



تفکر سیستمی

© محمد علی اسماعیل زاده اصل، مدرس دانشگاه

➔ تفکر سیستمی نوعی پارادایم (اساسنامه و چارچوب) فکری است که جهان را به صورت سیستم‌هایی به هم پیوسته و درهم تنیده می‌بیند. از مهم‌ترین مزایای رویکرد تفکر سیستمی، تولید ابزارهایی برای شناخت و حل ساختاری مسائل است؛ ابزارهایی که در آن‌ها، تعداد قابل توجهی از مهارت‌های تفکر، به صورت هم‌زمان و کاربردی، به کار بسته می‌شوند.

حل مسئله در سطح «رویداد» از نوع «واکنشی» و در سطح «روند» از نوع «تطبیق» با روند موجود است. در سطح «ساختار»، حل مسئله از طریق اصلاح ساختارهای موجود به گونه‌ای است که «روند» فعلی به سمت «روند مطلوب» پیش برود. در سطح «مدل‌های ذهنی» هم، حل مسئله با تغییر نگرش، اهداف و معیارهای تصمیم‌گیری انجام می‌شود که عمق بیشتری از یادگیری و اثرگذاری را به همراه دارد.



نمودارهای رفتار در طول زمان

«نمودارهای رفتار در طول زمان» ابزاری برای شناخت بهتر «رفتار سیستم» هستند. در این نمودارها محور افقی گذشت زمان را نشان می‌دهد و محور عمودی تغییرات عوامل مورد نظر در طی زمان را نشان می‌دهد.

با این حال، زمانی که با یک مسئله پیچیده مواجه باشیم، شناخت مسئله و شناخت ساختاری که آن را به وجود آورده است، کار آسانی نیست. حتی اگر ساختار سیستم را هم بشناسیم، در بسیاری از موارد نمی‌توانیم به صورت شهودی و بدون استفاده از ابزارهای تفکر سیستمی، متوجه شویم هر اقدامی چه نتایجی خواهد داشت. محققان حوزه «تفکر سیستمی» و «دینامیک سیستم‌ها» در طی سالیان ابزارهایی را توسعه داده‌اند که به کمک آن‌ها بهتر بتوانیم مسئله‌ها و ساختار سیستم‌ها را بشناسیم و راه‌حل‌های موثرتری برای دستیابی به اهدافمان پیدا کنیم. در این مقاله برخی از این ابزارها را معرفی می‌کنیم.

کوه یخ

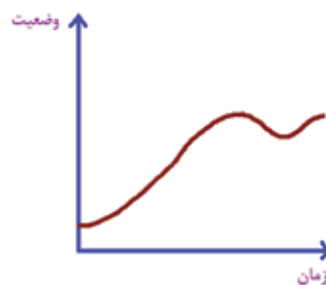
«کوه یخ» ابزاری برای شناخت و تحلیل مسئله است. این ابزار مسئله را در چهار سطح «رویداد»، «روند»، «ساختار» و «مدل ذهنی» بررسی می‌کند و در هر سطح، رویکرد متفاوتی به «حل مسئله» ارائه می‌کند.

زیربنای تفکر سیستمی این است که این عوامل درون سیستم هستند که در تعامل با هم، رفتار سیستم را به وجود می‌آورند. مثلاً وقتی مدیر مدرسه‌ای که نگاه سیستمی دارد، عملکرد دانش‌آموزان مدرسه را بررسی می‌کند، تمرکزش بر این است که چگونه با بازطراحی ساختارهای مدرسه می‌تواند عملکرد دانش‌آموزان را بهبود دهد. چنین ساختارهایی می‌توانند ساختار طراحی محتوای آموزشی، ساختار ارتباط اولیا و مربیان، ساختار ارزیابی و امتحانات، ساختارهای انگیزشی برای معلمان و دانش‌آموزان و ساختارهای دیگری مانند آن‌ها باشند.

