# علم سیستم‌ها و یادگیری

دکتر ابوالفتح لامعی ۱۴۰۰/۹/۲۴

ما اگر **ساختاری** برای نظم‌بخشیدن به مفاهیمی که می‌خواهیم یادبگیریم نداشته باشیم، به ناچار باید این مفاهیم را به صورت پراکنده و غیرمرتبط با هم به خاطر بسپاریم. این چنین یادگیری، نه تنها مؤثر نخواهد بود بلکه آنچه را که یادگرفته‌ایم به زودی فراموش خواهیم کرد. بدون ساختار، حتی از تجربه نیز چیزی نمی‌توانیم یاد بگیریم. برای مثال، بدون یک نظریه بعنوان یک ساختار، یادگیری از تجربه معنا ندارد. علاوه براین، وجود ساختار موجب می‌شود ما بتوانیم آنچه را که آموخته‌ایم به **سایر زمینه‌ها** انتقال دهیم و از آنچه در گذشته آموخته‌ایم برای برخورد با زمینه‌هایی که در **آینده** مواجه می‌شویم، استفاده کنیم. برونر[1] تاکید می‌کند که ساختار «یادگیری پیشرفته را از یادگیری ابتدایی متمایز می‌کند.» جی فارستر[2] می‌گوید که «یادگیریِ ساختار به معنای یادگیری ارتباط چیزهاست.» بنابراین، ما برای یادگیری باید به دنبال ساختاری باشیم که بتواند به عنوان یک **سازمان‌دهنده**، به یادگیری ما نظم و سامان بخشد. علوم اجتماعی و به ویژه علم مدیریت به دلیل فقدان چنین ساختار سازمان‌دهنده‌ای همیشه در معرض انتقاد بوده است. بدین معنا که علم مدیریت شامل تعدادی مفاهیم بی‌ارتباط و پراکنده می‌باشد.

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

---

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

این بار هم با یکی دیگر از «شگفتی‌های» سیستم‌ها مواجه می‌شویم: حلقه‌های بازخوردی که ساختار سیستم‌های پیچیده را به وجود می‌آورند، ساختاری برای یادگیری و دانش ما نیز به وجود می‌آورند. این ساختار مزیت‌های فراوانی دارد که در زیر به مواردی از آن‌ها اشاره خواهم کرد.[1]

**درک ساختار سیستم‌ها به دانشجویان کمک می‌کند:**

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

**دروس مختلف را در قالب الگوها یا ساختارهای عمومی بهم مرتبط سازند.** هر یک از علوم در در زمینه یکی از سیستم‌ها فعالیت می‌کند و تا این اواخر تقریباً هیچ زمینه مشترکی بین علوم مختلف دیده نمی‌شد. علم سیستم‌ها نشان می‌دهد که همه سیستم‌ها با همه تفاوت‌های ظاهری که دارند از اصول مشترکی تبعیت می‌کنند و همه این اصول از ساختار سیستم‌ها ـ دو حلقه بازخورد مثبت و منفی ـ ناشی می‌شوند. سیستم‌ها الگوهای ساختاری و رفتاری مشابه دارند. بنابراین، می‌توان با کشف این الگوها، دروس مختلف در یک رشته علمی و یا رشته‌های علمی مختلف را بهم مرتبط ساخت. بدین وسیله یادگیری در همه این زمینه‌ها نیز آسانتر و سریعتر خواهد بود.

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

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

[1] این موارد را قبلا در یک یادداشت ارایه داده‌ام اما نظر به اهمیت آن‌ها، در این یادداشت درباره هر یک توضیح مختصری ارایه خواهم داد.

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

**بحث‌های نظری انتزاعی را با مثال‌های واقعی مرتبط سازند.** یکی از تفاوت‌های آشکار یادگیری از طریق کاربرد الگوهای ساختاری سیستم‌ها با روش‌های مرسوم این است که این الگوها باید معرف سیستم‌ها باشند ـ یعنی ساختار سیستم‌های واقعی را به تصویر بکشند. بنابراین هرنوع یادگیری درباره این سیستم‌ها با مثال‌های واقعی و با واقعیت‌های زندگی مرتبط می‌باشند. دانشجو می‌تواند این نوع یادگیری را حتی به شرایطی که هرگز تجربه نکرده است منتقل کند.

**با تهیه الگوهای معرف از سیستم‌ها، رفتار سیستم‌ها را با ساختار آن‌ها مرتبط سازند.** بارها اشاره کرده‌ام که ساختار سیستم‌ها رفتار آن‌ها رقم می‌زند. بنابراین، اگر دانشجوی الگویی از ساختار سیستم قلب و عروق تهیه کند این الگو یک چیز انتزاعی و بی‌ارتباط با واقعیت نخواهد بود، بلکه رفتار سیستم قلب و عروق را نشان خواهد داد. می‌توان از این الگو بعنوان یک آزمایشگاه مجازی، برای مداخله در سیستم قلب و عروق و مشاهده تغییرات رفتار آن استفاده کرد. تاکید می‌کنم که با الگوسازی، یادگیریِ واقعی در سیستم‌هایِ واقعی اتفاق می‌افتد.

