

مقدمه

جهان پیرامون ما پیوسته در حال تغییر و دگرگونی است. وضعیت جوامع، شهرها، سازمانها، خانواده‌ها، و افراد همه در حال تغییر است. دغدغه اصلی مدیران هوشمند در همه مجموعه‌های انسانی درک علل تغییر و تحول مجموعه‌ها و کنترل و هدایت آن تغییرات در جهت مطلوب است. مدیران جوامع علاقه‌مندند که جوامع آنها به سمت توسعه پایدار و رشد متوازن حرکت کنند؛ مدیران بنگاههای اقتصادی، خواهان رشد سریع و سودآور بنگاههایشان هستند؛ خانواده‌ها خواستار رشد و شکوفایی استعداد فرزندان خود و تغییر و تحولات مثبت و سازنده در آنان هستند. به طور خلاصه، همه افراد هوشمند در تلاش‌اند تا تغییر و تحولات را در جهت مطلوب خود شکل دهند.

موفقیت در شکل‌دهی تغییر و تحولات آتی مستلزم درک علل تغییر و تحول در گذشته و شناخت ساختارها و روابط ایجادکننده تحولات آینده است. پروفیسور جی دبلیو. فارستر^۱ در مؤسسه فناوری مساجوستس^۲ (ام‌آی‌تی) روش پویایی‌شناسی سیستم^۳ را به‌همین منظور ابداع کرد. او با توسعه تئوری ساختار برای سیستمها، روشی را ابداع کرد که با استفاده از آن بتوان ساختارها و روابط نظام‌مندی که تغییر و تحولات را در نظامهای اقتصادی و اجتماعی به‌وجود می‌آورند شناسایی کند. با شناخت ساختار و روابط نظام‌مند ایجادکننده تغییر و تحولات می‌توان علل ساختاری رفتار نظامهای اقتصادی-اجتماعی مانند شهرها، بنگاههای اقتصادی، بخشهای اقتصادی، خانوارها و مانند آن را فهمید و اصلاح کرد. روشی که پروفیسور فارستر پایه‌ریزی کرد در زمینه‌های مختلف به کار گرفته شد. پویایی سازمانهای صنعتی، شهرها، رشد اقتصادی و جمعیت در دنیا و محدودیتهایی که این رشد از جهات مختلف با آن روبه‌روست، رفتار نظامهای بهداشت و درمان در کشورها، تغییرات و تحولات در پدیده اعتیاد و قاچاق مواد مخدر، و سیاستهای توسعه اقتصادی از

1. Jay W. Forrester
2. Massachusetts Institute of Technology (MIT)
3. system dynamics

جمله زمینه‌های کاربرد این روش بوده است. با توجه به کاربردهای وسیع روش پویایی‌شناسی سیستمها، امروزه افراد زیادی در دنیا از آن برای درک عمیق‌تر پدیده‌های اقتصادی و اجتماعی استفاده می‌کنند. یک جامعه علمی بین‌المللی حرفه‌ای به نام «جامعه پویایی‌شناسی سیستمها» تشکیل شده است و یک مجله علمی به نام *System Dynamics Review* در این زمینه منتشر می‌شود.

در ایران نیز بیش از دو دهه است که روش پویایی‌شناسی سیستمها آموزش داده می‌شود. دانشگاههایی چون صنعتی شریف، صنعتی اصفهان، صنعتی امیرکبیر، تربیت مدرس تهران، علم و صنعت ایران، شهید بهشتی، شیراز و تهران از جمله دانشگاههایی هستند که درسی در این زمینه ارائه می‌دهند.

کتاب *پویایی‌شناسی کسب‌وکار* را آقای استرمن، استاد سرشناس دانشکده مدیریت ام‌آی‌تی و از شاگردان برجسته پروفیسور فارستر، بر اساس روش پویایی‌شناسی سیستمها برای کاربرد این روش در زمینه کسب‌وکار به رشته تحریر درآورده است. این کتاب، از زمان چاپ اولش در سال ۲۰۰۰ میلادی، یکی از کتابهای درسی مهم در درس پویایی‌شناسی کسب‌وکار در دانشگاههای معتبر دنیا بوده است. در دانشگاه صنعتی شریف نیز از زمان انتشار این کتاب، با عنوان کتاب اصلی درس «دینامیکهای سیستم» مورد استفاده بوده است. کتاب *پویایی‌شناسی کسب‌وکار* کتابی است بسیار غنی که بر اساس مطالعات و مراجع زیادی به نگارش درآمده است.

