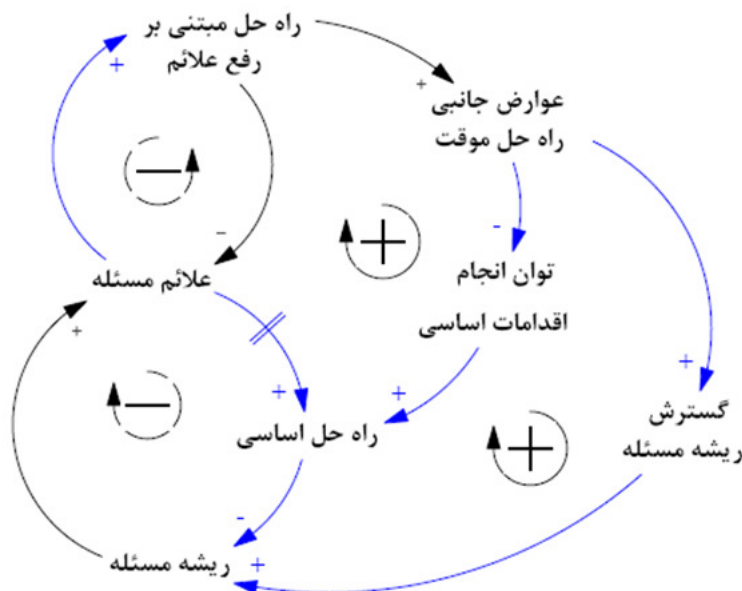
ساختار (structure)

انتقال فشار از دو فرایند تعادلی تشکیل شده است. هر دوی آنها سعی بر تنظیم یا اصلاح علائم یک مسئله دارند. نمودار حلقه علیت این الگو را می‌توان به چند شکل مختلف ترسیم نمود. یکی از آنها در شکل ۶ ارائه شده است. حلقه بالایی، راه‌حل موقت (و سریع) را نشان می‌دهد. این راه‌حل، مبتنی بر رفع علائم مشکل است. به سرعت، علائم مشکل را برطرف می‌کند؛ اما به طور موقت. حلقه پایینی دارای یک تأخیر است و نشان‌دهنده راه‌حل اساسی‌تر برای مسئله است؛ راه‌حلی که مدت بیشتری طول می‌کشد تا اثراتش هویدا شوند؛ اما تنها راه پایدار و دیرپای مواجهه با مسئله است.



شکل ۶

اغلب (و نه همیشه) در ساختارهای انتقال فشار، یک فرایند تقویتی نیز وجود دارد که ناشی از عوارض جانبی (side effects) راه حل موقت است. در این صورت، اثرات جانبی موجب سخت تر شدن التجا به راه حل اساسی می شوند. به عنوان مثال عوارض جانبی استفاده از دارو برای حل مسائل مرتبط با سلامت را در نظر بیاورید. اگر مسئله ناشی از شیوه ناسالم زندگی (دخانیات، مواد الکلی، عادت های غذایی بد، فقدان تمرینات ورزشی) باشد، تنها راه حل اساسی، در تغییر شیوه زندگی نهفته است. داروها (راه حل مبتنی بر رفع علائم) علائم مشکل را تسکین می دهند و فشار ایجاد شده برای انجام تغییرات دشوار فردی را از بین می برند. اما آنها اثرات جانبی نیز دارند که منجر به مسائل بیشتری در زمینه تندرستی خواهد شد و این نیز ایجاد شیوه سالم زندگی را دشوارتر می سازد. نمودار حلقه علّیت الگوی انتقال فشار را به صورت دیگری نیز ترسیم می کنند (شکل ۷). مثال این ساختار، در نمونه ۵ آمده است.



شکل ۷

الگوی رفتاری (pattern of behavior)

در یک وضعیت انتقال فشار، سه الگوی رفتاری همزمان وجود دارد (شکل ۸):

- استفاده از راه حل سریع به صورت افزایشی تداوم دارد.

- علائم مسئله در نوسان‌اند؛ گاهی بالا و گاهی پایین می‌روند؛ اما همیشه به تدریج در حال افزایش هستند. چون علائم مسئله گاهی بالاتر و گاهی پایین‌تر از آستانه ستوه‌آور (irritation) هستند، چنین به نظر می‌رسد که مسئله می‌آید و می‌رود.
- متغیر سوم، "ظرفیت سیستم برای اصلاح خود" و انجام اقدام اصلاحی یا راه‌حل اساسی است که رو به زوال می‌رود. در لحظات خودآگاهی، ناگهان متوجه می‌شوید که توانایی‌های شما در حال تحلیل رفتن هستند.



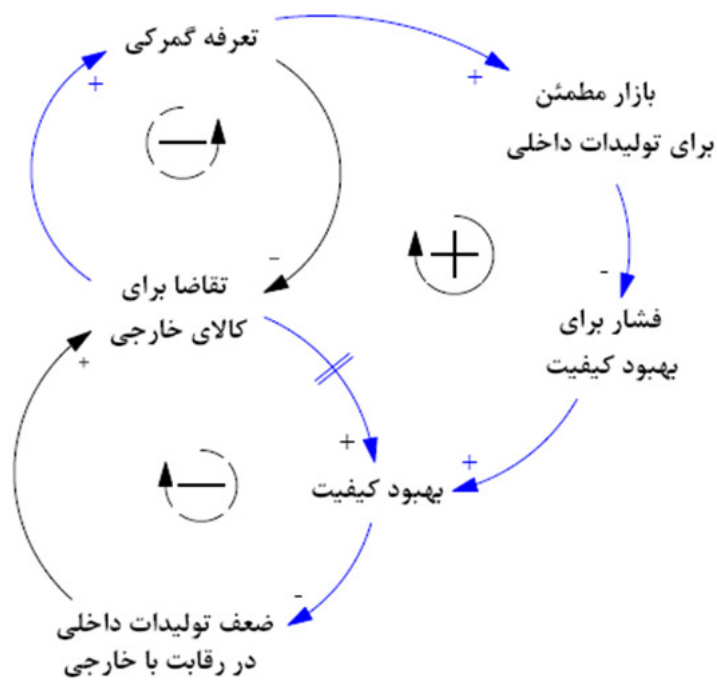
شکل ۸

نمونه‌ها

نمونه ۱: مسئله فشار روانی (stress) را در نظر بگیرید: وقتی بوجود می‌آید که حجم کار (workload) فردی ما افزایش یابد و به حدی برسد که فراتر از توانایی ما برای مدیریت اثربخش آن باشد. ما می‌خواهیم (همچون شعبده‌بازان که با تردستی، چند شیء را از طریق پرتاب نمودن و گرفتن مداوم، در هوا نگه می‌دارند) به طور هم‌زمان کار، خانواده و اجتماع را اداره کنیم. اگر تراکم کارها، فراتر از قابلیت‌های ما باشد، تنها راه‌حل اساسی، محدود نمودن حجم کار است. البته محدود نمودن حجم کار می‌تواند دشوار باشد: ممکن است به معنی رد نمودن ترفیع شغلی باشد که مستلزم مسافرت‌های بیشتر است؛ یا ممکن است به معنی نپذیرفتن یک سمت در هیئت امنای یک مدرسه محلی باشد. این به معنی اولویت‌بندی و انتخاب است. اما افراد اغلب وسوسه می‌شوند که سرعت تردستی را افزایش دهند و فشار روانی حاصله را با الکل، مواد مخدر، یا روش‌های بی‌خطر کاهش تنش (از قبیل تمرین ورزشی یا مدیتیشن)، تسلی دهند. اما پناه بردن به مواد الکلی، مسئله کار زیاد را حل نمی‌کند؛ بلکه فقط با تسکین موقت فشار روانی، مسئله را پنهان می‌کند. مسئله بر می‌گردد و بنابراین نیاز به نوشیدن مواد الکلی نیز بر می‌گردد.

نمونه ۲: ممکن است مدیران معتقد به احاله (delegate) کارها به زیردستان خود باشند، اما هنوز بیش از اندازه بر توانایی خودشان متکی باشند و با اولین نشانه‌های اشکال در انجام کارها، مداخله کنند؛ به گونه‌ای که زیردستان هرگز تجربه لازم برای انجام کار را کسب نکنند.

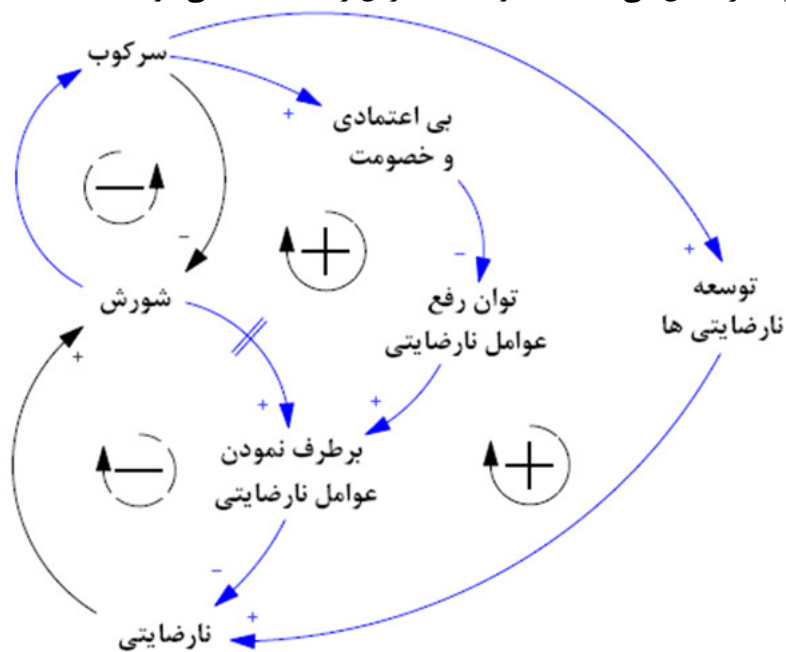
نمونه ۳: کسب‌وکارهایی که سهم بازار خود را به رقبای خارجی واگذار می‌کنند، ممکن است خواهان حمایت از طریق تعرفه گمرکی باشند و پس از مدتی، به گونه‌ای شوند که نتوانند بدون این تعرفه‌ها عمل کنند (شکل ۹).



شکل ۹

نمونه ۴: یک کشور جهان سومی که نمی‌تواند با گزینه‌های دشوار محدود نمودن هزینه‌های دولت (در سطح درآمدهای مالیاتی‌اش) روبرو شود، خود را با کسری بودجه‌هایی مواجه می‌بیند که از طریق چاپ پول و تورم، تأمین مالی می‌شوند. با گذشت زمان، تورم تبدیل به شیوه‌ای معمول از زندگی می‌شود؛ بیشتر و بیشتر، نیاز به مساعدت‌های دولتی وجود دارد؛ و کسری بودجه مزمن، اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد.

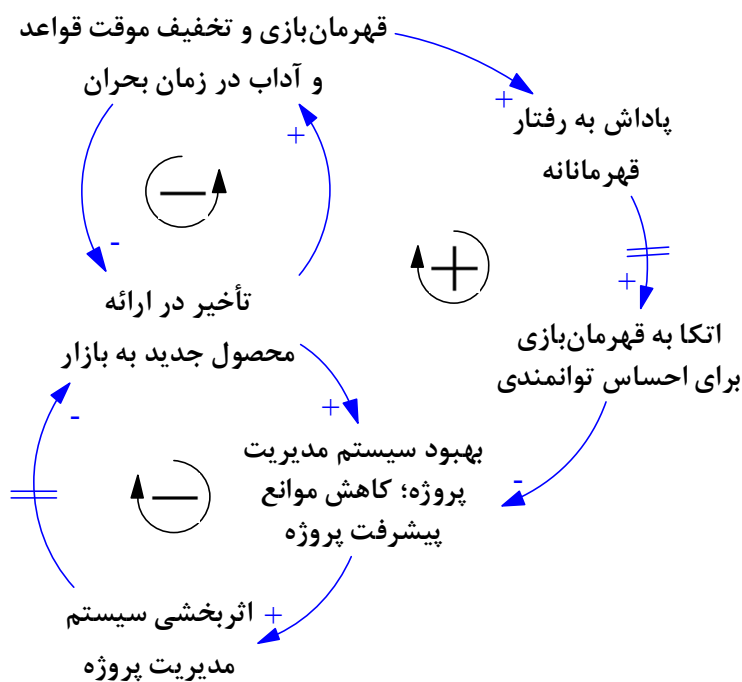
نمونه ۵: مسئله نارضایتی مردم از یک حکومت را در نظر بگیرید که علامت آن می‌تواند شورش‌های مردمی باشد. راه‌حل موقتی که می‌توان برای این مسئله استفاده نمود، سرکوب شورش‌ها است. سرکوب، عوارض جانبی نیز دارد: از یک طرف، خود موجب توسعه نارضایتی‌ها است؛ و از طرف دیگر، بی‌اعتمادی و خصومت را افزایش می‌دهد و به تبع آن، توان رفع عوامل نارضایتی را کم می‌کند. دو حلقه تقویتی موجود در نمودار ۱۰، اثرات جانبی استفاده از راه‌حل موقت را نشان می‌دهند که موجب گسترش ریشه مسئله می‌شوند.



شکل ۱۰

نمونه ۶: قهرمان بحران‌ها (crisis heroism)

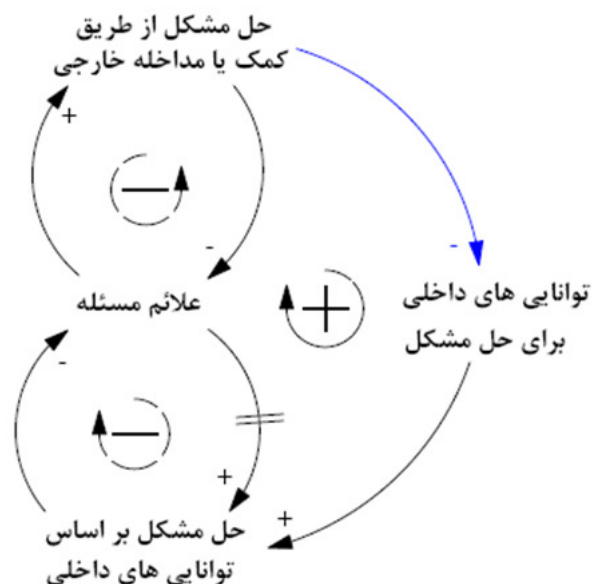
وقتی یک بحران (همچون تأخیر در ارائه یک محصول جدید به بازار) رخ می‌دهد، به مدیر بحران، انعطاف زیادی داده می‌شود تا هر کاری لازم است انجام دهد تا محصول جدید را تولید و ارائه کند. کنترل‌های عادی (roadblock) و تشریفات رسمی کنار گذاشته می‌شوند. همه این‌ها حلقه بالایی الگوی انتقال فشار (حلقه رفع علائم) را شکل می‌دهند: محصول به موقع ارائه می‌شود و مدیر بحران به عنوان قهرمان روز، جار زده می‌شود. در همین هنگامه چندین نفر راه‌حل اساسی‌تر (حلقه پایینی) را پیشنهاد داده‌اند: طراحی مجدد کل سیستم مدیریت پروژه‌ها و بازاندیشی درباره کنترل‌ها و تشریفات اداری. اما این راهبرد، زمان بیشتری می‌برد و توجه کمتری به آن می‌شود؛ بنابراین تأثیر کمتری روی علامت مشکل دارد. در بیشتر مواردی از این گونه، عوارض جانبی اعتیادآور نیز وجود دارد: افراد پی می‌برند که اگر می‌خواهند به عنوان فردی توانا پذیرفته شوند، باید قهرمان نیز باشند. کم‌کم سازمان به بهای آسیب‌زدن به تغییرات اساسی بلندمدت، به خلق "قهرمانانه" بحران‌ها عادت می‌کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

نمونه ۷: انتقال فشار به مداخله‌کننده

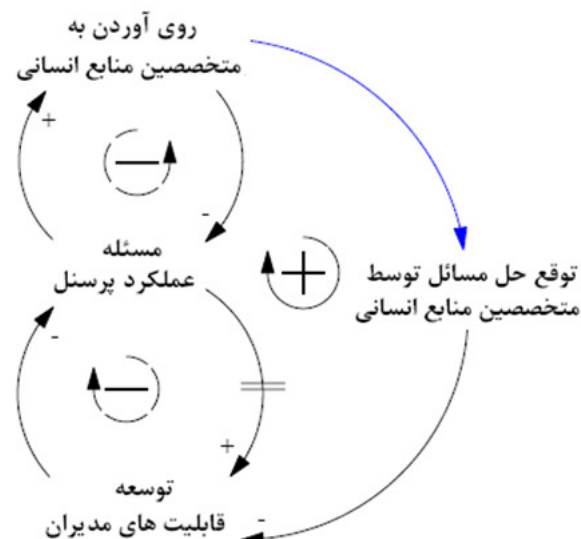
یکی از زمینه‌هایی که ساختار انتقال فشار، متداول بوده و سزاوار توجه است، مواردی است که مداخله‌کنندگان بیرونی (outside intervenor) به حل یک مسئله کمک کنند. مداخله خارجی، سعی در بهبود علائم آشکار مسئله دارد و به قدری در این کار موفق است که افراد درون سیستم هرگز یاد نمی‌گیرند چگونه خودشان از عهده مسائل برآیند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲

اصل مدیریتی در این گونه موارد، این است: "به جای دادن ماهی به افراد، به آنها ماهی گیری بیاموزید." بر بالا بردن قابلیت‌های "سیستم میزبان" (host system)، به نحوی که خودش بتواند مسائلش را حل کند، متمرکز شوید. اگر کمک خارجی مورد نیاز است، مددکاران باید اکیداً محدود به یک بار مداخله باشند (و همه این را از قبل بدانند) یا این که بتوانند به افراد کمک کنند تا مهارت‌ها، منابع و زیربنای آنها را به گونه‌ای توسعه دهند که در آینده توانا تر باشند.

به عنوان نمونه، مدیران پرمشغله اغلب وسوسه می‌شوند متخصصین منابع انسانی را بیاورند تا مسائل پرسنلی را حل و فصل نمایند. متخصص منابع انسانی ممکن است مسئله را حل کند، اما توانایی مدیر برای حل سایر مسائل مرتبط، بهبود نیافته است. بالاخره مسائل دیگری در امور پرسنلی بوجود خواهد آمد و مدیر به اندازه گذشته، به کارشناس منابع انسانی وابسته خواهد بود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

استفاده موفقیت‌آمیز از متخصص بیرونی، موجب تسهیل رجوع مجدد به او می‌شود. "ما مجموعه جدیدی از مشکلات داریم بنابراین مجدداً به سراغ متخصصین پرسنلی رفتیم. آنها افراد و وضعیت ما را به خوبی می‌شناسند لذا خیلی کارآمد هستند." در طول زمان، کارشناسان منابع انسانی به طور روز افزون مورد استفاده قرار می‌گیرند، هزینه‌های ستادی بالا می‌روند، و توسعه (و حیثیت) مدیریت تنزل می‌یابد.

نمونه‌های دیگر این الگو عبارتند از:

- کمک والدین به حل مسائل کودکان، به جای رشد توانایی آنها: انتقال فشار حل مسائل به والدین (به عنوان مداخله گر) و عدم توسعه توانایی‌های کودک.
- کمک‌های مالی برای رفع نیازهای افراد، به جای توسعه توانایی کسب درآمد. انتقال فشار تأمین نیازهای مالی به کمک‌کننده و عدم توسعه توان داخلی.

نقاط اهرمی

اقدام اثربخش در برابر ساختار انتقال فشار، مستلزم ترکیبی از تقویت پاسخ اساسی و تضعیف پاسخ مبتنی بر رفع علائم است. منش سازمان‌ها اغلب در توانایی آنها در مواجهه با ساختارهای انتقال فشار آشکار می‌گردد. تقویت پاسخ اساسی، تقریباً همیشه نیازمند جهت‌گیری بلندمدت و حدی از چشم‌انداز مشترک است. تضعیف پاسخ موقت، مستلزم تمایل به اظهارات صادقانه در مورد مسکن‌ها و جستجوی راه‌حل‌های مناسب است. اگر راه‌حل‌های مبتنی بر رفع علائم مسئله، چنان اجرا شوند که گویی راه‌حل اساسی مسئله هستند، جستجو برای راه‌حل اساسی متوقف می‌گردد و انتقال فشار، رخ می‌دهد.

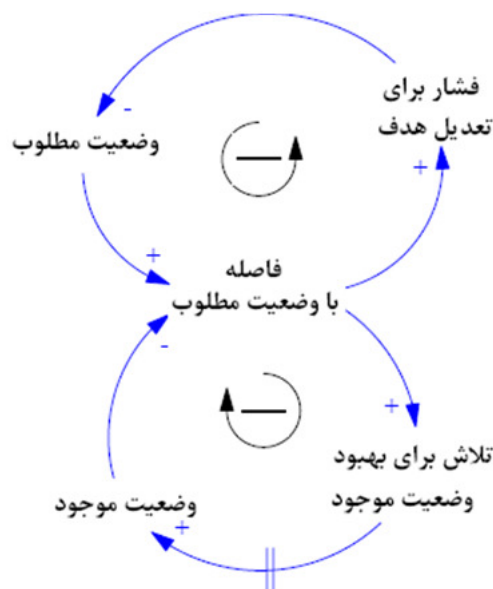
روش‌های بر خورد با موقعیت‌هایی که راه‌حل‌های موقت، ضروری می‌شود:

- توجه و افزایش آگاهی از عواقب نامطلوب راه‌حل موقتی.
- کاهش تعداد دفعاتی که راه‌حل‌های موقتی با پیامدهای نامطلوب بلندمدت، اعمال می‌شود.
- انتخاب راه‌حل موقتی که کمترین عواقب نامطلوب را به بار آورد.
- به جای راه‌حل موقت و یا حداقل هم‌زمان با آن، راه‌حل‌های اساسی را دنبال کنید.

۳. فرسایش اهداف (Eroding Goals)

یکی از حالت‌های خاص انتقال فشار، که با فراوانی تکان‌دهنده‌ای رخ می‌دهد، تقلیل تدریجی اهداف است. وقتی بین اهداف و وضعیت فعلی، فاصله‌ای وجود دارد، دو نوع فشار نیز وجود دارد: فشار برای بهبود وضعیت فعلی و فشار برای پایین آوردن اهداف. این الگو حالتی خاص از انتقال فشار است که راه‌حل کوتاه‌مدت و آسان، تقلیل اهداف است؛ و راه‌حل اساسی، تلاش برای اصلاح وضعیت فعلی می‌باشد.

ساختار:



شکل ۱۴

هدفها در ایجاد تلاش و کوشش افراد و سازمانها نقش مهمی ایفا می کنند. معمولاً هدفها (یا وضعیت مطلوب) با وضع موجود فاصله دارند. فاصله هدفها با وضعیت فعلی یا عملکرد در سازمانها و نیز نزد افراد، منشاء دغدغه یا تحرک و جوشش می شود. انطباق هدفها با وضعیت موجود، سبب آرامش و سکون می گردد. همه دغدغهها و حرکتهای هوشمندانه برای پر کردن فاصله هدف و وضعیت موجود است.

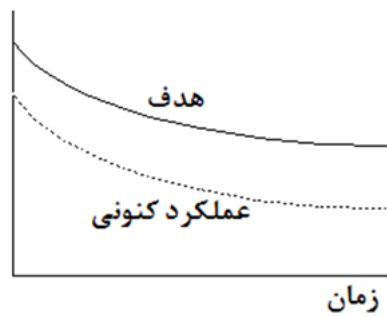
یک راه حذف فاصله، تلاش برای اصلاح عملکرد است. اصلاح عملکرد برای حذف فاصله هدف با وضع موجود، یک بازخورد منفی تشکیل می دهد. تلاش در جهت اصلاح عملکرد، با زحمت و تاخیر، فاصله با هدف را کاهش می دهد.

راه دیگر کاهش فاصله، تنزل هدفهاست. وجود فاصله بین هدفها و وضع موجود، فشارهای روانی و سازمانی را برای تعدیل و تنزل هدفها زیاد می کند. تنزل هدفها نیز بازخورد منفی دیگری را برای کاهش فاصله تشکیل می دهد. چون تعدیل و تنزل هدفها ساده تر است، معمولاً افراد و سازمانها مسیر تنزل هدفها را انتخاب می کنند. با تنزل هدفها، فاصله هدفها و عملکرد کاهش یافته و فشار و دغدغه برای بهبود عملکرد کاهش می یابد یا از بین می رود. با تنزل هدفها و کاهش تلاش برای بهبود عملکرد، عملکرد افت کرده و می تواند مجدداً سبب افزایش فاصله هدف و وضع موجود شده و فشار جدیدی برای تنزل دوباره هدفها ایجاد کند.

علامت رایج فعال بودن این الگو، اظهاراتی مبنی بر این است که گذشتن از هدفها در شرایط نامناسب و استثنایی را توجیه می کند.

راهکار مدیریتی بر خورد با این الگو، جدی گرفتن هدفها و عدم کاهش آنها در صورت وجود فاصله بین هدفها و عملکرد است: بر آرمان خود، پافشاری کنید.

الگوی رفتاری



شکل ۱۵

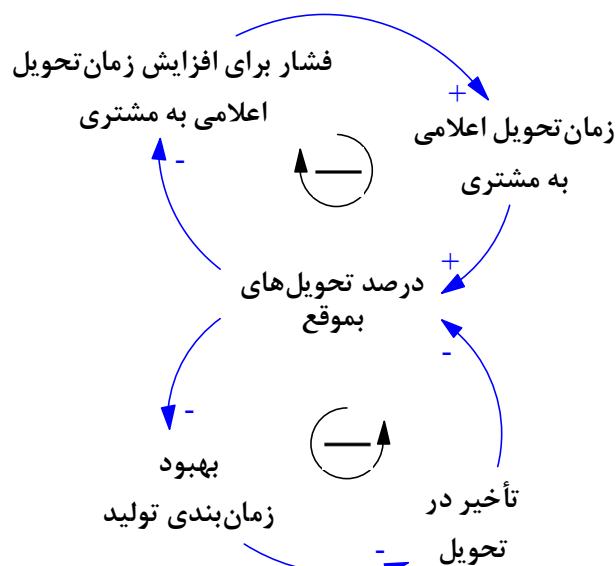
این نمودار وضعیت‌هایی را نشان می‌دهد که هدف، بالاتر از عملکرد فعلی است؛ هم هدف و هم عملکرد به صورت مداوم تغییر می‌کنند و فاصله زمانی نسبتاً کمی بین یک تغییر در عملکرد و یک تغییر در هدف وجود دارد. منحنی مربوط به عملکرد، کم و بیش آهسته تنزل می‌کند و بازتاب‌دهنده (mirror) تغییرات در هدف است. در مواردی که ساختار فرسایشی غلبه می‌کند، مشخصه غالب الگوی رفتاری سیستم، وجود یک فاصله بین هدف و عملکرد فعلی تا جایی است که سیستم دچار فروپاشی (collapse) شود یا به یک حد (limit) دیگری از عملکرد برسد.

نمونه‌ها:

نمونه ۱: نمونه‌های فراوانی از تقلیل تدریجی اهداف در سطح جوامع وجود دارد. می‌توانید اهداف دولت‌ها در زمینه بیکاری، تورم و کسری بودجه را در طول زمان مرور کنید.

نمونه ۲: تقلیل تدریجی اهداف، اهداف سازمان‌ها در زمینه‌های کیفیت، نوآوری، رشد شخصی کارکنان و بهبود سازمانی را مستهلک و منسوخ می‌کند.

یک شرکت فعال در زمینه فناوری پیشرفته، علیرغم داشتن محصولی فوق‌العاده و بهبودهای مداوم آن، با کاهش سهم بازار مواجه شد. اما این شرکت، که نبوغش در طراحی بود، هرگز زمان‌بندی تولید را تحت کنترل نگرفته بود. یک محقق بیرونی پی برد که مشتریان به طور فزاینده‌ای نسبت به تأخیر در زمان‌بندی‌ها ناراضی بودند و به سمت رقبا می‌رفتند. شرکت مذکور بر سوابق بایگانی خود متکی بود: "ما سطح موفقیت ۹۰٪ را در تحقق زمان قول داده شده به مشتری، حفظ کرده‌ایم". بنابراین جای دیگری دنبال مشکل می‌گشتند. اما شیوه عمل آنها این گونه بود که هرگاه از زمان‌بندی خود منحرف می‌شدند، زمان قول داده شده به مشتری را قدری طولانی‌تر می‌کردند. بنابراین زمان تحویل قول داده شده به مشتریان طولانی‌تر و طولانی‌تر می‌شد.



شکل ۱۶

نمونه ۳: افراد موفق که انتظارات از خود را کاهش می دهند و به تدریج موفقیتشان کم می شود.
نمونه ۴: سازمان هایی که به جای سرمایه گذاری در توسعه روش های با کیفیت بالاتر برای انجام کارها، بودجه کیفیت را قطع می کنند و به طور ضمنی، استانداردهای کیفی خود را پایین می برند؛ در همین حال، تعهد خود به کیفیت را نیز جار می زنند.

نمونه ۵: فردی که وزن فعلی او ۱۱۰ کیلوگرم است، با موازین علمی متوجه می شود که وزن ایده آل وی ۸۵ کیلوگرم است. بنابراین فاصله وضعیت موجود و مطلوب او ۲۵ کیلوگرم است: تصمیم می گیرد طی برنامه ای این فاصله را حذف کند. پس از شروع رژیم غذایی فشرده یا فعالیت های ورزشی، ممکن است خسته شده و کم کم شروع به توجیه اضافه وزن خود نماید: اگر وزن من ۹۰ کیلو هم باشد، خوب است. مدتی بعدتر: اگر بتوانم وزنم را به ۹۵ کیلو برسانم، قابل قبول است و ...

نمونه ۶: رشد و یادگیری شخصی (personal mastery)

رشد و یادگیری شخصی مستلزم دو نوع جنبش است:

اول آن که به طور مداوم به شفاف سازی آنچه برای ما مهم است بپردازیم. اغلب به قدری وقت صرف غلبه بر مسائل موجود در مسیر حرکت خود می کنیم، که فراموش می کنیم اصلاً چرا در آن مسیر هستیم. نتیجه این است که فقط دیدی مبهم و حتی نادرست از آنچه واقعاً برای ما مهم است، داریم.
 دوم آن که به طور مداوم بیاموزیم چگونه واقعیت های موجود را شفاف تر ببینیم. در حرکت به سمت یک مقصد مطلوب، حیاتی است که بدانیم اکنون کجا هستیم. جلسات کاری را دیده ایم که همه می گویند: "همه چیز طبق برنامه است!" اما نگاهی صادقانه به وضعیت موجود، چیز دیگری را نشان می دهد.
 در این جا منظور از یادگیری، کسب اطلاعات بیشتر نیست؛ بلکه گسترش توانایی ایجاد نتایج است که واقعاً می خواهیم.

از کنار هم قرار گرفتن چشم انداز^۲ (آنچه می خواهیم) و تصویر واضحی از واقعیت موجود (نسبت به آنچه می خواهیم، کجا قرار داریم)، چیزی بوجود می آید که آنرا "کشش خلاق" (creative tension) می نامیم: نیرویی برای رساندن آن دو به یکدیگر؛ تمایلی طبیعی که می خواهد کشش را کم کند. جوهره رشد و یادگیری شخصی، این است که بیاموزیم چگونه کشش خلاق را در زندگی خود ایجاد کرده و حفظ نماییم.

شکل مخفی‌تر مستهلک شدن چشم‌انداز، "تمرکز بر ابزارها و وسیله‌ها (means) به جای تمرکز بر نتیجه" است. توانایی تمرکز بر خواسته‌ها و آرزوهای غائی درونی (و نه بر اهداف فرعی و ثانوی)، اساس رشد و یادگیری شخصی است.

چشم‌انداز، جهت حرکت نیست بلکه "یک مقصد مشخص" است؛ یک تصویر از آینده مطلوب است. عینی است نه انتزاعی. "پیشرفت قابلیت‌های بشر برای کاوش آسمانها" نیست بلکه "یک انسان بر روی کره ماه تا پایان دهه ۱۹۶۰" است. "بهترین چیزی بشویم که می‌توانیم" نیست بلکه "شکستن رکورد یک مایل در چهار دقیقه" است.

افرادی که رشد و یادگیری شخصی بالایی دارند، متعهدترند؛ ابتکار عمل بیشتری دارند؛ احساس مسئولیت وسیع‌تر و عمیق‌تری در کار خود دارند؛ یادگیری سریع‌تری دارند.

حفظ کشش خلاق:

اغلب افراد از صحبت درباره چشم‌اندازهای خود، حتی اگر شفاف هم باشند، اکراه دارند. چرا؟ چون ما به خوبی از فاصله بین چشم‌انداز خود با واقعیت موجود، آگاهی داریم. "من دوست دارم شرکتی برای خودم راه‌اندازی کنم" اما "سرمایه مورد نیاز را ندارم." یا "من دوست دارم به دنبال حرفه‌ای بروم که واقعاً دوست دارم" اما "باید به فکر تأمین معیشت خود نیز باشم." این فاصله‌ها ممکن است موجب شوند یک چشم‌انداز، غیرواقعی یا خیالی به نظر آید؛ ممکن است موجب دلسری یا ناامیدی شوند. اما فاصله بین چشم‌انداز و واقعیت موجود، یک منبع انرژی نیز هست. اگر فاصله‌ای نباشد، نیاز به هیچ اقدامی برای حرکت به سمت چشم‌انداز وجود ندارد. در حقیقت فاصله فوق، منبع انرژی خلاق است. این فاصله همان "کشش خلاق" است.

یک نوار لاستیکی را تصور کنید که بین واقعیت فعلی و چشم‌انداز، کش آمده است. وقتی نوار لاستیکی کشیده می‌شود، کشش ایجاد می‌کند که بیانگر کشش بین چشم‌انداز و واقعیت فعلی است. این کشش می‌خواهد آزاد شود. فقط دو راه برای رفع کشش وجود دارد: بردن واقعیت به سمت چشم‌انداز یا بردن چشم‌انداز به سمت واقعیت.



شکل ۱۷

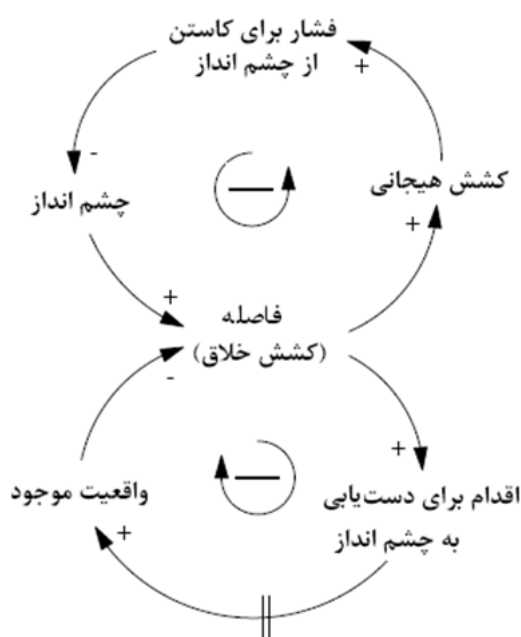
در مورد اصطلاح کشش، سوء تفاهم وجود دارد: آنرا معادل اضطراب یا تنش می‌دانند. اما کشش خلاق، جهت خاصی را نشان نمی‌دهد. نیرویی است که در لحظه‌ای که چشم‌اندازی را می‌پذیریم که منطبق با واقعیت موجود نیست، ایجاد می‌شود.

با این وجود، کشش خلاق اغلب موجب احساسات یا هیجانات مرتبط با اضطراب همچون افسردگی، دلسردی، ناامیدی، یا نگرانی می‌شود. این اتفاق چنان فراوان است که افراد به سادگی، این هیجانات را با کشش خلاق، اشتباه می‌گیرند. اما مهم است درک کنیم این هیجانات منفی که ممکن است همراه با کشش خلاق بوجود آیند،

خود کشش خلاق نیستند. این هیجانات، چیزی هستند که آنرا کشش هیجانی (emotional tension) می‌نامیم.

اگر نتوانیم بین کشش هیجانی و کشش خلاق تمایز قائل شویم، خود را برای تقلیل چشم‌اندازمان مهیا نموده‌ایم. اگر عمیقاً درباره چشم‌اندازی که رخ نداده، احساس دلسردی کنیم، ممکن است تمایل زیادی به کاستن از بار این یأس داشته باشیم. یک راه چاره فوری وجود دارد: کاستن از چشم‌انداز. همواره می‌توان کشش هیجانی را با تعدیل یکی از دو سر کشش خلاق که همیشه به طور کامل تحت کنترل ماست، آزاد نمود: چشم‌انداز. احساساتی که از آنها بیزاریم، از بین می‌روند چون کشش خلاق که منبع آنها بود، کاهش یافته است. اکنون اهداف ما خیلی به واقعیت فعلی، نزدیک‌ترند. فرار از کشش هیجانی خیلی آسان است؛ تنها بهایی که می‌پردازیم، رها نمودن چیزی است که واقعاً می‌خواهیم: چشم‌انداز.

فعل و انفعال بین کشش خلاق و کشش هیجانی، همانند تقلیل تدریجی اهداف، یک پویایی انتقال فشار است که می‌توان آنرا به صورت شکل ۱۸ نمایش داد.



شکل ۱۸

وقتی چشم‌اندازی داریم که متفاوت با واقعیت فعلی است، یک فاصله (به نام کشش خلاق) وجود دارد که به روش می‌تواند رفع شود: فرایند تعادلی پایینی (در شکل ۱۸)، نشان‌دهنده راه‌حل اساسی است: انجام اقداماتی که واقعیت را با چشم‌انداز، منطبق می‌کنند. اما تغییر واقعیت، به زمان نیاز دارد. این همان چیزی است که موجب ناامیدی و کشش هیجانی در فرایند تعادلی بالایی می‌گردد که همان راه‌حل موقت کاستن از چشم‌انداز برای تطبیق آن با واقعیت فعلی است.

اما یک بار کاهش در چشم‌انداز، پایان ماجرا نیست. دیر یا زود، فشارهای جدید موجب دور شدن واقعیت از چشم‌انداز جدید می‌شوند و منجر به فشارهای بیشتری برای تقلیل چشم‌انداز می‌گردند. پویایی کلاسیک انتقال فشار، به دنبال آن می‌آید: یک مارپیچ تقویتی از شکست در تحقق اهداف، ناامیدی، کاستن از چشم‌انداز، آسایش خاطر موقت، و فشاری دوباره برای کاهش بیشتر در چشم‌انداز.

رهایی از کشش هیجانی ممکن است از طریق تنزل در استانداردهای کلیدی عملیات باشد؛ چرا که تحقق آنها غیرممکن به نظر آمده است؛ استانداردهایی از قبیل رعایت زمان تحویل و کیفیت خدمات. این تنزل‌ها به سادگی دیده نمی‌شوند چون تدریجی رخ می‌دهند. بعد از هر بحران، استانداردها کمی نسبت به آنچه در بحران قبلی

تعیین شده بود، تنزل می‌یابند. این گونه نیست که مدیران یک روز صبح از خواب برخیزند و اعلام کنند: "ما برای همگام شدن با رشد فروش، استانداردهای خود را پایین می‌آوریم." بلکه استانداردها بدون سر و صدا و طی بحران‌های مکرر و با دست‌به‌دست شدن بین رهبران کلیدی سازمان، دچار فرسایش می‌شوند. به همین طریق، فرسایش اهداف شخصی نیز تشخیص داده نمی‌شوند چون به تدریج از رؤیاهای خود در زمینه کارهایی که می‌خواهیم انجام دهیم و دنیایی که می‌خواهیم در آن زندگی کنیم، صرف نظر می‌کنیم.

اهداف در سازمانها دچار فرسایش می‌شوند چون قدرت تحمل کشش هیجانی وجود ندارد. هیچ کس مایل نیست راوی خبرهای بد باشد. ساده‌ترین روش این است که وانمود کنیم اخبار بدی وجود ندارد، یا حتی بهتر از آن، "اعلام پیروزی" کنیم: از طریق کاهش استانداردهایی که اخبار بد با آنها مقایسه شده‌اند، اخبار بد را به گونه‌ای بازتعریف کنیم که چندان هم بد نباشند.

پویایی‌های مربوط به کشش هیجانی در همه سطوح فعالیت‌های انسانی وجود دارند؛ همان پویایی‌های مربوط به مصالحه و در سطح متوسط بودن هستند. تنها افراد متوسط‌اند که همیشه خود را در بهترین وضعیت می‌پندارند. وقتی مایل به زندگی با کشش هیجانی نیستیم، اجازه می‌دهیم اهدافمان دچار فرسایش شوند. از طرف دیگر، وقتی کشش خلاق را درک می‌کنیم و با عدم تنزل چشم‌انداز، امکان عمل به آن می‌دهیم، چشم‌انداز تبدیل به نیرویی فعال می‌گردد. "مهم نیست چشم‌انداز چه باشد، مهم این است که چه می‌کند". افراد خلاق بخوبی از فاصله بین چشم‌انداز و واقعیت فعلی، در تولید انرژی برای تغییر، استفاده می‌برند.

بیل راسل، بازیکن افسانه‌ای بسکتبال، عادت داشت "کارت امتیازی" (scorecard) برای خودش داشته باشد. او بعد از هر بازی به خودش (در مقیاس از یک تا صد) نمره می‌داد. او هیچگاه نمره‌ای بیشتر از ۶۵ بدست نیاورد. اکنون با روشی که اکثر ما آموزش دیده‌ایم تا درباره اهدافمان بیندیشیم، راسل را یک شکست خورده دون پایه تلقی می‌کنیم. فرد بیچاره‌ای که بیش از ۱۲۰۰ مسابقه بسکتبال بازی کرد و هرگز به استاندارد خود دست نیافت! اما کوشش برای همان استاندارد بود که او را بهترین بازیکن تاریخ بسکتبال نمود.

مهارت و تسلط (Mastery) بر کشش خلاق، دیدگاه افراد نسبت به شکست را تغییر می‌دهد. شکست، فقط یک نقصان و کاستی است؛ شاهدهی است بر وجود فاصله بین چشم‌انداز و واقعیت موجود. شکست، فرصتی برای یادگیری است: درباره تصویر نادرست از واقعیت موجود؛ درباره راهبردهایی که آن چنان که انتظار می‌رفته، عمل نکرده‌اند؛ درباره شفافیت چشم‌انداز.



شکل ۱۹

مهارت و تسلط بر کشش خلاق، منجر به تغییری اساسی در نگرش ما به واقعیت می‌شود. واقعیت فعلی، دوست و متحد ماست نه دشمن ما. دیدگاه صحیح و با بصیرت نسبت به واقعیت فعلی، به اندازه چشم‌انداز شفاف، مهم است. متأسفانه اکثراً عادت داریم انحرافات در ادراک خود از واقعیت فعلی، اعمال کنیم؛ موضوعی که به مدل‌های ذهنی ما مربوط است. آموخته‌ایم که بر تصورات خود از واقعیت، بیش از مشاهدات خود، متکی باشیم. راحت‌تریم که فرض کنیم واقعیت مشابه تصورات قبلی ماست تا این که نگاهی تازه به آنچه جلوی چشمان ما قرار دارد، بیندازیم. اگر انتخاب اول در تعقیب رشد و یادگیری شخصی، صادق بودن با چشم‌انداز باشد، انتخاب اساسی دوم

در پشتیبانی از رشد و یادگیری شخصی، تعهد به حقیقت است. هر دو به یک اندازه برای ایجاد کشش خلاق، حیاتی‌اند.

تعهد به حقیقت، به معنی تمایل بی‌تسامح برای ریشه‌کن نمودن روش‌هایی است که خود را از دیدن واقعیت‌ها، محدود می‌کنیم یا فریب می‌دهیم؛ و به طور مداوم نظریه‌های خود درباره چرایی واقعیت‌ها را به چالش بکشیم. این یعنی به طور مداوم، آگاهی خود را توسعه دهیم؛ دقیقاً مثل یک قهرمان ورزشی بزرگ، که دید فوق‌العاده‌ای نسبت به پیرامون خود دارد و تلاش می‌کند بخش بیشتری از زمین بازی را ببیند. همچنین به معنی تعمیق مداوم درک خود از ساختارهای زیرین وقایع است.

برای حفظ کشش خلاق در مدیریت اهداف شخصی، توصیه می‌کنند که:

برای آن که به رؤیاهای خود دست یابید، آنها را هر روز ببینید. هر روز در دو یا سه نوبت و به مدت چند دقیقه، در مکانی به آرامی بنشینید یا دراز بکشید؛ چشم‌هایتان را ببندید، اهداف را مرور کنید و به نتایج مورد نظر فکر کنید. تصور کنید که به تک‌تک اهدافتان رسیده‌اید.

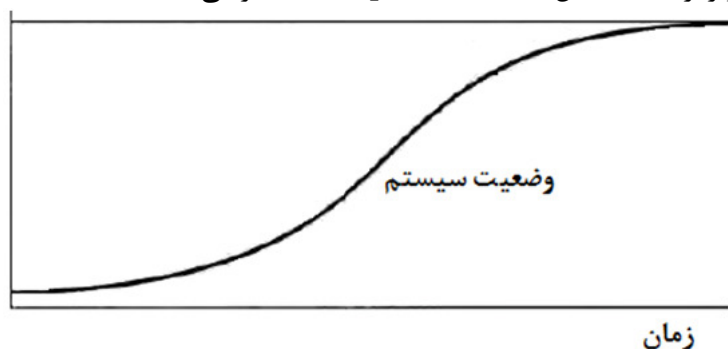
(۳-۷) الگوهای مرتبط با محدودیت‌های رشد

۱. محدودیت‌های رشد (Limits to Growth)

یک فرایند تقویتی، دوره‌ای از رشد و گسترش شتابان را طی می‌کند؛ آنگاه شروع به کند شدن می‌کند و سرانجام متوقف می‌گردد و حتی ممکن است معکوس شود و شروع به سقوطی (collapse) شتابان نماید. فاز رشد بر اثر فعالیت یک (یا چند) بازخورد تقویتی صورت می‌گیرد. کند شدن رشد، ناشی از یک فرایند تعادلی است که به خاطر نزدیک شدن سیستم به یک کرانه (Limit)، وارد عمل می‌شود. این کرانه ممکن است ناشی از محدودیت منابع، یا عکس‌العمل داخلی یا خارجی در مقابل رشد باشد. گاهی فرایند تعادلی، ناشی از اثرات ثانوی ناخواسته‌ای است که فرایند تقویتی ایجاد کرده است. هیچ متغیری نمی‌تواند برای همیشه رشد (یا سقوط) نماید. بالاخره یک یا چند محدودیت موجب توقف رشد خواهند شد.

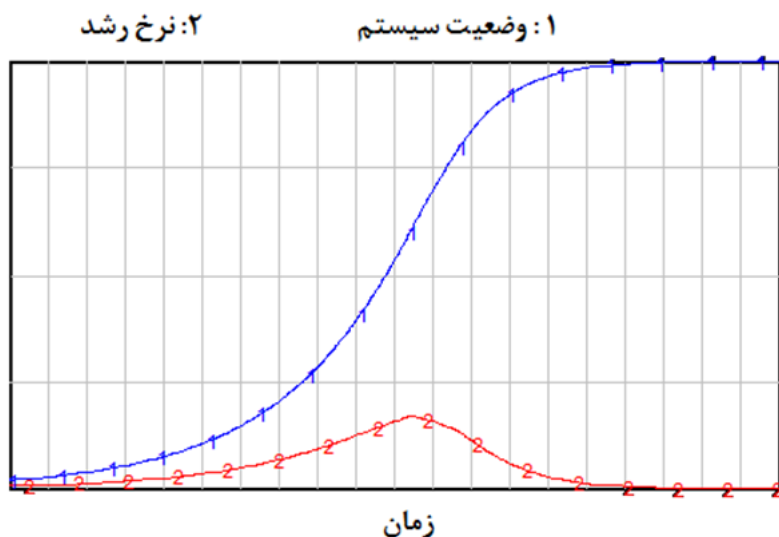
الگوی رفتاری

شکل ۲۰ حالتی را نشان می‌دهد که رشد سیستم، کند و متوقف شده است. چون منحنی وضعیت سیستم، شبیه حرف S است، این الگو را رشد S-شکل (S-Shaped Growth) نیز می‌نامند.



شکل ۲۰

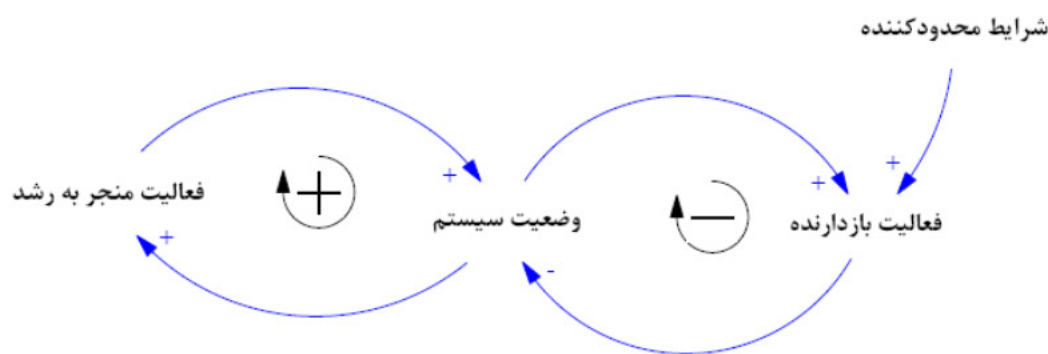
شکل ۲۱ علاوه بر وضعیت سیستم، نرخ رشد سیستم را نیز نشان می‌دهد. نرخ رشد سیستم، ابتدا روندی صعودی و سپس نزولی دارد. لحظه‌ای که نزول نرخ رشد آغاز می‌شود، نقطه‌ای است که وضعیت سیستم از رشد نمایی به رشد مجانبی تغییر کرده است.



شکل ۲۱

ساختار

در الگوی محدودیت رشد، یک فرایند تقویتی رشد یا بهبود وجود دارد که برای مدتی عمل می‌کند و موتور رشد است. معمولاً این حلقه را سمت چپ نمودار قرار می‌دهند. آنگاه سیستم با یک فرایند تعادلی مواجه می‌شود که کارش محدود کردن رشد است. در این صورت، نرخ بهبود کم یا حتی متوقف می‌گردد. کار حلقه منفی این است که نگذارد وضعیت سیستم از مقداری که توسط "شرایط محدودکننده" مشخص شده، فراتر رود. تا زمانی که نرخ رشد صعودی است، حلقه تقویتی غلبه دارد؛ نزولی شدن نرخ رشد، به معنی غلبه حلقه تعادلی است.



شکل ۲۲

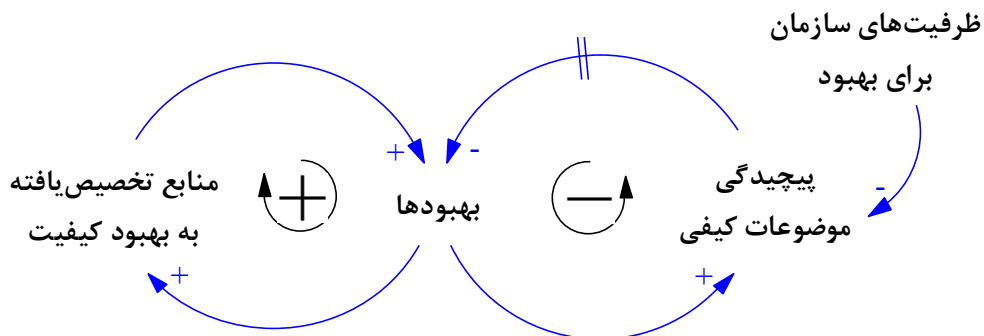
علائم هشداردهنده اولیه:

"چرا باید نگران مسائلی باشیم که وجود ندارند؟ ما با سرعت زیاد در حال رشد هستیم." (کمی بعد: "حتماً مشکلاتی وجود دارد؛ اما همه کاری که باید انجام دهیم این است که به عقب برگردیم و بینیم قبلاً از چه روشی جواب می‌گرفتیم." باز هم بعدتر: "هر چه بیشتر تلاش می‌کنیم، بیشتر درجا می‌زنیم.")

نمونه‌هایی از محدودیت‌های رشد:

نمونه ۱: چیدن میوه‌های سهل الوصول (Picking the low-hanging fruit)

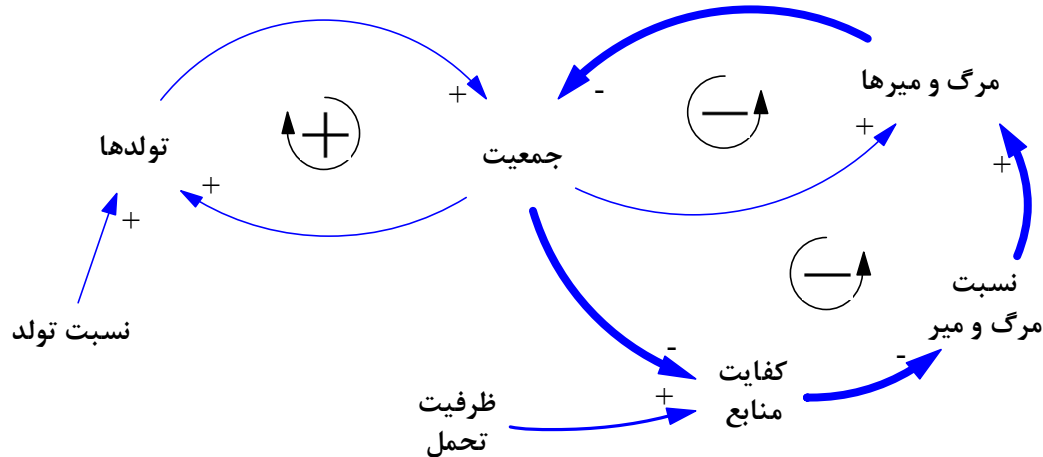
در ابتدای شروع یک برنامه بهبود کیفیت، اولین تلاش‌ها (همچون آموزش ابزارهای کنترل آماری فرایند) دستاوردهای قابل توجهی در بهبود کیفیت محصولات، خدمات و فرایندها به همراه دارد. این دستاوردها باعث فراهم شدن وجهه، انگیزه و پشتیبانی برای تلاش‌های بهبود کیفیت می‌گردند. اما با اتمام تغییرات آسان، سطح بهبود ثابت می‌ماند (plateau)؛ و این برای همه ناامیدکننده است. موج بعدی بهبودها پیچیده‌تر، و مدیریت آنها دشوارتر است؛ انجام آنها مستلزم هماهنگ نمودن چندین بخش متفاوت از سازمان است. فقدان حمایت کل سازمان و دیدگاه‌های مدیریت ارشد، اکنون به محدودیت تبدیل می‌شوند. دستاوردهای کیفی سازمان محدود می‌شود، مگر این که تغییرات گسترده‌تری (widespread) در سطوح بالاتر انجام گیرد.



شکل ۲۳

نمونه ۲: ظرفیت تحمل (Carrying Capacity)

برای کمک به درک ساختار ایجادکننده رشد S-شکل می‌توان از مفهوم "ظرفیت تحمل" که در بوم‌شناسی (Ecology) مطرح است استفاده برد. ظرفیت تحمل به معنی تعدادی از یک موجود زنده خاص است که یک زیست‌بوم می‌تواند تحمل کند و بر اساس "منابع در دسترس در محیط" و "میزان منابع مورد نیاز جمعیت"، تعیین می‌گردد. با نزدیک شدن جمعیت به ظرفیت تحمل، سرانه منابع (منابع به ازای هر نفر) کاهش می‌یابد و در نتیجه نرخ مرگ و میرها بالا می‌رود؛ تا این که سرانه منابع به حدی از کفایت (adequacy) برسد که تولدها و مرگ‌ومیرها برابر شوند؛ در این وضعیت، مقدار رشد صفر است و جمعیت به نقطه تعادل می‌رسد. به طور کلی، یک جمعیت ممکن است به منابع متعددی وابسته باشد و هر یک از آنها یک حلقه منفی ایجاد می‌کنند که می‌تواند رشد را محدود نماید. محدودکننده‌ترین منبع تعیین می‌کند کدام حلقه منفی، دارای تأثیر بیشتری است.

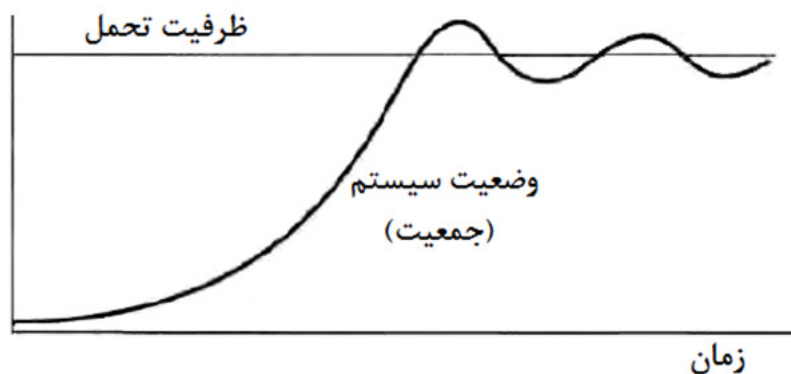


شکل ۲۴

مفهوم ظرفیت تحمل، ظریف (subtle) و پیچیده است. با این که در برخی وضعیت‌ها می‌توان ظرفیت تحمل یک محیط را ثابت در نظر گرفت، اما به طور کلی، ظرفیت تحمل یک محیط با تکامل و پویایی گونه‌هایی (species) که پشتیبانی می‌کند، در هم تنیده شده است. ما انسان‌ها، خواسته و ناخواسته، ظرفیت تحمل سیاره زمین را (از طریق توسعه تکنولوژی‌هایی که ما را قادر به بهره‌برداری بیشتر از منابع می‌سازند، از طریق تغییر هنجارها و آداب فرهنگی در زمینه مصرف سرانه منابع، و نیز از طریق مصرف و اتمام و فرسایش (erosion) منابع گوناگونی که به آنها وابسته‌ایم)، دگرگون می‌کنیم. حتی گونه‌های ابتدایی‌تر (lower-species) با محیطشان اثر متقابل دارند تا ظرفیت تحمل را دگرگون کنند. گسترش هم‌زمان گل‌ها و حشرات گرده‌افشان، جواز چگالی بالاتر برای هر دوی آنها را فراهم می‌کند.

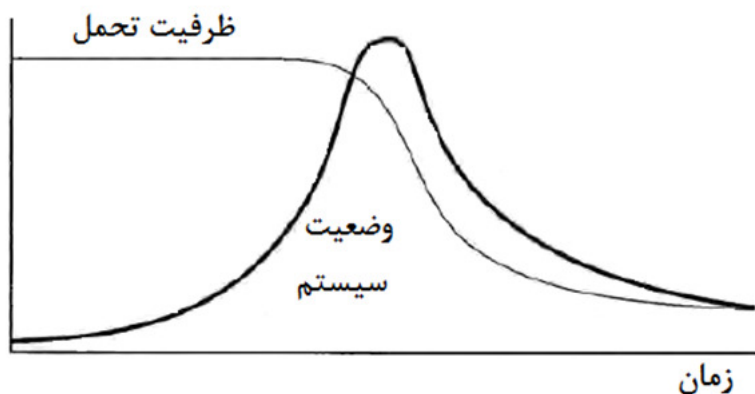
به طور مشابه، همه کسب‌وکارها و سازمان‌ها در متن یک بازار، جامعه و محیط فیزیکی، رشد می‌کنند و همه این‌ها محدودیت‌هایی بر رشد آنها تحمیل می‌نمایند. همانند جمعیت‌های طبیعی، این محدودیت‌ها می‌توانند (هم برونزا و هم مهمتر از آن، به صورت درونزا، از طریق تعامل سازمان با مشتریان، رقبا، تأمین‌کنندگان، قانون‌گذاران، و سایر موجودیت‌های درون سیستم) افزایش یا کاهش یابند. به طور کلی باید منابع متعددی را که همراه با هم، ظرفیت تحمل (برای یک گونه یا یک سازمان) را می‌سازند، به صورت درونزا مدل نمود.

یک سیستم فقط در صورتی رشدی S-شکل ایجاد می‌کند که دو شرط اساسی رعایت شوند: اول این که در حلقه‌های منفی نباید هیچ گونه تأخیر قابل توجهی وجود داشته باشد. در صورت وجود تأخیر، سیستم اضافه‌جهش (overshoot) می‌کند و حول ظرفیت تحمل، نوسان (oscillation) خواهد داشت (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

دوم این که ظرفیت تحمل باید ثابت باشد؛ نباید با رشد جمعیت، تحلیل برود و تمام شود و جمعیت، خودش را منقرض نماید (الگوی اضافه‌جهش و سقوط overshoot and collapse) (شکل ۲۶).



شکل ۲۶

به عبارت دیگر، رشد S-شکل فقط در صورتی رخ می‌دهد که موجودیت در حال رشد، سیگنال‌های دقیق و فوری دریافت کند که به او بگویند نسبت به کرانه (limit) چه موقعیتی دارد و او نیز سریع و دقیق به آن سیگنال‌ها پاسخ دهد.

تصور کنید که یک خودرو را می‌رانید و جلوی خود، چراغی را می‌بینید که قرمز می‌شود. معمولاً می‌توانید به آرامی قبل از چراغ توقف کنید چون یک سیگنال سریع و دقیق بصری دارید که به شما می‌گوید چراغ کجاست؛ چون مغز شما به سرعت به آن سیگنال پاسخ می‌دهد؛ چون با تصمیم شما به ترمز، پای شما فوراً حرکت می‌کند؛ و چون خودرو فوراً به ترمز پاسخ می‌دهد.

اگر شیشه جلوی سمت شما تیره باشد و به یک سرنشین دیگر وابسته باشید تا به شما بگوید چراغ کجاست، همین تأخیر کوتاه در ارتباط، می‌تواند موجب عبور شما از چراغ شود (مگر این که سرعت خود را کم کرده باشید تا خود را با این تأخیر تطبیق دهید). اگر سرنشین دروغ بگوید، یا اگر آنچه را که می‌شنوید انکار کنید، یا اگر دو دقیقه طول بکشد تا ترمزها عمل کنند، یا اگر جاده یخ‌بندان باشد، در این صورت چند صد متر طول می‌کشد تا خودرو توقف کند و شما از چراغ عبور کرده و اضافه‌جهش خواهید داشت.

اگر سیگنال‌های بازخورد سیستم دارای تأخیر یا تحریف شده باشند، اگر آن سیگنال‌ها نادیده گرفته یا انکار شوند، اگر در انطباق خطا وجود داشته باشد، یا اگر سیستم با تأخیر پاسخ دهد، نمی‌تواند به یک تعادل دقیق و مرتب با کرانه (limit) خودش برسد. هر کدام از این شرایط که وجود داشته باشند، موجودیت در حال رشد، خودش را دیر هنگام تعدیل می‌کند و اضافه‌جهش خواهد داشت.

به عنوان مثال در ارتباط انسان با محیط زیست وی، بین زمان رهاسازی مواد آلوده در محیط زیست تا زمانی که آسیبی قابل مشاهده به سلامت انسان یا تأمین غذای انسان وارد شود، تأخیر وجود دارد. مثلاً یک فاصله ۱۰ تا ۱۵ ساله طول می‌کشد تا یک مولکول کلروفلوئوروکربن (chlorofluorocarbon) آزاد شده در سطح زمین، شروع به نازک کردن (degrade) لایه اوزن نماید. تأخیر در سیاست‌ها نیز مهم است. اغلب، از وقتی که یک مسئله اولین بار مشاهده می‌شود، سال‌ها طول می‌کشد تا تمام بازیگران مهم روی آن توافق کنند و برنامه اقدام مشترکی را بپذیرند.

یک جنبه کلیدی از ساختاری که رشد S-شکل دارد، این است که باید اثر متقابل حلقه‌های مثبت و منفی، غیرخطی باشد. در ابتدا وقتی که حالت سیستم نسبت به منابع، کوچک است، محدودیت‌های فراروی رشد، دورند و حلقه‌های مثبت غلبه دارند. هر واحدی که به حالت سیستم افزوده می‌شود، تأثیری که بر "مقدار رشد" دارد، بیش از کاهشی است که از طریق تقلیل کفایت منابع، در نسبت رشد ایجاد می‌کند.

حالت سیستم به صورت نمایی رشد می‌کند. اما در نتیجه این رشد، کفایت منابع نزول می‌کند. با نزدیک شدن به کرانه رشد، حلقه‌های منفی، قوی‌تر و قوی‌تر می‌شوند؛ تا این که شروع به غلبه (dominate) بر پویایی نمایند. نقطه عطف منحنی رشد، جایی است که با این که هنوز سیستم در حال رشد است، اما از شتاب مثبت به شتاب منفی، تغییر وضعیت می‌دهد.

در نقطه عطف، حلقه غالب (dominant loop) عوض می‌شود. در این نقطه، افزوده شدن هر واحد به حالت سیستم، کاهشی که در نسبت رشد ایجاد می‌کند، بیش از افزایشی است که در جمعیت ایجاد نموده است. هر سیستمی که ابتدا رشدی نمایی را طی می‌کند، سرانجام به ظرفیت تحمل محیط خود نزدیک می‌گردد؛ فرقی نمی‌کند که این ظرفیت تحمل، ذخیره غذایی برای گوزن‌ها، تعداد افراد مستعد برای سرایت یک ویروس، یا بازار بالقوه برای یک محصول جدید باشد.

نمونه ۳: رابطه بین یک زوج

در اولین ملاقات‌ها، زمان با هم بودن کم اما فوق‌العاده خوب است. بنابراین زمان بیشتری با هم می‌گذرانند و باز هم فوق‌العاده‌تر است. وقتی زمان با هم بودن بالا می‌رود، یکدیگر را بهتر می‌شناسند. ممکن است زن با این واقعیت روبرو شود که همسرش نمی‌خواهد بازی بولینگ یک شب در میان با رفقاییش را رها کند؛ ممکن است مرد متوجه شود همسرش رگه‌هایی از حسادت دارد یا بداخلاق است یا خیلی پاکیزه و مرتب نیست. هرچه باشد، دیدن نقایص یکدیگر آغاز می‌شود. وقتی از عیوب یکدیگر آگاه می‌شوند، رشد مهیج احساسات متوقف می‌گردد و حتی ممکن است به گونه‌ای معکوس گردد که احساس آنها نسبت به یکدیگر، کمتر از اولین ملاقات باشد.

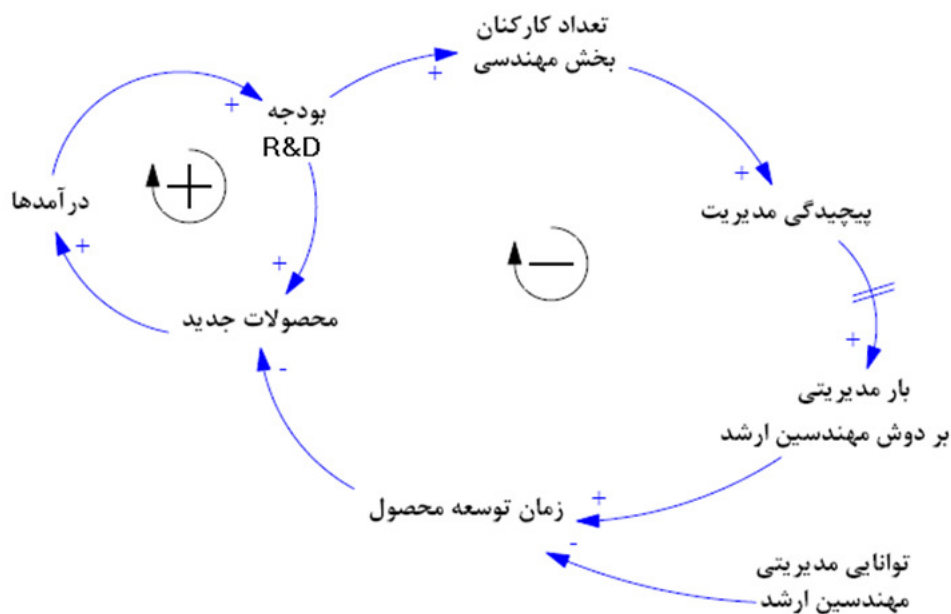
نمونه ۴: ترک عادات بد

افرادی که تلاش می‌کنند عادت بدی همچون عیب‌جویی را کنار بگذارند، اغلب با محدودیت رشد مواجه می‌شوند. در ابتدا تلاش آنها نتیجه‌بخش است. آنها کمتر عیب‌جویی می‌کنند. افراد دور و بری آنها احساس تأیید بیشتری دارند و با نشان دادن احساسات مثبت خود، جبران می‌کنند. در نتیجه فرد، احساس بهتری پیدا می‌کند و باز هم کمتر عیب‌جویی می‌کند. این یک مارپیچ تقویتی از بهبود رفتار، احساسات مثبت، و بهبود بیشتر است. اما پس از آن، عزم آنها ضعیف می‌شود. شاید آنها خود را مواجه با جنبه‌هایی از رفتار دیگران می‌بینند که برایشان بسیار آزاردهنده است: "چشم‌پوشی از چند تا چیز کوچک آسان بود، اما این یکی چیز دیگری است." آنها از خود راضی می‌شوند و نسبت به عیب‌جویی‌های کلیشه‌ای و ناخودآگاه خود، بی‌توجه می‌گردند. به هر دلیلی که باشد، به زودی آنها به عادات قبلی خود باز خواهند گشت.

نمونه ۵: ممکن است فشار ناشی از ضرب‌الاجل‌های ناگهانی (sudden deadline) را با ساعت کارهای طولانی‌تر، پاسخ دهیم؛ اما سرانجام، تنش و خستگی ایجاد شده، سرعت و کیفیت کار ما را کاهش می‌دهد و ساعت‌های کار طولانی‌تر را جبران می‌کند.

نمونه ۶: واگذاری فعالیت‌های مدیریت به مهندسين ارشد

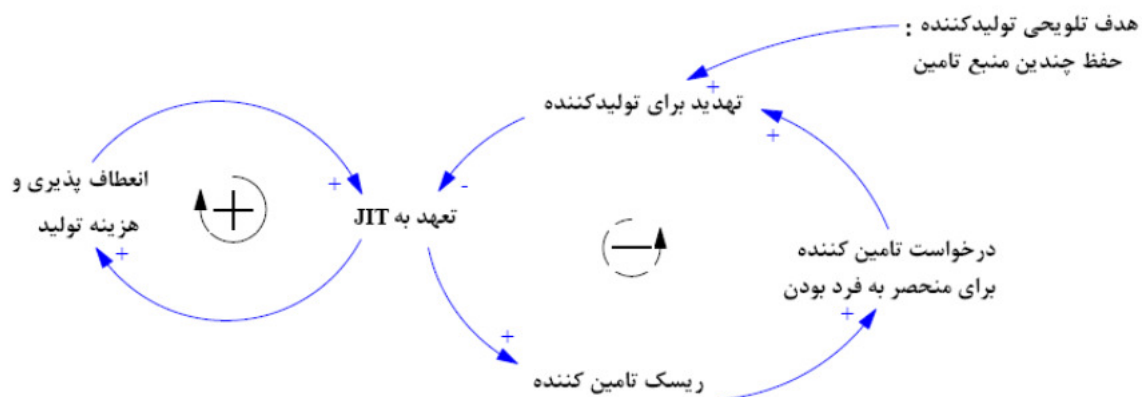
یک شرکت فعال در زمینه فناوری پیشرفته (high-tech)، به خاطر توانایی‌اش در ارائه محصولات جدید، به سرعت رشد می‌کند. با رشد محصولات جدید، درآمدها نیز رشد می‌کنند، بودجه تحقیق و توسعه (R&D) افزایش می‌یابد، و تعداد کارکنان بخش مهندسی و تحقیقات نیز زیاد می‌شود. سرانجام، مدیریت این کارکنان فنی در حال رشد، پیچیده و دشوار می‌گردد. در اغلب موارد، بار مدیریت این کارکنان بر دوش مهندسين ارشد قرار می‌گیرد و لذا آنها وقت کمتری برای فعالیت مهندسی خود خواهند داشت. معطوف داشتن باتجربه‌ترین مهندسين سازمان از مهندسی به مدیریت، موجب طولانی‌تر شدن زمان توسعه محصولات (product development) می‌گردد که این نیز ارائه محصولات جدید را با کندی همراه می‌سازد (شکل ۲۷).



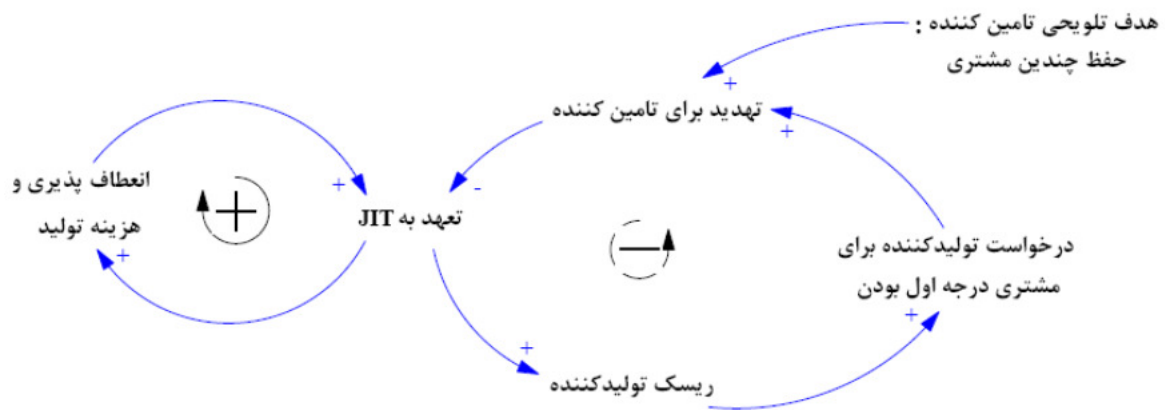
شکل ۲۷

نمونه ۷: سیستم موجودی Just in Time

این سیستم‌ها وابسته به روابط مبتنی بر اعتماد متقابل بین تأمین‌کننده و تولیدکننده هستند. بهبودهای اولیه در انعطاف‌پذیری و هزینه‌های تولید، پایدار نمی‌ماند. اغلب در سیستم JIT تأمین‌کننده سرانجام برای جبران ریسک تأمین شبانه (و سریع) درخواست‌های تولیدکننده، خواستار منحصر به فرد بودن خود (نزد تولیدکننده) را دارد. این موضوع موجب ترس تولیدکننده‌ای می‌شود که عادت کرده چندین سفارش را برای تأمین‌کنندگان متعدد ارسال کند تا کنترل تأمین قطعه را تضمین نماید. پس تعهد تولیدکننده به JIT متزلزل می‌گردد. تعهد تأمین‌کننده به JIT نیز وقتی متزلزل می‌شود که تولیدکننده خواستار مشتری درجه اول بودن (نزد تأمین‌کننده) را مطرح می‌کند. تأمین‌کننده‌ای که عادت کرده چندین مشتری داشته باشد، نمی‌تواند همراهی کند بلکه کنجکاو است بداند آیا تولیدکننده به سیاست سفارش قطعات به چندین تأمین‌کننده و لغو ناگهانی سفارش‌ها ادامه خواهد داد. هر چه برای تغییر فرایند تلاش قوی‌تری می‌کنید، دو طرف از ریسک‌های خود بیشتر مطلع می‌شوند. بنابراین به احتمال قوی‌تر، آنها با چسبیدن به شیوه سنتی چندین تأمین‌کننده و چندین مشتری، خود را از این ریسک مصون می‌دارند؛ در نتیجه اعتمادی که سیستم JIT به آن نیاز دارد، تحلیل می‌رود (شکل‌های ۲۸ و ۲۹).



شکل ۲۸



شکل ۲۹

نقاط اهرمی:

عکس‌العمل اکثر افراد در مواجهه با محدودیت‌های رشد، تلاش برای اعمال فشار شدید است: اگر نمی‌توانید عادت بد خود را ترک کنید، در بازبینی رفتار خود کوشش بیشتری می‌نمایید؛ اگر ارتباط شما با همسرتان مسئله دارد، زمان بیشتری را باهم می‌گذرانید و تلاش می‌کنید که رابطه برقرار بماند؛ اگر جریان ارائه محصولات جدید کند شده است، پروژه‌های بیشتری شروع می‌کنید تا پروژه‌هایی را که در باتلاق واحد مهندسی گیر کرده‌اند، جبران کنید.

این یک عکس‌العمل قابل درک است. با توجه به بهبودی که در مراحل اولیه وجود داشته، شما می‌خواهید همان اقدامات منجر به رشد را با شدت بیشتری دنبال کنید؛ هرچه باشد آنها نتیجه‌بخش بوده‌اند. وقتی سرعت بهبود کم می‌شود، شما می‌خواهید با جدّ و جهد بیشتری، آنرا جبران کنید. هر چه اهرم‌ها و شیوه‌های مأنوس و آشنا را با شدت بیشتری به کار می‌گیرید، فرایند تعادلی با قدرت بیشتری مقاومت می‌کند و تلاش‌ها بهبودتر می‌گردد. گاهی اوقات، افراد فقط از هدف اولیه خود منصرف می‌شوند: هدف خود در کاهش عیب‌جویی از دیگران را پایین می‌آورند؛ یا از رابطه با طرف خود منصرف می‌شوند؛ یا سیستم JIT را رها می‌کنند.

اما روش دیگری برای مواجهه با موقعیت‌های محدودیت رشد، وجود دارد. در هر یک از این موقعیت‌ها، "اهرم نفوذ" در حلقه تعادلی قرار دارد نه در حلقه تقویتی. برای تغییر رفتار سیستم، باید عامل محدودکننده را شناسایی نموده و تغییر دهید. این کار ممکن است نیازمند اقداماتی باشد که تاکنون مدنظر نبوده‌اند؛ گزینه‌هایی که به آنها توجه نکرده‌اید؛ محدودیت‌ها ممکن است داخل سازمان باشند (ته کشیدن منابع مالی، انسانی یا فنی)؛ ممکن است در خود شما باشند (اگر مدل‌های ذهنی، رسوم یا هنجارها، مانع شما شده‌اند)؛ یا ممکن است خارجی باشند (یک بازار اشباع شده یا بازاری که رقبای جدیدی را جذب می‌کند). ممکن است تنها با رژیم غذایی نتوان به وزن ایده‌آل دست یافت؛ باید نرخ سوخت‌وساز بدن خود را تسریع کنید که شاید نیازمند تمرینات هوازی (aerobic) باشد. لازمه حفظ روابط عاشقانه، رها نمودن انتظارات خود از "همسر ایده‌آل" است که این انتظارات به عنوان هدف ضمنی و پنهان، ادامه بهبود هر رابطه‌ای را محدود می‌کنند. حفظ اثربخشی فرایندهای توسعه محصول، نیازمند پرداختن به بار مدیریتی (management burden) ناشی از پیچیدگی روزافزون واحد مهندسی و تحقیقات است. برخی شرکت‌ها این کار را از طریق تمرکززدایی (decentralizing)، برخی از طریق جذب متخصصین ماهر در مدیریت مهندسیین خلاق (که کار آسانی نیست)، و برخی از طریق توسعه توان مدیریتی مهندسانی که می‌خواهند مدیریت کنند، انجام می‌دهند.

تعجبی ندارد که جاهایی که سیستم‌های JIT موفق بوده‌اند، به عنوان بخشی از برنامه "کیفیت جامع" (total quality) اجرا شده‌اند که این برنامه‌ها بر انطباق با نیازهای مشتری، تثبیت نرخ‌های تولید، و اشتراک منافع با

تأمین‌کنندگان، متمرکز است. این تغییرات برای غلبه بر بی‌اعتمادی که پشت اهداف سنتی حفظ چندین منبع تأمین و چندین مشتری، قرار دارد، ضروری بودند. در موارد موفق، مدیران باید وسوسه‌هایی را نادیده می‌گرفتند که مشکلات را به یک تأمین‌کننده نافرمان نسبت می‌دادند.

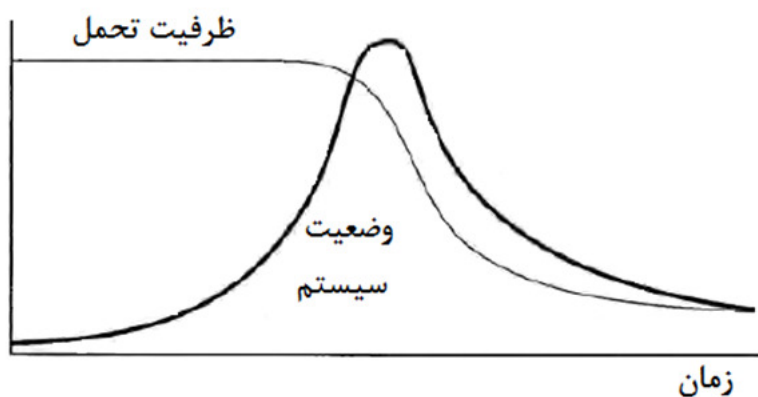
اهرم واقعی در یک سناریوی محدودیت رشد، در مراحل اولیه آن قرار دارد؛ جایی که هنوز وقت و منابع کافی برای اقدام دارید. نیروهای محدودکننده پیش رو را (که اکنون جزئی‌اند اما با گذشت زمان افزایش می‌یابند)، پیش‌بینی کنید. محدودیت‌ها را نمی‌توانید حذف کنید؛ اما می‌توانید با آنها اثربخش‌تر کار کنید و آنها را در موج بعدی رشد، لحاظ نمایید. از خود بپرسید: چه اقداماتی می‌توانید انجام دهید تا همچنان که به رشد ادامه می‌دهید، ظرفیت شما برای مواجه شدن با محدودیت‌ها نیز رشد کند.

در جستجوی موتورهای بالقوه دیگری نیز برای رشد باشید؛ دوره‌های بی‌عیب (virtuous circles) دیگری که وقتی رشد ضعیف می‌شود، بتوانند رشد را تقویت و حفظ نمایند.

تمرین: در ادبیات مدیریت پروژه، نموداری که محور افقی آن زمان و محور عمودی آن درصد تجمعی پیشرفت پروژه باشد، منحنی S (S-Curve) نام دارد. معمولاً درصد تجمعی پیشرفت پروژه‌ها شبیه الگوی محدودیت رشد است. بازخوردهای تقویتی و تعادلی مؤثر بر پیشرفت یک پروژه را مشخص کنید و توضیح دهید که چگونه از تعامل این حلقه‌ها، منحنی S پروژه ایجاد می‌شود.

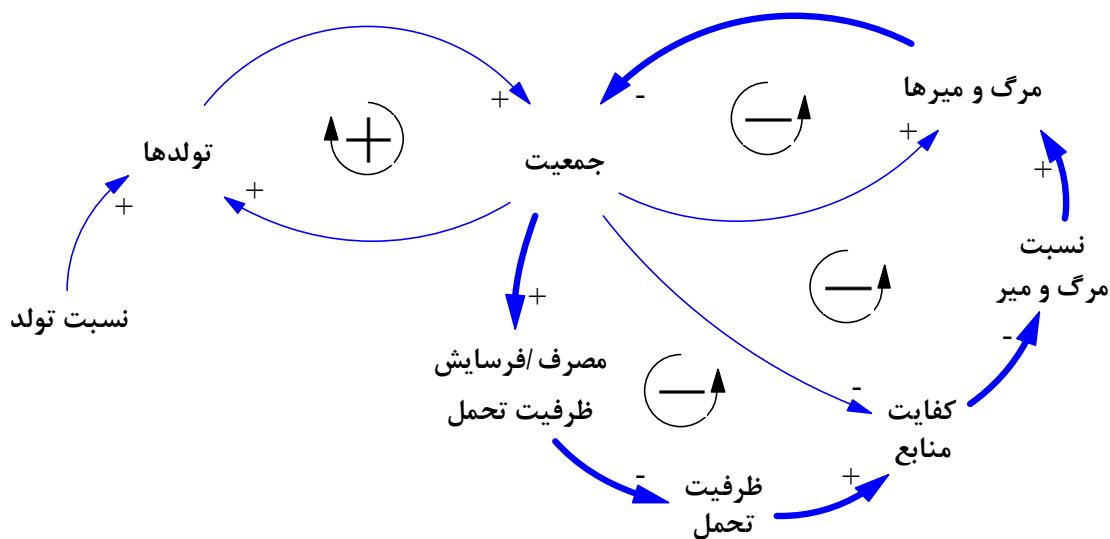
۲. اضافه‌جهش و سقوط (overshoot and collapse)

یکی از فرضیات کلیدی رشد S-شکل، این است که ظرفیت تحمل (carrying capacity) ثابت باقی می‌ماند. اما اغلب، توانایی محیط برای پشتیبانی از یک جمعیت در حال رشد، توسط خود جمعیت، فرسوده یا مصرف می‌شود. به عنوان مثال جمعیت آهوها در یک جنگل می‌تواند به حدی رشد کند که با چرای بیش از حد پوشش گیاهی موجب قحطی (starvation) و گرسنگی و کاهش ناگهانی جمعیت گردد. شکل ۳۰ الگوی رفتاری این ساختار را نشان می‌دهد.



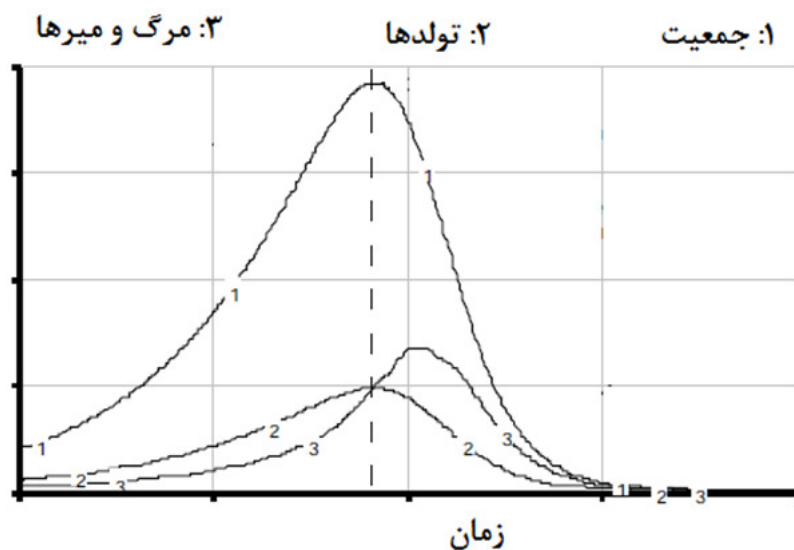
شکل ۳۰

نمونه ۱: ظرفیت تحمل



شکل ۳۱

مصرف یا فرسایش ظرفیت تحمل توسط جمعیت، یک حلقه بازخورد منفی ایجاد می‌کند که این نیز محدودکننده رشد است (شکل ۳۱). اکنون رشد جمعیت از دو طریق، کفایت منابع را کاهش می‌دهد: با کاهش دادن سرانه منابع در دسترس، و با کاهش دادن کل منبع. همانند رشد S-شکل، وقتی منبع در ابتدا بیش از حد کافی است، حلقه رشد مثبت غلبه دارد و جمعیت به صورت نمایی رشد می‌کند. با رشد جمعیت، کفایت منبع افت می‌کند. به تدریج حلقه‌های منفی قدرت پیدا می‌کنند. در یک جایی، تولدها و مرگ و میرها برابر می‌شوند و جمعیت به ماکزیمم خود می‌رسد. اما برخلاف رشد S-شکل، سیستم به حالت تعادل نمی‌رسد. وقتی جمعیت به نقطه اوج خود رسیده است، نرخ کاهش ظرفیت تحمل نیز در ماکزیمم خود است. ظرفیت تحمل به نزول خود ادامه می‌دهد، سرانه منبع هم کمتر می‌شود، و نرخ مرگ و میر بر نرخ تولدها پیشی می‌گیرد. جمعیت شروع به کاهش می‌کند. با این که جمعیت کم می‌شود، جمعیت باقی‌مانده به مصرف ظرفیت تحمل ادامه می‌دهد؛ بنابراین سرانه منبع همچنان ناکافی است و جمعیت به سقوط خود ادامه می‌دهد. اگر ظرفیت تحمل تجدیدپذیر نباشد، نقطه تعادل سیستم، انقراض جمعیت است: هر مقدار غیرصفر جمعیت، به مصرف منبع ادامه می‌دهد تا آنرا به صفر برساند و جمعیت نیز با آن به صفر می‌رسد. اگر ظرفیت تحمل تجدیدپذیر باشد، یک نقطه تعادل غیرصفر خواهیم داشت.



شکل ۳۲

نمونه ۲: رشد و افول برخی شهرها

مثال دیگر برای این الگوی رفتاری، رشد و افول برخی شهرها است. به عنوان نمونه می‌توان شهر Goldfield در آمریکا را نام برد. اولین اکتشاف طلا در این شهر در ۱۸۹۲ صورت گرفت و کمتر از یک سال طول کشید تا شهر به وجود آید. یک اکتشاف دیگر نیز موجب شد تقریباً ۴۰۰۰ نفر در این شهر ساکن شوند و برخی زیرساخت‌های شهری نیز در آن به وجود آمد. اما ناگهان رگه طلا مشکل پیدا کرد، درجه خلوص سنگ معدن افت کرد، و شهر به صورتی دردناک از بین رفت.

وقتی طلا در آن حوالی کشف شد، با هجوم معدن‌کاران مشتاق طلا، شهر سریعاً رشد کرد. با آمدن معدن‌کاران، فروشگاه‌ها، سالن‌ها و مدارس نیز آمدند. اما در عین حال، طلاها نیز استخراج می‌شدند. بعد از چند سال، یافتن طلا سخت‌تر و سخت‌تر شد. وقتی معدن‌کاران با ظرف‌های خالی به خانه آمدند، تصمیم گرفتند آنجا را ترک کنند و خط اکتشاف طلا را در مناطق دیگر دنبال کنند. آنها شهر کوچکشان را ترک کردند و در عرض چند ماه Goldfield متروکه شد.

در این مثال، منبعی که محرک رشد و افول شهر است، معدن طلاست. وقتی طلا فراوان است، جمعیت به سرعت رشد می‌کند. اما با رشد جمعیت، ذخیره طلا نیز تهی می‌شود (deplete). وقتی طلا کمیاب شود، معدن‌کاران شهر را ترک می‌کنند تا شانس خود را جای دیگری امتحان کنند و جمعیت شهر سریعاً نزول می‌کند.

نمونه ۳: استخراج نفت از یک حوزه نفتی:

وقتی بهره‌برداری از یک حوزه نفتی آغاز می‌شود، شرکت‌های نفتی چاه‌هایی برای برداشت نفت حفاری می‌کنند. وقتی چاه‌های بیشتری نفت استخراج می‌کنند، ذخایر نفت آن حوزه کاهش می‌یابند؛ بنابراین حفر چاه‌های جدید نیز کاهش می‌یابد. همچنین هر چه سطح ذخیره نفت کاهش می‌یابد، مقدار نفت قابل استخراج از هر چاه نیز افت می‌کند. با افت استخراج از هر چاه، استخراج از برخی چاه‌ها متوقف، و بسته می‌شوند. سرانجام ذخایر قابل برداشت، تمام می‌شوند؛ استخراج بیشتری امکان‌پذیر نیست و همه چاه‌ها بسته می‌شوند.