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

**از طریق تجربه با الگوها، پویایی سیستم‌ها را درک کنند.** همه سیستم‌ها پویا هستند؛ یعنی در طول زمان تغییر می‌کنند. این بدین معنا است که ساختار سیستم‌ها و به تبع آن رفتار آن‌ها به طور مستمر تغییر می‌کند. سؤال این است که آیا با مشاهده سیستم‌ها، بحث درباره آن‌ها، تحلیل عملکرد آن‌ها، تجزیه آن‌ها و یا پایش رفتار آن‌ها می‌توان به پویایی سیستم‌ها پی برد؟ پاسخ منفی است. هیچ‌یک از این روش‌ها و هیچ روش دیگری برای درک پویایی سیستم‌ها کاربردی ندارد. باید ساختار سیستم‌ها را درک کنیم تا بتوانیم پویایی آن‌ها را درک کنیم. بنابراین، زمانی که یک الگوی معرف این یک سیستم تهیه می‌کنیم، این الگو یک «**آزمایشگاه مجازی**» در اختیار ما قرار

---

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

می‌دهد تا بتوانیم با انجام تجربه‌های نامحدود در آن، پویایی سیستم‌ها را به طور عمیق درک کنیم.

**هنگام کار با الگوها با رفتارهای خلاف شم سیستم‌ها مواجه شوند.** همه سیستم‌های پیچیده ممکن است رفتارهای خلاف انتظار ما داشته باشند. قبلاً در یک یادداشت به دو مثال فیل‌ها و آهوها در سیستم طبیعیت اشاره کرده‌ام. در افریقا تعداد قابل توجهی فیل را با تصور اینکه جنگل‌ها را تخریب می‌کنند، کشتند. اما نه تنها جنگل‌ها ترمیم نشدند بلکه بیشتر تخریب شدند. نتیجه‌گیری شد که فیل‌ها برای حیات جنگل‌ها مفید هستند. و در یکی از پارک‌های ملی امریکا گرگ‌ها را با این منطق کشتند که آهوها افزایش پیدا کنند و ناباورانه دیدند که نه تنها تعداد آهوها افزایش نیافت، بلکه کاهش یافت. نتیجه‌گیری شد که گرگ‌ها برای حیات آهوها مفید هستند. این قبیل رفتارها در همه سیستم‌ها و از جمله بدن انسان به دفعات دیده می‌شوند. اما، به دلیل عدم آشنایی با علم سیستم‌ها اغلب این رفتارها را درک نمی‌کنیم و نمی‌توانیم تصمیم درستی درباره آن‌ها بگیریم. فقط تهیه الگوی ساختاری یک سیستم و مطالعه اثرات مداخلات مختلف بر رفتار آن در آزمایشگاه مجازی، این امکان را برای دانشجویان فراهم می‌سازد که از رفتارهای خلاف شمّ و انتظار سیستم‌ها درک کافی پیدا کنند.

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

**از تعامل بین دانشجویان، دانشجویان با اساتید و از تجربه با الگوها یاد بگیرند.** اگر الگوسازی سیستم‌ها با راهبرد یادگیریِ دانشجو محور همراه باشد ـ التبه یادگیری درباره سیستم‌ها به غیر از این روش با هیچ روش دیگری ممکن نیست ـ آن وقت از تعامل بین دانشجویان با دانشجویان، دانشجویان با استاتید و تعامل هر دو گروه با محیط یادگیری، سیستم کم‌نظیری برای یادگیری به وجود می‌آید. مشخص‌کردن اینکه چه کسی معلم است و چه کسی دانشجو، بسیار دشوار خواهد بود زیرا همه اعضای این سیستم هم معلم هستند و هم دانشجو. با هم یاد می‌گیرند و با هم تجربه می‌کنند، بدون اینکه کسی چیزی را دیکته کند یا بخواهد چیزی را تزریق کند.

**محدودیت دیدگاه تقلیلگرایی را درک کنند.** دانشجویان با مواجهه با سیستم‌های پیچیده و کارکردن با آن‌ها با استفاده از الگوهای ساختاری به تدریج به این باور می‌رسند که نمی‌توان سیستم‌ها را با روش تقلیلی و تحلیلی درک کرد. در این روش یک سیستم به اجزای خودش تقسیم می‌شود و تلاش می‌شود با مطالعه رفتار اجزا، رفتار کل سیستم درک شود؛ غافل از اینکه با تقسیم یک سیستم به اجزای آن خود سیستم از بین می‌رود. روش تقلیلی و تحلیلی برای پیشبرد دانش بشری ضروری است، اما به تنهایی کافی نیست. مشکلات گریبانگیر انسان‌ها در کل دنیا را که از سیستم‌ها ناشی شده‌اند فقط با رویکرد علم سیستم‌ها می‌توان برطرف کرد. اما بشر در فهم و کاربرد علم سیستم‌ها در دوران نوزادی به سر می‌برد!