باور به اینکه «رفتار سیستم» ناشی از «ساختار سیستم» است، باعث می‌شود در مواجهه با یک مسئله و به منظور حل آن، به دنبال شناخت ساختار سیستمی باشیم که این مسئله را به وجود آورده است. در این صورت، قدم بعدی این خواهد بود که متوجه شویم چه اقدام‌هایی باعث اصلاح ساختار و بهبود رفتار سیستم می‌شوند و ما را به اهدافمان نزدیک‌تر می‌کنند.

این نمودارها همچنین ابزار مناسبی برای تقویت مهارت «تفکر در طول زمان» هستند. این مهارت باعث می‌شود به جای تمرکز بر رویدادها، به «روند» شکل‌گیری آن‌ها در طی زمان و در واقع به «رفتار سیستم» توجه کنیم. «تفکر در طول زمان» مهارت ایجاد ارتباط بین «رویداد» های گوناگون و دیدن «روند» هایی است که در طی زمان در حال شکل گرفتن هستند.

افرادی که این مهارت را دارند، علاوه بر توجه به شرایط موجود، می‌توانند روندی را که در گذشته شکل گرفته و ما را به وضع موجود رسانده است، شناسایی کنند. این مهارت ایده‌هایی هم برای روندهای آینده و مسیر نیل به اهداف به‌دست می‌دهد.



نمودارهای علت و معلولی

نمودارهای علت و معلولی ابزاری ساده برای نشان دادن ارتباط بین اجزای سیستم هستند. این نمودارها با استفاده از فلش‌هایی، نشان می‌دهند چه عواملی بر یکدیگر اثر می‌گذارند و نوع اثر آن‌ها چگونه است. همچنین، می‌توانند حلقه‌های مثبت و منفی را در سیستم نشان دهند. حلقه‌های مثبت به ایجاد «رشد نمایی» منجر می‌شوند و حلقه‌های منفی نقش کنترل دارند و رفتار «هدف‌جو» را در سیستم‌ها به‌وجود می‌آورند.

مثلاً در این نمودار می‌بینیم، وقتی هدف دستیابی به «کیفیت آموزش مورد انتظار» باشد، از دو راه می‌توانیم به این هدف دست پیدا کنیم: یا

افزایش «کیفیت آموزش» یا کاهش «کیفیت آموزش مورد انتظار».



قواعد علامت‌گذاری نمودارهای علت و معلولی

هر کمان ارتباط بین یک علت و یک معلول را نشان می‌دهد. جهت فلش از سمت علت به سمت معلول است.

علامت (+) روی کمان: رابطه علت و معلولی که «تغییرات متغیر اول، اثری هم‌جهت بر متغیر دوم دارد» و یا «متغیر اول به متغیر دوم اضافه می‌شود».

علامت (-) روی کمان: رابطه علت و معلولی که «تغییرات متغیر اول اثری خلاف جهت بر متغیر دوم دارد» و یا «متغیر اول از متغیر دوم کم می‌شود».

علامت (+) داخل حلقه: چرخه بازخوردی که هر تغییر را در خودش تقویت می‌کند.

علامت (-) داخل حلقه: چرخه بازخوردی که هر تغییری را به سمت رسیدن به تعادل می‌برد.

کهن الگوهای سیستمی

کهن الگوهای سیستمی بعضی از ساختارها و روش‌های تصمیم‌گیری متداول و چگونگی عملکرد آن‌ها را نشان می‌دهند. با استفاده از این الگوها می‌توانیم با دیدن نشانه‌های مسائل، به ساختارهای شکل‌دهنده آن‌ها پی ببریم و با اصلاح این ساختارها، مؤثرترین روش‌ها را برای حل مسائل به‌کار ببریم. توجه به این نکته ضروری است که این الگوها صرفاً مبنای اولیه‌ای برای تشخیص هستند و برای هر مسئله، باید عوامل و

روابط دیگری که در آن مسئله خاص اثرگذارند، در نظر گرفته شوند.