نمونه ۴: حباب دات‌کام (dot.com bubble)

حباب دات‌کام، اصطلاحی است که برای اشاره به حباب اقتصادی سالهای بین ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰ به کار می‌رود. در این دوره، فناوری‌های اینترنتی که تازه ظهور کرده بودند، آینده‌ای درخشان را نوید می‌داد و بویژه بازار سهام را مجذوب خود کرده بود. شرکت‌هایی که به کسب‌وکارهای اینترنتی روی می‌آوردند، ارزش سهامشان رشد پرشتابی به خود می‌گرفت. اما این رشد پرشتاب در سال ۲۰۰۰ به یکباره متوقف شد و حباب ترکید. شکل ۳۳ روند شاخص سهام نزدک (NASDAQ) در این دوره را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳

در اوایل دهه ۱۹۹۰، استفاده از کامپیوترهای شخصی (PC)، هم برای کسب‌وکارها و هم برای اشخاص، به صورت فزاینده‌ای گسترش می‌یافت. کامپیوترها حتی رقیبی برای تلویزیون شدند.

طی دهه ۱۹۹۰ صنعت کامپیوتر آمریکا تمرکز بیشتری بر توسعه نرم‌افزار کامپیوتر (به جای طراحی و ساخت سخت‌افزار) داشت؛ چون نرم‌افزار بر خلاف سخت‌افزار، حاشیه سود بالایی داشت و قیمت‌ها در بازار سخت‌افزار نیز شدیداً رقابتی شده بودند. طی دهه ۱۹۹۰ سهام شرکت‌های نرم‌افزاری، بازده خوبی داشت. اشتیاق به کسب‌وکار نرم‌افزار، منجر به ایجاد شرکت‌های کوچک بسیاری در حوزه نرم‌افزار شد. بخشی از این‌ها توسط دانشجویان کالج‌ها و در پارکینگ‌ها راه‌اندازی شدند. هر شرکت نوپای نرم‌افزاری امیدوار بود مایکروسافت بعدی باشد.

سرنجام خیلی از این شرکت‌های نوپا توجه سرمایه‌گذاران خطرپذیر (venture capitalists) را که علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری در شرکت‌های نوپا بودند، جلب کردند.

از طرف دیگر، تا ۱۹۹۴ اینترنت در دسترس عموم قرار گرفت. شرکت‌ها اینترنت را به عنوان فرصتی برای کسب سود تلقی کردند. موتور جستجوی یاهو (Yahoo!) در ۱۹۹۴ آغاز به کار کرد. خرده‌فروشی آمازون (amazon.com) در ۱۹۹۴ اولین خرده‌فروش آنلاین کتاب بود. شرکت America Online دسترسی Dial-Up به اینترنت را عرضه نمود. شرکت EBay به عنوان یک حراجی آنلاین در ۱۹۹۵ آغاز به کار نمود.

در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰، شرکت‌های اینترنتی بسیاری متولد شدند. بیشتر شرکت‌ها بر این تصور بودند که اگر به اول نام خود یک e و به انتهای آن یک .com اضافه کنند، ارزش سهامشان در بورس رشد تصاعدی به خود خواهد گرفت؛ دست‌اندرکاران بازار هم انتظار داشتند شرکت‌هایی که وارد فعالیتهای اینترنتی می‌شوند، سود کلانی به دست آورند. به همین دلیل اقبال بیشتری به این شرکت‌ها نشان می‌دادند.

هر چه قیمت سهام شرکت‌های فناور بالاتر می‌رفت، مشوق قوی‌تری برای شرکت‌های فناور بیشتری فراهم می‌کرد تا سهام خود را به صورت عمومی در بورس عرضه کنند. بسیاری از سهامداران اولیه این شرکت‌ها، یک شبه میلیونر شدند. چندین شرکت برای جذب کارمندان جدید، به آنها BMW پاداش می‌دادند و تعطیلات مرفهی فراهم می‌کردند. این به وضوح یک سرخوشی (exuberance) غیرمعقول بود.

در این شرایط بود که برخی اقتصاددان‌ها نتیجه گرفتند که ما در یک "اقتصاد جدید" به سر می‌بریم که در آن تورم وجود ندارد و رکود مربوط به گذشته است. حتی برخی تحلیل‌گران معتقد بودند که درآمد و سایر داده‌های مالی، برای تحلیل و سرمایه‌گذاری در شرکت‌های مرتبط با اینترنت مناسب نیستند. الگوی نظری شرکت‌های دات‌کام مبتنی بر این اصل بود که بقای شرکت‌های اینترنتی به گسترش هرچه سریع‌تر مشتریان است. بنا بر این اصل، شرکت‌های اینترنتی می‌بایست در ابتدا تمام هم و غم خود را صرف افزایش مشتریان خود کنند، حتی اگر در این راه احتمال ضرر و زیان‌هایی شوند. مثلاً شرکت‌های بزرگی مثل گوگل و آمازون در اولین سال تاسیس

خود هیچ سودی به دست نیاوردند. همین اعتقاد باعث می‌شد بورس‌بازان در زمان خرید و فروش سهام شرکت‌های اینترنتی توجهی به سود آنها در آن زمان نداشته باشند و بیشتر به آینده آنها فکر کنند. در زمان رشد حباب، شرکت‌های بسیاری سهام خود را در بورس عرضه می‌کردند و با اینکه در آن زمان به هیچ‌وجه سودآور نبودند، اما سهام آن‌ها با قیمت بالایی خریداری می‌شد.

از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰ شاخص سهام نزدک از ۶۰۰ به ۵۰۰۰ واحد رسید. سهام شرکت‌های دات‌کام به صورت عمومی عرضه می‌شد و صدها میلیون دلار سرمایه به دست می‌آوردند. بسیاری از این شرکت‌ها فاقد طرح کسب‌وکار (business plan) شفافی بودند و بدتر از آن، تا آن موقع هیچ درآمد قابل بحثی نداشتند. به عنوان مثال، Pets.com که قرار بود یک خرده‌فروش آنلاین محصولات مربوط به حیوانات خانگی بشود، تا قبل از آن که سهامش به صورت عمومی عرضه شود، در حال زیان دادن بود؛ با این حال میلیاردها دلار در بورس به دست آورد. شرکت‌های دات‌کام بسیاری، میلیون‌ها دلار صرف جشن‌های مربوط به عرضه عمومی سهام خود نمودند. در اوج حباب دات‌کام در ۱۹۹۹ گفته می‌شد که در هر ۶۰ ثانیه یک میلیون در دره سیلیکون (Silicon Valley) ایجاد می‌شود.

قیمت سهام از ۱۹۹۲ تا مارس ۲۰۰۰ به صورت حبابی رشد کرد و به مقداری رسید که نمی‌توانست پایدار بماند. تا اوایل ۲۰۰۰ درک واقعیت آغاز شد. سرمایه‌گذاران به زودی فهمیدند که رؤیای دات‌کام تبدیل به یک حباب بورس‌بازی کلاسیک شده است. در عرض چند ماه، شاخص سهام نزدک از ۵۰۰۰ به ۲۰۰۰ افت کرد. صدها شرکت همچون pets.com که یک زمانی ارزش آنها در بازار سرمایه چندین میلیارد دلار بود، با همان سرعتی که ظاهر شده بودند، از روی نقشه ناپدید شدند. وقتی ارزش بازار سهام، تریلیون‌ها دلار سقوط کرد، فروش سراسیمه سهام (panic selling) نیز به دنبال آن آمد. قیمت‌ها از نقطه پیک به مدت سه سال (تا مارس ۲۰۰۳) سقوط کردند. اعتماد سرمایه‌گذاران از بین رفت. به نظر می‌آید از سال ۱۹۹۸ قیمت‌ها در محدوده اضافه‌جهش بوده‌اند. در دوران سقوط قیمت‌ها، چندین رسوایی مالی (scandal) فاش شد که در آنها شرکت‌های فنآور، درآمدهای خود را به صورت غیرواقعی، متورم نموده بودند.

نیازی به گفتن نیست که ثابت شد نظریه اقتصاد جدید، غلط بوده است و اصول سنتی اقتصاد هنوز هم پابرجا بودند.

تمرین: بازخوردهای عمل‌کننده در این حباب اقتصادی را شناسایی، و ساختار ایجادکننده این رفتار را ترسیم نمایید.

نمونه ۵: ظرفیت تحمل کره زمین

باشگاه رم (Club of Rome) در سال ۱۹۶۸ به عنوان یک انجمن غیررسمی از شخصیت‌های برجسته در حوزه‌های سیاست، کسب و کار، و علوم تأسیس شد. این گروه به دعوت دو شخصیت ایتالیایی و اسکاتلندی در یک ویلا در شهر رم گرد هم آمدند تا درباره وضعیت غامض ناشی از نگرش کوتاه‌مدت (و شایع) نسبت به امور بین‌المللی، و بخصوص مصرف بی‌حد منابع (در جهانی با وابستگی متقابل)، تبادل نظر کنند. همه شرکت‌کنندگان توافق کردند که سال آینده را صرف بالا بردن آگاهی رهبران و تصمیم‌گیران ارشد جهان درباره موضوعات حیاتی مربوط به آینده نمایند.

باشگاه رم مرکز فعالیت مردان و زنانی شد که تفکری بلندمدت دارند و نگرانی مشترکی درباره آینده بشریت و سیاره زمین دارند. اعضای این باشگاه طیف گسترده‌ای از رؤسای کنونی و سابق دولت‌ها، مأموران سازمان ملل، مقامات دولتی و سیاسی سطح بالا، دیپلمات‌ها، دانشمندان، اقتصاددانان، و رهبران کسب‌وکار، از سراسر جهان را در بر دارد.

اهداف باشگاه رم عبارتند از:

- ✓ شناسایی حیاتی‌ترین مسائلی که آینده بشریت را تعیین می‌کنند، از طریق تحلیل‌های آینده‌نگر و جامع
- ✓ ارزیابی سناریوهای مختلف برای آینده و سنجش ریسک‌ها، گزینه‌ها، و فرصت‌ها
- ✓ توسعه و پیشنهاد راه‌حل‌های عملی برای چالش‌های شناسایی شده
- ✓ اطلاع‌رسانی و ابلاغ بینش‌ها و دانش جدید به دست آمده از این تحلیل‌ها به تصمیم‌گیران بخش‌های عمومی و خصوصی و همچنین به افکار عمومی
- ✓ برانگیختن مباحثات عمومی و اقدام مؤثر، برای بهبود دورنمای آینده

باشگاه رم یافته‌های خود را در قالب گزارش‌هایی منتشر می‌کند و از بدو تأسیس (تا زمان نگارش این مطالب در اوایل سال ۲۰۱۴) سی و سه گزارش در ارتباط با آینده بشریت منتشر نموده است.

در سال ۱۹۷۲ کتاب محدودیت‌های رشد (The Limits to Growth) به عنوان اولین گزارش باشگاه رم منتشر شد. این کتاب، نتیجه تحقیقاتی بود که از ۱۹۷۰ تا ۱۹۷۲ توسط گروه پویایی‌شناسی سیستم‌ها در دانشگاه MIT و بر اساس درخواست باشگاه رم انجام گرفته بود. آنها از پویایی‌شناسی سیستم‌ها و شبیه‌سازی کامپیوتری برای تجزیه و تحلیل پیامدهای بلندمدت رشد جمعیت و مصرف لجام‌گسیخته مواد در جهانی با منابع محدود، استفاده بردند. این کتاب به حدود ۳۰ زبان ترجمه شد و در چندین کشور، در شمار کتاب‌های پرفروش قرار گرفت و دوازده میلیون نسخه از آن به فروش رسید. با انتشار این کتاب، باشگاه رم شهرت جهانی پیدا کرد. کتاب محدودیت‌های رشد به پرسش‌هایی از این قبیل می‌پرداخت: آیا سیاست‌های کنونی به آینده‌ای پایدار (*sustainable future*) یا به فروپاشی (*collapse*) منجر می‌شوند؟

بر اساس مطالعات انجام شده، به نظر می‌آید که جمعیت و اقتصاد بشری هنوز پایین‌تر از ظرفیت تحمل کره زمین است. کتاب محدودیت‌های رشد، توصیه می‌کند که بشر باید تغییراتی انجام دهد تا فراتر از ظرفیت تحمل کره زمین نرود. در دنیای واقعی، محدودیت‌های رشد به شکل‌های بسیاری ظهور پیدا می‌کند. کتاب محدودیت‌های رشد عمدتاً بر محدودیت‌های فیزیکی سیاره زمین (منابع طبیعی تمام‌شدنی *depletable* و ظرفیت نهایی زمین برای جذب آلاینده‌های منتشر شده (*emission*) توسط صنعت و کشاورزی) متمرکز بود. در تمام سناریوهای واقع‌بینانه‌ای که بررسی گردید، نتیجه این بود که این محدودیت‌ها در یک زمانی از قرن ۲۱ رشد فیزیکی را خاتمه خواهند داد.

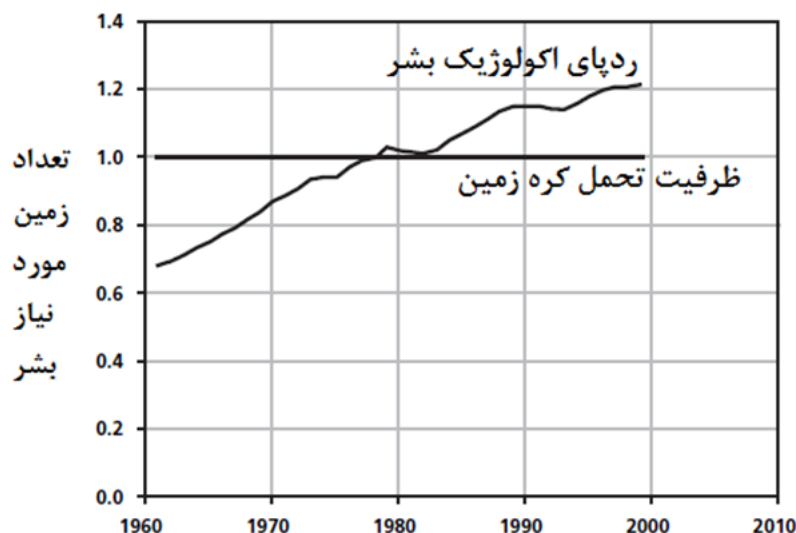
ایده محدودیت‌های رشد، در ابتدا با مخالفت خیلی‌ها (بخصوص اقتصاددان‌ها) رو به رو شد. اما وقایع بعدی نشان دادند که این مفهوم، پوچ و بی‌معنی نیست. محدودیت‌های منابع و انتشار آلاینده‌ها (*emission*) از ۱۹۷۲ تاکنون، بحران‌های بسیاری به وجود آورده است. نازک شدن لایه اوزن، بالا رفتن دمای جهانی، تداوم گسترده گرسنگی، مباحثات در حال گسترش درباره مکان سایت‌های دفع زباله‌های سمی، افت سطح آب‌های زیرزمینی، انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی، و پس رفتن جنگل‌ها، فقط بخشی از مشکلاتی است که برخی مطالعات بزرگ، گردهمایی‌های بین‌المللی و توافقات جهانی را به وجود آورده است. همه این‌ها گویای این است که محدودیت‌های فیزیکی رشد، یکی از ابعاد مهم در عرصه سیاست‌های جهانی در قرن ۲۱ است. به درستی، محدودیت‌هایی بر رشد فیزیکی وجود دارد و تأثیر عظیمی بر موفقیت سیاست‌هایی دارند که برای دنبال کردن اهداف خود بر می‌گزینیم.

در ۱۹۹۲ کتاب فراتر از محدودیت‌ها (*beyond the limits*) توسط همان گروه منتشر شد. آنها توسعه جهانی در فاصله ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ را بررسی کردند و از این اطلاعات برای به‌روزآوری تحقیقات قبلی و مدل شبیه‌سازی کامپیوتری خود استفاده نمودند. علاوه بر تأیید مجدد نتایج به دست آمده در تحقیقات قبلی، در این مطالعات

مشخص شد که بشر از ظرفیت کره زمین فراتر رفته و اضافه‌جهش دارد. این نتیجه به قدری اهمیت داشت که نام کتاب نیز برگرفته از همین نتیجه بود.

در اوایل دهه ۱۹۹۰ شواهد فزاینده‌ای وجود داشت بر این که بشر در حال ورود بیشتر به ناحیه ناپایدار (unsustainable) است. به عنوان مثال گزارش شد که جنگل‌های بارانی با نرخ قطع می‌شوند که نمی‌تواند تداوم یابد؛ حدس‌هایی وجود داشت که تولید غلات نمی‌تواند پا به پای رشد جمعیت حرکت کند. برخی بر این عقیده بودند که هوا در حال گرم شدن است؛ و نگرانی‌هایی درباره سوراخ لایه اوزون که به تازگی بروز یافته بود، وجود داشت. اما برای اکثر مردم، این‌ها قانع‌کننده نبود تا ثابت کند بشر از ظرفیت تحمل زمین فراتر رفته است. با این حال، محققین مذکور بر این عقیده بودند که اضافه‌جهش رخ داده و کار اصلی این است که جهان به ناحیه پایدار (sustainable territory) بازگردانده شود.

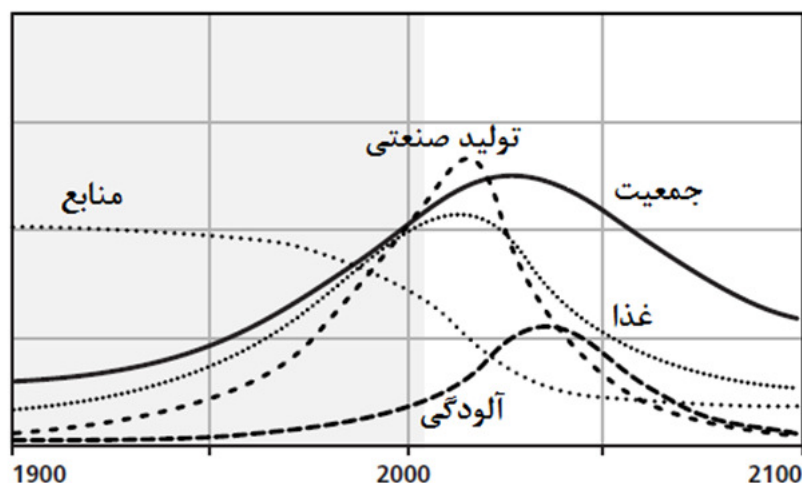
در دهه ۹۰ میلادی، واژگان و معیارهای کمی جدیدی برای بحث درباره اضافه‌جهش فراهم شد. به عنوان مثال، گروهی از محققین، ردپای اکولوژیک بشر (ecological footprint) را اندازه‌گیری نموده و با ظرفیت تحمل سیاره زمین مقایسه کردند. آنها ردپای اکولوژیک را "مساحت زمین مورد نیاز کل جامعه جهانی، برای فراهم نمودن منابع (غلات، غذا، چوب، ماهی و زمین شهری) و جذب آلاینده‌های منتشر شده (دی اکسید کربن)" تعریف نمودند. وقتی با زمین در دسترس مقایسه شد، نتیجه گرفتند که استفاده انسان از منابع، هم اکنون (یعنی در سال ۱۹۹۹) حدود ۲۰ درصد بالاتر از ظرفیت تحمل کل است (شکل ۳۴).



شکل ۳۴

در سال ۲۰۰۴ کتاب "محدودیت‌های رشد، به‌روزروری پس از ۳۰ سال" (The Limits to Growth, The 30-Year Update) انتشار یافت. نویسندگان این گزارش اعلام کردند که درباره آینده کره زمین، خیلی بدبین‌تر از سال ۱۹۷۲ هستند: واقعیت غم‌انگیز این است که بشریت، ۳۰ سال گذشته (یعنی از ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰) را تا حد زیادی در مباحثات بیهوده و پاسخ‌های خیرخواهانه اما سرسری، به چالش‌های اکولوژیک جهانی، تلف کرده است. دوره ۳۰ ساله دیگری برای دودلی وجود ندارد. اگر می‌خواهیم اضافه‌جهش مداوم به فروپاشی در قرن ۲۱ ختم نشود، خیلی چیزها باید تغییر کند.

آنها در این کتاب، سناریوهای متعددی را شبیه‌سازی کردند. نتیجه یکی از این سناریوها در شکل ۳۵ ارائه شده است. این سناریو مربوط به حالتی است که همان سیاست‌های قرن بیستم در قرن ۲۱ نیز ادامه یابد. کمبود منابع تجدیدنپذیر (nonrenewable) موجب توقف رشد می‌شود.



شکل ۳۵

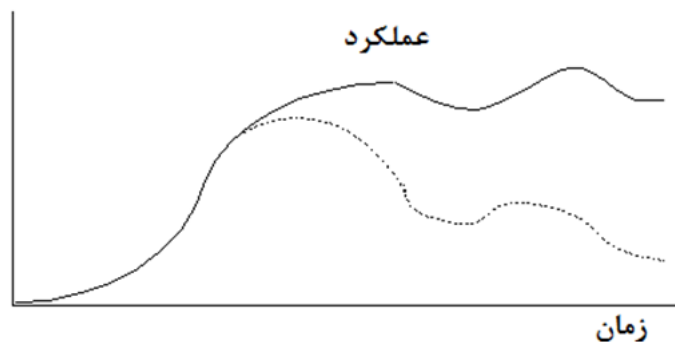
۳. رشد مواجهه با سرمایه‌گذاری ناکافی (Growth and Underinvestment)

فرایند رشد به یک کران نزدیک می‌شود که می‌توان با سرمایه‌گذاری در توسعه "ظرفیت"، آنرا حذف نمود یا به عقب راند. اما این سرمایه‌گذاری باید قوی، و به قدر کفایت، سریع باشد تا مانع کاهش رشد گردد. ممکن است با تلاش‌های قهرمان‌وار (heroic) رشد را تجدید کنند، اما دوباره گند و متوقف می‌شود. معمولاً تأخیر وجود دارد و رشد از محدودیت، اضافه‌جهش می‌کند. این محدودیت غالباً تا مدتی مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرد و همه بر رشد متمرکز شده‌اند. وقتی محدودیت بالاخره مورد توجه قرار گیرد، یا کوچک شمرده می‌شود (discount) یا سوء تفسیر می‌گردد (misinterpret).

غلبه بر محدودیت رشد از طریق سرمایه‌گذاری در برخی جنبه‌های بنیادی سازمان میسر است. ممکن است مدتی طول بکشد تا سرمایه‌گذاری منجر به بهبود نتایج شود. همچنین ممکن است مستلزم توجه به یک استاندارد عملکرد باشد که مورد بی‌توجهی واقع شده است آنگاه اجازه ندهیم این استاندارد دچار فرسایش شود. اما چون راه‌حل اساسی به گندی نتیجه می‌دهد و با خطر همراه است، یک انتقال فشار از راه‌حل اساسی به رفع علائم مشکل (symptom) صورت می‌گیرد. نوعاً یعنی این که طرف‌های خارجی، همچون مشتریان، تأمین‌کنندگان یا رقبای، مداخله می‌کنند و مسئله را "حل" می‌کنند. علاوه بر این، اهداف ضمنی (tacit goal) نیز به فرسایش خود ادامه می‌دهند.

در حالی که پاسخ مبتنی بر راه‌حل اساسی، کم‌رمق‌تر می‌شود، پاسخ مبتنی بر رفع علائم، قوی‌تر می‌گردد؛ و سرنوشت سازمان را نیروهای خارجی تعیین می‌کنند نه خودش. در اغلب موارد، اهداف کلیدی یا استانداردهای عملکرد، پایین آورده می‌شوند تا سرمایه‌گذاری ناکافی را توجیه کنند. در این صورت، یک "پیشگویی خود-برآور" (Self-Fulfilling Prophecy) وجود خواهد داشت: تقلیل استانداردهای عملکرد، باعث پیش‌بینی عدم نیاز به سرمایه‌گذاری می‌شود. تقلیل استانداردها، رشد را با محدودیت مواجه نموده، گند می‌کند و عدم نیاز به سرمایه‌گذاری را اثبات و تأیید می‌نماید.

الگوی رفتاری



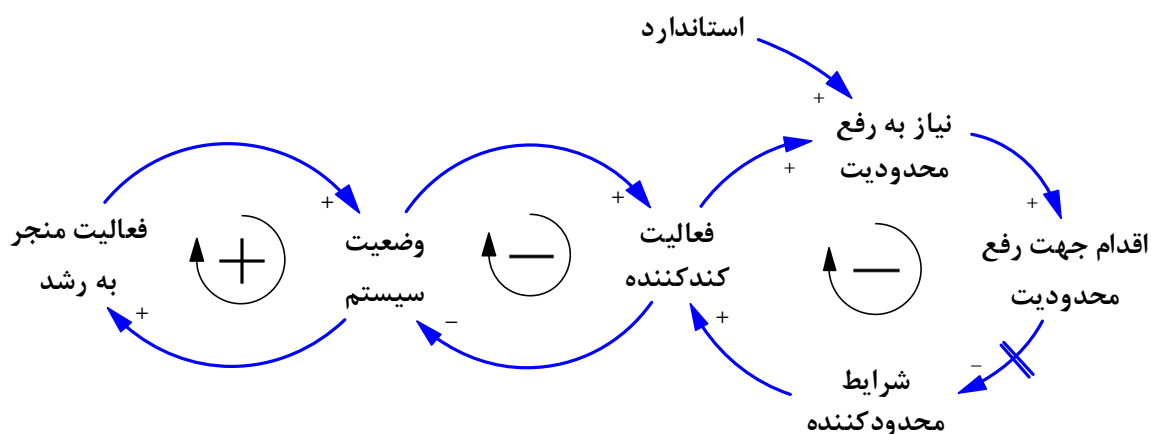
شکل ۳۶

روند رشد در ابتدا قدرتمند است و معمولاً پس از آن سیستم نوسان می‌کند. بسته به مقدار تأخیرهای زمانی، عملکرد سیستم حول و حوش محدودیت (limit) ثابت می‌ماند (plateau) یا در طول زمان افت می‌کند.

ساختار

ساختار این الگو با حلقه تقویتی رشد آغاز می‌شود. با رشد وضعیت سیستم، فعالیت‌کننده نیز قدرت می‌یابد و از ادامه رشد ممانعت می‌کند. دو حلقه سمت چپ نمودار، همان الگوی محدودیت رشد است. "شرایط محدودکننده" در الگوی محدودیت رشد، به عنوان یک متغیر برونزا و ثابت فرض شده بود؛ اما این الگو مربوط به وضعیت‌هایی است که با اقدامات مناسب می‌توان این محدودیت را رفع نمود یا عقب‌تر برد تا رشد ادامه یابد. با مقایسه فعالیت‌کننده با یک استاندارد، درک می‌کنیم که باید برای رفع محدودیت، اقدامی انجام دهیم. اقدامات برنامه‌ریزی شده، پس از مدتی شرایط محدودکننده را تضعیف یا رفع می‌کنند. بخش آزردهنده این ساختار، تأخیر موجود در حلقه تعادلی سمت راست است.

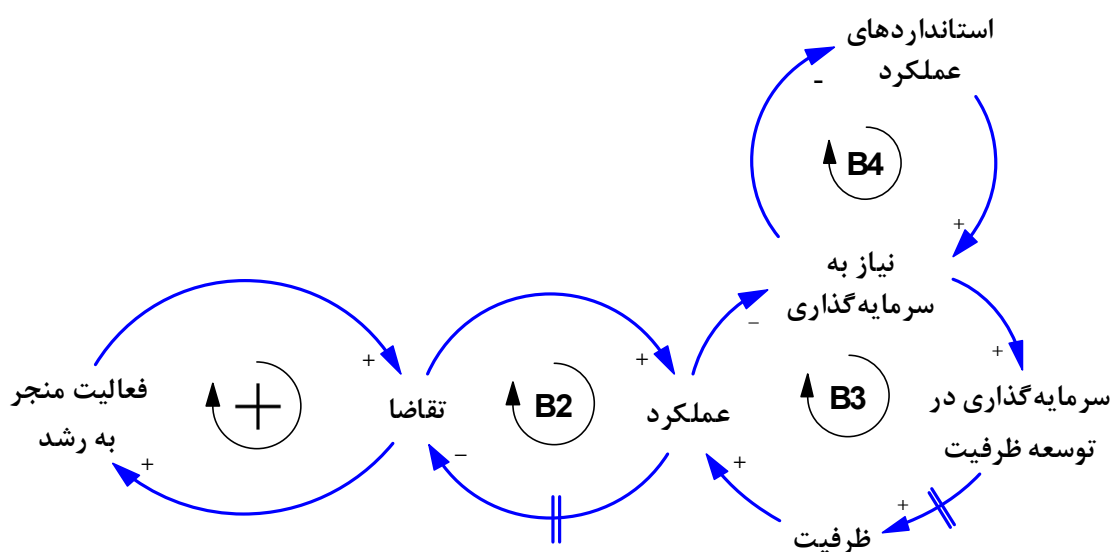
اتفاقی که رخ می‌دهد این است که فعالیت‌کننده در چارچوب زمانی کوتاه‌تری عمل می‌کند و وضعیت سیستم را کاهش می‌دهد و نیاز به رفع محدودیت را حذف می‌کند. رشد سیستم با محدودیت مواجه شده چون نیاز به رفع محدودیت، عملاً توسط خود سیستم، تحلیل رفته است.



شکل ۳۷

یکی از مصادیق این الگو در شکل ۳۸ نشان داده شده است. در این ساختار، تقاضای یک محصول یا خدمات، رشدی تقویت‌شونده دارد. با افزایش تقاضا، سیستم به محدودیت ظرفیت خود نزدیک می‌شود. محدودیت ظرفیت به تدریج مؤثر شده و حلقه تعادلی وسط را فعال می‌کند. این حلقه، بیانگر افت عملکرد به دلیل فزونی تقاضا نسبت به توان تولیدی سیستم است. اگر استانداردهای شفاف برای عملکرد تعریف شده باشند، با افت عملکرد،

نیاز به سرمایه‌گذاری مشهود خواهد بود. در این ساختار نیز بین سرمایه‌گذاری در توسعه ظرفیت و افزایش واقعی ظرفیت، تأخیر وجود دارد؛ موضوعی که مدیریت مؤثر این ساختار را پیچیده می‌نماید.



شکل ۳۸

رشد مواجه با سرمایه‌گذاری ناکافی، از سه الگوی پایه دیگر تشکیل شده که یکی پس از دیگری وارد عمل می‌شوند. این ساختار با حلقه تقویتی موتور رشد آغاز می‌شود. این رشد توسط یک حلقه تعادلی کند می‌شود که ناشی از محدودیت ظرفیت نسبت به تقاضا است (حلقه B2). این دو حلقه با یکدیگر یک ساختار محدودیت رشد ایجاد می‌کنند.

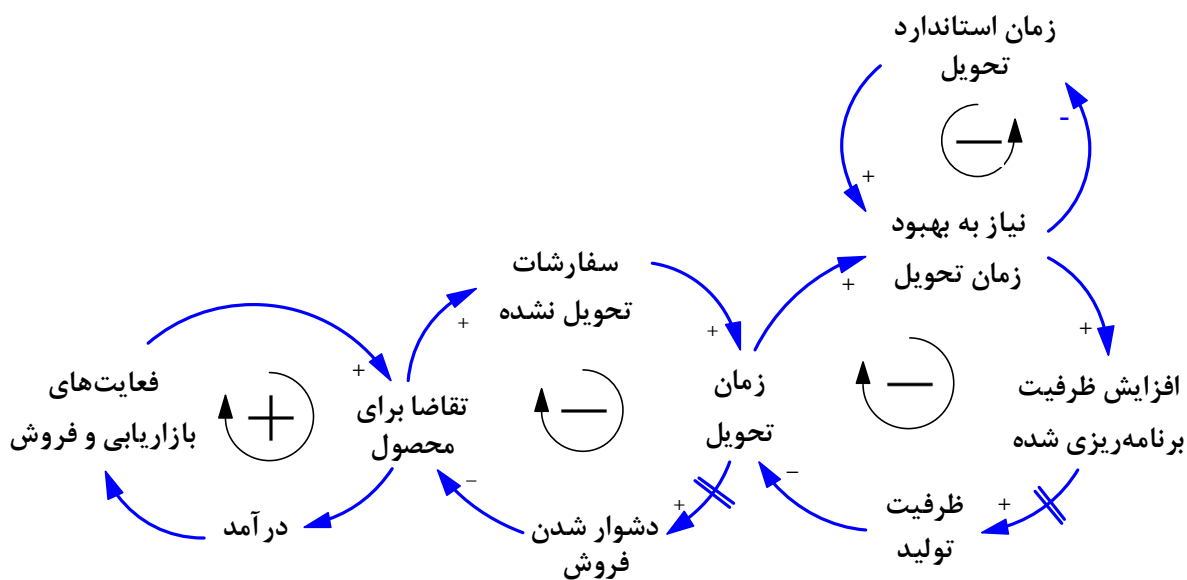
ساختار محدودیت رشد، یک مشکل برای بقیه سیستم ایجاد کرده است: رشد زیادی. در یک ساختار انتقال فشار (حلقه‌های B2 و B3) مشتریان مداخله می‌کنند تا این مشکل را از طریق محدود کردن تقاضا رفع کنند. اما راه‌حل اساسی تر این است که عملکرد از طریق افزایش ظرفیت بهبود یابد.

اما حلقه افزایش ظرفیت (B3)، حلقه اقدام اصلاحی از یک ساختار فرسایش اهداف است (B3 و B4). به جای اقدام اصلاحی، حلقه معیار سرمایه‌گذاری (B4) دربردارنده تغییر استانداردها مطابق با عملکرد کنونی است. هدف اقدام اصلاحی، دچار تنزل می‌شود؛ راه‌حل اساسی به صورت اثربخش اجرا نمی‌شود؛ محدودیت رشد حذف نمی‌شود؛ و رشد کند می‌شود، متوقف می‌گردد، و سرانجام تبدیل به یک افول می‌شود.

نمونه‌ها

نمونه ۱: شرکت تولیدی واندر تک (WonderTech)

شرکت تولیدی واندر تک ابتدا دوره‌ای از رشد را طی کرد (حلقه سمت چپ شکل ۳۹). فروش هر سال دو برابر می‌شد. با افزایش تقاضا برای محصول، درآمدها افزایش می‌یافت و شرکت می‌توانست نیروهای فروش بیشتری استخدام نماید و این نیز به نوبه خود، تقاضا را بالاتر می‌برد. البته عواملی همچون سرمایه‌گذاری بر روی توسعه محصول و تبلیغات و حسن شهرت نیز بر میزان تقاضا مؤثر بودند اما عامل کلیدی همان تعداد نیروهای فروش بود. با افزایش تقاضا برای محصول، سفارشات معوقه نیز بالاتر می‌رفت و مشتریان مدت بیشتری برای دریافت سفارش خود منتظر می‌ماندند. مدیریت با غرور می‌گفت: «محصول ما آن قدر خوب است که بعضی مشتریان حاضرند ماه‌ها منتظر آن بمانند».



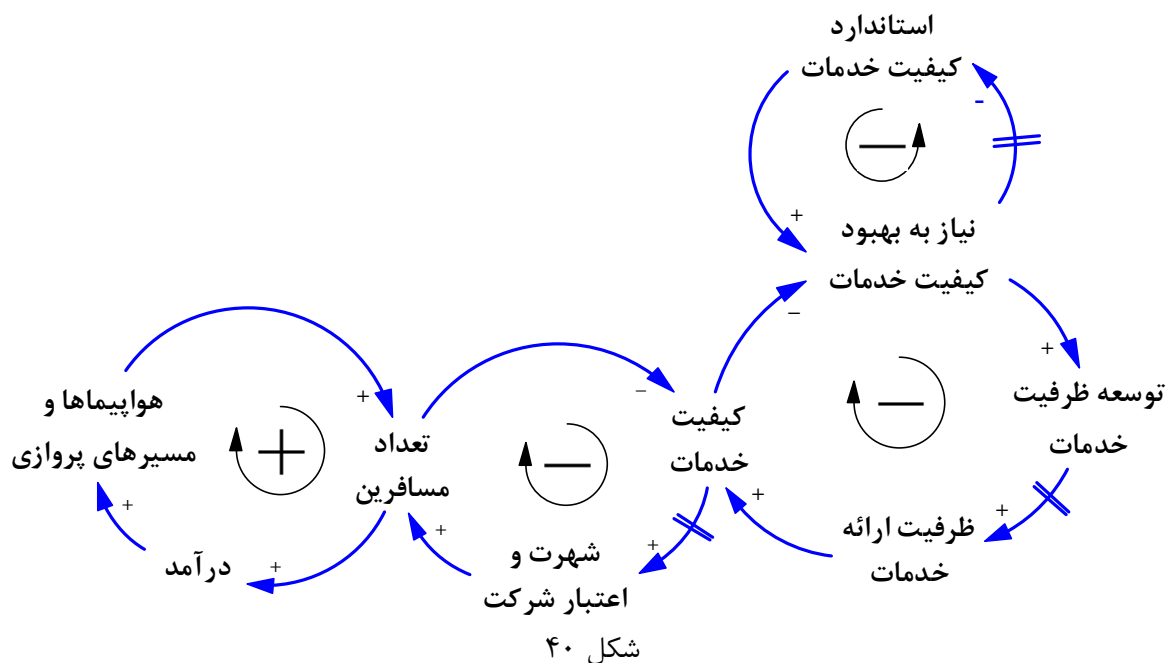
شکل ۳۹

مدیریت ارشد نیاز به افزایش ظرفیت را تشخیص داد و شروع به برنامه ریزی برای توسعه نمود. اما فروش افت کرد و سراسیمگی به دنبال آن آمد. فروش و بازاریابی با یک کمپین قدرتمند (campaign) به این وضعیت پاسخ داد و فروش مجدداً بالا رفت. اما طرح‌های توسعه به تعویق افتاد. این چرخه خودش را تکرار کرد و با هر بحران فروش، ایجاد ظرفیت جدید را به تأخیر انداخت. با هر افزایش در زمان تحویل، تعداد بیشتری از مشتریان وفادار از دست رفت. ضعف در تحویل، تبدیل به وجهه شرکت شد و مشتریان ناراضی به جاهای دیگری رجوع کردند. مشتریان باقی‌مانده، کسانی بودند که حساسیت کمتری نسبت به زمان تحویل داشتند، اما نسبت به قیمت شدیداً حساس بودند. واندرتک به عنوان یک تأمین کننده با قیمت و کیفیت پایین شناخته شد و سرانجام ورشکسته شد. عدم رضایت مشتریان از زمان تحویل سفارش‌ها، فروش را دشوارتر می‌ساخت (حلقه تعادلی وسط). بنابراین رشد با کندی مواجه شد. در چنین مواقعی بدترین کار ممکن، فشار آوردن بر حلقه تقویتی برای ادامه رشد است؛ همان کاری که این شرکت انجام داد. آنها غافل از این بودند که نقطه اهرمی این ساختار، در حلقه تعادلی قرار دارد. آنها به حلقه تقویتی و نتایج مالی توجه داشتند و از زمان تحویل کالا غافل بودند. عامل غافلگیرکننده در این ساختار، تأخیر موجود در حلقه تعادلی وسطی است. غفلت آنها ادامه یافت تا این که زمان تحویل طولانی، موجب سقوط تقاضا شد. حالا دیگر دیر شده بود و توجه به زمان تحویل، چندان جایگاهی نداشت. اشتباه مهم دیگر، فعال شدن ساختار تقلیل تدریجی اهداف بود. آنها زمان تحویل استاندارد را مرتباً افزایش دادند؛ این تحلیل اهداف، مانع از فعال شدن به موقع حلقه سرمایه‌گذاری (حلقه سمت راست نمودار) گردید.

مداخله‌های ممکن: واندرتک به یک شیوه واقع‌بینانه نیاز دارد تا ارزیابی کند چرا فروش‌ها از دست می‌روند. سرگذشت شرکت نشان می‌دهد که وقتی واندرتک بر تجارب گذشته خود متکی بود، سایر رقبا استانداردهای خود را تغییر می‌دادند و موجب می‌شدند استانداردهای واندرتک، به معیار جدیدی برای خدمات ضعیف تبدیل شوند. مانند همیشه، محدودیت رشد باید از قبل پیش بینی شود؛ رشد باید مدیریت شود و تا وقتی که محدودیت‌ها رفع می‌شوند، در محدوده آنها بمانیم. در این مورد، باید "زمان استاندارد تحویل" نیز به عنوان محدودیتی تلقی شود که باید به جای تغییر داده شدن، مدیریت شود.

نمونه ۲: شرکت هواپیمایی پیپل اکسپرس (People Express)

در دهه ۱۹۸۰ شرکت هواپیمایی پیپل اکسپرس، یک کسب و کار با قیمت‌های پایین در زمینه سفرهای هوایی ایجاد کرد. ابتدا دوره‌ای از رشد سریع را سپری نمود و هر ماه به هواپیماها و مسیرهای جدید خود می‌افزود. مسافران از قیمت‌ها خیلی راضی بودند و به باجه‌های بلیط‌یورش بردند. درآمدها به سمت شرکت سرازیر شد. اما با نزدیک شدن سیستم به آستانه ظرفیت ارائه خدمات، کیفیت خدمات افت نمود و پس از مدتی، به شهرت و اعتبار شرکت آسیب وارد کرد. منظور از ظرفیت خدمات، ترکیبی از پرسنل، تجربه و روحیه آنها است. پیپل اکسپرس نسبت به حفظ کیفیت خدمات بی‌توجه بود. منابع کافی برای استخدام و آموزش صرف نکردند، مبادا موجب رشد کندتر یا کرایه‌های کمی بالاتر باشد. همچنان که اهداف مربوط به کیفیت خدمات، دچار فرسایش می‌شدند، روحیه کارکنان نیز رو به زوال رفت. برای مقابله با فشارهای مداوم، پیپل اکسپرس بیشتر و بیشتر بر "راه‌حل" خودداری از سرمایه‌گذاری روی خدمات تکیه کردند. در نهایت، سطح خدمات تا حد غیرقابل‌تحملی پایین بود و مشتریان، باجه‌های بلیط‌فروشی پیپل اکسپرس را ترک کردند. قیمت سهام شرکت افت کرد و دارایی‌های شرکت توسط شرکت هواپیمایی دیگری خریداری شد. در این نمونه نیز عدم رعایت استانداردهای خدمات و تقلیل تدریجی آنها، یکی از عوامل اصلی وقوع تراژدی در سرنوشت شرکت بود.



مدل‌های ذهنی این مثال:

- حلقه تقویتی: ما فقط با افزایش هواپیماها و مسیرهای جدید رشد می‌کنیم.
- استاندارد کیفیت خدمات: تجمعات جزء خدمات ما نیست (We are low frills by design). کیفیت خدمات، مشخصه (feature) اصلی فروش ما نیست.
- حلقه سرمایه‌گذاری در کیفیت خدمات: این‌ها را می‌توانیم برون‌سپاری کنیم.

مدل‌های ذهنی متداول (typical):

چون الگوی رشد مواجه با سرمایه‌گذاری ناکافی، ترکیبی از الگوهایی است که قبلاً دیده‌اید، بسیاری از این مدل‌های ذهنی را تشخیص خواهید داد. چندتای اول مربوط به محدودیت رشد و بقیه مربوط به فرسایش اهداف هستند. این مدل‌های ذهنی عبارتند از:

- همچنان بر رشد متمرکز باشید؛ و بقیه چیزها خودشان حل خواهند شد (این کار قبلاً جواب می‌داده است).
- اگر سخت‌تر کار کنیم، از این رکود (slowdown) عبور خواهیم کرد.
- ما باید به سرمایه‌گذاری در "موتور رشد" ادامه دهیم؛ اگر منابع خود را به جای دیگری تخصیص دهیم، موجب تضعیف رشد آتی (next growth spurt) خواهیم شد.
- فقط برای پاسخ به تقاضای واقعی سرمایه‌گذاری کنید نه برای تقاضای بالقوه
- اگر واقعاً رشد در حال کاهش است، اکنون زمان مناسبی برای یک سرمایه‌گذاری عمده در این کسب و کار نیست.
- اکنون که تقاضا در حال کاهش است، آیا واقعاً می‌توانیم از عهده سرمایه‌گذاری برآییم؟
- چون کسب و کار ما وضعیت خوبی ندارد (in the doldrums)، نمی‌توانیم توقع همان سطح عملکرد قبلی را داشته باشیم. باید با همین سطح (پایین‌تر) موفقیت نیز خوشحال باشیم. بالاخره ما هنوز هم سرپا هستیم (in business).

اثرات و نتایج (Implications) :

گاهی این درست است که باید پول خرج کنی تا پول به دست آوری. به عبارت دیگر، اگر سرمایه‌گذاری نکنی، برگشتی نیز نخواهی داشت.

در صورتی می‌توان رشد را به صورت پایدار حفظ نمود که محدودیت‌ها، سرمایه‌گذاری‌های آتی، معیار سرمایه‌گذاری، و استانداردهای عملکرد، همگی به صورت راهبردی مدیریت شوند.

سرمایه‌گذاری‌ها باید به اندازه کافی، جلوتر از تقاضا انجام گیرند.

اگر کسب و کارتان را خودتان مدیریت نکنید، مشتریان شما، رقبای بازار، یا اقتصاد این کار را برای شما انجام خواهند داد؛ آنرا به زمین خواهند زد.

نقاط اهرمی (Leverage Points):

محدودیت‌های رشد (بخصوص ظرفیت) را پیش‌بینی کنید و سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز برای غلبه بر آنها را برنامه‌ریزی کنید.

اقدامات منجر به رشد را تا زمانی که ظرفیت مورد نیاز فراهم شود، محدود کنید. اگر شما رشدتان را مدیریت نکنید، کس دیگری این کار را انجام خواهد داد.

سرمایه‌گذاری‌ها را جلوتر از نیاز به ظرفیت انجام دهید.

چشم‌انداز را حفظ کنید. خط‌مشی‌ها و معیارهای سرمایه‌گذاری، و استانداردهای عملکرد را شناسایی و حفظ نمایید.

مدل‌های ذهنی درباره ریشه نقصان در عملکرد و نیاز به سرمایه‌گذاری را شناسایی نموده و مورد چالش قرار دهید.

(۴-۷) الگوهای مرتبط با اثرات جمعی فعالیت‌ها

۱. تراژدی مشاعیات (Tragedy of the Commons)

این الگو که اولین بار توسط یک بوم‌شناس (Ecologist) به نام گرت هاردین (Garrett Hardin) شناسایی و نام‌گذاری شد، بیانگر وضعیت‌هایی است که افراد یا گروه‌های زیادی، از یک منبع مشترک استفاده می‌برند. در آغاز به نظر می‌آید منبع نامحدود و فراوان است. هر یک از استفاده‌کنندگان، چنان از منبع بهره می‌برند که گویا تنها او مالک یا ذی‌نفع آن است. آنها استفاده دیگران از منبع را به حساب نمی‌آورند. هیچ کس از محدودیت منبع آگاه نیست یا به فکر آن نیست.

بعد از مدتی، چیز زیادی از منبع باقی نمی‌ماند یا کمتر در دسترس است یا کیفیت آن تقلیل می‌یابد. استفاده‌کنندگان تلاش‌های خود را شدت می‌بخشند تا به مقدار کافی و در زمانی که نیاز دارند و با کیفیتی که نیاز دارند، از منبع به دست آورند.

اگر مداخله‌ای صورت نگیرد، و منبع مشترک، طرفداری نداشته باشد، و اخطار مناسبی در مورد محدوده‌ها داده نشود، منبع مشترک کاملاً ناپدید یا کلاً غیرقابل دسترسی می‌شود یا به جایی می‌رسد که بلااستفاده باشد. آنچه برای هر یک اجزاء سیستم صحیح به نظر می‌رسد، برای کل سیستم زیان‌بار است. این الگو برای رویارویی با مسائلی مفید است که تصمیم‌گیری‌های ظاهراً منطقی محلی و موضعی، می‌توانند برای سیستم بزرگتر، کاملاً غیرمنطقی باشند.

منبع مشترک می‌تواند منابع طبیعی، فضای باز، سرمایه مالی، ظرفیت تولید، اندازه بازار، یا هر چیزی باشد که گروهی از افراد به طور مشترک به آن وابسته‌اند.

به عنوان مثال، منطقه ساحل (در جنوب ناحیه صحرا در آفریقا؛ در برگیرنده بخش‌هایی از کشورهای سنگال، موریتانی، مالی، نیجر و چاد) یک زمانی، مرتع حاصل‌خیزی بود. در اواسط قرن بیستم، بیش از صد هزار گله‌دار و چوپان، و بیش از نیم میلیون رأس گاو کوهان‌دار (zebu) در این منطقه فعال بود. اما اکنون یک بیابان لم‌یزرع است که بخش کوچکی از پوشش گیاهی قبلی خود را تولید می‌کند. افراد باقی‌مانده در آنجا، زندگی نزاری دارند که به طور مداوم با تهدید خشکسالی و قحطی روبروست.

فاجعه منطقه ساحل، ریشه در رشد مداوم جمعیت و اندازه گله‌ها از دهه ۱۹۲۰ تا ۱۹۷۰ دارد. این رشد در فاصله سال‌های ۱۹۵۵ تا ۱۹۶۵ به دلیل بارش‌های غیرعادی و سنگین و نیز مساعدت سازمان‌های بین‌المللی در تأمین بودجه حفر تعداد زیادی چاه عمیق، شتاب گرفت. هر گله‌دار منطقه ساحل، مشوق‌هایی از نظر اقتصادی و موقعیت اجتماعی، برای افزایش گله‌های گاو خود داشت. تا وقتی که چراگاه‌های مشترک آنها برای نگهداری این گله‌های بزرگتر کافی بود، مشکلی وجود نداشت. اما در اوایل دهه ۱۹۶۰ چرای بیش از حد مراتع آغاز شد. سرانجام پوشش گیاهی تُنک‌تر و کم‌پشت‌تر شد. هرچه تُنکی پوشش گیاهی بیشتر می‌شد، چرای بیش از حد نیز فزونی می‌گرفت تا به جایی رسید که مقدار مصرف گله‌ها بیش از تولیدات گیاهی منطقه بود. کاهش پوشش گیاهی و فرسایش خاک بوسیله باد و باران، موجب تقویت بیابان‌زایی گردید. گیاهان کمتری تولید می‌شد و موجب شدیدتر شدن چرای بیش از حد می‌گردید و این نیز منجر به بیابان‌زایی بیشتر بود. مارپیچ معیوب (vicious spiral) ادامه یافت تا این که فاجعه به شکل سلسله‌ای از خشکسالی‌ها در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ یورش آورد. تا اوایل دهه ۱۹۷۰، ۵۰ تا ۸۰ درصد دام‌ها از بین رفتند و بیشتر جمعیت منطقه ساحل، فقیر و بینوا بودند.

موارد مشابهی از تراژدی مشاعیات در سراسر جهان رخ می‌دهد: در زمینه شیلات و ماهیگیری، در کشتزارهای کشورهای در حال توسعه، در جنگل‌های بارانی برزیل، در زمینه باران‌های اسیدی (acid rain) و گازهای گلخانه‌ای. در همه این موارد، منطق تصمیم‌گیری محلی و موضعی، منجر به فاجعه‌ای دسته‌جمعی و ناگزیر می‌گردد. هاردین اصطلاح تراژدی مشاعیات را برای مواردی ابداع نمود که دو شرط برآورده شوند:

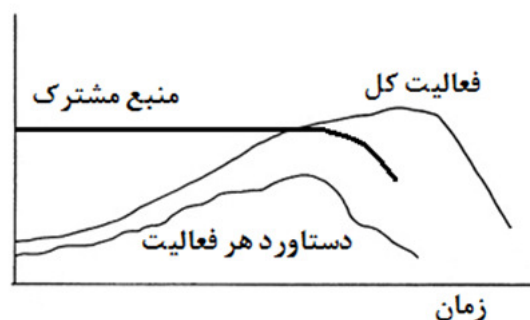
(۱) یک مشاع وجود دارد؛ منبعی که بین گروهی از افراد، مشترک است.
 (۲) هر یک از تصمیم‌گیران، آزادانه اقدامات خود را انجام می‌دهند؛ با بهره‌برداری از منبع، نفع کوتاه‌مدتی می‌برند؛ اما هزینه این بهره‌برداری را نمی‌پردازند و اغلب از وجود آن غافل‌اند، مگر در بلندمدت.

الگوی رفتاری

وقتی با یک مصداق از تراژدی مشاعیات مواجهید، سیستم به شما علامت می‌دهد که به تنهایی و مجزا از دیگران (سایر استفاده‌کنندگان) نمی‌توانید مسئله را حل کنید. این علامت عموماً خود را به شکل افزایش دشواری در گرفتن سهم خود از منبع نشان می‌دهد. گاهی آنرا از طریق احساس ضعف (powerlessness) تشخیص می‌دهید. استخراج مواد معدنی از زمین، کمی دشوارتر شده است؛ تأمین منابع مالی پروژه‌ها یا استخدام افراد شایسته، کمی سخت‌تر شده است. ناچارید تلاش‌های خود را بالاتر ببرید تا کمی زرنک‌تر و پرتکاپوتر از همتایان خود باشید. دیگران را مشاهده می‌کنید که به همین شیوه عمل می‌کنند که البته مصرف منبع را شتاب می‌بخشد.

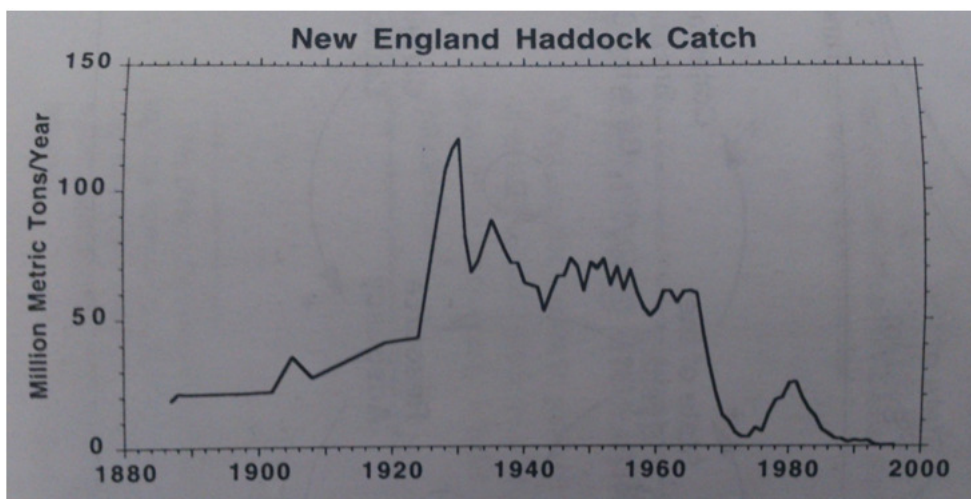
وقتی این الگو فعال است، دو شاخص عملکرد به طور همزمان تغییر می‌کنند. "فعالیت کل" با مصرف منبع مشترک، قویاً بالا می‌رود. اما احساس می‌کنید دستاورد تلاش‌های شما ("دستاورد هر فعالیت")، به یک نقطه اوج می‌رسد و شروع به نزول می‌کند. سرانجام اگر پویایی برای مدتی طولانی ادامه یابد، فعالیت کل نیز به نقطه اوج رسیده و سقوط می‌کند.

کمیت یا کیفیت منبع برای مدتی ثابت است آنگاه نزول می‌کند که این نزول ممکن است به صورت نمایی باشد.



شکل ۴۱

شکل ۴۲ رشد و سقوط ماهیگیری در یک منطقه خاص را نشان می‌دهد که بر اثر صید بیش از حد، رخ داده است. البته این الگوی رفتاری در مناطق مختلف جهان، متداول است.



شکل ۴۲

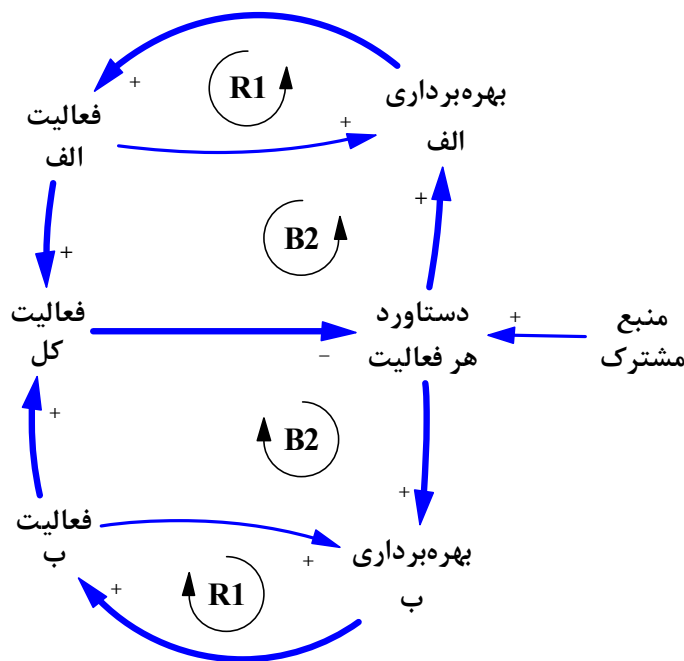
ساختار

اولین بخش نمودار، حلقه‌های تقویتی هستند که فعالیت تک تک افراد را نشان می‌دهند (R1). هر یک از افراد (که در اینجا با الف و ب نشان داده شده‌اند) از منبع استفاده می‌برند، سودی کسب می‌کنند، و برانگیخته می‌شوند تا به استفاده از آن ادامه دهند. این‌ها همان دو فرایند تقویتی بالا و پایین نمودار هستند.

البته در این نمودار فقط دو حلقه تقویتی برای دو عامل ترسیم شده اما در واقعیت ممکن است صدها یا هزاران فرد وجود داشته باشد که به صورت محلی، تصمیم می‌گیرند. هر یک از افراد فقط بر نیازهای خودش، و نه نیازهای کل، تمرکز دارد. افراد با اعمال خودخواهانه، در کوتاه‌مدت منافع کسب می‌کنند. موفقیت حاصله از خودخواهی آنها موجب تقویت اعمال موفقیت‌آفرین می‌گردد. صاحبان گله‌ها بر احشام خود می‌افزایند که ثروت آنها را زیاده‌تر می‌کند و آنها را به توسعه بیشتر گله‌ها تشویق می‌کند.

حلقه تقویتی هر فرد، با یک حلقه تعادلی محدودکننده مرتبط است (B2). بسته به نوع منبع مشترک، متغیر محدودکننده می‌تواند مقدار، قابلیت دسترسی یا کیفیت منبع باشد. هر فرد با یک ساختار محدودیت رشد مواجه است (شکل ۴۳).

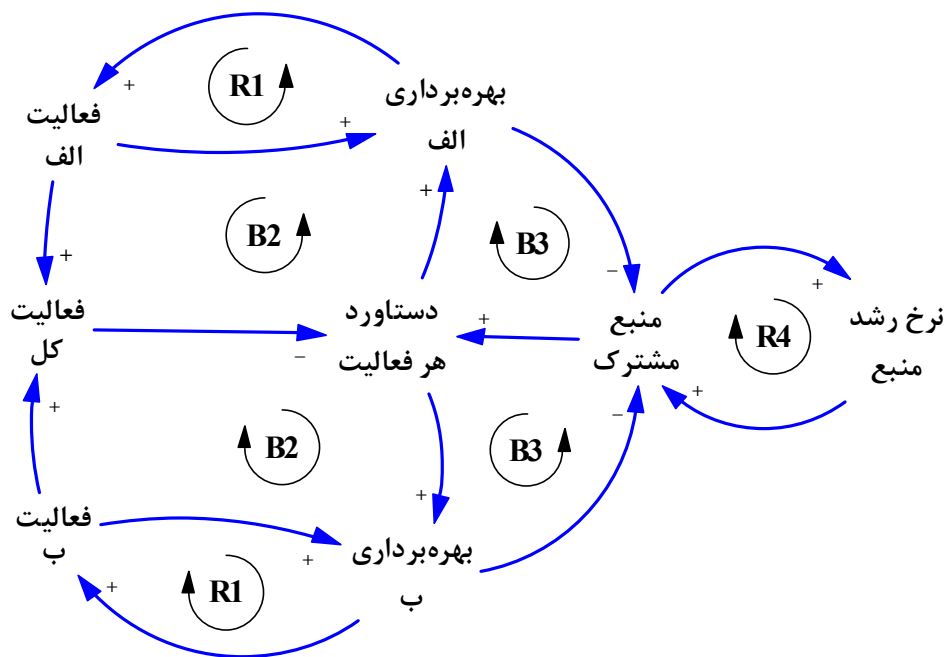
طی یک دوره زمانی، حلقه‌های تقویتی مسلط‌اند و هیچ کس از فرایند تعادلی آگاه نیست. وقتی فرایندهای تعادلی فعال شوند، غالباً افراد دچار شگفتی می‌شوند. آنها هنوز به امکان وجود محدودیت فکر نمی‌کنند و فقط به فعالیت خود شدت می‌بخشند.



شکل ۴۳

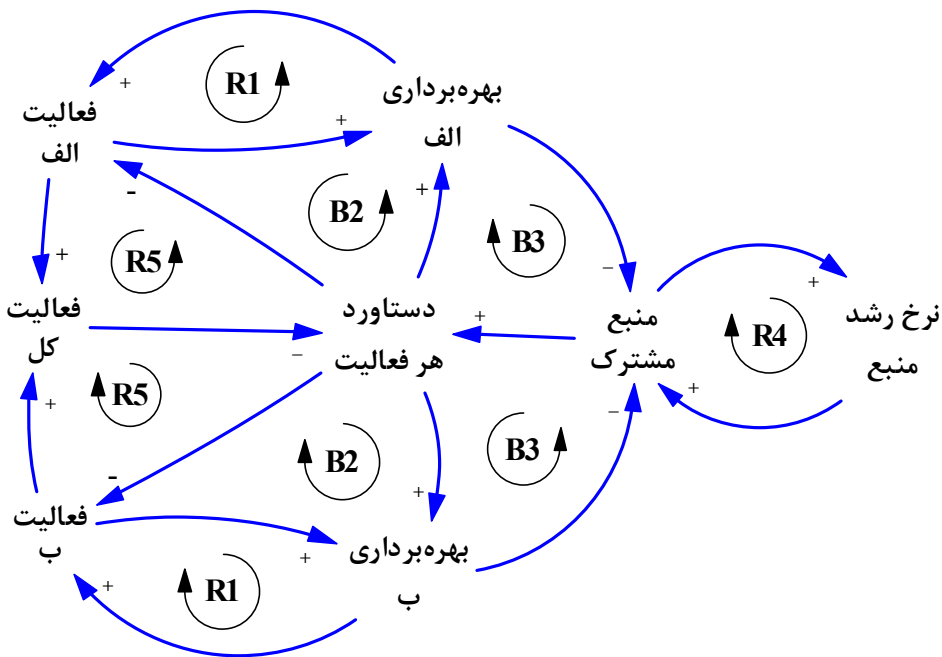
مجموع فعالیت همه افرادی که بر اساس منافع خود عمل می کنند، "فعالیت کل"ی ایجاد می کند که تأثیر خاص خود را دارد. سرانجام (این تأخیر ممکن است چندین سال به طول بیانجامد) "دستاورد هر فعالیت"، شروع به تنزل می کند و سود هر فرد، روندی معکوس می یابد. در این زمان است که آنها تأثیر خطای جمعی را درک می کنند؛ دیگر برای حفظ کل، دیر شده است و همه افراد همراه با آن سقوط می کنند. کافی نیست که فقط یک نفر مسئله را متوجه شود؛ مسئله را نمی توان حل کرد مگر این که اکثر تصمیم گیران، به سود کل عمل کنند. در مقطعی از زمان، مقدار فعالیت ها بیش از آن می شود که منبع مشترک بتواند از عهده آن برآید. در بسیاری از موارد، منبع مشترک در ابتدا بی اندازه زیاد به نظر می آید؛ اما یا تجدیدنپذیر است (nonrenewable) یا مدت زیادی طول می کشد تا تجدید شود و جایگزین گردد (replenish).

آنچه تراژدی مشاعیات را غم انگیز می کند، تخریب یا تباه شدن توانایی منبع مشترک برای بازسازی خودش است. قرار دادن گله های بیشتری روی یک مرتع، بالاخره توانایی خاک برای رویاندن علف را تحلیل می برد. خالی کردن منابع مالی یک سازمان، از یک حدی که عبور کند، بقای سازمان را تهدید می کند. در مواردی هم که منبع واقعاً آسیب نمی بیند، باز هم تراژدی به شکل نازل بودن سطح عملکرد وجود دارد؛ هر چند برای ارتقاء آن به سختی تلاش کنند. به خاطر وجود تأخیر در سیستم، عملکرد ضعیف تا وقتی که دیگر دیر شده باشد، قابل مشاهده نیست.



شکل ۴۴

وقتی دستاورد هر فعالیت مرتباً کاهش می‌یابد، هر یک از افراد برانگیخته می‌شوند تا فعالیت خود را شدت بخشند و مانع کاهش دستاورد خود (در هر دوره زمانی) شوند (حلقه R5 در شکل ۴۵). در واقع، هر چه افراد به بهره‌برداری خود شدت می‌بخشند، حلقه تعادلی B2 گشتاور بیشتری به دست می‌آورد و سقوط زودتر فرا می‌رسد.



شکل ۴۵

نمونه‌ها

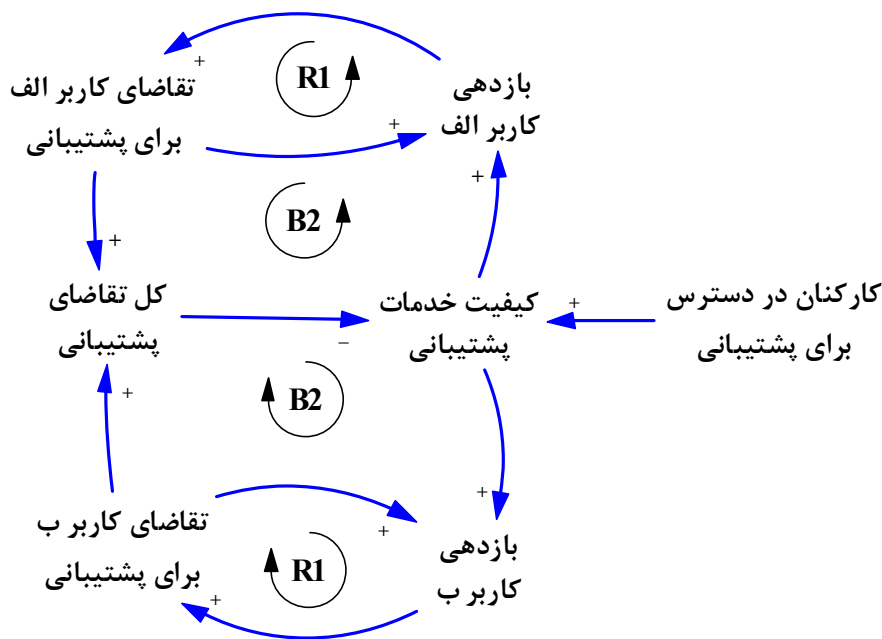
نمونه ۱: آیا تاکنون در ساعات اوج ترافیک، در یک گره ترافیکی در یک کلان‌شهر گرفتار شده‌اید؟ هر کسی که آرزوی رسیدن سریع به محل کار خود را دارد، از آزادراه استفاده می‌کند؛ چون سراسرترین مسیر است. در ابتدا برای همه جا هست؛ اما بعد از رسیدن به یک آستانه بحرانی، اضافه شدن هر راننده‌ای، کاهش می‌دهد در متوسط سرعت

را به دنبال دارد. سرانجام آن قدر خودرو وجود دارد که ترافیک با سرعت یک مار می‌خزد. هر یک از افراد احساس می‌کند قربانی ترافیک شده است؛ اما در واقع، همه آنها به عنوان یک گروه، هم پیمان شده‌اند تا ترافیکی را به وجود آورند که آنها را حبس کند. ارزش یک کالای عمومی، وقتی بیش از حد استفاده شود، برای همه کاهش می‌یابد.

نمونه ۲: تصور نکنید که تراژدی مشاعیات منحصر به فجایع طبیعی است. تراژدی مشاعیات بارها در کسب‌وکارهایی رخ می‌دهد که "محلی بودن" ارج نهاده می‌شود. به عنوان مثال: مواردی که تعدادی واحد خودگردان (autonomous division) از یک گروه پشتیبانی مشترک (مثل یک تیم تحقیقاتی، نیروی فروش، یا گروه خدمات دفتری) استفاده می‌کنند. رئیس هر واحد نگران است که مبادا واحد او توجه کافی از طرف واحد مشترک، دریافت نکند. بنابراین رئیس یکی از واحدها به کارمندان خود توصیه می‌کند اولویت درخواست‌های خود را بالاتر اعلام کنند. سایر واحدها متوجه می‌شوند که این واحد برای دریافت پشتیبانی بیشتر، فشار وارد می‌کند و تصمیم می‌گیرند که راهکار مشابهی را بیازمایند. طولی نمی‌کشد که بیشتر درخواست‌های ورودی به واحد مشترک، "اولویت بالا" دارند و کارکنان آن واحد، شروع به کاستن از اولویت‌ها می‌کنند. یا بدتر از آن، کارکنان پشتیبانی تلاش می‌کنند همه درخواست‌ها را با همان اولویت اعلام شده به آنها، انجام دهند؛ بنابراین همه درخواست‌های اضافی را می‌پذیرند و کیفیت کار آنها به سرعت خراب می‌شود تا این که خدمات آنها برای هیچ کس مفید نیست.

در همه شرکت‌ها تعداد زیادی منبع مشترک و تحلیل رفتنی وجود دارد؛ فقط به عنوان نمونه می‌توان سرمایه مالی، سرمایه تولیدی، فناوری، شهرت و اعتبار اجتماعی، وجهه و محبوبیت نزد مشتریان، وجهه و تأیید نزد تأمین‌کنندگان، و روحیه و شایستگی کارمندان را نام برد. وقتی یک شرکت تمرکززدایی انجام می‌دهد، واحدهای محلی بر سر این منابع محدود، با یکدیگر رقابت می‌کنند.

نمونه ۳: به عنوان مثالی خاص از نمونه ۲، یک گروه پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی (Information Systems Support) را در نظر بگیرید. بسیاری از سازمان‌ها چنین گروه‌هایی دارند تا به سؤالات کاربران سیستم‌های اطلاعاتی پاسخ دهند و مشکلات آنها را حل کنند. وقتی این خدمات راه‌اندازی می‌شوند، کاربران می‌توانند پاسخ پرسش‌های خود را فوراً دریافت کنند و به کار خود پردازند. هر چه آنها بیشتر از گروه پشتیبانی کمک می‌گیرند، بیشتر متوجه می‌شوند که چقدر این کار می‌تواند نه تنها برای مواجهه با مشکلات بلکه برای به دست آوردن رویکردهای جدید و خلاقانه به موضوعات کاری، سودمند باشد.



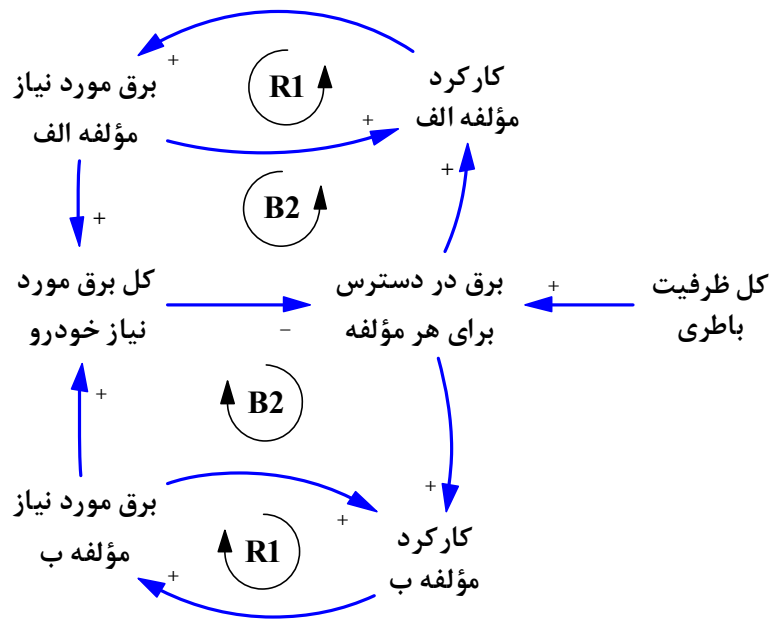
شکل ۴۶

بودجه معینی برای تأمین کارکنان گروه پشتیبانی وجود دارد که به معنی ثابت بودن تعداد کارکنان آن است. با افزایش درخواست کمک از کارکنان گروه پشتیبانی، روزهای کاری آنها پرمشغله‌تر می‌شوند. زمان‌های استراحت و غذا، کوتاه‌تر و نوبتی (staggered) می‌شوند. سرانجام به جایی می‌رسد که کاربران باید منتظر بمانند (تا خدمات خود را دریافت کنند). وقتی بالاخره آنها به فرد پشتیبانی دسترسی پیدا می‌کنند، برخی از کاربران غرولند می‌کنند یا حتی با خشونت رفتار می‌کنند. کارکنان بخش پشتیبانی شروع به گرفتن مرخصی‌های استعلاجی بیشتر و به دنبال تغییر شغل رفتن، می‌کنند.

تمرین: در مورد مداخله‌های ممکن در این مثال فکر کنید. همانند الگوی محدودیت رشد، می‌توانید به راه‌حلهایی برای تغییر محدودیت سیستم (یعنی ظرفیت ارائه خدمات) فکر کنید. اما اگر محدودیت را ثابت بگیریم، فکر کنید که چگونه می‌توان دسترسی به منبع را قاعده‌مند کرد تا حداکثر منفعت برای سیستم فراهم شود. آیا می‌توان درخواست‌ها را درجه‌بندی کرد؟ آیا می‌توان برخی قابلیت‌های پایه‌ای را به کاربران انتقال داد تا خودشان بتوانند برخی مشکلات خود را حل کنند؟ آیا مداخله‌های دیگری به فکر شما می‌رسد؟

نمونه ۴: تراژدی منبع برق (power supply)

در پروژه طراحی یکی از خودروهای شرکت فورد، تعداد اجزاء مصرف‌کننده برق که برای این خودرو طراحی شده بود، اضافه بر توان باتری موجود بود. هیچ یک از طراحان اجزاء خودرو نپذیرفتند که مصرف برق خود را کاهش دهند؛ چون بهترین چیز برای هر یک از آنها این بود که مؤلفه‌های برقی با کارکرد (functionality) بالا طراحی کنند. تیم‌های طراحی که از محدودیت برق مطلع شده بودند، حتی کارکردهای بیشتری به طرح‌های خود اضافه کردند تا کسب سهمیه بیشتری از برق باتری را توجیه کنند. آنها می‌خواستند از این کالای مشترک، سهم بیشتری به دست آورند.



شکل ۴۷

اعضای تیم بالاخره فهمیدند که هر کسی به دنبال منافع خود خواهد بود، مگر این که: الف) یک نفر فناوری جدیدی کشف کند (که محدودیت برق را رفع کند)؛ که به نظر نمی‌آید چنین چیزی طی چند ماه آینده رخ دهد.

ب) یک نفر از بیرون بیاید و چیزی را به دیگران دیکته کند. اما آنها چه کاری انجام دادند؟ یک نفر از بیرون آمد و راه‌حل را دیکته کرد. "دیکته از بیرون" فقط به خاطر تلاشی جواب داد که تیم فوراً انجام داد تا وجود تراژدی مشاعیات را دریابد. همه می‌دیدند که سیستم آنها را تشویق می‌کند پاداش‌های فردی خود را دنبال کنند، نه بهینه نمودن کل را.

نقاط اهرمی

مراقب باشید وسوسه نشوید که فرض کنید هر چیزی که ظاهراً "تراژدی مشاعیات" است، به مداخله یک مقام بالاتر نیاز دارد. از این الگو استفاده کنید تا بین "تراژدی‌های مشاعیات" واقعی و وضعیت‌هایی که فشار یک تصمیم سخت را به سطوح بالاتر انتقال می‌دهید، تمایز قائل شوید.

ساختارهای تراژدی مشاعیات، زمانی مخفی‌تر و زیان‌بارترند که ارتباط اقدامات فردی با پیامدهای جمعی، در کوتاه‌مدت ضعیف و در بلندمدت قوی باشد. در این صورت معمولاً "مشاعیات"، ناشناخته باقی می‌مانند. مدیران محلی، اقدامات خود را مستقل تصور می‌کنند و درک نمی‌کنند چگونه ممکن است آینده خود و دیگران را به خطر بیندازند.

برای تشخیص ساختارهای تراژدی مشاعیات در شرکت‌ها باید دو پرسش را در نظر داشت: (۱) مشاعیات فعلی و بالقوه ما که ممکن است توسط مدیران محلی، مورد تهاجم واقع شوند و تحلیل روند، کدام‌اند؟ (۲) چه اقدامات مشخصی می‌تواند منجر به تحلیل رفتن یا تاراج این مشاعیات شود؟

وقتی یک ساختار تراژدی مشاعیات شناسایی شد، سازمان با یک موضوع شفاف اما چالشی، مواجه است: "چه کسی منبع مشترک را مدیریت خواهد کرد؟" به طور کلی دو گزینه وجود دارد: گزینه اول، ایجاد مدیریت مشاعیات است؛ فرد یا گروهی که می‌تواند بر اقدامات واحدهای محلی که مشاعیات را با خطر مواجه می‌کنند، اثر بگذارد. به عنوان مثال، روحیه، مهارت‌ها و همدلی کارکنان هر سازمان، یکی از بارزترین مشاعیات آن است.

مدیران باذوق منابع انسانی شرکت، با همکاری مدیران صف (line manager) و کارکنان سراسر سازمان، برای مدیریت مؤثر این مشاعیات فعالیت می‌کنند. مدیر مشاعیات بودن، می‌تواند با ناسپاسی مواجه شود و بی‌نتیجه باشد؛ مگر این که در سرتاسر سازمان، تفاهم و موافقت وجود داشته باشد که چرا این منبع از مشاعیات است و چرا تحلیل رفتن آن به ضرر همه است.

گزینه دوم برای مدیریت مشاعیات، برقرار نمودن علائم اخطار است تا به عوامل محلی هشدار دهند که مشاعیات در خطرند. این علائم ممکن است به پاداش‌ها و هزینه‌ها مرتبط شده باشند. این رویکرد دوم، مسئولیت را بر دوش مدیران محلی می‌نهد تا برای خود محدودیت‌های لازم را قائل شوند. به عنوان مثال، شرکتی را تصور کنید که واحدهای محلی مختلف آن، با مشتریان شرکت تماس برقرار می‌کنند: اگر عکس‌العمل منفی مشتریان نسبت به تماس‌های چندگانه از واحدهای محلی، فوراً به اطلاع همه واحدها برسد، فشار لازم برای محدود یا هماهنگ نمودن چنین تماس‌هایی، احساس خواهد شد. همچنین اگر عادت‌های سفارش‌دهی یک واحد محلی، موجب آزردهی تأمین‌کنندگان شده باشد و شکایات آنها فوراً به اطلاع همه واحدهای شرکت رسانده شود، فشارهای مشابه ایجاد خواهد گردید.

در برخی موارد (مانند موقعیت‌های اکولوژیک) منبع مشترک باید قرنطینه شود تا فرصت بازسازی (replenish) خودش را داشته باشد.

۲. موفقیت‌های بیشتر برای پیروزمندان (success to the successful)

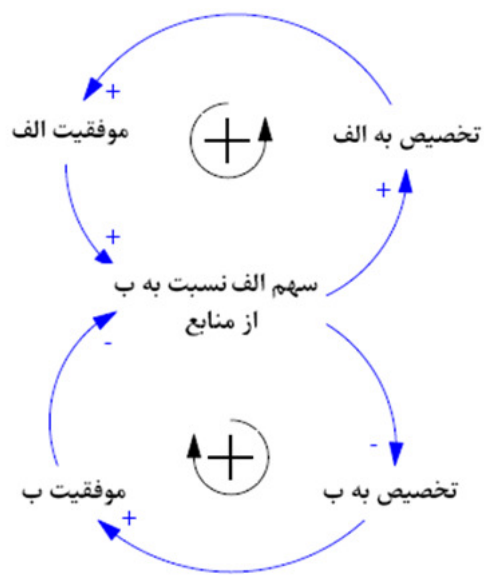
دو فعالیت برای دریافت پشتیبانی محدود یا منابع محدودی، با یکدیگر رقابت می‌کنند. وقتی یکی از آنها موفق‌تر است، حمایت بیشتری دریافت می‌کند و موجب محروم ماندن دیگری می‌گردد. عملکرد فعالیت ناموفق، به علت محدودیت فزاینده منابع و حمایتها، هر روز افول و افت بیشتری پیدا می‌کند.

منبع محدود می‌تواند منابع مالی موجود برای سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف یک کسب‌وکار باشد؛ می‌تواند تحسین و تمجیدهای محدود معلم در یک کلاس پرجمعیت باشد؛ یا می‌تواند وقت محدود یک مدیر پرمشغله باشد.

از علائم رفتاری اولیه این ساختار، این است که یکی از دو فعالیت (یا گروه یا فرد) عملکرد خیلی خوبی را آغاز می‌کند اما دیگری با دشواری روبرو شده است.

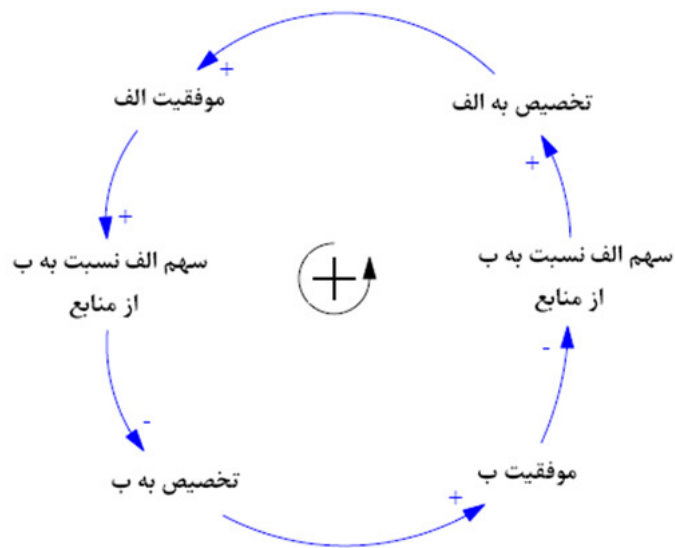
ساختار

ساختار این الگو در شکل ۴۸ نشان داده شده است. این ساختار از دو حلقه تقویتی تشکیل شده است که با هم، همچون یک حلقه تقویتی رفتار می‌کنند. فرض کنید یکی از فعالیتها، مثلاً الف، موفقیت بیشتری کسب نموده است. موفقیت فعالیت الف، سهم الف از منابع را افزایش می‌دهد. وقتی سهم گروه الف از منابع افزایش می‌یابد، موجب تخصیص منابع بیشتر به الف شده و موفقیت الف را بالاتر می‌برد. بالاتر رفتن موفقیت الف، منجر به افزایش بیشتر سهم او از منابع می‌گردد. از طرف دیگر، افزایش سهم الف از منابع، سهم ب را کمتر می‌کند و موفقیت او را کاهش می‌دهد. کاهش موفقیت ب منجر به کاهش بیشتر در سهم او از منابع می‌گردد.



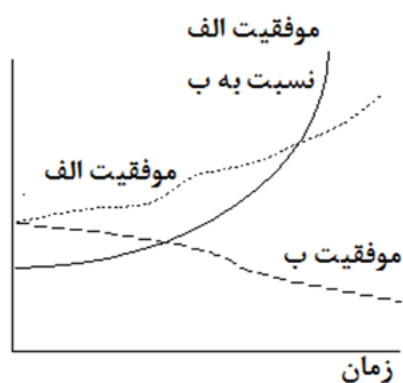
شکل ۴۸

نمودار شکل ۴۸ را می‌توان به شکل ۴۹ نیز ترسیم نمود تا ماهیت تقویتی این ساختار واضح‌تر شود. شکل ۴۹ به خوبی نشان می‌دهد که چگونه این ساختار ذاتاً ناپایدار است؛ وقتی شروع به انحراف به یک سمت نماید، تمایل به ادامه انحراف دارد.



شکل ۴۹

الگوی رفتاری



شکل ۵۰

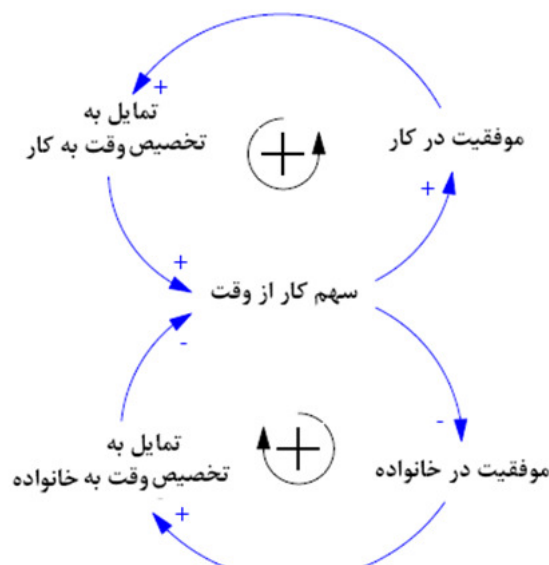
روند عملکرد یکی از گروه‌ها صعودی (حتی شاید با نرخی شتاب‌دار) است. روند عملکرد گروه دیگر، معمولاً افت می‌کند (این نیز شاید با نرخی شتاب‌دار). جزئیات منحنی‌ها بستگی به موارد زیر دارد:

- آیا سرمایه‌گذاری به صورت گسسته انجام می‌گیرد یا پیوسته؟
 - وجود تأخیر زمانی بین سرمایه‌گذاری تا بهبود عملکرد
 - آیا الف و ب در رقابت مستقیم بر سر معیار موفقیت نیز هستند (علاوه بر رقابت مستقیم بر سر منابع)؟
- مهمترین مشخصه رفتار در طول زمان، این است که افزایش سطح عملکرد الف نسبت به ب ادامه دارد.

نمونه‌ها

نمونه ۱: جنگ بین کار و خانواده

شکل ۵۱ ساختار این مثال را نشان می‌دهد. حلقه بالایی، یک رشد تقویتی از تخصیص وقت و تعهد نسبت به کار است: صرف وقت بیشتر برای کار، موجب موفقیت کاری بیشتر می‌شود که این نیز منجر به فرصت‌های دلچسب‌تر و بیشتر و تمایل افزون‌تر به صرف وقت برای کار می‌گردد. در پایین نمودار، یک حلقه تقویتی مشابه از تخصیص وقت و تعهد نسبت به خانواده قرار دارد: صرف وقت بیشتر در منزل، موجب موفقیت بیشتر (مانند روابط خانوادگی رضایت‌بخش، کودکان تندرست و تفریح خانوادگی) در خانه است که این نیز منجر به تمایل بیشتر برای صرف وقت بیشتر با خانواده است. این دو حلقه به یکدیگر مرتبط‌اند چون اگر وقت تخصیص‌یافته به کار بالا رود، وقت کمتری برای خانه باقی می‌ماند و بالعکس.



شکل ۵۱

این ساختار ذاتاً متزلزل است و دلایل متعددی وجود دارد که چرا تمایل به انحراف بیشتر و بیشتر به سمت تخصیص وقت به کار دارد. اول این که موضوع درآمد مطرح است. اگر وقت تخصیص‌یافته به کار خیلی کم شود، درآمد کاهش می‌یابد و موجب فشار برای صرف وقت بیشتر برای کار می‌گردد. دلیل دوم این است که فرایند تقویتی تخصیص وقت به خانواده، در جهت منفی (مارپیچ معیوب) قوی‌تر عمل می‌کند. وقتی تخصیص وقت کمتر به خانواده، روابط خانوادگی را ضعیف‌تر می‌کند، ممکن است فشارهای روانی نیرومندی برای دوری بیشتر از مسائل خانواده وجود داشته باشد. کار فرد، بهانه مناسبی برای دوری از اضطراب مواجه شدن با یک همسر ناراضی

و کودکانی آزردهنده است. با صرف وقت کمتر در خانه، موفقیت در خانواده، باز هم کاهش می‌یابد و منجر به تمایل کمتر برای تخصیص وقت به خانواده خواهد بود. دلیل سوم این که برای متخصصین حرفه‌ای موفق، فشارهای بیرونی بیشتری برای تخصیص وقت به کار (به جای خانواده) وجود دارد: شیوه معمول دوازده تا پانزده ساعت کار روزانه برای افراد پرکار، فرصت‌های کاری جدیدی که به مسافرت‌های بیشتری نیاز دارند، و فشار نامشهود از جانب همکارانی که مسائل خانوادگی خاص خود را دارند.

به دلیل وجود بازخورد تقویتی غالب در این ساختار، نسبت به عدم تعادل‌ها (imbalances) توان خود-اصلاحی (self-correcting) ندارد. در واقع، عدم تعادل‌ها بدتر و بدتر می‌شوند. به همین دلیل است که موضوع کار-خانواده این قدر آزردهنده است.

نقاط اهرمی: برقرار نمودن تعادل بین کار و خانواده از درون این ساختار، امکان‌پذیر نیست. اولین کار این است که از این ساختار خارج شویم.

در بُعد فردی: ابتدا باید به طور جدی از خود بپرسیم که آیا آرمان ما این است که بین کار و خانواده تعادل برقرار کنیم. افراد کمی، آگاهانه تصمیم گرفته‌اند که تعادل مورد اعتقاد خود را برقرار نمایند.

انتخاب آگاهانه، موجب تعیین اهداف شخصی شفاف برای تخصیص وقت به خانواده است. به عنوان مثال، شب چه ساعتی به خانه خواهید رفت؟ با نشست‌های کاری سرشب، چه می‌کنید؟ اینها گام‌های مورد نیاز برای ترجمه آرمان به اهداف ملموس هستند. از طرف دیگر، تعیین اهداف بدون داشتن آرمانی حقیقی، (احتمالاً وقتی ثابت شود تحقق اهداف، ساده نیست) منجر به بازگشت به عقب خواهد بود.

در بُعد فردی، می‌توان اصول زیر را مورد توجه قرار داد:

- تعیین کنید واقعاً چه چیزی برای شما مهم است
- انتخاب خود را انجام دهید (ایجاد تعهد)
- با اطرافیان خود، در ارتباط با انتخابتان صادق باشید
- سعی نکنید توافق یا حمایت صوری آنها را جلب کنید

در بُعد سازمانی: مهم‌ترین گام، پذیرفتن این اصل است که نمی‌توان شالوده یک سازمان را بر خانواده‌های از هم گسیخته و روابط شخصی آسیب‌دیده، بنا کرد.

گام بعدی، این است که افراد سازمان باید موضوعات خانوادگی را همچون موضوعات کاری بپذیرند و آنها را در بحث و گفتگوهای مرتبط (بخصوص بحث‌های مربوط به تعهدات زمانی افراد) وارد کنند.

گام سوم این است که در صورت نیاز، به افراد کمک کنید تا مشاوره و راهنمایی لازم برای چگونگی استفاده اثربخش از وقت تخصیص‌یافته به خانواده را دریافت کنند (بسیاری از مسائل دشوار مربوط به ایفای نقش والدین و روابط خانوادگی، فقط به خاطر وقت ناکافی نیست بلکه به دلیل ندانستن چگونگی مدیریت اثربخش موضوعات است).

اگر ارزش‌های سازمانی در انطباق با ارزش‌های محوری افراد قرار گیرند، تضاد بین کار و خانواده به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد. فقط در این صورت است که مدیران می‌توانند زندگی با دو نظام رفتاری را متوقف نموده و به عنوان فردی واحد، زندگی کنند.