در بخش اول این کتاب مروری کلی بر روش پویایی‌شناسی صورت می‌گیرد که با بحث جالبی در مورد چگونگی فرایند یادگیری انسان در تعامل با جهان واقعی شروع می‌شود. در این بحث جایگاه و نقش سازنده‌ای را مورد بحث قرار می‌دهد که روش پویایی‌شناسی سیستمها مبتنی بر مدل‌سازی و شبیه‌سازی می‌تواند در یادگیری ایفا نماید. انسانها با مشاهده جهان واقعی و برداشتشان از آن تصمیم می‌گیرند و اقدام می‌کنند تا بر دنیای پیرامون خود اثر بگذارند. افراد با مشاهده واقعیات بیرونی پس از اقدام خود و تحلیل آنچه نتایج اقدامات خود می‌دانند در تعامل با دنیای پیرامون خود یاد می‌گیرند. البته این یادگیری، به دلیل موانع و پیچیدگیهایی که در مراحل مختلف فرایند آن وجود دارد، ممکن است ناقص یا حتی اشتباه باشد. در بخش اول، فرایند یادگیری در تعامل با دنیای پیرامون و موانع موجود در فرایند تشریح می‌شود و اینکه چگونه مدل‌سازی و شبیه‌سازی مدلها در روش پویایی‌شناسی، چرخه یادگیری را کوتاه می‌کند و می‌تواند موانع زیادی را که در یادگیری با تعامل در جهان واقعی وجود دارد مرتفع سازد به بحث می‌گذارد. همچنین در بخش اول، نمونه‌هایی از کاربرد روش

پویایی‌شناسی در مسائل عملی، فرایند مدل‌سازی و استفاده از مدل در روش پویایی‌شناسی، و نیز مقدمه‌ای از رابطه بین ساختار یک سیستم و رفتار آن ارائه می‌شود.

در بخش دوم کتاب، ابزارهای مورد استفاده در پویایی‌شناسی سیستمها مورد بحث قرار می‌گیرند. این ابزارها شامل نمودارهای علی - حلقوی، نمودارهای جریان یا متغیرهای حالت و جریان، معادلات ریاضی برای ساخت مدل ریاضی از سیستمهاست. همچنین بخش دوم پویایی حاصل از متغیرهای حالت و جریان، و نیز پویایی ساختارهای ساده را مورد بحث قرار می‌دهد. درک پویایی ساختارهای ساده برای فهم پویایی ساختارهای پیچیده که در بخشهای بعدی کتاب مطرح می‌شود ضروری است.

در بخش سوم کتاب، پویایی رشد بنگاهها مورد بحث قرار می‌گیرد؛ بیشتر بنگاهها علاقه‌مندند رشد کنند. از دیدگاه پویایی‌شناسی، سازوکارهایی رشد بنگاهها را سبب می‌شوند که می‌توان آنها را موتور رشد نامید و سازوکارهای دیگر در مقابل رشد، ایستادگی می‌کنند و آن را کند می‌کنند یا موتورهای رشد را به چرخه‌های شوم یا موتورهای مخرب تبدیل می‌کنند که در جهت سقوط و افول عمل می‌نمایند. در بخش سوم، سازوکارها و موتورهای رشد بسیاری که می‌توانند در بنگاهها فعال باشند به بحث و بررسی گذاشته می‌شوند و سیاستهایی که می‌توانند موجب تقویت موتورهای رشد شوند و رشد بنگاهها را تسریع و تقویت نمایند معرفی می‌شوند.

در بخش چهارم، بحث مهم تأخیر در سیستمهای پویا مطرح می‌شود. تأخیر در جریان مواد، تأخیر در انتقال اطلاعات، تأخیر در تغییر باورها و برداشتها از موارد تأخیری است که در سیستمهای اقتصادی و اجتماعی به فراوانی وجود دارد و موجب رفتارهای تغییرات غیرمنتظره می‌شود. آشنایی با تأخیر و مدل‌سازی آن یکی از ضرورتهای پویایی‌شناسی در سیستمهای اقتصادی و اجتماعی به‌طور عام، و پویایی‌شناسی کسب‌وکار به‌طور خاص، است. همچنین در بخش چهارم، مسائل مهم دیگری چون جریانهای همزاد در سیستمها، پویایی تعداد گروههای سنی در یک زنجیره از جمعیت در سنین مختلف و فرموله کردن قواعد تصمیم‌گیری در مدل‌های پویا مورد بحث قرار گرفته است.