مثلاً کهن الگوی «موفقیت برای موفق» ساختاری را نشان می‌دهد که طی آن افراد تمایل دارند منابع بیشتری در اختیار کسی قرار دهند که موفقیت بیشتری به‌دست آورده است. به این ترتیب، افرادی که در مراحل ابتدایی موفقیتی به‌دست می‌آورند، مسیرشان برای کسب موفقیت‌های بعدی هموار می‌شود و افرادی که در مقایسه با آن‌ها در مراحل اولیه عقب مانده‌اند، در ادامه مسیر هم عقب نگه داشته می‌شوند. این منبع مشترک می‌تواند حتی غیر مادی باشد؛ مانند «توجه معلم به دانش‌آموزان».

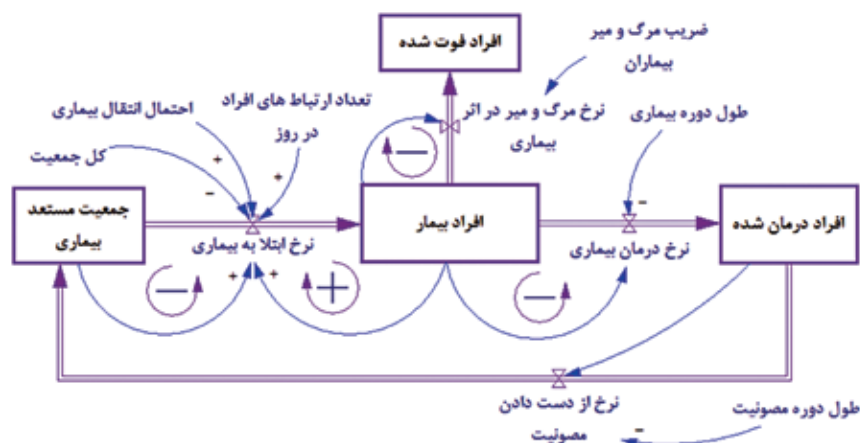
کاربرد کهن الگوهای «تشدید رقابت»، «موفقیت برای موفق»، «درمان‌های بدتر از درد» و «تنزل اهداف» در آموزش و پرورش، در شماره‌های قبلی مجله رشد معلم معرفی شده‌اند (اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۶).



نقشه‌های نرخ و حالت

نقشه‌های نرخ و حالت، ابزار دقیقی برای مدل کردن سیستم‌ها بر پایه «تفکر عملیاتی» هستند. تفکر عملیاتی بر «چگونگی‌ها» تمرکز دارد و به دنبال این است که نشان دهد چگونه «ساختار سیستم» به‌طور «درونا» باعث به‌وجود آمدن «رفتار سیستم» می‌شود.

متغیرهای کلیدی در نقشه‌های نرخ و حالت، «متغیرهای حالت» و «متغیرهای نرخ» هستند. «متغیرهای حالت» مخزن‌هایی در سیستم هستند که در طی زمان چیزی در آن‌ها انباشته می‌شود. «متغیرهای نرخ» اقدام‌هایی در سیستم هستند که موجب پر یا خالی شدن متغیرهای حالت می‌شوند و ارتباط بین متغیرهای حالت متفاوت را برقرار می‌کنند. این متغیرها می‌توانند متغیرهای فیزیکی مثل ساختمان و



رفتار آن‌ها به صورت «درونزا» و بر پایه متغیرهای حالت و نرخ اصلی سیستم شکل می‌گیرد.

از نتایج شبیه‌سازی رایانه‌ای برای شناخت رفتار مدل و حساسیت آن نسبت به عوامل بیرونی می‌توانیم استفاده کنیم. به این ترتیب، این امکان به وجود می‌آید که سیاست‌های پیشنهادی را قبل از اجرا در دنیای واقعی، در رایانه شبیه‌سازی کنیم و نتایج آن را ببینیم. هدف از این کار آن است که سیاست‌هایی را انتخاب کنیم که هزینه کمتر و اثرگذاری بیشتری داشته باشند. به چنین سیاست‌هایی نقاط اهرمی سیستم گفته می‌شود که مانند اهرم‌ها، امکان جابه‌جایی جرم‌های بزرگ با نیروی کم را امکان‌پذیر می‌کنند.