نمونه ۲: رقابت دو محصول برای منابع مالی و وقت مدیران

دو محصول را در نظر بگیرید که در یک شرکت برای جذب منابع مالی و مدیریتی رقابت می‌کنند. یکی از آنها محصولی است که فوراً با اقبال بازار مواجه می‌شود و سرمایه‌گذاری بیشتری جذب می‌کند و منابع قابل تخصیص به محصول دوم را مصرف می‌کند. یک مارپیچ تقویتی به راه می‌افتد که نیروی مورد نیاز برای رشد محصول اول را فراهم می‌کند اما محصول دوم را محروم می‌نماید.

نمونه ۳: رقابت دانش‌آموزان برای وقت و توجه معلم

یک دانش‌آموز خجالتی، شروع ضعیفی در مدرسه دارد (شاید به دلیل مسائل احساسی یا ناتوانی کشف نشده او در یادگیری) و برچسب "کُندآموز" (slow learner) می‌گیرد؛ و تشویق و توجه کمتر و کمتری نسبت به همکلاسی‌های برون‌گرای خود، دریافت می‌کند.

نقاط اهرمی

- به هدف ایجاد موفقیت در هر دو گروه فکر کنید.
- در برخی حالات که رقابت ناسالم در جریان است، اتصال دو فعالیت را در رقابت برای منبع مشترک، قطع یا تضعیف کنید.
- تشویق فعالیت موفق را بدون محدود کردن منابع فعالیت ناموفق، انجام دهید.
- به حل مسائل و پیشرفت فعالیت ناموفق کمک کنید.

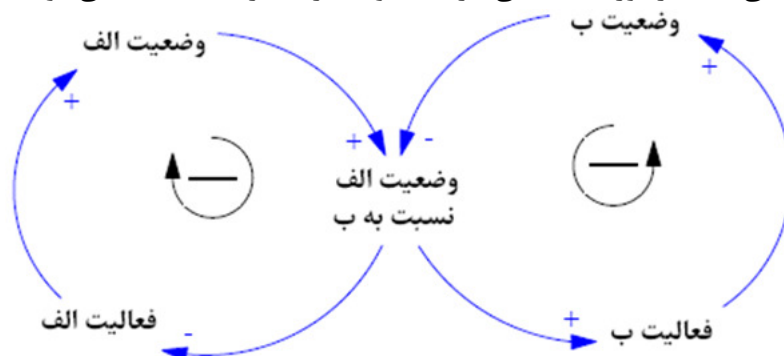
۳. گسترش پی‌درپی (Escalation)

دو فرد یا سازمان، رفاه خود را وابسته به برتری نسبی خود بر دیگری می‌بینند. وقتی یکی از طرف‌ها پیش می‌افتد، دیگری احساس خطر یا تحقیر بیشتری می‌کند و تکاپوی بیشتری می‌نماید تا برتری خود را برقرار کند؛ که این نیز اولی را مورد تهدید قرار می‌دهد تا تلاش خود را افزایش دهد. غالباً هر یک از این افراد، رفتار تهاجمی خود را پاسخی دفاعی به رفتار تهاجمی دیگری می‌داند؛ اما عملکرد "دفاعی" هر یک از آنها، منجر به وضعیتی می‌شود که مطلوب هیچ یک از دو طرف نیست. لغت escalation به معنی "فرایند افزایش پی‌درپی (از نظر درجه یا محدوده یا ...)" است و بیشتر در مورد جنگ و نزاع به کار می‌رود؛ اما محدود به جنگ و نزاع نیست.

ساختار

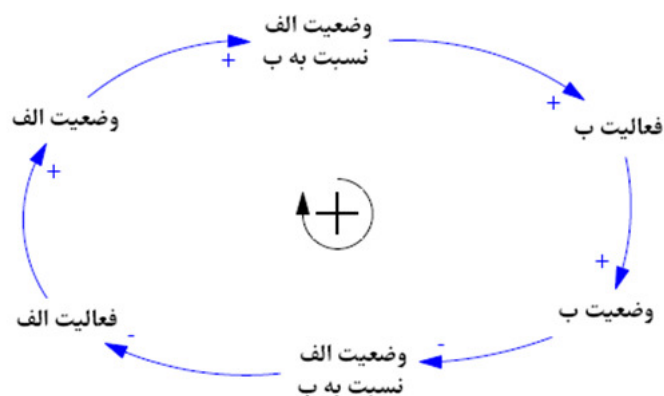
ساختار این الگو در شکل ۵۲ نشان داده شده است. "الف" و "ب" وضعیت خود را نسبت به هم می‌سنجند. بهبود وضعیت الف، سبب افزایش "وضعیت الف نسبت به ب" می‌شود. ارتقاء "وضعیت الف نسبت به ب" موجب افزایش فعالیت ب می‌شود. افزایش فعالیت ب، سبب ارتقاء وضعیت ب و کاهش "وضعیت الف نسبت به ب" می‌گردد. در نتیجه این مکانیزم، یک بازخورد منفی تشکیل می‌شود که ب را همسان الف نگه می‌دارد (حلقه تعادلی سمت راست نمودار).

وقتی "وضعیت الف نسبت به ب" افت پیدا کند، در آن صورت فعالیت الف تشدید می‌شود تا وضعیت الف اصلاح شود. حلقه تعادلی سمت چپ، وضعیت الف را همتراز وضعیت ب نگه می‌دارد. ترکیب دو بازخورد منفی، یک بازخورد مثبت می‌سازد که موجب رشد فزاینده مسابقه می‌شود.



شکل ۵۲

اگر با تکرار متغیر وضعیت الف نسبت به ب، دو حلقه تعادلی موجود در شکل ۵۲ را باز کنیم، یک حلقه تقویتی بدست می‌آید که در شکل ۵۳ نشان داده شده است. به روشنی می‌توان دلیل گسترش فزاینده دعوا و مسابقه در این الگو را مشاهده نمود.

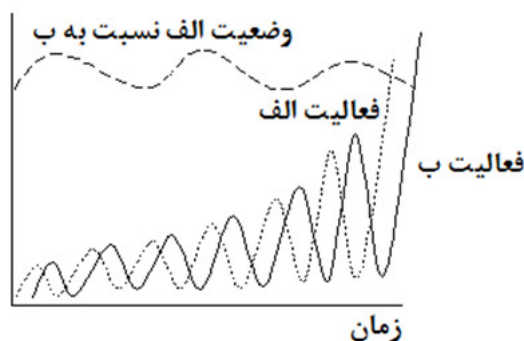


شکل ۵۳

این پویایی موجب گسترش پی‌درپی تلاش‌ها برای بهبود موقعیت خود نسبت به دیگری می‌شود. اگر فعالیت هر گروه بر اساس پیش‌بینی اقدامات طرف مقابل (و نه اقدامات فعلی او) انجام گیرند، یا اگر ترس یک گروه او را وادار کند خواهان برتری عمده‌تری بر دیگری باشد، این پویایی تقویت می‌شود.

الگوی رفتاری

ممکن است در این الگو، دو گروه یا بیشتر با یکدیگر رقابت کنند. برای سادگی، دو گروه در نظر گرفته شده است.



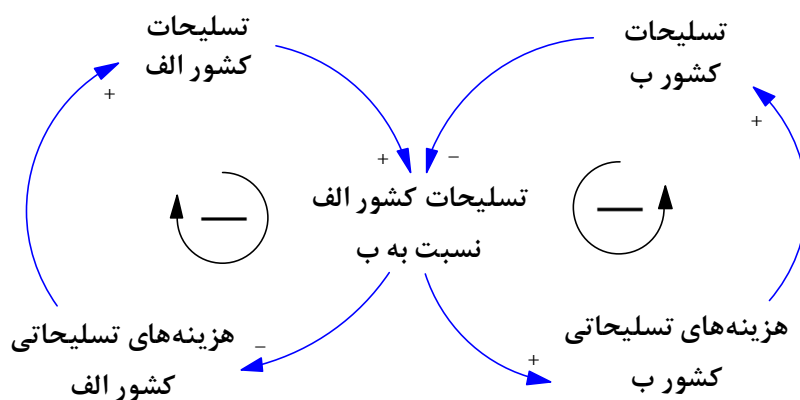
شکل ۵۴

برای هر گروه یک خط رسم شده است. فعالیت آنها نوسانی و تشدیدشونده است و یکدیگر را تعقیب می‌کنند. اما با تعویض موقعیت برتر بین الف و ب، روی هم‌رفته توازن قوا حفظ می‌شود.

نمونه‌ها

نمونه ۱: مسابقه تسلیحاتی بین کشورها (Arms Race)

ساختار مسابقه تسلیحاتی بین دو کشور الف و ب، در شکل ۵۵ نشان داده شده است.



شکل ۵۵

به عنوان نمونه می‌توان دوران جنگ سرد را نام برد. طی چند دهه، دو ابرقدرت درگیر مسابقه بودند تا معلوم کنند چه کسی می‌تواند زودتر به جایی برسد که هیچ کس دلش نمی‌خواست. این مسابقه موجب تحلیل رفتن اقتصاد آمریکا و ویرانی اقتصاد شوروی گردید. ریشه مسابقه تسلیحاتی در ایدئولوژی‌های سیاسی (رقیب یکدیگر) نیست بلکه ریشه در شیوه تفکری دارد که در دو طرف، به طور مشابه وجود دارد. به عنوان مثال، دیدگاه آمریکا این بود که تسلیحات شوروی، تهدیدی برای آمریکاست پس باید آمریکا نیز توان تسلیحاتی خود را تقویت نماید. به طور مشابه، رهبران شوروی نیز عقیده داشتند تسلیحات آمریکا، تهدیدی برای شوروی است پس باید توان تسلیحاتی شوروی را تقویت نمود.

از دیدگاه آمریکایی‌ها، شوروی توسعه طلب و مهاجم است و گسترش تسلیحات اتمی آمریکا، پاسخی دفاعی به تهدیدهای شوروی است:

نیاز به توسعه توان تسلیحاتی آمریکا → تهدیدی برای آمریکا → تسلیحات شوروی
شوروی نیز دیدگاه مشابهی داشت:

نیاز به توسعه توان تسلیحاتی شوروی → تهدیدی برای شوروی → تسلیحات آمریکا

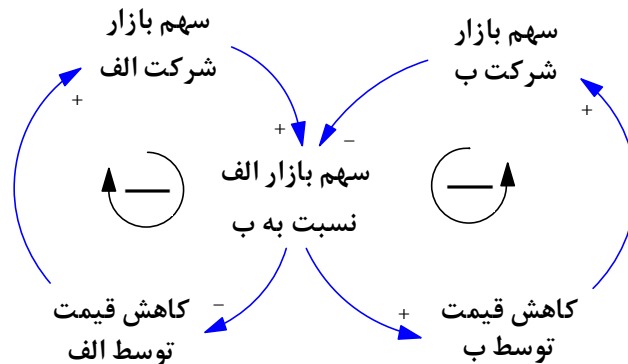
اما این دو دیدگاه خطی، حلقه‌ای تقویتی همچون شکل ۵۳ ایجاد می‌کنند. از دیدگاه فردی، هر یک از طرف‌های مسابقه، به اهداف کوتاه‌مدت خود دست می‌یافت: هر دو طرف به یک تهدید ملاحظه شده، پاسخ می‌دادند. اما اقدامات آنها منتهی به نتیجه معکوس شد: افزایش تهدیدها در بلندمدت. تلاش‌های طرفین برای تأمین امنیت، در بلندمدت منجر به افزایش عدم امنیت برای همه شد: ذخیره‌ای از تسلیحات اتمی با قدرت تخریبی ده هزار برابر کل جنگ جهانی دوم (شکل ۵۶).



شکل ۵۶

نمونه ۲: جنگ قیمت بین سازمانها برای کسب سهم بازار (price war)

یک شرکت، طرحی ابتکاری برای کالسکه بچه (stroller) تهیه کرد: محصولی که هم‌زمان سه کودک نوپا را حمل می‌کرد؛ در عین حال سبک و مناسب برای گردش بود. این محصول با اقبال سریع خانواده‌هایی که چندین فرزند نوباوه داشتند، مواجه شد. تقریباً در همین زمان، یک رقیب با محصولی مشابه ظهور نمود. بعد از چند سال، به دلیل احساس رشک بر سهم بازار شرکت رقیب، شرکت اول قیمت خود را ۲۰ درصد کاهش داد. شرکت دوم نیز که احساس می‌کرد با کاهش فروش مواجه شده، قیمت خود را پایین آورد. سپس شرکت اول، که هنوز به دنبال بالا بردن سهم بازار خود بود، باز هم قیمت خود را کاهش داد. شرکت دوم نیز با اکراه، همین عمل را انجام داد، با این که سودآوری محصول او خدشه‌دار می‌گردید. چند سال بعد، کم‌کم به نقطه سر به سر رسیدند و بقای کالسکه سه نفره، مورد تردید قرار گرفت.



شکل ۵۷

نمونه ۳: برآورد بودجه‌های متورم

وقتی بودجه تخصیص یافته به چند واحد یا چند سازمان، تابعی از برآوردهای اولیه خودشان باشد، برخی از گروه‌ها برآوردهای خود را متورم می‌کنند. دیگران نیز برای این که سهم خود را از این "کیک" به دست آورند، اقدام مشابهی انجام می‌دهند. این موجب می‌شود که افراد، برآوردهای خود را باز هم بیشتر متورم نمایند.

نمونه ۴: چشم و هم چشمی بین خانواده‌ها

نمونه ۵: مسابقه درس خواندن بین شاگردان ممتاز یک کلاس

نمونه ۶: اختلافات بین یک زوج

نمونه ۷: اتکای فزاینده بر وکلا، برای حل و فصل اختلافات و مناقشات

۴. دشمنی‌های ناخواسته (Accidental Adversaries)

دو گروه تصمیم گرفته‌اند با یکدیگر همکاری کنند چون از این ارتباط، نفع دوجانبه می‌برند. هر یک از آنها اقدامی انجام می‌دهد که به سود دیگری است؛ چون بر این اعتقاد است که اگر اتحاد آنها موفق باشد، هر دو گروه سود می‌برند.

زمانی مشکل ایجاد می‌شود که یک یا هر دو گروه از نظر معیارهای عملکرد محلی خود، با وضعیت مطلوب فاصله‌ای پیدا می‌کنند (در اغلب موارد، این فاصله با یک تغییر یا فشار محیطی، تسریع می‌شود)؛ آنها برای رفع این فاصله و بهبود عملکرد خود، اقدامی انجام می‌دهند که ناخواسته، موفقیت گروه همکار آنها را تحلیل می‌برد (undermine).

اثرات این فعالیت‌های مضر ممکن است در گروه‌هایی که همکار باقی می‌مانند، احساس ناکامی (frustration) و رنجش (resentment) ایجاد کند یا ممکن است آنها را به نقطه‌ای برساند که به دشمنانی خشن بدل شوند.

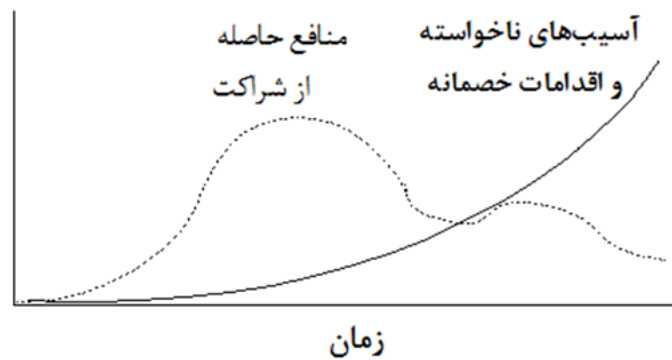
وضعیت‌هایی که پتانسیل گرفتار شدن در این ساختار را دارند:

- همکاری بین دو واحد سازمانی

- بین تولیدکننده و تأمین‌کننده
- مشاجرات خانوادگی (family disputes)
- دعواهای بین اتحادیه کارگری و مدیریت (union-management battles)
- سرمایه‌گذاری مشترک توسط سازمان‌ها (joint ventures)
- بین قرارگاه و واحد عملیاتی (بین دفاتر مرکزی و واحدهای اجرایی)
- جنگ‌های داخلی

الگوی رفتاری

چیزی شبیه نمودار ۵۸ خواهد بود:



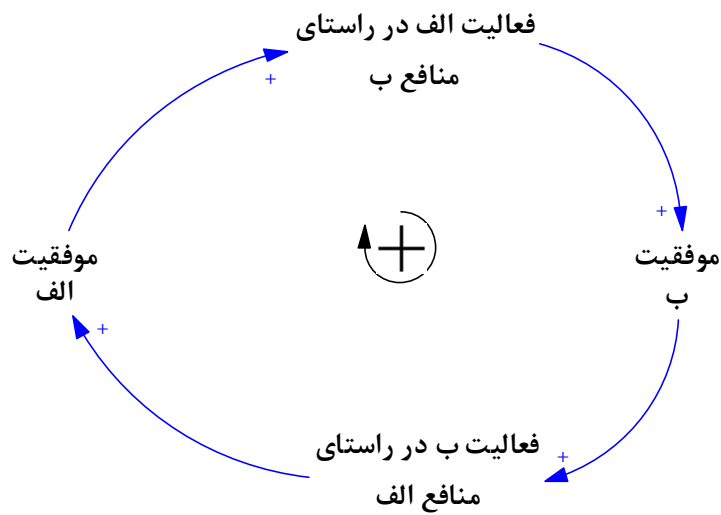
شکل ۵۸

منافع ناشی از همکاری، ابتدا افزایش می‌یابند؛ ممکن است برای مدتی در سطح بالا باقی بمانند؛ آنگاه افت می‌کنند. در نمودار فوق فواید مشارکت، پس از افزایش اولیه، دارای نوساناتی بوده اما روندی نزولی را طی کرده است.

در هر رابطه همکاری، برخی آسیب‌های ناخواسته (accident) ایجاد می‌شود؛ این‌ها در طول زمان افزایش می‌یابند و سرانجام عمدتاً به اقدامات خصمانه (adversarial) تبدیل می‌شوند.

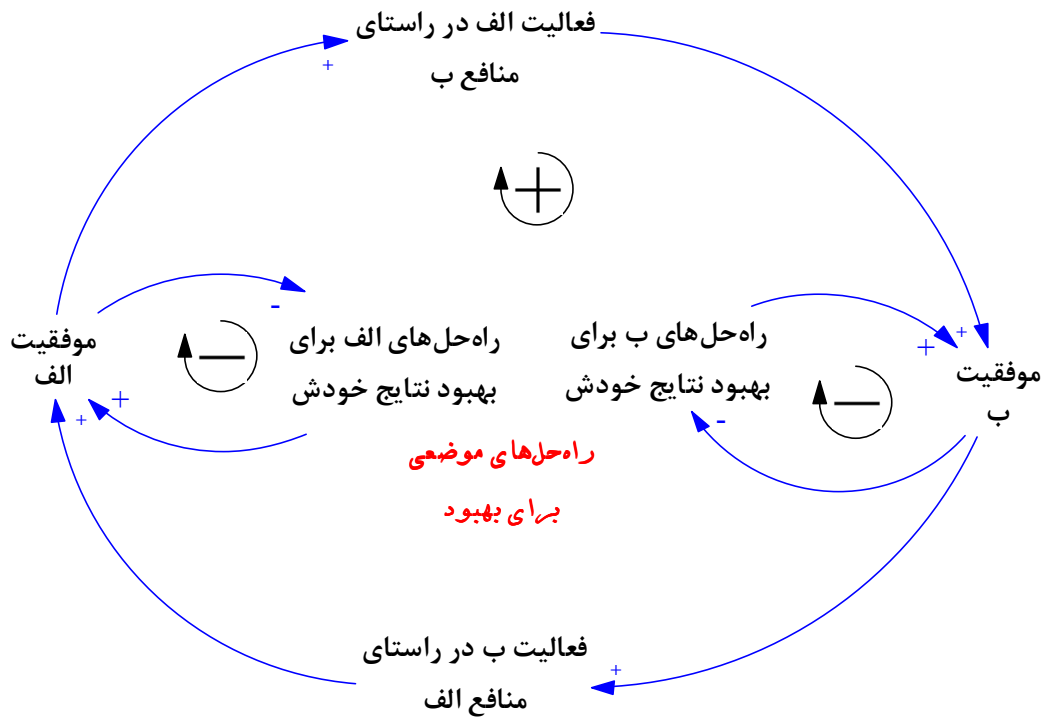
ساختار:

در مرحله اول، اتحاد بین شرکا برای کسب منافع دوجانبه شکل می‌گیرد. این یک پویایی تقویتی بی‌عیب (virtuous) است؛ ما به نفع شما عمل می‌کنیم و این موجب موفقیت شما می‌شود؛ شما هم برانگیخته می‌شوید تا در جهت منافع ما فعالیت کنید و این باعث موفقیت ما می‌گردد.



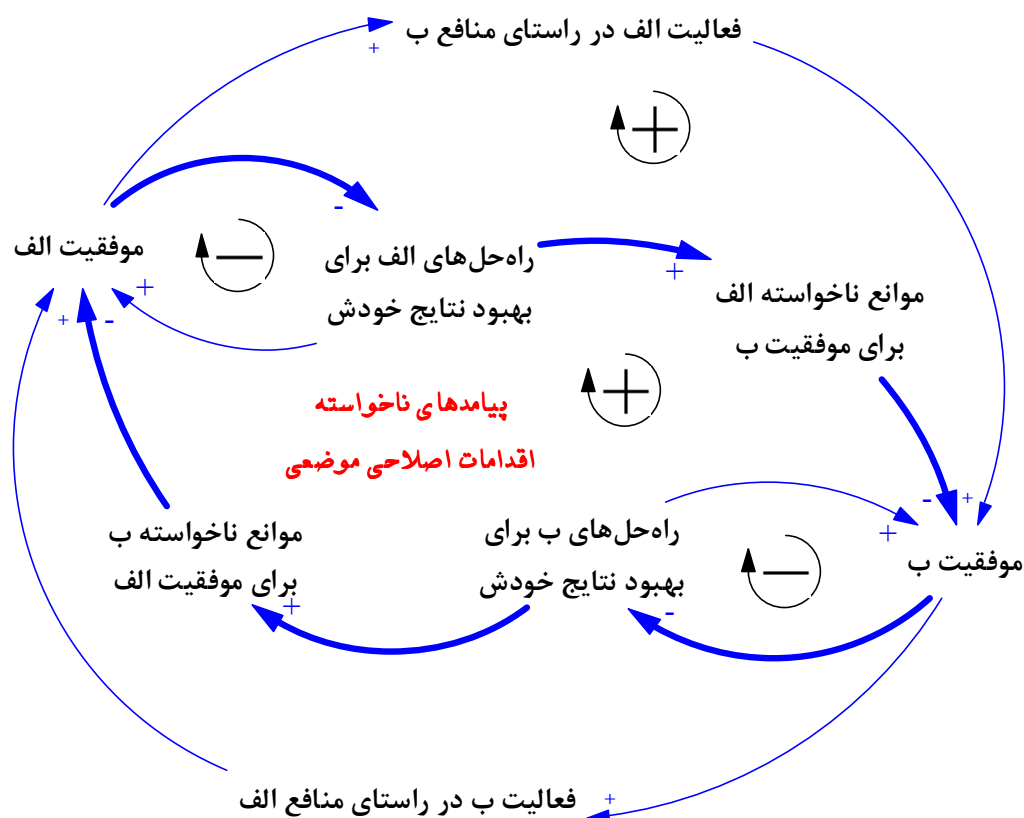
شکل ۵۹

در مرحله دوم، وقتی هر یک از شرکا اقدامات مستقلی برای بهبود عملکرد خودشان انجام می‌دهند، پویایی‌های تعادلی به وجود می‌آیند. این اقدام اغلب با عوامل خارجی که بر موفقیت تأثیر می‌گذارند، تسریع (precipitate) می‌شود.



شکل ۶۰

در مرحله سوم، اقدامات اصلاحی موضعی طرفین، به طور ناخواسته، موفقیت طرف دیگر را تحلیل می‌برد؛ چون در این اقدامات، توجه آنها بیشتر به منافع محلی خودشان است تا منافع طرف دیگر. این یک پویایی تقویتی معیوب (vicious) است (شبيه گسترش پی در پی escalation) که قابلیت معکوس نمودن دور بی‌عیب (virtuous cycle) مرحله اول و تبدیل آن به دور معیوب را نیز دارد. به بیان دیگر حلقه تقویتی داخلی، خط مقدم نبرد (battlefront) است که در آن، آسیب‌زدن‌های غیرعمدی به دشمنی‌های عمدی بدل می‌شود و حلقه تقویتی خارجی، معیوب می‌شود چون انگیزه کمتر و کمتری برای رفتارهای مبتنی بر همکاری (collaborative) وجود دارد.



شکل ۶۱

در اغلب موارد، تبادل اطلاعات به خوبی صورت نمی‌گیرد. از تأثیرشان بر یکدیگر ناآگاهند. بعداً وقتی موانع ناخواسته‌ای که برای موفقیت یکدیگر ایجاد کرده‌اند قویاً حس شوند، هر یک از طرفین اطمینان دارد که راه‌حل در این است که طرف دیگر را متقاعد کند که راه‌برد انتخابی‌اش، روش صحیح بهبود نتایج است. معمولاً در این مرحله هر یک از طرفین، هدف اصلی از همکاری را تقریباً فراموش کرده‌اند. اما خیلی بیشتر، از چیزهایی مطلع است که آن خائن (ظاهراً شریک) انجام داده تا مانع این همکاری شود. این باعث می‌شود که صحبت بین شرکا، نامحتمل‌تر شود و یادگیری هر یک از طرفین درباره تأثیری که بر دیگری دارد، باز هم نامحتمل‌تر می‌گردد.

مدل‌های ذهنی متداول

مدل‌های ذهنی که همکاری را تقویت می‌کنند:

- به نفع ماست که با آنها همکاری/اتحاد/ارتباط داشته باشیم، و آنها نیز نفع می‌برند.

- اگر ما به آنها کمک کنیم، آنها هم به ما کمک خواهند کرد.
- مدل‌های ذهنی منجر به آسیب‌های ناخواسته:
- برای تداوم منافع خودمان، باید اقداماتی انجام دهیم که مستقیماً مرتبط با اهداف/کسب و کار خودمان است.
- این اقدامات ما، ارتباطی به همکاری ما با آنها ندارد.
- مدل‌های ذهنی منجر به تثبیت دشمنی‌ها:
- در حالی که ما با خوش‌نیتی به پشتیبانی از همکاری ادامه می‌دهیم، آنها برای ما مشکل ایجاد می‌کنند.
- آنها عمداً ما را در نظر نمی‌گیرند یا به ما آسیب می‌زنند. چرا آنها درک نمی‌کنند که دارند چه کار می‌کنند و بس نمی‌کنند؟

نتایج و اثرات (Implications) :

هر اقدام اصلاحی موضعی (local)، پتانسیل ایجاد یک آسیب ناخواسته (accident) را دارد. در سیستم‌هایی که وابستگی متقابل وجود دارد، اقداماتی که مستقل به نظر می‌آیند، می‌توانند اثرات پیش‌بینی نشده‌ای بر سایر بخش‌های سیستم داشته باشند.

در نبود اطلاعات، حتی یک متحد (ally) هم ممکن است انگیزه‌ها و دلایل منفی برای رفتار دوست یا شریک خود، در نظر بگیرد (سوء ظن).

برای این که یک همکاری تداوم یابد، شرکا باید دائماً بپرسند چگونه اقدامات اصلاحی موضعی، ممکن است به طرف دیگر آسیب وارد کند.

مهم نیست یک اتحاد (alliance) با چه قصد خوبی شکل گرفته و چقدر خوب سازماندهی شده؛ بدون توجه مداوم، می‌تواند آسیب‌زا شود.

آنچه در طول زمان، برای حفظ موفقیت دو طرف لازم است، ممکن است متفاوت با اقداماتی باشد که در طول مذاکرات اولیه، پیش‌بینی شده بود. محتمل است که یکی از شرکا با وجود متفاوت بودن شرایط و فشارهای کنونی، تصور کند طرف دیگر، موفقیت را همچنان طبق روال گذشته، می‌سنجد و ارزش‌گذاری می‌کند.

وقتی یک رابطه همکاری متزلزل می‌شود (falter)، ممکن است شرکا نقش قربانی (victim) و ظالم (oppressor) را پیدا کنند.

وقتی متحدها احساس تهدید کنند، ممکن است به فکر منافع خود باشند (تهاجمی یا انفعالی).

ترس، تهدید، ناامیدی، یا بی‌میلی نسبت به مواجه شدن با دشواری‌های ارتباط، می‌تواند موجب خاتمه دادن به ارتباط توسط یک یا هر دو طرف باشد.

نقاط اهرمی (Leverage Points):

- آسیب‌های ناخواسته را بشناسید و مکانیزم‌هایی برای بازخورد بموقع بنا کنید. با پرسیدن این سؤال شروع کنید که چگونه ممکن است اقدامات شما برای شریکتان مسئله ایجاد کند.
- مکانیزم‌هایی برای جلوگیری از آسیب‌های ناخواسته ایجاد کنید. چیزهای بیشتری در مورد شریکتان بدانید تا بتوانید پیامدهای ناخواسته را پیش‌بینی کنید و/یا این فرصت را به شریکتان بدهید که قبل از اجرای تغییرات عمده، ورود کند و کمک نماید.
- مدل‌های ذهنی که ممکن است نقشی در ایجاد روابط خصمانه ایفا کنند، را شناسایی کنید. با این فرض شروع کنید که اقدامات آسیب‌زا (harmful)، برای رفع یک اشکال عملکردی، انجام گرفته‌اند.

- تأکیدی دوباره بر قصد و منافع مشارکت (partnership) داشته باشید. درک متقابل از نیازهای یکدیگر، و معیارهای هر یک از طرفین در تعریف موفقیت، را تقویت کنید. اهداف مشترک بسازید. آیا اقدامات انجام شده توسط هر گروه، واقعاً به دیگری کمک می‌کند؟ چه نوع رفتاری باید متوقف شود؟ (نیروبخشی به حلقه تقویتی همکاری)

تمرین: یک وضعیت از بین تجارب شخصی خود انتخاب کنید که به نظر می‌آید نمونه‌ای از "دشمنی‌های ناخواسته" باشد. وقایع کلیدی را یادداشت کنید. رفتار متغیرهای کلیدی را رسم کنید. آنگاه نمودار حلقه علیت را ترسیم نمایید.

به خاطر داشته باشید که نسبت به نمودار عام این الگو، ممکن است متغیرهای بیشتر، لینک‌های بیشتر یا کمتر، و متغیرهای خارجی (برونزا) نیز داشته باشید.

۱. برای شروع، معیارهای موفقیت هر یک از طرفین را تشریح کنید
۲. موتور رشد مشارکت (partnership) را کامل کنید. چه اقداماتی توسط هر گروه، به موفقیت گروه دیگر کمک می‌کند؟
۳. مدل‌های ذهنی، باورها، و مفروضات خود درباره افکار و احساسات محرک اقدامات را نیز وارد کنید. اگر شما تصمیم‌گیر نیستید، شاید لازم باشد مدل‌های ذهنی دیگران را حدس بزنید.
۴. هر گونه عامل خارجی که بر موفقیت هر یک از گروه‌ها مؤثر است را ثبت کنید.
۵. اقدام اصلاحی (corrective action) که یک یا هر دو طرف انجام می‌دهند تا موفقیت قبلی خود را برگردانند، شناسایی کنید. حلقه تعادلی را کامل کنید. مدل‌های ذهنی محرک اقدام اصلاحی را وارد کنید.
۶. هر گونه پیامد ناخواسته اقدام اصلاحی را شناسایی کنید. مشخص کنید این پیامدها چگونه بر موفقیت گروه دیگر یا بر اقدامات حمایت‌کننده از مشارکت (partnership)، اثر می‌گذارند.
۷. نقاط اهرمی ممکن را شناسایی کنید تا پیامدهای ناخواسته را محدود کنید یا همکاری را احیا نمایید.

فصل هشتم: نمودارهای انباره و جریان (Stock and Flow Diagrams)

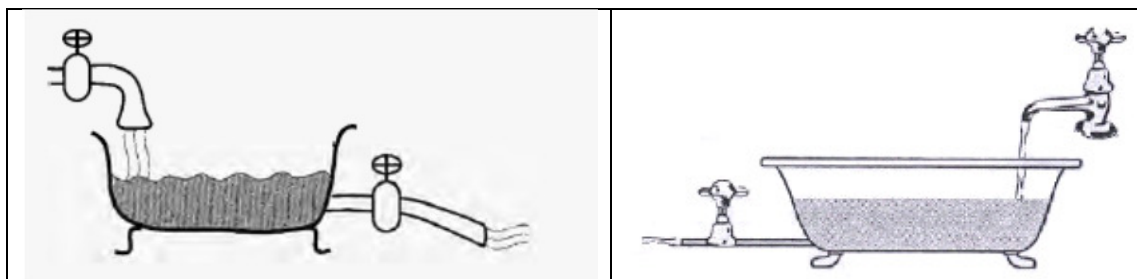
(۸-۱) مقدمه

نمودارهای حلقه علّیت در بسیاری از وضعیت‌ها فوق‌العاده مفیدند. آنها به خوبی برای نمایش وابستگی‌ها و فرایندهای بازخورد (feedback process) مناسبند. در ابتدای یک پروژه مدل‌سازی، برای بدست آوردن مدل‌های ذهنی (مدل‌ساز و گروه کارفرما) می‌توان از نمودارهای حلقه علّیت به طرز مؤثری استفاده برد. همچنین می‌توان آنها را برای ارائه نتایج یک پروژه مدل‌سازی تکمیل شده، به کار گرفت. با این حال، نمودارهای حلقه علّیت از محدودیت‌های زیادی نیز رنج می‌برند. یکی از محدودیت‌ها این است که نمی‌توان الگوی رفتار سیستم‌های پیچیده را از نمودار حلقه علّیت آنها دریافت. برای این منظور از نمودارهای انباره و جریان استفاده می‌کنند.

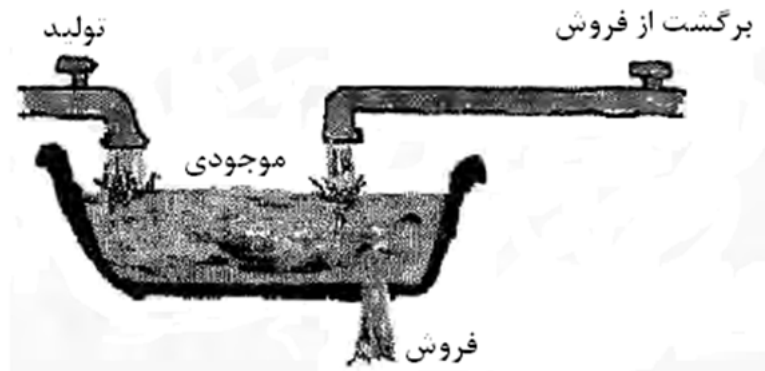
انباره‌ها و جریان‌ها برای همه ما آشنا هستند. موجودی (محمول) یک شرکت تولیدی، انباره محصول آن شرکت است. مانده حساب کنترلی (checking account) در حسابداری، یک انباره است. انباره‌ها از طریق جریان‌های ورودی و خروجی تغییر می‌کنند. موجودی یک شرکت از طریق جریان تولید، افزایش می‌یابد و از طریق جریان ارسال کالا (shipment) (و شاید سایر جریان‌های خروجی ناشی از فاسد یا دزدیده شدن) کاهش می‌یابد. نیروی کار از طریق نرخ استخدام افزایش می‌یابد و از طریق نرخ ترک کارها، اخراج‌ها یا بازنشستگی‌ها، کاهش می‌یابد. موجودی حساب بانکی شما با سپرده‌گذاری افزایش و با پرداخت‌ها کاهش می‌یابد. اما علیرغم تجربه کردن هرروزه انباره‌ها و جریان‌ها، اغلب افراد قادر به تمایز بین آنها نیستند. ناتوانی در درک تفاوت بین انباره‌ها و جریان‌ها منجر به دست کم گرفتن تأخیرهای زمانی، تمرکز کوتاه‌مدت و مقاومت در برابر سیاستها (policy resistance) می‌شود.

(۸-۲) نمادهای نمودار انباره و جریان

می‌توان انباره را همچون وان حمام دانست (طبق شکل ۱) که مقدار آب موجود در آن در هر لحظه برابر تجمع آب ورودی از طریق شیر منهای آب خروجی از وان است (با این فرض که ترشح آب و بخار شدن وجود ندارد).



شکل ۱



به عنوان مثال در شکل فوق، موجودی محصول یک شرکت ترسیم شده است:

- موجودی نقش انبار دارد
- تولید و برگشت از فروش، جریان‌های ورودی انبار (موجودی) هستند
- فروش، جریان خروجی انبار است

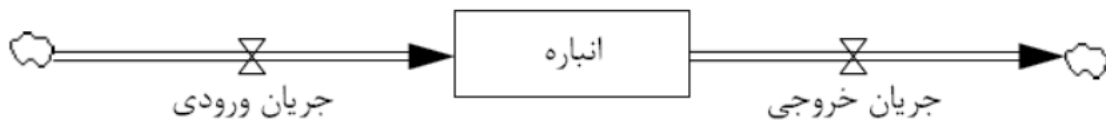
نمادهای ویژه‌ای برای ترسیم انبارها و جریان‌ها به کار می‌رود که معادل همان اجزاء موجود در وان حمام است (شکل ۲).



شکل ۲

- انبار با مستطیل نمایش داده می‌شود (و بیانگر یک کانتینر است که محتویات انبار را حفظ می‌کند)
 - جریان ورودی و خروجی با یک لوله (پیکان) نمایش داده می‌شود که نوک آن به سمت درون انبار یا بیرون آن است.
 - شیرها، جریان‌های ورودی و خروجی را کنترل می‌کنند.
 - ابرها (clouds) نشان‌دهنده منبع (سرچشمه) یا سینک (چاهک) جریان‌ها هستند. منبع، بیانگر یک انبار است که جریان از آن سرچشمه می‌گیرد و از خارج از مرزهای مدل می‌آید. سینک بیانگر انباری است که جریان‌هایی که از مرز مدل خارج می‌شوند، در آن می‌ریزند. فرض بر این است که منبع‌ها و سینک‌ها، ظرفیت نامحدود دارند و هرگز محدودیتی برای جریان متصل به خود ایجاد نمی‌کنند.
- به عنوان مثال فرض کنید سیستم تحت بررسی ما لوله‌کشی آب و فاضلاب یک ساختمان است. با توجه به دیدگاهی که ما داریم، لوله‌کشی آب شهر، یک منبع تلقی می‌شود و لوله‌کشی فاضلاب شهر نیز یک سینک است که ظرفیت هر دوی آنها را نامحدود لحاظ می‌کنیم. وقتی لوله‌کشی آب و فاضلاب یک ساختمان به این منبع و سینک می‌رسد، به مرز سیستم رسیده و فراتر از آن، خارج از مرز سیستم خواهد بود.

البته نمادهای به کار رفته در نرم‌افزارهای توسعه‌یافته برای مدل‌سازی سیستم‌ها، کمی با هم متفاوت است. به عنوان نمونه، شکل ۳ نمایش دیگری از یک نمودار انبار و جریان را نشان می‌دهد. در این کتاب از نمادهای موجود در شکل ۳ استفاده می‌کنیم که همان نمادهای مورد استفاده در نرم‌افزار Vensim است.



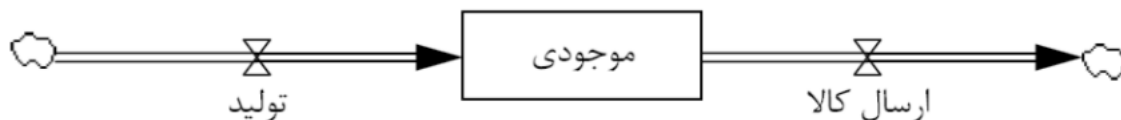
شکل ۳

جدول ۱ تعریف علائم موجود در شکل ۳ را ارائه می‌دهد.

جدول ۱

نماد	عنوان	توضیحات
	انباره (Stock)	
	جریان (Flow)	جریان وارده به انباره یا خروجی از آن
	شیر(دریچه) (Valve)	تنظیم‌کننده جریان
	منبع یا سینک (Source or Sink)	انباره‌های خارج از مرز مدل

شکل ۴ یک مثال ساده از نمودار انباره و جریان نشان می‌دهد. طبق این شکل، موجودی (محصول) یک شرکت، یک انباره است که جریان ورودی تولید در آن انباشته می‌شود و با جریان خروجی "ارسال کالا"، کاهش می‌یابد. اینها تنها جریان‌هایی هستند که در مدل لحاظ شده‌اند و سایر جریان‌های ورودی و خروجی (از قبیل فاسد یا دزدیده شدن) صفر فرض شده‌اند.



شکل ۴: مثال

(۳-۸) تشخیص انباره‌ها و جریان‌ها

تمایز بین انباره و جریان، در بسیاری از رشته‌های علمی به رسمیت شناخته شده است. جدول شماره ۲ برخی اصطلاحات متعارف به کار رفته در رشته‌های مختلف برای تمایز قائل شدن بین انباره و جریان را نشان می‌دهد. در ریاضیات، پویایی‌شناسی سیستم‌ها، نظریه کنترل و رشته‌های مهندسی مرتبط، انباره‌ها را به نام انتگرال‌ها یا متغیرهای حالت (state variables)، و جریان‌ها را نیز به نام نرخ‌ها یا مشتق‌ها می‌شناسند. شیمی‌دان‌ها از مواد واکنش‌دهنده و محصولات واکنش (انباره‌ها) و نرخ واکنش (جریان)، صحبت می‌کنند. در تولید، انباره‌ها را بافر (buffer) و جریان‌ها را نرخ تولید (throughput) می‌نامند. در اقتصاد، انباره‌ها را به نام سطح (level) و جریان‌ها را به نام نرخ (rate) می‌شناسند. به عنوان مثال، بازار سرمایه (capital stock) در یک اقتصاد، سطح ثروت (اندازه‌گیری شده با ریال) است در حالی که GDP نرخ تجمیعی خروجی ملی (اندازه‌گیری شده با واحد ریال بر

سال) می‌باشد. در حسابداری، اقلام ترازنامه (از قبیل پول نقد، ارزش دفتری موجودی‌ها، بدهی بلندمدت و حقوق صاحبان سهام) انبارها هستند (واحد اندازه‌گیری همه ریال است). اقلام ارائه شده در صورت سود و زیان، جریان‌ها هستند که انبارهای متناظر در ترازنامه را (از قبیل دریافتی خالص، هزینه کالای فروش‌رفته، استقراض بلندمدت و تغییر در سود انباشته) تغییر می‌دهند. جریان‌ها با واحد ریال بر سال اندازه‌گیری می‌شوند. در اپیدمیولوژی (epidemiology)، میزان شیوع (prevalence)، تعداد افرادی که یک وضعیت خاص را در یک زمان مشخص دارند، نشان می‌دهد؛ اما نرخ انتشار بیماری‌ها (incidence)، نرخ است که مردم به آن بیماری یا وضعیت، مبتلا می‌شوند.

جدول ۲: اصطلاحات به کار رفته در رشته‌های مختلف برای تمایز بین انبار و جریان

رشته	انبار	جریان
ریاضیات و مهندسی	انتگرال، متغیرهای حالت (state variables)	مشتق، نرخ تغییر (change rate)
شیمی	واکنش‌دهنده (reactants)، محصول واکنش	نرخ واکنش (reaction rate)
تولید	بافر (فضای ذخیره‌سازی موقت)، موجودی‌ها	نرخ تولید (ظرفیت) (throughput)
اقتصاد	سطح (level)	نرخ (rate)
حسابداری	ذخیره‌ها، اقلام ترازنامه	جریان نقدینگی، اقلام صورت سود و زیان
علم امراض مسری (epidemiology)	جمعیت مستعد ابتلا/مبتلا شده به یک بیماری مسری	نرخ انتشار یک بیماری مسری نرخ مرگ‌ومیر بر اثر یک بیماری

چگونه می‌توان گفت کدام مفاهیم، انبار و کدام جریان‌اند؟ انبارها، مقادیر مواد یا سایر انباشته‌ها هستند. آنها حالت سیستم‌اند. جریان‌ها، نرخ‌های تغییر حالات سیستم هستند. رودخانه‌ای را تصور کنید که وارد مخزن یک سد می‌شود. مقدار آب درون مخزن، یک/انبار (اندازه‌گیری شده با مثلاً مترمکعب) است. اگر شما یک خط فرضی در نقطه‌ای که آب وارد مخزن می‌شود، (از این سو به آن سو) بکشید، نرخ عبور آب از این خط (بر حسب مترمکعب در ثانیه)، جریان است.

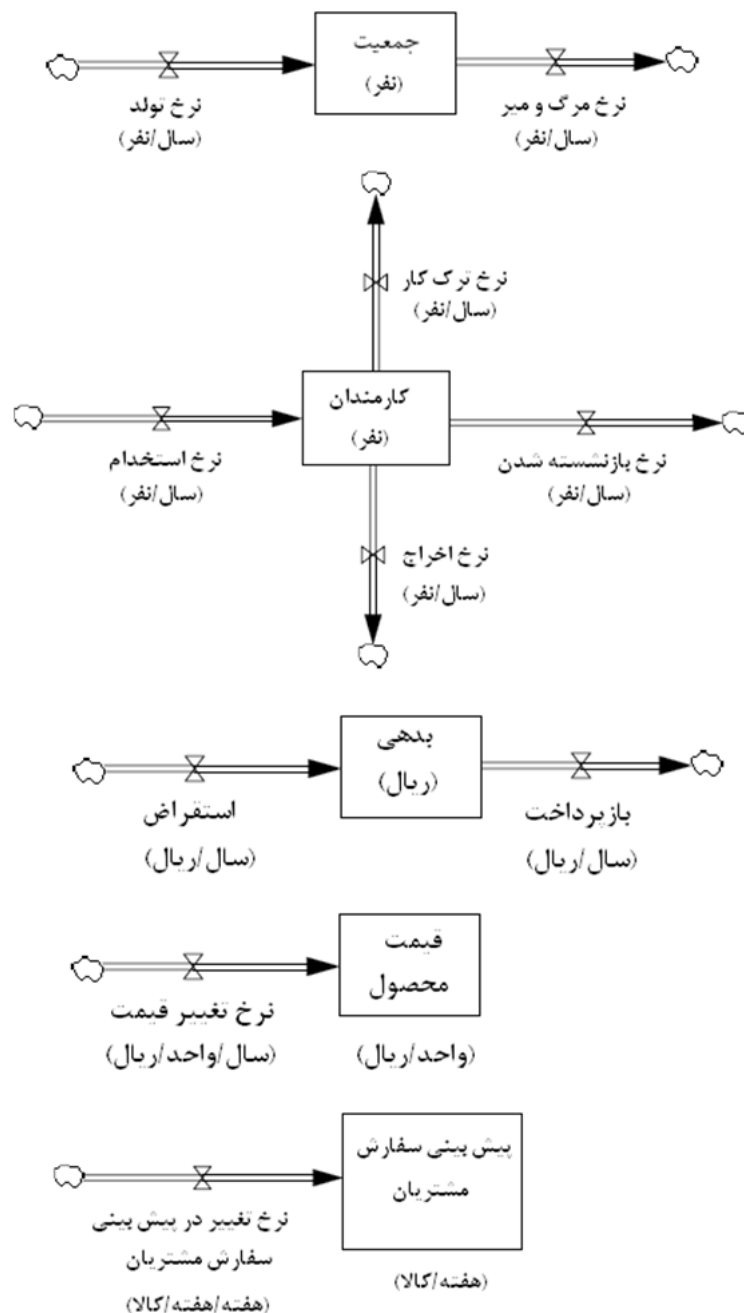
واحدهای اندازه‌گیری در شبکه‌های انبار و جریان

واحدهای اندازه‌گیری می‌توانند در تمایز بین انبار و جریان به شما کمک کنند. انبارها معمولاً یک مقدار مثل موجودی یک کالا، افراد استخدام شده یا مبلغ موجود در یک حساب هستند. جریان‌های وابسته به این‌ها باید با همان واحدها در هر دوره زمان (به عنوان مثال نرخ افزوده شدن کالاها به موجودی در هر هفته، نرخ استخدام بر حسب نفر در ماه، نرخ مصرف از یک حساب بر حسب ریال بر ساعت) اندازه‌گیری شوند. توجه کنید که انتخاب دوره زمانی، اختیاری است. شما آزادید هر سیستم اندازه‌گیری را انتخاب کنید به شرطی که سازگاری را حفظ کنید. می‌توانید نرخ تولید را بر حسب کالا در هفته، کالا در روز یا کالا در ساعت، انتخاب کنید.

انبارها حالت سیستم را نشان می‌دهند. برای شناسایی انبارهای کلیدی سیستم، یک عکس لحظه‌ای از صحنه را تصور کنید. انبارها چیزهایی (از جمله شامل حالات روان‌شناسی و سایر متغیرهای ناملموس) در تصویر هستند که می‌توانید آنها را بشمارید یا اندازه‌گیری کنید. ذخیره آب درون مخزن یک سد را می‌توانید از مجموعه‌ای از تصاویر ماهواره‌ای یا داده‌های توپوگرافیک تخمین بزنید؛ اما نمی‌توانید تعیین کنید سطح آب در حال افزایش یا کاهش است. صورت حساب بانکی شما مشخص می‌کند چه مبلغی پول در حساب شما وجود دارد اما نرخی که

اکنون در حال خرج کردن آن هستید را نشان نمی‌دهد. اگر زمان متوقف شود، می‌توان تعیین کرد یک شرکت چقدر موجودی دارد یا بهای مواد چقدر است اما تعیین نرخ خالص تغییر موجودی یا نرخ تورم قیمت مواد، امکان‌پذیر نیست. آزمون تصویر لحظه‌ای، برای انباره‌هایی که کمتر ملموس‌اند، نیز قابل استفاده است. پیش‌بینی مدیران کارخانه از نرخ سفارش مشتریان در هر لحظه یا آگاهی و ادراک از میزان موجودی، انباره‌اند؛ اگر چه ذهنی‌اند و انباره‌های فیزیکی نیستند. اما یک تصویر لحظه‌ای، از حالات ذهنی افراد، نشان نمی‌دهد آنها با چه سرعتی در حال بازنگری باورهای خود هستند.

شکل ۵ چند مفهوم عام را فهرست نموده و ساختار انباره و جریان و نیز واحدهای اندازه‌گیری آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۵:

جمعیت، کارمندان و بدهی، واضح‌اند؛ اما چرا قیمت یک محصول، انباره است؟ قیمت‌ها بر حالت سیستم دلالت می‌کنند: به ازای هر واحد محصول چقدر باید پردازید. قیمت اعلام شده برای یک کالا، تا زمانی که تغییر نکرده،

معتبر است؛ درست مانند تعداد کالاها در یک انبار که تا زمانی که با جریان تولید یا ارسال کالا، تغییر نیافته ثابت می‌ماند. حتی مبلغ‌های پیشنهادی در یک تالار مزایده، انباره‌اند؛ اگر چه عمر کوتاهی دارند: یک پیشنهاد تا زمانی که بازرگان، منصرف نشده یا آنرا تغییر نداده، معتبر است.

چرا پیش‌بینی ما از نرخ سفارش‌گذاری مشتریان برای یک محصول، انباره است؟ واضح است که نرخ واقعی سفارش مشتریان، یک جریان است. جریان سفارش مشتریان در یک backlog یا انباره "سفارشات تحویل نشده"، انباشته می‌شود تا زمانی که بتوان محصول را تحویل داد. اما باور مدیران درباره نرخ سفارش‌گذاری مشتریان، دلالت بر حالت سیستم دارد که در مثال، یک حالت ذهنی است. هیچ کس نرخ واقعی سفارش‌گذاری مشتریان در حال و آینده را نمی‌داند. باور مدیران در مورد سفارش‌ها می‌تواند متفاوت با نرخ واقعی سفارش‌ها باشد (و معمولاً چنین است). اعتقاد مدیران در مورد نرخ سفارش مشتریان، تا زمانی که آنها از اطلاعات جدیدی باخبر شوند و باور خود را به‌روز (update) کنند، ثابت می‌ماند. نرخ تغییر در پیش‌بینی سفارش‌ها، نرخ به‌روز شدن باورها است. به واحد اندازه‌گیری پیش‌بینی نرخ سفارش‌ها توجه کنید. همانند نرخ واقعی سفارش‌ها، پیش‌بینی نرخ سفارش نیز بر حسب کالا در هر دوره زمانی (مثلاً هفته) اندازه‌گیری می‌شود. واحد اندازه‌گیری نرخ به‌روزآوری باور درباره سفارش مشتریان بر حسب هفته/هفته/کالا) است.

دقت کنید که نرخ تغییر قیمت و نرخ تغییر در پیش‌بینی سفارش، می‌تواند مثبت یا منفی باشد (قیمت‌ها و پیش‌بینی تقاضا می‌توانند صعود یا نزول کنند). هر جریان ورودی یا خروجی یک انباره می‌تواند مثبت یا منفی باشد. جهت پیکان (به سمت داخل یا خارج از انباره) علامت قراردادی جریان را مشخص می‌کند. اگر یک جریان ورودی مثبت باشد، به انباره اضافه می‌شود؛ اگر جریان منفی باشد، از انباره کم می‌کند. وقتی جریان خروجی مثبت است، از انباره کم می‌کند.

(۴-۸) پیوستگی زمان و لحظه‌ای بودن جریان

در پویایی‌شناسی سیستم، تقریباً همیشه زمان را پیوسته در نظر می‌گیریم. رویدادها در هر زمانی می‌توانند رخ دهند؛ تغییر می‌تواند پیوسته اتفاق بیفتد؛ و می‌توان زمان را تا حد دلخواه به بازه‌های کوچک تقسیم نمود. مدل‌های سیستم‌های دینامیک، سیستم‌هایی از معادلات دیفرانسیل غیرخطی هستند. تقریباً هیچگاه (بخصوص برای مدل‌هایی که انطباق آنها با واقعیت، در حد متوسط یا بالاتر باشد) نمی‌توان جواب‌ها را از روش تحلیلی بدست آورد و رفتار مدل‌ها باید به صورت عددی محاسبه شود؛ فرایندی که انتگرال‌گیری عددی نامیده می‌شود. در شبیه‌سازی عددی، زمان را به بازه‌های گسسته تقسیم می‌کنیم. اما این بازه‌ها باید به قدر کافی کوچک باشند تا حل عددی، تقریب خوبی برای پویایی‌های پیوسته مربوطه باشد (به عنوان مثال اگر بازه را نصف نمودید، نباید روی نتایج شما اثر بگذارند).

(۵-۸) نمایش ریاضی انباره و جریان

برای کسانی که با مفاهیم حساب دیفرانسیل آشنایی ندارند یا آنرا به خاطر نمی‌آورند، به طور ساده می‌توان گفت: یک سیستم با یک انباره را در نظر بگیرید که دارای یک جریان ورودی و یک جریان خروجی است (شکل ۳). شروع فعالیت سیستم از زمان t_0 است و سطح ذخیره انباره در زمان شروع را $Stock_{t_0}$ فرض کنید. مثبت یا منفی بودن تفاضل جریان‌های ورودی و خروجی در هر لحظه نشان می‌دهد که انباره در آن لحظه در حال افزایش یا کاهش است. برای محاسبه سطح ذخیره انباره در هر زمان t باید نتیجه خالص جریان‌های ورودی و خروجی از t_0 تا t را به مقدار اولیه موجود در انباره اضافه کنیم.

اگر مفهوم انباشته شدن را با $INTEGRAL$ نشان دهیم، مقدار انباره در پایان مدت مورد بررسی برابر است با:

$$Stock_t = INTEGRAL(Inflow - Outflow, Stock_{t_0})$$

برای کسانی که با مفاهیم حساب دیفرانسیل آشنایی دارند، رابطه فوق را با زبان ریاضی بیان می‌کنیم: انباره‌ها، تفاضل جریان‌های ورودی و خروجی خود را انباشته ("انتگرال‌گیری") می‌کنند و نرخ تغییر انباره برابر تفاضل جریان ورودی و خروجی آن است. بنابراین ساختار انباره و جریان (شکل ۳) را به زبان ریاضی می‌توان با یک معادله انتگرال نوشت:

$$Stock(t) = \int_{t_0}^t [Inflow(s) - Outflow(s)] ds + Stock(t_0) \quad (1)$$

که در آن $Inflow(s)$ نشان‌دهنده جریان ورودی در هر زمان s (بین زمان اولیه t_0 و زمان کنونی t) است و $Stock(t_0)$ مقدار اولیه انباره در زمان شروع t_0 را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر مقدار انباره در هر لحظه t برابر با مجموع مقدار اولیه انباره در زمان شروع (t_0) و انتگرال جریان خالص ($Inflow(s) - Outflow(s)$) در فاصله زمانی بین t_0 و t است.

به طور مشابه می‌توان گفت نرخ خالص تغییر ("مشتق") هر انباره برابر جریان ورودی منهای جریان خروجی آن است که با معادله دیفرانسیل زیر قابل بیان است:

$$\frac{d(Stock)}{dt} = Net\ Change\ in\ Stock = Inflow(t) - Outflow(t) \quad (2)$$

معادله‌های (1) و (2) دقیقاً معادل شکل‌های ۱ و ۲ هستند. از هر سیستم معادلات دیفرانسیل یا انتگرالی می‌توان نقشه انباره و جریان متناظر با آن را ترسیم نمود و از هر نقشه انباره و جریانی می‌توان سیستم معادلات دیفرانسیل یا انتگرال متناظر با آن را ایجاد کرد.

نمادهای سنتی به کار رفته در حساب دیفرانسیل، اغلب برای بسیاری از افراد، گیج‌کننده است. بنابراین در این کتاب عبارت $\int_{t_0}^t [Inflow(s) - Outflow(s)] ds + Stock(t_0)$ را با تابع $INTEGRAL$ نشان خواهیم داد (که معادل نماد $INTEG$ در نرم‌افزار Vensim است):

$$Stock = INTEGRAL(Inflow - Outflow, Stock_{t_0}) \quad (3)$$

معادله (3) دقیقاً معادل رابطه (1) است.

معادله (2) را به صورت زیر نیز می‌توان نوشت:

$$\lim_{dt \rightarrow 0} \frac{Stock(t) - Stock(t - dt)}{dt} = Inflow(t) - Outflow(t)$$

$$Stock(t) = \lim_{dt \rightarrow 0} Stock(t - dt) + [Inflow(t) - Outflow(t)]dt$$

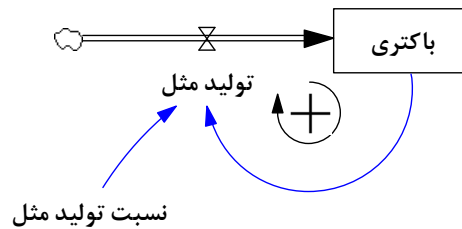
(۶-۸) شبیه‌سازی مثال‌های ساده

در این بخش چند مثال ساده ارائه شده تا مفاهیم پایه نمودارهای انباره و جریان، به خوبی درک شوند.

مثال ۱: تکثیر باکتری

بسیاری از باکتری‌ها، موجوداتی تک‌سلولی هستند که از طریق تقسیم سلولی، تولید مثل می‌کنند. یک محقق زیست‌شناسی را تصور کنید که اقدام به کشت یک نوع باکتری نموده است. جمعیت اولیه باکتری‌ها را ۱۰۰ سلول در نظر بگیرید. اگر در هر ساعت باکتری‌ها دو برابر شوند، مشخص کنید بعد از ۱۲ ساعت تعداد باکتری‌ها چقدر خواهد بود؟

حل: نمودار انباره و جریان این سیستم طبق شکل زیر است:

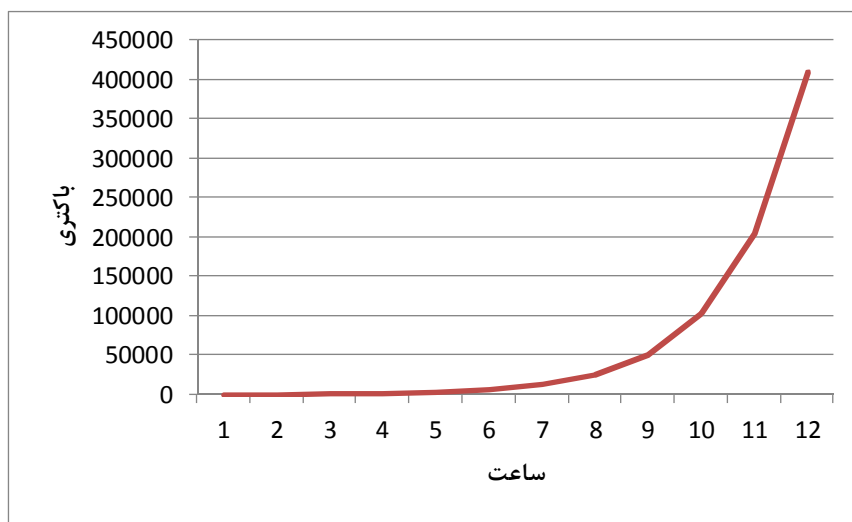


معادله‌های سیستم:

متغیر	واحد اندازه‌گیری	معادله
باکتری	سلول	$= \text{Integral}(100, \text{تولید مثل})$
تولید مثل	ساعت/سلول	$= \text{نسبت تولید مثل} \times \text{باکتری}$
نسبت تولید مثل	ساعت/۱	$= 100\%$

جدول و نمودار زیر، نتایج شبیه‌سازی سیستم در ۱۲ ساعت را نشان می‌دهند.

ساعت	جمعیت در ابتدای ساعت	جمعیت در پایان ساعت
1	100	200
2	200	400
3	400	800
4	800	1,600
5	1,600	3,200
...
10	51,200	102,400
11	102,400	204,800
12	204,800	409,600



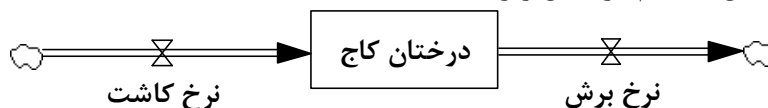
توجه کنید که مدل فوق با مفروضات زیر ساخته شده است:

- از مرگ باکتری‌ها صرف نظر شده است
- امکانات لازم برای تکثیر باکتری‌ها مهیا است
- باکتری‌های بوجود آمده در هر ساعت، در ساعت بعد می‌توانند در تکثیرها شرکت کنند

مثال ۲: درختان کاج

فرض کنید در یک ناحیه جنگلی، پنج میلیون اصله درخت کاج وجود دارد. یک شرکت چوب‌بری، سالیانه صد هزار اصله درخت از این جنگل می‌برد. یک گروه علاقه‌مند به حفظ محیط زیست که نگران نابود شدن جنگل است، سالیانه پنج هزار درخت جدید می‌کارد. تعداد درختان موجود در این جنگل در سی سال آینده چقدر خواهد بود؟ حل: پاسخ این مسئله را حتماً می‌دانید. در اینجا می‌خواهیم با این تمرین ساده، مفاهیم پایه نمودارهای انباره و جریان را توضیح دهیم!

نمودار انباره و جریان این سیستم در شکل زیر آمده است:



معادله‌های سیستم:

متغیر	واحد اندازه‌گیری	معادله
درختان کاج	اصله	$= Integral(نرخ کاشت - نرخ برش)$ (5,000,000)
نرخ کاشت	سال/اصله	$= 5000$
نرخ برش	سال/اصله	$= 100000$

فرض کنید می‌خواهیم با روش شبیه‌سازی، تعداد درختان کاج در جنگل فوق را محاسبه کنیم. محاسبات این شبیه‌سازی در جدول زیر ارائه شده است.

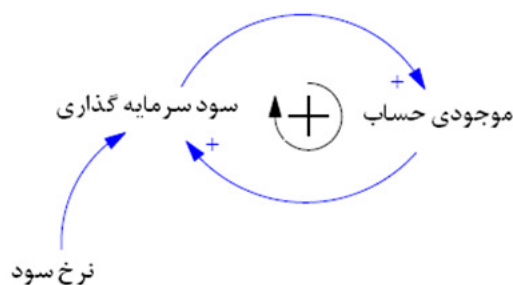
سال	درختان کاج در ابتدای سال	نرخ کاشت	نرخ برش	درختان کاج در پایان سال
1	5,000,000	5,000	100,000	4,905,000
2	4,905,000	5,000	100,000	4,810,000
3	4,810,000	5,000	100,000	4,715,000
4	4,715,000	5,000	100,000	4,620,000
5	4,620,000	5,000	100,000	4,525,000
...
28	2,435,000	5,000	100,000	2,340,000
29	2,340,000	5,000	100,000	2,245,000
30	2,245,000	5,000	100,000	2,150,000

دقت کنید که در مدل فوق، دوره رشد برای درختان کاشته شده، لحاظ نشده است؛ بنابراین نتایج آن در محدوده‌ای صحیح است که درختان کافی برای برش وجود دارد و نهال‌های کاشته شده، فرصت کافی برای طی نمودن دوره رشد دارند.

مثال ۳: موجودی یک حساب بانکی

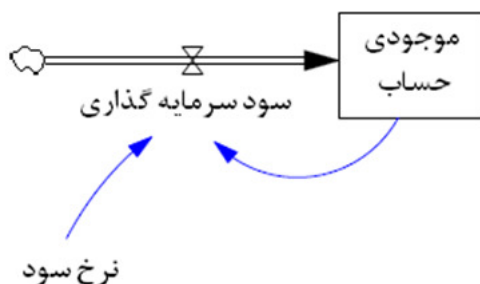
فرض کنید فردی بانک را به عنوان محل سرمایه‌گذاری خود انتخاب نموده و مبلغی (معادل ۱۰۰۰ ریال) را به عنوان سپرده در حساب بانکی خود واریز نموده و نرخ سود بانک ۲۰٪ در سال است. سود تعلق‌یافته به حساب، در پایان هر سال محاسبه و به موجودی حساب اضافه می‌گردد. در صورتی که این فرد از حساب خود برداشتی نداشته باشد، موجودی آن در طول ۲۰ سال آینده چقدر خواهد بود؟

حل: نمودار حلقه علیت این سیستم در شکل ۶ ترسیم شده و شامل یک حلقه تقویتی است.



شکل ۶: نمودار حلقه علیت

نمودار انباره و جریان این سیستم در شکل ۷ ترسیم شده است.



شکل ۷: نمودار انباره و جریان

معادله‌های سیستم:

متغیر	واحد اندازه‌گیری	معادله
موجودی حساب	ریال	$\text{Integral}(\text{سود سرمایه گذاری}, 1000) =$
سود سرمایه‌گذاری	سال/ریال	$\text{نرخ سود} \times \text{موجودی حساب} =$
نرخ سود	سال/۱	$= 20\%$

برای شبیه‌سازی این مدل با نرم‌افزار Vensim باید در تنظیمات مدل (Model Settings)، پارامتر Final Time را ۲۰ و پارامتر Units for Time را سال (Year) و پارامتر Time Step را ۱ انتخاب کنید.

رفتار سیستم:

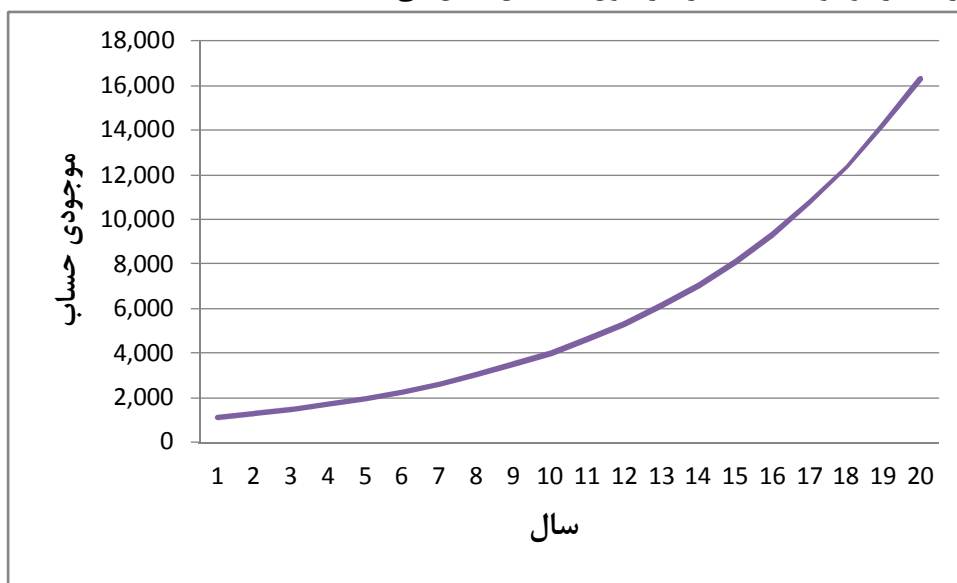
برای شبیه‌سازی رفتار سیستم‌های پویا در طول زمان، باید از نرم‌افزارهای مناسب استفاده کرد. برای درک بهتر موضوع، جزئیات محاسبات شبیه‌سازی در جدول ۳ ارائه شده است. البته اعداد اعشاری، گرد شده‌اند. موجودی ابتدای هر دوره، برابر با موجودی انتهای دوره قبل و موجودی پایان هر دوره برابر موجودی ابتدای دوره به اضافه سود آن دوره است.

جدول ۳: شبیه‌سازی سیستم تا ۲۰ سال با نرخ سود ۲۰٪

سال	موجودی ابتدای دوره	سود	موجودی پایان دوره
1	1,000	200	1,200
2	1,200	240	1,440
3	1,440	288	1,728
4	1,728	346	2,074
5	2,074	415	2,488
6	2,488	498	2,986
7	2,986	597	3,583

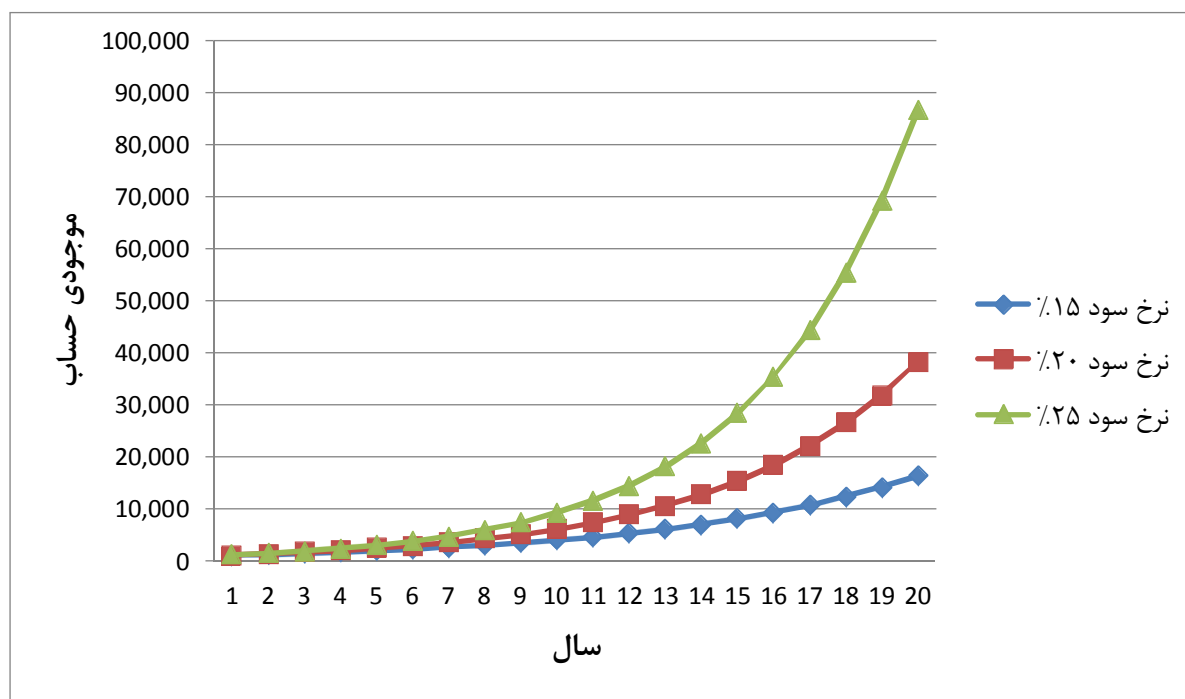
...
16	15,407	3,081	18,488
17	18,488	3,698	22,186
18	22,186	4,437	26,623
19	26,623	5,325	31,948
20	31,948	6,390	38,338

شکل ۸ رفتار متغیر موجودی حساب را در طول ۲۰ سال نشان می‌دهد.



شکل ۸: موجودی حساب در طول زمان با نرخ سود ۲۰٪

شکل ۹ نتایج شبیه‌سازی سیستم با سه نرخ سود متفاوت (۱۵٪، ۲۰٪ و ۲۵٪) را نمایش می‌دهد.



شکل ۹: موجودی حساب در طول زمان با سه نرخ سود متفاوت

البته برای محاسبه موجودی حساب در هر دوره، فرمول تحلیلی نیز وجود دارد:

$$(4) \quad \text{موجودی اولیه حساب} \times (\text{نرخ سود} + 1)^n = \text{موجودی حساب در پایان سال } n$$

که در این مثال، نرخ سود 0.2 و موجودی اولیه حساب ۱۰۰۰ است. اگر n را ۲۰ قرار دهیم، موجودی حساب در پایان سال بیستم، برابر با ۳۸۳۳۸ ریال خواهد بود که با نتیجه شبیه‌سازی در جدول ۳ یکسان است. اکنون ممکن است این سؤال ایجاد شود که با وجود فرمول فوق، چه دلیلی برای شبیه‌سازی سیستم وجود داشت. پاسخ این است که فرمول تحلیلی فقط برای برخی سیستم‌های ساده وجود دارد و سیستم‌های واقعی آن قدر پیچیده‌اند که حل تحلیلی برای آنها وجود ندارد و گریزی از شبیه‌سازی نیست.

تذکر مهم: مدل‌های انبار و جریان، برای سیستم‌های پیوسته طراحی شده‌اند: سیستم‌هایی که کوچک کردن طول گام شبیه‌سازی (*time step*)، مجاز است و می‌توان آنرا تا حد دلخواه کاهش داد و این کاهش، نه تنها موجب غلط شدن نتیجه شبیه‌سازی نمی‌گردد، بلکه دقت آنرا بالا می‌برد. بنابراین حساب‌های بانکی که سود آنها به صورت دوره‌ای (مثلاً سالانه یا سه ماهه)، محاسبه و واریز می‌گردد، سیستم گسسته محسوب می‌شوند و در ترسیم نمودار انبار و جریان برای آنها، باید مراقب این تفاوت باشیم. در مثال قبل، اگر کسی طول گام شبیه‌سازی را از ۱ سال به ۶ ماه یا کمتر کاهش دهد، نتیجه غلط به دست خواهد آورد چون دوره محاسبه سود این حساب، یک ساله بود. در حساب‌هایی که سود آنها به صورت دوره‌ای محاسبه می‌شود، طول گام شبیه‌سازی باید دقیقاً مساوی با دوره اعمال سود توسط بانک باشد. نمودارهای انبار و جریان را برای حساب‌های بانکی که نرخ بهره آنها مرکب پیوسته است، بدون نگرانی می‌توان ترسیم و شبیه‌سازی نمود (مانند آنچه در مثال بعدی آمده است).

مثال ۴: موجودی حساب بانکی با مرکب شدن پیوسته (Continuous Compounding)

در مثال قبل فرض بر این بود که بانک در انتهای هر سال، سود سپرده را محاسبه و به حساب واریز می‌کند. به عبارت دیگر، دوره مرکب شدن، سالیانه بود. معمولاً بانکها در تبلیغات خود برای جذب مشتری اعلام می‌کنند که مثلاً سود سالیانه ۲۰٪ و "روز شمار" پرداخت می‌کنند. اثر عبارت روزشمار این است که گویا بانک در انتهای هر روز، سود سپرده شما را محاسبه و به حساب شما واریز می‌کند. در این حالت، دوره مرکب شدن، روزانه است. توجه داشته باشید که اگر بانک نرخ را ۲۰٪ در سال اعلام کرده و دوره مرکب شدن را روزانه اعمال کند، نرخ سود واقعی پرداختی به شما بیش از ۲۰٪ خواهد شد که به این نرخ واقعی، نرخ مؤثر (Effective Interest Rate) نیز می‌گویند. اگر دوره مرکب شدن، از روزانه هم کمتر شود و به ساعت یا حتی لحظه برسد، آنرا مرکب شدن پیوسته گویند.

اکنون فرض کنید مبلغ ۱۰۰۰ ریال در یک حساب بانکی با نرخ سالیانه (اسمی) ۲۰٪ و مرکب شدن پیوسته، وجود دارد. در صورتی که این فرد از حساب خود برداشتی نداشته باشد، موجودی آن در طول ۲۰ سال آینده چقدر خواهد بود؟

حل: نمودارهای حلقه علیت و انبار و جریان این سیستم مانند مثال قبل است. در مثال قبل، *Time Step* را ۱ سال فرض کردیم که با نحوه محاسبه سود توسط بانک، سازگار بود. اما سؤالی که در این مثال وجود دارد، این است که طول هر گام زمان (*Time Step*) را چقدر در نظر بگیریم. می‌توان طول گام را ۱ سال، ۳ ماه، ۱ ماه، ۱ روز، ۱ ساعت، ۱ دقیقه، ۱ ثانیه یا کمتر در نظر گرفت. با مشخص شدن طول هر گام زمان، انجام محاسبات مشابه مثال قبل خواهد بود. اگر طول گام را ۱ سال در نظر بگیریم، نتایج حاصله همانند مثال قبل است. اما اگر به عنوان نمونه، طول گام را ۳ ماهه در نظر بگیریم، محاسبات ما مشابه جدول ۴ خواهد بود.

توجه کنید که وقتی طول هر دوره را ۳ ماه در نظر می‌گیریم، نرخ سود را باید متناسب با طول دوره اعمال کنیم. یعنی نرخ سود هر دوره سه ماهه برابر $\frac{0.2}{4}$ یعنی 0.05 خواهد بود. واضح است که موجودی حساب در پایان سال بیستم با گام زمانی ۳ ماهه، بیشتر از مقدار آن با گام زمانی ۱ ساله شده و شبیه‌سازی ما از رفتار سیستم، دقیق‌تر شده و نتایج بدست آمده به واقعیت سیستم، نزدیک‌تر است.

جدول ۴: شبیه‌سازی سیستم با گام زمانی ۳ ماهه

سال	فصل	موجودی ابتدای دوره	سود	موجودی پایان دوره
1	1	1,000	50	1,050
1	2	1,050	53	1,103
1	3	1,103	55	1,158
1	4	1,158	58	1,216
2	1	1,216	61	1,276
2	2	1,276	64	1,340
2	3	1,340	67	1,407
2	4	1,407	70	1,477
3	1	1,477	74	1,551
3	2	1,551	78	1,629
3	3	1,629	81	1,710
3	4	1,710	86	1,796
4	1	1,796	90	1,886
4	2	1,886	94	1,980
4	3	1,980	99	2,079
4	4	2,079	104	2,183
...
19	1	33,545	1,677	35,222
19	2	35,222	1,761	36,984
19	3	36,984	1,849	38,833
19	4	38,833	1,942	40,774
20	1	40,774	2,039	42,813
20	2	42,813	2,141	44,954
20	3	44,954	2,248	47,201
20	4	47,201	2,360	49,561

اگر طول گام‌ها را همچنان کوچکتر کنیم، نتایج متفاوتی بدست خواهیم آورد. خلاصه نتایج بدست آمده با گام‌های زمانی مختلف، در جدول ۵ ارائه شده است. طبق جدول ۵ اگر طول هر گام زمان را ۱ روز در نظر بگیریم، موجودی حساب در پایان سال بیستم ۵۴۵۳۸ ریال خواهد بود.

جدول ۵: موجودی حساب در پایان سال بیستم با طول گام‌های مختلف

طول گام زمانی (Time Step)	موجودی حساب در پایان سال بیستم
۱ سال	38338
۶ ماه	45259
۳ ماه	49561
۱ ماه	52828
۱ هفته	54181
۱ روز	54538
۱ ساعت	54596
۱ دقیقه	54598.108
۱ ثانیه	54598.146

با توجه به ساده بودن این سیستم، می‌دانیم که فرمول تحلیلی نیز برای آن وجود دارد:

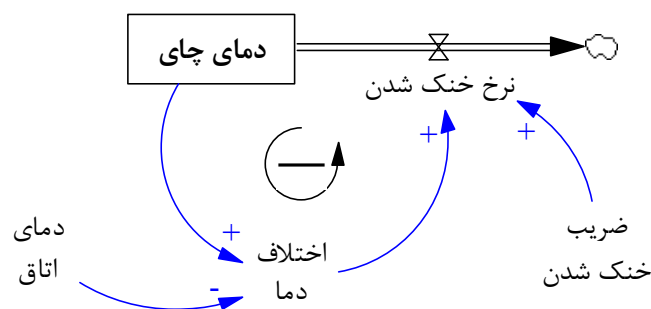
$$(5) \quad n \times \text{نرخ اسمی} \times e^{\text{موجودی اولیه حساب}} = \text{موجودی حساب در پایان سال } n$$

نرخ اسمی سالیانه در این مثال 0.2 است که با توجه به رابطه فوق، می‌توانیم ارزش موجودی را در پایان سال بیستم محاسبه نماییم که برابر با 54598.150 ریال خواهد بود. مقایسه این عدد با عدد مربوط به ۱ ثانیه در جدول ۵، نشان می‌دهد تفاوت ناچیزی (در حد 0.04 ریال) بین آنها وجود دارد و ما بدون داشتن فرمول تحلیلی این سیستم، توانسته‌ایم رفتار آنرا با دقت قابل قبولی محاسبه کنیم.

برای بدست آوردن طول گام مطلوب در هر شبیه‌سازی، باید آنرا به گونه‌ای انتخاب کنیم که کاهش آن (مثلاً نصف شدن آن) تأثیر چشمگیری بر نتیجه شبیه‌سازی نداشته باشد. بدیهی است که قضاوت در مورد چشمگیر بودن تأثیر، بستگی به مسئله مورد بررسی و دقت مورد نظر آن دارد. از طرف دیگر، هر چه طول گام کاهش یابد، زمان اجرای شبیه‌سازی افزایش خواهد یافت. در این مثال، شاید بتوان گفت کاهش طول گام به کمتر از یک روز، تأثیر قابل توجهی بر نتیجه نهایی شبیه‌سازی ندارد (تأثیر آن حدود ۶۰ ریال است که در مسائل واقعی، قابل اغماض خواهد بود).

مثال ۵: سرد شدن چای

یکی از بازخوردهای منفی که با قوانین فیزیک کار می‌کند، سرد شدن لیوان چای داغ در دمای اتاق است. وقتی یک لیوان چای داغ را در دمای اتاق قرار می‌دهید، شروع به خنک شدن می‌کند که نرخ سرد شدن آن، بستگی به تفاوت دمای چای با دمای اتاق دارد. هر چه این تفاوت بیشتر باشد، سرعت خنک شدن نیز بیشتر است. نمودار انباره و جریان این سیستم در شکل ۱۰ آمده است.



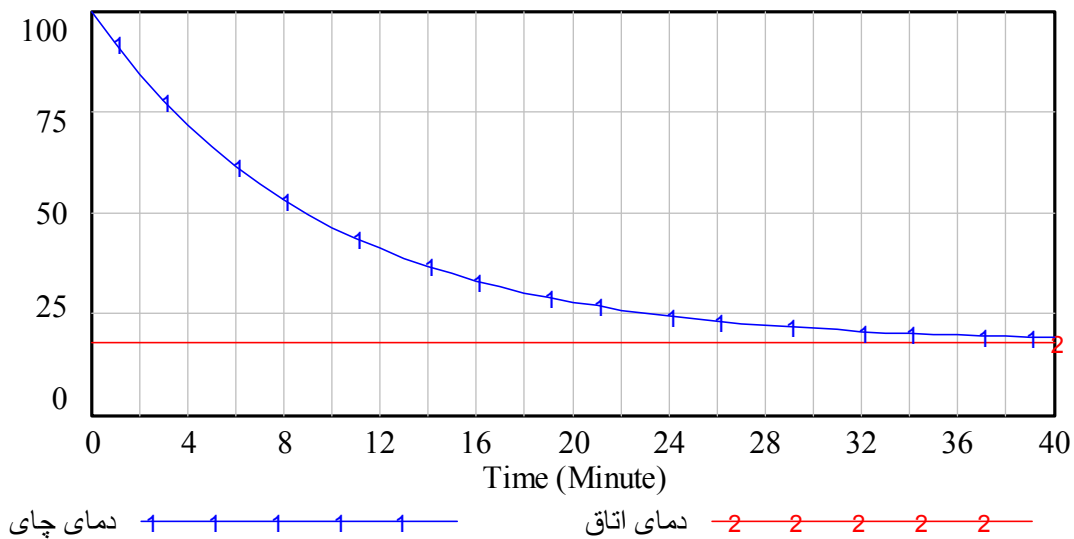
شکل ۱۰

متغیر	واحد	معادله
دمای چای	درجه سانتی گراد	$= \text{Integral} (100, \text{نرخ خنک شدن})$
نرخ خنک شدن	دقیقه/درجه	= ضریب خنک شدن × اختلاف دما
ضریب خنک شدن	دقیقه/۱	0.1
دمای اتاق	درجه سانتی گراد	18
اختلاف دما	درجه سانتی گراد	= دمای اتاق - دمای چای

شبیه‌سازی سیستم با *time step* برابر ۱ دقیقه:

دقیقه	دمای چای در ابتدای دقیقه	اختلاف دما	نرخ خنک شدن	دمای چای در انتهای دقیقه
1	100	82	8.2	91.8
2	91.80	73.80	7.38	84.42
3	84.42	66.42	6.64	77.78
4	77.78	59.78	5.98	71.80
5	71.80	53.80	5.38	66.42
6	66.42	48.42	4.84	61.58
...
11	46.59	28.59	2.86	43.73
12	43.73	25.73	2.57	41.16
13	41.16	23.16	2.32	38.84
14	38.84	20.84	2.08	36.76
...
22	26.97	8.97	0.90	26.08
23	26.08	8.08	0.81	25.27
24	25.27	7.27	0.73	24.54
25	24.54	6.54	0.65	23.89
...
38	19.66	1.66	0.17	19.50
39	19.50	1.50	0.15	19.35
40	19.35	1.35	0.13	19.21

سرد شدن چای تا دمای اتاق



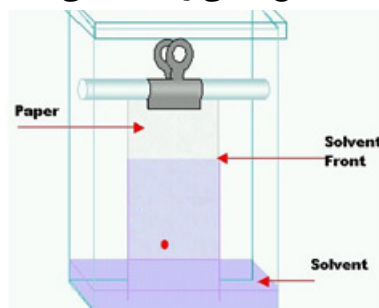
شکل ۹۷

تمرین: مثال فوق را با $time\ step$ برابر ۴ ثانیه و ۰.۱ ثانیه نیز شبیه‌سازی نموده و نتایج آنرا با جدول فوق مقایسه کنید.

مثال ۶: کروماتوگرافی (Chromatography) با کاغذ

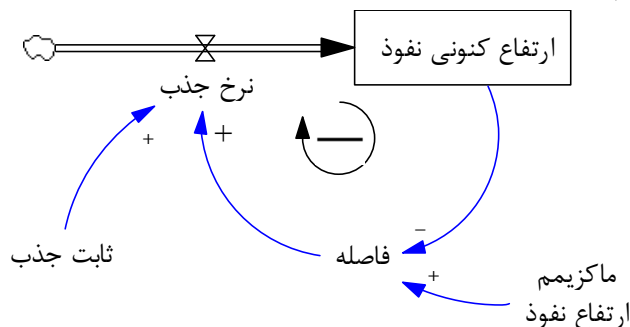
کروماتوگرافی یکی از آزمایش‌های متداول در کلاس‌های شیمی است. کروماتوگرافی روشی برای تفکیک مواد تشکیل‌دهنده یک مایع ناشناخته است.

در این آزمایش چند قطره از ماده مورد نظر را روی کاغذ قرار می‌دهند. فرض کنید فاصله قطره‌ها از لبه پایین کاغذ ۴ سانتی‌متر است. آنگاه کاغذ را به صورت عمودی در یک ظرف حاوی ماده حل‌کننده (مانند آب) به گونه‌ای قرار می‌دهند که مثلاً ۳ سانتی‌متر از آن در مایع قرار گرفته باشد. وقتی مایع جذب کاغذ می‌شود و به سمت بالا حرکت می‌کند، ملکول‌های مایع، ماده نمونه را نیز بالا می‌برند. به دلیل تفاوت جرم و اندازه ملکول‌های مواد تشکیل‌دهنده نمونه، از یکدیگر جدا می‌شوند. در ابتدا که کاغذ را در مایع قرار می‌دهیم، کاغذ خشک به سرعت مایع را جذب می‌کند و مایع به سرعت بالا می‌رود. به تدریج که مایع بالا می‌رود، نیروهایی که آنرا به سمت بالا می‌کشند (کشش سطحی و فشار آب) و نیروهایی که آنرا به پایین می‌کشند (جاذبه و فشار هوا) یکدیگر را خنثی می‌کنند. بالاخره تعادل ایجاد می‌شود و کاغذ هیچ مایعی را جذب نمی‌کند.



می‌توان گفت نیروهای وارده بر مایع درون کاغذ، نسبت مستقیم با ارتفاع مایع در کاغذ دارد. فرض کنید متغیر ارتفاع کنونی نفوذ (بر حسب سانتی‌متر) نشان‌دهنده سطح مایع روی کاغذ باشد و ماکزیمم ارتفاع نفوذ (بر حسب

سانتی‌متر) نیز بیانگر حداکثر ارتفاعی است که مایع در کاغذ نفوذ خواهد کرد. آنگاه نرخ جذب (بر حسب سانتی‌متر بر دقیقه) کسری از فاصله بین دو ارتفاع فوق خواهد بود. این کسر را ثابت جذب می‌نامیم. نمودار انباره و جریان سیستم:



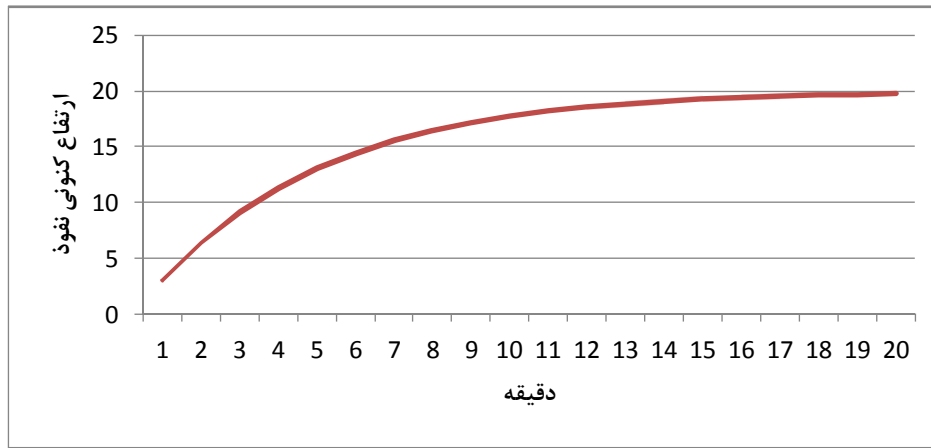
شکل ۷۵

فرض کنید در یک آزمایش کروماتوگرافی ماکزیمم ارتفاع نفوذ بدست آمده ۲۰ سانتی‌متر بوده است و مایع در هر دقیقه ۰.۲ فاصله باقی‌مانده را نفوذ می‌کند. بنابراین معادله‌های سیستم را می‌توان نوشت:

متغیر	واحد	معادله
ارتفاع کنونی نفوذ	سانتی‌متر	$= Integral (3, \text{نرخ جذب})$
نرخ جذب	دقیقه/سانتی‌متر	$= \text{ثابت جذب} \times \text{فاصله}$
ثابت جذب	دقیقه/۱	0.2
ماکزیمم ارتفاع نفوذ	سانتی‌متر	20
فاصله	سانتی‌متر	$= \text{ارتفاع کنونی نفوذ} - \text{ماکزیمم ارتفاع نفوذ}$

جدول شبیه‌سازی و نمودار سیستم:

دقیقه	ارتفاع نفوذ در ابتدای دقیقه	فاصله	مقدار جذب	ارتفاع نفوذ در پایان دقیقه
1	3	17	3.4	6.400
2	6.400	13.600	2.720	9.120
3	9.120	10.880	2.176	11.296
4	11.296	8.704	1.741	13.037
5	13.037	6.963	1.393	14.429
6	14.429	5.571	1.114	15.544
7	15.544	4.456	0.891	16.435
8	16.435	3.565	0.713	17.148
9	17.148	2.852	0.570	17.718
10	17.718	2.282	0.456	18.175
11	18.175	1.825	0.365	18.540
12	18.540	1.460	0.292	18.832
...
18	19.617	0.383	0.077	19.694
19	19.694	0.306	0.061	19.755
20	19.755	0.245	0.049	19.804

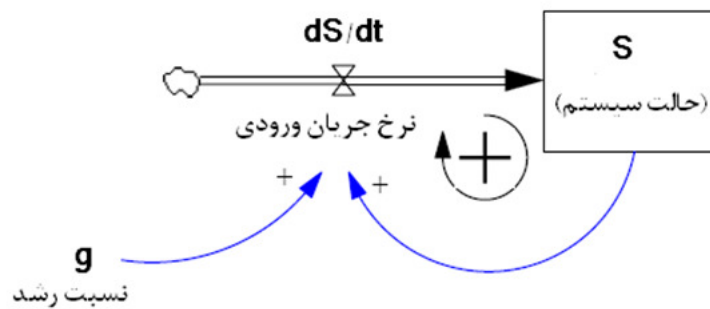


(۷-۸) حل تحلیلی مدل‌های ساده

اکنون که با مفاهیم پایه آشنا شدید، وقت آن است که حل تحلیلی چند مدل ساده را نیز ببینید.

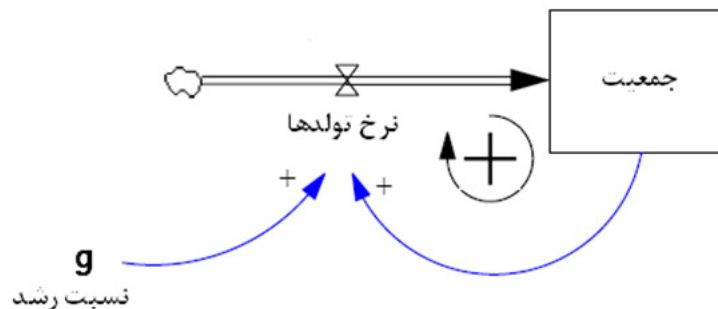
مدل انباره و جریان حلقه تقویتی:

در شکل ۱۰ نمودار انباره و جریان حلقه تقویتی ترسیم شده است.



شکل ۱۰

شکل ۱۱ یک مثال خاص از این سیستم را نشان می‌دهد که مربوط به رشد جمعیت است. توجه کنید که این مدل از جمعیت، همراه با این فرض است که هر فرد، پس از تولد، قابلیت باروری و تولید مثل خواهد داشت. البته این فرض در مورد انسان‌ها صادق نیست. برای مدل‌سازی جمعیت انسانی باید انباره‌های بیشتری در نظر گرفت.



شکل ۱۱

معادله‌های سیستم:

متغیر	معادله
حالت سیستم	حالت اولیه سیستم , نرخ جریان ورودی $Integral$ = حالت سیستم
نرخ جریان ورودی	نسبت رشد \times حالت سیستم = نرخ جریان ورودی

حل تحلیلی مدل (زمان پیوسته):

با توجه به سادگی معادله دیفرانسیل این سیستم، می توان آنرا حل نمود.

$$\frac{dS}{dt} = g \cdot S = \text{نرخ جریان ورودی}$$

با جداسازی متغیرها به رابطه زیر می رسیم

$$\frac{dS}{S} = g \cdot dt$$

انتگرال گیری از دو طرف

$$\int \frac{dS}{S} = \int g \cdot dt$$

می دانیم که:

$$\int \frac{dx}{x} = \text{Ln}(x) , \quad \int g \cdot dt = gt$$

بنابراین

$$\text{Ln}(S) = gt + c \Rightarrow S = e^{gt} \cdot e^c$$

که در آن c یک مقدار ثابت است. با قرار دادن c^* به جای e^c خواهیم داشت :

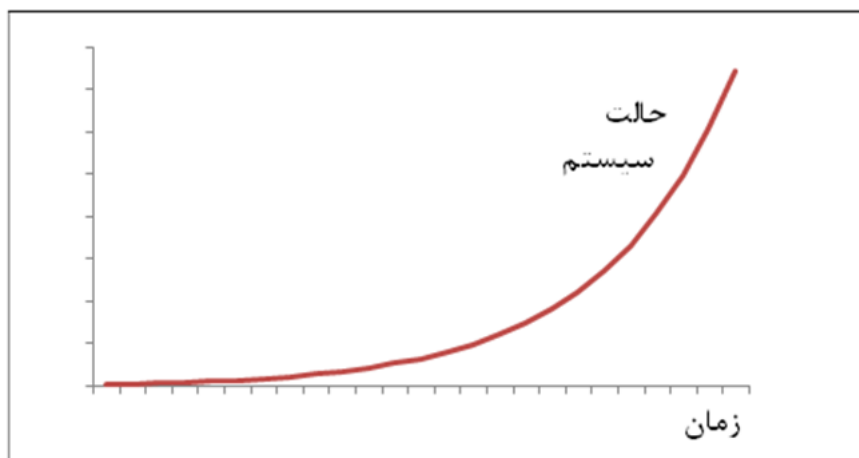
$$S(t) = c^* \cdot e^{gt}$$

اگر مقدار اولیه S (در زمان $t = 0$) را با $S(0)$ نشان دهیم:

$$t = 0 \Rightarrow c^* = S(0)$$

بنابراین

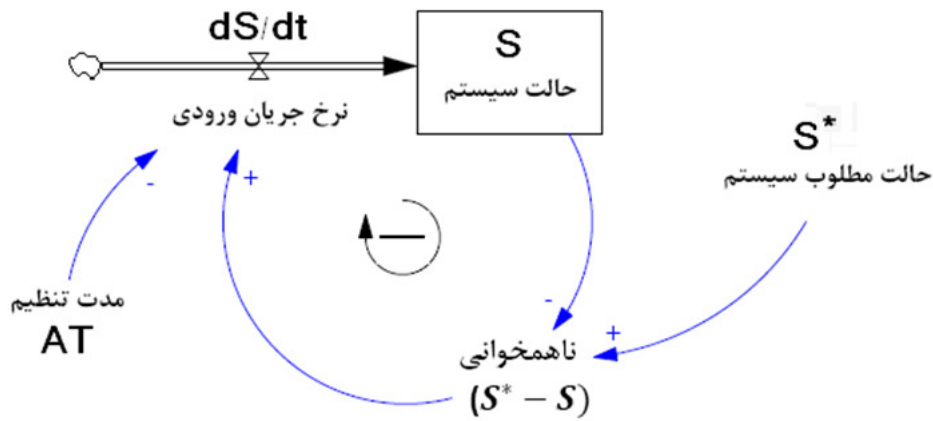
$$S(t) = S(0)e^{gt}$$



شکل ۱۲

مدل انباره و جریان حلقه تعادلی:

در شکل ۱۳ نمودار انباره و جریان حلقه تعادلی ترسیم شده است.



شکل ۱۳

مدت تنظیم (adjustment time) نشان می‌دهد که چقدر سریع می‌خواهیم نقصان را رفع کنیم. اگر بخواهیم نقصان را سریع رفع کنیم، مدت تنظیم باید کوچک باشد.

معادله‌های سیستم:

متغیر	معادله
حالت سیستم	$= \text{Integral}(\text{نرخ جریان ورودی})$
ناهمخوانی	$= (S^* - S) = \text{حالت مطلوب} - \text{حالت سیستم}$
نرخ جریان ورودی	$= \frac{\text{ناهمخوانی}}{\text{مدت تنظیم}} = \frac{(S^* - S)}{AT}$
حالت مطلوب سیستم	پارامتر ثابت

حل تحلیلی مدل (زمان پیوسته):

با توجه به سادگی معادله دیفرانسیل این سیستم، می‌توان آنرا حل نمود.

$$\frac{dS}{dt} = \text{نرخ جریان ورودی} = \frac{(S^* - S)}{AT}$$

با جداسازی متغیرها به رابطه زیر می‌رسیم

$$AT \cdot \frac{dS}{(S^* - S)} = dt$$

با انتگرال از دو طرف

$$AT \cdot \int \frac{dS}{(S^* - S)} = \int dt$$

می‌دانیم که

$$\int \frac{dS}{(S^* - S)} = -\text{Ln}(S^* - S)$$

در نتیجه

$$-AT \cdot \text{Ln}(S^* - S) = t + c \rightarrow \text{Ln}(S^* - S) = -\frac{t + c}{AT}$$

$$S^* - S = e^{-\frac{t+c}{AT}} \rightarrow S(t) = S^* - e^{-\frac{t+c}{AT}} = S^* - e^{-\frac{t}{AT}} \cdot e^{-\frac{c}{AT}}$$

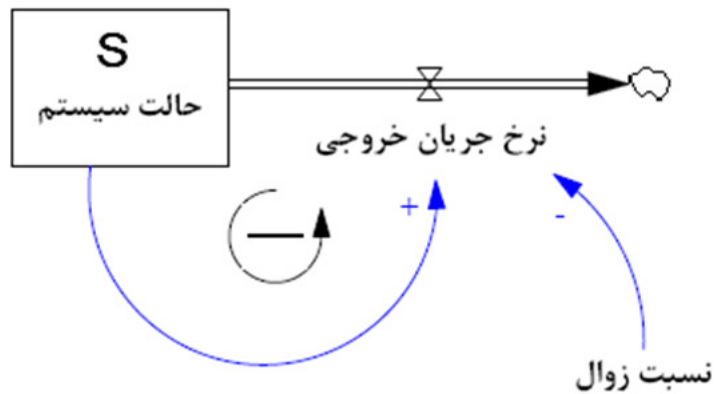
با قرار دادن

$$S(0) = S^* - e^{-\frac{c}{AT}} \rightarrow e^{-\frac{c}{AT}} = S^* - S(0)$$

با جاگزینی

$$S(t) = S^* - [S^* - S(0)]e^{-\frac{t}{AT}}$$

نمودار انباره و جریان حلقه تعادلی را به شکل ۱۴ نیز می توان ترسیم نمود که البته حالتی خاص از نمودار قبلی است. اگر در شکل ۱۳ حالت مطلوب سیستم را صفر فرض کنیم، به شکل ۱۴ تبدیل می شود. این ساختار به صورت مجانبی به صفر نزدیک می گردد.



شکل ۱۴

(۸-۸) مدل انباره و جریان محدودیت‌های رشد (Limits to Growth)

یک فرایند تقویتی، دوره‌ای از رشد و گسترش شتابان را طی می‌کند؛ آنگاه شروع به کند شدن می‌کند و سرانجام متوقف می‌گردد. فاز رشد بر اثر فعالیت یک (یا چند) فرایند بازخورد تقویتی صورت می‌گیرد. کند شدن رشد، ناشی از یک فرایند تعادلی است که به خاطر نزدیک شدن سیستم به یک کرانه (Limit)، وارد عمل می‌شود.

مثال ۱: مُد (Fad)

گسترش مدها، مشخصه‌های رشد S گونه را دارد. برخی محصولات با سر و صدای زیاد وارد بازار می‌شوند. افراد به مغازه‌ها هجوم می‌آورند تا آخرین مد را خریداری کنند. همه دوستان شما یک کالا را خریده‌اند، پس شما هم باید بخرید. اما پس از مدتی، بازار چنین محصولاتی اشباع می‌گردد. در این مثال، یک محصول عروسکی (doll) را در نظر می‌گیریم که به سرعت، مردم‌پسند می‌شود و مغازه‌های اسباب‌بازی‌فروشی نمی‌توانند همه تقاضاها را پاسخ دهند. اما پس از مدتی، همه بچه‌هایی که والدینشان استطاعت خرید چنین عروسکی را داشته‌اند، آنرا دارند. مد از بین می‌رود. عروسک‌ها به تاقچه‌ها و قفسه‌ها انداخته می‌شوند.

قبل از ادامه مثال، سوالات زیر را در نظر بگیرید:

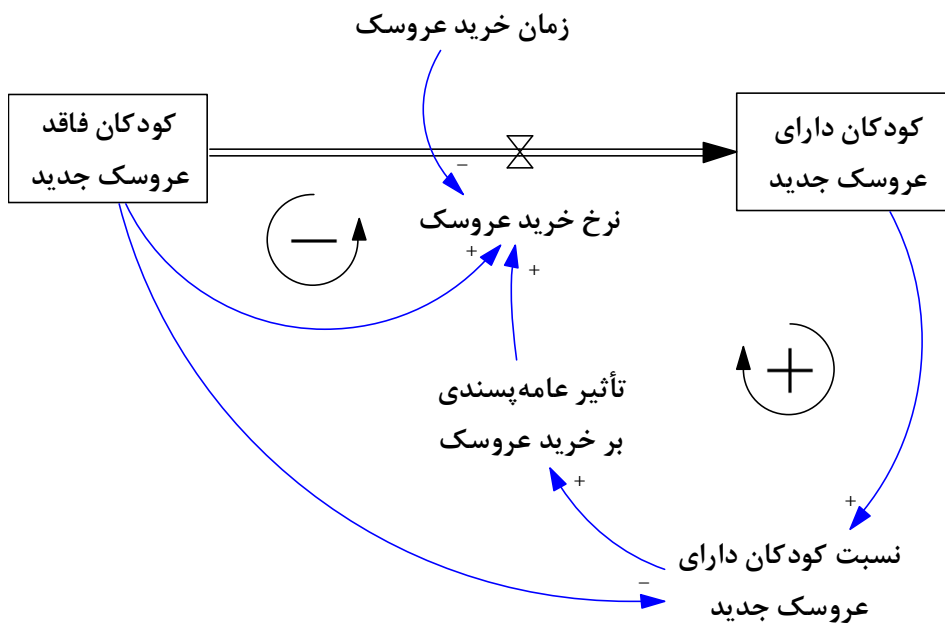
- متغیرهای کلیدی این سیستم کدام‌اند؟
 - محدودیت‌های اعمال شده بر سیستم چیست؟
 - حلقه‌های مثبت و منفی تعیین‌کننده رفتار سیستم کدام‌اند؟
- برخی متغیرهای مهم عبارتند از:

- تعداد کودکانی که عروسک را خریده‌اند
- تعداد کودکانی که عروسک را نخریده‌اند
- مدتی که طول می‌کشد تا هر کودک، عروسک را بخرد

محدودیت سیستم، حجم بازار است: تعداد کل کودکانی که استطاعت تهیه عروسک را دارند.

رفتار سیستم با دو حلقه اصلی، کنترل می‌شود. حلقه مثبت، معروفیت و محبوبیت (عامه‌پسندی) عروسک است که با تبلیغات دهان‌به‌دهان رشد می‌کند. هر چه کودکان بیشتری عروسک را دارند، عامه‌پسندتر می‌شود. حلقه منفی، ناشی از محدودیت یک بازار با حجم ثابت است. هر چه کودکان بیشتری عروسک را تهیه می‌کنند، کودکان کمتری باقی می‌مانند که آنرا ندارند.

در شکل ۱، نمودار انباره و جریان این سیستم، ارائه شده است.



شکل ۱

زمان خرید عروسک، متوسط زمانی است که طول می‌کشد تا کودکان، والدین را راضی به خرید عروسک‌های جدید کنند به اضافه زمانی که طول می‌کشد تا والدین، عروسک را خریداری نمایند.

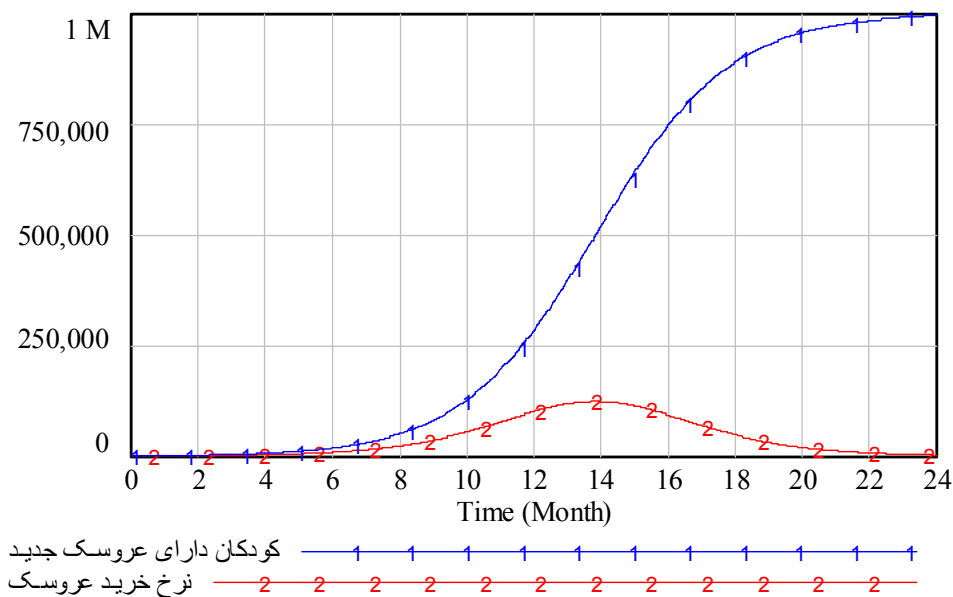
معادلات مدل:

جدول ۱

متغیر	واحد	فرمول محاسبه
کودکان دارای عروسک جدید	نفر	$= \text{Integral}(1000, \text{نرخ خرید عروسک})$
نرخ خرید عروسک	ماه/نفر	$= \frac{\text{کودکان فاقد عروسک جدید} \times \text{تأثیر عامه‌پسندی بر خرید عروسک}}{\text{زمان خرید عروسک}}$
کودکان فاقد عروسک جدید	نفر	$= \text{Integral}(1000000, \text{نرخ خرید عروسک})$ یک میلیون نفر، کودکانی هستند که استطاعت خرید عروسک را دارند.
تأثیر عامه‌پسندی بر خرید عروسک	-	$= \text{نسبت کودکان دارای عروسک جدید}$
نسبت کودکان دارای عروسک جدید	-	$= \frac{\text{کودکان دارای عروسک جدید}}{\text{کودکان دارای عروسک جدید} + \text{کودکان فاقد عروسک جدید}}$
زمان خرید عروسک	ماه	$= 2$

پارامتر time step را ۰.۰۱ ماه تعیین کنید. با اجرای مدل فوق در نرم‌افزار Vensim، رفتار متغیرها در طول زمان بدست می‌آید.

رفتار متغیرهای اصلی سیستم



شکل ۲

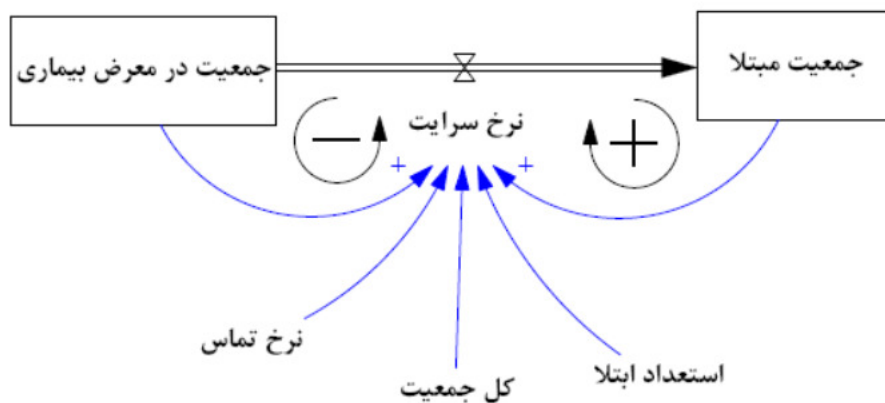
با توجه به شکل ۲ به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- جابجایی بین حلقه‌های غالب، در چه زمانی رخ می‌دهد؟
- چه زمانی سیستم به حالت تعادل می‌رسد؟
- نرخ خرید عروسک در حالت تعادل چقدر است؟

وقتی نرخ خرید عروسک دارای شیب مثبت است، بازخورد مثبت بر سیستم حاکم است اما وقتی شیب منفی دارد، سیستم دستخوش بازخورد منفی است. جابجایی بین حلقه‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که شیب نرخ خرید عروسک، صفر است؛ یعنی زمانی که در حداکثر خود قرار دارد. بنابراین جابجایی در حدود ماه ۱۴ رخ می‌دهد. تقریباً در ماه ۲۴ سیستم به حالت تعادل رسیده است.

مثال ۲: اپیدمی‌ها

همه‌گیر شدن بیماری‌های مسری در اغلب موارد، رفتاری S گونه دارد؛ تعداد تجمعی مبتلایان به شکل منحنی S است. در شکل ۴، مدل ساده‌ای از یک بیماری مسری ارائه شده است.



شکل ۴

فرضیات این مدل عبارتند از:

- از تولدها، مرگ‌ومیرها و مهاجرت‌ها صرف نظر شده است.

- وقتی افراد مبتلا می‌شوند، برای مدت نامحدودی مبتلا باقی می‌مانند؛ یعنی بیماری مزمن است (نه حاد مثل آنفلوآنزا یا طاعون).
- واکسیناسیون و ایمن‌سازی وجود ندارد.
- بیماری واگیردار از طریق تماس افراد مبتلا به بیماری با افراد در معرض بیماری، گسترش می‌یابد.
- قرنطینه‌ای وجود ندارد و شیوه زندگی افراد بیمار به گونه‌ای است که میزان تماس آنها با دیگران، مانند افراد سالم است.

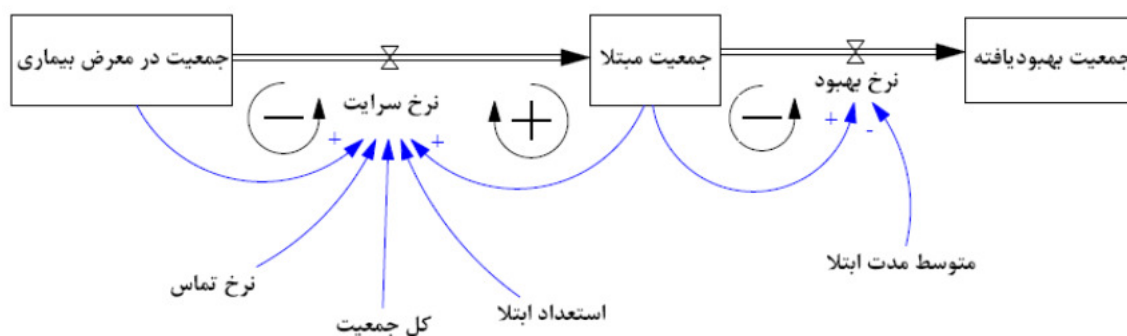
کل جمعیت ناحیه مورد نظر به دو گروه تقسیم شده است: آنهایی که در معرض بیماری قرار دارند و آنهایی که مبتلا شده‌اند. نرخ تماس، بیانگر تعداد افرادی است که هر فرد در یک دوره زمانی با آنها در تماس است. بنابراین کل تماس‌هایی که افراد در معرض بیماری، در یک دوره زمانی برقرار می‌کنند برابر با

(جمعیت در معرض بیماری × نرخ تماس)

خواهد بود. البته برخی از این تماس‌ها با افراد بیمار خواهد بود. استعداد ابتلا، احتمال این است که یک نفر پس از تماس با یک فرد مبتلا، دچار آن بیماری گردد. با این فرضیات می‌توان نرخ سرایت را محاسبه نمود:

$$\text{نرخ سرایت} = \left(\frac{\text{جمعیت مبتلا}}{\text{کل جمعیت}} \right) (\text{جمعیت در معرض بیماری} \times \text{استعداد ابتلا} \times \text{نرخ تماس})$$

اگر فرض مزمن بودن بیماری را حذف کنیم و بیماری را قابل درمان در نظر بگیریم، مدل سیستم طبق شکل ۵ خواهد بود.



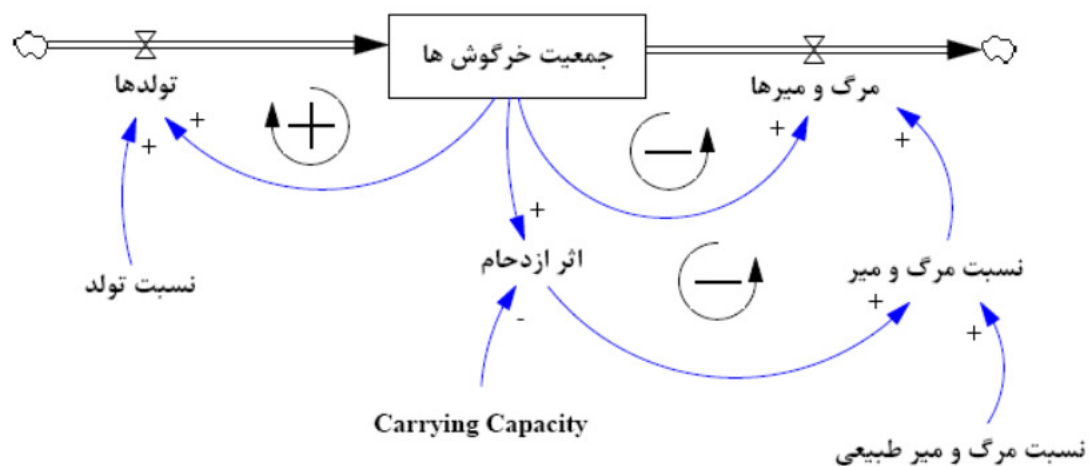
شکل ۵

نرخ بهبود در این مدل با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{نرخ بهبود} = \frac{\text{جمعیت مبتلا}}{\text{متوسط مدت ابتلا}}$$

مثال ۳: جمعیت خرگوش‌ها

جمعیتی از خرگوش‌ها را در نظر بگیرید که در یک ناحیه وجود دارند. نرخ تولدها بیش از نرخ مرگ‌ومیر طبیعی است بنابراین جمعیت آنها افزایش می‌یابد. اما به دلیل محدودیت منابع موجود در محیط، بالاخره به جایی می‌رسند که با کمبود منابع مواجه می‌شوند. شکل ۶ نمودار انبار و جریان این سیستم را نشان می‌دهد. سه حلقه بازخورد در این نمودار وجود دارد. بخش چپ مدل، حلقه بازخورد مثبت را نشان می‌دهد. نسبت طبیعی مرگ‌ومیر، یک سوم نسبت تولد است.



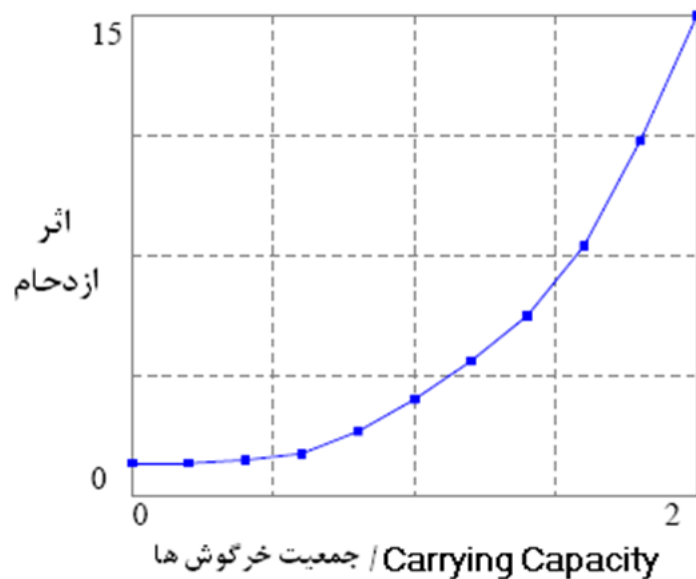
شکل ۶

مفهوم "ظرفیت تحمل" (Carrying Capacity) از بوم‌شناسی (Ecology) گرفته شده و به معنی تعدادی از یک موجود زنده خاص است که یک زیست‌بوم می‌تواند تحمل کند و بر اساس "منابع در دسترس در محیط" و "میزان منابع مورد نیاز جمعیت"، تعیین می‌گردد. جدول ۲ معادله‌های سیستم را نشان می‌دهد.

جدول ۲

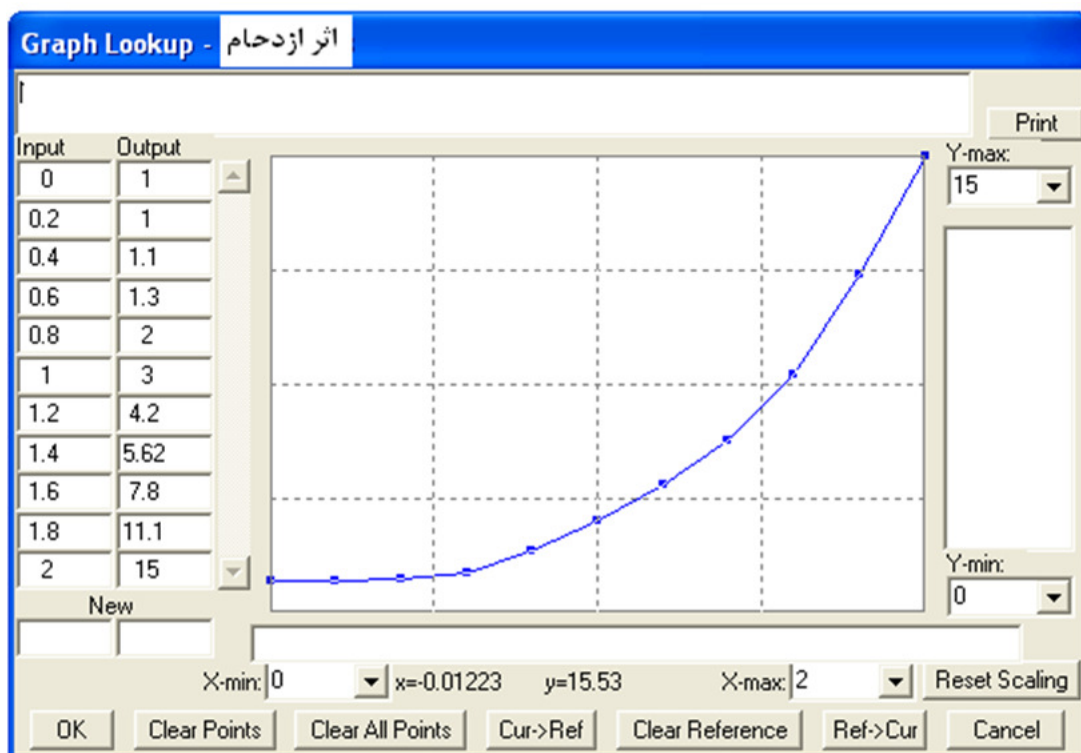
متغیر	واحد	فرمول محاسبه
جمعیت خرگوش‌ها	خرگوش	$= Integral(10, \text{مرگ و میر} - \text{تولدها})$
تولدها	ماه/خرگوش	$= \text{نسبت تولد} \times \text{جمعیت خرگوش‌ها}$
مرگ و میرها	ماه/خرگوش	$= \text{جمعیت خرگوش‌ها} \times \text{نسبت مرگ و میر}$
"ظرفیت تحمل"	خرگوش	$= 500$
نسبت مرگ و میر	ماه/۱	$= \text{اثر ازدحام} \times \text{نسبت مرگ و میر طبیعی}$
نسبت تولد	ماه/۱	$= 0.5$
نسبت مرگ و میر طبیعی	ماه/۱	$= 0.5/3$
اثر ازدحام	-	$= \text{With Lookup}(\frac{\text{جمعیت خرگوش‌ها}}{\text{ظرفیت تحمل}}, [(0,1)-(2,15)], (0,1), (0.2,1), (0.4,1.1), (0.6,1.3), (0.8,20), (1,3), (1.2,4.2), (1.4,5.62), (1.6,7.8), (1.8,11.1), (2,15))$

اثر ازدحام، رابطه‌ای غیرخطی با جمعیت خرگوش‌ها و "ظرفیت تحمل" دارد. شکل ۷ رابطه بین اثر ازدحام با "ظرفیت تحمل/جمعیت خرگوش‌ها" را نشان می‌دهد.



شکل ۷

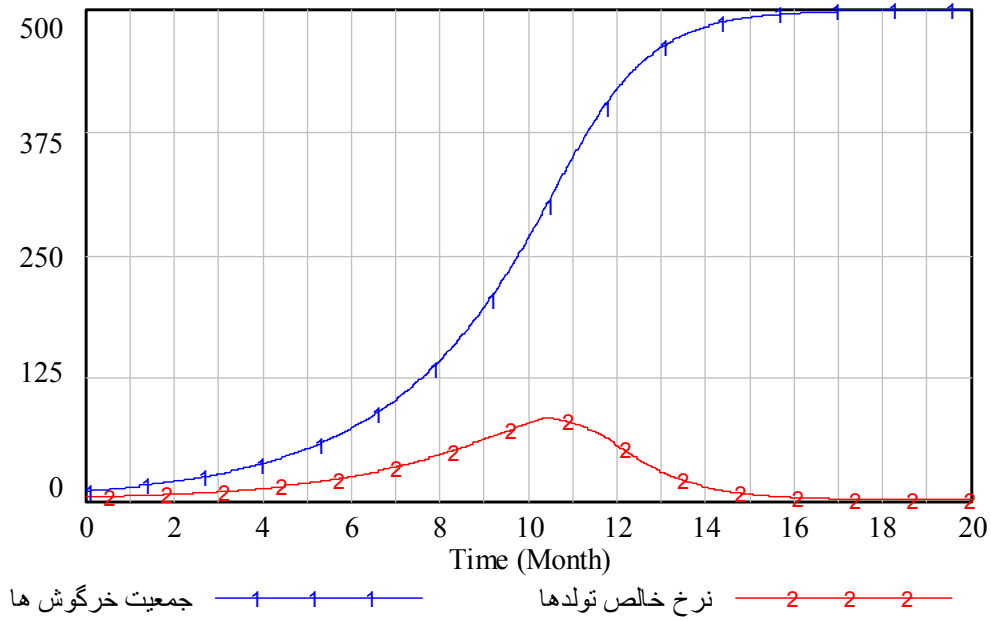
شکل ۸ نحوه تعریف این table function در نرم‌افزار Vensim را نشان میدهد. طبق شکل فوق، ۱۲ نقطه از منحنی ثبت شده است. طبق این منحنی، تا وقتی تعداد خرگوش‌ها بیشتر از نصف "ظرفیت تحمل" نشده، ازدحام خرگوش‌ها تأثیری بر نسبت مرگومیر ندارد.



شکل ۸

پارامتر time step را ۰.۰۱ ماه در نظر می‌گیریم. شکل ۹ نتایج اجرای مدل شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. رفتار متغیر جمعیت خرگوش‌ها به صورت S گونه تا ۵۰۰ افزایش یافته و متوقف شده است.

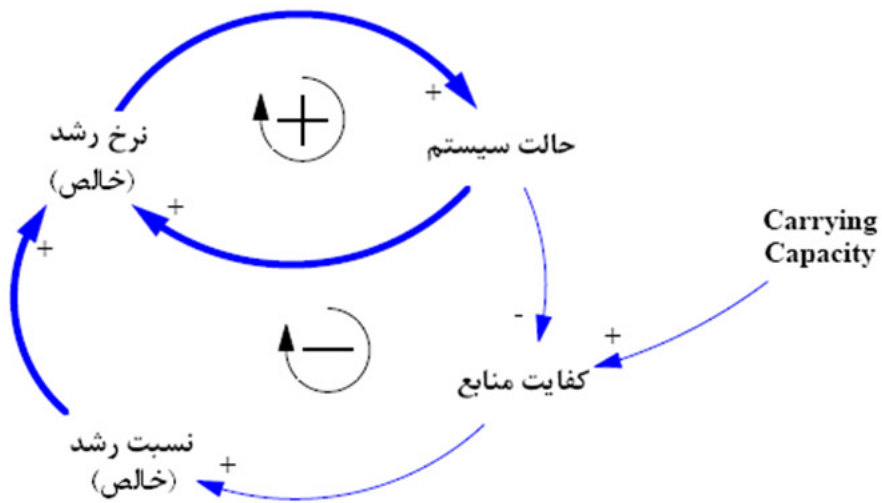
رفتار متغیرهای اصلی سیستم



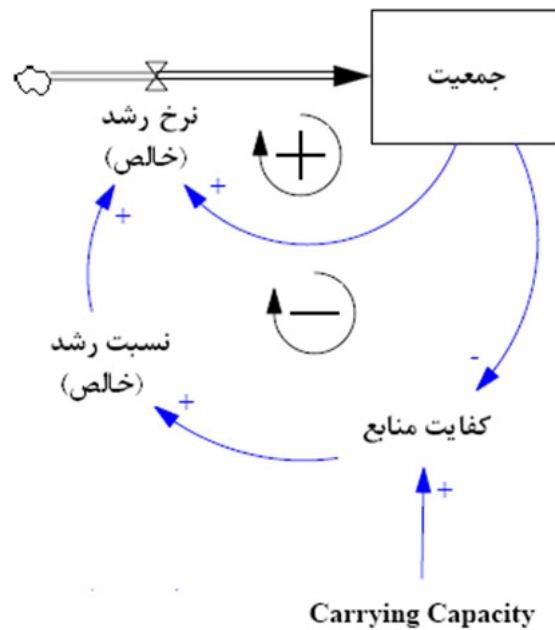
شکل ۹

حل تحلیلی:

شکل ۱۱ نمودار حلقه علّیت و شکل ۱۲ نمودار انبازه و جریان یک جمعیت را نشان می‌دهند.



شکل ۱۱



شکل ۱۲

با توجه به ساختار سیستم داریم:

$$\text{جمعیت} \times \text{نسبت خالص رشد} = \text{نرخ خالص رشد} \quad (1)$$

نسبت خالص رشد، تابعی از "کفایت منابع" است که آن نیز به نوبه خود، تابعی از جمعیت و "ظرفیت تحمل" است:

$$\text{نرخ خالص رشد} = f(\text{جمعیت}, \text{ظرفیت تحمل}) \times \text{جمعیت} = f(P, C) \times P \quad (2)$$

که در آن P اندازه جمعیت و C بیانگر "ظرفیت تحمل" است.

توابع متعددی برای f ارائه شده است. یکی از مدل‌های متداول، منحنی ریچاردز (Richards) است:

$$f(P, C) = \frac{g^*}{m-1} \left[1 - \left(\frac{P}{C} \right)^{m-1} \right] \quad (3)$$

که در آن g^* و m دو پارامتر ثابت هستند. در حالت خاصی که $m = 2$ باشد، منحنی ریچاردز به صورت زیر در می‌آید که به آن منحنی لگاریتمی (Logistic) نیز می‌گویند:

$$f(P, C) = g^* \left(1 - \frac{P}{C} \right) \quad (4)$$

یعنی نسبت خالص رشد، تابعی خطی و نزولی از اندازه جمعیت است. پارامتر g^* ماکزیمم نسبت خالص رشد است (نسبت خالص رشد، وقتی که اندازه جمعیت خیلی کوچک باشد). توجه کنید که در این مدل، P به تدریج افزایش می‌یابد تا به C برسد. وقتی P و C مساوی شوند، نسبت خالص رشد صفر خواهد شد و اندازه جمعیت، تغییری نخواهد داشت؛ سیستم به نقطه تعادل خود رسیده است و هیچ عاملی برای خارج نمودن آن از تعادل وجود ندارد. بنابراین در این مدل، هرگز P از C فراتر نخواهد رفت.

با جایگزینی $f(P, C)$ در فرمول (2)

$$\text{نرخ خالص تولد} = \frac{dP}{dt} = g^* \left(1 - \frac{P}{C} \right) P \quad (5)$$

برای حل این معادله دیفرانسیل، جداسازی متغیرها را انجام می‌دهیم

$$\frac{dP}{\left(1 - \frac{P}{C}\right)P} = g^* dt \quad (6)$$

با انتگرال گیری از دو طرف رابطه

$$\int \frac{dP}{\left(1-\frac{P}{C}\right)^P} = \int g^* dt \quad (7)$$

با مرتب‌سازی سمت چپ

$$\int \frac{C.dP}{(C-P)^P} = \int \left[\frac{1}{P} + \frac{1}{C-P} \right] dP = \int g^* dt \quad (8)$$

می‌دانیم که $\int \frac{1}{P} dP = \ln(P)$ و $\int \frac{1}{C-P} dP = -\ln(C-P)$ بنابراین

$$\ln(P) - \ln(C-P) = g^* t + c \quad (9)$$

که در آن c یک مقدار ثابت است. برای بدست آوردن c ، در رابطه (9) قرار می‌دهیم: $t = 0$

$$\ln[P(0)] - \ln[C - P(0)] = c \quad (10)$$

با جایگزینی c در رابطه (9)

$$\ln(P) - \ln(C-P) = g^* t + \ln[P(0)] - \ln[C - P(0)] \quad (11)$$

با توجه به این که $\ln\left(\frac{P}{C-P}\right) = \ln(P) - \ln(C-P)$ بنابراین

$$\ln\left(\frac{P}{C-P}\right) = g^* t + \ln[P(0)] - \ln[C - P(0)] \quad (12)$$

$$\Rightarrow P(t) = \frac{C}{1 + \left[\frac{C}{P(0)} - 1\right] e^{-g^* t}} \quad (13)$$

تمرین‌ها

تمرین ۱: برای هر ردیف جدول زیر، مشخص کنید کدام متغیر، انباره و کدام متغیرها جریان هستند. سپس ساختار انباره و جریان هر ردیف را ترسیم نمایید. واحد اندازه‌گیری مناسب هر متغیر را نیز مشخص نمایید.

۱	جمعیت	تولدها	مرگ‌ومیرها
۲	برداشت	واریز	موجودی حساب بانکی
۳	شتاب	سرعت	
۴	مسافت	سرعت	
۵	واگذار کردن	انجام دادن	تکالیف خانه
۶	منابع انرژی	مصرف	
۷	کاشت	درختان صنوبر	قطع
۸	نامه‌های دریافتی توسط پست	نامه‌های در جریان پست	تحویل نامه‌ها در مقصد
۹	آب پشت سد	بارش	تبخیر
۱۰	استهلاک دارایی	خرید دارایی	ارزش دارایی‌های ثابت

تمرین ۲: برای هر یک از مفاهیم ارائه شده در جدول زیر، تعیین کنید انباره است یا جریان. اگر انباره است، جریان‌های مرتبط با آنرا تعریف کنید و اگر جریان است، انباره‌ای که تغییر می‌دهد را تعیین کنید. برای هر یک از متغیرها، واحد اندازه‌گیری مناسبی تعریف نمایید. ممکن است برخی متغیرها را بتوان هم به عنوان انباره و هم به عنوان جریان در نظر گرفت. برای این قبیل متغیرها، هر دو گزینه را مشخص و ترسیم نمایید. به تفاوت واحدهای اندازه‌گیری در گزینه‌ها توجه کنید.

تعداد اتومبیل‌های موجود در یک شهر	فارغ‌التحصیلان یک دانشگاه	کیفیت یک محصول
تعداد دانش‌آموزان دوره ابتدایی	زمین‌های زیر کشت	قیمت یک محصول
دانش ریاضی یک دانشجو	سهم بازار یک کالا	خستگی
انرژی پتانسیل یک جسم	ظرفیت تولید یک محصول	شهرت یک دانشگاه
سود پرداختی توسط بانک به یک فرد	آب خروجی از یک مخزن در دقیقه	مهاجرت به تهران
طرفداران یک شخصیت سیاسی	آب‌های زیرزمینی	اعتماد به یک شخص
میزان تولید یک محصول در ماه	روحیه کارکنان یک سازمان	فرسایش خاک
تعداد پروژه‌های R&D یک شرکت	کسری بودجه دولت	تولید ملی ایران
وقوع حملات هکرها به وب سایت‌ها	ذخایر نفت ایران	مطالبات یک شرکت
قیمت تمام شده کالای فروش رفته یک شرکت	انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان	نرخ معاوضه دلار/ریال
ارتقاء استادیاران به دانشیار در یک دانشگاه	اعتبار یک فرد در صنعت	بدهی یک شرکت
تصور مردم از کیفیت محصول یک شرکت	مصرف برق روزانه ایران	
علاقه یک فرد به یک تیم فوتبال	رشد قد یک نوجوان در هر ماه	

تمرین ۳: بنیاد جایزه نوبل، هر ساله ۶ جایزه به کسانی که طی یک سال گذشته، بیشترین خدمات را در رشته‌های شیمی، ادبیات، پزشکی، فیزیک، اقتصاد و صلح، به جامعه بشری ارائه نموده‌اند، جوایز نقدی اهدا می‌کند. فرض کنید این جوایز از طریق موجودی یک حساب بانکی پرداخت می‌گردند. نرخ سودی که به موجودی این حساب تعلق می‌گیرد را ۱۰٪ در سال در نظر بگیرید.

الف) نمودار انباره و جریان (Stock & Flow) این سیستم را ترسیم کنید و معادله‌های آن را بنویسید.

ب) اگر موجودی اولیه این حساب ۳۰ میلیون دلار و مبلغ هر جایزه نیز یک میلیون دلار باشد، میزان موجودی حساب بانکی مؤسسه را در طول زمان، به صورت یک نمودار ارائه کنید.

ج) موجودی اولیه این حساب، حداقل باید چقدر باشد تا بر اثر پرداخت جوایز فوق، روند نزولی پیدا نکند؟

د) اگر موجودی اولیه این حساب ۶۵ میلیون دلار و مبلغ هر جایزه نیز ۱ میلیون دلار باشد و بخواهیم مبلغ جوایز را سالانه به میزان ۴٪ افزایش دهیم، میزان موجودی حساب بانکی مؤسسه در طول زمان را به صورت یک نمودار ارائه کنید.

تمرین ۴: شرکت‌های تجارت الکترونیک (E-commerce firms) باید هم با شرکت‌های مشابه خود و هم با شرکت‌های سنتی، بر سر مشتری رقابت کنند. انباره‌ها و جریان‌های متناظر با مشتریان آنلاین یک شرکت تجارت الکترونیک را ترسیم کنید. به عنوان نمونه می‌توانید یک شرکت داخلی یا amazon.com را در نظر بگیرید.

تحقیقات بازار نشان می‌دهد که آگاهی از یک محصول و انتخاب آن، چندین مرحله را طی می‌کند: اول این که مردم باید یک کامپیوتر و خدمات اینترنت در اختیار داشته باشند (هنوز هم افرادی وجود دارند که آنلاین نیستند). وقتی افراد امکان آنلاین بودن را می‌یابند، معمولاً فوری به سمت تجارت الکترونیک شیره نمی‌روند؛ بلکه آنها تبدیل به مرورگرهایی (browsers) می‌شوند که ممکن است از وب سایتهای تجارت الکترونیک همچون آمازون دیدن کنند؛ اما نوعاً خریدی انجام نمی‌دهند. بعد از مدتی برخی از این مرورگرها شروع به خرید از سایتهای آنلاین می‌کنند. هر یک از این افراد ممکن است از خریداران وفادار (که همه خریدهای خود از یک نوع کالا مثل کتاب را از آمازون یا یکی از رقبایش خریداری می‌کنند) یا از خریداران مستقل (که بر اساس قیمت و سایر شرایطی که در لحظه خرید وجود دارد، از سایتهای مختلف خرید می‌کنند) باشند. خریداران وفادار ممکن است بی‌وفا شوند (اگر به عنوان مثال قیمت‌ها بالا یا خدمات ضعیف باشند)؛ در این صورت این مشتریان تبدیل به خریداران مستقل می‌شوند و فروشندگان دیگری را امتحان خواهند کرد. اگر رضایت این خریداران مستقل جلب نشود، ممکن است تجارت الکترونیک را به کلی ترک گفته و به فروشندگان سنتی رجوع کنند. آنها سایتهای فروشندگان آنلاین را تنها برای دریافت اطلاعات مرور می‌کنند (مثلاً از آمازون برای مشاهده خلاصه کتاب‌ها یا یافتن کتاب‌ها استفاده کنند). با گذر زمان ممکن است برخی از خریداران مستقل تبدیل به مشتری وفادار یک فروشنده خاص (یکی از رقبای آمازون یا خود آمازون) شوند.

لازم نیست همه بازیگران تجارت الکترونیک را جداگانه نمایش دهید. در عوض مشتریان وفادار آمازون را

جدا کنید و همه مشتریان وفادار به سایر فروشندگان را در یک گروه تجمیع شده در نظر بگیرید.

در افق بررسی این موضوع (انتخاب تجارت الکترونیک توسط مشتریان و گسترش آن) می‌توانید از رشد

جمعیت و نیز مرگ‌ومیرها صرف‌نظر کنید.

توجه کنید که هدف از این تمرین فقط شناسایی صحیح انباره‌ها و جریان‌ها است و انتظار نمی‌رود

حلقه‌های بازخورد فعال در سیستم را شناسایی نمایید.

تمرین ۵: جمعیت کل یک روستا ۱۰۰۰ نفر است که از این میان ۸۰۰ نفر مستعد ابتلا به سارس (SARS) هستند (۲۰۰ نفر نسبت به این بیماری مصون‌اند). هر یک از این افراد به طور متوسط، روزانه با ۱۰ نفر دیگر ارتباط مستقیم دارد. حال می‌خواهیم بررسی کنیم که در صورت مبتلا شدن یک نفر به سارس در این روستا، این بیماری چگونه در روستا گسترش می‌یابد. ضمناً می‌دانیم در صورتی که یک فرد سالم با یک فرد آلوده به بیماری تماس داشته باشد به احتمال ۰.۰۵ بیماری به او سرایت می‌کند.

الف) فرض کنید هر فرد پس از ابتلا به بیماری، برای مدت نامحدودی مبتلا باقی می‌ماند. در این حالت به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- نمودار حلقه علیت سیستم را ترسیم کنید
- نمودار انباره و جریان سیستم را ترسیم کنید
- فرمول هر یک از متغیرها و پارامترها را بنویسید
- رفتار متغیرهای اصلی سیستم را به صورت نمودار ارائه کنید
- نرخ گسترش بیماری، پس از چند روز به حداکثر خود می‌رسد؟
- فرضیاتی از مدل فوق که به نظر غیرواقعی می‌رسند را مشخص کنید

ب) یکی از فرض‌های مهم مدل فوق، این بود که افراد مبتلا شده به بیماری، بهبود نمی‌یابند و مبتلا باقی می‌مانند. اکنون فرض کنید هر فرد مبتلا، پس از مدتی بهبود یافته و سلامتی خود را باز می‌یابد. متوسط مدت ابتلا به بیماری را ۱۴ روز در نظر بگیرید. افرادی که بهبود می‌یابند، در مقابل بیماری مصون بوده و مجدداً مبتلا نمی‌شوند. علاوه بر پاسخگویی به سؤالات بند الف برای این حالت، به سؤالات زیر نیز پاسخ دهید:

- افزایش و کاهش متوسط مدت ابتلا، چه تأثیری بر رفتار سیستم دارد؟
- رفتار سیستم در دو حالت فوق را مقایسه کنید

ج) بند ب را برای حالتی که افراد بهبود یافته، باز هم مستعد دریافت بیماری باشند، تکرار کنید.

تمرین ۶: کشوری با ۱۰ میلیون نفر جمعیت را در نظر بگیرید. جمعیت این کشور را می‌توان به ۳ گروه جوان، میانسال و مسن تقسیم نمود. ۳ میلیون نفر جوان، ۵ میلیون نفر میانسال و ۲ میلیون نفر مسن محسوب می‌شوند. افراد بالای ۳۰ سال میانسال و افراد بالای ۵۵ سال مسن محسوب می‌شوند. متوسط عمر افراد این جامعه ۸۰ سال است. فرض کنید مرگ و میر فقط در گروه سنی سوم و زاد و ولد نیز فقط در گروه سنی دوم اتفاق می‌افتد. امکان زاد و ولد را برای گروه سنی دوم ۵٪ در سال در نظر بگیرید.

الف) نمودار انباره و جریان مدل فوق را رسم کرده و معادلات آن را بنویسید.

ب) نمودار جمعیت کل را رسم کرده رفتار آن را بررسی کنید و علت پیدایش این رفتار را شرح دهید.

ج) درعمل رشد جمعیت به صورت نامحدود نمی‌تواند ادامه داشته باشد. یکی از عوامل محدودکننده جمعیت غذاست. ابتدا برای سادگی فرض کنید درکشور هر سال ۲۵۰ میلیون واحد غذا تولید می‌شود. میزان مصرف مناسب غذا برای هر نفر ۱۰ واحد در سال می‌باشد. در صورتی که به طور متوسط به هر نفر کمتر از این مقدار برسد، درصدی از افراد گروه‌های سنی اول و دوم نیز می‌میرند و متوسط عمر افراد نیز پایین می‌آید. به طوری که اگر این مقدار غذا به نصف کاهش پیدا کند. میزان مرگ‌ومیر سالانه برای گروه سنی اول ۱۰٪ و برای گروه سنی دوم ۲٪ می‌شود و میانگین سنی گروه سوم از ۸۰ سال به ۶۵ سال کاهش پیدا می‌کند. اگر این مقدار غذا به ۱۰٪ در سال برسد میزان مرگ‌ومیر در گروه سنی اول به ۸۰٪ و در گروه سنی دوم به ۵۰٪ و متوسط عمر افراد نیز به ۵۷ سال می‌رسد. فرض کنید مصرف بیش از حد غذا تأثیری در مرگ‌ومیر ندارد. مدل را با توجه به فرضیات فوق تغییر دهید و برای مدت ۱۵۰ سال شبیه‌سازی کنید.

د) رفتار متغیر جمعیت را با بند ب مقایسه کرده و علت تفاوت را شرح دهید. متغیر درصد جمعیت گروه سنی ۱ به کل جمعیت چگونه تغییر می‌کند. چرا؟ آن را با مدل قبل مقایسه کنید.

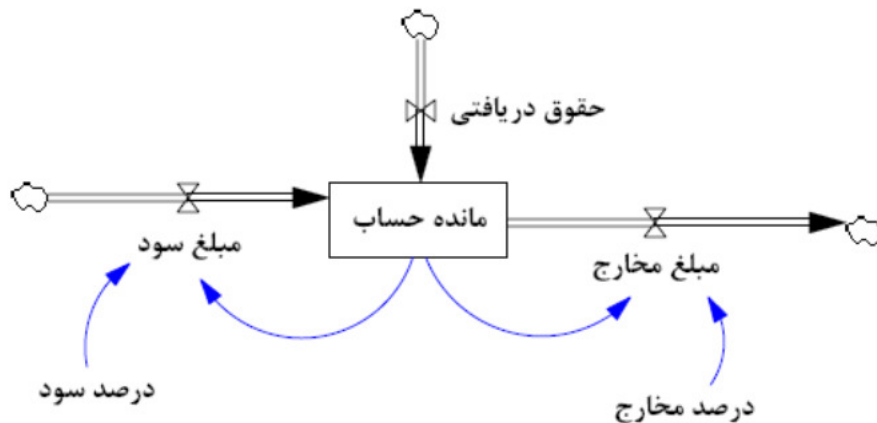
ه) میزان تعادل و زمان رسیدن به تعادل در مدل شما چقدر است؟ با توجه به مطالب شرح داده شده در بند ج غذای موجود در کشور برای تغذیه مناسب ۲۵ میلیون نفر کافی است. میزان تعادل به‌دست آمده در این بند را با این مقدار مقایسه کنید و علت تفاوت یا عدم تفاوت آن را ذکر کنید.

تمرین‌های حل شده

تمرین ۱: فردی را در نظر بگیرید که مبلغی را به عنوان سپرده اولیه، در یک حساب بانکی با درصد سود مشخص، پس‌انداز نموده است. او در انتهای هر ماه، مبلغ ثابتی را به عنوان حقوق ماهیانه دریافت نموده و به حساب بانکی‌اش واریز می‌کند. مخارج ماهیانه او نیز برابر با درصدی مشخص از موجودی حساب بانکی وی است. الف) اگر سود بانک ۱٪ در ماه، مخارج ۱.۲٪ در ماه، حقوق ثابت ماهیانه ۵۰۰۰ دلار و موجودی اولیه ۱۰۰۰۰ دلار باشند، چند سال طول می‌کشد تا فرد میلیونر شود؟
ب) آیا در حالت الف نقطه تعادل وجود دارد؟ اگر وجود دارد میزان آن چقدر است؟

حل:

الف) نمودار انباره و جریان سیستم را می‌توان به صورت شکل ۱۵ ترسیم نمود:

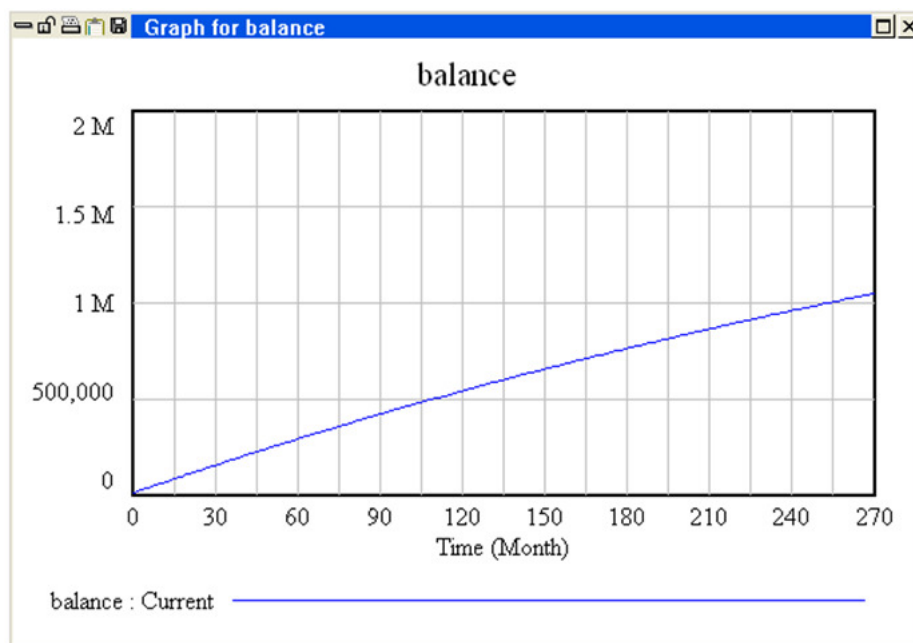


شکل ۱۵

الف) معادله‌های سیستم برای شبیه‌سازی با نرم‌افزار:

متغیر	واحد	معادله
مانده حساب	دلار	$= \text{Integral} (\text{مبلغ سود} + \text{حقوق دریافتی} - \text{مبلغ مخارج})$
مبلغ سود	ماه/دلار	$= \text{مانده حساب} \times \text{درصد سود}$
مبلغ مخارج	ماه/دلار	$= \text{مانده حساب} \times \text{درصد مخارج}$
حقوق دریافتی	ماه/دلار	$= 5000$
درصد سود	ماه/۱	$= 0.01$
درصد مخارج	ماه/۱	$= 0.012$

با اجرای مدل فوق، نمودار متغیر "مانده حساب" طبق شکل ۱۶ خواهد بود.



شکل ۱۶: مانده حساب

نتایج شبیه‌سازی، نشان می‌دهند که پس از ۲۵۴ ماه (حدود ۲۲ سال) این فرد، میلیونر خواهد شد. (ب) حالت تعادل، حالتی است که ورودی و خروجی حساب بانکی مساوی شوند:

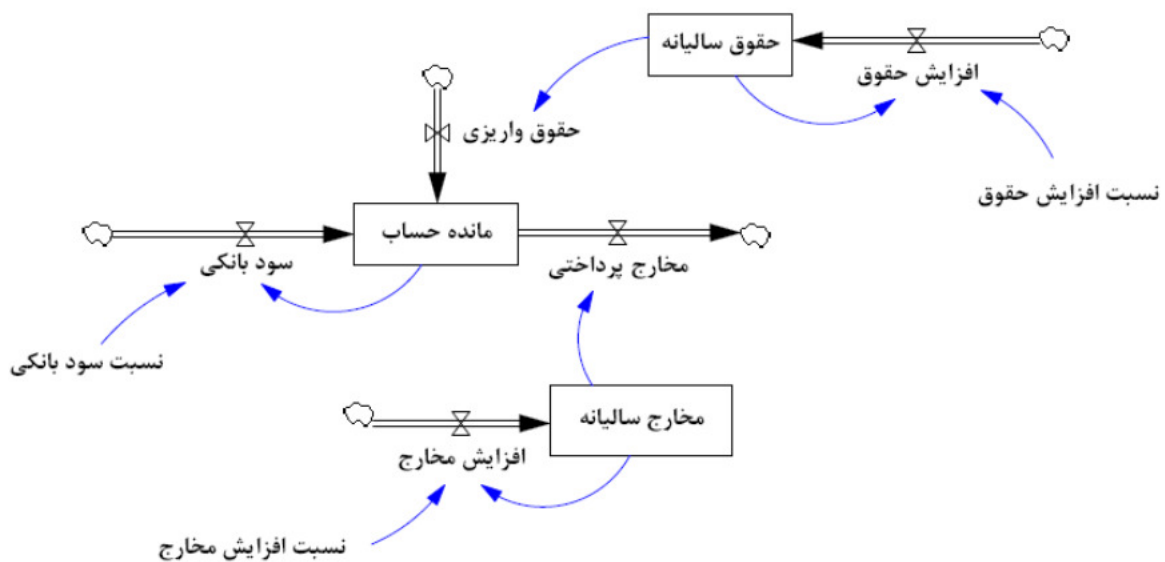
$$0.01S + 5000 = 0.012S \rightarrow S = 2500000$$

یعنی وقتی موجودی حساب به مبلغ فوق برسد، ثابت باقی خواهد ماند. البته نزدیک شدن مانده حساب به نقطه تعادل، به صورت مجانبی است و در زمان بی‌نهایت، به نقطه تعادل می‌رسد. با افزایش افق شبیه‌سازی می‌توانید این موضوع را بررسی نمایید.

تمرین ۲: فردی را در نظر بگیرید که مبلغ ۱۰۰۰۰ دلار را به عنوان سپرده اولیه، در یک حساب بانکی با سود ۱۸٪ پس‌انداز نموده است. حقوق سالیانه او ۵۰۰۰۰ دلار است که هر سال ۱۴٪ افزایش می‌یابد. مخارج سالیانه او ۳۰۰۰۰ دلار است که هر سال ۲۰٪ افزایش می‌یابد. اگر حقوق خود را به حساب بانکی‌اش واریز نماید و مخارج خود را نیز از حساب بانکی‌اش برداشت نماید:

- (الف) این فرد، پس از چند سال، میلیونر می‌شود؟
 (ب) پس از چند سال با حساب بانکی صفر مواجه می‌گردد؟

حل: نمودار انباره و جریان سیستم طبق شکل ۱۷ است.

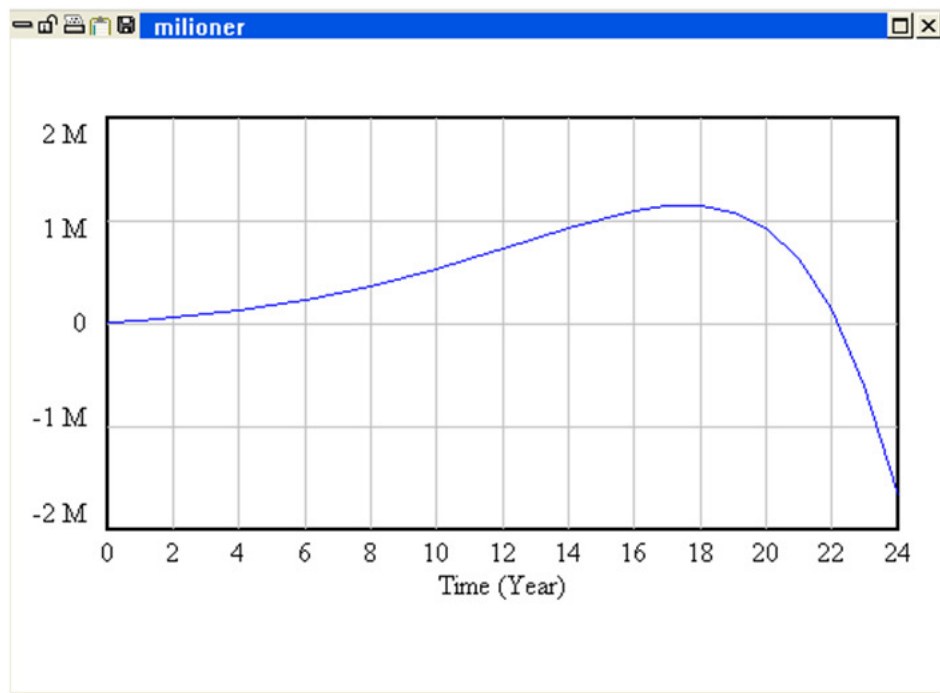


شکل ۱۷: نمودار انبار و جریان

معادله‌های سیستم برای شبیه‌سازی با نرم‌افزار:

متغیر	واحد	معادله
مانده حساب	دلار	$= Integral(10000, \text{سود بانکی} + \text{حقوق واریزی} - \text{مخارج پرداختی})$
حقوق سالیانه	دلار	$= Integral(50000, \text{افزایش حقوق})$
مخارج سالیانه	دلار	$= Integral(30000, \text{افزایش مخارج})$
سود بانکی	سال/دلار	$= \text{مانده حساب} \times \text{نسبت سود بانکی}$
افزایش مخارج	سال/دلار	$= \text{مخارج سالیانه} \times \text{نسبت افزایش مخارج}$
افزایش حقوق	سال/دلار	$= \text{حقوق سالیانه} \times \text{نسبت افزایش حقوق}$
حقوق واریزی	سال/دلار	$= \text{حقوق سالیانه}$
مخارج پرداختی	سال/دلار	$= \text{مخارج سالیانه}$
نسبت سود بانکی	سال/۱	$= 0.18$
نسبت افزایش مخارج	سال/۱	$= 0.20$
نسبت افزایش حقوق	سال/۱	$= 0.14$

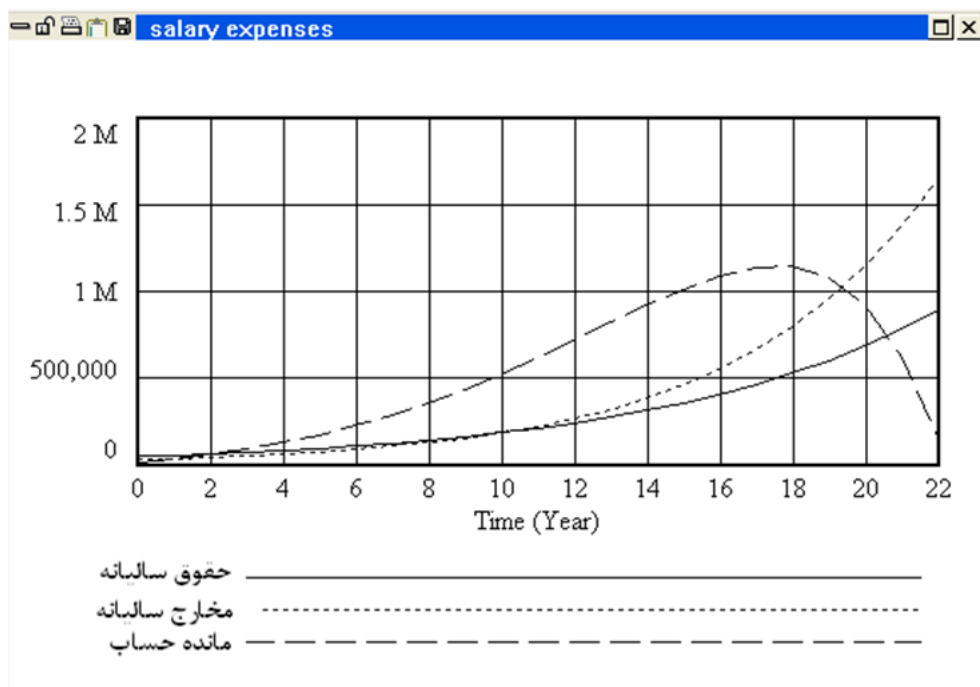
با اجرای مدل فوق، نمودار متغیر "مانده حساب" طبق شکل ۱۸ خواهد بود.



شکل ۱۸

طبق شکل ۱۸، پس از ۱۵ سال، موجودی حساب بیش از یک میلیون خواهد شد. پس از آن، در سال بیست و سوم، موجودی حساب بانکی به صفر خواهد رسید.

شکل ۱۹ رفتار متغیرهای مخارج سالیانه و حقوق سالیانه را در کنار متغیر مانده حساب، نشان می‌دهد. تا سال دهم، حقوق سالیانه بیشتر از مخارج سالیانه است اما پس از آن، مخارج سالیانه بر حقوق سالیانه پیشی می‌گیرد و به تدریج، فاصله آنها افزایش می‌یابد.

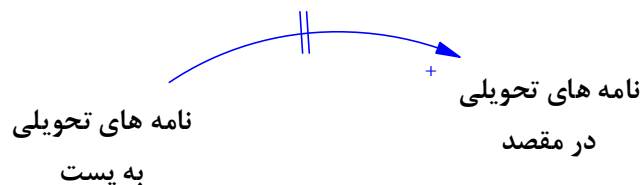


شکل ۱۹

فصل نهم: تأخیرها (delays)

(۹-۱) مقدمه

تأخیر در همه سیستم‌ها وجود دارد: اندازه‌گیری و گزارش‌دهی اطلاعات، زمان‌بر است. مدتی طول می‌کشد تا تصمیمی اتخاذ شود و طول می‌کشد تا تصمیم‌ها بر حالت سیستم اثر بگذارند. منظور از تأخیر در سیستم‌ها این است که طول می‌کشد تا یک متغیر بر متغیر دیگر اثر بگذارد؛ بین اقدام شما و بروز نتایج آن، وقفه وجود دارد؛ طول می‌کشد تا سیستم به اقدام شما پاسخ دهد. به عبارت دقیق‌تر: تأخیر، یک فرایند است که خروجی آن عقب‌تر از ورودی آن است. فرایند پست نامه‌ها را در نظر بگیرید. ورودی فرایند، نرخ است که شما نامه‌ها را به پست تحویل می‌دهید. خروجی فرایند، نرخ است که نامه‌ها در مقصد به گیرندگان تحویل می‌شوند. در نمودارهای حلقه علیت، چنین تأخیری را طبق شکل ۱ نمایش می‌دهند.



شکل ۱

به نظر می‌آید سیستم‌ها برای خودشان ذهن دارند. این موضوع در تأخیرها بیشتر خود را نشان می‌دهد. تأخیرها می‌توانند باعث شوند شما از سطح مطلوب، عبور کنید و اضافه‌جهش داشته باشید (overshoot) اما اگر تأخیرها را تشخیص دهید و با آنها کار کنید، می‌توانند اثرات مثبتی نیز داشته باشند.

مدیرعامل یک شرکت آمریکایی معتقد است: "یکی از اهرمی‌ترین نقاط برای بهبود عملکرد سیستم، حداقل نمودن تأخیرهای سیستم است." اشاره او به آگاهی روزافزون برخی از تولیدکنندگان آمریکایی به این نکته است که وقتی آنها به طور سنتی روی کنترل دقیق موجودی انبارها کار می‌کردند، همتایان ژاپنی آنها بر کاهش تأخیرها که تلاش موفق‌تری است، متمرکز بودند.

{توضیح: در سیستم تولید به‌موقع (Just In Time)، بسیاری از تأخیرها اتلاف منابع (waste) تلقی می‌شوند و بنابراین برای حذف آنها تلاش می‌شود. توقف موجودی‌ها در هر مرحله‌ای از تولید که باشد (انبار مواد اولیه، انبار نیمه‌ساخته و انبار محصول)، یک نوع اتلاف است. توقف ماشین‌آلات برای آماده‌سازی (setup) نیز تأخیری نامطلوب تلقی می‌گردد. بنابراین به دنبال سیستمی هستند که مواد و قطعات با جریانی یکنواخت از سیستم تولید عبور کرده و نیاز مشتری را برآورده می‌کنند. در چنین سیستمی لاجرم باید انباشته‌های خرید و تولید، کوچک باشند تا توقف‌ها در حداقل ممکن باشد }

معاون یک شرکت مشاوره می‌گوید: "روشی که شرکت‌های پیشرو برای مدیریت زمان (در تولید، در توسعه محصول جدید، در فروش و توزیع) به کار می‌برند، بیانگر قدرتمندترین منبع جدید برای مزیت یا عدم مزیت رقابتی است."

تأخیرهای بین اقدامات و پیامدهای آنها، همه جا در سیستم‌های انسانی وجود دارند. اکنون سرمایه‌گذاری می‌کنیم تا در آینده‌ای دور، سود آنرا کسب کنیم. امروز یک نفر را استخدام می‌کنیم اما ممکن است ماه‌ها طول بکشد تا به ثمربخشی کامل برسد. منابعی را صرف یک پروژه جدید می‌کنیم و می‌دانیم که سال‌ها طول می‌کشد تا نتیجه دهد (pay off). اما تأخیرها اغلب درک نمی‌شوند و منجر به بی‌ثباتی (instability) می‌گردند.

تأخیر تقریباً در همه فرایندهای بازخورد، به نوعی وجود دارد. اما آنها اغلب تشخیص داده نمی‌شوند یا به خوبی درک نمی‌شوند. این حالت می‌تواند به اضافه‌جهش (overshoot) منجر شود یعنی برای تحصیل یک نتیجه مطلوب، اقدامی اضافه بر مقدار مورد نیاز انجام دهیم. تأخیر بین خوردن و احساس سیری، اقتضا می‌کند زمانی باید خوردن را متوقف کنیم که هنوز احساس سیری نکرده‌ایم؛ بنابراین به خوردن ادامه می‌دهیم تا دچار امتلاء معده شویم. تأخیر بین شروع یک پروژه ساختمانی و تکمیل شدن آن، منجر به ساخت و ساز اضافه در بازار مسکن می‌شود. در بازی نوشابه (beer game)، تأخیر بین صدور و دریافت سفارشها، مرتباً موجب سفارش اضافه می‌گردد.

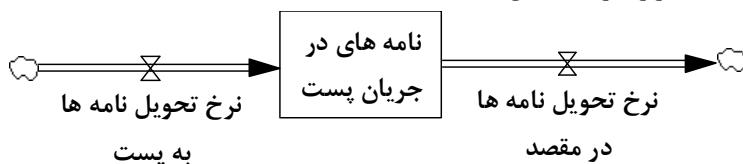
مشکل آفرینی تأخیرها در حلقه‌های تقویتی نیز کم نیست. در مثال مسابقه تسلیحاتی، به خاطر وجود تأخیر در پاسخ طرف مقابل، هر طرف تصور می‌کند با توسعه تسلیحات خود، برتری کسب می‌کند. این تأخیر ممکن است به خاطر زمان مورد نیاز برای به دست آوردن اطلاعات در مورد تسلیحات طرف مقابل، و طراحی و ساخت تسلیحات، به اندازه ۵ سال باشد. این احساس برتری موقت است که موجب ادامه فرایند گسترش پی‌درپی (escalation) می‌گردد. اگر هر طرف قادر بود فوراً به ساخته‌های طرف مقابل پاسخ دهد، دستاورد ادامه کار، هیچ و پوچ می‌بود.

دیدگاه سیستمی معمولاً به افق بلندمدت توجه دارد. به همین دلیل است که تأخیرها و حلقه‌های بازخورد این قدر مهم‌اند. در کوتاه‌مدت اغلب می‌توانید آنها را در نظر نگیرید؛ مهم نیستند. فقط در بلندمدت است که آنها بر می‌گردند تا شما را به دردسر بیندازند.

۹-۲) مدل‌سازی تأخیرها

تأخیرها منبع مهم ایجاد پویایی در بسیاری از سیستم‌ها هستند. به ازای هر تأخیری، حداقل یک انبار (stock) وجود دارد. به دلیل تفاوت بین ورودی و خروجی فرایند، باید انبارهای وجود داشته باشد که این تفاوت را ذخیره کند.

در مثال پست نامه‌ها، در فاصله بین پست نمودن نامه‌ها تا تحویل آنها در مقصد، نامه‌ها کجايند؟ آنها در انبار "نامه‌های در جریان پست" قرار دارند (شکل ۴)



شکل ۴

تمرین ۱: فرض کنید در یک لحظه ۱۰۰۰ نامه را برای ارسال به مقاصد مختلف، پست می‌کنید. الگوی تحویل نامه‌ها در مقصد را به صورت نمودار ترسیم کنید. یعنی نموداری رسم کنید که محور افقی آن، زمان و محور عمودی آن، تعداد نامه‌های تحویل شده در مقصد است. فرض کنید هیچ نامه‌ای گم نمی‌شود و هیچ نامه‌ای بر نمی‌گردد.

لازم به توضیح است که ورودی پالسی (pulse input) (همچون مثال تحویل نامه‌ها به اداره پست) به صورت لحظه‌ای رخ می‌دهد. وقتی ورودی پالسی وجود دارد، در یک لحظه، مقدار مشخصی مواد وارد فرایند می‌گردد. در

یک دانشگاه، در ابتدای مهرماه هر سال، تعدادی دانشجو به عنوان ورودی جدید، وارد دانشگاه می‌شوند؛ آنگاه تا مدتی ورودی نخواهیم داشت.

از نظر ریاضی، تابع پالس، تابعی است که تا یک لحظه T مقدار آن صفر است؛ آنگاه از لحظه T و به مدت w ، مقدار آن برابر $1/w$ است؛ پس از $T+w$ مقدار تابع مجدداً صفر می‌گردد. مساحت زیر این تابع، یک واحد است. حال اگر w به سمت صفر میل کند، مقدار تابع فقط برای مدت کوتاهی، مثبت خواهد بود.

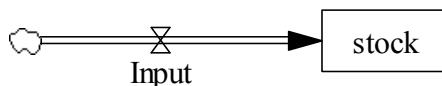
در مدل‌های شبیه‌سازی، برای ایجاد یک پالس با مقدار Q ، یک مستطیل که طول آن برابر گام شبیه‌سازی (time step) و ارتفاع آن برابر $\frac{Q}{\text{time step}}$ است، تولید می‌شود. مساحت این مستطیل برابر با Q خواهد بود.

در نرم‌افزار vensim، تابعی به نام pulse وجود دارد که دارای دو پارامتر ورودی است: ورودی اول، زمان شروع پالس و پارامتر دوم، مدت آن است. این تابع از زمان T تا $T+w$ مقدار یک، و خارج از این بازه، مقدار صفر برمی‌گرداند. پارامتر دوم را می‌توانید همان time step در نظر بگیرید. اگر time step برابر 0.01 است و می‌خواهید یک پالس با مقدار Q در زمان t ایجاد کنید، باید فرمولی شبیه فرمول زیر را در vensim بنویسید:

$$pulse(t, 0.01) * Q/0.01$$

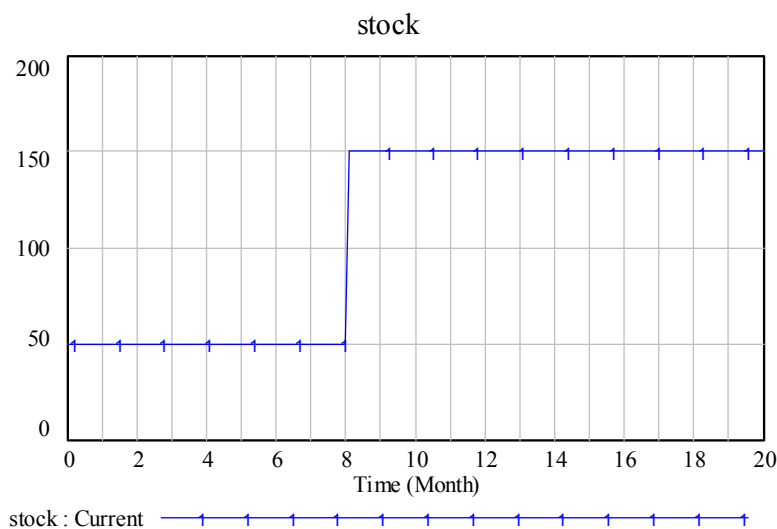
به عنوان مثال فرض کنید یک نمودار انباره و جریان همچون شکل ۵ داریم. مقدار اولیه stock برابر ۵۰ است و ما می‌خواهیم در ماه ۸، یک ورودی پالسی برابر ۱۰۰ داشته باشیم. اگر time step را ۰.۱ ماه در نظر گرفته باشیم، باید برای متغیر Input فرمول زیر را وارد کنیم:

$$pulse(8, 0.1) * 100/0.1$$

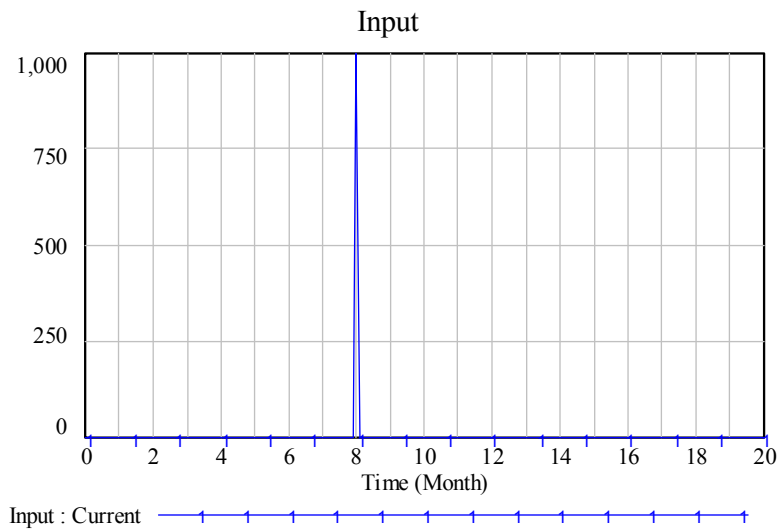


شکل ۵

با اجرای شبیه‌سازی، نمودارهای مربوط به متغیرهای Stock و Input در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه شده است.



شکل ۶



شکل ۷

دو نوع تأخیر وجود دارد:

- تأخیر مواد (material delay)

بیانگر جریان فیزیکی مواد در فرایند تأخیر است. به عنوان مثال، با یک افزایش ناگهانی در بودجه تحقیق و توسعه (R&D) دارو، مدتی طول می کشد تا داروهای جدیدی به بازار عرضه شوند. مدتی طول می کشد تا بچه‌ها بالغ شوند.

- تأخیر اطلاعات (information delay)

بسیاری از تأخیرها بیانگر اصلاح تدریجی در ادراک یا باورها هستند؛ اینها را تأخیر اطلاعات می نامند. جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی و تصمیم‌گیری متضمن تأخیر است. بین دریافت اطلاعات جدید و به‌روزرسانی باورها، تأخیر وجود دارد. به طور کلی، هر باور یا ادراک، متضمن یک تأخیر اطلاعات است چون ما نمی‌توانیم با دریافت اطلاعات جدید، مدل‌های ذهنی خود را به صورت آنی، به‌روز نماییم. به عنوان مثال، مدتی طول می کشد تا یک شهر یا کشور به یک خطر محیطی (مثل آلودگی هوا) واکنش نشان دهد. یعنی زمانی مورد نیاز است تا بالا بودن سطح آلودگی تشخیص داده شود و برای کاهش آن اقدامی صورت گیرد. مدل‌سازها برای مواجهه صحیح با تأخیرها، باید بدانند که:

- تأخیرها چه رفتاری دارند؟
- چگونه تأخیرها را نمایش دهند؟
- از بین مدل‌های مختلف تأخیر، چگونه یکی را انتخاب کنند؟
- مدت تأخیر را چگونه تخمین بزنند؟

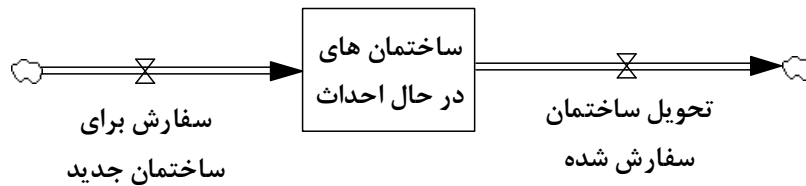
(۹-۲-۱) تأخیر مواد: ساختار و رفتار

نمونه‌ای از ساختار انباره و جریان تأخیر مواد را در شکل ۱ دیدید. اکنون باید یک قاعده تصمیم‌گیری برای نرخ خروجی تعریف کنیم.

در برخی از سیستم‌ها جریان خروجی، فقط بستگی به جریان‌های ورودی گذشته دارد. در این حالت، سقف محدودکننده‌ای بر نرخ خروجی وجود ندارد. اما در برخی دیگر از سیستم‌ها، ظرفیت فرایند تأخیر، محدودیت دارد. یک سیستم تولید را در نظر بگیرید که سفارش مشتریان را دریافت می‌کند. خروج سفارش مشتریان از سالن تولید، بدون نیروی کار، مواد و سایر منابع ممکن نیست. در این‌گونه موارد که جریان خروجی علاوه بر

جریان ورودی، به میزان منابع در دسترس وابسته است، باید صریحاً تأثیر این منابع بر جریان خروجی را مدل‌سازی کنید.

به عنوان مثال، بازار املاک یک شهر را در نظر بگیرید (شکل ۸).



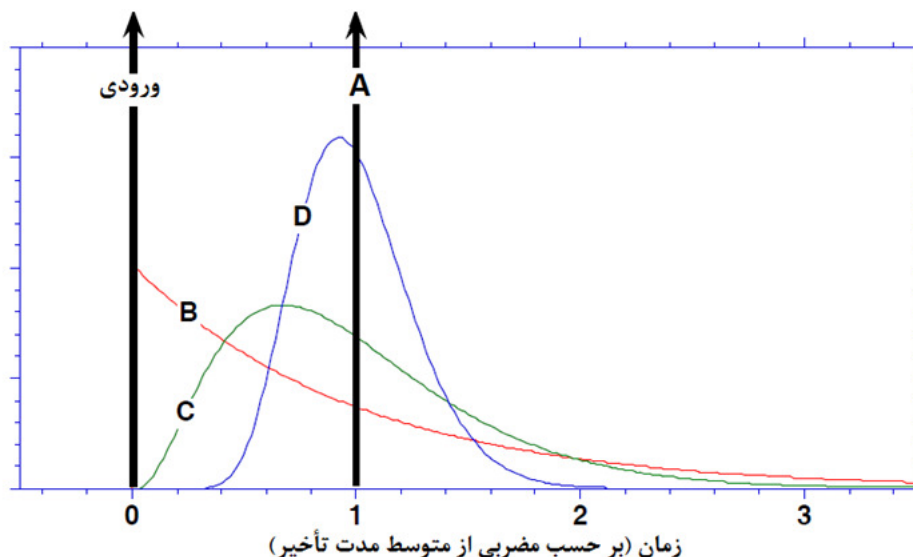
شکل ۸

فرایند ساخت‌وساز، یک تأخیر است که ممکن است ظرفیت آنرا محدود یا نامحدود لحاظ کنیم. ممکن است ظرفیت صنعت ساخت‌وساز در این شهر را نامحدود یا به اندازه کافی منعطف فرض کنید و در نتیجه، تأخیر موجود در فرایند ساخت‌وساز را یک مقدار ثابت در نظر بگیرید. اما اگر وضعیت به گونه‌ای باشد که با افزایش شدید در سفارش ساختمان‌های جدید، ظرفیت صنعت ساخت‌وساز منطقه با تنگنا مواجه شود، متوسط تأخیر بین سفارش یک ساختمان جدید و تکمیل آن، افزایش خواهد یافت. در این حالت باید منابع محدودکننده ظرفیت فرایند را صریحاً وارد مدل کنید.

برای هر تأخیر باید به دو پرسش اصلی پاسخ دهید:
متوسط مدت تأخیر چقدر است؟

خروجی فرایند تأخیر، چگونه در اطراف مقدار متوسط تأخیر، توزیع شده است؟

در مورد پرسش دوم، باید مشخص کنید وقتی آیتم‌ها وارد فرایند تأخیر می‌شوند، چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا آنهایی که زودتر وارد شده‌اند، زودتر خدمات دریافت می‌کنند (First In First Out) یا این که نوعی ترکیب شدن وجود دارد؟ آیا همه آیتم‌ها زمان یکسانی در فرایند صرف می‌کنند یا این که انحرافات نسبت به مقدار میانگین وجود دارد (برخی سریعتر و برخی کندتر از میانگین جریان دارند)؟ شکل ۹ چند حالت ممکن برای خروجی یک تأخیر را نشان می‌دهد.



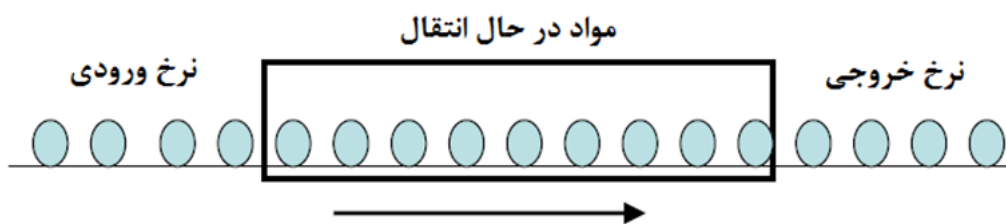
شکل ۹

در شکل ۹ پاسخ چند تأخیر متفاوت را به یک ورودی پالسی ملاحظه می‌کنید. در لحظه صفر، یک ورودی پالسی رخ می‌دهد. حالت اول، این است که آیتم‌های ورودی فرایند، با همان ترتیبی که وارد شده‌اند، خارج گردند و مدت توقف همه آنها در فرایند، یکسان باشد. بنابراین اگر ورودی به شکل پالس باشد، خروجی نیز به شکل پالس

خواهد بود (منحنی A در شکل ۹). محور افقی در شکل ۹ نشان‌دهنده زمان است اما مقیاس آن، بر حسب ضربی از متوسط مدت تأخیر است. در حالتی که مدت توقف همه ورودی‌ها درون فرایند، مساوی است، ورودی‌های زمان صفر، در زمان یک خارج خواهند شد. منحنی‌های B، C، و D خروجی فرایند را به ترتیب برای تأخیرهای مرتبه اول، مرتبه سوم و مرتبه دوازدهم نشان می‌دهند.

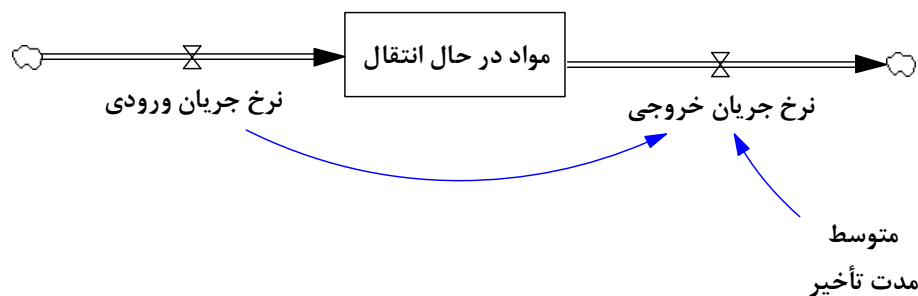
تأخیر خط لوله (pipeline delay)

گاهی اوقات با تأخیرهایی مواجهیم که مقدار آنها ثابت است یعنی مقدار توقف همه آیتم‌های ورودی فرایند با یکدیگر مساوی است. ترتیب خروج از فرایند، با ترتیب ورود یکسان است. به این قاعده، FIFO (First In First Out) نیز می‌گویند. شکل ۱۰ یک تأخیر خط لوله را نشان می‌دهد. خط مونتاژی که به صورت هموار عمل می‌کند، بیانگر یک تأخیر خط لوله است.