از این نرم‌افزارها همچنین می‌توان به سادگی برای آموزش مباحث ریاضی و علوم به دانش‌آموزان استفاده کرد. ■

منابع

۱. لیلی، محمدحسین. حل مسئله در کلاس درس. تمرین کوه یخ در چهار گام. مجله رشد معلم، دوره ۳۷، شماره ۱ تا ۴. مهر تا دی ۱۳۹۷.
۲. محمدعلی، اسماعیل‌زاده‌اصل. کهن الگوی تشدید رقابت: دام رقابت. مجله رشد معلم، دوره ۳۶، شماره ۱. مهر ۱۳۹۶.
۳. محمدعلی، اسماعیل‌زاده‌اصل. کهن الگوی موفقیت برای موفق: کارخانه‌های کاریکاتورساز. مجله رشد معلم، دوره ۳۶، شماره ۲. آبان ۱۳۹۶.
۴. محمدعلی، اسماعیل‌زاده‌اصل. کهن الگوی درمان‌های بدتر از درد: درمان‌های بدتر از درد. مجله رشد معلم، دوره ۳۶، شماره ۳. آذر ۱۳۹۶.
۵. محمدعلی، اسماعیل‌زاده‌اصل. کهن الگوی تنزل اهداف: قورباغه پخته. مجله رشد معلم، دوره ۳۶، شماره ۴. دی ۱۳۹۶.

6. www.systemsthinker.ir

می‌شوند، یا با کمال تأسف جان خود را از دست می‌دهند و به مخزن «افراد فوت‌شده» می‌روند. «افراد درمان شده» ممکن است تا مدتی نسبت به بیماری مصون باشند و پس از آن دوباره مستعد بیماری شوند. با مدل‌سازی سیستم‌ها به این روش، نسبت به «چگونگی» عملکرد سیستم و نقاط تصمیم‌گیری فهم بهتری پیدا می‌کنیم.

نرم‌افزارهای شبیه‌سازی سیستم‌های پویا

نرم‌افزارهای رایانه‌ای متعددی برای شبیه‌سازی سیستم‌های پویا طراحی شده‌اند. یکی از مشهورترین این نرم‌افزارها که نسخه رایگان آن هم برای فعالیت‌های آموزشی در دسترس است، نرم‌افزار «ونسیسم» است.

شبیه‌سازی در این نرم‌افزارها بر پایه «نقشه‌های نرخ و حالت» انجام می‌شود. برای مقداری به متغیرهای حالت، فقط کافی است مقدار اولیه آن‌ها را بدانیم. برای تعیین مقدار متغیرهای نرخ هم باید مشخص کنیم چگونه مقدار آن‌ها بر پایه متغیرهای حالت درون سیستم تعیین می‌شود. به این ترتیب، مدل‌هایی خواهیم داشت که

تجهیزات مدرسه یا متغیرهای نرم مثل دانش و انگیزه معلمان و دانش‌آموزان باشند.

مثلاً در چرخه آب، «اقیانوس‌ها و دریاها» متغیرهای حالتی هستند که آب را در خود نگه می‌دارند. «تبخیر آب» متغیر نرخ است که بخشی از این آب را به متغیر حالت دیگری منتقل می‌کند که «ابر» نامیده می‌شود. «بارش برف» متغیر نرخ دیگری است که قطرات آب را از مخزن ابر به متغیر حالت دیگری که «یخچال‌های کوهستان» هستند، منتقل می‌کند. با آب شدن این مخزن‌ها، جریان دیگری به نام «رود» شکل می‌گیرد که قطرات آب را به نقاط دیگری منتقل می‌کند. همچنین، انسان‌ها می‌توانند روی رودی که جریان دارد، سدی ایجاد کنند. به این ترتیب، متغیر حالت دیگری به نام «حجم آب پشت سد» شکل می‌گیرد.

همچنین، در مورد بیماری‌های مسری، «جمعیت مستعد بیماری» متغیر حالتی است که توسط «نرخ ابتلا به بیماری» بیمار می‌شوند و به مخزن «افراد بیمار» منتقل می‌شوند. افراد بیمار هم بعد از مدتی یا درمان می‌شوند و به مخزن «افراد درمان‌شده» منتقل