شکل ۱۰

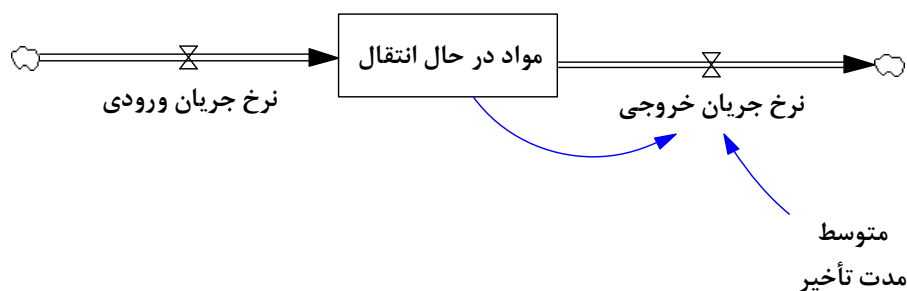
شکل ۱۱ نمودار انباره و جریان یک تأخیر خط لوله را نمایش می‌دهد. همانطور که شکل ۱۰ نشان می‌دهد، نرخ خروجی در زمان t برابر با نرخ ورودی در زمان (متوسط مدت تأخیر $- t$) است:

$$\text{نرخ جریان خروجی}(t) = \text{نرخ جریان ورودی}(t - \text{متوسط مدت تأخیر})$$


شکل ۱۱

تأخیر مواد مرتبه اول (first-order material delay)

خیلی از تأخیرها با خط لوله متفاوت‌اند. نوعی مخلوط شدن ورودی‌ها و تفاوت در زمان توقف، وجود دارد. در تأخیر مواد مرتبه اول، نرخ خروجی متناسب با موجودی مواد در حال انتقال است. نمودار انباره و جریان این نوع تأخیر در شکل ۱۲ آمده است.



شکل ۱۲

همانگونه که شکل ۱۲ نشان می‌دهد، نرخ خروجی در هر لحظه، تابعی از مقدار مواد موجود در فرایند تأخیر و یک مقدار ثابت به نام متوسط مدت تأخیر است:

متوسط مدت تأخیر / مواد در حال انتقال = نرخ جریان خروجی

فرمول فوق نیز نشان می‌دهد که ترتیب خروج آیت‌ها، ارتباطی به ترتیب ورود آنها ندارد.

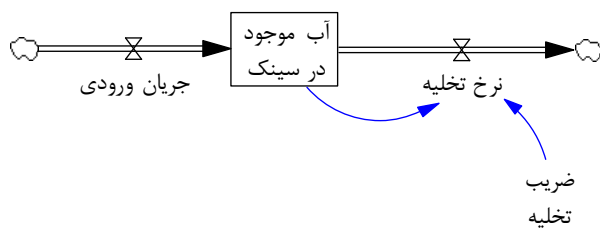
مثال ۲: تأخیر مواد مرتبه اول

یکی از مثال‌های تأخیر مرتبه اول، تخلیه آب از سینک است.



شکل ۱۳

یک سینک را در نظر بگیرید که در یک لحظه، مقداری آب (مثلاً ۱۵ لیتر) وارد آن می‌شود. نرخ تخلیه آب از سینک، متناسب با حجم آب موجود در آن است. ضریب این تناسب را ۰.۱ بر ثانیه فرض کنید؛ یعنی در هر ثانیه ۱۰٪ آب موجود در سینک تخلیه می‌گردد. نمودار انباره و جریان این سیستم در شکل ۱۴ آمده است.



شکل ۱۴

معادله مربوط به نرخ تخلیه:

ضریب تخلیه * آب موجود در سینک = نرخ تخلیه

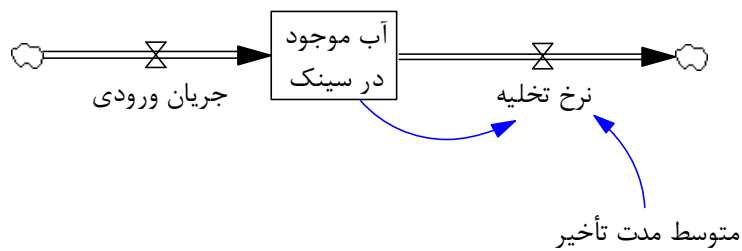
اکنون این پرسش بوجود می‌آید که ارتباط این مثال با تأخیر مرتبه اول چیست؟ در تأخیر مرتبه اول نیز نرخ جریان خروجی، متناسب با مقدار مواد در حال انتقال است:

متوسط مدت تأخیر / مواد در حال انتقال = نرخ جریان خروجی

مقایسه دو رابطه فوق نشان می‌دهد که ضریب تخلیه و متوسط مدت تأخیر، عکس یکدیگرند:

ثانیه $10 = 1/0.1 = 1 / \text{ضریب تخلیه} = \text{متوسط مدت تأخیر}$

بنابراین می‌توان نمودار انباره و جریان سیستم را به صورت آنچه در شکل ۱۵ آمده نیز ترسیم کرد.



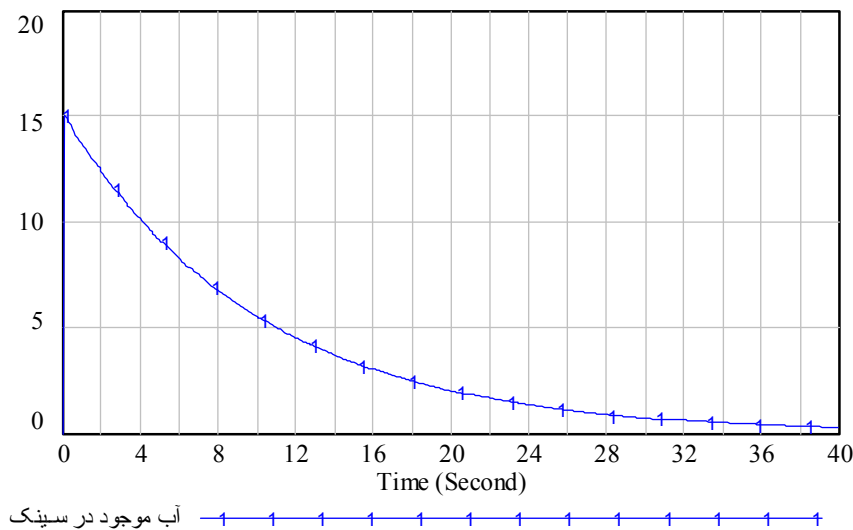
شکل ۱۵

برای ایجاد ورودی پالسی، فرمول زیر را برای جریان ورودی ثابت کنید (پارامتر time step را 0.1 ثانیه تعیین کنید):

$$\text{جریان ورودی} = \text{pulse}(0, 0.1) * 150$$

شکل ۱۶ نتیجه اجرای مدل را برای متغیر آب موجود در سینک نشان می‌دهد.

تخلیه آب از سینک



شکل ۱۶

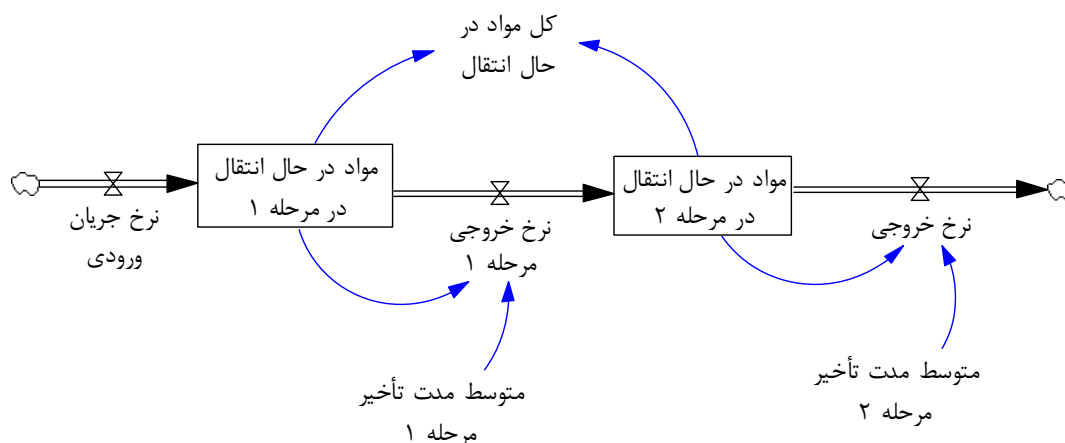
تأخیر مواد؛ مراتب بالاتر

در تأخیر مرتبه اول، بلافاصله پس از ورود آیتم‌ها به فرایند، خروج آنها نیز آغاز می‌شود. اما در بسیاری از فرایندها این‌گونه نیست. همان مثال اداره پست را در نظر بگیرید. فرایند پست معمولاً مانند تأخیر خط لوله نیست که همه نامه‌هایی که با هم پست شده‌اند، هم‌زمان با یکدیگر به مقصد برسند. مانند تأخیر مرتبه اول نیز نیست که نرخ تحویل نامه‌ها در مقصد، بلافاصله پس از تحویل نامه‌ها به پست، در حداکثر خود باشد. از طرف دیگر، ترتیب تحویل نامه‌ها در مقصد، نه مثل خط لوله است که با ترتیب تحویل نامه‌ها به پست، یکسان باشد و نه مثل تأخیر مرتبه اول است که ترتیب تحویل در مقصد، کاملاً مستقل از ترتیب تحویل به اداره پست باشد. بلکه نامه‌ها تا حدی با یکدیگر مخلوط می‌شوند. تا حدی مخلوط شدن، زمانی رخ می‌دهد که یک فرایند، شامل چندین مرحله پردازش است و آیتم‌ها به ترتیب از مرحله‌ای به مرحله بعد حرکت می‌کنند؛ اما در هر مرحله با یکدیگر مخلوط می‌شوند.

در مثال اداره پست، به آسانی می‌توانید مراحل پردازش بسیاری را شناسایی کنید. ابتدا نامه‌ها در صندوق پست قرار می‌گیرند؛ آنگاه وارد کامیونی می‌شوند که نامه‌ها را جمع‌آوری می‌کند؛ آنگاه در اداره پست محلی، در جعبه‌ها قرار می‌گیرند؛ آنگاه پس از تفکیک (sorting)، بر روی کامیون‌ها به اداره پست مرکزی ارسال می‌گردند؛ در آنجا

باز هم تفکیک و پردازش بیشتری انجام گرفته و با کامیون، قطار و هواپیما، به شهرهای مقصد منتقل می‌شوند. آنگاه به اداره پست محلی فرستاده می‌شوند تا در نهایت در صندوق گیرنده نامه، قرار گیرند. اگر هدف شما از مدل‌سازی این باشد که بخواهید گردش کار اداره پست را مهندسی مجدد کنید، ممکن است لازم باشد همه این مراحل را به طور جداگانه نمایش دهید و ظرفیت و زمان تأخیر هر یک را لحاظ کنید. اما برای سایر اهداف، این سطح از جزئیات ضرورت ندارد.

در بسیاری از موارد، مراحل پردازش موجود در چنین سیستمی را می‌توان با چند تأخیر مرتبه اول که به صورت آبشاری (cascading) به دنبال هم قرار گرفته‌اند، به خوبی تقریب زد. به عنوان مثال، یک تأخیر مرتبه دوم، شامل دو تأخیر مرتبه اول است که ورودی مرحله دوم، خروجی مرحله اول است (شکل ۱۷)

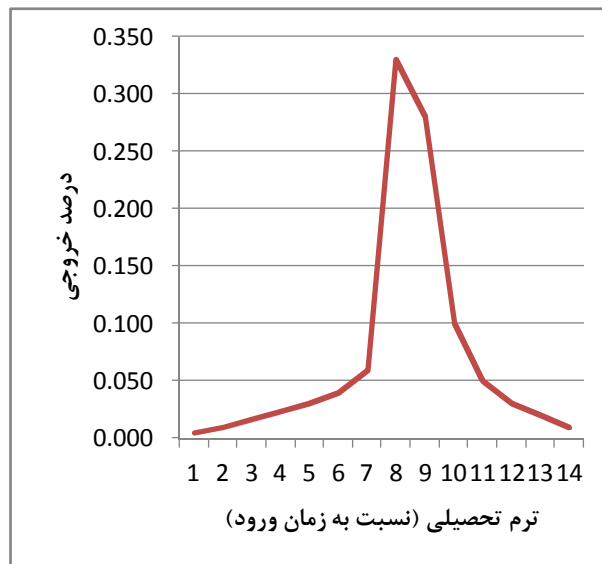


شکل ۱۷

کل موجودی مواد در حال انتقال برابر با مجموع مواد در حال انتقال در هر یک از مراحل است. متوسط مدت تأخیر از جریان ورودی تا جریان خروجی، برابر با مجموع متوسط مدت تأخیر در هر یک از مراحل است. با این روش، می‌توانید تأخیرهایی با هر تعداد مرحله را بسازید. در صورتی که داده‌های موجود و هدف مدل‌سازی ایجاب کنند، می‌توان زمان تأخیر مراحل را متفاوت با یکدیگر در نظر گرفت؛ گرچه در اغلب موارد می‌توان آنها را مساوی فرض نمود. تأخیری که n مرحله دارد و زمان تأخیر هر کدام از مراحل $1/n$ است، تأخیر مواد مرتبه n ام نامیده می‌شود.

هرچه مرتبه یک تأخیر بالاتر باشد، مخلوط شدن کمتر است و واریانس خروجی کوچکتر است. وقتی n خیلی بزرگ شود، تأخیر مرتبه n به تأخیر خط لوله نزدیک خواهد شد.

مثال ۳: تحصیل در دانشگاه، یک فرایند است که بین ورود به آن و خروج از آن فاصله وجود دارد. تحصیل در دوره کارشناسی، حدود ۴ سال طول می‌کشد و مدت آن، برای همه افراد یکسان نیست. اگر دانشجویان ورودی یک سال مشخص (مثلاً ۱۳۹۲) را در نظر بگیریم، با یک ورودی به شکل پالس (pulse) مواجهیم که توزیع تقریبی خروجی آنها در شکل ۱۸ آمده است. شکل ۱۸ نشان می‌دهد که ورودی‌های یک سال مشخص، بعد از چه مدتی، از دانشگاه خارج می‌شوند. در ترم‌های ۱ تا ۶، تعداد دانشجویانی که از دانشگاه خارج می‌شوند، زیاد نیست و اینها کسانی هستند که به دلایل مختلف، و قبل از اتمام دوره کارشناسی، دانشگاه را ترک کرده‌اند. از ترم هفتم، تعداد خروجی‌ها افزایش می‌یابد. بخش عمده‌ای از ورودی‌ها، در ترم‌های هشتم و نهم، تحصیلات خود را به پایان می‌رسانند. درصد نسبتاً کمی از دانشجویان نیز در ترم‌های ۱۰ به بعد، از دانشگاه خارج خواهند شد.



شکل ۱۸

(۲-۲-۹) تأخیر اطلاعات: ساختار و رفتار

آنچه تاکنون مورد بحث قرار گرفت، تأخیر مواد بود که ورودی و خروجی آنها، یک جریان فیزیکی از آیتم‌ها است. اما تأخیرهای بسیاری نیز در کانال‌های بازخورد اطلاعاتی وجود دارد؛ مانند تأخیر در اندازه‌گیری یا ادراک یک متغیر (مثل ادراک یک شرکت از نرخ سفارش هر محصول)، یا به‌روزآوری باورها و پیش‌بینی‌ها (مثل باور مدیریت درباره نرخ‌های تورم در آینده).

اما چرا ادراک‌ها و پیش‌بینی‌ها الزاماً با تأخیر همراهند؟ همه باورها، انتظارات و پیش‌بینی‌ها، مبتنی بر اطلاعاتی هستند که در آن لحظه، در دسترس تصمیم‌گیر قرار دارند. مدتی طول می‌کشد تا اطلاعات مورد نیاز برای شکل‌گیری قضاوت‌ها جمع‌آوری گردد و افراد با دریافت اطلاعات جدید، فوراً ذهنیات خود را تغییر نمی‌دهند. تأخیر اطلاعات را نمی‌توان با همان ساختاری که برای تأخیر مواد به کار بردیم، مدل‌سازی نمود؛ چون هیچ جریان فیزیکی وجود ندارد.

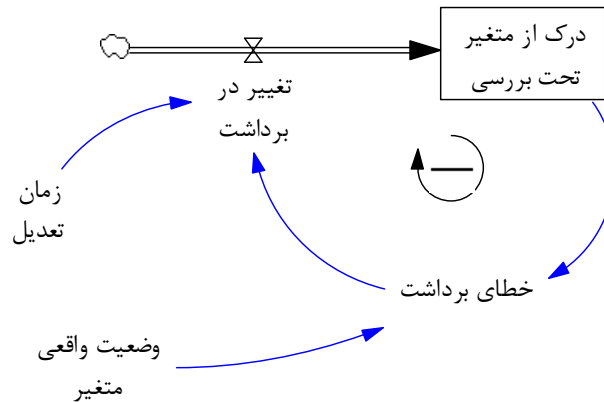
هموارسازی نمایی

ساده‌ترین تأخیر اطلاعات و یکی از پرکاربردترین آنها، هموارسازی نمایی (exponential smoothing) نامیده می‌شود. هموارسازی به این معنی است که تصمیم‌گیر تمایل دارد به صورت تدریجی به تغییر در اطلاعات واکنش نشان دهد. هموارسازی به وفور در تصمیم‌گیری‌های انسانی ظهور می‌یابد. وقتی تصمیم‌ها مبتنی بر اطلاعات هموار شده باشند، اقدام‌ها با تأخیر انجام می‌گیرد.

اکثر افراد در پاسخ به هر تغییر کوچکی در محیط پیرامونی خود، اقدام بزرگی انجام نمی‌دهند. کسی با یک قطره باران، سفر پیک‌نیک خود را کنسل نمی‌کند. یک فروشگاه به خاطر یک روز پرکار، تعداد کارکنان خود را افزایش نمی‌دهد.

هموارسازی به این معنی است که یک تصمیم‌گیر، فوراً باور نمی‌کند که یک افت‌وخیز (fluctuation) در اطلاعات ورودی، بیانگر تغییری پایدار باشد. بنابراین تلاش می‌کند از افت‌وخیزهایی که چشمگیر نیستند، چشم‌پوشی کند. او می‌خواهد از واکنش بیش از حد به تغییراتی که ممکن است کوتاه‌مدت باشند، بپرهیزد.

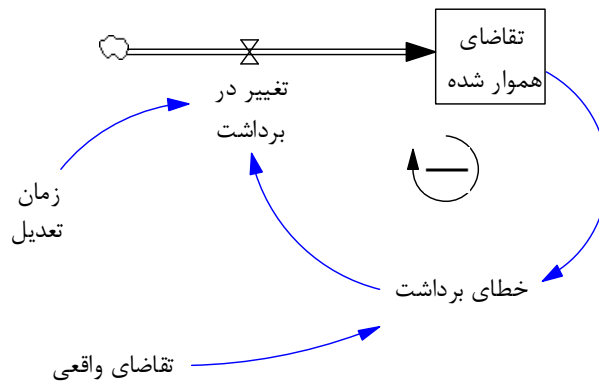
ممکن است هموارسازی به صورت سازمان یافته و با میانگین گیری عددی انجام شود یا از طریق تمایل informal یک فرد به این باشد که قبل از اقدامی قابل توجه، "صبر کن و بین چه می شود". در هر دوی این فرایندها میانگین گیری از اطلاعات گذشته برای ادراک وضعیت فعلی، صورت می گیرد. نمودار انباره و جریان هموارسازی نمایی مرتبه اول در شکل ۳۰ نمایش داده شده است.



شکل ۳۰

درک از متغیر تحت بررسی - وضعیت واقعی متغیر = خطای برداشت
 زمان تعدیل / خطای برداشت = تغییر در برداشت

مثال ۴: در یک شرکت، اطلاعات فروش ماهیانه محصول، هموار شده و مبنای پیش بینی تقاضای آینده قرار می گیرد. در ابتدای افق زمان، درک شرکت از تقاضا با فروش واقعی برابر است. آنگاه تقاضا شروع به تغییرات پله ای و شیب دار می کند. زمان تعدیل برابر سه ماه است. یعنی در هر دوره ای بین پیش بینی شرکت از تقاضا با فروش ماهیانه فاصله ای وجود دارد، یک سوم این فاصله را به عنوان تغییری پایدار در تقاضا می پذیرد.



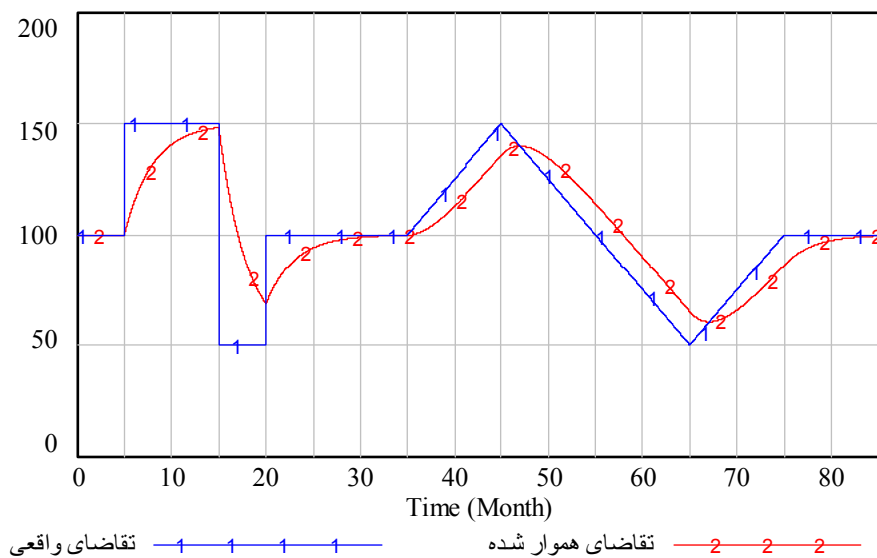
شکل ۳۱

پیش بینی تقاضا و فروش واقعی در زمان صفر تا ابتدای ماه ششم، مساوی و ۱۰۰ هستند؛ آنگاه تقاضا تغییر می کند که تغییرات آن در شکل ۳۲ آمده است. برای ایجاد این تغییرات، فرمول زیر را برای متغیر "تقاضای واقعی" وارد کنید:

$$\text{تقاضای واقعی} = 100 + \text{step}(50, 5) - \text{step}(100, 15) + \text{step}(50, 20) + \text{ramp}(5, 35, 45) - \text{ramp}(5, 45, 65) + \text{ramp}(5, 65, 75)$$

برای این مدل time step را ۰.۱ ماه لحاظ کرده ایم. در شکل ۳۲ تقاضای هموار شده نیز قابل مشاهده است.

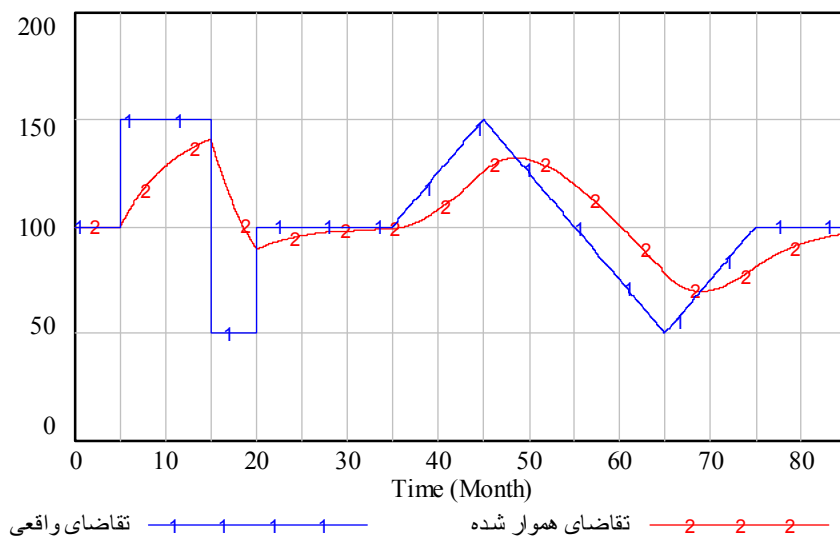
تقاضای واقعی و هموار شده



شکل ۳۲

اگر زمان تعدیل را از ۳ ماه به ۶ ماه افزایش دهیم، نتیجه شبیه‌سازی طبق شکل ۳۳ خواهد شد.

تقاضای واقعی و هموار شده



شکل ۳۳

(۳-۹) تمرین‌های حل شده

تمرین ۱: برای مدل‌سازی رشد جمعیت در جوامع انسانی، معمولاً باید کل جمعیت را به چند بخش تفکیک کنیم. برای تصمیم‌گیری در مورد تعداد و طول هر یک از دوره‌ها باید به هدف مدل‌سازی توجه کرد. به عنوان مثال می‌توان جمعیت را به ۳ گروه جوان (از صفر تا ۲۰ سال)، میان‌سال (۲۰ تا ۴۵ سال) و مسن (بیش از ۴۵ سال) تقسیم نمود.

شهری را در نظر بگیرید که سه میلیون نفر جمعیت دارد که سهم هر یک از سه گروه فوق مساوی است. وقتی دو نفر در این شهر با هم ازدواج می‌کنند، به طور متوسط دو فرزند خواهند داشت. فرض کنید که مرگ و میر فقط در گروه سنی سوم، و زاد و ولد نیز فقط در گروه سنی دوم اتفاق می‌افتد. متوسط عمر افراد را ۷۵ سال در نظر بگیرید.

الف) نمودار انباره و جریان مثال فوق را رسم کرده و معادلات آن را بنویسید.

ب) قبل از شبیه‌سازی، سعی کنید روند تغییرات هر یک از گروه‌های جمعیتی و نیز کل جمعیت در شهر فوق را حدس زده و ترسیم نمایید.

ج) تغییرات جمعیت را در یک افق ۱۰۰ ساله شبیه‌سازی کنید. نمودار مربوط به هر یک از گروه‌های جمعیتی و نیز کل جمعیت را رسم کرده، رفتار آنها را بررسی کنید و علت پیدایش این رفتار را شرح دهید. نمودارها را با پاسخ‌های بند ب مقایسه کنید.

د) تصور کنید که شهر فوق در چین قرار دارد که هر زوج فقط یک فرزند می‌توانند داشته باشند. مجدداً شبیه‌سازی جمعیت را برای یک افق ۱۰۰ ساله اجرا کنید.

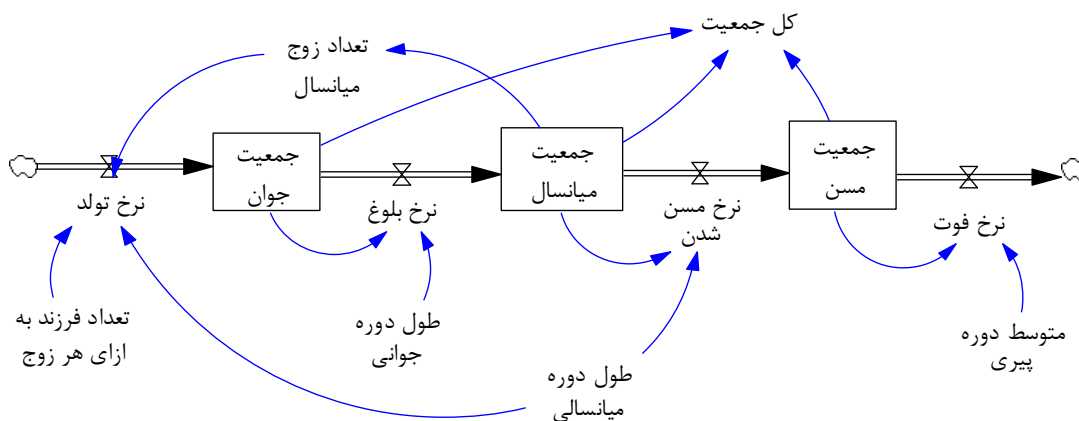
ه) تصور کنید شهر فوق در بنگلادش قرار دارد که هر زوج ۴ فرزند به دنیا می‌آورند. نمودار تغییرات جمعیتی را برای این حالت نیز ترسیم نمایید.

و) اگر در بنگلادش سیاست کنترل جمعیت اجرا شود و از سال ۵۰، هر زوج فقط ۲ فرزند به دنیا آورند، نمودار تغییرات جمعیتی را مجدداً بدست آورید.

ز) فهرستی از فرض‌های ساده‌ساز به کار رفته در این مدل تهیه کنید.

حل:

ساختار انباره و جریان این سیستم در شکل ۱۹ آمده است. توجه کنید که در این ساختار، سه تأخیر مرتبه اول وجود دارد. کل جمعیت، یک انباره نیست که ورودی و خروجی داشته باشد؛ بلکه یک متغیر کمکی است که مجموع سه انباره دیگر است. گرچه در واقعیت، جمعیت کل نیز یک انباره است اما اگر در این مدل، آنرا انباره در نظر بگیریم، جز در دسر چیزی به دست نمی‌آوریم.



شکل ۱۹

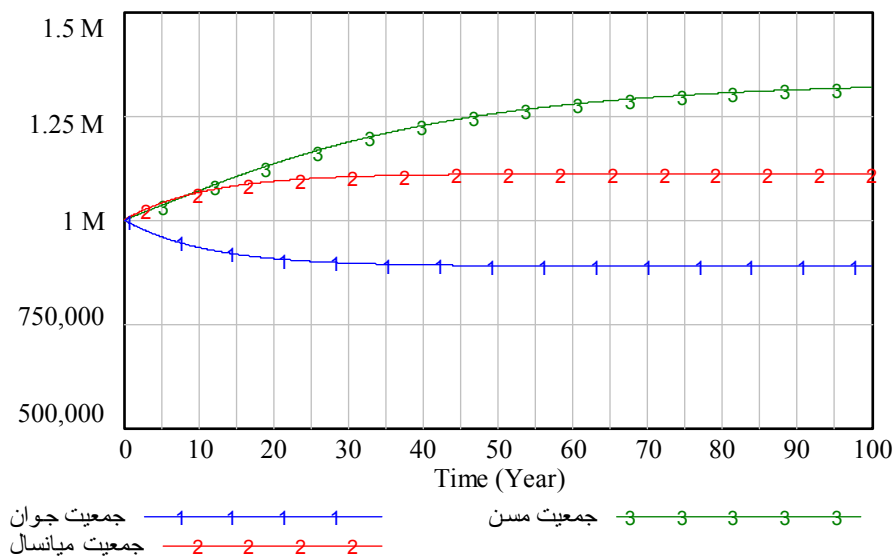
معادله‌های مربوط به متغیرها در جدول زیر آمده است:

متغیر	واحد	فرمول
تعداد فرزند به ازای هر زوج	زوج/نفر	$= 2$
طول دوره جوانی	سال	$= 20$
طول دوره میانسالی	سال	$= 25$
متوسط دوره پیری	سال	$= 75 - 45 = 30$
تعداد زوج میانسال	زوج	$= \text{جمعیت میانسال} / 2$
نرخ تولد	سال/نفر	$= \text{طول دوره میانسالی} / \text{تعداد فرزند به ازای هر زوج} \times \text{تعداد زوج میانسال}$
نرخ بلوغ	سال/نفر	$= \text{طول دوره جوانی} / \text{جمعیت جوان}$
نرخ مسن شدن	سال/نفر	$= \text{طول دوره میانسالی} / \text{جمعیت میانسال}$
نرخ فوت	سال/نفر	$= \text{متوسط عمر} / \text{جمعیت مسن}$
جمعیت جوان	نفر	$= \text{Integral}(\text{نرخ تولد} - \text{نرخ بلوغ}, 1000000)$
جمعیت میانسال	نفر	$= \text{Integral}(\text{نرخ مسن شدن} - \text{نرخ بلوغ}, 1000000)$
جمعیت مسن	نفر	$= \text{Integral}(\text{نرخ فوت} - \text{نرخ مسن شدن}, 1000000)$
کل جمعیت	نفر	$= \text{جمعیت مسن} + \text{جمعیت میانسال} + \text{جمعیت جوان}$

پارامتر time step را 0.1 سال در نظر می‌گیریم.

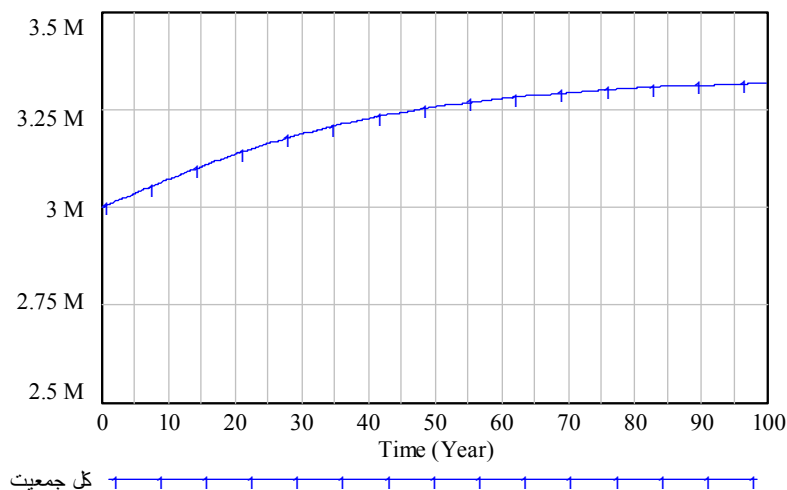
(ج) نتایج اجرای مدل در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ آمده است.

روند تغییرات گروه‌های جمعیتی



شکل ۱۰

روند تغییرات کل جمعیت



شکل ۱۱

هر سه انباره موجود در شکل ۱۰ با مقدار یک میلیون شروع می‌کنند. تغییرات آنها در اولین گام زمانی (time step) چنین خواهد بود:

جمعیت جوان: هر فردی ۲۰ سال به عنوان جوان زندگی می‌کند بنابراین در هر سال، یک بیستم جمعیت جوان (در ابتدا ۵۰۰۰۰ نفر) انباره را ترک می‌کنند. برای محاسبه ورودی این انباره باید تولدها را محاسبه کنیم. در ابتدا یک میلیون نفر میانسال وجود دارد که پانصد هزار زوج تشکیل می‌دهند. اگر هر زوج، دو فرزند در دوره‌ای ۲۵ ساله به دنیا آورند، هر زوج در هر سال، $\frac{2}{25}$ یعنی ۰.۰۸ فرزند خواهند داشت. کل فرزندان متولد شده در هر سال، $500000 \times 0.08 = 40000$ خواهد بود. چون ورودی انباره ۴۰۰۰۰ و خروجی آن ۵۰۰۰۰ است، جریان خالص ورودی به انباره ۱۰۰۰۰- نفر در سال است. بنابراین در اولین گام زمانی، جمعیت جوان به اندازه 10000×0.1 یعنی ۱۰۰۰ نفر کاهش خواهد یافت. این انباره به کاهش خود ادامه می‌دهد تا این که جریان ورودی و خروجی آن برابر شوند.

جمعیت میانسال: هر فردی ۲۵ سال به عنوان میانسال زندگی می‌کند بنابراین در هر سال، $1/25$ جمعیت میانسال (در ابتدا ۴۰۰۰۰ نفر) انباره را ترک می‌کنند. از طرف دیگر می‌دانیم که تعدادی (در ابتدا ۵۰۰۰۰ نفر) نیز از جمعیت جوان وارد جمعیت میانسال می‌شوند. پس جریان خالص ورودی انباره ۱۰۰۰۰ نفر در سال است. در اولین گام زمانی، 10000×0.1 یعنی ۱۰۰۰ نفر به جمعیت میانسال اضافه می‌شوند. این انباره به رشد خود ادامه می‌دهد تا این که ورودی و خروجی آن برابر شوند.

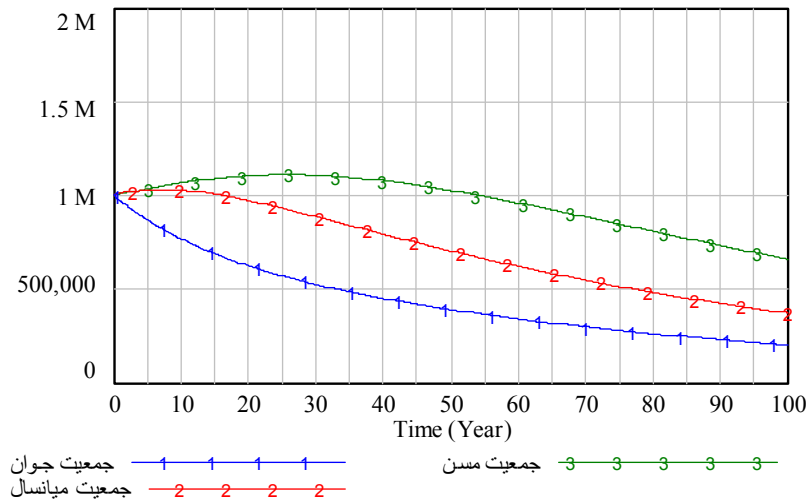
جمعیت مسن: هر فرد ۳۰ سال به عنوان مسن زندگی می‌کند بنابراین در هر سال، $1/30$ جمعیت مسن (در ابتدا ۳۳۳۳۳ نفر) از این انباره خارج می‌شوند. از طرف دیگر تعدادی (در ابتدا ۴۰۰۰۰ نفر) نیز به انباره وارد می‌شوند. پس جریان خالص ورودی انباره ۶۶۶۷ نفر در سال است. در اولین گام زمانی، 6667×0.1 یعنی تقریباً ۶۶۷ نفر به آن اضافه می‌شوند.

جمعیت کل: تعداد تولدها در ابتدا ۴۰۰۰۰ نفر در سال و تعداد مرگ و میرها ۳۳۳۳۳ نفر در سال است. پس جمعیت کل ۶۶۶۷ نفر افزایش خواهد داشت. در اولین گام زمانی، تقریباً ۶۶۷ نفر به جمعیت کل اضافه می‌گردد. چون هر زوج، دو فرزند به دنیا می‌آورند، جمعیت در بلندمدت به حالت تعادل خواهد رسید. تمرین: نشان دهید که در حالت تعادل خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جمعیت جوان}}{20} = \frac{\text{جمعیت میانسال}}{25} = \frac{\text{جمعیت مسن}}{30}$$

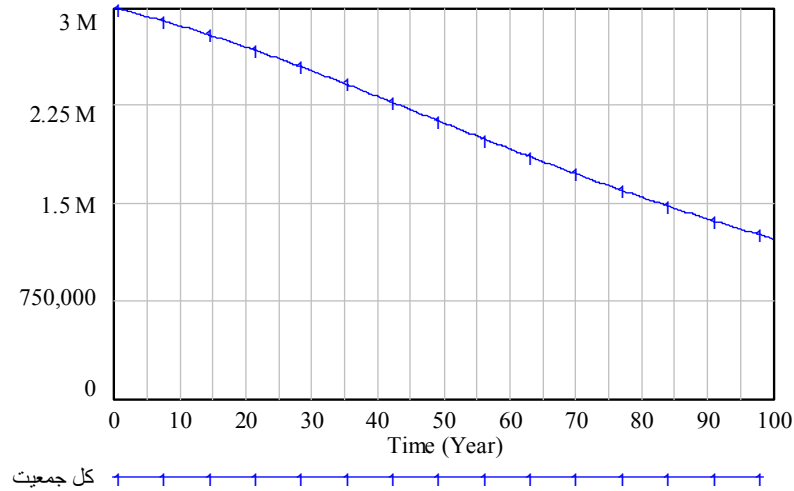
د) نتایج حالتی که هر زوج فقط یک فرزند به دنیا آورند، در شکل‌های ۱۲ و ۱۳ آمده است.

رشد تغییرات گروه های جمعیتی- چین



شکل ۱۲

رشد تغییرات کل جمعیت- چین



شکل ۱۳

هر سه انباره موجود در شکل ۱۲ با مقدار یک میلیون شروع می‌کنند. تغییرات آنها در اولین گام زمانی (time step) چنین خواهد بود:

جمعیت جوان: مانند بند قبل، در ابتدا نرخ خروج از این انباره ۵۰۰۰۰ نفر در سال است و نرخ تولدها نصف حالت قبل یعنی ۲۰۰۰۰ نفر در سال است. چون نرخ ورودی انباره ۲۰۰۰۰ و نرخ خروجی آن ۵۰۰۰۰ است، انباره با نرخ ۳۰۰۰۰ نفر در سال، در حال کاهش است. بنابراین در اولین گام زمانی، جمعیت جوان به اندازه ۳۰۰۰ نفر کاهش دارد.

جمعیت میانسال: مانند بند قبل، در ابتدا نرخ خروج از این انباره ۴۰۰۰۰ نفر در سال و نرخ ورودی آن ۵۰۰۰۰ نفر در سال است. پس جریان خالص ورودی انباره ۱۰۰۰۰ نفر در سال است. در اولین گام زمانی ۱۰۰۰ نفر به جمعیت میانسال اضافه می‌شوند.

جمعیت مسن: در ابتدا نرخ خروجی این انبار ۳۳۳۳۳ نفر در سال و نرخ ورودی آن ۴۰۰۰۰ نفر در سال است. پس جریان خالص ورودی انبار ۶۶۶۷ نفر در سال است. در اولین گام زمانی تقریباً ۶۶۷ نفر به آن اضافه می‌شوند.

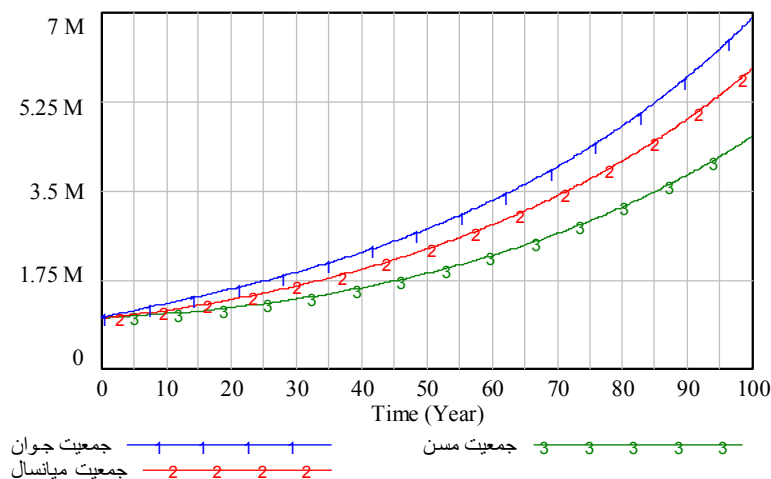
جمعیت کل: تعداد تولدها در ابتدا ۲۰۰۰۰ نفر در سال و تعداد مرگ و میرها ۳۳۳۳۳ نفر در سال است. پس جمعیت کل ۱۳۳۳۳ نفر کاهش خواهد داشت. در اولین گام زمانی، تقریباً ۱۳۳۳ نفر از جمعیت کل کسر می‌گردد.

دقت کنید که جمعیت کل در حال کاهش است اما به خاطر وجود تأخیر در سیستم، جمعیت میانسال و مسن ابتدا افزایش و بعد کاهش می‌یابند.

تمرین: نشان دهید که در این حالت، سیستم نمی‌تواند نقطه تعادل داشته باشد.

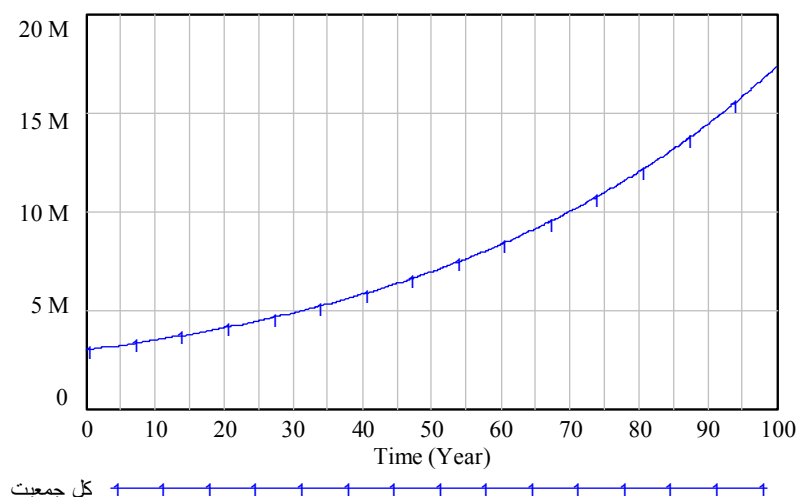
ه) شکل‌های ۱۵ و ۱۶ رفتار متغیرهای اصلی سیستم را در این حالت نشان می‌دهند. با توجه به این‌که هر زوج، ۴ فرزند به دنیا می‌آورند، قابل پیش‌بینی است که رشد جمعیت، نمایی باشد.

روند تغییرات گروه‌های جمعیتی - بنگلادش



شکل ۱۴

روند تغییرات کل جمعیت - بنگلادش



شکل ۱۵

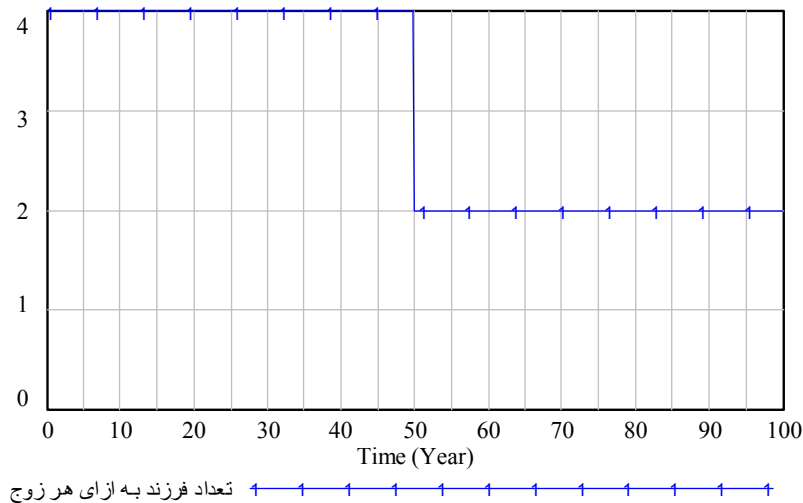
البته چنین رشدی نمی‌تواند برای همیشه ادامه یابد. عواملی همچون کمبود منابع و ازدحام، موجب کاهش نرخ رشد خواهند شد. البته ممکن است قبل از این‌که عوامل طبیعی موجب افزایش مرگ و میرها و توقف رشد جمعیت شوند، فشارهای اجتماعی برای کنترل تولدها به‌وجود آید.

(و برای کاهش تعداد فرزند از سال ۵۰، از تابع step استفاده می‌کنیم:

$$\text{تعداد فرزند به ازای هر زوج} = 4 - \text{step}(2, 50)$$

نتیجه این فرمول، چیزی است که در شکل ۱۶ آمده است.

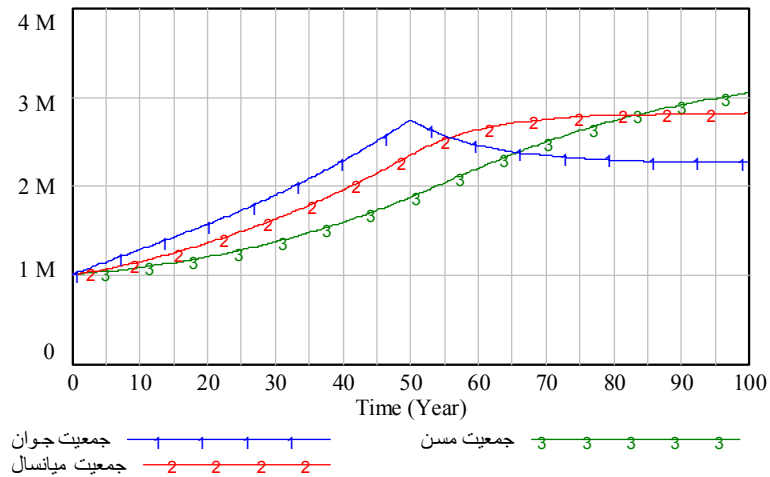
نمودار پله ای تعداد فرزند به ازای هر زوج



شکل ۱۶

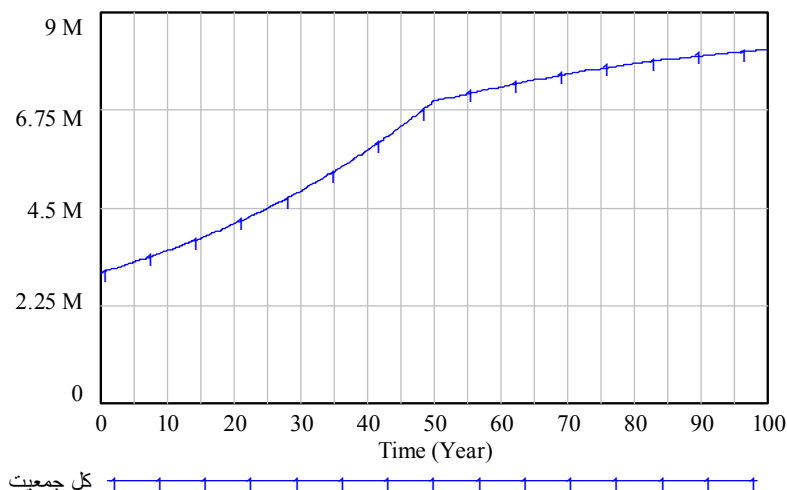
با اجرای شبیه‌سازی برای یک افق ۱۰۰ ساله، رفتار متغیرهای اصلی سیستم طبق شکل‌های ۱۷ و ۱۸ خواهد بود.

روند تغییرات گروه‌های جمعیتی - کنترل جمعیت در بنگلادش



شکل ۱۷

رشد تغییرات کل جمعیت - کنترل جمعیت در بنگلادش



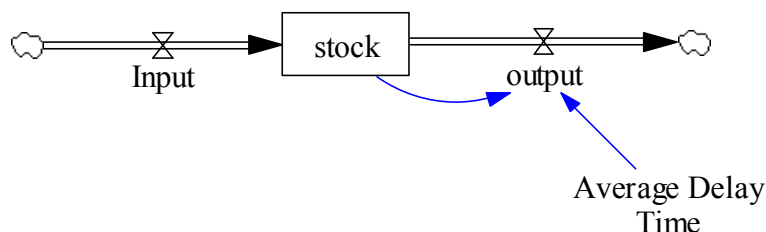
شکل ۱۸

دقت کنید که بعد از سال ۵۰، علی‌رغم روند نزولی جمعیت جوان، جمعیت کل هنوز در حال افزایش است. وجود تأخیر در سیستم، عامل چنین رفتاری است: بچه‌هایی که قبل از سال ۵۰ به دنیا آمده‌اند، به تدریج بالغ شده و سال‌ها قبل از آن که فوت کنند، دو فرزند به دنیا می‌آورند؛ پس تا مدتی روند صعودی جمعیت ادامه می‌یابد. این روند برای مدتی به اندازه متوسط عمر یک فرد (۷۵ سال) ادامه خواهد داشت. با این حال از سال ۵۰ به بعد، رفتار جمعیت‌ها از نمایی به مجانبی تغییر می‌کند.

همچنین به تغییرات ترکیب جمعیت توجه کنید. تا سال ۵۰ جمعیت جوان، بیشترین سهم و جمعیت مسن، کمترین سهم از کل جمعیت را دارند. اما از سال ۵۰، روند معکوس می‌شود. تقریباً از سال ۸۵، این جمعیت مسن است که بیشترین سهم را دارد. این وضعیت، مشابه مسئله پیر شدن جمعیت در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته است. با این که نرخ تولدها در چند دهه قبل، پایین بوده است، نسبت جمعیت مسن آن‌ها در حال افزایش است. این تغییر در ترکیب جمعیتی، می‌تواند مشکلاتی در زمینه منابع مورد نیاز برای تأمین اجتماعی و درمان افراد سال‌خورده ایجاد کند.

تمرین ۲: تاکنون پاسخ فرایندهای تأخیر به ورودی‌های پالسی مورد بحث قرار گرفت. ورودی‌های دیگری که معمولاً برای تست سیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، ورودی‌های پله‌ای (step)، شیب‌دار (ramp) و نوسانی (oscillation) هستند.

در این مثال می‌خواهیم پاسخ تأخیر مرتبه اول به ورودی‌های فوق را نیز بررسی کنیم. یک فرایند تأخیر مرتبه اول را تصور کنید که نمودار انباره و جریان آن در شکل ۱۰ آمده است.



شکل ۱۰

متوسط مدت تأخیر ۵ روز و نرخ ورودی ۵۰ واحد در روز است. فرض کنید قبل از تغییر در ورودی، سیستم در حالت تعادل قرار داشته و ورودی و خروجی انباره، مساوی هم و برابر با ۵۰ واحد در روز است. وقتی سیستم در حالت تعادل قرار دارد:

$$Input = output \rightarrow Input = \frac{stock}{Average\ Delay\ Time} \rightarrow 50 = \frac{stock}{5} \rightarrow stock = 250$$

بنابراین در حالت تعادل، مقدار انباره برابر با ۲۵۰ بوده است. فرمول‌های متغیرها چنین خواهد بود:

$$stock = Integ(Input - output, 250)$$

$$Average\ Delay\ Time = 5$$

$$output = \frac{stock}{Average\ Delay\ Time}$$

در زمان صفر نرخ ورودی انباره تغییر می‌کند.

الف) ورودی پله‌ای: در زمان صفر، نرخ ورودی از ۵۰ به ۱۵۰ افزایش یافته و ادامه می‌یابد.

برای ایجاد step در ورودی فرایند، از تابع step در ونسیم استفاده می‌کنیم. این تابع دو پارامتر ورودی دارد: پارامتر اول، ارتفاع پله‌ای است که قرار است ایجاد شود و پارامتر دوم، زمان شروع این افزایش است. پس باید برای متغیر Input فرمول زیر را وارد کنیم:

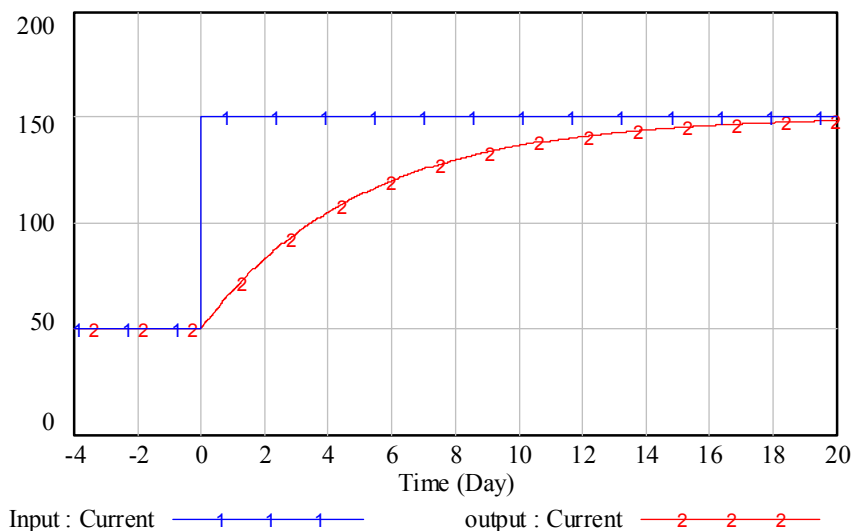
$$Input = 50 + step(100,0)$$

نتیجه اجرای شبیه‌سازی در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ آمده است.

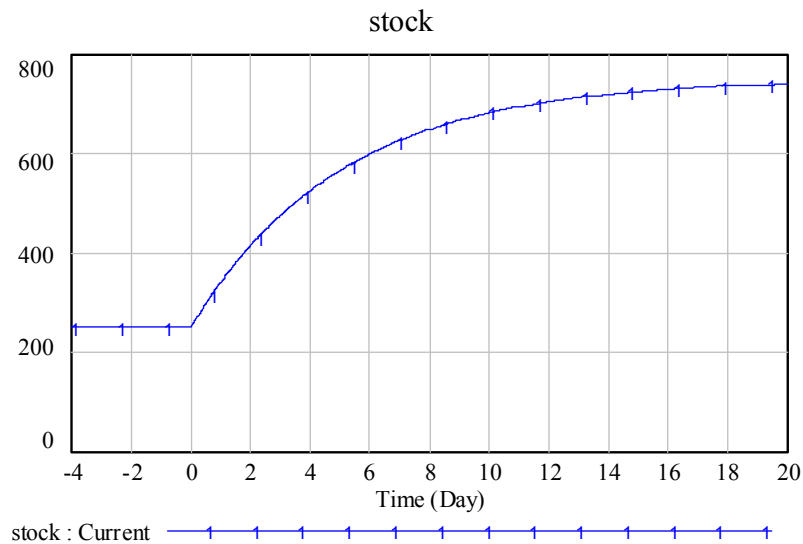
نقطه تعادل انباره در حالت جدید:

$$Input = output \rightarrow Input = \frac{stock}{Average\ Delay\ Time} \rightarrow 150 = \frac{stock}{5} \rightarrow stock = 750$$

پاسخ تأخیر مرتبه اول به ورودی پله ای



شکل ۱۱

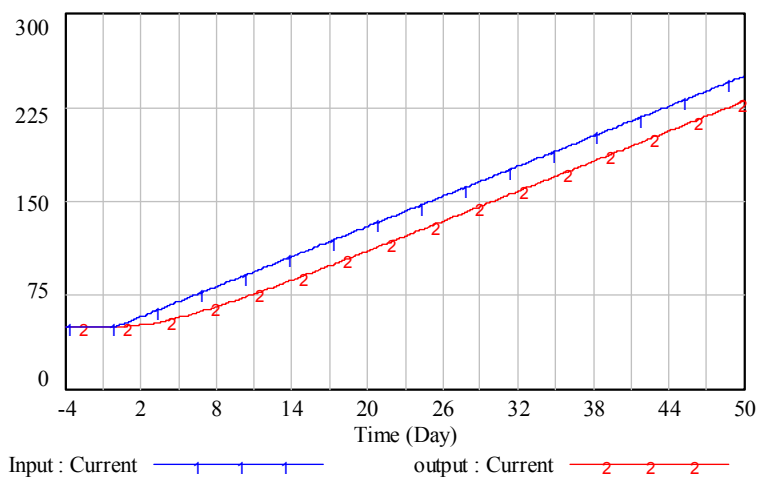


شکل ۱۲

ب) ورودی شیب‌دار: در زمان صفر، جریان ورودی به صورت خطی و با نرخ ۴ واحد در روز افزایش می‌یابد. برای ایجاد شیب خطی در متغیر **Input**، از تابع **ramp** استفاده می‌کنیم. این تابع دارای سه پارامتر ورودی است که پارامتر اول، شیب خط، پارامتر دوم، زمان شروع شیب، و پارامتر سوم، زمان پایان شیب است:
 $Input = 50 + Ramp(4, 0, 50)$

نتیجه شبیه‌سازی در شکل ۱۳ آمده است.

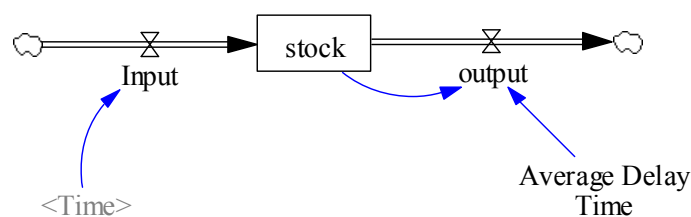
پاسخ تأخیر مرتبه اول به ورودی شیب‌دار



شکل ۱۳

ج) ورودی نوسانی

برای ایجاد نوسان در ورودی، از تابع مثلثاتی سینوس استفاده می‌کنیم. ورودی این تابع را متغیر زمان (**time**) در نظر می‌گیریم. برای این منظور باید متغیر **time** را با انتخاب آیکن **shadow variable** وارد نمودار کنیم (شکل ۱۴).



شکل ۱۴

برای این که دامنه نوسان ۱۰ واحد باشد، فرمول زیر را برای متغیر Input وارد می کنیم:

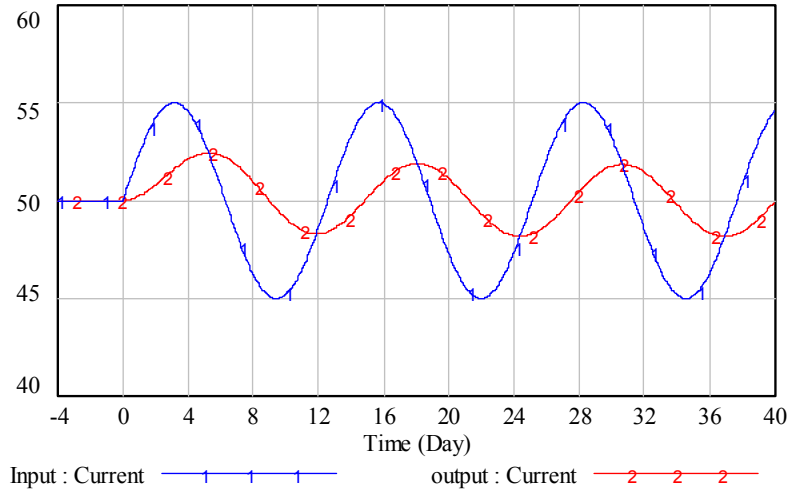
$$Input = 50 + \sin(Time/2) * 5$$

البته برای این که نوسان در ورودی، از زمان صفر آغاز شود، بهتر است فرمول زیر را بنویسیم:

$$Input = 50 + \text{IF THEN ELSE}(Time \geq 0, \sin(Time/2) * 5, 0)$$

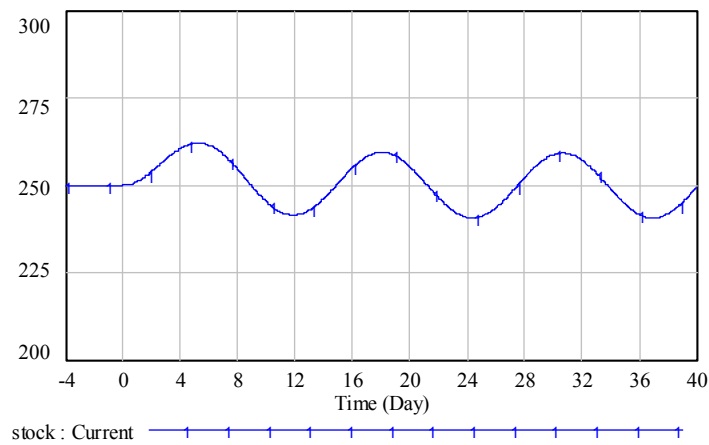
نتایج شبیه سازی در شکل های ۱۵ و ۱۶ ارائه شده است.

پاسخ تأخیر مرتبه اول به ورودی نوسانی



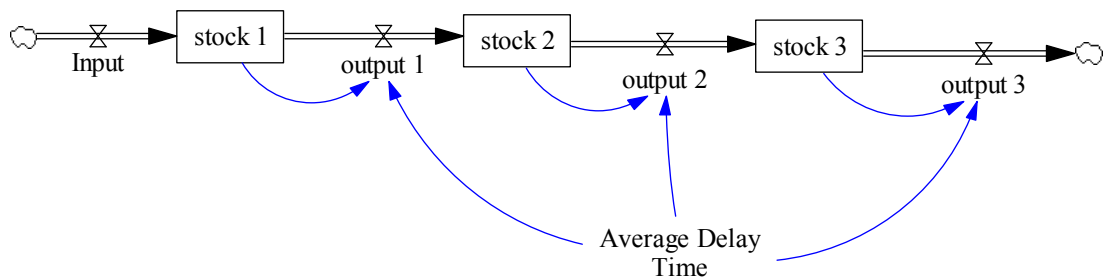
شکل ۱۵

stock



شکل ۱۶

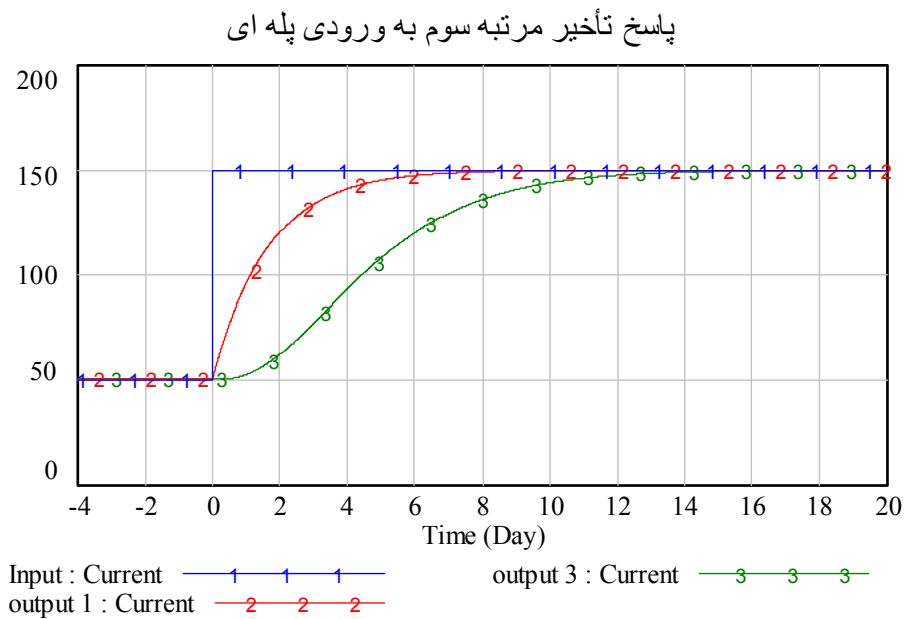
تمرین ۳: تمرین قبل را برای تأخیر مرتبه ۳ تکرار می کنیم.



شکل ۱۷

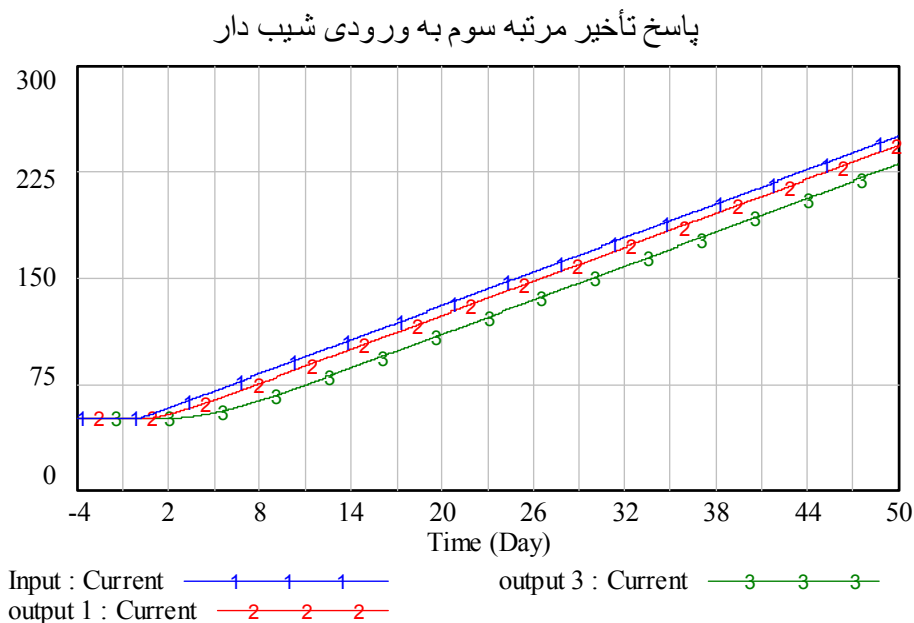
$$\begin{aligned}
 \text{stock 1} &= \text{Integ}(\text{Input} - \text{output 1}, 250/3) \\
 \text{stock 2} &= \text{Integ}(\text{output 1} - \text{output 2}, 250/3) \\
 \text{stock 3} &= \text{Integ}(\text{output 2} - \text{output 3}, 250/3) \\
 \text{Average Delay Time} &= 5 \\
 \text{output 1} &= \frac{\text{stock 1}}{\text{Average Delay Time} / 3} \\
 \text{output 2} &= \frac{\text{stock 2}}{\text{Average Delay Time} / 3} \\
 \text{output 3} &= \frac{\text{stock 3}}{\text{Average Delay Time} / 3}
 \end{aligned}$$

الف) ورودی پله‌ای

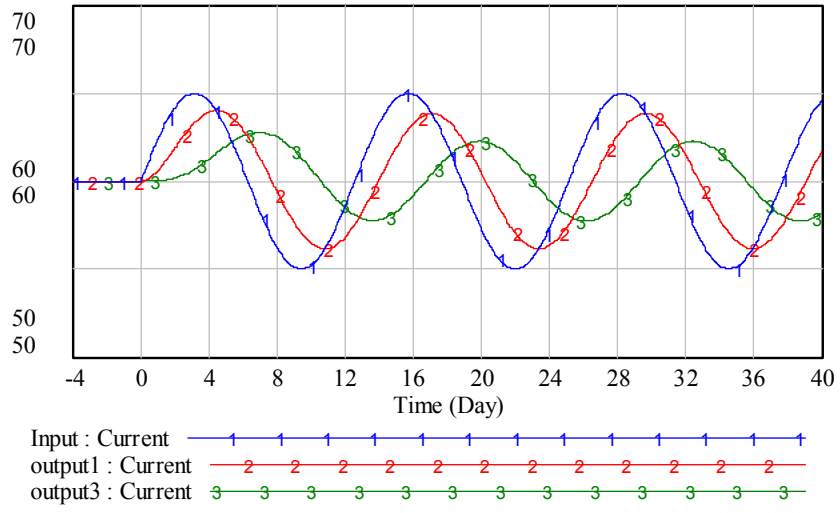


شکل ۱۸

ب) ورودی شیب‌دار



پاسخ تأخیر مرتبه سوم به ورودی نوسانی

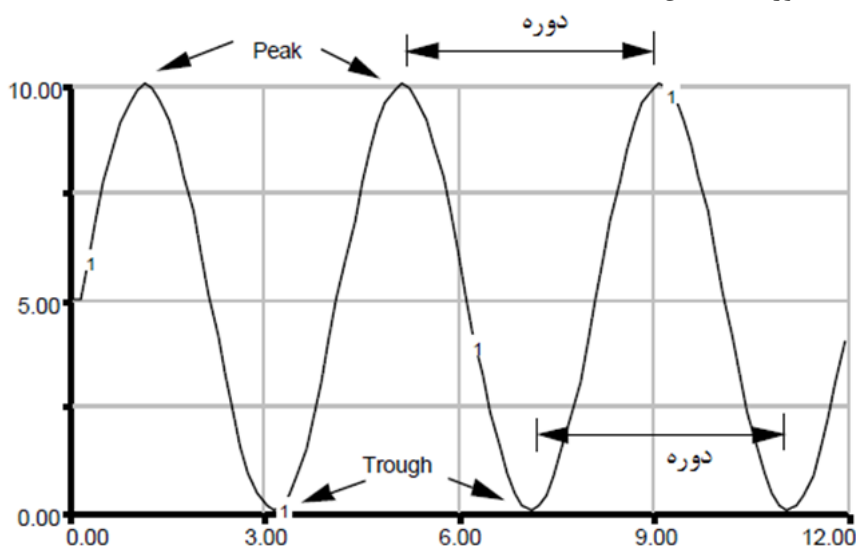


شکل ۲۰

فصل دهم: نوسان سیستم‌ها

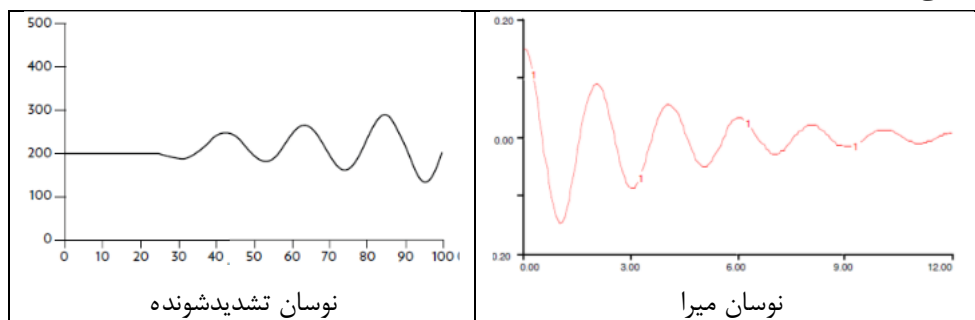
مقدمه

منظور از نوسان در سیستم‌ها، الگوی رفتاری است که در آن، برخی متغیرهای اصلی سیستم، اطراف یک مقدار متوسط، و در یک الگوی تکرارشونده، تغییر می‌کنند. شکل ۱ رفتار نوسانی یک متغیر را در افقی به طول ۱۲ واحد زمان نشان می‌دهد. آنچه در شکل ۱ می‌بینید، نوع خاصی از نوسان است که نوسان پایدار (sustained oscillation) نام دارد. این الگوی رفتار را پایدار می‌نامند چون هر چرخه (cycle) از نوسان، همانند چرخه قبلی است. تشخیص نوسان پایدار آسان است چون ماکزیمم مقدار متغیر، که اوج (peak) نامیده می‌شود، در همه چرخه‌ها یکسان است. همچنین نقطه مینیمم مقدار متغیر، که **trough** نامیده می‌شود، نیز در همه چرخه‌ها مساوی است. زمانی که طول می‌کشد تا یک چرخه کامل شود، یک دوره (period) نامیده می‌شود. دوره برابر زمانی است که از یک اوج به اوج بعدی یا از یک trough به trough بعدی می‌رسیم. وقتی با نوسان پایدار مواجهیم، طول همه دوره‌ها یکسان است.



شکل ۱

انواع دیگری از نوسان نیز وجود دارد. نوسان میرا (damped oscillation) به نوسانی گفته می‌شود که ارتفاع اوج در هر دوره، کوچکتر می‌شود. نوسان تشدیدشونده (expanding oscillation) نوسانی است که ارتفاع اوج در هر دوره، بزرگتر می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲

با توجه به این که هر تأخیر، متناظر با یک انباره است، پس حلقه بازخورد منفی که تأخیر در آن وجود دارد، حداقل دو انباره خواهد داشت (یک انباره برای حالت سیستم و یک یا چند انباره برای تأخیرها). پس سیستمی که فقط دارای یک انباره است، نمی‌تواند نوسان کند. به بیان دیگر، سیستم‌های مرتبه اول (یعنی سیستم‌هایی که فقط یک انباره در ساختار خود دارند) نمی‌توانند نوسان کنند (البته در صورتی که رفتار نوسانی به صورت برونزا بر سیستم اعمال نشده باشد). این قاعده را می‌توان به گونه دیگری نیز توضیح داد: لحظه‌ای را تصور کنید که انباره در اوج (peak) خود قرار دارد. در این نقطه موقتاً انباره در حالت تعادل قرار گرفته است؛ یعنی جریان ورودی و خروجی آن مساوی‌اند. در سیستمی که فقط یک انباره دارد، همه متغیرهای درونزا تابعی از مقدار انباره و متغیرهای برونزا هستند. تا زمانی که انباره در نقطه تعادل موقت خود قرار دارد، جریان ورودی و خروجی آن مساوی‌اند و هیچ محرکی برای خروج سیستم از این تعادل وجود ندارد. باید متغیری وجود داشته باشد که به تغییر خود ادامه دهد. این متغیر نمی‌تواند فقط تابعی از تنها انباره موجود در سیستم باشد. استدلال فوق بر دو نکته استوار است:

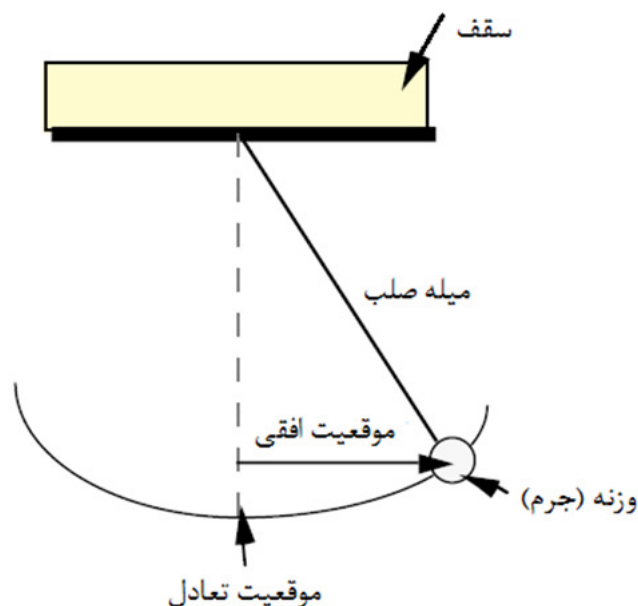
- در نقطه اوج (peak) یک انباره، جریان ورودی و خروجی آن مساوی‌اند و سیستم در یک تعادل لحظه‌ای قرار دارد.

- هیچ محرکی وجود ندارد که بتواند سیستم را از این تعادل خارج کند. عاملی وجود ندارد که موجب تغییر جریان‌های ورودی و خروجی شود و انباره را از این نقطه دور کند.

پس برای این که یک سیستم نوسان کند، باید حداقل دو انباره در آن وجود داشته باشد. توجه کنید که نوسان در بسیاری از سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی و زیستی، کاملاً منظم نیست. نباید هم انتظار داشته باشید که این‌گونه باشد. بسیاری از افراد فکر می‌کنند یک چرخه باید مانند طلوع صبح قابل پیش‌بینی باشد؛ مانند مدار سیارات منظم باشد؛ مانند تاب‌خوردن یک ساعت پاندولی، هموار و متقارن باشد. اما این‌ها سیستم‌های خاص‌اند. سیارات عمدتاً فقط با خورشید اثر متقابل دارند و تأثیر آنها بر یکدیگر ضعیف است. ساعت پاندولی از طریق ایزوله نمودن اجزاء آن از محیط، به گونه‌ای طراحی شده که حرکت منظمی داشته باشد. اما سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی، در بردارنده تعداد زیادی از اثرات متقابل بین عناصر سیستم است. این سیستم‌ها به طور مداوم در معرض اختلال‌هایی (perturbation) هستند که موجب می‌شود حرکت آنها قدری نامنظم باشد؛ حرکتی که ترکیبی (معمولاً غیرخطی) از پویایی‌های درونی سیستم‌ها و شوک‌های برونزا است.

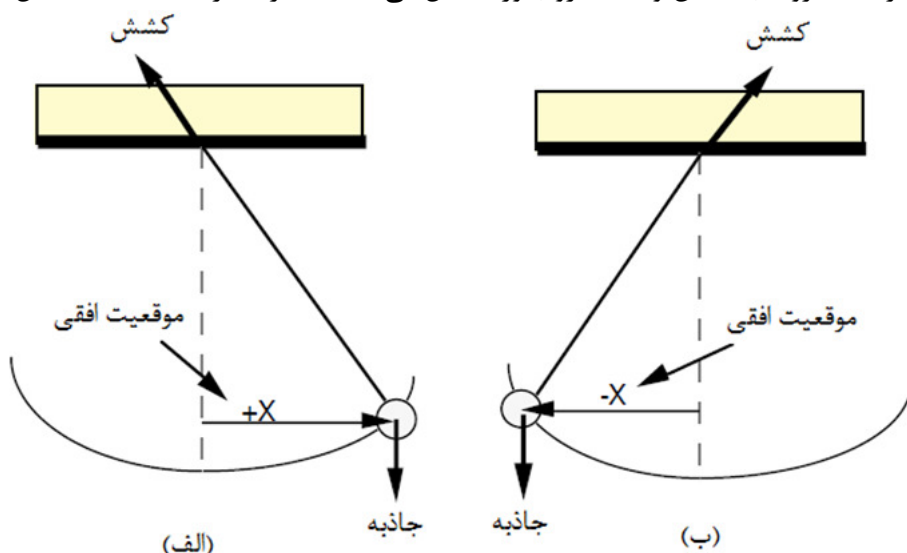
مثال ۱: پاندول (pendulum)

یک پاندول ساده را در نظر بگیرید: یک وزنه به یک میله باریک، متصل و به سقف لولا شده است. فرض کنید تنها نیروی وارده بر وزنه، نیروی جاذبه زمین و کشش میله است و هیچ نیروی خارجی همچون اصطکاک و مقاومت هوا وجود ندارد. این سیستم اگر در وضعیت تعادل باشد و هیچ نیروی خارجی بر آن اعمال نگردد، وزنه برای همیشه در موقعیت تعادل خود می‌ماند (شکل ۴).



شکل ۴

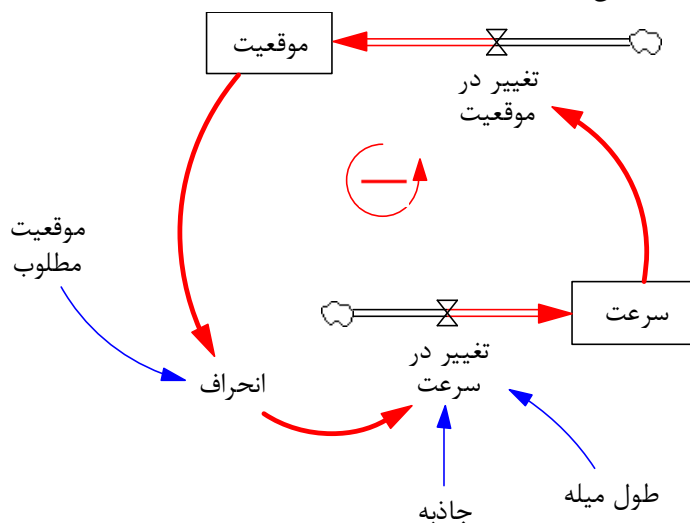
اگر وزنه به سمت راست یا چپ کشیده شود، جاذبه زمین نیروی بازگرداننده‌ای ایجاد می‌کند تا وزنه را به موقعیت تعادل خود برگرداند. نیروهای کشش و جاذبه روی وزنه عمل می‌کنند تا حرکت را ایجاد کنند (شکل ۵).



شکل ۵: (ب) وزنه دارای موقعیت منفی است؛ (الف) وزنه دارای موقعیت مثبت است

در این مثال فرض می‌کنیم که دامنه نوسان پاندول کوچک است (حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر برای پاندول ۱ متری). برای چنین نوسانات کوچکی، می‌توانیم حرکت وزنه را افقی در نظر بگیریم. موقعیت افقی وزنه (یعنی فاصله افقی وزنه از موقعیت تعادل) را با متغیر X نشان می‌دهیم. در موقعیت تعادل، X مساوی صفر خواهد بود. در قسمت الف شکل ۵ وزنه در موقعیت مثبت است. نیروی بازگرداننده جاذبه، وزنه را وادار به حرکت به سمت موقعیت تعادل می‌کند. وزنه به موقعیت منفی نشان داده شده در قسمت ب شکل ۵، اضافه‌جهش (overshoot) می‌کند. در اینجا موقعیت منفی است و جاذبه مجدداً تلاش می‌کند وزنه را به موقعیت تعادل بازگرداند. وزنه به نقطه تعادل می‌رسد و به موقعیت مثبت، اضافه‌جهش می‌کند. بدون وجود نیروی خارجی همچون اصطکاک، این حرکت عقب و جلوی نوسانی برای همیشه ادامه می‌یابد.

شکل ۶ نمودار انباره و جریان این سیستم را نشان می‌دهد. موقعیت وزنه به عنوان یک انباره در نظر گرفته شده است. موقعیت مطلوب و وزنه برابر صفر است. نرخ تغییر در سرعت، تابعی از جاذبه، طول میله پاندول و انحراف است. نرخ تغییر در سرعت، همان شتاب است.



شکل ۶

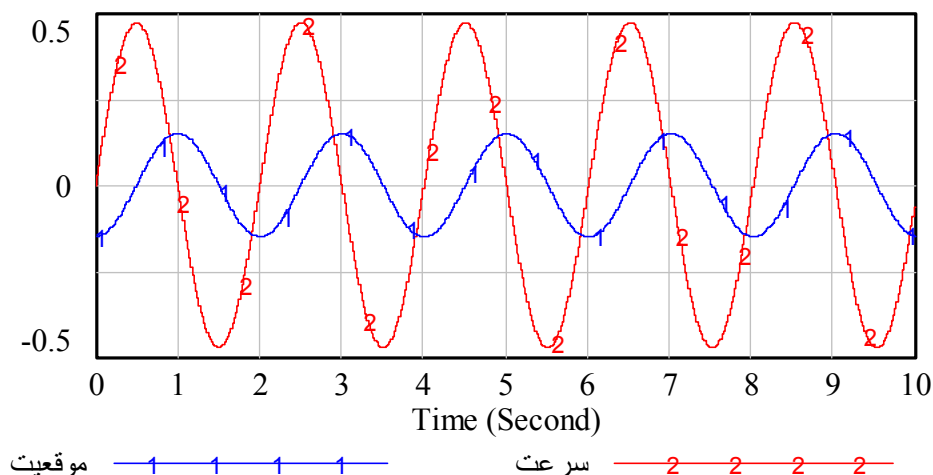
جدول ۱

متغیر	واحد	معادله
موقعیت	متر	$= \text{Integral}(-0.15, \text{تغییر در موقعیت})$
تغییر در موقعیت	ثانیه/متر	$= \text{سرعت}$
موقعیت مطلوب	متر	0
انحراف	متر	$= \text{موقعیت} - \text{موقعیت مطلوب}$
جاذبه	ثانیه/(ثانیه/متر)	9.8
طول میله	متر	1
سرعت	ثانیه/متر	$= \text{Integral}(0, \text{تغییر در سرعت})$
تغییر در سرعت	ثانیه/(ثانیه/متر)	$\frac{\text{جاذبه}}{\text{طول میله}} \times \text{انحراف}$

کسانی که با فیزیک آشنایی ندارند، با کمی شهود می‌توانند فرمول مربوط به "تغییر در سرعت" را توجیه کنند. پاندولی را تصور کنید که از سقف آویزان است و بدون وجود اصطکاک و مقاومت هوا می‌تواند نوسان کند. اگر طول میله افزایش یابد، سرعت نوسان کمتر می‌شود. اگر پاندول را روی کره ماه که نیروی جاذبه کمتر است آزمایش کنیم، نوسان کندتر خواهد بود (بنابراین "تغییر در سرعت"، با طول میله، رابطه معکوس و با جاذبه، رابطه مستقیم دارد).

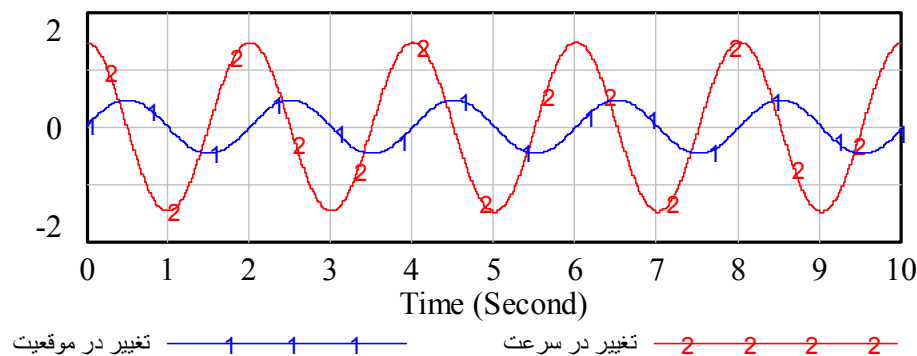
طول گام شبیه‌سازی را ۰.۰۰۰۱ ثانیه تعیین کنید. نتایج شبیه‌سازی در شکل‌های ۷ و ۸ آمده است. رفتار نوسانی نمایش داده شده در این شکل‌ها، به خاطر وابستگی "تغییر در موقعیت" به سرعت، و وابستگی "تغییر در سرعت" به موقعیت است.

نوسان پایدار موقعیت و سرعت



شکل ۷

نرخ تغییر موقعیت و سرعت



شکل ۸

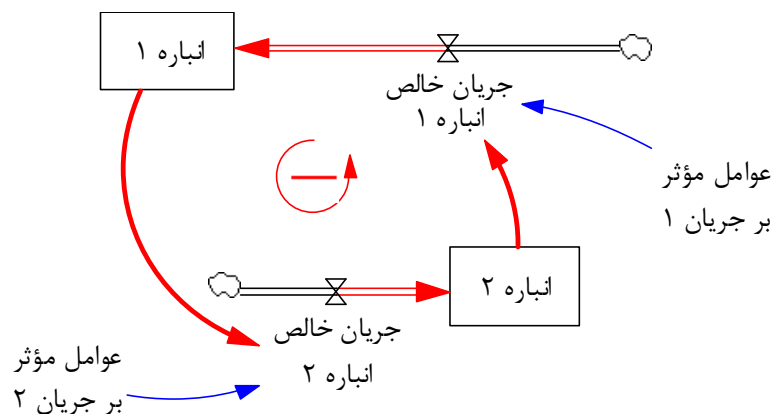
طبق شکل ۸، "تغییر در موقعیت" زمانی در حداکثر خود است که "تغییر در سرعت"، صفر است. وقتی یک انباره برای آرام گرفتن، آماده است، انباره دیگر در حداکثر سرعت خود قرار دارد. این عامل ریشه‌ای است که مسبب نوسان پایدار این سیستم می‌باشد.

از نظر فیزیکی، درک این که چرا این سیستم نوسان می‌کند، دشوار نیست. اما اکنون می‌خواهیم بر اساس ساختار انباره و جریان سیستم، مطلب را توضیح دهیم. لحظه صفر را در نظر بگیرید که وزنه به سمت چپ کشیده شده و به اندازه ۱۵ سانتی‌متر از خط قائم فاصله دارد و با دست نگه داشته شده است. بدیهی است که سرعت وزنه صفر است. وقتی وزنه را رها می‌کنیم، حلقه تعادلی سیستم می‌خواهد موقعیت وزنه را به موقعیت مطلوب برساند. لذا انحراف را محاسبه می‌کند که برابر با ۱۵ سانتی‌متر است. متناسب با این انحراف، اقدام اصلاحی انجام می‌دهد و سرعت را اضافه می‌کند. با مثبت شدن سرعت، تغییر در موقعیت نیز مثبت شده و وزنه به سمت راست حرکت می‌کند. با گذشت زمان، حلقه تعادلی مرتباً انحراف را محاسبه می‌کند و چون هنوز صفر نشده، اقدام اصلاحی انجام داده و به سرعت وزنه می‌افزاید. هر چه وزنه به موقعیت قائم نزدیک‌تر می‌شود، میزان انحراف نیز کمتر شده و میزان افزوده شدن به سرعت، کاهش می‌یابد. وقتی (بعد از گذشت حدود نیم ثانیه از شروع حرکت) وزنه به خط قائم می‌رسد، انحراف صفر شده و سیستم در موقعیت مطلوب خود قرار دارد و تغییر در سرعت نیز صفر است. اما متأسفانه وزنه سرعت بالایی دارد و این سرعت، موجب تغییر در موقعیت شده و سیستم را از موقعیت

مطلوب خود دور می‌کند. با عبور سیستم از خط قائم، انحراف منفی شده و سیستم شروع به کاهش سرعت می‌کند. بعد از گذشت حدود ۱ ثانیه از شروع حرکت، سیستم توانسته است با اقدام اصلاحی معکوس، سرعت را صفر کند اما متأسفانه از موقعیت مطلوب خود فاصله گرفته و انحرافی برابر با ۱۵- سانتی‌متر دارد. مجدداً چرخه فوق را در جهت عکس تکرار می‌کند.

دلیل نوسان در ساختار سیستم نهفته است. این سیستم می‌خواهد وزنه را به موقعیت مطلوب برساند اما اقدامات اصلاحی خود (که همان تغییر در سرعت است) را به درستی مدیریت نمی‌کند. موتورسوار عجولی را تصور کنید که در یک خیابان مستقیم در حرکت است و می‌خواهد به محل کار خود (که در نقطه‌ای از همین خیابان قرار دارد) برسد. او بر اساس میزان فاصله‌ای که با نقطه هدف خود دارد، مرتباً پدال گاز را فشار می‌دهد و سرعت خود را بالا می‌برد. وقتی به محل کار خود می‌رسد، پایش را از روی پدال گاز برمی‌دارد اما سرعت بالای وی مانع توقف او در نقطه موردنظر است لذا عبور نموده و دور می‌شود. با ترمز توقف نموده و برمی‌گردد و مجدداً چرخه فوق را تکرار می‌کند. ساعت‌ها گذشته است اما او همچنان در حال نوسان در اطراف نقطه مطلوب خود است. در قاعده تصمیم‌گیری این موتورسوار چه تغییری باید اعمال شود تا از نقطه مطلوب خود عبور نکند؟ او باید بتواند با این که هنوز به نقطه هدف نرسیده، پای خود را از روی پدال گاز بردارد و ترمز نماید. در این سیستم ساده، درک و اجرای این قاعده تصمیم‌گیری آسان است اما در سیستم‌های پیچیده، تشخیص این که چه زمانی باید پا را از روی پدال گاز برداشته و ترمز کنیم، ساده نیست؛ بخصوص این که تصمیم‌گیران متعددی در سیستم فعال باشند، اهداف متفاوتی را دنبال کنند، هر یک از آنها پدال‌های مخصوص خود را داشته باشند، و بین اقدام آنها و تأثیر آن بر سیستم، تأخیر وجود داشته باشد!

اگر ساختار انباره و جریان این مثال را کمی تعمیم دهیم، به یک ساختار عام (generic structure) می‌رسیم که در شکل ۹ نشان داده شده است.

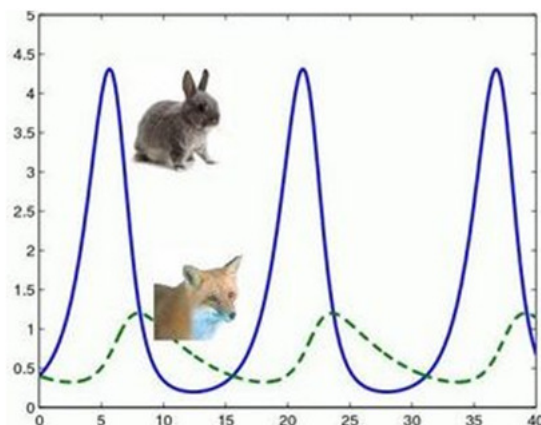


شکل ۹

ساختار ارائه شده در شکل ۹ رفتار نوسانی خواهد داشت. حلقه بازخورد منفی باعث می‌شود هر انباره به دنبال هدفی باشد که ساختار مدل برای آن تعیین کرده است. در مثال پاندول، هدفی که ساختار مدل برای هر دو انباره موقعیت و سرعت دنبال می‌کند، صفر است؛ یعنی سیستم زمانی آرام می‌گیرد که هم موقعیت و هم سرعت، مساوی صفر باشند. تا زمانی که مقدار انباره ۱ بالاتر از مقدار **خنثی** (neutral) آن است، انباره ۲ را کاهش می‌دهد. وقتی انباره ۱ به مقدار خنثی خود برسد، انباره ۲ به حداقل خود رسیده است. این رفتار ناشی از حلقه منفی موجود در ساختار سیستم است.

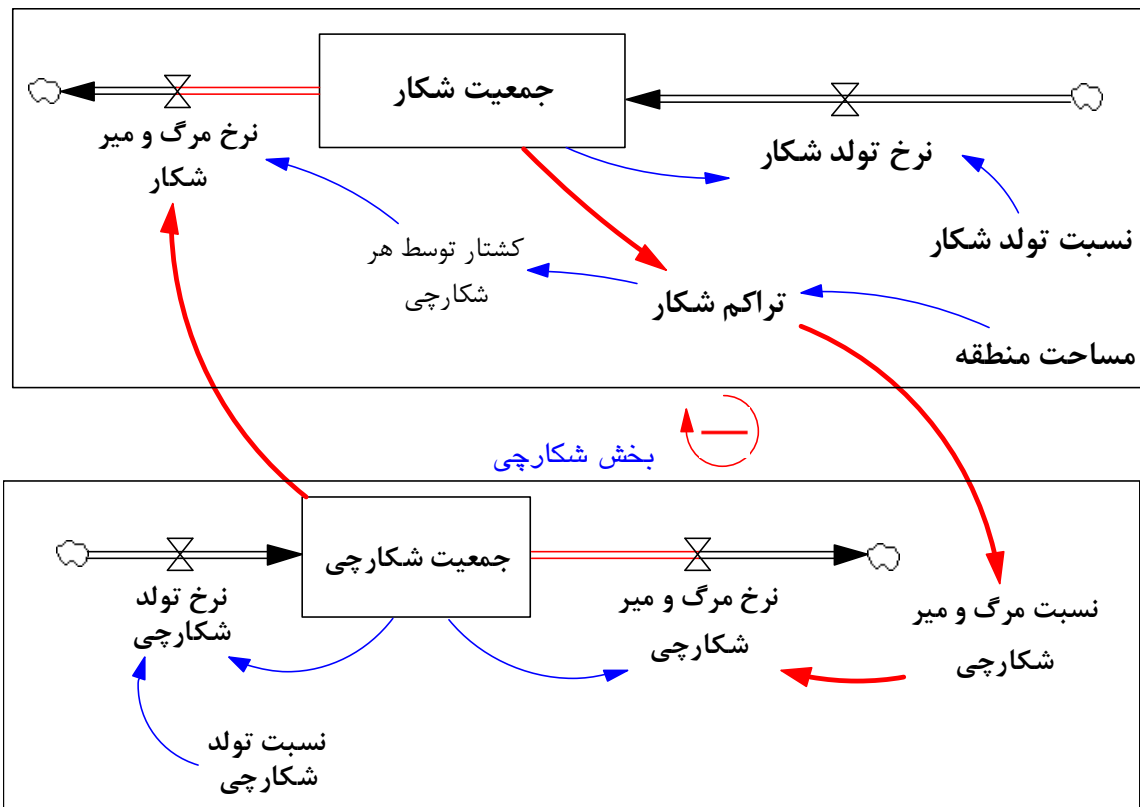
مثال ۲: سیستم شکار-شکارچی (predator-prey system)

یکی از پدیده‌های جالبی که فقط تا حدی درک شده است، تغییرات تراکم جمعیتی در بین پستانداران، پرندگان، حشرات، ماهی‌ها و ... است. این تغییرات چگالی، ناشی از تغییرات فصلی یا تغییرات ساده سالیانه نیستند؛ بلکه نوسانات منظمی هستند که با دوره‌ای چندساله رخ می‌دهند و اغلب با چنان نظم تکرار می‌شوند که مقدار جمعیت را می‌توان از قبل پیش‌بینی نمود. در بین پستانداران، بهترین مطالعات انجام گرفته، نشان‌دهنده دوره‌های ۹ تا ۱۰ ساله یا ۳ تا ۴ ساله‌اند. در اغلب موارد هم، اوج گرفتن جمعیت با کاهش سریع آن همراه است. در این موارد با دو یا چند جمعیت مواجهیم که به یکدیگر وابسته‌اند. به عنوان مثال جمعیت خرگوش‌ها و روباه‌های یک ناحیه را می‌توانید تصور کنید. یکی از مدل‌هایی که برای مطالعه این نوع سیستم‌ها ارائه شده، مدل شکار-شکارچی است. یکی از جمعیت‌ها نقش شکار (prey) و دیگری نقش شکارچی (predator) را دارند (شکل ۱۲۰).



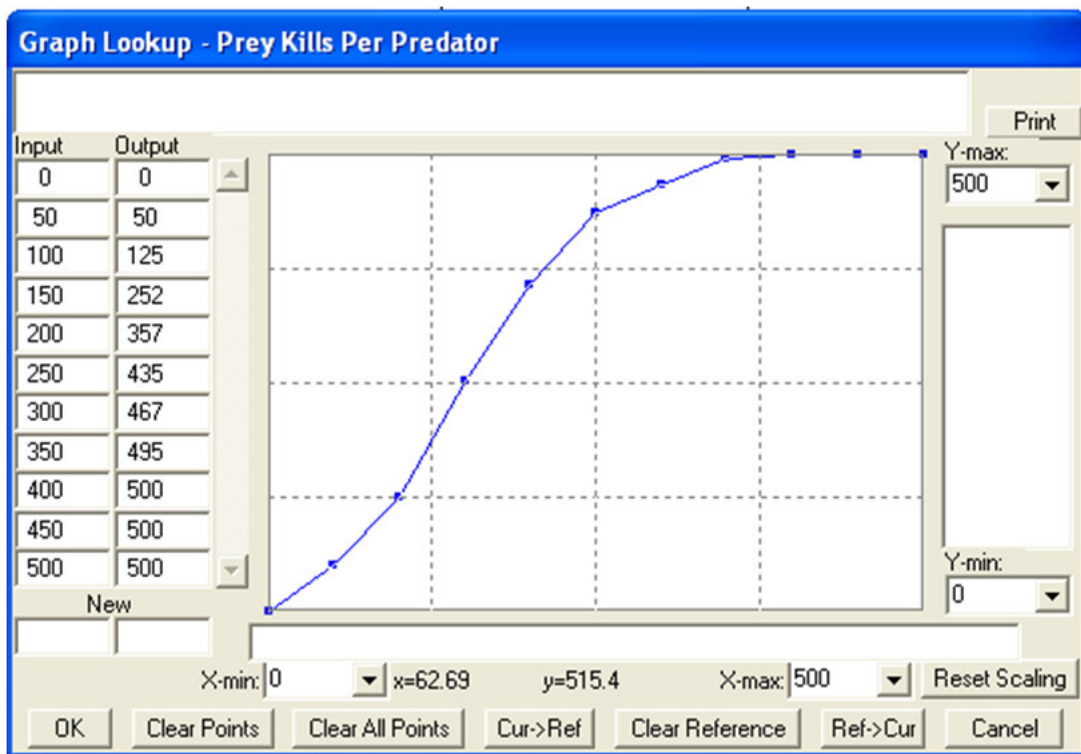
شکل ۱۲۰

نرخ مرگومیر شکارچی‌ها وابسته به تراکم جمعیت شکار است. تعداد شکار کشته شده به ازای هر شکارچی نیز وابسته به تراکم جمعیت شکار است. تراکم جمعیت شکار به صورت تابعی از مساحت ناحیه زندگی این دو حیوان و تعداد جمعیت شکار، تعریف شده است. فرض کنید نرخ تولد جمعیت شکار و شکارچی‌ها، به صورت حلقه تقویتی است (تابعی از درصد رشد هر یک از جمعیت‌ها و نیز مقدار هر جمعیت است). نمودار انباره و جریان سیستم، در شکل ۱۰ آمده است.



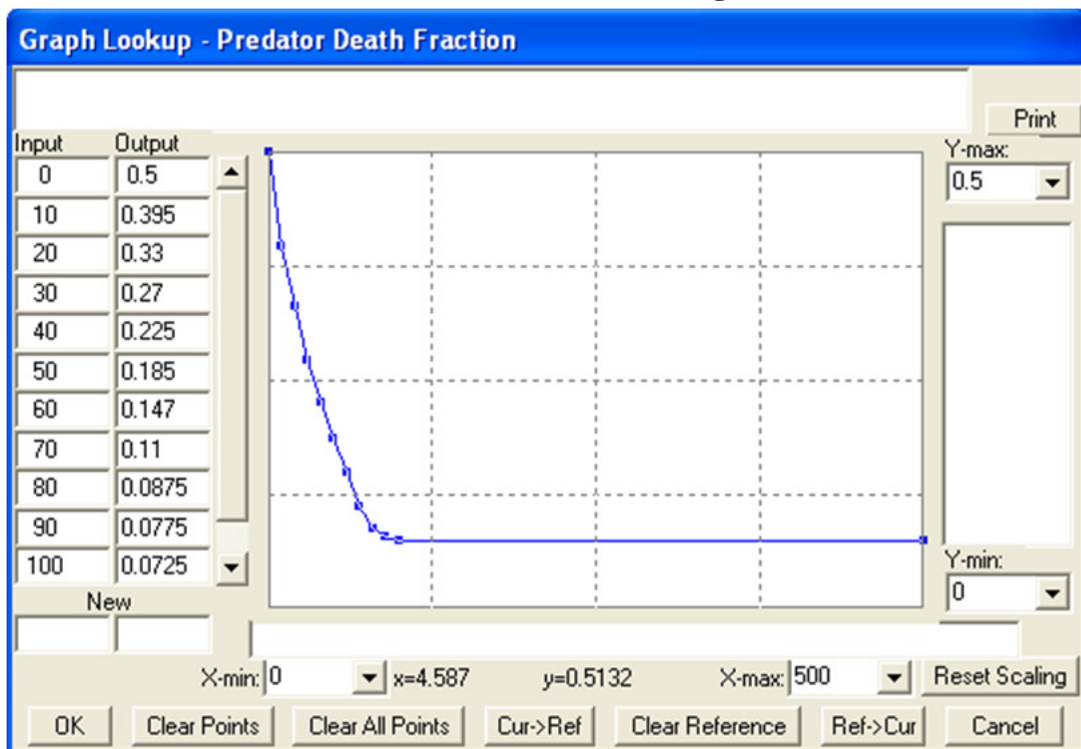
شکل ۱۰

متغیر "کشتار توسط هر شکارچی"، تابعی از متغیر "تراکم شکار" است. این تابع به صورت یک فرمول، قابل بیان نبوده و لذا با تعدادی نقطه مشخص می‌گردد. برای نمایش فرمول‌های غیرخطی می‌توان از توابع جدولی (table function) استفاده کرد. وقتی نمی‌توانیم یک فرمول مشخص بین متغیر مستقل و وابسته شناسایی کنیم، مجموعه‌ای از نقاط منحنی را تعیین می‌کنیم. مقادیری که بین این نقاط قرار می‌گیرند، از درون‌یابی خطی (linear Interpolation) بدست می‌آیند. مجموعه این نقاط و منحنی متناظر با آنها در شکل ۱۱ نمایش داده شده است. در جدول موجود در شکل ۱۱، ستون Input مربوط به متغیر مستقل ("تراکم شکار") و ستون Output مربوط به متغیر وابسته ("کشتار توسط هر شکارچی") هستند. طبق شکل ۱۱، وقتی هیچ شکاری وجود ندارد ("تراکم شکار" صفر است)، شکارچی‌ها نمی‌توانند کشتار کنند. با افزایش تراکم شکارها، تعداد کشتار توسط هر شکارچی نیز افزایش می‌یابد تا این که در ۵۰۰ شکار در هر سال، راضی می‌شوند و تمایلی به شکار بیشتر ندارند.



شکل ۱۱

به طور مشابه، متغیر "نسبت مرگ و میر شکارچی" نیز تابعی از متغیر "تراکم شکار" است. این تابع نیز با تعدادی نقطه مشخص می‌گردد. مجموعه این نقاط و منحنی متناظر با آنها در شکل ۱۲ نمایش داده شده‌اند. در جدول موجود در شکل ۱۲، ستون Input مربوط به متغیر مستقل ("تراکم شکار") و ستون Output مربوط به متغیر وابسته ("نسبت مرگ و میر شکارچی") هستند.



شکل ۱۲

طبق شکل ۱۲، وقتی هیچ شکاری وجود ندارد ("تراکم شکار" صفر است)، شکارچی‌ها به سرعت می‌میرند. با افزایش تراکم جمعیت شکارها، تعداد شکارچسانی که بر اثر گرسنگی می‌میرند، کاهش می‌یابد تا این که نسبت

مرگ و میر شکارچی‌ها در ۰.۰۷۲۵ ثابت می‌ماند. این منحنی نشان می‌دهد نسبت مرگ و میر شکارچی‌ها وابستگی زیادی به تراکم جمعیت شکار دارد. وقتی تعداد شکار در این منطقه صفر باشد، سرعت مرگ و میر شکارچی‌ها دو برابر سرعت تولد آنهاست. با افزایش تراکم شکارها در منطقه، سرانجام به نقطه‌ای می‌رسیم که شکارچی‌ها با خطر مرگ بر اثر گرسنگی مواجه نیستند اما بر اثر سایر عوامل از بین می‌روند. به همین دلیل وقتی تراکم شکارها به ۱۰۰ و بالاتر می‌رسد، نسبت مرگ و میر شکارچی‌ها ثابت می‌ماند. جمعیت اولیه شکارها و شکارچی‌ها را به ترتیب ۵۰۰۰۰ و ۱۲۵۰ عدد در نظر بگیرید. هر شکار به طور متوسط، ۱.۲۵ فرزند و هر شکارچی نیز به طور متوسط، ۰.۲۵ فرزند در سال به وجود می‌آورند. مساحت منطقه زندگی این دو حیوان را ۱۰۰۰ جریب لحاظ کنید.

معادله‌های سیستم برای شبیه‌سازی با نرم‌افزار:

جدول ۲

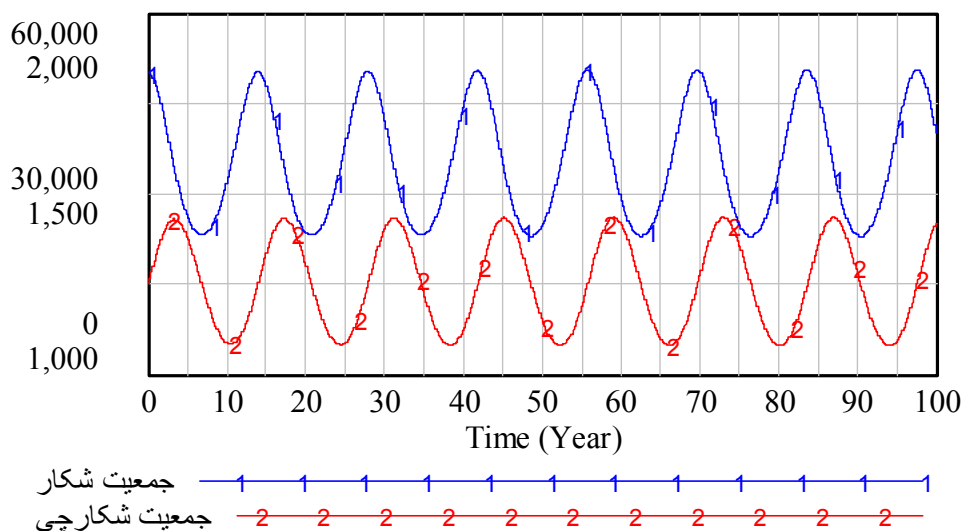
متغیر	واحد	معادله
جمعیت شکارچی	عدد	$= Integral(1250, \text{نرخ مرگ و میر شکارچی} - \text{نرخ تولد شکارچی})$
جمعیت شکار	عدد	$= Integral(50000, \text{نرخ مرگ و میر شکار} - \text{نرخ تولد شکار})$
نسبت تولد شکار	سال/۱	$= 1.25$
نرخ تولد شکار	سال/عدد	$= \text{جمعیت شکار} \times \text{نسبت تولد شکار}$
نسبت تولد شکارچی	سال/۱	$= 0.25$
نرخ تولد شکارچی	سال/عدد	$= \text{جمعیت شکارچی} \times \text{نسبت تولد شکارچی}$
مساحت منطقه	جریب	$= 1000$
تراکم شکار	جریب/عدد	$= \text{مساحت منطقه} / \text{جمعیت شکار}$
کشتار توسط هر شکارچی	عدد/(سال/عدد)	$= \text{With Lookup}(\text{تراکم شکار}, [(0,0)-(500,500)], (0,0), (50,50), (100,125), (150,252), (200,357), (250,435), (300,467), (350,495), (400,500), (450,500), (500,500))$
نرخ مرگ و میر شکار	سال/عدد	$= \text{جمعیت شکارچی} \times \text{کشتار توسط هر شکارچی}$
نسبت مرگ و میر شکارچی	سال/۱	$= \text{With Lookup}(\text{تراکم شکار}, [(0,0.5)-(500,0.0725)], (0,0.5), (10,0.395), (20,0.33), (30,0.27), (40,0.225), (50,0.185), (60,0.147), (70,0.11), (80,0.0875), (90,0.0775), (100,0.0725))$
نرخ مرگ و میر شکارچی	سال/عدد	$= \text{جمعیت شکارچی} \times \text{نسبت مرگ و میر شکارچی}$

پارامتر time step را ۰.۰۱ سال لحاظ کنید.

بخشی از نتایج اجرای مدل شبیه‌سازی، در شکل ۱۳ نمایش داده شده است. این نمودار، رفتار دو متغیر جمعیت شکار و شکارچی‌ها را نشان می‌دهد. دقت کنید که وقتی جمعیت شکارچی‌ها در حداکثر خود قرار دارد، جمعیت

شکارها با بیشترین سرعت در حال کاهش است. به طور مشابه، وقتی جمعیت شکارچی‌ها در حداقل خود است، جمعیت شکارها با بیشترین سرعت در حال افزایش است. هر دو جمعیت، رفتاری نوسانی با دوره حدوداً ۱۴ ساله دارند. دوره نوسان هر دو جمعیت، مساوی است چون به یکدیگر وابسته‌اند.

مدل شکار-شکارچی



شکل ۱۳

اگر جمعیت اولیه شکار را عددی بزرگ (بالای ۵۸۰۰۰۰) انتخاب کنیم، هر دو جمعیت به صورت نمایی رشد خواهند داشت و نوسانی وجود ندارد. شروع با یک جمعیت بزرگ از شکارها، بدین معنی است که شکارچی‌ها هرچه بخواهند می‌توانند شکار کنند اما این کشتارها در مقایسه با نرخ تولد بالای شکارها ناچیز است. چون نسبت تولد شکارها بیشتر از نسبت تولد شکارچی‌ها است (۱.۲۵ در مقابل ۰.۲۵)، شکارچی‌ها هرگز به آنها نمی‌رسند. البته در دنیای واقعی، چنین چیزی هرگز رخ نمی‌دهد. عوامل محدودکننده دیگری همچون غذا و آب، جمعیت شکار را محدود می‌کنند تا شکارچی‌ها برسند.

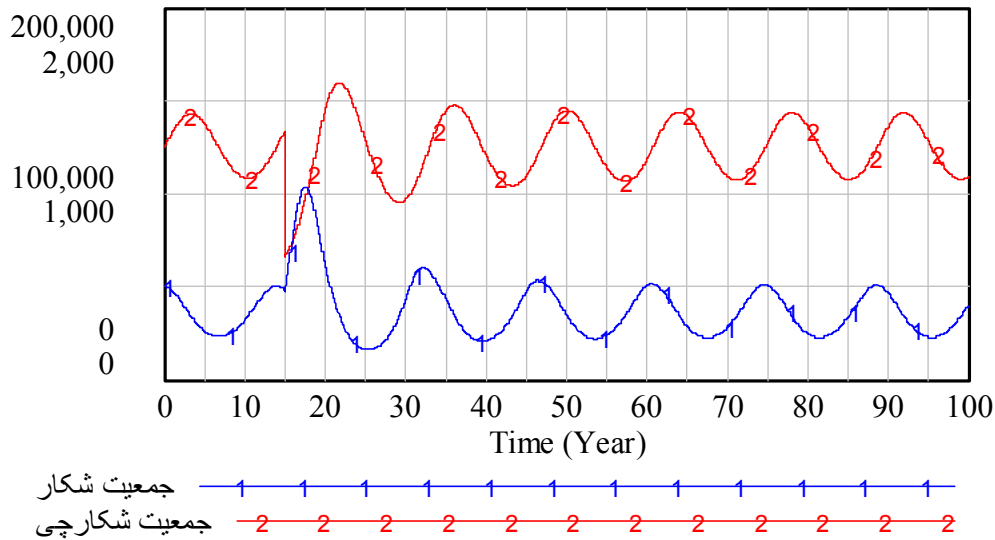
فرض کنید در سال پانزدهم، نیمی از جمعیت شکارچی، یکباره از بین می‌روند. برای بررسی تأثیر این رویداد، فرمول مربوط به متغیر نرخ مرگ‌ومیر شکارچی‌ها را به این صورت تغییر می‌دهیم:

نرخ مرگ و میر شکارچی

$$= pulse(15, 0.01) \times 2 / جمعیت شکارچی + جمعیت شکارچی \times نسبت مرگ و میر شکارچی \times 100$$

نتیجه این اتفاق را در شکل ۱۳۰ ببینید. یک کاهش آنی در جمعیت شکارچی، افزایشی بزرگ در جمعیت شکار را به دنبال داشت. در چرخه بعدی، جمعیت شکارچی به مقدار زیادی نسبت به ماکزیمم قبلی خود، اضافه‌جهش داشت و جمعیت شکار نیز به کمتر از مینیمم قبلی خود، نزول کرد. طی چند دوره آتی، دامنه نوسان، بیشتر از چیزی است که قبل از شوک وجود داشت. بعد از چند چرخه دیگر، هر دو جمعیت به نوسان قبلی خود با همان دوره و دامنه (amplitude) برگشتند.

مدل شکار-شکارچی



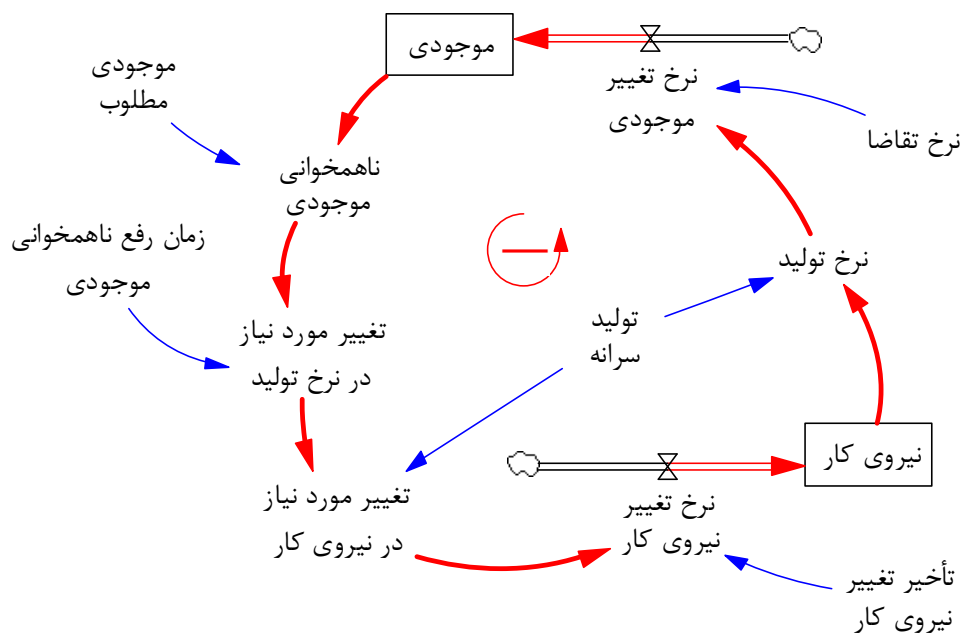
شکل ۱۳۰

مثال ۳: بی‌ثباتی در نیروی کار (Employment Instability)

کارخانه‌ای را در نظر بگیرید که یک نوع محصول تولید می‌کند. قاعده تصمیم‌گیری مدیر این شرکت برای مدیریت تولید چنین است که وقتی موجودی محصول از مقدار مطلوب (۲۰۰۰۰ واحد کالا) فاصله می‌گیرد، او سطح نیروی کار خود را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که در زمان مشخصی، این فاصله را از بین ببرد. اگر موجودی محصول، کمتر از مقدار مطلوب باشد، نیروی کار جدید استخدام می‌کند و اگر بیشتر باشد، از نیروی کار خود می‌کاهد.

وقتی نیروی کار جدید استخدام می‌کند تا کسری موجودی محصول را جبران کند، زمانی می‌رسد که کسری از بین می‌رود اما نیروی کار بسیاری نیز دارد که موجب افزایش موجودی و پیشی گرفتن آن از مقدار مطلوب می‌شوند.

در نتیجه این ساختار تصمیم‌گیری، وی هرگز نمی‌تواند مقدار مناسب نیروی انسانی را در زمان مناسب کسب نماید. رفتار نوسانی سیستم برای همیشه ادامه دارد.



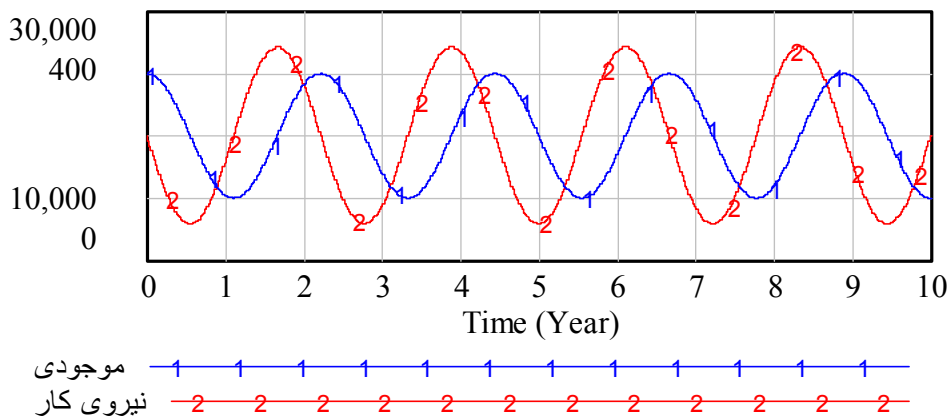
شکل ۱۴

جدول ۳

متغیر	واحد	معادله
موجودی مطلوب	واحد کالا	20000
ناهمخوانی موجودی	واحد کالا	موجودی - موجودی مطلوب =
زمان رفع ناهمخوانی موجودی	سال	0.5
تغییر مورد نیاز در نرخ تولید	سال/واحد کالا	ناهمخوانی موجودی / زمان رفع ناهمخوانی موجودی =
تولید سرانه	(سال*نفر)/واحد کالا	100
تغییر مورد نیاز در نیروی کار	نفر	تولید سرانه / تغییر مورد نیاز در نرخ تولید =
تأخیر تغییر نیروی کار	سال	0.25
نرخ تغییر نیروی کار	سال/نفر	تغییر مورد نیاز در نیروی کار / تأخیر تغییر نیروی کار =
نیروی کار	نفر	$\int (200, \text{نرخ تغییر نیروی کار}) = Integral$
نرخ تولید	سال/واحد کالا	تولید سرانه / نیروی کار =
نرخ تقاضا	سال/واحد کالا	20000
نرخ تغییر موجودی	سال/واحد کالا	نرخ تقاضا - نرخ تولید =
موجودی	واحد کالا	$\int (25000, \text{نرخ تغییر موجودی}) = Integral$

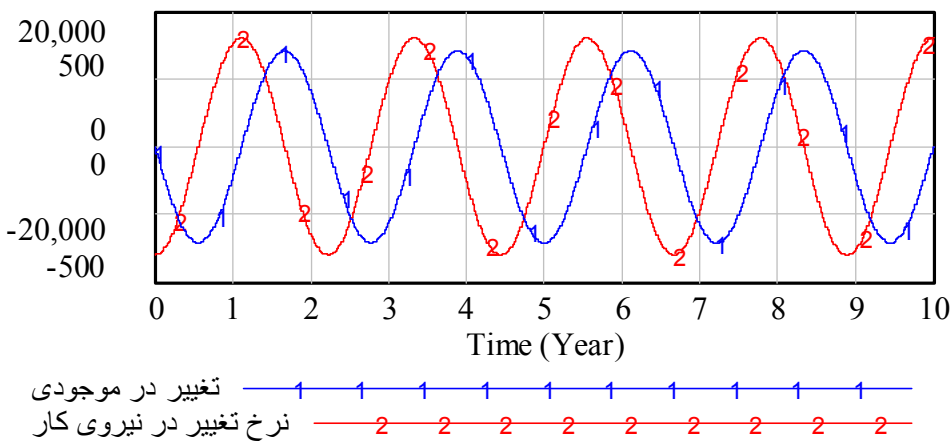
طول هر گام شبیه سازی (time step) را ۰.۰۰۰۱ سال در نظر بگیرید.

نوسان موجودی و نیروی کار



شکل ۱۵

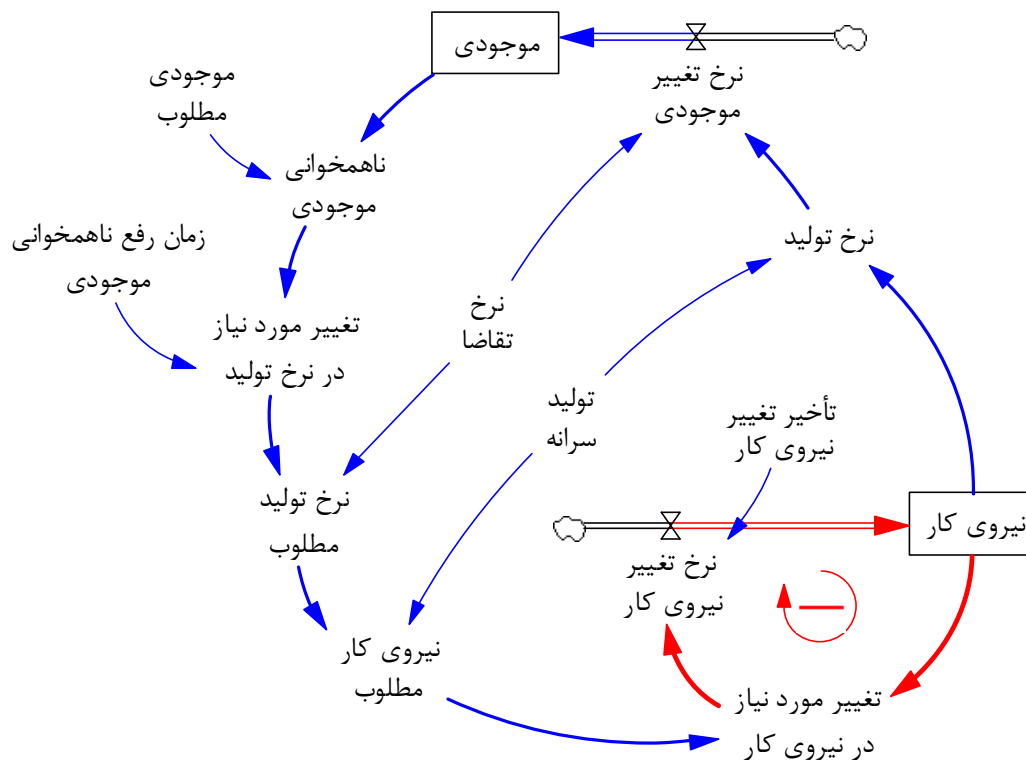
نوسان نرخهای تغییر در موجودی و نیروی کار



شکل ۱۶

مدیر شرکت فوق از چه سیاست‌هایی استفاده کند تا کنترل بهتری بر بی‌ثباتی موجودی و نیروی کار خود داشته باشد؟ برای ایجاد نوسان میرا، می‌توان یک حلقه بازخورد منفی به یکی از انباره‌های ساختار نوسان پایدار افزود. مدل بازنگری شده بر اساس این سیاست در شکل ۱۷ آمده است. اکنون مدیر کارخانه تعداد نیروی کار مورد نیاز برای تأمین تقاضا را با تغییرات مورد نیاز در نیروی کار جهت از بین بردن ناهمخوانی موجودی جمع می‌کند تا نیروی کار مطلوب به دست آید. آنگاه این مجموع را با نیروی کار فعلی مقایسه می‌کند تا مشخص کند چه تعداد نیروی کار باید اضافه یا کم کند.

در مدل قبلی، تصمیم‌گیری برای کم یا زیاد نمودن نیروی کار، فقط بر از بین بردن ناهمخوانی موجودی متمرکز بود. نه این را در نظر می‌گرفت که بالاخره چند نفر برای پاسخگویی به تقاضا نیاز دارد و نه این که تعداد نیروی کار وی در لحظه تصمیم‌گیری چقدر است. در نتیجه او بیش از حد نیروها را کاهش می‌داد (عامل کسری تولید) و سپس نفرات بسیاری استخدام می‌کرد (عامل تولید اضافی) که این نوسانی دائمی را ایجاد می‌کرد.



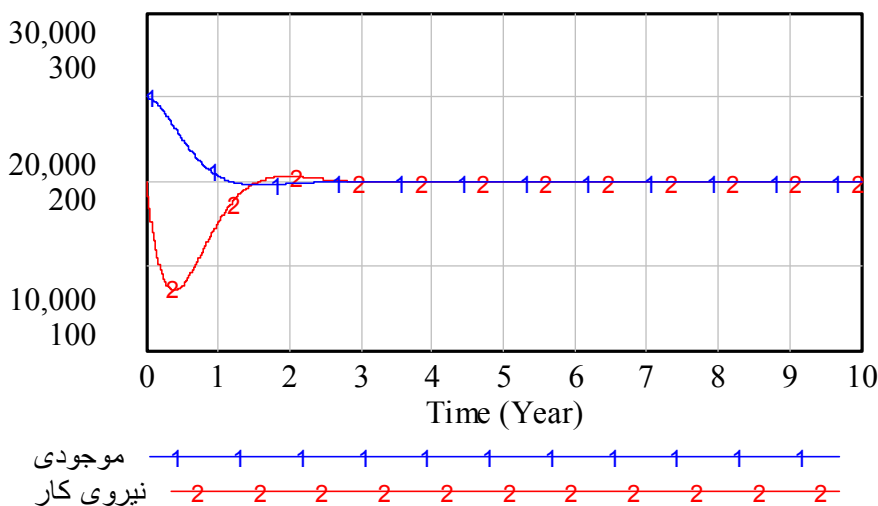
شکل ۱۷

جدول ۴

متغیر	واحد	معادله
نرخ تولید مطلوب	سال/واحد کالا	$= (\text{تغییر مورد نیاز در نرخ تولید} + \text{نرخ تقاضا})$
نیروی کار مطلوب	نفر	$= \text{تولید سرانه} / \text{نرخ تولید مطلوب}$
تغییر مورد نیاز در نیروی کار	سال/نفر	$= \text{نیروی کار} - \text{نیروی کار مطلوب}$

شکل ۱۸ رفتار نوسانی میرا را نشان می‌دهد که در اثر بهبود ایجاد شده در مدل بوجود آمده است. همانند مدل قبل، باز هم مدیر برای این که تولید خود را کم کند تا موجودی را کاهش دهد، تعدادی از کارگران را اخراج می‌کند. اما او می‌داند برای این که موجودی‌اش خیلی از موجودی مطلوب کمتر نشود، حتی در زمانی که هنوز موجودی اضافی دارد، باید شروع به استخدام مجدد نیروی کار نماید. او می‌داند وقتی که ناهمخوانی موجودی را از بین برده باشد، چه تعداد نیروی کار برای تأمین تقاضا نیاز دارد و شروع به افزایش نیروی کار برای رسیدن به سطح تعادل ۲۰۰ نفر می‌کند. حلقه تعادلی اضافه شده، غلبه دارد و موجب می‌شود انباره‌ها سریعاً به مقدار تعادلی خود برسند.

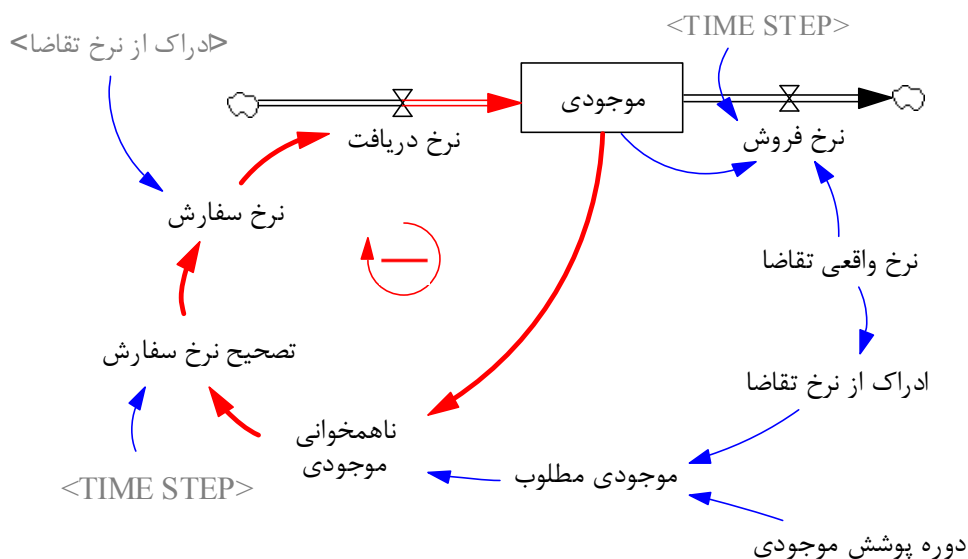
نوسان موجودی و نیروی کار



شکل ۱۸

مثال ۴: مدیریت موجودی

موجودی خودرو در یک نمایندگی فروش خودرو (car dealership) را تصور کنید که جریان ورودی آن، دریافت محصول از کارخانه‌ها و جریان خروجی آن، فروش خودرو است. دریافت محصول از کارخانه و خریدهای مشتریان همیشه با هم منطبق نیستند بنابراین نمایندگی باید مقداری موجودی نگهداری کند. او باید مقداری موجودی اضافی نیز برای گاه و بی گاه که دریافت محصول از کارخانه دچار تأخیر می‌شود، نگهداری نماید. بنابراین یک دوره پوشش موجودی در نظر گرفته است؛ موجودی باید پاسخگوی فروش دوره پوشش باشد. فروش دوره پوشش را بر اساس تصور خود از نرخ تقاضا محاسبه می‌کند و آنرا موجودی مطلوب می‌نامد. اکنون یک بازخورد تنظیم‌کننده را تصور کنید که طراحی شده تا همواره موجودی را در حدی حفظ کند که بتواند فروش ده روز آینده را پوشش دهد. (شکل ۱۹).



شکل ۱۹

نمایندگی تقاضای مشتریان را پایش (monitor) می‌کند. به عنوان مثال، اگر ادراک او از نرخ تقاضا نشان دهد که نرخ تقاضا بالا رفته است، موجودی مطلوب او نیز باید تا حدی افزایش یابد که پاسخگوی تقاضای دوره ده روزه با

نرخ‌های جدید باشد. پس سفارش‌های صادره به کارخانه را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که موجودی را تا موجودی مطلوب بالا ببرند. بنابراین افزایش در تقاضای واقعی توسط او درک می‌شود؛ بالا رفتن تقاضا به معنی زیاد شدن فاصله بین موجودی با موجودی مطلوب است؛ سفارش‌ها بیشتر می‌شوند تا دریافت‌ها بیشتر شوند و موجودی بالا رود تا به راحتی نرخ بیشتر تقاضا را تأمین کند.

تفاوت "نرخ واقعی تقاضا" و "ادراک از نرخ تقاضا" در چیست؟ نرخ واقعی تقاضا یک جریان است که به صورت لحظه‌ای قادر به اندازه‌گیری آن نیستیم. ابزارهای ما فقط می‌توانند متوسط یک نرخ را روی بازه‌ای از زمان، محاسبه کنند. سرعت یک شیئی از طریق اندازه‌گیری مسافتی که در دوره‌ای از زمان طی نموده و آنگاه محاسبه نسبت مسافت طی شده به زمان صرف شده، به دست می‌آید. نتیجه‌ای که حاصل می‌شود، متوسط سرعت در آن بازه زمانی است. سرعت واقعی در طول مسیر ممکن است متغیر باشد و ممکن است سرعت شیئی در خط پایان با سرعت متوسط برابر نباشد. به طور مشابه نرخ فروش همین لحظه یک شرکت را نمی‌توان اندازه گرفت. در عوض نرخ فروش از طریق تجمیع کل فروش یک بازه زمانی مثل یک هفته، ماه یا فصل، تخمین زده می‌شود. صرف‌نظر از دقت ابزار، نرخ تغییری که اندازه‌گیری شده و به یک ناظر گزارش می‌شود، همیشه متفاوت با نرخ لحظه‌ای آن تغییر است.

با این که اندازه‌گیری و گزارش‌دهی جریان‌ها، از اساس با تأخیر همراه است، در عمل ممکن است این تأخیر به قدری کوتاه باشد که در مقایسه با پویایی مورد بررسی، قابل حذف شدن باشد. در این مدل نیز فعلاً فرض ما بر این است که "ادراک از نرخ تقاضا" با "نرخ واقعی تقاضا" برابر است. فرض کنید امکان لغو یا تغییر در سفارش‌های ارسال شده برای تأمین‌کننده وجود ندارد؛ بنابراین سفارش صادره نمی‌تواند منفی باشد.

در حالتی که نرخ تقاضا ثابت باشد، نرخ صدور سفارش برابر با نرخ تقاضا خواهد بود. اما وقتی نرخ تقاضا متغیر است و پیش‌بینی تقاضا با تقاضای واقعی مساوی نیست، ممکن است کسری یا اضافی موجودی بوجود آید. برای جبران کسری یا اضافی موجودی، نرخ صدور سفارش‌ها تصحیح می‌گردد.

فروشنده نمی‌تواند بیش از آنچه در دست دارد، به فروش برساند. اگر تقاضای واقعی بیش از موجودی در دست باشد، فروش از دست رفته (lost sale) بوجود می‌آید.

اکنون فرض کنید در روز بیستم، تقاضایی که ۲۰ خودرو در روز بوده است، ده درصد افزایش یابد و به ۲۲ خودرو در روز برسد. موجودی مطلوب نیز از ۲۰۰ به ۲۲۰ می‌رسد.

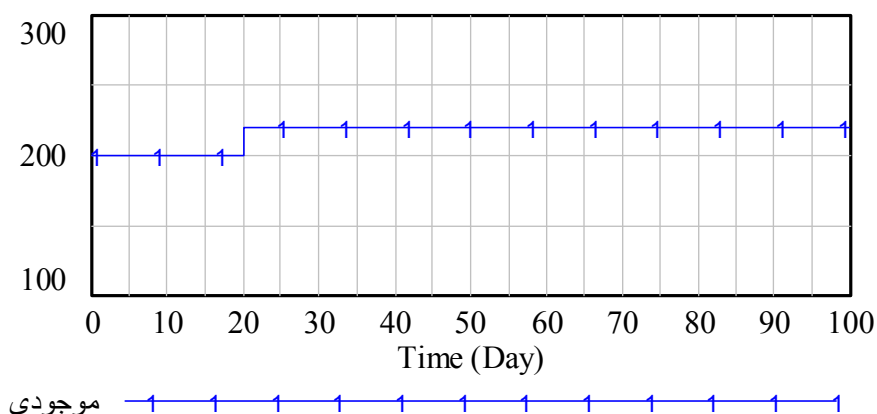
جدول ۲۵

متغیر	واحد	معادله
نرخ واقعی تقاضا	روز/دستگاه	$= 20 + \text{step}(2, 20)$
ادراک از نرخ تقاضا	روز/دستگاه	نرخ واقعی تقاضا =
دوره پوشش موجودی	روز	10
موجودی مطلوب	دستگاه	ادراک از نرخ تقاضا \times دوره پوشش موجودی =
ناهمخوانی موجودی	دستگاه	موجودی - موجودی مطلوب =
تصحیح نرخ سفارش	روز/دستگاه	$\text{time step} / \text{ناهمخوانی موجودی} =$
نرخ سفارش	روز/دستگاه	$(0, \text{تصحیح نرخ سفارش} + \text{ادراک از نرخ تقاضا}) \max =$
نرخ دریافت	روز/دستگاه	نرخ سفارش =
موجودی	دستگاه	$(200, \text{نرخ فروش} - \text{نرخ دریافت}) \text{Integral} =$
نرخ فروش	روز/دستگاه	$(\text{time step} / \text{موجودی}, \text{نرخ واقعی تقاضا}) \min =$

پارامتر time step را ۰.۰۰۱ روز در نظر بگیرید.

شکل ۲۰ تأثیر این افزایش تقاضا را بر موجودی خودرو در نمایندگی نشان می‌دهد.

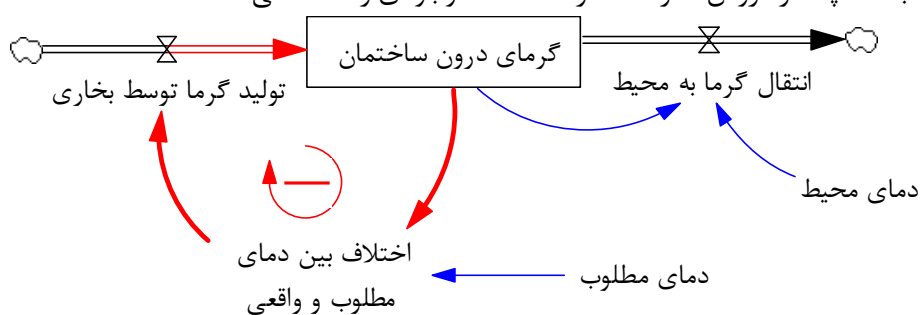
موجودی نمایندگی



شکل ۲۰

سیستم فوراً به این تغییر پاسخ داد. در همان روز بیستم (و بدون هیچ تأخیری)، موجودی نمایندگی اصلاح شد و به ۲۲۰ دستگاه رسید.

این سیستم مشابه ترموستات است: یک ساختمان را در نظر بگیرید که گرمای درون آن به بیرون درز می‌کند و در یک حلقه تعادلی، ترموستات بخاری را روشن می‌کند تا گرمایی که از دست رفته را مجدداً تأمین نماید (شکل ۲۱). در این سیستم نیز فروشها موجب انتقال موجودی به بیرون می‌شوند و یک حلقه تعادلی رقیب وجود دارد که با تأمین مجدد آنچه در فروشها از دست رفته است، موجودی را حفظ می‌کند.



شکل ۲۱

اکنون سه تأخیر را به این مدل اضافه می‌کنیم:

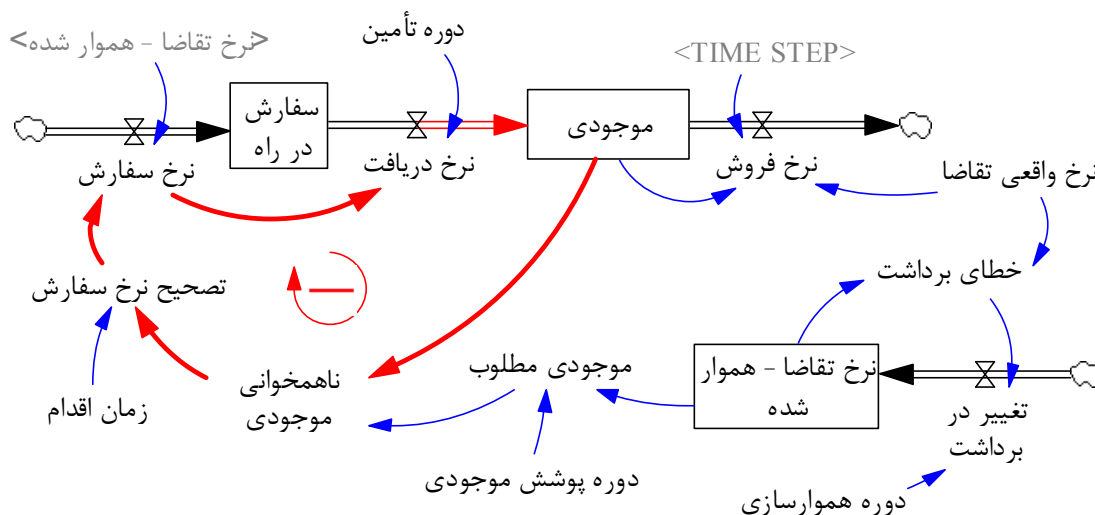
- تأخیر در ادراک تغییرات نرخ تقاضا: در این مثال، این یک تأخیر عمدی است. نمایندگی به هر تغییر موقت و کوتاهی در تقاضا واکنش نشان نمی‌دهد. قبل از این که در مورد سفارشها تصمیم‌گیری کند، تقاضای پنج روز گذشته را میانگین می‌گیرد تا افت و خیزهای موقت را از روندهای (trend) واقعی تفکیک کند.

به خاطر وجود این تغییر، "ادراک از نرخ تقاضا" با "نرخ واقعی تقاضا" برابر نخواهد بود. یک تأخیر اطلاعاتی در این جا وجود دارد. اطلاعات تقاضا هموار می‌شوند.

- تأخیر در ارسال سفارشها: این یک تأخیر در پاسخگویی است. حتی وقتی واضح است که سفارشها باید با شرایط جدید تنظیم شوند، او همه اصلاحات را در یک سفارش منظور نمی‌کند. در عوض، در هر

سفارش یک سوم کمبود را اعمال می‌کند. به عبارت دیگر او تعدیل‌ها را طی دوره سه روزه اعمال می‌کند تا کاملاً مطمئن شود که روند مشاهده شده، واقعی است.

- تأخیر در تأمین: پنج روز طول می‌کشد تا کارخانه یک سفارش را دریافت و پردازش نموده و به نمایندگی تحویل دهد. این تأخیر را از نوع تأخیر خط لوله (pipeline delay) فرض می‌کنیم. این سه نوع تأخیر در دنیای واقعی متداول‌اند.



شکل ۲۲

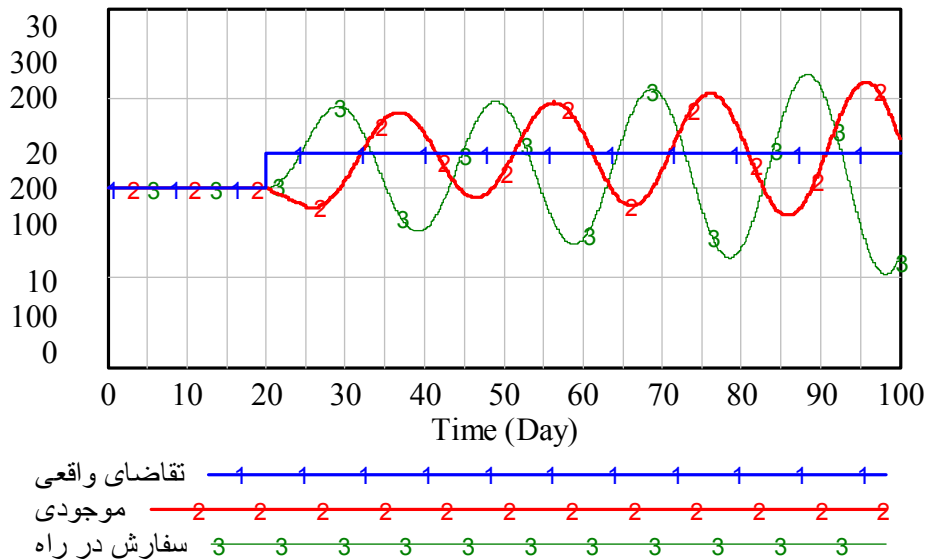
جدول ۲۶

متغیر	واحد	معادله
نرخ واقعی تقاضا	روز/دستگاه	$= 20 + \text{step}(2, 20)$
نرخ تقاضای هموار شده	روز/دستگاه	نرخ واقعی تقاضا
خطای برداشت	روز/دستگاه	نرخ تقاضای هموار شده - نرخ واقعی تقاضا
دوره هموارسازی	روز	5
تغییر در برداشت	روز (روز/دستگاه)	دوره هموارسازی / خطای برداشت
دوره پوشش موجودی	روز	10
موجودی مطلوب	دستگاه	نرخ تقاضای هموار شده × دوره پوشش موجودی
ناهمخوانی موجودی	دستگاه	موجودی - موجودی مطلوب
زمان اقدام	روز	3
تصحیح نرخ سفارش	روز/دستگاه	زمان اقدام / ناهمخوانی موجودی
نرخ سفارش	روز/دستگاه	$\max(0, \text{تصحیح نرخ سفارش} + \text{نرخ تقاضای هموار شده})$
سفارش در راه	دستگاه	$\text{Integral}(100, \text{نرخ دریافت} - \text{نرخ سفارش})$
دوره تأمین	روز	5
نرخ دریافت	روز/دستگاه	$\text{delay fixed}(20, \text{دوره تأمین}, \text{نرخ سفارش})$
موجودی	دستگاه	$\text{Integral}(200, \text{نرخ فروش} - \text{نرخ دریافت})$
نرخ فروش	روز/دستگاه	$\min(\text{موجودی} / \text{time step}, \text{نرخ واقعی تقاضا})$

پارامتر time step را ۰.۰۱ روز فرض کنید.

اگر چه این سیستم هنوز هم دو حلقه تعادلی دارد و از این نظر مشابه سیستم ساده ترموستات است، اما همانند سیستم ترموستات رفتار نمی‌کند. به عنوان مثال، شکل ۲۳ نتیجه همان افزایش ده درصدی در تقاضا را نشان می‌دهد.

روند موجودی و سفارش‌ها



شکل ۲۳

نوسان! یک افزایش پله‌ای در تقاضا، موجب افت موجودی می‌شود. نمایندگی به مدت کافی منتظر می‌ماند تا مطمئن شود که نرخ‌های بالاتر تقاضا پایدارند. آنگاه او شروع به سفارش بیشتر خودرو می‌کند تا هم نرخ جدید تقاضا را پوشش دهد و هم موجودی را بالا بیاورد. اما طول می‌کشد تا سفارش‌ها دریافت شوند. طی این مدت، موجودی باز هم پایین‌تر می‌آید بنابراین سفارش‌ها باید یک کمی بیشتر شوند تا موجودی را به اندازه تقاضای دوره پوشش ده روزه برگردانند. بالاخره سفارش‌های بزرگتر، شروع به رسیدن می‌کنند. موجودی به حالت عادی و بیشتر از آن بر می‌گردد چون در طول دوره عدم اطمینان به روندهای واقعی، سفارش‌های بسیاری صادر شده‌اند. اکنون او به اشتباه خود پی برده و صدور سفارش‌ها را کاهش می‌دهد اما هنوز سفارش‌های زیاد قبلی در حال دریافت هستند بنابراین او باز هم صدور سفارش‌ها را کاهش می‌دهد. در واقع، به طور اجتناب‌ناپذیری، چون او هنوز اطمینانی به آنچه در آینده رخ خواهد داد ندارد، خیلی کمی سفارش می‌دهد. موجودی باز هم پایین‌تر می‌رود؛ و به همین ترتیب، طی یک سری از نوسانات حول موجودی مطلوب ادامه می‌یابد. چند تا تأخیر عجب تفاوتی ایجاد کردند!

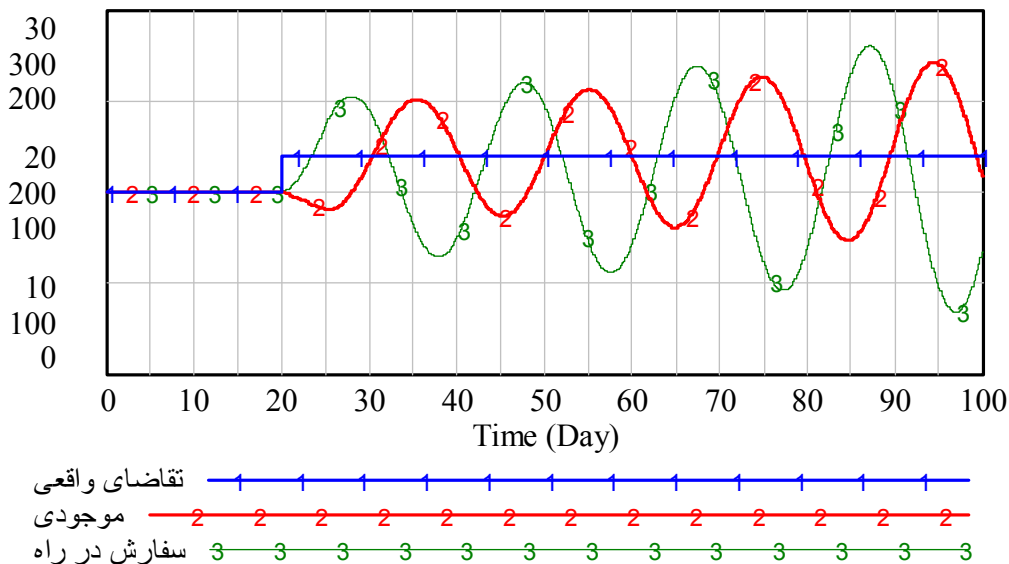
به زودی خواهیم دید که روش‌هایی برای تضعیف این نوسان‌ها وجود دارد اما مهم است که ابتدا درک کنیم چرا رخ می‌دهند. به این دلیل نیست که مسئول نمایندگی احمق است. به این دلیل است که او تلاش می‌کند در سیستمی عمل کند که اطلاعات به‌موقع ندارد (و نمی‌تواند داشته باشد) و تأخیرهای فیزیکی موجود در سیستم، مانع تأثیر فوری اقدامات وی بر موجودی می‌شوند. او نمی‌داند مشتریانش در آینده چگونه عمل می‌کنند. وقتی آنها کاری انجام می‌دهند، او مطمئن نیست که آنها آن را ادامه خواهند داد یا خیر. وقتی سفارشی صادر می‌کند، پاسخ فوری مشاهده نمی‌کند. این وضعیت ناکافی بودن اطلاعات و تأخیرهای فیزیکی، خیلی متداول است. با نوسان‌هایی مانند اینها مکرراً در موجودی‌ها و خیلی از سیستم‌های دیگر مواجه می‌شویم.

اگر جایی دوش بگیرید که لوله‌ای طویل بین مخلوط‌کننده آب سرد و گرم و هد دوش (showerhead) وجود دارد، مستقیماً نوسانات گرم و سرد ناشی از تأخیر طولانی در پاسخ‌دهی سیستم (long response delay) را خواهید چشید!

این که چه مقدار تأخیر، تحت چه شرایطی موجب چه نوع نوساناتی می‌شود، موضوع ساده‌ای نیست. با همین سیستم موجودی ساده می‌توان نشان داد که چرا ساده نیست!

مسئله نمایندگی (که خودش یک سیستم یادگیرنده است و مصمم شده که رفتار سیستم موجودی را تغییر دهد) می‌گوید: "این نوسان‌ها غیرقابل تحمل‌اند. می‌خواهم تأخیرها را کاهش دهم. کار چندانی در مورد تأخیر تأمین از کارخانه نمی‌توانم انجام دهم. بنابراین می‌خواهم خودم سریعتر واکنش نشان دهم. هموارسازی تقاضا را به جای پنج روز، فقط روی دوره دو روزه انجام می‌دهم". شکل ۲۴ نشان می‌دهد وقتی تأخیر ادراک نمایندگی از پنج روز به دو روز کاهش یابد، چه اتفاقی رخ می‌دهد.

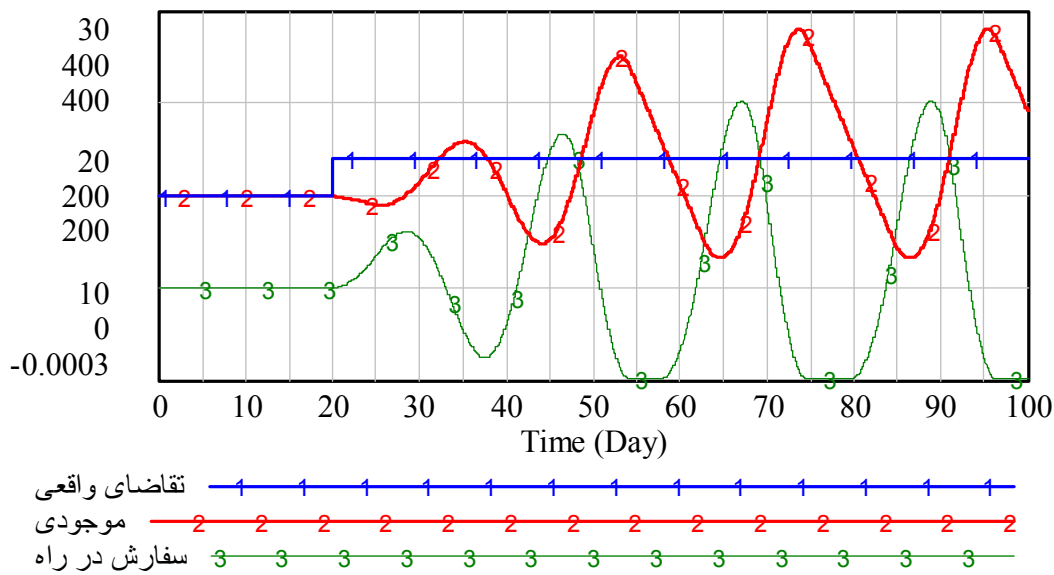
روند موجودی و سفارش‌ها



شکل ۲۴

وقتی نمایندگی، تأخیر ادراک خود را کوتاه‌تر می‌کند، تغییر زیادی بوجود نمی‌آید. اگر تغییری هم بوجود آمده باشد، در جهت بدتر شدن نوسانات موجودی خودروها است. اگر او به جای کم کردن زمان ادراک خود، سعی کند زمان عکس‌العمل خود را کاهش دهد (کمبودها را به جای سه روز، در دو روز جبران کند) اوضاع خیلی بدتر می‌شود (شکل ۲۵).

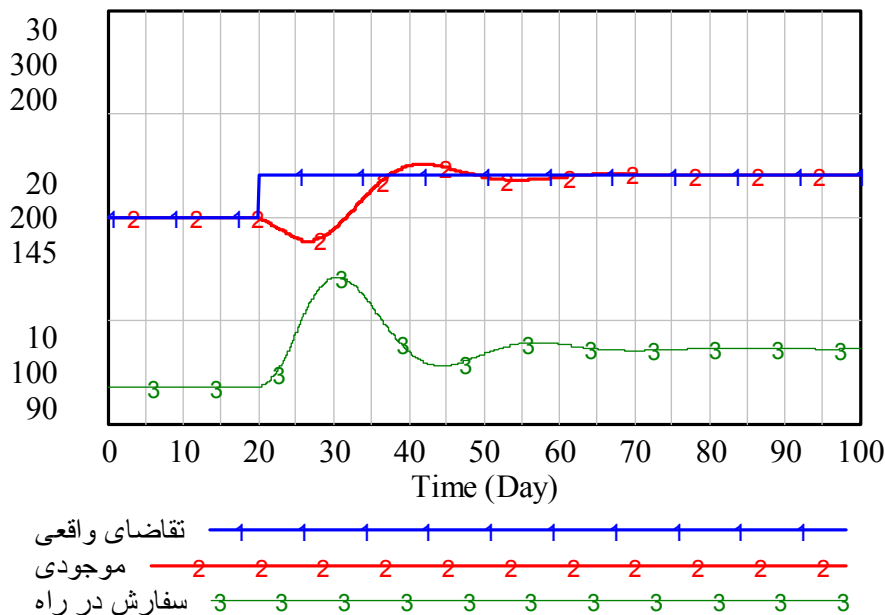
روند موجودی و سفارش ها



شکل ۲۵

باید چیزی تغییر کند و چون یک فرد یادگیرنده در این سیستم حضور دارد، چیزی تغییر خواهد کرد. نمایندگی با ملاحظه شکست خوردن سیاستی (policy) که هدفش هموار کردن نوسان‌ها بود، با خودش می‌گوید: "اهرم بزرگ، جهت غلط!" چنین نتیجه غیرمنتظره (و معکوسی)، هر جایی ممکن است رخ دهد. فردی که در حال تلاش برای اصلاح سیستم است، به صورت شهودی مجذوب سیاستی می‌شود که واقعاً تأثیری قوی بر سیستم دارد. آنگاه او که حسن نیت هم دارد، اهرم را در جهت اشتباه می‌کشد! این فقط مثالی است از این که چگونه وقتی سعی در تغییر سیستم‌ها می‌کنیم، با رفتار خلاف‌شهود (counterintuitive) سیستم‌ها مواجه می‌شویم. بخشی از مسئله در این جا این است که نمایندگی نه خیلی کند، بلکه خیلی سریع واکنش نشان می‌دهد. با توجه به ساختار این سیستم، باید گفت او بیش از حد واکنش نشان می‌دهد. اگر به جای کاهش تأخیر در پاسخگویی از سه روز به دو روز، تأخیر را از سه روز به شش روز افزایش دهد، اوضاع بهتر می‌شود (شکل ۲۶).

روند موجودی و سفارش ها



شکل ۲۶

همانطور که شکل ۲۶ نشان می‌دهد، با این تغییر، نوسان‌ها شدیداً میرا می‌شوند و سیستم به صورت نسبتاً کارا، تعادل جدید خود را می‌یابد.

مهمترین تأخیر در این سیستم، تأخیری است که تحت کنترل مستقیم نمایندگی نیست و آن، تأخیر در تأمین از کارخانه است. اما حتی بدون توانایی تغییر آن بخش از سیستم هم نمایندگی می‌تواند بیاموزد موجودی را کاملاً به خوبی مدیریت کند.

تغییر دادن تأخیرهای یک سیستم، ممکن است مدیریت آنرا خیلی آسان‌تر یا خیلی دشوارتر کند. می‌توانید درک کنید که چرا متفکران سیستم، درباره موضوع تأخیرها قدری تعصب دارند (fanatic). همیشه باید توجه داشته باشیم که تأخیرها کجای سیستم رخ می‌دهند، چه مدت طول می‌کشند، آیا تأخیر در جریان اطلاعات هستند یا تأخیر در فرایندهای فیزیکی. نمی‌توانیم شروع به درک رفتار پویای سیستم کنیم، مگر آنکه بدانیم تأخیرها کجا و چقدر هستند. می‌دانیم که برخی تأخیرها می‌توانند سیاست‌های اهرمی قدرتمندی باشند. طولانی یا کوتاه نمودن آنها می‌تواند تغییرات عمده‌ای در رفتار سیستم ایجاد کند.

در دید کلی‌تر، ممکن است مسئله موجودی در یک فروشگاه، بی‌اهمیت و قابل حل به نظر آید. اما تصور کنید که موجودی، کل خودروهایی فروش نرفته در یک کشور بزرگ باشد. سفارش‌های کمتر یا بیشتر برای خودروها، نه تنها بر تولید کارخانه‌های مونتاژ و قطعه‌سازی‌ها، بلکه بر کارخانه‌های نورد فولاد، کارخانه‌های لاستیک و شیشه، تولیدکنندگان منسوجات و تولیدکنندگان انرژی نیز اثر می‌گذارد. همه جای این سیستم، تأخیر در ادراک (perception delay)، تأخیر تولید، تأخیر تحویل و تأخیر ساخت وجود دارد. اکنون لینک بین تولید خودرو و شغل را در نظر بگیرید. افزایش در تولید، تعداد شغل‌ها را افزایش می‌دهد و به افراد بیشتری امکان می‌دهد خودرو خریداری کنند. این یک حلقه تقویتی است که در جهت معکوس نیز عمل می‌کند. تولید کمتر، شغل‌های کمتر، فروش کمتر خودرو و تولید کمتر.

حلقه تقویتی دیگری را نیز وارد کنید که در آن، بورس‌بازان (speculators) سهام شرکت‌های خودروسازی و تأمین‌کنندگان خودرو را بر اساس عملکرد اخیر آنها خرید و فروش می‌کنند؛ به گونه‌ای که افزایش سریع در تولید، موجب یک افزایش سریع در قیمت سهام می‌گردد و بالعکس.

این سیستم خیلی بزرگ، با صنایعی در هم‌تنیده که با تأخیرهایی به یکدیگر پاسخ می‌دهند و یکدیگر را در نوسان‌ها تعقیب می‌کنند، و با رفتار سرمایه‌گذاران و بورس‌بازان تشدید می‌شود، دلیل عمده چرخه‌های تجاری (business cycles) است.

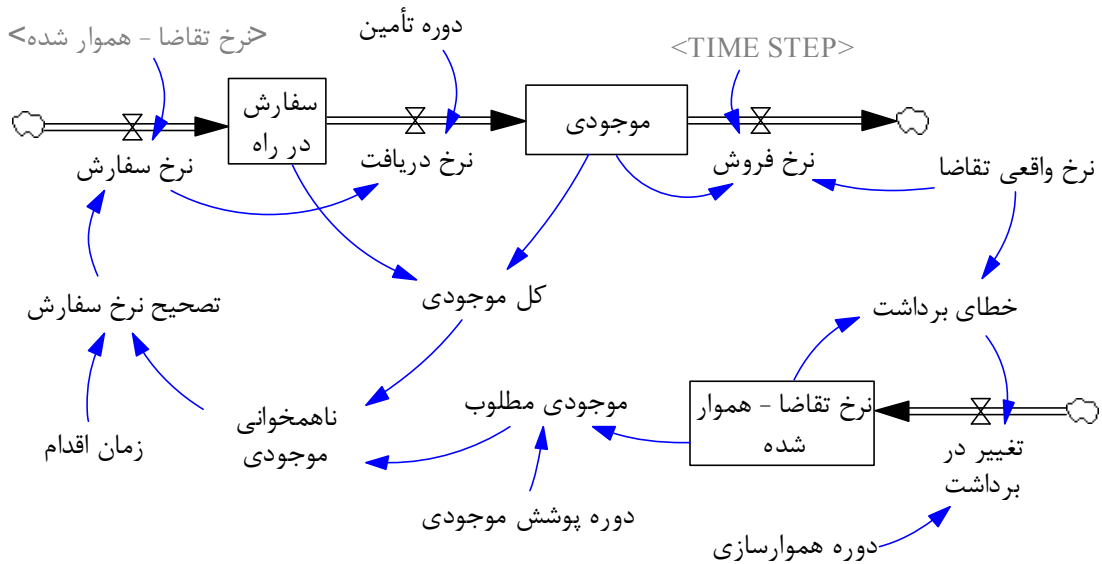
{منظور از چرخه تجاری، چرخه‌ای از رونق و رکود (prosperity and recession) است که حدود چند سال طول می‌کشد.}

این چرخه‌ها را رؤسای جمهور ایجاد نمی‌کنند؛ اگر چه آنها می‌توانند خیلی کارها برای تضعیف یا تشدید خوش‌بینی نسبت به رونق‌ها (upturns) و درد ناشی از رکودها (downturns) انجام دهند. اقتصادها سیستم‌های خیلی پیچیده‌ای هستند؛ پر از حلقه‌های تعادلی همراه با تأخیرند و ذاتاً نوسانی‌اند.

وجود تأخیر در یک حلقه تعادلی احتمالاً موجب نوسان سیستم می‌گردد.

تأخیرها همه جا هستند و اثری قوی بر رفتار سیستم دارند. تغییر طول یک تأخیر ممکن است تغییر بزرگی در رفتار سیستم ایجاد کند (یا ایجاد نکند؛ بسته به نوع تأخیر و طول نسبی سایر تأخیرهای سیستم).

یک اشکال مهم مدل قبل این بود که سفارش‌های در راه را در نظر نمی‌گرفت. فرض کنید قاعده تصمیم‌گیری تغییر کند تا سفارش‌های در راه را نیز لحاظ کند. نمودار انباره و جریان این سیستم در شکل ۲۷ آمده است.

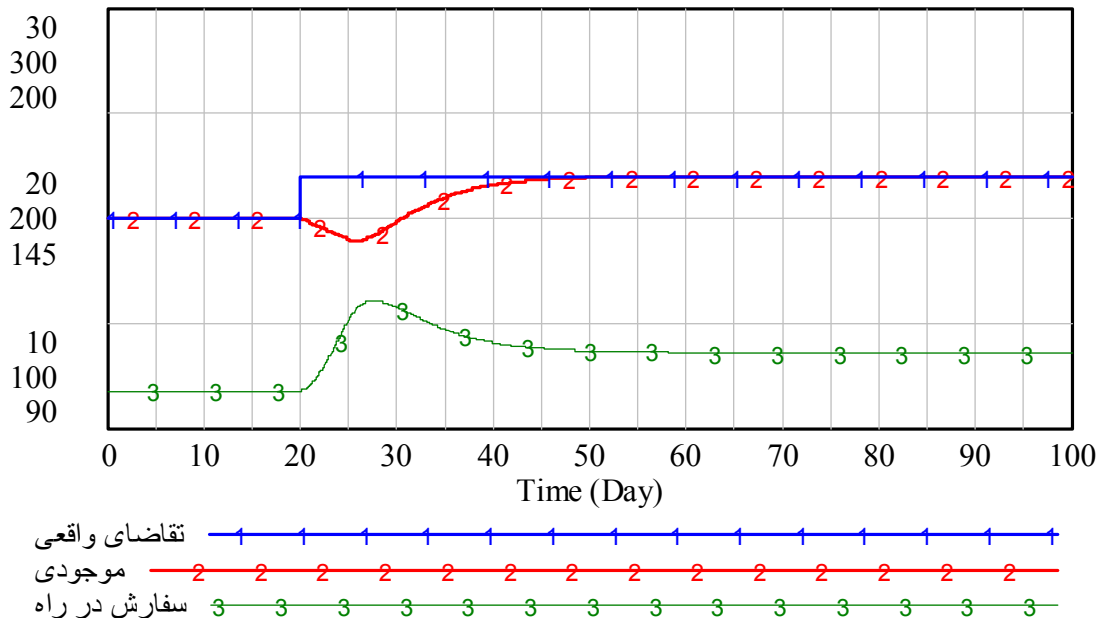


شکل ۲۷

جدول ۱۰

متغیر	واحد	معادله
کل موجودی	دستگاه	سفارش در راه + موجودی =
ناهمخوانی موجودی	دستگاه	کل موجودی - موجودی مطلوب =
دوره پوشش موجودی	روز	15

روند موجودی و سفارش ها



شکل ۲۸

مثال‌های فوق نشان می‌دهند که برای نوسان سیستم، باید هم در حلقه‌های بازخورد تنظیم‌کننده حالت سیستم، تأخیر وجود داشته باشد و هم این که تصمیم‌گیران، این تأخیرها را به حساب نیاورند؛ یعنی اقدامات اصلاحی در

راه (اقداماتی که انجام گرفته اما هنوز اثر خود را بر حالت سیستم نگذاشته‌اند) را به حساب نیاورند. گرچه به حساب نیاوردن تأخیرها، احمقانه به نظر می‌آید اما شواهد تجربی نشان می‌دهد که افراد اغلب این کار را انجام می‌دهند. مطالعات موردی انجام شده در صنایع مختلف نشان می‌دهد که درک نادرست از بازخوردها، ریشه چرخه‌های مداوم در این صنایع است.

لحاظ نکردن تأخیرها می‌تواند منجر به چرخه‌های تجاری (business cycles) گردد. چرخه‌های تجاری در اقتصاد به این دلیل بوجود می‌آیند که هر یک از کارآفرینان بر سودآوری فعلی متمرکزند و تأخیر بین شروع یک سرمایه‌گذاری و تحقق آنرا به حساب نمی‌آورند و این موجب اضافه تولید می‌گردد. هر یک از شرکت‌ها ممکن است سفارش‌های در راه (supply line) یا کل ظرفیت در دست ساخت همه شرکت‌های موجود در یک صنعت را ندانند یا وزن کافی به آن ندهند. شرکت‌ها تمایل دارند تا وقتی که سودهای امروز بالابند، به سرمایه‌گذاری و توسعه ادامه دهند؛ حتی بعد از این که ظرفیت در دست ساخت، بیش از مقداری است که برای عرضه اضافی و نابود کردن سودآوری کافی است. هر سرمایه‌گذار، شرایط بازار را برونزا در نظر می‌گیرد و واکنش دیگران را لحاظ نمی‌کند. وقتی همه سرمایه‌گذارها به فرصت‌های سودآور کنونی، واکنش مشابهی نشان دهند، نتیجه‌ای که حاصل می‌شود، اضافه‌جهش (overshoot) و بی‌ثباتی است.

تمرین ۱: سیستم حرارتی/برودتی یک ساختمان که شامل یک بخاری، یک کولر و یک ترموستات است را در نظر بگیرید. امکان تنظیم دو دما روی ترموستات وجود دارد. یک دما برای کنترل بخاری (فرض کنید ۸ درجه سانتیگراد) و دمای دیگر برای کنترل کولر (فرض کنید ۲۰ درجه سانتیگراد). سیستم سعی می‌کند دمای درون ساختمان را حتی الامکان بین این دو سطح نگه دارد. اگر دمای ساختمان (تحت تاثیر تغییرات دمای محیط) پایین‌تر از ۸ درجه قرار گیرد، ترموستات بخاری را روشن می‌کند. بخاری گرما ایجاد نموده و دما را بالا می‌برد. وقتی دما از حد مطلوب بالاتر رفت، ترموستات بخاری را خاموش می‌کند. اگر دما از ۲۰ درجه بالاتر رود، ترموستات کولر را روشن می‌کند و وقتی دما پایین‌تر از آن قرار گرفت، کولر را خاموش می‌نماید. یک نمودار انباره و جریان مناسب برای سیستم فوق ترسیم نمایید.

فصل یازدهم: متدولوژی پویایی‌شناسی سیستم‌ها

مدیران در نقش طراح سازمان

جی فارستر (Jay Forrester) اغلب از دیگران سؤال می‌کند: "مؤثرترین افراد در پرواز ایمن هواپیما چه کسانی هستند؟" و اغلب پاسخ می‌دهند: خلبان! اما در واقع، مهم‌ترین افراد، طراحان هستند. خلبان‌های ماهر و آموزش‌دیده، نقش کلیدی دارند اما مهم‌تر از آن، طراحی هواپیمایی است که پایدار و در شرایط بحرانی، استوار (robust) باشد و خلبان‌های معمولی هم بتوانند وقتی که تحت فشارند، خسته‌اند یا در شرایط غیرعادی قرار دارند، پروازی ایمن داشته باشند. در سیستم‌های اجتماعی و کسب‌وکار، مدیران هر دو نقش را ایفا می‌کنند. آنها، هم خلبان‌اند و تصمیم می‌گیرند (چه کسی را استخدام کنند، چه قیمت‌هایی تعیین کنند، چه زمانی یک محصول جدید را روانه بازار نمایند)؛ و هم طراح‌اند و ساختارهای سازمانی، استراتژی‌ها و قواعد تصمیم را تعیین می‌کنند و اینها بر چگونگی تصمیم‌گیری‌ها مؤثرند.

نقش طراح، مهم‌ترین نقش مدیران است اما توجه کمتری به آن می‌شود. بسیاری از مدیران، بخصوص مدیران ارشد، زمان زیادی را در نقش خلبان سپری می‌کنند؛ آنها به جای ایجاد یک ساختار سازمانی متناسب با چشم‌انداز و ارزش‌ها (به گونه‌ای که افراد معمولی نیز بتوانند آنها را بخوبی مدیریت کنند)، تصمیم می‌گیرند و کنترل را از دست زیردستان خارج می‌کنند.

امروزه طراحی یک هواپیمای جدید، بدون مدل‌سازی و شبیه‌سازی غیرممکن است. اما مدیرانی که می‌خواهند مهارت‌های طراحی سازمانی خود را ارتقاء دهند، به طراحی بر اساس سعی و خطا و قصه‌ها و تقلید از دیگران، ادامه می‌دهند؛ با این که پیچیدگی سازمان‌های آنها مشابه یک هواپیما است.

همه مدل‌ها غلط‌اند اما برخی از آنها مفیدند

فرایند مدل‌سازی

هیچ دستورالعمل آماده‌ای برای مدل‌سازی وجود ندارد؛ هیچ رویه‌ای وجود ندارد که آنرا دنبال کنید و تضمین کند به مدل مفیدی خواهید رسید. مدل‌سازی، ذاتاً کاری خلاقانه است. هر فردی شیوه‌ها و رویکردهای خاص خود را دارد. با این حال همه مدل‌سازهای موفق از یک فرایند منظم تبعیت می‌کنند که شامل فعالیت‌های زیر است:

۱. تعریف مسئله
۲. تدوین فرضیه دینامیک (یا نظریه) درباره ریشه‌های مسئله
۳. تدوین مدل شبیه‌سازی برای آزمون فرضیه دینامیک
۴. آزمون مدل؛ تا جایی که قانع شوید برای هدف شما مناسب است
۵. طراحی و ارزیابی سیاست‌هایی (Policy) برای بهبود

جدول ۱ مراحل فوق را همراه با برخی سؤالاتی که هر مرحله باید مورد توجه قرار دهد، نشان می‌دهد.

جدول ۱: مراحل فرایند مدل‌سازی

۱. تعریف مسئله (انتخاب محدوده^۳)

انتخاب موضوع (Theme Selection): مسئله چیست؟ چرا آنرا مسئله می‌دانیم؟
متغیرهای کلیدی (Key Variables): متغیرها و مفاهیم کلیدی که باید در نظر بگیریم، کدام‌اند؟
افق زمانی (Time Horizon): چه افقی از آینده را باید در نظر بگیریم؟ ریشه‌های مسئله در چه افقی از گذشته قرار دارند؟
بیان دینامیک مسئله ("رفتار مرجع" یا Reference Modes): سابقه رفتاری متغیرها و مفاهیم کلیدی چیست؟ رفتار آنها در آینده ممکن است چگونه باشد؟

۲. تدوین فرضیه دینامیک (Formulation of Dynamic Hypothesis):

ایجاد فرضیه اولیه: نظریه‌های فعلی درباره رفتار مسئله‌آمیز چیست؟
تمرکز درونزا (Endogenous Focus): یک فرضیه دینامیک تدوین کنید که پویایی را به عنوان پیامدی درونزا از ساختار بازخورد توضیح دهد
نقشه برداری (Mapping): نقشه‌های ساختار علی را بر اساس فرضیه اولیه، متغیرهای کلیدی، رفتار مرجع و سایر داده‌های موجود و با استفاده از ابزارهای زیر ترسیم کنید:

جدول مرز مدل

{طبقه بندی متغیرها در سه گروه درونزا (endogenous)، برونزا (exogenous) و حذف شده (excluded)}

{

نمودار حلقه علّیت

نمودار ذخیره و جریان

...

۳. تدوین مدل شبیه‌سازی (Formulation of a Simulation Model)

تعیین ساختار و قواعد تصمیم‌گیری

تخمین پارامترها و شرایط اولیه

آزمون سازگاری مدل با هدف و مرز

۴. آزمون (Testing)

مقایسه با "رفتار مرجع": آیا مدل، رفتار مسئله را به گونه‌ای که برای اهداف شما مناسب باشد، مجدداً تولید می‌کند؟
(reproduce)

حساسیت: عملکرد مدل تا چه حد به عدم اطمینان در پارامترها، شرایط اولیه، محدوده و تجمیع (aggregation)، حساس است؟

۵. طراحی و ارزیابی سیاستها (Policy Design and Evaluation)

تعیین سناریوها: چه شرایط محیطی ممکن است رخ دهد؟

طراحی سیاستها: چه قواعد تصمیم‌گیری، استراتژی‌ها و ساختارهای جدیدی در دنیای واقعی می‌توان آزمون کرد؟ چگونه می‌توان آنها را در مدل نمایش داد؟

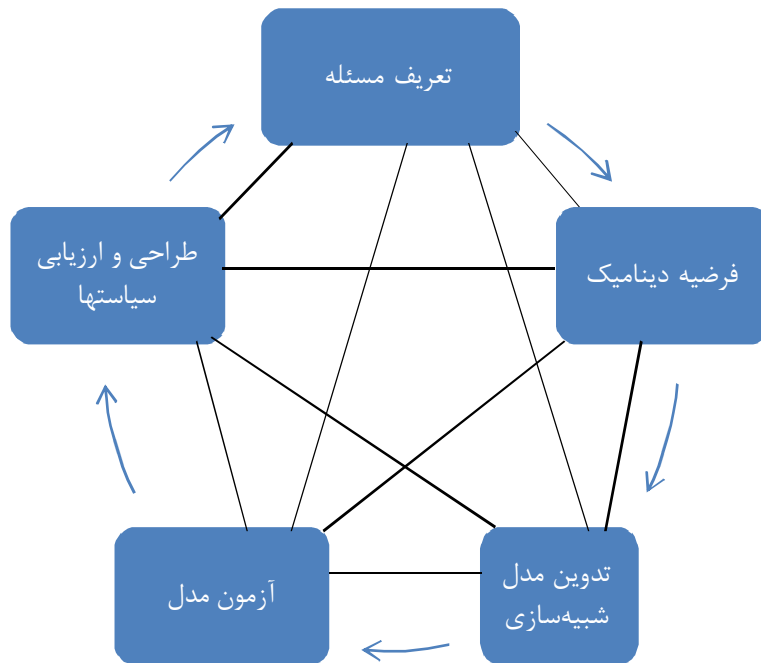
تحلیل "چه می‌شود اگر...!": اثرات سیاستها کدام‌اند؟

تحلیل حساسیت: توصیه سیاستهای جدید، تا چه حد تحت سناریوهای مختلف و عدم اطمینان موجود، Robust است؟
اثرات متقابل سیاستها: آیا بین سیاستها تأثیر متقابل وجود دارد؟ آیا بین آنها هم نیروزایی وجود دارد یا تعدیل و جبران یکدیگر؟

³ Boundary

مدل سازی، فرایندی تکرارشونده است

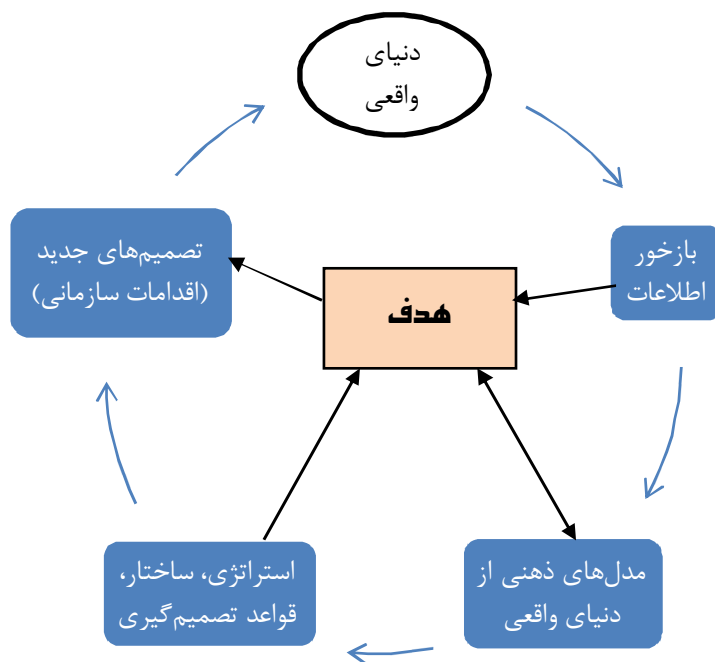
مدل سازی، یک فرایند با بازخورد (feedback process) است نه یک توالی خطی از مراحل. مدل ها تحت پرسشگری، آزمون و پالایش مداوم هستند. شکل ۱، فرایند مدل سازی را به صورت یک چرخه تکرارشونده، نشان می دهد. مرز و محدوده مدل سازی، بر اساس هدف اولیه مشخص می شود اما ممکن است با یادگیری بدست آمده در فرایند مدل سازی، بازگردیم و درک پایه خود از مسئله و هدف مدل سازی را تعدیل کنیم. تکرار ممکن است از هر مرحله ای به هر مرحله دیگری انجام گیرد. نتایج هر مرحله ای ممکن است بینشی ایجاد کند که باعث بازنگری هر یک از مراحل قبلی گردد. در یک پروژه مدل سازی، ممکن است این مراحل را دفعات بسیاری تکرار کنیم.



شکل ۱: فرایند مدل سازی، تکرارشونده است.

نکته مهمتر این که مدل سازی در درون چرخه بزرگتری از یادگیری و اقدام (که دائماً در سازمان ها رخ می دهد) قرار دارد. خلبان ها وارد شبیه ساز پرواز (flight simulator) هواپیما می شوند و سریعتر و مؤثرتر و ایمن تر یاد می گیرند که چگونه یک هواپیمای واقعی را راهبری کنند؛ سپس این مهارت ها را در دنیای واقعی به کار می برند. آنها آنچه از پرواز در دنیای واقعی فرا می گیرند، به طراحان شبیه ساز، منعکس می کنند تا شبیه سازها به طور مداوم بهبود یابند. آنچه خلبان ها و طراحان در شبیه ساز می آموزند، در دنیای واقعی به کار برده می شود؛ و آنچه آنها در دنیای واقعی فرا می گیرند، برای اصلاح و بهبود دنیای مجازی شبیه ساز، مورد استفاده قرار می گیرد. در مورد شبیه سازهای پرواز مدیریت (management flight simulator) و مدل های پویایی شناسی سیستم نیز به همین منوال است. شکل ۲ فرایند مدل سازی را درون یادگیری یک حلقه ای (single-loop) و دو حلقه ای (double-loop) نشان می دهد. مدل های ذهنی ما و اطلاعات جمع آوری شده از دنیای واقعی، در مدل های شبیه سازی تأثیر می گذارند. می توان راهبردها، ساختارها و قواعد تصمیم گیری به کار گرفته شده در دنیای واقعی را در دنیای مجازی مدل، نمایش و مورد آزمون قرار داد. بازخورد آزمایش ها و آزمون های انجام شده در مدل، مدل های ذهنی ما را اصلاح می کند و منجر به طراحی راهبردهای جدید، ساختارهای جدید، و قواعد تصمیم گیری جدید می گردد. آنگاه این سیاستهای جدید در دنیای واقعی پیاده سازی می شوند و بازخورد اثرات آنها منجر به بینش های جدید و بهبودهای بیشتر در مدل های formal و مدل های ذهنی ما می گردد. مدل سازی فعالیتی

نیست که یک بار انجام شود و "پاسخ" را ارائه کند؛ بلکه یک فرایند مداوم گردش بین دنیای مجازی (مدل) و دنیای واقعی (عمل) است.



شکل ۲: مدل‌سازی، درون‌پویایی سیستم

۱. تعریف مسئله (انتخاب محدوده (Boundary))

مهمترین گام در مدل‌سازی، تعریف مسئله است. بیشترین نگرانی کارفرما در مورد چیست؟ آنها چه مسئله‌ای را بیان می‌کنند؟ مسئله واقعی (و نه فقط علائم مشکل) کدام است؟ هدف مدل چیست؟ هدف شفاف، مهم‌ترین جزء یک پروژه مدل‌سازی است.

حذر کنید از این که بخواهید یک کسب‌وکار یا سیستم اجتماعی را به طور کامل مدل‌سازی کنید. شما باید یک "مسئله" را مدل‌سازی کنید.

هنر مدل‌سازی این است که بدانید چه چیزی را حذف کنید؛ و هدف مدل، به عنوان چاقوی منطقی برای این برش‌ها عمل می‌کند. هدف مدل، معیاری فراهم می‌کند تا بتوانید تصمیم بگیرید که از چه چیزهایی باید صرف‌نظر کنید تا تنها مشخصه‌های ضروری مورد نیاز برای برآورده نمودن هدف، باقی بمانند.

رفتار مرجع:

مدل‌سازان در پویایی‌شناسی سیستم‌ها به دنبال توصیف مسئله به صورت پویا (یعنی به عنوان یک الگوی رفتاری که در طول زمان آشکار شده است) هستند تا نشان دهد چگونه مسئله به وجود آمد و روند آن در آینده چگونه خواهد بود. "رفتار مرجع" مجموعه‌ای از نمودارها و داده‌های تشریحی است که گسترش مسئله در طول زمان را نشان می‌دهند. دلیل نام‌گذاری "رفتار مرجع" این است که طی فرایند مدل‌سازی، به آنها رجوع خواهید کرد. "رفتار مرجع" به شما و کارفرما کمک می‌کند از جهان بینی واقعه‌گرای (Event-Oriented) کوتاه‌مدت (همان که اکثر مردم دارند) خارج شوید. برای این منظور، شما و کارفرما باید افق زمانی مورد بررسی را مشخص نمایید و متغیرها و مفاهیمی را تعریف کنید که فکر می‌کنید برای درک مسئله و طراحی سیاست‌های حل آن، مهم هستند.

افق زمانی (Time Horizon)

افق زمانی باید به قدری از زمان گذشته را در بر گیرد که نشان دهد چگونه مسئله بوجود آمد و علائم آنرا نیز تشریح کند. همچنین باید به میزانی در آینده امتداد یابد که اثرات باتأخیر و غیرمستقیم سیاست‌های بالقوه را به‌دست دهد.

۲. تدوین فرضیه دینامیک (Formulation Of Dynamic Hypothesis):

پس از شناسایی مسئله و توصیف آن در یک افق زمانی مناسب، باید شروع به توسعه یک نظریه به نام «فرضیه دینامیک» نمایید که علت رفتار مسئله‌آمیز را توضیح دهد.

فرضیه شما "دینامیک" است زیرا باید تبیین و تفسیری از پویایی‌های مسئله ارائه نماید و مسئله را بر حسب ساختار انباره و جریان و بازخورد سیستم، شرح دهد. "فرضیه" است زیرا همواره در معرض تغییر بوده و ممکن است همراه با یادگیری شما از فرایند مدل‌سازی و دنیای واقعی، مورد بازنگری یا ابطال قرار گیرد.

فرضیه دینامیک، یک نظریه درباره چگونگی بوجود آمدن مسئله است و با متمرکز نمودن شما و کارفرما روی ساختارهای مشخص، تلاش‌های مدل‌سازی را هدایت می‌کند. بخش عمده مابقی فرایند مدل‌سازی، کمک می‌کند فرضیه دینامیک را (هم از طریق مدل شبیه‌سازی و هم از طریق اقدامات و جمع‌آوری داده‌ها در دنیای واقعی) مورد آزمون قرار دهید.

در عمل معمولاً بحث با تیم‌های کارفرما درباره خود مسئله و نظریه‌های مربوط به علل آن، با هم در آمیخته‌اند. احتمالاً هر عضو تیم، نظریه متفاوتی درباره ریشه مسئله دارد؛ باید از همه آنها استقبال نموده و آنها را دریافت کنید.

تبیین درونزا (Endogenous Explanation)

پویایی‌شناسی سیستم‌ها به دنبال تبیین درونزا از پدیده‌ها است. لغت درونزا به معنی "رخ دادن از درون" است. یک نظریه درونزا، پویایی سیستم را از طریق فعل و انفعالات متغیرها و عوامل نمایش داده شده در مدل، ایجاد می‌کند. با تعیین چگونگی ساختار سیستم و قواعد فعل و انفعالات درونی آن (قواعد تصمیم‌گیری در سیستم)، می‌توانید الگوهای رفتاری ناشی از آن قواعد و ساختار را کاوش (explore) کنید و بررسی کنید که چگونه با تغییر ساختار و قواعد تصمیم، رفتار نیز تغییر خواهد نمود. به عکس، نظریه‌ای که متکی بر متغیرهای برونزا باشد، پویایی متغیرهای مورد توجه شما را بر حسب متغیرهایی که رفتار آنها را مفروض (assumed) گرفته‌اید، شرح می‌دهد. (متغیر برونزا به متغیری گفته می‌شود که رفتار آن، از خارج از محدوده مدل آمده است.)

تبیین‌های برونزا در واقع تبیین نیستند؛ فقط سؤال را به "چه چیزی باعث شد متغیرهای برونزا چنان تغییری داشته باشند؟"، تبدیل می‌کنند.

تمرکز پویایی‌شناسی سیستم‌ها بر تبیین درونزا بدین معنی نیست که نباید هیچ متغیر برونزایی در مدل وجود داشته باشد. بلکه تعداد ورودی‌های برونزا باید کم باشد و هر متغیر کاندید شده به عنوان ورودی برونزا، باید به دقت بررسی شود که آیا هیچ بازخورد مهمی از عناصر درونزا به این کاندیدا وجود دارد یا خیر.

یک محدوده وسیع برای مدل که بازخوردهای مهم را نشان دهد، مهمتر از مقدار زیادی جزئیات در مشخصات تک‌تک مؤلفه‌ها است.

برای نقشه‌کشی ساختار سیستم، از ابزارهایی همچون جدول مرز مدل و نمودار حلقه علیت و نمودار انباره و جریان می‌توان بهره برد.

جدول مرز مدل، مشخص می‌کند کدام متغیرها درونزا، کدام متغیرها برونزا و کدام متغیرها از مدل کنار گذاشته شده‌اند. به عنوان مثال، جدول ۲، نمودار مرز مدل را برای مدلی نشان می‌دهد که برای مطالعه بازخورد بین بخش انرژی و اقتصاد در یک کشور صنعتی (آمریکا)، طراحی شده است.

جدول ۲: جدول مرز برای مدل بلندمدت اثرات متقابل اقتصاد و انرژی

حذف شده	برونزا	درونزا
تجارت بین‌الملل (غیر از اوپک) موجودی (کالاها و مواد) محدودیت‌های محیطی منابع (غیر از انرژی) جایگزینی بین سوخت‌ها (مثلا نفت و گاز)	جمعیت تغییرات تکنولوژیک نرخ مالیات سیاستها در زمینه انرژی	GNP مصرف (Consumption) سرمایه‌گذاری پس‌انداز (saving) قیمت‌ها (واقعی و اسمی) دستمزدها (واقعی و اسمی) نرخ تورم مشارکت نیروی کار اشتغال بیکاری نرخ بهره عرضه پول بدهی‌ها تولید انرژی تقاضای انرژی واردات انرژی

لیست متغیرهای حذف شده، هشدار می‌دهد که برای استفاده‌کنندگان مدل است. هدف این است که به آنها کمک کند تصمیم بگیرند آیا این مدل برای هدف مورد نظر آنها مناسب است یا خیر. نمودارهای مرز مدل، به طرز شگفت‌آوری مفیدند اما به طور تکان‌دهنده‌ای کمیاب‌اند. اغلب از مدل‌ها نه به عنوان ابزاری برای تحقیق بلکه به عنوان سلاحی در یک دعوی حقوقی (war of advocacy) به کار می‌رود. در چنین مواردی، مدل‌سازان تمایل دارند فرضیات مدل خود را از نقدهای احتمالی مخفی کنند. اما حتی وقتی که انگیزه‌های مدل‌سازان خیرخواهانه است، برای خیلی از آنها ناخوشایند است چیزهایی را لیست کنند که در نظر نگرفته‌اند؛ آنها حذف شده‌ها را نواقص مدل خود تلقی می‌کنند و ترجیح می‌دهند بر نقاط قوت مدل خود تأکید کنند. بدون درک شفاف از مرز و فرضیات، مدل‌های ساخته شده برای یک هدف، اغلب برای اهداف دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرند که برای آن اهداف، مناسب نیستند.

۳. تدوین مدل شبیه‌سازی (Formulation of a Simulation Model)

وقتی فرضیه دینامیک اولیه، محدوده مدل و مدل مفهومی (Conceptual Model) را توسعه دادید، باید آنها را مورد آزمون قرار دهید. گاهی می‌توانید فرضیه دینامیک را از طریق جمع‌آوری داده‌ها یا آزمایش (Experiments) در سیستم واقعی، آزمون کنید. اما در غالب اوقات، مدل مفهومی به قدری پیچیده است که الگوی رفتار آن واضح نیست؛ چون توانایی ما برای استنتاج پویایی‌های یک مدل پیچیده، خیلی ضعیف است. علاوه بر آن، در خیلی از موارد (بخصوص در سیستم‌های انسانی)، مشکل، خطرناک، غیراخلاقی یا غیرممکن است که آزمایش‌هایی در دنیای واقعی انجام دهیم تا نقص‌های فرضیه دینامیک آشکار گردد. در اکثر موارد باید این

آزمایش‌ها را در دنیای مجازی انجام دهید. بدین منظور باید از حوزه مفهومی نمودارها به سمت یک مدل تفصیلی کامل با معادله‌ها، پارامترها و شرایط اولیه کاملاً تعریف شده، حرکت کنید.

در اغلب اوقات، تهیه مدل تفصیلی (formal) از یک مدل مفهومی، بینش جدیدی ایجاد می‌کند؛ حتی قبل از آنکه برای شبیه‌سازی آماده باشد. تهیه مدل تفصیلی، کمک می‌کند مفاهیم مبهم را تشخیص دهید و تناقض‌هایی را رفع کنید که در فاز مفهومی، مورد توجه قرار نگرفته‌اند.

در تهیه مدل تفصیلی، آزمون واقعی ادراک صورت می‌گیرد. در واقع، مجرب‌ترین مدل‌سازها (به عنوان راهی برای رفع ابهام‌ها و آزمون فرض‌های اولیه)، به صورت روتین و طی فرایند مدل‌سازی (حتی در فازهای اولیه تعریف مسئله و مفهوم‌سازی)، برخی معادله‌ها را نوشته و پارامترها را تخمین می‌زنند. تست‌های متنوعی وجود دارد که می‌توان در مرحله فرموله نمودن، برای شناسایی نقص‌های مدل به کار برد و درک از سیستم را بهبود داد.

۴. آزمون (Testing)

به محض این که اولین معادله را بنویسید، آزمون آغاز می‌شود. البته بخشی از آزمون، مقایسه رفتار شبیه‌سازی شده مدل با رفتار واقعی سیستم است. اما آزمون، چیزی بیش از انعکاس رفتار تاریخی است. هر متغیر باید متناظر با یک مفهوم معنادار در دنیای واقعی باشد. هر معادله باید از نظر سازگاری در ابعاد (dimensional consistency) چک شود (تا سیب‌ها و پرتقال‌ها را با هم جمع ننیدید). حساسیت رفتار مدل و سیاست‌های توصیه شده، نسبت به عدم اطمینان در فرضیات (هم پارامتری و هم ساختاری) بررسی گردد.

مدل‌ها باید تحت شرایط مرزی (extreme) نیز آزمون شوند؛ شرایطی که ممکن است در دنیای واقعی هرگز مشاهده نشده باشند. به عنوان مثال در شبیه‌سازی یک اقتصاد، اگر ناگهان عرضه انرژی را صفر کنید، چه بر سر تولید ناخالص داخلی (GDP) می‌آید؟ اگر در مدل یک خودروسازی، قیمت خودروها را میلیاردها برابر کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر ناگهان موجودی نمایندگی‌های فروش (dealer) را ۱۰۰٪ افزایش دهید، چه روی می‌دهد؟ گر چه این شرایط روی نداده‌اند و نمی‌توانند روی دهند، اما در این که رفتار سیستم در چنین شرایطی باید چگونه باشد، شک و شبهه‌ای وجود ندارد: بدون انرژی، GDP یک اقتصاد مدرن باید نزدیک به صفر باشد؛ با چند میلیارد برابر شدن قیمت خودروها، تقاضا باید به صفر سقوط کند؛ با موجودی اضافی کلان در نمایندگی فروش خودرو، تولید باید به صفر سقوط کند، اما نمی‌تواند منفی باشد. ممکن است تصور کنید مدل‌ها هرگز در چنین آزمون‌های بدیهی، مردود نمی‌شوند؛ یعنی تولید بدون انرژی، تقاضا برای کالاهایی که قیمت آنها بیش از کل ثروت بسیاری از کشورهاست و تولید منفی، هرگز رخ نمی‌دهد. اما در اشتباهید! مدل‌های پرکاربرد بسیاری در اقتصاد، روانشناسی، مدیریت و سایر رشته‌ها، قوانین پایه فیزیک را نقض می‌کنند؛ اگر چه ممکن است رفتار تاریخی را به خوبی انعکاس دهند.

آزمون در شرایط مرزی (extreme) همراه با سایر آزمون‌های رفتار مدل، ابزارهایی کلیدی برای کشف نقص‌های مدل هستند و این مرحله را به مرحله‌ای برای بهبود ادراک تبدیل می‌کنند.

توجه کنید که توانایی یک مدل برای انعکاس (replicate) داده‌های تاریخی، به تنهایی نشان‌دهنده مفید بودن مدل نیست؛ و عدم توانایی آن نیز لزوماً به این معنی نیست که باید مدل را کنار گذاشت. نمی‌توان بر اساس برازش تاریخی (historical fit) در مورد سودمندی یک مدل قضاوت کرد بلکه مدل‌ساز باید با صداقت کافی و با توجه به هدف کارفرما، بررسی کند آیا ساختار و قواعد تصمیم‌گیری مدل، با ساختار و قواعد تصمیم‌گیری واقعی به کار رفته توسط افراد مطابقت دارد یا خیر. برای این منظور، مدل‌ساز و کارفرما باید انواع آزمون از جمله بررسی تفصیلی فرضیات مدل، مطالعات میدانی در مورد تصمیم‌گیری، و کاوش (explore) حساسیت نتایج مدل نسبت به فرضیات محتمل جایگزین (plausible alternative assumptions) را انجام دهند. تعیین این که آیا یک

مدل، مبنایی استوار برای تصمیم‌گیری فراهم می‌کند، فقط به این نیست که آزمون آماری یا برازش تاریخی انجام شود بلکه به طور ذاتی و اجتناب‌ناپذیر، یک قضاوت ارزشی است که مدل‌ساز و کارفرما باید صورت دهند. متأسفانه غالباً کارفرمایان و مدل‌سازان اهمیت زیادی به برازش تاریخی می‌دهند. قضاوت در مورد مناسب بودن ساختار یک مدل، استواری (robustness) آن و میزان حساسیت آن به فرضیات، وقت‌گیر است؛ اما برازش تاریخی را می‌توان به سرعت نشان داد. گراف‌هایی که برازش خوبی بین داده‌ها و مدل نشان می‌دهند، مهیج و تحمیل‌کننده است. کارفرمایان به آسانی با چنین گراف‌هایی و با جداول پر ابهت R^2 و سایر آماره‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند. مدل‌سازان (حتی وقتی که به خوبی می‌دانند) اغلب بر آماره‌هایی که نشان می‌دهند چقدر مدل آنها با داده‌ها fit است، بیش از حد تأکید می‌کنند تا مخاطبان را ترغیب کنند که برازش تاریخی قوی، به معنی صحیح بودن مدل است.

نباید از این بحث نتیجه بگیرید که برازش تاریخی مهم نیست یا لازم نیست مدل خود را با داده‌های عددی، مقایسه کنید. به عکس، مقایسه خروجی مدل با داده‌های عددی، راهی قدرتمند برای شناسایی محدودیت‌ها یا نواقص فرمول‌بندی مدل است. اما تفاوتی عمیق بین استفاده از داده‌های تاریخی برای تشخیص نواقص مدل و بهبود آن، با استفاده از داده‌های تاریخی برای اثبات معتبر بودن مدل وجود دارد. در حالت اول، برازش تاریخی برای یافتن مشکلات و تحریک یادگیری به کار می‌رود. اما در حالت دوم، نشان دادن این که چقدر مدل با داده‌ها fit است، یک مانور تدافعی برای حفظ مدل و مدل‌ساز از انتقاد است و مانع یادگیری کارفرما (و مدل‌ساز) می‌شود. بررسی برازش تاریخی باید به عنوان بخشی از یک فرایند بزرگتر برای آزمون و بهبود مدل باشد که آن فرایند با هدف رسیدن به یک مدل مناسب برای طراحی سیاست‌ها و تصمیم‌گیری طراحی شده است.

۵. طراحی و ارزیابی سیاست‌ها (Policy Design and Evaluation)

پس از آن که شما و کارفرما نسبت به ساختار و رفتار مدل، اطمینان حاصل کردید، می‌توانید از مدل برای طراحی و ارزیابی سیاست‌های بهبود استفاده کنید.

طراحی سیاست‌ها چیزی بیش از تغییر دادن مقادیر پارامترهایی مثل نرخ مالیات یا ضریب سود است. طراحی سیاست‌ها به معنی خلق راهبردها (strategy)، ساختارها و قواعد تصمیم‌گیری کاملاً جدید است. با توجه به این که ساختار بازخورد، تعیین‌کننده پویایی سیستم است، در اکثر اوقات، سیاست‌های مؤثر اهرمی (high leverage policies) به معنی تمهیدات زیر است:

- تغییر حلقه‌های بازخوردی غالب از طریق طراحی مجدد ساختار انباره و جریان
- حذف تأخیرهای زمانی (time delays)
- تغییر جریان و کیفیت اطلاعات در دسترس در نقاط تصمیم‌گیری کلیدی
- تغییر اساسی فرایندهای تصمیم‌گیری بازیگران سیستم

لازم است استواری (robustness) سیاست‌ها و حساسیت آنها نسبت به عدم قطعیت‌های موجود در پارامترها و ساختار مدل، ارزیابی گردد؛ از جمله این که عملکرد آنها تحت سناریوهای جایگزین مختلفی بررسی شود. اثرات متقابل بین سیاست‌ها نیز باید مدنظر قرار گیرد: چون سیستم‌های واقعی خیلی غیرخطی هستند، تأثیر ترکیبی سیاست‌ها، معمولاً برابر با مجموع اثرات تک‌تک آنها نیست. اغلب اوقات، سیاست‌ها با هم تزاخم دارند؛ گاهی اوقات یکدیگر را تقویت می‌نمایند و هم‌نیروایی (synergy) اساسی ایجاد می‌کنند.

مثال: سیستم هروئین-جرم (heroin-crime system)

در ادبیات پویایی‌شناسی سیستم‌ها، فرایندهای متنوعی برای مدل‌سازی پیشنهاد شده که کمی با هم متفاوت‌اند. در ابتدای این فصل با یکی از این فرایندها آشنا شدید. اکنون می‌خواهیم یکی دیگر از فرایندهای مدل‌سازی را معرفی کنیم و کاربرد این فرایند را برای مدل‌سازی یک مسئله ساده نشان دهیم. فرایند مورد نظر چهار مرحله دارد که عبارتند از:

الف) مفهوم‌سازی (conceptualization)

تعریف هدف مدل (purpose)

تعریف مرز مدل (boundary) و شناسایی متغیرهای کلیدی (key variables)

تشریح رفتار یا ترسیم رفتار مرجع متغیرهای کلیدی (reference modes)

ترسیم نمودار مکانیزم‌های پایه (حلقه‌های بازخورد سیستم)

ب) فرموله نمودن (formulation)

تبدیل نمودارهای بازخورد به معادله‌ها

تخمین و انتخاب مقادیر پارامترها

ج) آزمون (testing)

شبیه‌سازی مدل و آزمون فرضیه دینامیک

آزمون فرضیات مدل

آزمون رفتار و حساسیت مدل به perturbations

د) پیاده‌سازی (implementation)

آزمون پاسخ مدل به سیاست‌های مختلف

ترجمه بینش ناشی از بررسی، به یک شکل قابل دسترسی

گزیده‌هایی از یک مقاله (۱۹۷۶) را بخوانید:

دفعه بعدی که خبری درباره یک دستگیری بزرگ در زمینه مواد مخدر و توقیف مقادیر زیادی هروئین می‌شنوید، فکر نکنید لزوماً خیابان‌های شهر شما امن‌تر خواهند شد. در واقع مطالعات انجام شده در دیترویت نشان داده است که هر چه بازار هروئین tighter باشد، شما با احتمال بیشتری قربانی یک سرقت توسط معتادی خواهید بود که نیازمند یک بست هروئین است.

بیشتر مردم معتقدند هر چه اعمال قانون برای جمع‌آوری مواد مخدر از خیابان‌ها شدیدتر باشد، آن خیابان‌ها امن‌تر خواهند شد. اما شواهد ارائه شده، این باور غالب را به چالش کشیده است: "اگر بهای یک بسته هروئین خیابانی، در یک ماه از ۷ دلار به ۹ دلار افزایش یابد، تعداد جرم‌های درآمدزا (revenue-raising crime) که با نرخ ۱۱۰۰۰ مورد در ماه رخ می‌داده، تقریباً به ۱۲۰۰۰ مورد در ماه افزایش می‌یابد."

به دلیل طبیعت اعتیادآور هروئین، تقاضای هروئین فوراً به کمبود عرضه واکنش نشان نمی‌دهد. هروئین یک "نیاز" است نه فقط یک آرزو. بنابراین در کوتاه‌مدت می‌توان تقاضای هروئین را تقریباً ثابت در نظر گرفت. وقتی عرضه و تقاضای هروئین در تعادل قرار دارند، قیمت مشخصی طلب می‌شود. افزایش توقیف هروئین (توسط پلیس) موجب کاهش عرضه آن می‌گردد. مبانی اقتصاد می‌گوید وقتی عرضه کمتر از تقاضا است، قیمت افزایش می‌یابد. افزایش قیمت منجر به افزایش واردات هروئین به آن ناحیه خواهد شد. اگر توقیف‌ها را مقطعی در نظر بگیریم، عرضه هروئین سرانجام به سطح اولیه خود افزایش می‌یابد و قیمت آن به حالت عادی خود برمی‌گردد.

الف) مفهوم‌سازی

تعریف هدف مدل

اولین گام در فرایند مدل‌سازی، تصمیم‌گیری در مورد هدف مدل است و دو بخش دارد. تصمیم‌گیری در مورد هدف یک مدل به معنی تمرکز بر یک مسئله و محدود نمودن مخاطبان مدل (audience) است.

یک مدل پویایی‌شناسی سیستم برای درک یک سیستمی از نیروها که مسئله‌ای را ایجاد و آنرا حفظ کرده‌اند، ساخته می‌شود. برای داشتن یک مدل قابل درک (meaningful)، باید مسئله‌ای مهم در سیستم وجود داشته باشد که نیاز به دانش و درک بیشتر از سیستم را اقتضا می‌کند. هدف مرحله مفهوم‌سازی این است که به یک مدل مفهومی تقریبی و کلی برسیم که قادر باشد به حل مسئله مربوطه کمک کند (addressing). بعد از انتخاب زمینه مسئله، مدل‌ساز باید داده‌های مرتبط جمع‌آوری کند و تمرکز مدل را بیشتر تعریف کند. برای یک محقق پویایی‌شناسی سیستم، داده‌های مرتبط نه فقط داده‌های آماری، بلکه دانش عملیاتی (operating knowledge) است که از افراد آشنا با سیستم مورد بررسی، به دست می‌آید.

مدل‌ساز همچنین باید مخاطبان اصلی مدل را در نظر داشته باشد. مدلی که علل باران‌های اسیدی را تبیین می‌کند، اگر برای کلاس زیست‌شناسی دوم دبیرستان ساخته شود، خیلی متفاوت با مدلی خواهد بود که برای سازمان محیط زیست جهت تصمیم‌گیری در مورد سیاست‌های زیست‌محیطی ساخته شود. اگر ساختار و رفتار مدل، قابل درک برای مخاطبان آن نباشد، یا اگر نتواند به سؤالاتی که برای مخاطبان جالب توجه است پاسخ دهد، بی‌استفاده خواهد ماند.

هدف مدل باید نوعی اقدام یا رفتار در طول زمان را بیان کند که مدل آنها را تجزیه و تحلیل خواهد کرد. حصول توافق درباره هدف مدل، ضروری است. بدون یک هدف شفاف و دقیق، خیلی دشوار است که تعیین کنیم کدام مؤلفه‌های سیستم، مهم‌اند. نگرانی دیگر مدل‌سازهای مجرب این است که اگر مدل را آن‌گونه که تعریف شده بسازیم، آیا ارزشمند خواهد بود؟ یک هدف خیلی انتزاعی همچون "این مدل را درباره محیط می‌سازم تا درک کنم چگونه عمل می‌کند"، احتمالاً منجر به اتلاف وقت خواهد شد. چنین مدلی احتمالاً مؤلفه‌های خیلی زیادی خواهد داشت و برای تحلیل‌های عمل‌گرایانه (practical) خیلی پیچیده خواهد بود.

معمولاً هدف یک مدل در یکی از گروه‌های زیر قرار می‌گیرد:

- روشن نمودن (clarify) دانش و درک از سیستم
- کشف سیاست‌هایی که رفتار سیستم را بهبود دهند
- استخراج مدل‌های ذهنی و به کار رفتن به عنوان وسیله‌ای برای ارتباط بین افراد و گروه‌های مختلف

سیستم هروئین-جرم:

شرح سیستم هروئین-جرم بیانگر این مسئله است که افزایش فعالیت پلیس در توقیف مواد مخدر، عوارض ناخواسته افزایش جرم را داشته است.

با حوزه گسترده‌ای که مسئله فوق دارد، مدل‌سازی می‌تواند به دلایل زیادی صورت گیرد. تصور کنید که مدل‌ساز یک مقاله درباره سیستم هروئین-جرم در روزنامه مطالعه نموده و می‌خواهد مدلی بسازد تا ببیند آیا نظریه‌های مطرح شده در آن، منطقی‌اند یا خیر.

هدف مدل این است که تست کنیم آیا افزایش در توقیف‌های مواد مخدر، جرم‌های درآمدزا را در کوتاه‌مدت، افزایش می‌دهد.

مخاطبان این مدل، افراد متوسط هستند نه گروهی از افراد خبره در حوزه قاچاق مواد مخدر یا اعمال قوانین. به آمارهای تفصیلی نیازی نیست. احتمالاً مخاطبان این مدل، علاقه‌مند به یک مدل ساده‌اند که به آسانی قابل درک باشد و مؤلفه‌های آن، تجمیع شده (aggregate) باشند.

تعریف مرز مدل و شناسایی متغیرهای کلیدی

هر سیستم بازخوردی، مرز بسته‌ای دارد که رفتار مورد بررسی، درون آن ایجاد می‌شود. هنگام ایجاد یک مدل از سیستم بازخوردی، باید مرز مدل را به وضوح تعریف کنیم. مرز مدل، در برگیرنده همه مؤلفه‌هایی (=متغیرهایی) است که در مدل نهایی حضور خواهند داشت. مدل‌ساز در ابتدا باید با طوفان ذهنی، به دنبال همه مؤلفه‌های ضروری در ایجاد یک مدل از سیستم باشد؛ حتی آنهایی که در مورد آنها مطمئن نیست. لیست اولیه را می‌توان به عنوان لیست اولیه مؤلفه‌ها در نظر گرفت.

هنگام انتخاب مؤلفه‌ها برای لیست اولیه، خطوط راهنمای زیر می‌تواند مفید باشد:

✓ مؤلفه‌ها باید ضروری باشند (necessary). مرز مدل به گونه‌ای تعیین می‌شود که هیچ چیز ضروری برای ایجاد و معرفی رفتار مورد بررسی (آن‌گونه که در هدف مدل تعیین شده)، از آن حذف نشده باشد. همچنین هیچ مورد غیرضروری نباید در آن وجود داشته باشد.

✓ مؤلفه‌ها باید تجمیع شوند (aggregated). تا جایی که تجمیع مؤلفه‌ها، طبیعت مسئله مورد بررسی یا هدف مدل را تغییر نمی‌دهد، مفاهیم مشابه باید تجمیع شوند. کمتر بودن مؤلفه‌ها به اجتناب از پیچیدگی‌های غیرضروری کمک می‌کند. با این حال، در صورتی که تجمیع مؤلفه‌ها موجب می‌شود مدل، منعکس‌کننده واقعیت نباشد، این کار را انجام ندهید. به عنوان مثال، معمولاً نباید جریان‌های "تولدها" و "مرگ‌ومیرها" را تحت عنوان "خالص تولدها" تجمیع نمود.

✓ مؤلفه‌ها باید جهت‌دار باشند (directional). همه مؤلفه‌های مهم باید اسم جهت‌داری داشته باشند که بتواند بیشتر یا کمتر شود. به عنوان مثال از "خشم" یا "خوشحالی" به جای "حالت ذهنی" (mental attitude) استفاده کنید.

در گام بعدی، مدل‌ساز باید لیست اولیه مؤلفه‌ها را به دو گروه مهم تفکیک کند:

○ درونزا: متغیرهایی که در حلقه‌های بازخوردی سیستم دخیل‌اند.

○ برونزا: مؤلفه‌هایی که مقادیر آنها مستقیماً تحت تأثیر سیستم نیست.

بهتر است دو ستون با عناوین درونزا و برونزا روی برگه کاغذ ایجاد کنید و با بررسی دقیق هر مؤلفه از لیست مؤلفه‌ها و در نظر داشتن هدف مدل، ستون‌ها را پر کنید. ممکن است مؤلفه‌هایی در لیست وجود داشته باشند که با بررسی بیشتر، غیرضروری به نظر آیند. اکنون مدل‌ساز باید درک بهتری از ساختار مدل داشته باشد. لیست اولیه نیز باید حفظ شود تا مدل‌ساز همواره بتواند بدون تلاش اضافی، برگردد و برخی از مفروضات اولیه درباره اهمیت متغیرها را مجدداً بررسی کند و حتی ساختارهای دیگری را برای مدل، امتحان کند.

در پایان و بعد از تفکیک لیست به درونزا و برونزا، بهتر است مدل‌ساز مؤلفه‌های درونزا و برونزا را مجدداً بررسی کند و مشخص کند کدام مؤلفه‌ها انباره و کدام‌ها جریان هستند (توجه کنید که مؤلفه‌های برونزا معمولاً انباره یا جریان نیستند بلکه مقادیر ثابتند یا ثابت‌هایی هستند که مقدار آنها در طول زمان، تغییر می‌کند). اطلاعات اضافی به دست آمده در این مرحله، در گام پایانی مفهوم‌سازی (یعنی تصمیم‌گیری در مورد مکانیزم‌های پایه) بسیار مفید خواهد بود.

سیستم هروئین - جرم:

یک طوفان ذهنی ممکن است منجر به لیست زیر به عنوان لیست اولیه مؤلفه‌ها گردد:

موجودی هروئین در بازار

تعداد دستگیر شده‌ها

توقیف هروئین

تعداد معتادها

واردات هروئین

تقاضای هروئین

جرم درآمدزا

قیمت هروئین
 پول مورد نیاز برای تأمین هروئین جمعیت معتادان
 مصرف هروئین
 جدول ۱ مرز مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۱

مؤلفه‌های برونزا	مؤلفه‌های درونزا
جمعیت معتادان	موجودی هروئین (انباره)
توقیف هروئین	جرم درآمدزا
تقاضای هروئین	واردات هروئین (جریان)
	قیمت هروئین (انباره)
	پول مورد نیاز برای تأمین هروئین جمعیت معتادان

چون هدف مدل این است که نظریه "با افزایش توقیف مواد مخدر، جرم افزایش می‌یابد" را بررسی کنیم، تعداد دستگیر شده‌ها، نقش مهمی در رفتار سیستم ندارند. بنابراین تعداد دستگیر شده‌ها در لیست اولیه مؤلفه‌ها باقی ماندند و در لیست درونزاها و برونزاها قرار نگرفتند. فرض بر این است که توقیف‌های انجام شده، موجودی هروئین در آن ناحیه را کاهش می‌دهد. در کوتاه‌مدت، تقاضای هروئین تقریباً ثابت است چون میزان ترک اعتیادها و ورود معتادان جدید، خفیف است. هروئین، اعتبارآور است بنابراین معتادها بدون توجه به قیمت، به آن نیاز دارند و لذا نیاز به بست هروئین در کوتاه‌مدت، تقریباً ثابت است.

هدف مدل بر رفتار منتج از افزایش در توقیف هروئین متمرکز است نه بر علت افزایش در توقیف‌ها. بنابراین فراوانی و مقدار هروئین توقیف شده، برونزا هستند.

توجه کنید که هر مدل‌ساز ممکن است شرح سیستم را به گونه دیگری تفسیر کند و متغیرها را به گونه دیگری بین ستون‌های درونزا و برونزا تقسیم نماید.

به خاطر داشته باشید که مدل را در مرحله مفهوم‌سازی نمی‌سازیم. لیست مؤلفه‌ها فقط یک راهنما است نه یک چارچوب دقیق برای مدل. مدل نهایی ممکن است برخی حذف و اضافات نسبت به لیست اولیه داشته باشد.

تشریح رفتار یا ترسیم "رفتار مرجع" متغیرهای کلیدی

رفتار مرجع، صرفاً نام دیگری برای نمودار رفتار متغیرهای کلیدی سیستم در طول زمان است. این نمودارها هم قبل از ساخت مدل و هم بعد از آن، مفیدند. با ترسیم رفتار مرجع، مدل‌های ذهنی و داده‌های تاریخی روی کاغذ می‌آیند و راهنمایی برای شناخت ساختار مدل است. مدل‌ساز رفتار مرجع را ترسیم می‌کند تا ببیند آیا پدیده یا رفتاری که ارزش مدل‌سازی داشته باشد، وجود دارد. مدل‌سازهای مجرب می‌دانند که چه ساختارهایی چه نوع رفتارهایی را ایجاد می‌کنند بنابراین رفتار مرجع، منبعی ارزشمند در فرموله نمودن ساختار انباره و جریان سیستم است. خیلی از موارد، رفتار مرجع‌ها به خاطر در دسترس نبودن اطلاعات و عدم تلاش کافی، ترسیم نمی‌شوند. اما هم به عنوان راهنما و هم برای آزمون، در طول فرایند مدل‌سازی ضروری‌اند.

با این که توضیحات متنی یا مجموعه‌ای از داده‌های آماری درباره رفتار سیستم می‌تواند همان هدف رفتار مرجع نموداری را دنبال کند، حالت نموداری به دلایل زیادی ارجحیت دارد. توضیحات متنی ممکن است طولانی و گیج‌کننده باشند. لیستی از اعداد نیز بی‌معنی است مگر این که مدل‌ساز با ترسیم یک نمودار، الگوها را استخراج کند. جذابیت بصری نمودار در ارائه سیستم به دیگران مفید است و یک مدل‌ساز به آسانی می‌تواند آنرا (در طول فرایند مدل‌سازی) در حافظه خود نگه دارد.

توجه کنید که رفتارهای مرجع، غیرقابل خدشه نیستند. وقتی مدل‌ساز در طول فرایند مدل‌سازی، درک بهتری از سیستم پیدا کرده و مدل‌های ذهنی خود را به‌روز می‌کند، ممکن است تغییر کنند. همچنین توجه داشته باشید که بر اساس رفتارهای مرجع اولیه، مدل‌ساز می‌تواند هدف مدل را مجدداً بررسی کند و آنرا با دقت بیشتری دوباره بیان نماید.

دو نوع رفتار مرجع وجود دارد که ممکن است مدل‌ساز در مرحله مفهوم‌سازی ایجاد کند:

- داده‌های تاریخی: معمولاً وقتی وجود دارد که یک مسئله به مدل‌ساز داده شده و او می‌خواهد درباره علل و راه‌حل‌های ممکن، دانش ایجاد کند. مقایسه خروجی مدل با رفتار مرجع تاریخی، بخصوص در مراحل بعدی مدل‌سازی، مفید است.
- رفتار مرجع فرضی: وقتی داده تاریخی در دسترس نیست، مدل‌ساز باید یک رفتار مرجع فرضی (hypothesized) ایجاد کند. رفتار مرجع فرضی، یک منحنی ساده شده است که نوعاً با دست رسم می‌شود و مشخصه‌های کلیدی الگوی رفتاری مؤلفه‌های مهم سیستم را به‌دست می‌دهد. ترسیم یک منحنی فرضی، مستلزم خلاصه‌سازی ویژگی‌های جالب توجه یک متغیر است. رفتار مرجع فرضی ممکن است رفتار آینده، پس از اجرای یک سیاست خاص، را نیز نشان دهد.

با ترسیم رفتار مرجع، مدل‌ساز به طور تقریبی وضعیت را در ذهن خود شبیه‌سازی می‌کند. لازم است مدل‌ساز به طور شفاف فکر کند که چه عواملی بر یکدیگر اثر دارند. او مهمترین عوامل که معمولاً انبارها و جریان‌های سیستم هستند، را انتخاب می‌کند و رفتار آنها در طول زمان را به نمودار تبدیل می‌کند. افق زمانی باید مشخص و در همه منحنی‌های رفتار مرجع، ثابت نگه داشته شود. برای تعیین این که چه افق زمانی مناسب است، باید به هدف مدل توجه کنید.

حتی‌الامکان باید رفتارهای مرجع را روی یک نمودار ترسیم کرد؛ اگر چه به دلیل شلوغی نمودار ممکن است چند نمودار لازم باشد. با انتخاب یک مؤلفه شروع کنید و منحنی رفتار مرجع آنرا ترسیم نمایید. آنگاه نمودار سایر مؤلفه‌ها را یکی‌یکی ترسیم و رفتار آنرا به منحنی‌هایی که قبلاً ترسیم شده، ارتباط دهید.

سیستم هروئین-جرم:

رفتار مرجع در این سیستم می‌تواند مانند شکل ۱ باشد. به دلیل تفاوت مدل‌های ذهنی افراد، هر کس ممکن است رفتارهای مرجعی متفاوت با دیگران ترسیم کند.



شکل ۱

برای ایجاد شکل ۱، ابتدا مقدار توقیف‌ها (که طبق هدف مدل، علت پویایی‌های مشاهده شده در سیستم است)، ترسیم شد. آنگاه سایر متغیرهای مهم، با توجه به منحنی توقیف‌ها، ترسیم شدند. مقدار توقیف‌ها به صورت ورودی پالسی در نظر گرفته شده است. با افزایش مقدار توقیف‌ها، موجودی هروئین کاهش می‌یابد. با موجودی هروئین کمتر، و ثابت بودن تقاضا، قیمت هروئین بالا می‌رود. برای پرداخت قیمت‌های بالاتر، بسیاری از معتادان، جرم‌های درآمدزای بیشتری مرتکب می‌شوند. قیمت‌های بالاتر (و سود بیشتر برای فروشندگان) منجر به واردات بیشتر هروئین به منطقه می‌شود. سرانجام موجودی هروئین و قیمت به سطح نرمال باز می‌گردند. شکل منحنی‌های رفتار مرجع، با در نظر داشتن داده‌های تاریخی کمی که در شرح سیستم آمده، به صورت فرضی ترسیم شده است. توجه کنید که روی محور عمودی نمودار، هیچ عددی نوشته نشده چون ارتباط رفتاری بین منحنی‌ها است که مهم می‌باشد. بر اساس کمیت و کیفیت داده‌های در دسترس، یک مدل‌ساز تصمیم می‌گیرد که مقادیر مشخصی را روی محور عمودی، نشان دهد یا خیر.

✚ ترسیم نمودار مکانیزم‌های پایه (حلقه‌های بازخوردی سیستم)

آخرین گام در مفهوم‌سازی، تصمیم‌گیری در مورد مکانیزم‌های پایه (basic mechanisms) سیستم است. مکانیزم‌های پایه، کوچکترین مجموعه از روابط علت و معلولی است که قادر باشد رفتار مرجع را ایجاد کند. مکانیزم‌های پایه را همچنین می‌توان ساده‌ترین روایتی دانست که رفتار سیستم را تبیین می‌کند. برای تصمیم‌گیری درباره مکانیزم‌های پایه، مدل‌ساز ابتدا باید در ذهن خود یک فرضیه دینامیک انتخاب کرده باشد. فرضیه دینامیک (dynamic hypothesis) یک تبیین از رفتار مرجع است و باید با هدف مدل، سازگار باشد. فرضیه دینامیک، یک فرضیه است که بتواند شرح دهد رفتارهای مرجع، چرا و چگونه بوجود آمده‌اند. یعنی به کمک ارتباط علت و معلولی بین رفتارهای مرجع، شرح دهید که این رفتارها چگونه تولید می‌شوند.

مدل‌ساز با داشتن فرضیه دینامیک، مکانیزم‌های پایه‌ی محرک رفتار پویای سیستم را به صورت نمودار ترسیم می‌کند. داشتن یک فرضیه دینامیک خوب و مکانیزم‌های پایه‌ای که خوب تعریف شده‌اند، دلالت بر این دارد که اطلاعات کافی برای فرموله نمودن مدل و نوشتن معادلات سیستم وجود دارد.

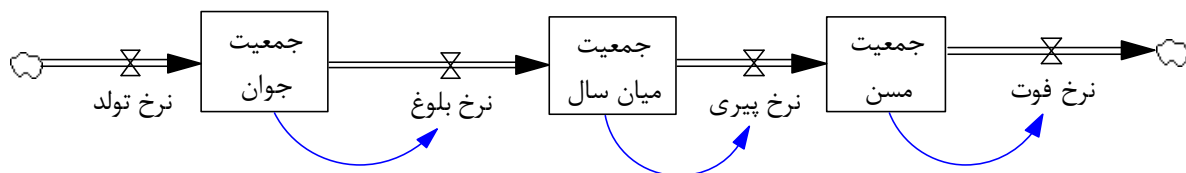
درباره این که بهترین روش برای نمایش مکانیزم‌های پایه کدام است، تفاوت نظر وجود دارد. برخی علاقه دارند مکانیزم‌های پایه را به شکل نمودارهای حلقه علیت نمایش دهند. دیگران ترجیح می‌دهند با ساختار انباره و جریان شروع کنند. مهم آن است که توجه داشته باشید که ترسیم نمودارهای حلقه علیت یا انباره و جریان در این مرحله، به معنی فرموله نمودن مدل (formulation) نیست.

آنهایی که نمودار انباره و جریان را ترجیح می‌دهند، معتقدند که نمودارهای انباره و جریان از نمودارهای حلقه علیت، تمایل بیشتری برای ورود به جزئیات دارند و این موضوع، مدل‌ساز را مجبور می‌کند دقیق‌تر درباره ساختار سیستم بیندیشد. با ترسیم مکانیزم‌های پایه با انباره و جریان، از بسیاری از اشتباهات ساده می‌توان اجتناب کرد؛ چون ارتباط بین مؤلفه‌ها در نمودار انباره و جریان نسبت به نمودار حلقه علیت، دقیق‌تر تعریف می‌شود. با این که معمولاً ایجاد نمودارهای انباره و جریان، پیچیده‌تر و زمان بیشتری نیاز دارد، اطلاعات بیشتری نسبت به نمودارهای حلقه علیت ارائه می‌دهند.

هنگام ترسیم نمودارهای حلقه علیت می‌توان انباره‌ها را با قراردادن یک مستطیل به دور آنها، مشخص نمود. طبق تعریف، هر حلقه علیت باید حداقل شامل یک انباره باشد. اگر یک حلقه علیت، انباره در خود نداشته باشد، پویایی آن حلقه به صورت آنی رخ می‌دهد و هیچ رفتاری در طول زمان وجود نخواهد داشت تا بررسی شود.

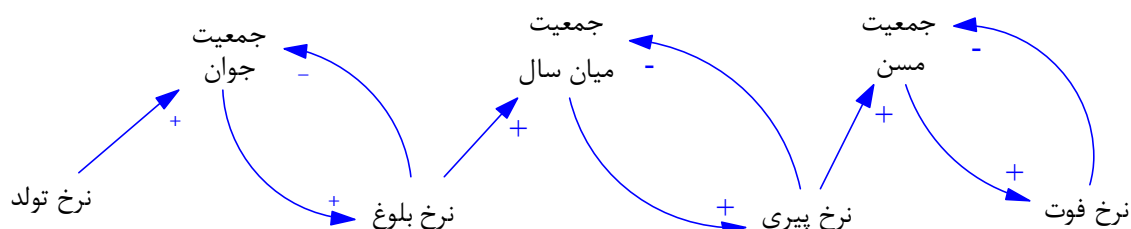
نمودارهای حلقه علیت برای تجزیه و تحلیل سیاستها، یافتن نقاط اهرمی یا تعیین این که کدام حلقه غالب است، کافی نیستند. با این حال، درک و استفاده از آنها آسان است و بنابراین می‌توان بعد از شبیه‌سازی، برای توضیح بینش‌های حاصل شده از مدل، آنها را به کار برد.

در برخی از موارد، درک نمودار انباره و جریان سیستم، آسان‌تر و پیچیدگی آن، کمتر است. به عنوان مثال، شکل ۲ ساختار انباره و جریان جمعیت یک کشور را نشان می‌دهد.



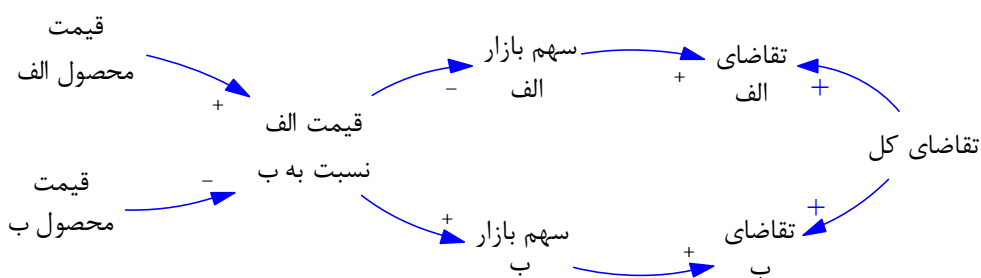
شکل ۲

نمودار حلقه علیت زنجیره سنی (aging chain) فوق در شکل ۳ آمده است. سهولت درک کدام نمودار بیشتر است؟!



شکل ۳

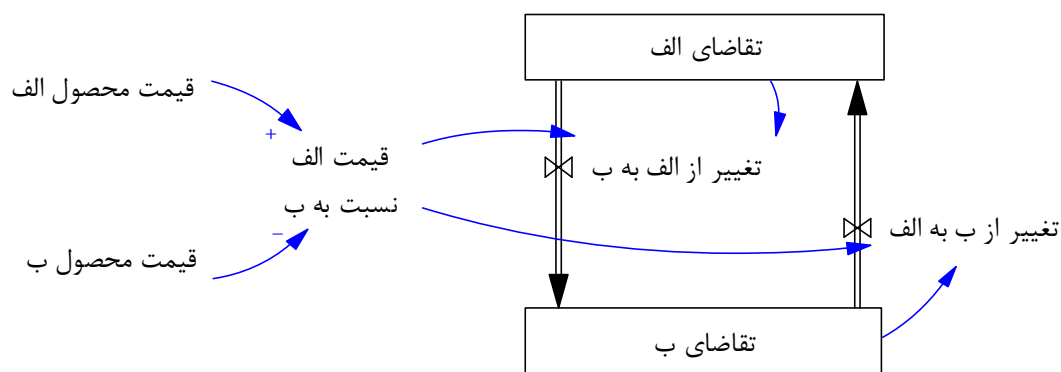
تفاوت نمودارهای حلقه علیت با نمودارهای انباره و جریان، منحصر به مورد مذکور نیست. تفکر بر اساس انباره‌ها و جریان‌ها، گاهی می‌تواند به کشف خطاهای مدل‌سازی کمک کند. به عنوان مثال، دو شرکت الف و ب را در نظر بگیرید که محصول مشابهی تولید و در یک بازار عرضه می‌کنند. کیفیت دو محصول یکسان است و تنها تفاوت موجود بین این دو محصول، قیمت فروش آنها است. یک مدل‌ساز ممکن است نمودار حلقه علیت این سیستم را طبق شکل ۴ ترسیم نماید.



شکل ۴

طبق این مدل، سهم بازار محصولات الف و ب، بر اساس نسبت قیمت آنها تعیین می‌شود. این فرض، ظاهراً معقول است؛ اما یک خطای پنهان در آن وجود دارد: فرض کنید قیمت محصول الف کمتر است و به همین دلیل ۷۰٪ بازار متعلق به محصول الف و ۳۰٪ متعلق به ب شده است. طبق نمودار فوق، تا زمانی که نسبت قیمت دو محصول تغییری نکرده، سهم بازار آنها ثابت می‌ماند. این منطقی نیست! وقتی دو محصول فوق مشابهند، چه دلیلی دارد که ۳۰٪ مشتریان بخواهند تا ابد بهای بیشتری برای ب بپردازند و مشتری شرکت ب باقی بمانند؟

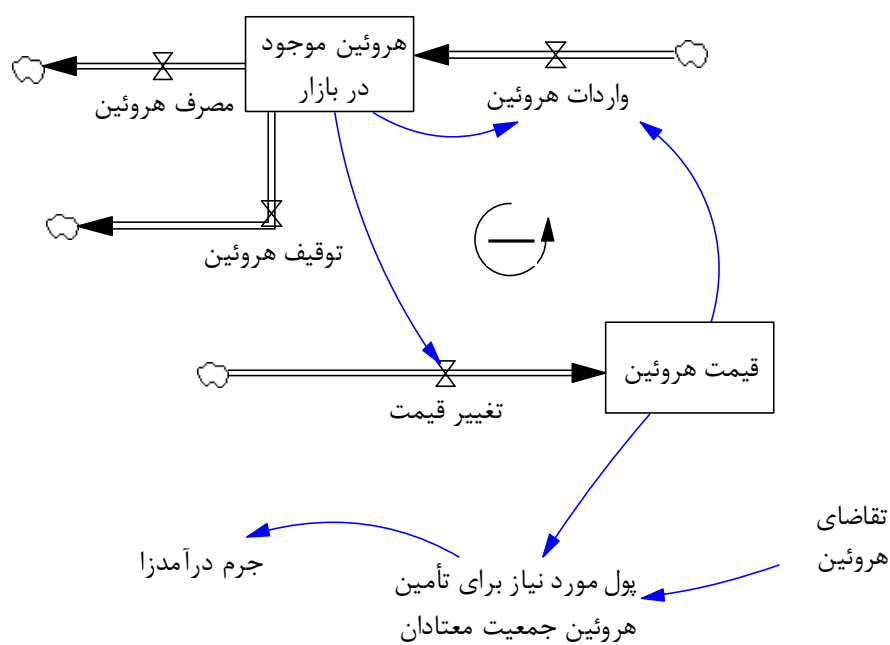
ساختار انباره و جریان این مثال در شکل ۵ ارائه شده است. خطای فوق در این مدل وجود ندارد. یعنی اگر قیمت محصول الف کمتر باشد، تقاضای محصول ب، به تدریج به سمت الف خواهد رفت.



شکل ۵

سیستم هروئین-جرم:

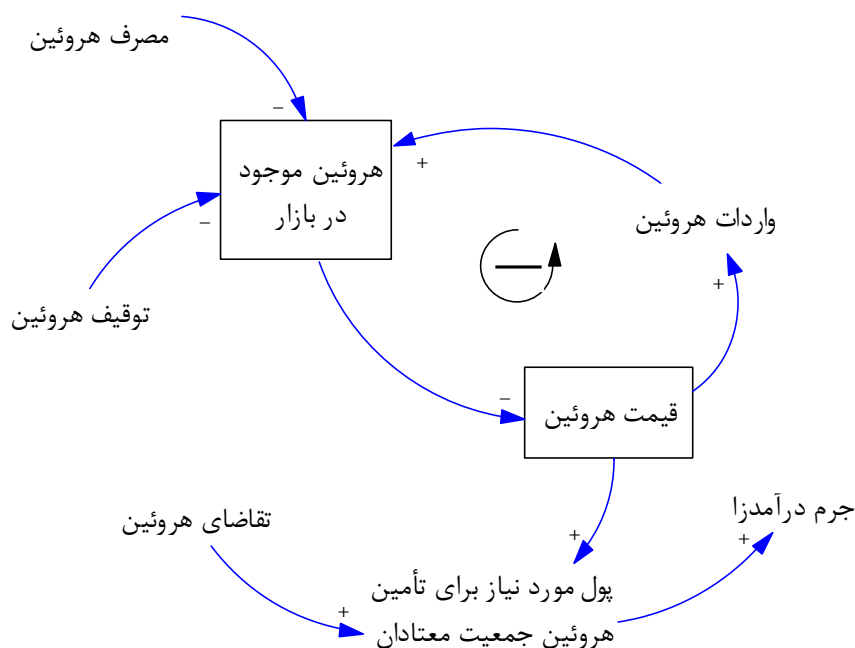
در شکل ۶ مکانیزم‌های پایه به صورت نمودار انباره و جریان رسم شده‌اند. این شکل، ساختار نهایی مدل را نشان نمی‌دهد بلکه فقط نمایشی از ارتباطات بین مؤلفه‌هایی از سیستم است که پویایی موجود در رفتار مرجع را ایجاد می‌کنند.



شکل ۶

برای ایجاد نمودار مکانیزم‌های پایه، مدل‌ساز باید به لیست مؤلفه‌های سیستم و رفتار مرجع رجوع کند. او می‌تواند با مؤلفه‌های درون‌زا شروع کند. هروئین موجود در بازار روی کاغذ ترسیم می‌شود. بسته به سطح جزئیات مورد نظر مدل‌ساز، جریان‌های متعدد ورودی و خروجی مؤثر بر موجودی هروئین اضافه می‌شوند. این جریان‌ها عبارتند از توقیف‌ها، مصرف هروئین و واردات هروئین. چون واردات هروئین یک مؤلفه درون‌زا است، طبیعی است مورد بعدی باشد که تحلیل می‌شود. طبق شرح سیستم، عامل اصلی مؤثر بر واردات هروئین، قیمت آن است. قیمت هروئین نیز تحت تأثیر موجودی هروئین است. بنابراین حلقه اصلی سیستم که بازخورد منفی است، کامل می‌گردد. اکنون که حلقه اصلی ترسیم شده است، سایر مؤلفه‌های درون‌زا و برون‌زا را نیز می‌توان به سادگی به نمودار اضافه کرد.

در شکل ۷ مکانیزم‌های پایه سیستم در یک نمودار حلقه علت ارائه شده‌اند.



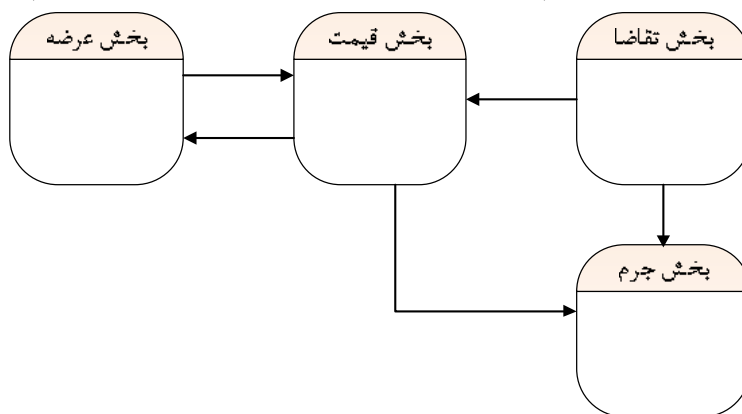
شکل ۷

سکتوربندی

در مدل سازی بسیاری از سیستم ها می توان آنها را به بخش های (sector) مختلفی تقسیم نموده و ارتباط و تعامل بین این بخش ها را بررسی نمود. این تقسیم بندی دو فایده می تواند داشته باشد:

- آسان سازی و هموار نمودن فرایند مدل سازی
- تسهیل درک مدل توسط مخاطبان آن

وقتی شروع به مدل سازی یک سیستم می کنیم، ممکن است تعداد مؤلفه های سیستم زیاد باشد و ما سرگردان شویم که از کجا شروع کنیم. سکتوربندی سیستم، یک رویکرد از کل به جزء (top-down) برای مدل سازی است. یعنی ابتدا سیستم را به چند بخش کلی تقسیم می کنیم و ارتباط آنها را در یک نمودار به نام نقشه سکتورها (sector map) نمایش می دهیم. به عنوان مثال، سیستم هروئین جرم را می توان به ۴ بخش تقسیم نمود: بخش عرضه، بخش تقاضا، بخش قیمت و بخش جرم. نقشه سکتورها ممکن است طبق شکل ۸ ترسیم شود.



شکل ۸

در مرحله بعدی می توان از نقشه سکتورها به عنوان مبنایی برای ترسیم نمودارهای انبار و جریان یا حلقه علیت استفاده کرد: ساختار داخلی هر سکتور و ساختار ارتباط بین سکتورها را ترسیم می کنیم. این کار در بخش بعدی انجام شده است.

ب) فرموله نمودن

نمودار انباره و جریان سیستم در شکل ۹ آمده است.

بخش عرضه:

موجودی هروئین در بازار با واردات هروئین به منطقه، افزایش می‌یابد. فروشندگان هروئین بر اساس قیمت و تقاضای آن، تصمیم می‌گیرند چقدر وارد کنند. قیمت بالاتر از قیمت عادی، آنها را تشویق به خرید بیشتر می‌کند اما قیمت پایین‌تر از قیمت عادی، موجب کاهش خرید آنها می‌گردد.

برای مدل‌سازی توقیف‌ها فرض شده که در یک مقطع زمانی خاص، پلیس بخشی از هروئین موجود در بازار را توقیف می‌کند. بنابراین مقدار توقیف‌ها به صورت پالسی است. پارامتر نسبت توقیف شده، که برابر ۰.۵ است، نشان می‌دهد که نیمی از موجودی هروئین در بازار توسط پلیس توقیف شده است. پارامتر زمان توقیف نیز مقطع زمانی توقیف را مشخص می‌کند که در این مثال ۸ در نظر گرفته شده است. بنابراین در هفته هشتم، پلیس نیمی از هروئین موجود در بازار را ضبط می‌کند و ما می‌خواهیم تأثیر این توقیف مقطعی بر بازار را مطالعه کنیم. تا زمانی که هروئین کافی وجود دارد، مصرف هروئین با تقاضای آن برابر است. در صورت کمبود، مصرف هروئین برابر با موجودی بازار خواهد بود.

بخش تقاضا:

جمعیت معتادان ۳۳۰۰۰ نفر است. هر معتاد به طور متوسط ۱۴ بار در هفته، هروئین مصرف می‌کند و متوسط مصرف در هر بار ۰.۰۰۰۰۴ کیلوگرم است. بنابراین تقاضای عادی آنها حاصل ضرب مقادیر فوق و مساوی ۱۸.۴۸ کیلوگرم در هفته خواهد بود.

با تغییر قیمت هروئین، تقاضا نیز تا حدی تغییر می‌کند. افق مورد بررسی ما کوتاه‌مدت است که تغییرات قیمت، اثر کمتری بر تقاضا دارد. به دلیل در دسترس نبودن تابعی ریاضی که ارتباط تقاضا و قیمت را نشان دهد، تأثیر قیمت بر تقاضا را با یک lookup table بیان کرده‌ایم که نقاط آن در جدول زیر آمده است.

جدول ۳

نسبت قیمت فعلی به قیمت عادی	تأثیر قیمت بر تقاضا
0	1.6
0.25	1.45
0.5	1.3
0.75	1.15
1	1
1.25	0.92
1.5	0.84
1.75	0.76
2	0.68
2.5	0.6
3	0.5

طبق جدول فوق وقتی قیمت هروئین ۱.۲۵ برابر قیمت عادی آن باشد، تقاضا ۹۲٪ تقاضای عادی خواهد بود و اگر قیمت به ۱.۵ برابر قیمت عادی برسد، تقاضا ۸۴٪ تقاضای عادی خواهد شد.

بخش قیمت:

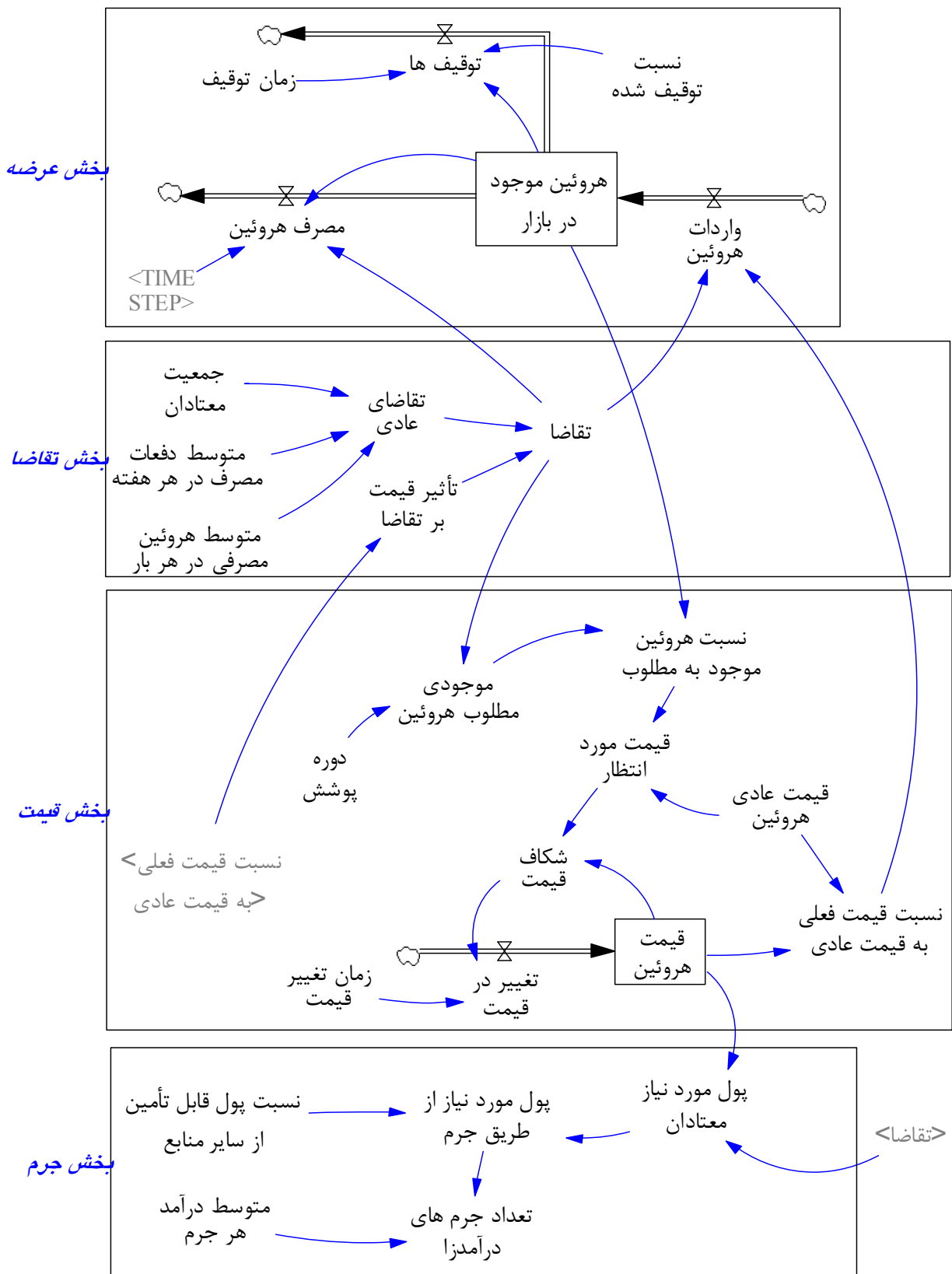
عرضه‌کنندگان هروئین، برای مدیریت موجودی خود، یک دوره پوشش ۴ هفته‌ای در نظر گرفته‌اند. مطلوب آنها این است که به اندازه مصرف ۴ هفته، موجودی داشته باشند. آنها با مقایسه موجودی واقعی خود با موجودی مطلوب، قیمت فروش را تغییر می‌دهند. هرچه موجودی واقعی آنها کمتر از موجودی مطلوب باشد، قیمت مورد

انتظار آنها بیشتر است. البته به صورت آنی، قیمت هروئین را تغییر نمی‌دهند بلکه ۲ هفته طول می‌کشد تا آنها قیمت را با اطلاعات جدید منطبق کنند. برای مدل‌سازی رفتار آنها از یک ساختار هموارسازی نمایی استفاده شده که دوره هموارسازی آن، دو هفته است.

دوره پوشش موجودی ۴ هفته است؛ بنابراین در حالت تعادل، هروئین موجود در بازار، معادل تقاضای عادی ۴ هفته یعنی ۷۳.۹۲ کیلوگرم خواهد بود.

بخش جرم:

با مشخص شدن قیمت هروئین و میزان تقاضا، پول مورد نیاز معتادان برای خرید مواد به‌دست می‌آید. فرض شده که آنها برای تأمین ۴۰٪ پول مورد نیاز خود، باید مرتکب جرم (سرقت) شوند و ۶۰٪ مابقی را از سایر منابع در دسترس خود تأمین می‌کنند. متوسط درآمد آنها از هر جرم ۳۰۰ دلار است. معادله‌های سیستم در جدول ۴ آمده است.



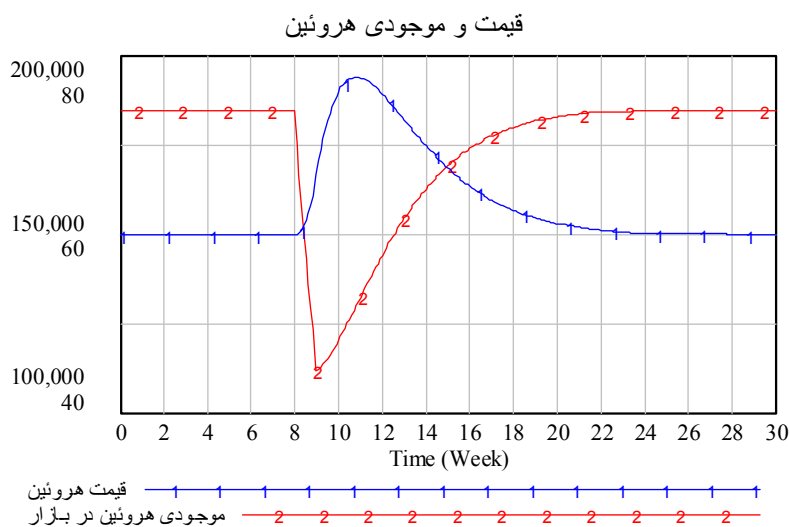
شکل ۹

جدول ۴

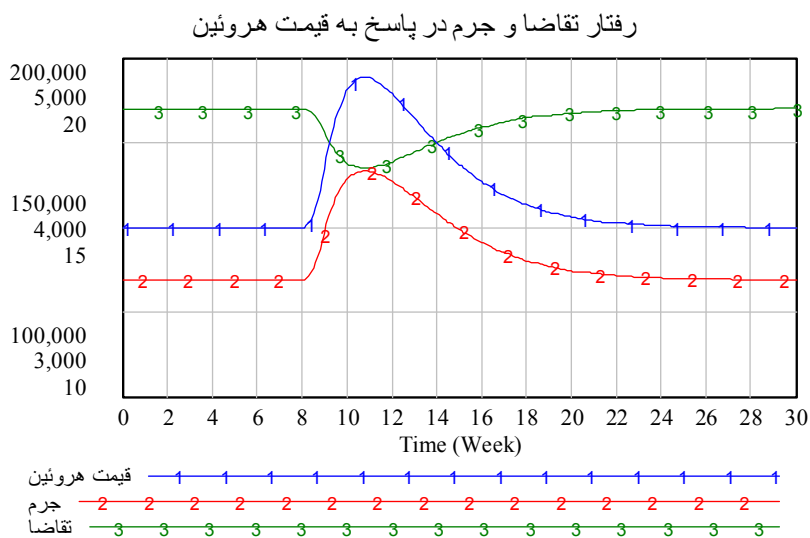
متغیر	واحد	معادله
جمعیت معتادان	نفر	۳۳۰۰۰
متوسط دفعات مصرف در هر هفته	هفته/(نفر/دفعه)	۱۴
متوسط هروئین مصرفی در هر بار	دفعه/کیلو	۰.۰۰۰۰۴
تقاضای عادی	هفته/کیلو	متوسط دفعات مصرف در هر هفته \times جمعیت معتادان متوسط هروئین مصرفی در هر بار \times
هروئین موجود در بازار	کیلو	مصرف هروئین - واردات هروئین) <i>Integral</i> = (73.92, توقیف ها -
قیمت عادی هروئین	کیلو/دلار	۱۵۰۰۰۰
نسبت قیمت فعلی به قیمت عادی	-	قیمت عادی هروئین/قیمت هروئین =
واردات هروئین	هفته/کیلو	نسبت قیمت فعلی به قیمت عادی \times تقاضا =
مصرف هروئین	هفته/کیلو	= <i>min</i> (time step/هروئین موجود در بازار, تقاضا)
نسبت توقیف شده	هفته/۱	۰.۵
زمان توقیف	هفته	۸
توقیف‌ها	هفته/کیلو	نسبت توقیف شده \times هروئین موجود در بازار = (1, زمان توقیف) <i>pulse</i> \times
تأثیر قیمت بر تقاضا	-	, نسبت قیمت فعلی به قیمت عادی) <i>with lookup</i> = ([(0, 0.4)-(4, 1.75)], (0,1.6), (0.25,1.45), (0.5,1.3), (0.75,1.15), (1,1), (1.25,0.92), (1.5,0.84), (1.75,0.76), (2,0.68), (2.5,0.6), (3,0.5)))
تقاضا	هفته/کیلو	تأثیر قیمت بر تقاضا \times تقاضای عادی =
دوره پوشش	هفته	۴
موجودی مطلوب هروئین	کیلو	دوره پوشش \times تقاضا =
نسبت هروئین موجود به مطلوب	-	موجودی مطلوب هروئین/هروئین موجود در بازار =
قیمت مورد انتظار	دلار	نسبت هروئین موجود به مطلوب/قیمت عادی =
شکاف قیمت	دلار	قیمت هروئین - قیمت مورد انتظار =
زمان تغییر قیمت	هفته	۲
تغییر در قیمت	دلار	زمان تغییر قیمت/شکاف قیمت =

قیمت هروئین	دلار	$= \text{Integral}$ (تغییر در قیمت) 150000
پول مورد نیاز معتادان	دلار	قیمت هروئین \times تقاضا =
نسبت پول قابل تأمین از سایر منابع	-	۰.۶
پول مورد نیاز از طریق جرم	دلار	$(1 \times \text{پول مورد نیاز معتادان} - \text{نسبت پول قابل تأمین از سایر منابع})$
متوسط درآمد هر جرم	جرم/دلار	۳۰۰
تعداد جرم‌های درآمدزا	جرم	متوسط درآمد هر جرم / پول مورد نیاز از طریق جرم =

برای اجرای شبیه‌سازی، پارامتر time step را ۰.۱ هفته و افق مورد بررسی را ۳۰ هفته در نظر گرفته‌ایم. نتایج شبیه‌سازی در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱۰



شکل ۱۱

مثال ۲: گزارشی از کاربرد پویایی‌شناسی سیستم، در مهندسی مجدد زنجیره عرضه، در

یک صنعت پرسرعت

مطالب این بخش، گزارشی از یک پروژه مدل‌سازی است که در شرکت بتا (نام مستعار برای شرکت اصلی) انجام گرفته است. شرکت مک‌کینزی (McKinsey) که در زمینه مشاوره مدیریت فعالیت می‌کند، مشاور این پروژه بوده است.

ممکن است با بعضی از مفاهیم طرح شده در این گزارش آشنا نباشید یا معادل فارسی به کار رفته برای آنها گویا نباشد؛ لذا ابتدا برخی اصطلاحات به کار رفته در گزارش توضیح داده می‌شوند:

- دوره عمر محصول (product life cycle): دوره زمانی که از ارائه یک محصول جدید به بازار آغاز و به خروج محصول از بازار، ختم می‌شود.
- سفارشات پس‌افت (backlog): مجموع سفارشات که از مشتریان دریافت شده اما هنوز تحویل نشده‌اند. "سفارشات عقب‌افتاده" نیز گفته شده است.
- تسریع فرایند (expediting): هل دادن یا تسهیل نمودن یک فرایند، تا خروجی مورد انتظار را ایجاد کند. تسریع فرایند وقتی اجرا می‌شود که فرایند به صورت عادی، قادر به تولید خروجی مناسب در زمان مورد انتظار نیست. گاهی ممکن است تسریع فرایند، به خاطر درخواست مشتری، ضروری شود؛ یعنی مشتری محصول را در زمانی کمتر از زمان عادی فرایند، طلب می‌کند.
- سهمیه‌بندی محصول (product allocation): گاهی که یک محصول با اقبال شدید بازار مواجه می‌شود و تولیدکننده با تقاضایی فراتر از ظرفیت تولید خود مواجه است، موجودی محصول خود را سهمیه‌بندی می‌کند؛ یعنی محصول تولیدی را بین مشتریان تقسیم می‌کند؛ یک معیار متداول برای تعیین سهم هر مشتری، میزان سفارشات عقب‌افتاده آن مشتری است. طبیعی است که مشتریان تلاش کنند سفارشات عقب‌افتاده خود را بالاتر ببرند تا سهمیه بیشتری کسب نمایند.
- وقفه در خط محصول (holes in product line و product line gaps): وضعیتی است که یک محصول، از رده خارج شده و تولید آن متوقف گردیده، اما تولید محصول جانشین آن، هنوز شروع نشده است. بنابراین در جریان عرضه محصول به بازار، وقفه ایجاد می‌گردد.
- اشتراک اجزاء (component commonality): وقتی یک شرکت، محصولات متنوعی تولید می‌کند، وجود قطعات یکسان در ساختار محصولات مختلف، می‌تواند موجب صرفه‌جویی در هزینه‌های کنترل موجودی، انبارداری، خرید و ... گردد. بنابراین در طراحی محصولات تلاش می‌شود از طریق استانداردسازی، قطعات مشابه و مشترک بین محصولات افزایش یابد.
- تولید طبق سفارش (build-to-order): سیستم تولیدی که نه بر اساس پیش‌بینی تقاضا، بلکه بر اساس سفارشات دریافتی از مشتریان تولید می‌کند. در چنین سیستمی، موجودی محصول نهایی صفر است و موجودی در جریان ساخت نیز در حداقل ممکن خواهد بود. البته زمان‌های تأمین و تولید، باید به اندازه کافی کوتاه باشند تا بتوان پس از دریافت سفارش از مشتریان، اقدام به تولید محصول نمود.
- سلول‌های ساخت (manufacturing cells): هر سلول، مجموعه‌ای از چند ماشین است که در کنار هم قرار گرفته و گروهی از قطعات مشابه را تولید می‌کنند. در سیستم‌های تولید JIT از این نوع چیدمان به صورت گسترده استفاده شده است. کارگرانی که در یک سلول کار می‌کنند، معمولاً چندین مهارت دارند و می‌توانند با ماشین‌های مختلف کار کنند و فعالیت‌های بازرسی و کنترل کیفیت و حتی سرویس و نگهداری ماشین‌آلات موجود در سلول را انجام دهند.

کاهش زمان و هزینه حمل و نقل، افزایش انعطاف پذیری و کاهش زمان تولید (lead time)، از مزایای این نوع چیدمان است. چیدمان سلولی در مقابل چیدمان وظیفه‌ای قرار دارد. در چیدمان وظیفه‌ای، مشابهت بین ماشین‌ها، مبنای کنار هم قرار گرفتن آنهاست.

- محصول پرفروش (hot product): محصولی که با اقبال شدید بازار مواجه است؛ محصول داغ
- محصول کم‌فروش (slow-mover product): محصولی که فروش خوبی ندارد؛ با اقبال بازار مواجه نشده است.
- مدیر حساب (account manager): فردی است که برای یک شرکت کار می‌کند و مسئول مدیریت فروش و ارتباطات با مشتریان مشخصی است. به هر مدیر حساب، یک یا چند تا از مشتریان سازمان تخصیص داده می‌شود. مدیر حساب، نقطه تماس اصلی بین مشتری و سازمان است. معمولاً سازمان‌ها مدیر حساب یک مشتری را تغییر نمی‌دهند تا بتوانند شناخت بیشتری از مشتری و نیازهای وی کسب کنند و کیفیت ارتباط با مشتری افزایش یابد و منجر به وفاداری مشتری گردد.
- (price protection): یک توافق بین خریدار و فروشنده است که فروشنده تعهد می‌کند چنانچه در آینده قیمت فروش کالا کاهش یافت، مابه‌التفاوت قیمت جدید با قیمت فروش قبلی را به مشتری بپردازد. نوع دیگر آن چنین است که فروشنده تعهد می‌کند تا مدت مشخصی بعد از فروش کالا (مثلاً تا ۳۰ روز) چنانچه همان کالا در جای دیگری با قیمت ارزان‌تری ارائه شود، مابه‌التفاوت را به خریدار بپردازد.
- تقاضای نهایی (final demand): در یک زنجیره عرضه، هر عضو زنجیره، مشتری رده‌ی قبل از خود و تأمین‌کننده رده‌ی بعدی است. تقاضا برای هر عضو زنجیره عرضه، میزان سفارشات است که از رده بعدی خود دریافت می‌کند. تقاضای مصرف‌کننده نهایی محصول را تقاضای نهایی گویند. همان تقاضایی است که خرده‌فروش‌های زنجیره عرضه، با آن مواجهند.
- شرکای کانال توزیع (distribution channel partners): زنجیره‌های خرده‌فروشی و شرکت‌های واسطه‌ای (reseller) که کانال‌های اصلی توزیع محصولات شرکت بتا را تشکیل می‌دهند. اینها مشتریان مستقیم بتا هستند.
- بی‌ثباتی (volatility): وضعیتی که تغییرات ناگهانی و غیرمنتظره در آن رخ دهد.
- ذخیره اطمینان (safety stock): مقدار موجودی اضافی از یک کالا است که برای کاهش ریسک کمبود موجودی، نگهداری می‌شود. منشأ این ریسک‌ها ممکن است عدم تطابق بین مصرف پیش‌بینی شده و واقعی، عدم تطابق بین زمان تأمین مورد انتظار و واقعی، و حالت‌های اضطراری باشد.
- سفارش‌های کاذب (phantom orders): سفارش‌های خریدی که صادرکننده آنها، به صورت واقعی به آنها نیاز ندارد و تأمین‌کننده نمی‌داند که واقعی نیستند. مثلاً ممکن است سهمیه‌بندی شدن محصول، موجب صدور سفارش‌های کاذب توسط خریداران شود تا سهمیه بیشتری کسب کنند.
- پوز (POS=point of sale):
- موجودی رسوبی (sludge inventory): موجودی که بر اثر از رده خارج شدن محصولات، همچون رسوبات یک رودخانه، در سیستم تولید باقی می‌مانند و به راحتی نمی‌توان از شر آنها خلاص شد.
- دور معیوب (vicious cycle): حلقه تقویتی که رفتار آن در جهت مطلوب ما نیست. پدیده‌ای که تقویت شدن آن، خوشایند ما نیست.
- دور بی‌عیب (virtuous cycle): حلقه تقویتی که رفتار آن در جهت مطلوب ما است. متضاد با "دور معیوب".

• تنزل ارزش دفتری دارایی‌ها (write downs): منظور از ارزش دفتری یک دارایی، بهایی است که آن دارایی طبق دفاتر حسابداری دارد. فرض کنید ۱۰۰ واحد از یک محصول تولید کرده و در انبار ذخیره نموده‌اید. اگر قیمت تمام‌شده هر واحد این محصول ۲ میلیون تومان باشد، ارزش دفتری این دارایی ۲۰۰ میلیون تومان است و در ترازنامه شرکت شما منعکس می‌شود.

تنزل ارزش دفتری دارایی‌ها، موقعی انجام می‌شود که ارزش بازاری یک دارایی، به میزان قابل توجهی کمتر از ارزش دفتری آن باشد. در مورد مثال فوق، اگر بعد از گذشت مدتی مشخص شود که این محصول منسوخ شده و ارزش واقعی هر واحد آن در بازار پانصد هزار تومان است، ارزش واقعی موجودی این محصول برابر با ۵۰ میلیون تومان خواهد بود و بین ارزش دفتری موجودی با ارزش واقعی آن، فاصله‌ای به اندازه ۱۵۰ میلیون تومان وجود دارد.

تنزل ارزش دفتری دارایی‌ها در صورت سود و زیان سازمان تأثیر می‌گذارد؛ زیرا مبلغی که از ارزش دارایی کاسته می‌شود، به عنوان هزینه تلقی شده و از سود آن دوره کسر می‌گردد. صورت‌های مالی سازمان در دسترس گروه‌های متعددی همچون سهامداران، بانکها (وام‌دهنده) و ... قرار می‌گیرد؛ بنابراین ممکن است تنزل ارزش داراییها، یک خبر بد تلقی شده و مدیران سازمان تمایلی به این کار نداشته باشند. از طرف دیگر، چون سود شرکت کاهش می‌یابد و مالیات قابل پرداخت سازمان کم می‌شود، سازمان امور مالیاتی نیز نسبت به آن حساس است.

صنعت کامپیوتر و الکترونیک یکی از پویاترین و دشوارترین صنایع در اقتصاد جهان امروز است. رقابت شدید است؛ رشد سریع، پیچیدگی فزاینده تکنولوژی، جهانی شدن (globalization) و سایر تغییرات، چالش‌های بزرگی برای فرایندهای اصلی کسب‌وکار (نظیر زنجیره عرضه، و توسعه محصول (product development)) ایجاد می‌کنند. قیمت‌ها با نرخ شگرفی پایین می‌آیند و در عین حال، سرعت و کارکرد (functionality)، با هر نسل جدید محصولات، بالا می‌روند. دوره عمر یک‌سال یا کمتر برای محصولات، به این معنی است که شرکت‌ها فقط چند ماه فرصت دارند حجم کافی از یک محصول جدید بفروشند و حاشیه سود آنها به اندازه کافی بالا باشد تا سود مورد نیاز برای توسعه محصولات جدید و رشد را فراهم نماید.

شرکت بتا یکی از موفق‌ترین شرکت‌ها در این صنعت است. طی پنج سال قبل از آغاز پروژه مدل‌سازی، تعداد واحد محصول ارسالی برای مشتریان، حدود ۵۰٪ در سال و درآمد نیز حدود ۴۰٪ در سال رشد داشتند (رشد درآمد، کندتر از رشد فروش است چون قیمت‌های کامپیوتر به طور مداوم در حال کاهش‌اند). طی همین دوره، سهم بازار شرکت بتا پیوسته در حال رشد بود. درآمد خالص حدود ۶۰٪ در سال رشد کرد.

تعریف مسئله (Problem Definition)

در بررسی اولیه، شرکت بتا خیلی خوب عمل می‌کرد. اما در زیر این ظاهر، تنش‌ها در حال انباشته شدن بودند. رشد سریع، فشار زیادی برای پردازش سفارش‌های مشتریان، پیش‌بینی، برنامه‌ریزی تولید، خرید مواد، و سایر عملیات اصلی، به سیستم‌های شرکت بتا وارد کرده بود. تاریخ‌های تحویل قول داده شده به مشتریان، معمولاً بارها تغییر داده می‌شد. در غالب اوقات، تعهدات داده شده به مشتریان در زمینه تحویل سفارش‌ها، از طریق تسریع فرایند (expediting) و سایر قهرمان‌بازی‌های دقیقه آخر، جامه عمل می‌پوشید. همچون بسیاری از شرکت‌ها، وجود هدف‌های کمی برای فروش فصلی، منجر به بروز شدید الگوی چوب گلف (hockey stick) شد که در آن، بخش بزرگی از ارسال سفارش‌های مشتریان، در چند روز پایانی هر فصل رخ می‌داد چون افراد تقلاً می‌کردند اهداف فصلی را محقق کنند و این موجب مختل شدن جریان کارها در سیستم بود. چالش‌های موجود در زنجیره عرضه و خدمات مشتری، در یک جلسه بین مدیریت ارشد بتا و مدیرعامل یکی از بزرگترین مشتریان شرکت در آن زمان (که یک خرده‌فروشی زنجیره‌ای در زمینه محصولات الکترونیک بود) وقتی به خوبی درک شد که آن

مدیرعامل گفت: "شما بهترین تأمین‌کننده‌ای هستید که ما داریم؛ اما شما رتبه اول در مسابقه بین خوک‌ها هستید!"

مدیرعامل بتا برای تعداد زیادی از شاخص‌های عملکرد، اهدافی جاه‌طلبانه (aggressive) تعیین کرد تا از الگوهای رده جهانی (world class benchmarks) فراتر روند. با این که پتانسیل زیادی برای بهبود وجود داشت، چالش فوق‌دشوار به نظر می‌آمد. حتی با این که بتا به یک شرکت نیرومند جهانی تبدیل شد، موانع ورود رقبای جدید، کم بود و رقبای چابک بسیاری بوجود آمدند تا بتا را به چالش بکشند.

از بُعد داخلی شرکت، رشد بتا از سیستم‌هایش برای مدیریت زنجیره عرضه، پیشی گرفته بود و سازمان دیگر قادر نبود به طرز شایسته‌ای، فرایندها و سیستم‌های ناسازگار، هم‌پوشان (overlapping) و کوچک‌مانده (undersized) خود را هماهنگ کند. به عنوان مثال، پیچیدگی محصول به صورت نمایی رشد می‌کرد: تعداد اقلام موجود در انبار (stock keeping unit) طی پنج سال، ۳۵ برابر شد.

زنجیره عرضه فعلی (شامل فرایندهای پردازش سفارش مشتری، تأیید اعتبار مشتری، زمان‌بندی تولید، سهمیه‌بندی محصول، ارسال‌ها و برگشت‌های محصول، پیش‌بینی تقاضا، برنامه‌ریزی نیازمندی‌های مواد (MRP)، خرید قطعات، تسریع فرایند (expediting)، بررسی صلاحیت تأمین‌کننده (supplier qualification)، برنامه‌ریزی روانه کردن محصول جدید به بازار، و توسعه محصول جدید) طراحی نشده بود بلکه نتیجه اعمال تدریجی راه‌حل‌های موضعی (local solution) برای مسائل موضعی ناشی از رشد و پیچیدگی فزاینده کسب‌وکار بود. در اوایل دهه ۱۹۹۰ واضح بود که سیستم بتا دیگر مناسب نیست. دوره عمر محصولات پنج تا نه ماه بود اما زمان تأمین (acquisition) برخی مواد و اجزاء کلیدی محصول، بیش از سه ماه بود. به خاطر تغییر زیاد در تأمین‌کنندگان، که به خاطر تغییرات تکنولوژی انجام می‌گرفت، تأخیرها بدتر شدند. چیزی که تأخیرهای تأمین را بدتر می‌کرد، تأخیرهای طولانی در برنامه‌ریزی داخلی، پیش‌بینی تقاضا و سیستم‌های خرید بتا بود. اغلب دو تا سه ماه طول می‌کشید تا برنامه‌های تولید، آماده و بازنگری شوند و اقلام مورد نیاز، به تأمین‌کنندگان سفارش داده شوند. بنابراین برنامه‌ریزان تولید مجبور بودند تقاضای محصولات جدید را خیلی قبل از معرفی آنها به بازار، پیش‌بینی کنند و مهمتر از آن، خیلی قبل از پایان عمر محصول، خرید قطعات و تولید را کاهش دهند (اغلب درست وقتی که فروش محصول در حال داغ شدن بود). اما همانطور که در چنین صنایع پرسرعتی انتظار می‌رود، دقت پیش‌بینی تقاضا در افق برنامه‌ریزی مورد نیاز، پایین بود (با خطای معمول ۵۰٪ تا ۱۰۰٪). علاوه بر موارد معمول عدم اطمینان (نظیر وضعیت اقتصادی)، دقت پیش‌بینی پایین است زیرا موفقیت یک محصول خاص، بستگی به قیمت و عملکرد آن نسبت به قیمت و عملکرد محصولات رقیب دارد. حتی تأخیر چند هفته‌ای در ارائه آخرین محصول رقیب به بازار، مشتریان را به سمت شما می‌آورد و ممکن است یکی از محصولات کم‌فروش شما را به یک موفقیت غیرمنتظره تبدیل کند و در عین حال، ورود زودتر از انتظار محصولات رقیب، می‌تواند محصول مدعی و برنده شما را به بازنده تبدیل کند. پیش‌بینی تاریخ‌های ارائه محصولات خود به بازار، از سه ماه قبل، به اندازه کافی دشوار است؛ اما پیش‌بینی حرکات رقیب، از آن هم سخت‌تر است.

زمان‌های توسعه محصول جدید، اغلب به طور چشمگیری از دوره عمر خود محصولات، بیشتر بود. تیم‌های پیشرفته توسعه محصول، همیشه در حال طراحی محصولاتی بودند که قرار بود جایگزین محصولاتی شوند که هنوز به بازار ارائه نشده بودند. تأخیر در ارائه محصولات می‌توانست منجر به وضعیتی شود که تولید یک محصول متوقف شده، اما هنوز امکان ساخت محصول بعدی فراهم نشده است؛ این وضعیت منجر به وقفه در خط محصول می‌گردد. اگر چه وقفه‌های خط محصول به وفور رخ می‌داد، به طور میانگین در پایان دوره عمر محصول، شرکت بتا گرفتار سطوح غیرقابل‌قبولی از موجودی اضافی نیز بود. به خاطر نرخ بالای تغییرات تکنولوژیک، محصولات قدیمی ارزش بازیافتی یا باقی‌مانده کمی داشتند و این نیروهای فروش را وادار می‌کرد توجه بسیاری به فروش

رفتن محصولات قدیمی کنند تا از انباشته شدن موجودی رسوبی و تنزل ارزش دفتری موجودی‌ها (write downs) اجتناب شود.

عامل‌های **unanticipated** بین واحدهای مختلف شرکت بتا و بین بتا با مشتریان، در خطای پیش‌بینی‌ها و انباشته شدن موجودی منسوخ، سهم داشت. زنجیره‌های خرده‌فروشی و شرکت‌های واسطه (reseller) که کانال‌های اصلی توزیع شرکت بتا را تشکیل می‌دادند، نوعاً با حاشیه سود خیلی کم، فعالیت می‌کردند. واحد مالی اغلب، سفارش مشتریان را در وضعیت "منتظر اعتبار" (credit hold) قرار می‌داد و این کار موجب تأخیر در فرایند برنامه‌ریزی تولید و تدارکات می‌شد. اما وقتی پایان فصل نزدیک می‌شد، واحد مالی تحت فشار قرار می‌گرفت تا "منتظر اعتبار" را بردارد تا گروه‌های محصول بتوانند به اهداف فروش فصلی خود برسند. شرکای کانال توزیع (channel partners)، به سرعت یاد گرفتند که به امید دریافت قیمت‌ها یا اعتبارات مناسب‌تر، سفارش‌های خرید خود را تا اواخر هر فصل نگه دارند (و بعد ارسال کنند). دریافت دیرهنگام سفارش‌های مشتریان، بی‌ثباتی (volatility) در میزان سفارش‌ها را افزایش داد، دقت پیش‌بینی‌ها را کاهش داد، سیستم تدارکات بتا را تحت فشار بیشتری قرار داد، و موجب فرسایش اعتماد بین بتا و مشتریان شد.

چون بتا برای شرکای خود در کانال توزیع، **price protection** کامل فراهم کرده بود، خرده‌فروش‌ها و واسطه‌ها، انگیزه‌های قوی برای دادن سفارش‌های جاه‌طلبانه داشتند و همچنین می‌توانستند به راحتی سفارش‌های خود را لغو کنند. بی‌ثباتی بوجود آمده در تقاضا، تحویل مطمئن سفارش‌ها را باز هم دشوارتر کرد و این باورها را در دو طرف تقویت کرد که طرف دیگر، نامطمئن است.

کامبود ایده برای پرداختن به این مسائل وجود نداشت. مشکلات کلیدی و سیاست‌های پیشنهادی که بر اساس تجزیه و تحلیل سنتی به دست آمدند، در جدول ۱ آمده است. نه علل ریشه‌ای به طور شفاف مشخص شده‌اند و نه سیاست‌های اهرمی ارائه شده است. هر سیاست حامیان خاص خود را داشت؛ بر منطق قابل توجهی استوار بود؛ و برای هر کدام از آنها، مثال‌های موفق در ادبیات کسب‌وکار وجود داشت. مشکل در خلق ایده‌ها نبود بلکه در این بود که ارزیابی شود کدام‌ها موفق خواهند بود، اثرات متقابل آنها چگونه است، کدامیک اهرمی‌تر (highest leverage) است، و کدامیک را اول باید اجرا کرد. خیلی از سیاست‌ها تضاد داخلی را موجب شد: کاستن زمان خریدها در تضاد با دستورالعمل‌های بررسی صلاحیت تأمین‌کنندگان بود؛ محدود کردن فعالیت‌های تسریع فرایند (expediting)، انعطاف‌پذیری در بازاریابی را کاهش داد؛ ثابت نمودن تاریخ‌های ارائه محصول جدید به بازار، برای جلوگیری از وقفه در خط تولید محصول، سازمان توسعه محصول را تحت فشار قرار داد. از ماه‌ها تجزیه و تحلیل به شیوه سنتی، توسط بتا و مشاورانش، سیاست مشخصی به دست نیامد و محرکی برای تغییر فراهم نشد. باید به خاطر داشت که موفقیت شرکت، قابل‌انکار نبود. بعضی از افراد سازمان، جلوی طرح هر مسئله مشخصی از گذشته را با عباراتی همچون "در حال رشد خیلی سریع بودیم"، "آن فقط یک نمونه بد بود ... آن بدترین مورد بود"، یا "آن یکی را قبلاً حل کردیم" می‌گرفتند. قادر نبودن به تصمیم‌گیری و اقدام (paralysis)، سازمان را تهدید می‌کرد.

جدول ۱

مشکلات کلیدی
طولانی بودن زمان تحویل و ضعیف بودن قابلیت اطمینان تحویل بموقع
موجودی اضافی (surplus inventory)
پایین بودن پیش‌بینی‌پذیری تقاضا (low predictability of demand)
وقفه در خط محصول (product line gaps)
بی‌ثباتی فصلی (quarterly volatility)

سیاست‌های پیشنهادی

کاهش شدید در زمان ساماندهی مجدد، در مورد مواد دارای زمان تأمین طولانی
کاهش بیش از هشتاد درصدی در سیکل برنامه‌ریزی ماهانه
بهبود **material positioning** در ارائه محصولات جدید
بهبود پیش‌بینی‌پذیری روانه کردن محصولات جدید به بازار
افزایش اجزاء مشترک بین محصولات (component commonality)
دریافت اطلاعات تقاضا/فروش به صورت **real time**
افزایش دقت پیش‌بینی تقاضا
تولید طبق سفارش
حل و فصل زودتر "منتظر اعتبار"ها
ایجاد سلول‌های ساخت (manufacturing cells)

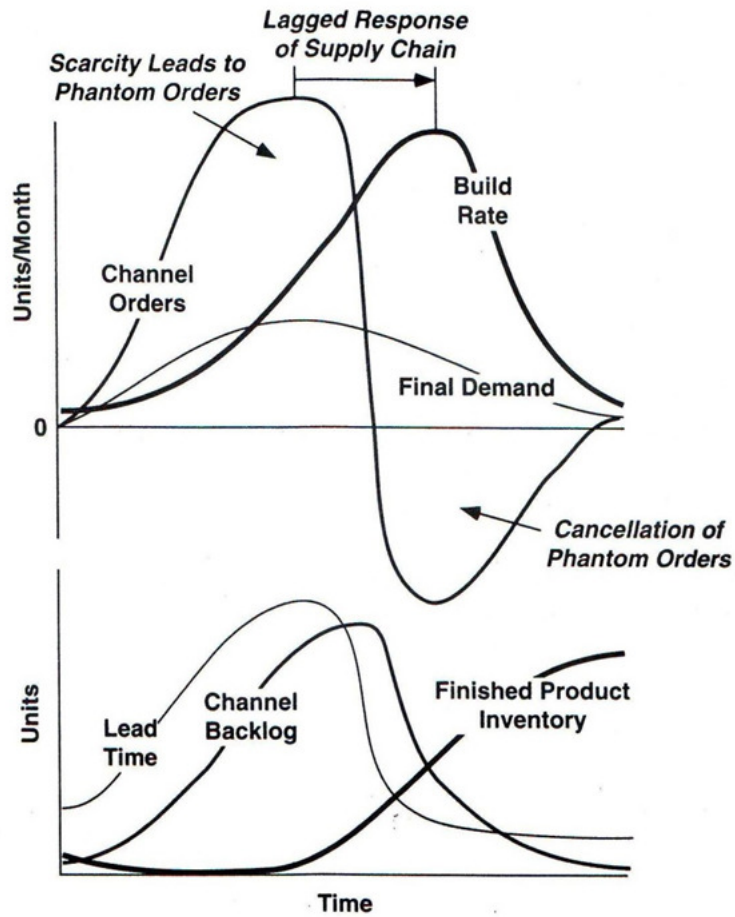
رفتار مرجع و فرضیه دینامیک

در این مقطع بود که با تشویق مدیران ارشد بتا، تیم شرکت مک‌کینزی که روی مهندسی مجدد زنجیره عرضه بتا کار می‌کرد، به استفاده از پویایی‌شناسی سیستم روی آورد. بر اساس داده‌هایی که قبلاً جمع‌آوری شده بود، تیم مدل‌سازی حدود دو هفته وقت برای مصاحبه با اعضای متعددی از سازمان کارفرما (شامل مدیران خرید، برنامه‌ریزان مواد، و سایر کسانی که مسئول تصمیمات کلیدی در زنجیره عرضه بودند) صرف کردند. تیم مدل‌سازی همچنین چندین کارگاه (workshop) کوتاه‌مدت با حضور تصمیم‌گیران کلیدی از واحدهای مختلف زنجیره عرضه برگزار کردند تا اطلاعات مورد نیاز برای فرموله نمودن مدل را به دست آورند. این جلسات اولیه بر مشخصه‌هایی از مسئله متمرکز بودند که در قسمت قبل تشریح شد: زمان‌های تحویل طولانی و متغیر، تأخیر طولانی در پاسخگویی زنجیره عرضه، بی‌ثباتی فصلی، فشار مالی برای کاهش موجودی خارج از رده، و غیره. تیم متوجه شد که موجودی اضافی در پایان عمر محصول، مشکل خیلی جدی است؛ این مشکل هم برای محصولات کم‌فروش وجود دارد و هم برای محصولات پرفروشی که فروش آنها بسیار فراتر از انتظارات اولیه است. این نتیجه آخری، غیرمنتظره و خلاف‌شهود (counterintuitive) بود.

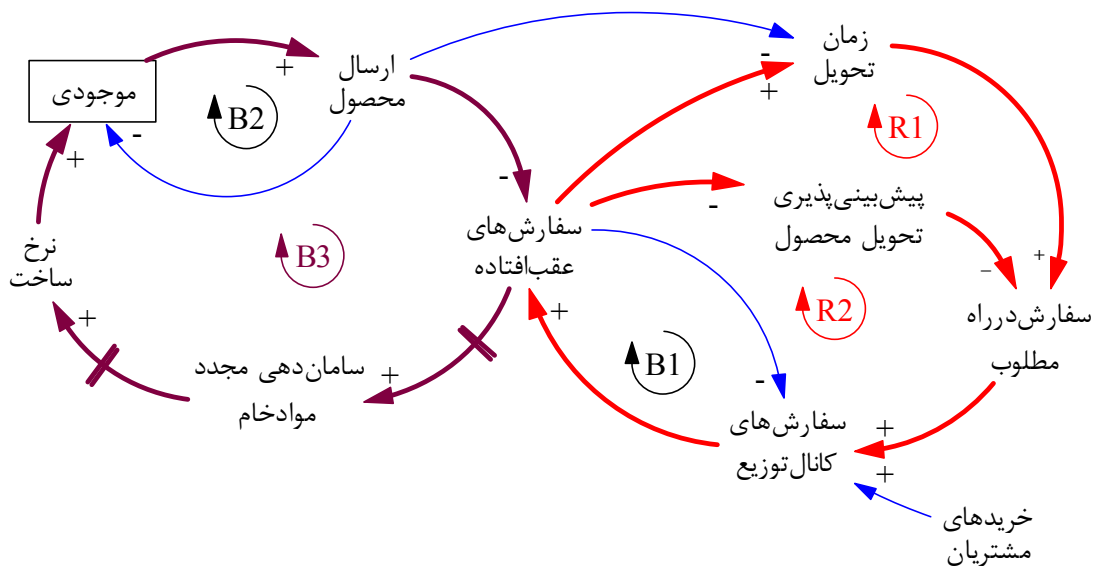
درک سرچشمه موجودی اضافی در مورد محصولات کم‌فروش ساده است. فروش چنین محصولی، به هر دلیلی که باشد، کمتر از پیش‌بینی‌هایی است که مبنای تعیین میزان تولید اولیه و تأمین مواد، قرار گرفته‌اند. اگرچه طبیعی در کاهش پیش‌بینی‌ها، حتی وقتی فروش کمتر از پیش‌بینی‌ها است، همراه با تأخیر طولانی در پاسخگویی سیستم برنامه‌ریزی مواد و تولید، علت انباشته شدن موجودی اضافی است.

اما درک انباشته شدن موجودی اضافی از محصولات داغ، دشوار بود. چگونه ممکن است از محصولی که فروش آن بسیار بیشتر از انتظارات است، محصولی که نمی‌توانید آنرا با سرعت کافی تولید کنید، موجودی اضافی انباشته شود؟ شکل ۱ رفتار مشاهده شده از یک محصول داغ نوعی را نشان می‌دهد. نشان می‌دهد چگونه سفارشات عقب‌افتاده اولیه منجر به ساماندهی مجدد تولید، و تجمع موجودی اضافی می‌شوند. نمودار بالایی در شکل ۱ متغیرهای نرخ و نمودار پایینی، متغیرهای انباره را نشان می‌دهند.

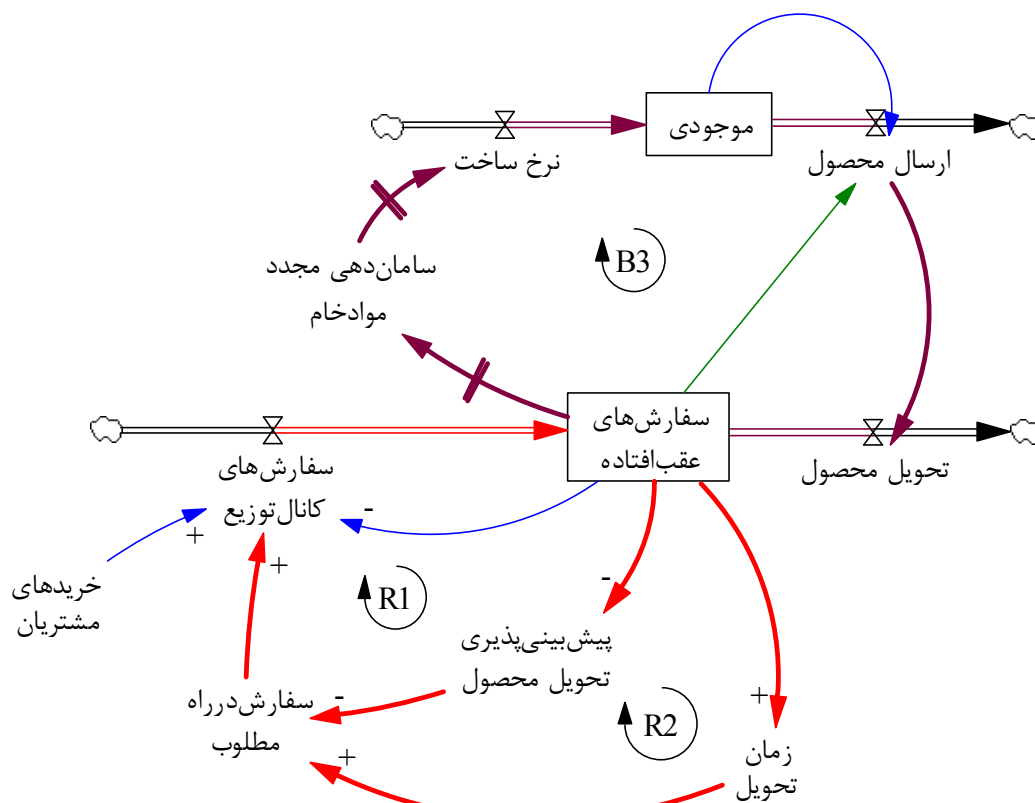
شکل ۲ یک نمودار علی را نشان می‌دهد که فرضیه دینامیک ساخته شده برای توضیح انباشته شدن موجودی را در خود نهفته دارد. شکل ۳ همان نمودار علی شکل ۲ را به صورت انباره و جریان نشان می‌دهد.



شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳

شرکت بتا قبل از ارائه محصول جدید، فروش اولیه آنرا پیش‌بینی می‌کند و سفارش‌های اولیه محصول را از کانال توزیع دریافت می‌کند. شرکای کانال توزیع، سفارش‌های خود به سازنده را تا زمانی که سفارش‌های در راه برابر با مقدار مطلوب شود، تصحیح می‌کنند؛ حلقه تعادلی B1 کنترل‌کننده سفارش‌های در راه است. دقت کنید که آنچه از دیدگاه کانال توزیع، سفارش در راه تلقی می‌شود، از دیدگاه سازنده، سفارش‌های عقب‌افتاده است.

شرکت سازنده بر اساس پیش‌بینی‌های فروش اولیه و سفارش‌های عقب‌افتاده، به زمان‌بندی تولید محصول و سامان‌دهی اجزائی از محصول که زمان تأمین طولانی دارند، می‌پردازد. وقتی مشخص می‌شود که محصولی پرفروش است، خریدهای مشتریان سریعاً موجودی‌های کانال توزیع را کم می‌کند. آنگاه شرکای کانال توزیع باید به بتا سفارش بیشتری بدهند. این سفارش‌های بزرگ غیرمنتظره، به‌زودی موجودی‌های بتا را تمام می‌کنند و ارسال محصول، کمتر از نیازها می‌شود. محصول سهمیه‌بندی می‌شود و تأخیر تحویلی که کانال توزیع تجربه می‌کند، افزایش می‌یابد. علاوه بر این، وقتی ارسال‌ها کمتر از نیازها است، پیش‌بینی‌پذیری تحویل‌ها نزول می‌کند و شرکای کانال توزیع، وقت زیادی صرف تلاش برای کسب محصول بیشتر و داشتن تخمین‌های دقیق از مقادیر و زمان‌های دریافت محصول، از مدیرحساب خود (account manager) می‌کنند. شرکای کانال توزیع که برای به دست آوردن مقدار بیشتری از محصول پرفروش، دست و پا می‌زنند، با سفارش جلوتر، به زمان تأمین طولانی واکنش نشان می‌دهند. وقتی مثلاً زمان تحویل‌ها از ۲ هفته به ۴ هفته می‌رسد، سفارش در راه محصول باید از فروش مورد انتظار در ۲ هفته به فروش ۴ هفته افزایش یابد. سفارشات عقب‌افتاده باز هم بالاتر می‌رود و زمان تأمین مورد انتظار را باز هم بیشتر می‌کند و موجب سفارش بیشتر توسط شرکای کانال توزیع می‌گردد (حلقه تقویتی R1). علاوه بر این، چون قابلیت اطمینان تحویل‌ها کم می‌شود، مدیران خرید کانال توزیع، با سفارش‌های احتیاطی، واکنش نشان می‌دهند و ذخیره اطمینان (safety stock) مطلوب خود را بالاتر می‌برند و سفارشات عقب‌افتاده را باز هم بیشتر می‌کنند که قابلیت اطمینان تحویل‌ها را کاهش بیشتری می‌دهد و حلقه تقویتی R2

را کامل می‌کند. تأثیر این دو حلقه بازخورد مثبت، این است که سیلی از سفارش‌های کاذب (phantom orders) برای محصول داغ را خلق می‌کنند؛ سفارش‌هایی که در واکنش به کمیابی فزاینده محصول صادر می‌شوند. از دیدگاه شرکای کانال توزیع بتا، این رفتار کاملاً منطقی است. وقتی یک محصول داغ، کمیاب می‌شود، هر فروشنده و خرده‌فروشی باید برای کسب سهمیه بیشتر با دیگران رقابت کند. وقتی شرکت سازنده به آنها اطلاع می‌دهد که محصول داغ سهمیه‌بندی می‌شود، هر فروشنده‌ای در تلاش برای کسب سهم بزرگتری از کیک محدود تولید، با سفارش‌هایی بیشتر از آن مقداری که واقعاً نیاز دارد، پاسخ می‌دهد. دو حلقه بازخورد مثبت، که از سفارش‌دهی جلوتر و سفارش‌دهی احتیاطی ناشی شده‌اند، به این معنی است که در کوتاه‌مدت، کاهش عرضه، تقاضا را واقعاً افزایش می‌دهد و موجب بدتر شدن کمبود می‌گردد.

شرکت بتا، مانند خیلی از تأمین‌کنندگان، نمی‌توانست سفارش‌های واقعی را از سفارش‌های کاذبی که در پاسخ به کمیابی محصول صادر شده‌اند، تشخیص دهد. اطلاعات POS خریدهای مشتریان نهایی، به صورت گسترده در دسترس نبود و خرده‌فروش‌ها و واسطه‌ها از به اشتراک گذاشتن داده‌های فروش خود اکراه داشتند چون معتقد بودند باعث کاهش توانایی آنها در کنترل موجودی خود و مصون نگه داشتن خود از کمبود محصول (از طریق دست‌کاری سفارش‌ها) می‌گردد. وقتی فروش محصول داغ به کمبود منجر می‌شد، سفارش‌های کانال توزیع، تا خیلی بیشتر از تقاضای نهایی افزایش می‌یافت؛ اما اگر از آنها سؤال می‌کردی، اصرار داشتند که به هر واحد محصولی که سفارش داده‌اند و بیشتر از آن، نیاز دارند تا تقاضای بادکنکی را برآورده کنند.

سیستم برنامه‌ریزی مواد و تولید بتا در مواجهه با سیل تقاضا، تحت فشار قرار می‌گرفت تا با سفارش مجدد اجزاء بحرانی و تسریع فرایند (expediting)، پاسخ دهد. با وجود این قهرمان‌بازی‌ها (heroics)، بازنگری در اهداف کمی تولید، سامان‌دهی مجدد موجودی قطعات و مواد، و مونتاژ محصول، زمان می‌برد (به تأخیر موجود در لینک‌های بین "سفارشات عقب‌افتاده" کانال توزیع و "نرخ تولید"، توجه کنید).

بالاخره ارسال محصول به کانال توزیع، افزایش می‌یابد و تأخیر تحویل، نزول می‌کند. خرده‌فروش‌ها و واسطه‌ها متوجه می‌شوند که دیگر نیازی نیست خیلی جلوتر سفارش دهند و می‌توانند سفارشات عقب‌افتاده خود را کم کنند. به زودی محصول از سهمیه‌بندی خارج می‌شود و شرکای کانال توزیع می‌توانند هر چه سفارش می‌دهند را سریع و آسان دریافت کنند.

به محض این که مشتریان می‌فهمند که اکنون محصول کاملاً و با زمان تأمین کوتاه در دسترس است، سفارش‌های کاذب باقی‌مانده را لغو می‌کنند و با این کار، سفارشات عقب‌افتاده کم می‌شوند. علاوه بر این، وقتی آنها می‌توانند به سرعت و با قابلیت اطمینان، قفسه‌هایشان را مجدداً پر کنند، نیازی ندارند موجودی احتیاطی نگهداری کنند بنابراین سفارش‌ها حتی کمتر هم می‌شوند چون آنها ذخیره اطمینان خود را مصرف (و حذف) می‌کنند. اکنون بازخوردهای تقویتی R1 و R2 معکوس عمل می‌کنند: بیشتر شدن دسترسی به محصول، سفارش‌های کانال توزیع را کاهش می‌دهد، سفارشات عقب‌افتاده را کم می‌کند، زمان تأمین را کاهش می‌دهد و قابلیت اطمینان تحویل را بالا می‌برد، و منتج به سفارش‌های کمتر و کمتر می‌شود. سوئیچ از دور معیوب بدتر شدن تحویل سفارش‌ها و باز هم بیشتر شدن سفارشات عقب‌افتاده، به سقوط خود-تقویتی سفارشات عقب‌افتاده، تقریباً در نقطه‌ای آغاز می‌شود که تولید به اندازه کافی بالا رفته تا با نرخ رسیدن سفارش‌های جدید، برابری کند. با افزایش تدریجی موجودی، برنامه‌های جدید تولید و سفارشات مواد، شدیداً کاهش داده می‌شوند اما تأخیرهای طولانی برنامه‌ریزی، همراه با تعهدات داده شده به تأمین‌کنندگان برای خریدهای بیشتر، به این معنی است که تولید تا مدتی ادامه می‌یابد. پاسخ با تأخیر زنجیره عرضه، سازنده را با کوهی از موجودی اضافی در پایان عمر محصول، رها می‌کند.

فرموله نمودن مدل

توسعه مدل اولیه، حدود دو هفته طول کشید. تیم مدل‌سازی فوراً مدل اولیه را به تیم مدیریت ارشد بتا (شامل مدیرعامل) ارائه کردند. مدل در یک جلسه با فرمت کارگاه ارائه شد. مدیران ارشد می‌توانستند آزمون‌ها و سیاست‌هایی را مطرح کنند که فوراً اجرا می‌شد و همان‌جا مورد بحث قرار می‌گرفت و این به درک و اعتماد به مدل کمک می‌کرد.

طی ماه بعد، آنها مدل را در پاسخ به نظرات انتقادی که دریافت کردند، مورد بازنگری قرار دادند. در هر مرحله آنها نتایج کسب شده تا آن زمان را در کارگاه‌هایی با حضور تیم مدیریت ارشد (و اغلب شامل مدیرعامل) مرور کردند. در هر کارگاه، مدل به صورت زنده اجرا می‌شد و مدیران ارشد بتا آزمون‌ها و سیاست‌هایی را پیشنهاد می‌دادند. اکثر این پیشنهادها را می‌شد طی کارگاه، شبیه‌سازی نمود و مورد بحث قرار داد؛ بقیه آنها مستلزم تغییر در ساختار مدل بودند و در جلسه بعدی، گزارش آنها داده می‌شد.

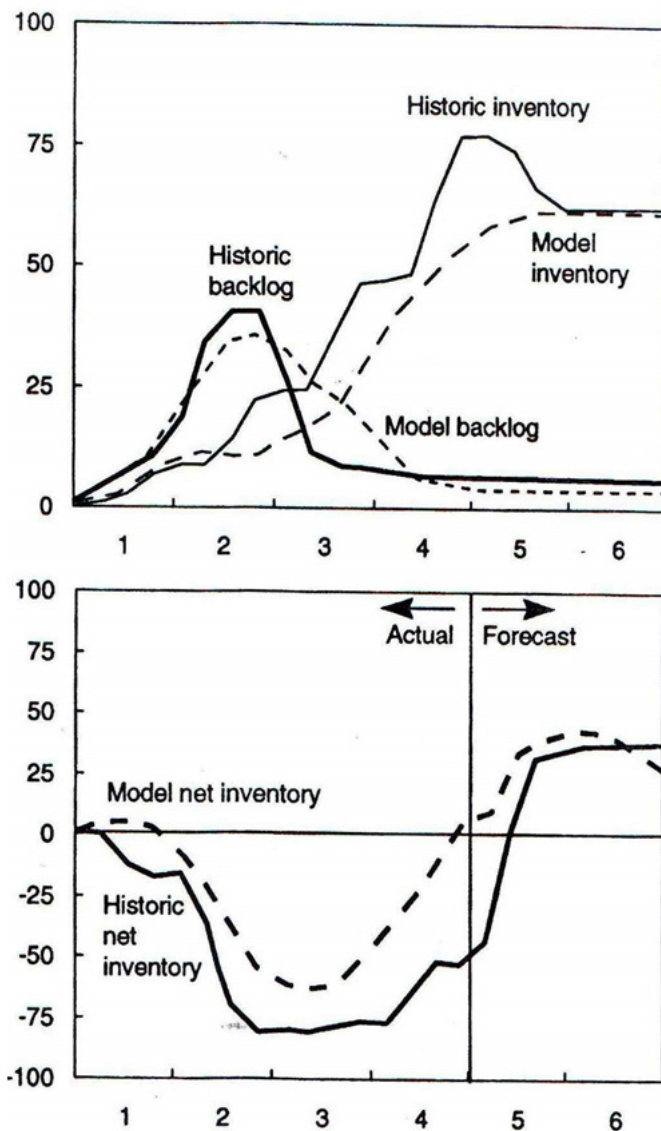
مدل بر پیچیدگی ناشی از پویایی متمرکز بود نه بر پیچیدگی ناشی از جزئیات. اصلاً سعی نشد همه انواع محصول در مدل نشان داده شوند. در عوض، مدل بر وابستگی‌های متقابل و بازخوردهای ناشی از رفتار بازیگران (بخصوص تعاملات بین کانال توزیع، بتا و تأمین‌کنندگان) متمرکز بود. مدل نهایی، یک محصول نمونه را در دوره عمرش، دنبال می‌کرد. هزاران زیرمجموعه و مواد تشکیل‌دهنده محصول در هفت گروه طبقه‌بندی شدند که بر اساس هزینه، زمان تأمین‌ها، و سایر مشخصه‌ها شناسایی شده بودند. مدلی که از فرایند تولید و مونتاژ ساخته شده بود، پیچیدگی ناشی از وجود گزینه‌های مختلف پیکربندی محصول (configuration options) را در نظر گرفته بود اما همه تیپ‌های مختلف یک محصول را به صورت مجزا نشان نمی‌داد.

همچنین ارائه محصول نسل بعد به بازار نیز در مدل گنجانده شده بود تا پویایی‌های گذار از یک محصول به محصول بعدی را در خود داشته باشد. تقریباً ۵۰۰ انباره در مدل وجود داشت که پیچیدگی بالای زنجیره عرضه (از نوع dynamic complexity) را با دقتی که برای هدف مدل‌سازی کافی بود، بیان می‌کرد و در عین حال، بزرگی مدل قابل مدیریت بود.

آزمون مدل

تیم مدل‌سازی، توانایی مدل برای منعکس نمودن (replicate) سوابق دو محصول واقعی (یکی کم‌فروش و یکی داغ) را مورد آزمون قرار داد. هدف این آزمون این نبود که فقط تطابق آماری (statistical fit) بین مدل و داده‌های واقعی را بررسی کند یا عملکرد مدل در پیش‌بینی را مورد ارزیابی قرار دهد. مدیران بتا در استفاده از مدل‌ها آگاه و مجرب بودند و می‌دانستند که تطابق عملکرد مدل با داده‌های تاریخی (historical fit)، به‌تنهایی آزمون ضعیفی است. مدل باید قادر می‌بود الگوهای رفتاری مشاهده شده برای هر دو نوع محصولات را بدون هیچ تغییری در ساختار آن یا در پارامترهای مشخص‌کننده سیستم پردازش سفارشها، منعکس می‌کرد (replicate). فقط الگوی تقاضای نهایی در نظر گرفته شده برای دو نوع محصول (یکی کم‌فروش و یکی داغ) می‌توانست متفاوت باشد. شکل ۴ نتایج شبیه‌سازی مدل را با داده‌های واقعی نشان می‌دهد (مقیاس محور عمودی و محور زمان، غیرواقعی و مخفی شده‌اند). مدل، رفتار محصول کم‌فروش را به خوبی دنبال می‌کند و اتمام سفارش‌های عقب‌افتاده و تغییر وضعیت به موجودی رسوبی را در میانه‌های دوره عمر محصول نشان می‌دهد. در زمان اجرای شبیه‌سازی‌ها، محصول کم‌فروش از بازار خارج شده بود و داده‌های واقعی در دسترس بود. اما محصول داغ در زمان بررسی‌ها هنوز در بازار بود. در واقع، در زمانی که شبیه‌سازی در حال انجام بود، حجم زیادی از سفارشات عقب‌افتاده وجود داشت (موجودی خالص در حد زیادی منفی بود) و زمان تحویل، خیلی طولانی‌تر از مقدار عادی بود. مدل، انباشته شدن موجودی را به خوبی دنبال کرد. مهمتر این که مدل بر خلاف انتظار بسیاری از افراد

داخل شرکت، نشان داد که سفارشات عقب‌افتاده به زودی به مقدار زیادی موجودی اضافی، تغییر می‌کند. کمی بعد، سفارشات عقب‌افتاده سقوط کرد و شرکت با حجم زیادی از موجودی اضافی رها شد. توانایی مدل در انعکاس سوابق این دو محصول، بدون تنظیمات زیاد در پارامترها، به مدیریت بتا نشان داد که منبع مشکل موجودی اضافی، عمیقاً در ساختار زنجیره عرضه قرار داشت و نتیجه تصمیمات بد اتخاذ شده توسط مدیران خاصی نبود. بنابراین توجه‌ها را به جای تمرکز بر تصمیمات افراد درون سیستم، بر طراحی مجدد آن ساختار متمرکز کرد.



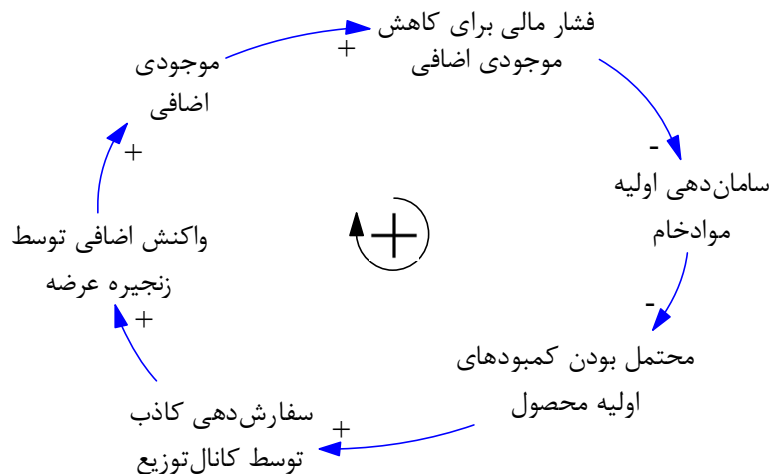
شکل ۴

توانایی انعکاس تجارب قبلی، تنها آزمون مدل نبود. معمولاً کاملاً آسان است که یک مدل را به گونه‌ای تنظیم و کوک (tune) کنیم که با مجموعه‌ای از داده‌های موجود، سازگار شود. ایجاد اعتماد به یک مدل، مستلزم آزمون‌های بسیار گسترده‌تری است (هم از نظر ساختاری و هم از نظر نوع پاسخگویی آن به مجموعه گسترده‌ای از شرایط، نه فقط دامنه محدودی از تجارب گذشته).

تجزیه و تحلیل سیاست‌ها (policy analysis)

برای شروع تحلیل‌ها، تیم مدل‌ساز، ابتدا هر یک از سیاست‌های اصلی را به طور جداگانه شبیه‌سازی، و میزان تغییر در سودآوری دوره عمر محصول را محاسبه کردند. برخلاف انتظارات برخی، بهبود کیفیت پیش‌بینی‌ها یا بهبود پیش‌بینی‌پذیری روانه کردن محصول جدید، فقط تأثیری متوسط داشت و کاهش شدت پدیده چوب‌گلف

در طول زمان، تلاش‌های صورت گرفته برای کاهش موجودی، در اصل از طریق بازخورد نشان داده شده در شکل ۶ مسئله را بدتر نمود. وقتی انباشته شدن موجودی رسوبی (sludge inventory)، عملکرد مالی را بدتر کرد، مدیران در سرتاسر سازمان برای کاهش هزینه‌های موجودی، تحت فشار شدیدی قرار گرفتند. واکنش آنها این بود که هنگام برنامه‌ریزی هر محصول جدید، موجودی برنامه‌ریزی شده اولیه را کاهش دادند. از دید آنها کاهش مقادیر تولید اولیه، اقدامی منطقی بود چون آنها تقاضا را برونزا و غیرقابل پیش‌بینی می‌دانستند. از این دیدگاه، کوچکتر شدن مقادیر تولید اولیه، احتمال کم‌فروش بودن هر محصولی (نسبت به پیش‌بینی‌ها) را کاهش می‌دهد. اما تقاضا برونزا نیست بلکه قویاً با رفتار خود بتا شکل داده می‌شود: هر چه سامان‌دهی اولیه مواد خام کمتر باشد، احتمال کمبودهای اولیه بیشتر است که بر اثر آن، صدور سفارش‌های کاذب توسط مشتریان راه می‌افتد و سازمان را وادار به سامان‌دهی مجدد (دیرهنگام و پرهزینه) مواد بحرانی می‌کند؛ این فرایند به موجودی اضافی بیشتر و فشار مالی باز هم بیشتر ختم می‌گردد. این بازخورد مثبت، اگر کنترل نشود، می‌تواند به صورت یک مارپیچ مرگ (death spiral) عمل کند. یک بینش کلیدی به دست آمده از مدل این بود که ترتیب‌دادن مقادیر اولیه بیشتر برای مواد بحرانی، در اصل می‌تواند انباشته شدن موجودی رسوبی را کاهش دهد و هزینه‌های موجودی طی دوره عمر محصول را پایین بیاورد.



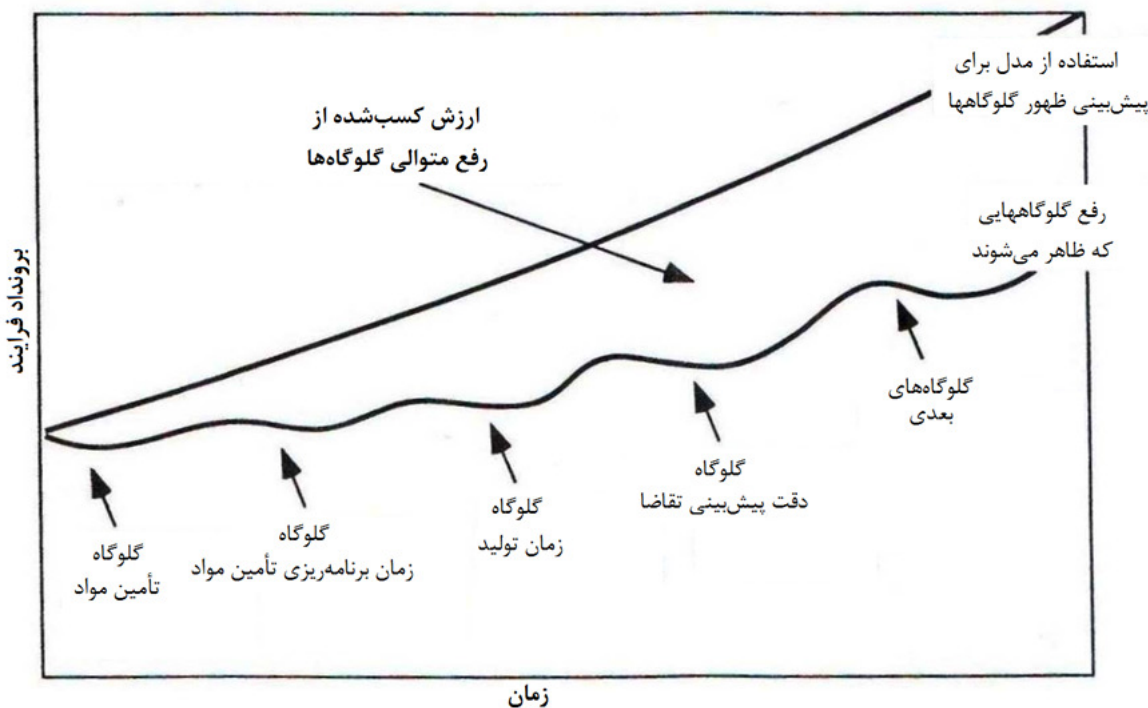
شکل ۶

پیاده‌سازی: رفع متوالی گلوگاه‌ها (Sequential Debottlenecking)

تحلیل مدل، سیاست‌های اهرمی زیادی را مشخص کرد و نشان داد که پیاده‌سازی هم‌زمان آنها، هم‌نیروایی اساسی ایجاد می‌کند. سیاست‌های پیشنهادی، نیازمند طراحی مجدد همه فرایندهای پردازش سفارش‌ها، برنامه‌ریزی تولید، لجستیک، مدیریت تأمین‌کننده، و سیستم‌های تولید است؛ تعهد بزرگی است که مستلزم رویکرد مرحله‌ای (phased approach) در اجرا است. تیم مدل‌سازی، به منظور کاربرد عملی بینش‌های به دست آمده از مدل، با کارفرما همکاری کردند تا توالی بهینه اجرای سیاست‌ها را دریابند. بیشتر ادبیات مدیریت، پیشنهاد می‌کند که فعالیت‌های بهبود باید بر یافتن و آزاد نمودن (relaxing) گلوگاه کنونی که برونداد (throughput) هر فرایندی را محدود کرده، متمرکز باشد (به عنوان نمونه، نوشته‌های Goldratt را ببینید). تمرکز تلاش‌های بهبود بر گلوگاه فعلی، فوراً برونداد سیستم را ارتقاء می‌دهد؛ در حالی که تلاش برای بهبود فعالیت‌های غیرگلوگاه، اتلاف است. اما تیم مدل‌سازی متوجه شد که در صنعت کامپیوتر/الکترونیک که رشد بالایی دارد، آزادسازی یک گلوگاه، ادامه رشد را فقط تا جایی میسر می‌کند که بخش دیگری از فرایند به گلوگاه

تبدیل شود و سلامت سازمان را تهدید نماید. سرعت توسعه و شدت رقابت، به حدی بالاست که انتظار برای ظاهر شدن هر گلوگاه، قبل از حمله به آن، می‌تواند موجب کندی رشد شرکت و فرسایش توانایی رقابت آن شود. تیم مدل‌سازی، برای بررسی تأثیر توالی‌های مختلف پیاده‌سازی سیاستها، از مدل کمک گرفت. با شبیه‌سازی تأثیر پیاده‌سازی یک سیاست (مثلاً کاهش زمان تأمین مواد)، تیم می‌توانست ببیند چه وقتی و چگونه رشد، بهبود می‌یابد و فشار باز هم بیشتری به بقیه سیستم وارد می‌کند و گلوگاه جدیدی (مثلاً مدت سیکل MRP) بوجود می‌آورد. اصلاح آن گلوگاه، رشد باز هم بیشتری را ممکن می‌کند تا گلوگاه بعدی (مثلاً مدت سیکل ساخت و مونتاژ) ظاهر شود. استفاده از مدل برای شناخت (anticipate) توالی عوض شدن گلوگاهها، تیم را قادر نمود یک طرح پیاده‌سازی برای طراحی مجدد هر جنبه‌ای از زنجیره عرضه، قبل از این که برونداد را محدود کند و رشد را کند نماید، طراحی کند (شکل ۷ را ببینید).

تحلیل رفع متوالی گلوگاهها، یک ورودی کلیدی برای تهیه طرح تفصیلی پیاده‌سازی بود که جهت طراحی مجدد زنجیره عرضه اجرا می‌شد؛ پروژه بزرگی که سه سال طول کشید و در اوج خود، بیش از ۱۵۰ متخصص از بتا و لشگری از مشاوران را شامل می‌شد.



شکل ۷

نتایج

فقط سه سال بعد از شروع پروژه، نتایج اساسی حاصل شد. همانطور که در جدول ۲ آمده است، بتا مدت سیکل زنجیره عرضه خود را به طور چشمگیری کاهش داد، موجودی سراسر زنجیره عرضه را خیلی کم کرد، زمان تحویل را کوتاه کرد، و قابلیت اطمینان تحویل را بهبود داد. این تلاش‌ها تا سال ۱۹۹۷ سه میلیارد دلار فایده (benefit) ایجاد کرد. فرایند مدل‌سازی همچنین تفکر بسیاری از افراد دخیل را تغییر داد. در ابتدای پروژه پویایی‌شناسی سیستم، بسیاری از مشاوران مشارکت‌کننده در مهندسی مجدد، بسیار مردد (skeptical) بودند. تا پایان پروژه، آنها حامیانی علاقه‌مند به استفاده از پویایی‌شناسی سیستم در چنین پروژه‌های پیچیده‌ای بودند. بتا به توسعه مدل‌های پویایی‌شناسی دیگری ادامه دادند تا به موضوعاتی همچون توسعه محصول و راهبرد رشد جامع (overall growth strategy) بپردازند.

جدول ۲: نتایج پروژه

- زمان سیکل از سفارش تا ارسال، تا پایان ۱۹۹۶، ۶۰٪ کمتر از فصل اول سال ۱۹۹۳ بود
- سفارشات عقب‌افتاده ۶۰٪ کمتر از فصل اول سال ۱۹۹۳ بود
- هزینه‌های نگهداری موجودی، بین ۱۹۹۵ و ۱۹۹۷، بیش از ۶۰۰ میلیون دلار پایین آمد
- گردش موجودی، از حدود ۴ بار در سال، تا فصل چهارم ۱۹۹۷ به بیش از ۱۲ و تا ۱۹۹۹ به ۱۶ بار در سال افزایش یافت
- سه میلیارد دلار از پروژه به دست آمد

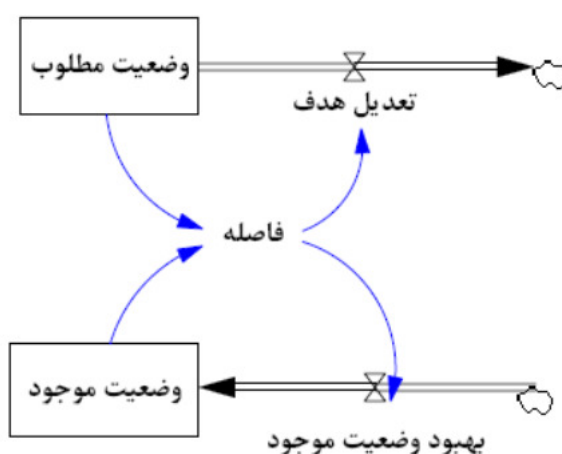
فصل دوازدهم: ساختار انباره و جریان الگوهای اساسی

۱. فرسایش اهداف (Eroding Goals)

یکی از حالت‌های خاص انتقال فشار، که با فراوانی تکان‌دهنده‌ای رخ می‌دهد، تقلیل تدریجی اهداف است. وقتی بین اهداف و وضعیت فعلی، فاصله‌ای وجود دارد، دو نوع فشار نیز وجود دارد: فشار برای بهبود وضعیت فعلی و فشار برای پایین آوردن اهداف.

نمودار انباره و جریان:

مثال ساده‌ای از نمودار انباره و جریان الگوی تقلیل تدریجی اهداف در شکل ۱۳ نشان داده شده است. وضعیت مطلوب و موجود، هر کدام یک انباره هستند. فاصله بین وضعیت موجود و مطلوب، هم می‌تواند موجب تعدیل هدف و کاهش وضعیت مطلوب شود و هم می‌تواند موجب بهبود وضعیت موجود و افزایش آن باشد. این نمودار را می‌توان به دو مخزن فلزی تشبیه نمود که لازم است سطح آب مخزن پایینی را با تلاش به سطح مخزن بالایی رساند. اما به جای پر نمودن مخزن پایینی، می‌توان شیر مخزن بالایی را باز کرد تا تخلیه شده و هم سطح مخزن پایینی گردد؛ دلیل استفاده از این گزینه، این است که پر نمودن یک مخزن، بسی سخت‌تر از تخلیه مخزن دیگر است.



شکل ۱۳

معادله‌های مدل فوق در جدول ۳ ارائه شده است. مقدار اولیه وضعیت مطلوب را ۱۰۰ و مقدار اولیه وضعیت موجود را ۱۰ لحاظ نموده است.

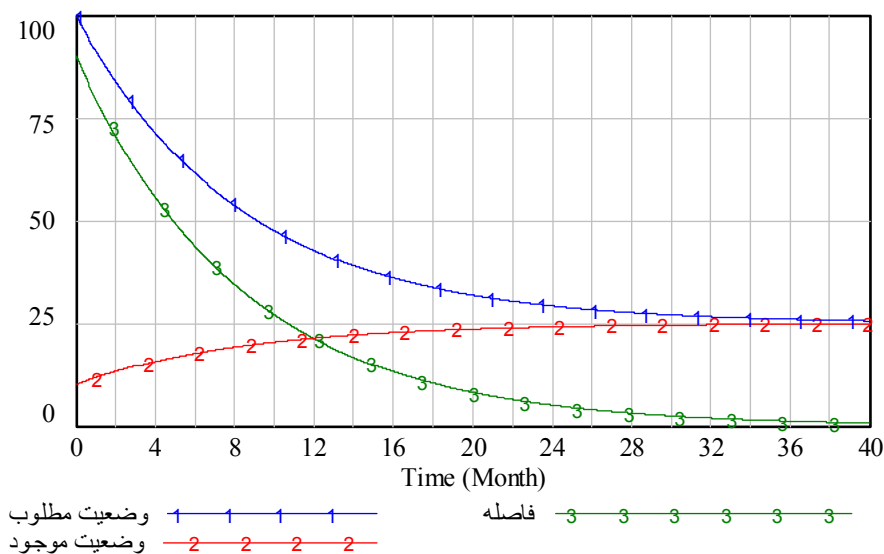
جدول ۳

متغیر	معادله
-------	--------

وضعیت مطلوب	$= Intergal(100, \text{تعدیل هدف})$
وضعیت موجود	$= Intergal(10, \text{بهبود وضعیت موجود})$
فاصله	$= \text{وضعیت موجود} - \text{وضعیت مطلوب}$
تعدیل هدف	$= 0.1 \times \text{فاصله}$
بهبود وضعیت موجود	$= 0.02 \times \text{فاصله}$

پارامتر time step را 0.01 ماه تعیین کنید. شکل ۱۴ رفتار متغیرهای اصلی را در طول زمان نمایش می‌دهد. طبق این شکل، وضعیت مطلوب روندی نزولی را طی می‌کند تا در نقطه ۲۵ با وضعیت موجود به تعادل برسند. با توجه به داده‌های مسئله، تعجبی ندارد که تعدیل هدف، بیشتر از بهبود وضعیت موجود بوده است. وضعیت موجود و وضعیت مطلوب به صورت مجانبی به نقطه تعادل نزدیک شده‌اند.

رفتار متغیرها



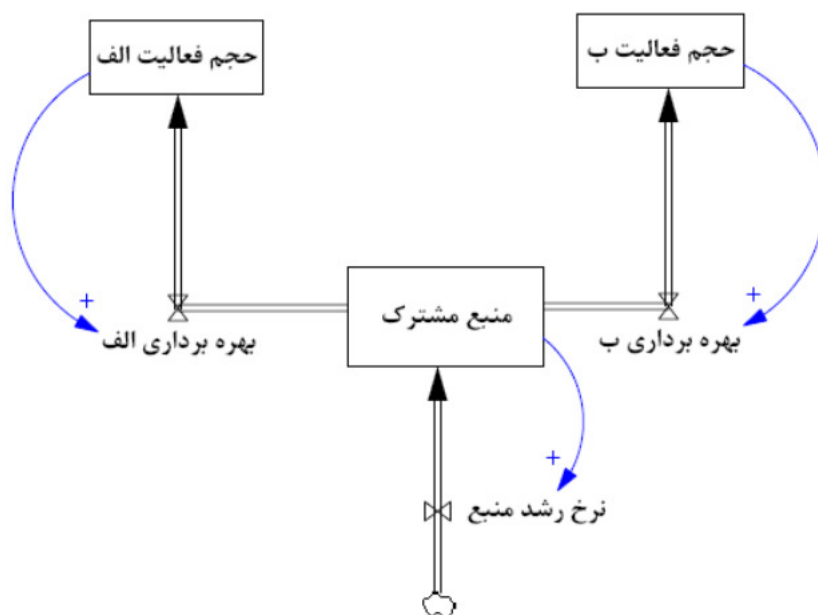
شکل ۱۴

۲. تراژدی مشاعیات (Tragedy of the Commons)

این الگو بیانگر وضعیت‌هایی است که آنچه برای هر یک اجزاء سیستم صحیح به نظر می‌رسد، برای کل سیستم زیان‌بار است. این الگو برای رویارویی با مسائلی مفید است که تصمیم‌گیری‌های ظاهراً منطقی محلی و موضعی، می‌توانند برای سیستم بزرگتر، کاملاً غیرمنطقی باشند.

نمودار انباره و جریان

ساختار نمودار انباره و جریان این سیستم، بستگی به نوع منبع و نوع فعالیت افراد دارد. شکل شماره ۱۵ مربوط به حالتی ساده است که منبع مشترک، دارای نرخ رشد است و این نرخ رشد، بستگی به مقدار منبع باقی‌مانده دارد. این وضعیت متناسب با مثال صید آبیان است که نرخ رشد آنها بستگی به جمعیت باقی‌مانده آنها دارد.

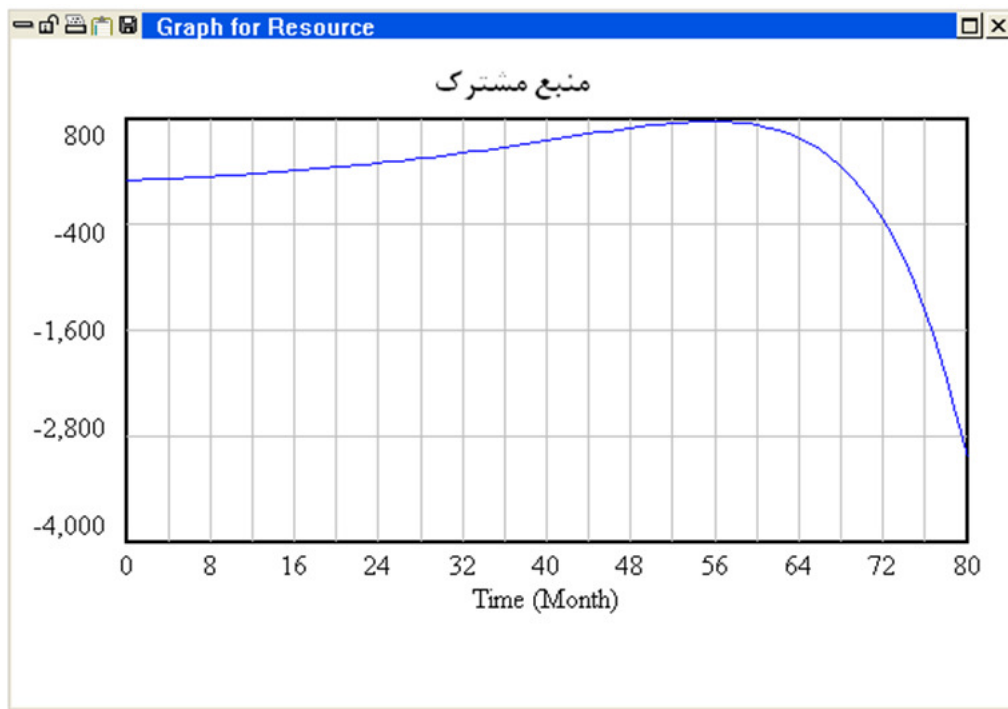


شکل ۱۵

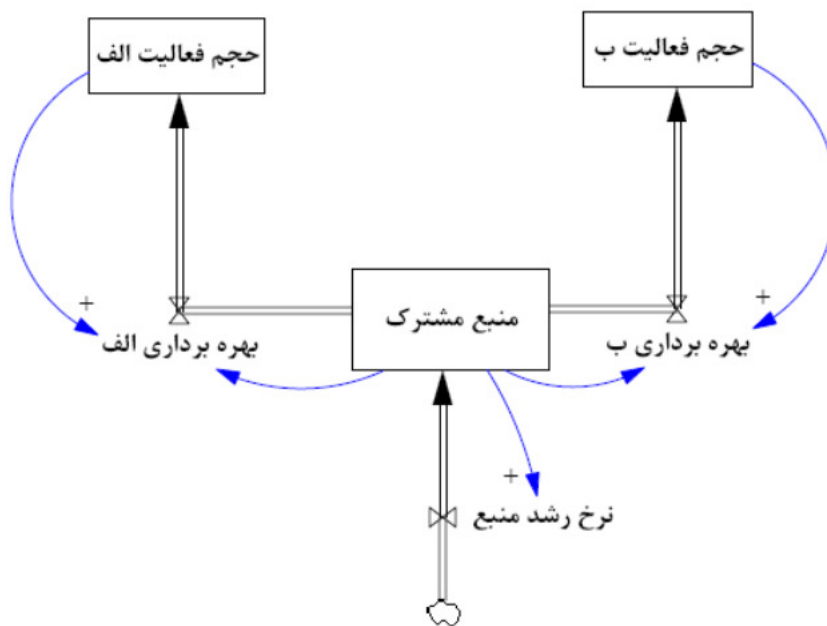
جدول ۴

متغیر	واحد	معادله
حجم فعالیت الف	عدد	$= \text{Integral}(1, \text{بهره برداری الف})$
حجم فعالیت ب	عدد	$= \text{Integral}(1, \text{بهره برداری ب})$
منبع مشترک	عدد	$= \text{Integral}(100, \text{بهره برداری ب} - \text{بهره برداری الف} - \text{نرخ رشد منبع})$
بهره برداری الف	ماه/عدد	$= 0.1 \times \text{حجم فعالیت الف}$
بهره برداری ب	ماه/عدد	$= 0.1 \times \text{حجم فعالیت ب}$
نرخ رشد منبع	ماه/عدد	$= 0.05 \times \text{منبع مشترک}$

با اجرای مدل شبیه‌سازی فوق برای افق ۸۰ ماهه، رفتار متغیر "منبع مشترک" طبق شکل ۱۶ خواهد بود. شکل ۱۶ نشان می‌دهد که منبع مشترک پس از طی نمودن دوره رشد اولیه، شروع به نزول نموده و در ماه ۷۰ به صفر می‌رسد و پس از آن منفی می‌شود! اما برای خیلی از منابع، مقدار منفی امکان‌پذیر نیست. پس باید مدل را به گونه‌ای اصلاح کنیم که انباره منبع مشترک، منفی نشود. با توجه به امکانات نرم‌افزار Vensim می‌توان مدل را طبق شکل ۱۷ و روابط مربوط به متغیرها را طبق جدول ۵ اصلاح نمود. تابع Min برای جلوگیری از منفی شدن انباره "منبع مشترک"، به کار رفته است. یعنی مقدار خروجی از منبع، همواره باید به مقداری باشد که از مقدار منبع موجود، بالاتر نرود.



شکل ۱۶



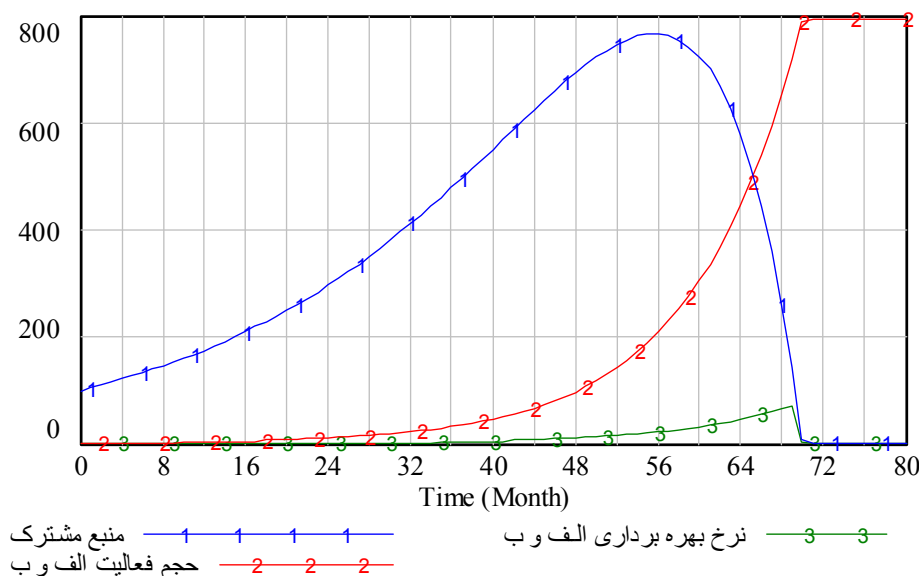
شکل ۱۷

جدول ۵

متغیر	معادله
بهره برداری الف	$= \text{Min}\left(\frac{\text{منبع مشترک}}{2 \times \text{time step}}, 0.1 \times \text{حجم فعالیت الف}\right)$
بهره برداری ب	$= \text{Min}\left(\frac{\text{منبع مشترک}}{2 \times \text{time step}}, 0.1 \times \text{حجم فعالیت ب}\right)$

پس از اجرای مدل شبیه‌سازی برای افق ۸۰ ماهه، رفتار متغیرها طبق شکل ۱۸ خواهد بود. در دوره ۷۰ که منبع مشترک به صفر می‌رسد، رشد حجم فعالیت الف و ب نیز متوقف می‌گردد. با دقت در شکل ۱۹ مخفی بودن تراژدی تا آخرین لحظات را می‌توان درک کرد. با این که روند نزولی منبع مشترک از دوره ۵۶ آغاز شده است اما این نزول، تأثیری بر بهره‌برداری الف و ب ندارد و آنها همچنان به رشد خود ادامه می‌دهند؛ بنابراین محتمل است که متوجه آغاز نزول منبع مشترک نشوند. تا این که در دوره ۷۰ تراژدی برای الف و ب آشکار می‌شود اما چنان با سرعت رخ می‌دهد که امکان هیچ عکس‌العملی وجود ندارد.

رفتار متغیرهای اصلی سیستم



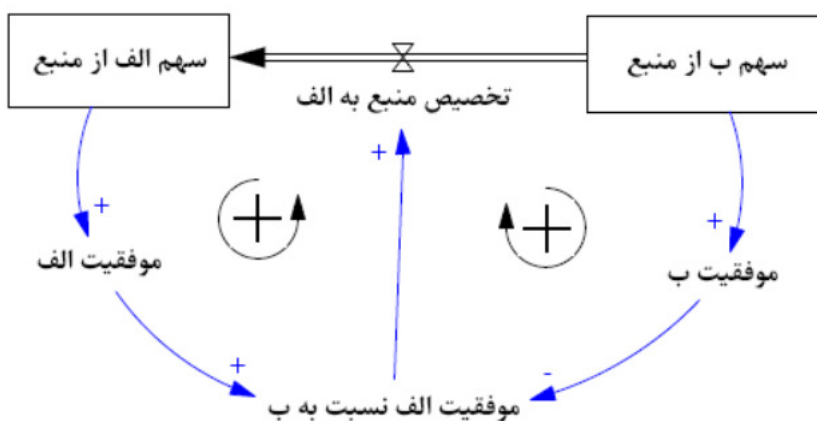
شکل ۱۸

۳. موفقیت‌های بیشتر برای پیروزمندان (success to the successful)

دو فعالیت برای دریافت پشتیبانی محدود یا منابع محدودی، با یکدیگر رقابت می‌کنند. وقتی یکی از آنها موفق‌تر است، حمایت بیشتری دریافت می‌کند و موجب محروم ماندن دیگری می‌گردد. عملکرد فعالیت ناموفق، به علت محدودیت فزاینده منابع و حمایتها، هر روز افول و افت بیشتری پیدا می‌کند.

مدل شبیه‌سازی

نمودار انباره و جریان ساده‌ای از این سیستم در شکل ۲۱ نشان داده شده است. منابع موجود، بین این دو انباره تقسیم شده و بین آنها جابجا می‌گردد. می‌توان این ساختار را به دو مخزن آب تشبیه نمود که با لوله و یک "شیر دوطرفه" به یکدیگر متصل‌اند. با تنظیم این شیر دو طرفه، آب بین این دو مخزن جابجا می‌شود. به عنوان مثال اگر منبع را کل وقت مفید روزانه یک فرد در نظر بگیریم و ۱۶ ساعت باشد، بخشی از این وقت، در انباره خانواده (مثلا ۵ ساعت) و بخشی از آن در انباره کار (مثلا ۱۱ ساعت) قرار دارد. همواره مجموع منبع موجود در این دو انباره، برابر کل منبع در دسترس است.



شکل ۲۱

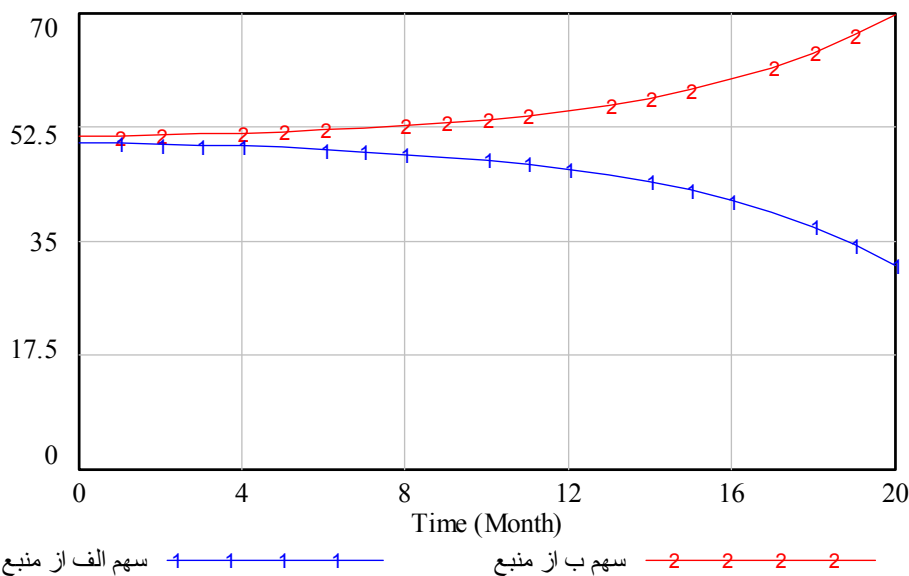
معادله‌های متغیرها در جدول شماره ۶ ارائه شده است.

جدول ۶

متغیر	واحد	معادله
سهم الف از منبع		$= Integral(50, \text{تخصیص منبع به الف})$
سهم ب از منبع		$= Integral(51, \text{تخصیص منبع به الف})$
موفقیت الف		سهم الف از منبع
موفقیت ب		سهم ب از منبع
موفقیت الف نسبت به ب		موفقیت ب - موفقیت الف
تخصیص منبع به الف		موفقیت الف نسبت به ب $\times 0.1$

برای سادگی مدل، فرض شده که میزان موفقیت هر یک از افراد، برابر سهم آنها از منبع است. مقدار اولیه "سهم الف از منبع" برابر ۵۰ و مقدار اولیه "سهم ب از منبع" برابر با ۵۱ است. توجه کنید که اگر مقدار اولیه دو انبار مساوی باشد، سیستم در حالت تعادل قرار دارد و هیچ تغییری در تخصیص منابع صورت نخواهد گرفت. با اجرای مدل شبیه‌سازی برای افق ۲۰ دوره‌ای، رفتار متغیرها بدست می‌آید که در شکل ۲۲ ارائه شده‌اند. عدم تعادل اولیه (هر چند اندک) در تخصیص منابع، موجب تقویت این عدم تعادل در طول زمان شده است: در ابتدا سهم ب اندکی از سهم الف بیشتر بود اما این تفاوت اندک، به تدریج موجب موفقیت بیشتر ب و افزایش سهم او از منبع گردیده است.

سهام الف و ب از منبع



شکل ۲۲

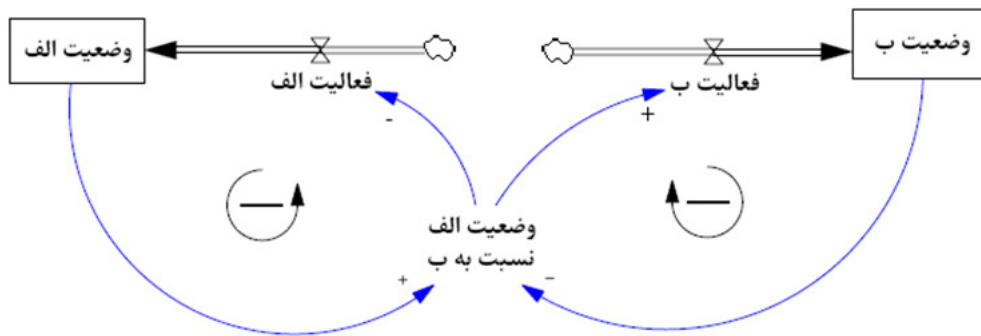
نکته: اگر افق شبیه‌سازی را از ۲۰ دوره بیشتر کنیم، به جایی خواهیم رسید که سهم الف از منبع، منفی شود. اگر در مسئله‌ای سهم منفی از منبع، بی‌معنی باشد، باید فرمول‌های مربوط به متغیرها را به گونه‌ای تغییر دهیم که مانع منفی شدن سهم افراد از منبع باشد. مشابه این کار در مثال مربوط به تراژدی مشاعیات انجام شد (استفاده از تابع Min).

۴. گسترش پی‌درپی (Escalation)

دو فرد یا سازمان، رفاه خود را وابسته به برتری نسبی خود بر دیگری می‌بینند. وقتی یکی از طرف‌ها پیش می‌افتد، دیگری احساس خطر یا تحقیر بیشتری می‌کند و تکاپوی بیشتری می‌نماید تا برتری خود را برقرار کند؛ که این نیز اولی را مورد تهدید قرار می‌دهد تا تلاش خود را افزایش دهد. غالباً هر یک از این افراد، رفتار تهاجمی خود را پاسخی دفاعی به رفتار تهاجمی دیگری می‌داند؛ اما عملکرد "دفاعی" هر یک از آنها، منجر به وضعیتی می‌شود که مطلوب هیچ یک از دو طرف نیست.

مدل شبیه‌سازی ۱

در شکل ۲۴ حالت ساده‌ای از نمودار انبار و جریان این الگو ارائه شده است. وضعیت الف و ب به عنوان انبار و فعالیت الف و ب به عنوان نرخ ترسیم شده‌اند. تعریف جزئیات این مدل، بستگی به نوع مسئله و نوع رفتار دو طرف موجود در این الگو دارد.



شکل ۲۴

جدول ۷ معادلات مدل را نشان می‌دهد. وضعیت اولیه الف و ب را به ترتیب ۶۰ و ۵۰ لحاظ نموده‌ایم. فرض بر این است که هر یک از طرفین، با تأخیر از فاصله‌اش با وضعیت طرف دیگر مطلع می‌شود. بر همین مبنا در فرمول متغیر "وضعیت الف نسبت به ب" از تابع Delay3 استفاده شده است. مقدار متوسط تأخیر، ۵ دوره است.

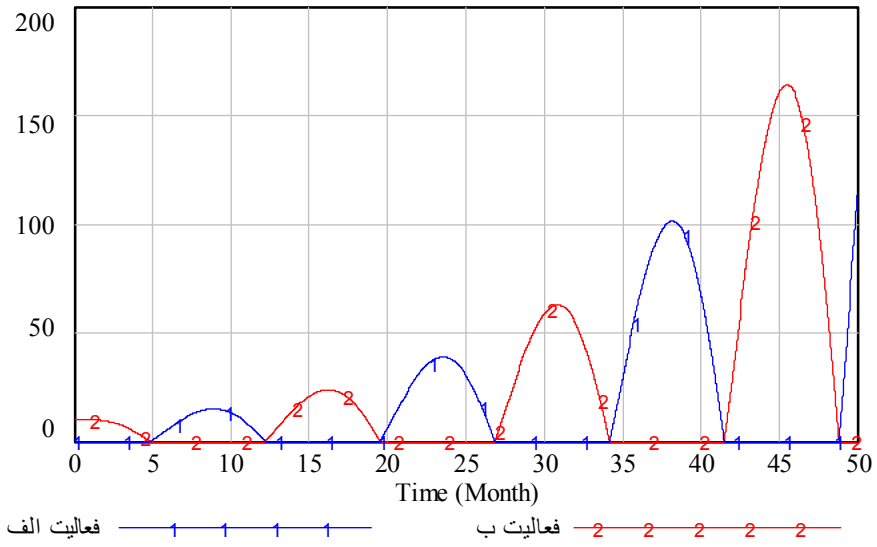
جدول ۷

متغیر	معادله
وضعیت الف	$= Integral(فعالیت الف, 60)$
وضعیت ب	$= Integral(فعالیت ب, 50)$
وضعیت الف نسبت به ب	$= Delay3(وضعیت الف, 5) - Delay3(وضعیت ب, 5)$
فعالیت الف	$= Max(0, وضعیت الف نسبت به ب)$
فعالیت ب	$= Max(0, وضعیت الف نسبت به ب)$

پارامتر time step را ۰.۰۱ ماه لحاظ کنید.

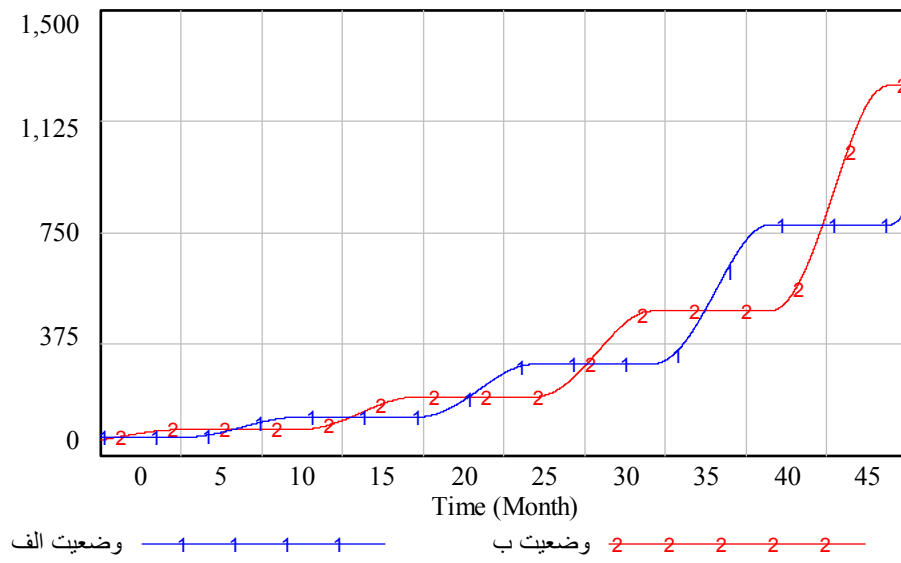
رفتار متغیرهای "فعالیت الف" و "فعالیت ب" در شکل ۲۴ و رفتار متغیرهای "وضعیت الف" و "وضعیت ب" در شکل ۲۵ نشان داده شده است. دقت در این دو نمودار، به خوبی ماهیت رفتار ظاهراً تدافعی طرفین مشاهده می‌شود. همچون نزاع بین دو فرد که با اقدام طرف اول، دومی خشمگین شده و اقدامی بزرگتر انجام می‌دهد و ضمناً کمی هم آرام می‌گیرد. اکنون نوبت اولی است که خشمگین شده و اقدامی متقابل انجام دهد و آرام گیرد. باز هم دومی از کوره در رفته و اقدامی شدیدتر انجام می‌دهد و ... ؛ همانطور که شکل ۲۴ نشان می‌دهد وقتی یکی از طرفین آرام گرفته و فعالیت خود را کاهش داده، دیگری در اوج شدت فعالیت و اقدام جبرانی است.

فعالیت الف و ب در طول زمان

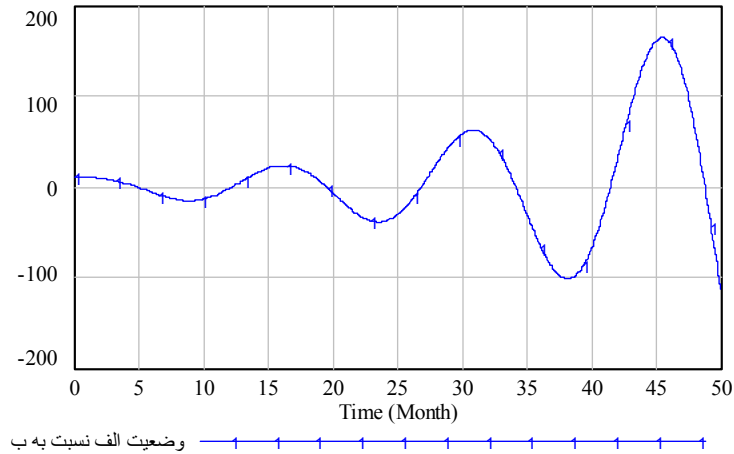


شکل ۲۴

وضعیت الف و ب در طول زمان



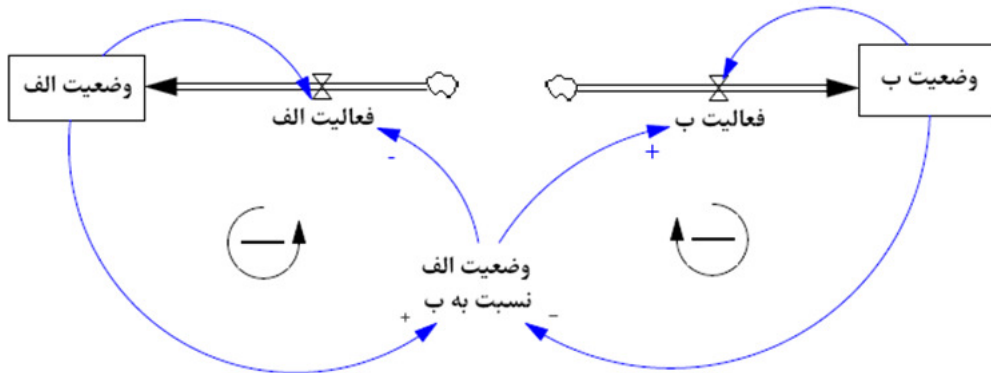
شکل ۲۵



شکل ۲۶

مدل شبیه‌سازی ۲

در شکل ۲۷ حالت دیگری از نمودار انباره و جریان این الگو ارائه شده است.



شکل ۲۷

جدول ۸ معادلات مدل را نشان می‌دهد. وضعیت اولیه الف را ۱۰۰ و وضعیت اولیه ب را ۹۰ فرض کرده‌ایم. در معادله فعالیت‌ها، فرض بر این است که هر یک از طرفین، به دنبال این هدف است که ۱۰٪ نسبت به دیگری، برتری داشته باشد و هرگاه این شرط را محقق شده ببیند، فعالیت خود را متوقف می‌کند. بنابراین:

$$\begin{aligned} \text{وضعیت الف} \times \left(1.1 \times \frac{\text{وضعیت ب}}{\text{وضعیت الف}} - 1 \right) &= \text{وضعیت الف} - \text{وضعیت ب} \times 1.1 \\ \text{وضعیت الف} \times \left(\frac{1.1}{\frac{\text{وضعیت الف}}{\text{وضعیت ب}}} - 1 \right) &= \text{وضعیت الف} \times \left(\frac{1.1}{\text{وضعیت الف نسبت به ب}} - 1 \right) \end{aligned}$$

و به طور مشابه:

$$\text{وضعیت ب} \times \left(1.1 \times \frac{\text{وضعیت الف}}{\text{وضعیت ب}} - 1 \right) = \text{وضعیت ب} - \text{وضعیت الف} \times 1.1$$

$$\Rightarrow 1 - \text{وضعیت الف نسبت به ب} \times (1.1 \times \text{وضعیت ب} = \text{فعالیت ب})$$

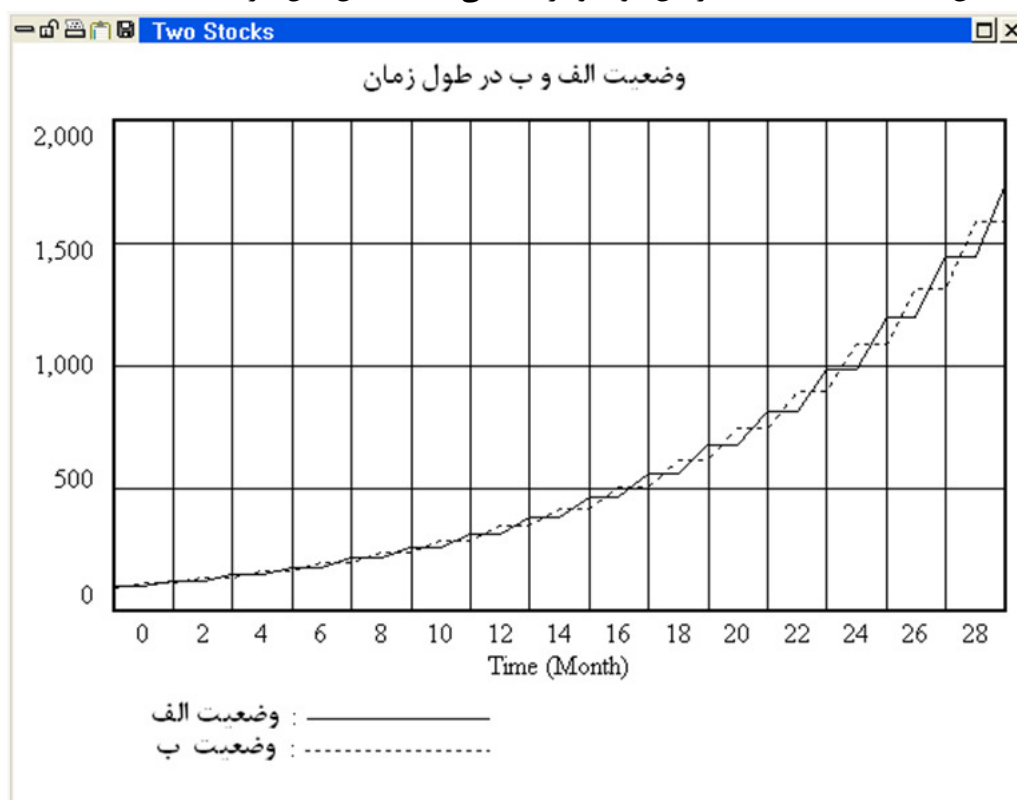
توضیحات فوق، روشن می‌کند که معادله‌های موجود در دو ردیف انتهایی جدول ۸ چگونه بدست آمده‌اند. دقت کنید که تابع Max برای جلوگیری از فعالیت "منفی" نوشته شده است: اگر یکی از طرفین، بیش از ۱۰٪ بر دیگری برتری دارد، فعالیت خود را متوقف (صفر) می‌کند اما برگشت به عقب (فعالیت منفی) نخواهد داشت.

جدول ۸

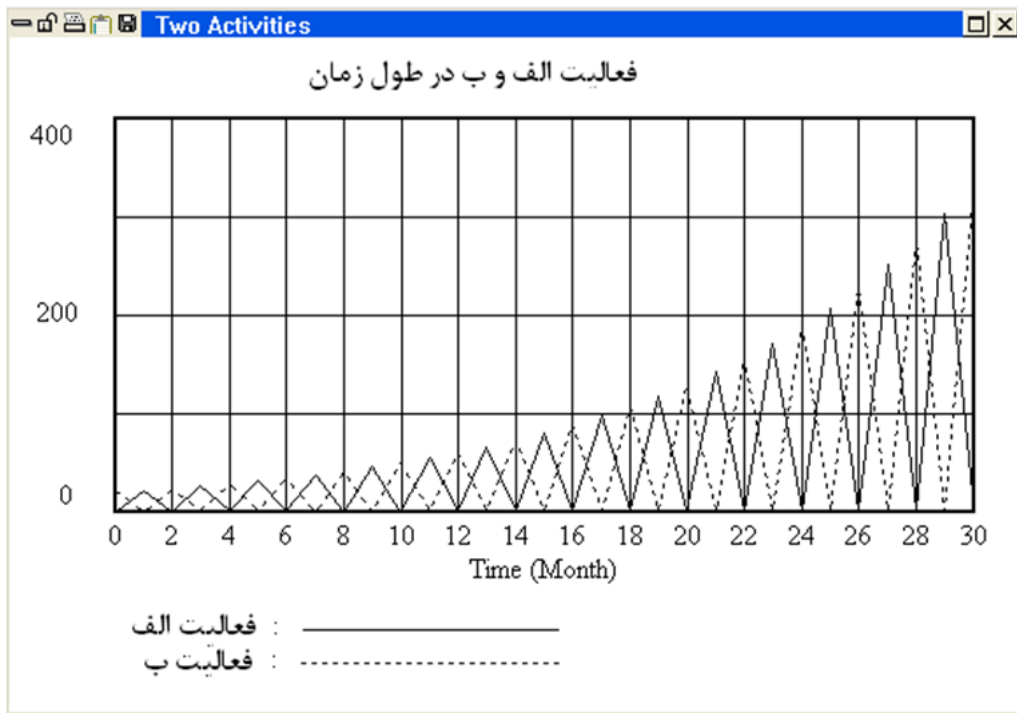
متغیر	معادله
وضعیت الف	$= \text{Integral}(100, \text{فعالیت الف})$
وضعیت ب	$= \text{Integral}(90, \text{فعالیت ب})$
وضعیت الف نسبت به ب	$= \frac{\text{وضعیت الف}}{\text{وضعیت ب}}$
فعالیت الف	$= \text{Max} \left(\text{وضعیت الف} \times \left[\frac{1.1}{\text{وضعیت الف نسبت به ب}} - 1 \right], 0 \right)$
فعالیت ب	$= \text{Max} \left(1 - \text{وضعیت الف نسبت به ب} \times 1.1, 0 \right) \times \text{وضعیت ب}$

پارامتر time step را ۱ ماه تعیین کنید.

رفتار متغیرهای "وضعیت الف" و "وضعیت ب" در شکل ۲۸ و رفتار متغیرهای "فعالیت الف" و "فعالیت ب" در شکل ۲۹ نشان داده شده است. دقت در این دو نمودار، نتایجی مشابه مثال قبل دارد.



شکل ۲۸



شکل ۲۹

1. "Business Dynamics", John D. Sterman, 2000
2. "Ackoff's Best, His Classic Writings on Management", Russell L. Ackoff, 1999
3. "The Fifth Discipline; The Art & Practice of The learning Organization", Peter M. Senge, 1990
4. "The Fifth Discipline Fieldbook; Strategies and Tools for Building a Learning Organization", Peter M. Senge et al, 1994
5. "Limits to Growth, the 30-year update", Donella Meadows et al., 2004
6. "Thinking in Systems, A Primer", Donella Meadows, 2008
7. پنجمین فرمان، تألیف پیتر سنگه، ترجمه حافظ کمال هدایت و محمد روشن، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی
8. روش تفکر سیستمی، تألیف ژوئل دوروسنی و جون بیسون، ترجمه امیرحسین جهاننگلو، انتشارات پیشبرد
9. بازآفرینی سازمان، تألیف راسل ایکاف، ترجمه تقی ناصر شریعتی و دیگران، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی
10. بهتر از خوب، تألیف جیمز کالینز، ترجمه فضل ... امینی، انتشارات فرا
11. مهندسی دوباره شرکتها، تألیف مایکل همر و جیمز شامپی، ترجمه دکتر عبدالرضا رضائی نژاد، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا
12. آموزه‌های دکتر دمنینگ: کسی که کیفیت را به ژاپنی‌ها آموخت، تألیف رافائل آگوايو، ترجمه میترا تیموری، نشر آموزه
13. مطالب درس تحلیل دینامیکی سیستم‌ها، دکتر علینقی مشایخی، دانشگاه صنعتی شریف
14. مدیران و چالش‌های تصمیم‌گیری، تألیف ماکس اچ بیزمن، ترجمه علی سرزعی، انتشارات آریانا
15. تبیین در علوم اجتماعی؛ درآمدی به فلسفه علم الاجتماع، تألیف دانیل لیتل، ترجمه دکتر عبدالکریم سروش، موسسه فرهنگی صراط
16. مدارا و مدیریت، تألیف دکتر عبدالکریم سروش، موسسه فرهنگی صراط
17. چه کسی پنیرم را جابجا کرد، تألیف اسپنسر جانسون، ترجمه علی اکبر قاری نیت، نشر آزمون
18. هفت عادت مردمان مؤثر، تألیف استفان کاوی، ترجمه گیتی خوشدل، نشر پیکان
19. شما عظیم تر از آنی هستید که می‌اندیشید، تألیف مسعود لعلی، نشر بهار سبز
20. تغییر از من آغاز می‌شود، تألیف مسعود لعلی، نشر بهار سبز
21. تفسیر نمونه، آیت الله مکارم شیرازی و همکاران
22. کارراهه بابای دارا، تألیف رابرت کیوساکی و شارون لچتر، ترجمه عبدالرضا رضایی نژاد، نشر فرا
23. داستان‌هایی از زندگی امیرکبیر، تألیف محمدرضا حکیمی، دفتر نشر فرهنگ اسلامی
24. مدیریت بر خود، تألیف هیرم اسمیت، نشر فرا
25. دینامیک‌های رشد جمعیت در کلان‌شهرها: نمونه موردی تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، حامد قدوسی، ۱۳۸۲

وب سایت‌های مرجع

1. www.sysdyn.clexchange.org
این سایت مطالب مفیدی در زمینه دینامیک سیستم دارد. برخی از مطالب این سایت توسط دانشجویان دانشگاه MIT و با نظارت J.W. Forrester تهیه شده‌اند. مطالب ارائه شده در سایت فوق، به صورت چندین نقشه راه (Road Map) است که مرحله به مرحله دینامیک سیستمها را آموزش می‌دهند. نوشته‌هایی از فارستر و استرمن نیز در این سایت در دسترس است.
2. www.vensim.com
در صورتی که علاقمند به آشنایی و استفاده از یک نرم‌افزار در زمینه دینامیک سیستم هستید، می‌توانید نرم‌افزار Vensim PLE را بصورت رایگان از این سایت دریافت نمایید. در سایت clexchange.org نیز چندین راهنما برای نرم‌افزار مذکور وجود دارد.
3. www.iseesystems.com
در این سایت، مقالات مفیدی از Richmond در دسترس است. همچنین نسخه Trial و Save-Disabled از نرم‌افزارهای STELLA و iThink قابل دریافت است.

درباره طرح روی جلد:

چرا کوه یخ؟

تفکر سیستمی، یعنی مطالعه و شناسایی ساختارهای پنهان. اگر فقط درون سیستم‌ها بگردیم و اطلاعات سطحی جمع‌آوری کنیم و نسبت به نوک کوه یخ واکنش نشان دهیم، ره به جایی نخواهیم برد و احتمالاً با مشکل مواجه خواهیم شد. در سطح ظاهری هر سازمان، وقایع قرار دارند: فروش، اخراج کارمندان، روانه کردن محصول جدید به بازار، آگهی‌های نشریات. اگر تمرکز اصلی ما بر رویدادها باشد، رفتاری واکنشی خواهیم داشت. زندگی به صورت سلسله‌ای از بحران‌ها دیده می‌شود.

اگر رویدادها را مورد بررسی قرار دهیم، در می‌یابیم که جزئی از روندها (trends) و الگوها (patterns) هستند. با درک روندها و الگوها، قادر به برنامه‌ریزی و پیش‌بینی خواهیم بود. پیش‌بینی، از رفتار واکنشی بهتر است؛ اما هنوز نمی‌توانیم به شیوه‌ای اثربخش، نتایج دلخواه خود را خلق کنیم.

روندها و الگوها، تابعی از ساختار اساسی (underlying structure) سیستم هستند. برخی از وجوه ساختار اساسی (از قبیل جانمایی فیزیکی، خط‌مشی‌ها و رویه‌ها، گزارش‌دهی، و قراردادهای) را به سادگی می‌توان دید. سایر وجوه (از قبیل باورها، مدل‌های ذهنی و فرهنگ)، خیلی پایین‌تر از سطح ظاهری سازمان قرار دارند.

با درک ساختار سازمان، می‌توانیم روندها و الگوها، و وقایع ناشی از آنها را پیش‌بینی کنیم؛ می‌توانیم بخش‌هایی از ساختار را که مَسَبِّ مسائل هستند، طراحی مجدد کنیم و به دنبال بهبود باشیم. برای بهبود عملکرد سیستم، طراحی اثربخش ساختار سیستمها، راهبردی بسیار مؤثرتر از واکنش نشان دادن به بحران‌ها است. گفتگوهایی که بر ساختار متمرکز باشند، فرصت‌های بیشتری برای یادگیری فراهم می‌کنند.

تفکر سیستمی، روشی نظام‌یافته برای درک ساختارهای زیرین سیستمها فراهم می‌کند.

جهت مطالعه توضیحات بیشتری درباره نکات فوق، می‌توانید به فصل سوم کتاب ("ساختار سیستم، به‌وجودآورنده رفتار آن است") مراجعه نمایید.