در تئوری ساختمان سیستمها، میزان جریان مواد، نیروها، و منابع دیگر با تصمیم‌گیری توسط انسانها یا طبیعت تنظیم می‌شود. تصمیمها نیز بر اساس قواعد تصمیم‌گیری یا سیاستها اتخاذ می‌شوند. در نتیجه، بحث مهم در پویایی‌شناسی سیستمها

فرموله کردن قواعد تصمیم‌گیری است که با ورود اطلاعات لازم و اعمال قواعد تصمیم‌گیری، تصمیم‌های مشخص اتخاذ می‌شود. در بخش چهارم کتاب، قواعد مرسوم یا معمول برای فرموله کردن تصمیم‌ها ارائه می‌شود. البته قواعدی که در این بخش ارائه می‌شود تمام قواعد ممکن برای تصمیم‌گیری نخواهد بود اما بسیاری از قواعد رایج و چگونگی فرموله کردن یا معادله‌نویسی برای آنها را شامل می‌شود.

همچنین در بخش چهارم روش منظور نمودن روابط غیرخطی در مدل‌های پویا ارائه شده است. از آنجا که بیشتر روابط بین متغیرها و عوامل موجود فعال در سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی روابط غیرخطی است، در به کارگیری روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها در جهان واقعی چگونگی منظور نمودن روابط غیرخطی در مدل‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد که در بخش چهارم مورد بحث قرار گرفته است.

در مورد فرموله کردن تصمیم‌گیری، دو نکته مهم دیگر در بخش چهارم کتاب بررسی شده است که یکی عقلانیت محدود انسانی^۱ در تصمیم‌گیری است. در این نظریه، انسانها با اطلاعات محدودی که در دسترسشان هست و نیز با قدرت ذهنی محدود برای پردازش اطلاعات دریافتی تصمیم‌گیری می‌کنند. در روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها، قواعد تصمیم‌گیری همان‌گونه فرموله می‌شوند که در جهان واقعی، افراد فعال در سیستم‌ها با عقلانیت محدود تصمیم‌گیری می‌کنند. بنابراین، آشنایی با تئوری تصمیم‌گیری با عقلانیت محدود زمینه‌ساز مناسبی است برای فرموله کردن تصمیم‌ها به شکلی که در جهان واقعی اخذ می‌شود. علاوه بر موارد یادشده، مقوله دیگری که در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها استفاده می‌شود، پیش‌بینی مقادیر متغیرها در آینده است. لذا در بخش چهارم بحث روش فرموله کردن پیش‌بینی مقادیر متغیرهایی که در تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند بر اساس روند گذشته آنها در پویایی‌شناسی معرفی شده است.

بخش پنجم کتاب به مبحث نوسان و کاربرد آن در پویایی‌شناسی کسب و کار می‌پردازد. بسیاری از سیستم‌های اقتصادی از خود رفتارهای نوسانی نشان می‌دهند. در این بخش ساختار ایجادکننده نوسان مورد بررسی قرار می‌گیرد. کاربرد ساختارهای ایجادکننده نوسان در نوسانهای مشاهده شده در زنجیره تأمین، در تولید و موجودیهای انبار، در چرخه‌های تجاری اقتصاد، و چرخه‌های رایج در بازارهای کالاهای عمومی^۲ مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

1. bounded rationality
2. commodity cycles

در بخش ششم کتاب، بحث مهم اعتباربخشی به مدل‌هایی که بر اساس روش پویایی‌شناسی سیستم ساخته می‌شوند مطرح می‌گردد. در این بخش، عدم امکان اثبات درستی هیچ مدلی مطرح می‌شود. یک دلیل این امر آن است که اصولاً مدل‌ها معرفی ساده‌شده‌ای از واقعیت‌های بیرونی‌اند که به ما کمک می‌کنند دنیای پیچیده بیرون را در مورد یک یا چند پرسش و مسئله خاص بهتر درک کنیم. به علاوه، حقیقت بیرون برای کسی شناخته شده نیست که در مقایسه با آن درستی مدلی اثبات شود. ولی راه‌هایی وجود دارد که اطمینان استفاده‌کننده را در مورد مفید بودن مدل افزایش دهد. افزایش اطمینان از مفید بودن مدل در مورد فهم و درک مسئله‌ای که پیش روست در واقع اعتباربخشی به مدل تلقی می‌شود. در بخش ششم راه‌های مختلف اعتباربخشی مدل در مورد مدل‌های پویا معرفی می‌گردد.

بالاخره کتاب با چالش‌های آینده در پویایی‌شناسی سیستمها در بخش هفتم پایان می‌پذیرد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کتاب مطالب گسترده‌ای را از جهت روش پویایی‌شناسی و کاربرد آن پوشش می‌دهد. این کتاب برای دانشجویان، مدیران، مشاوران و پژوهشگرانی که علاقه‌مندند با روش پویایی‌شناسی سیستمها آشنا شوند و کاربرد آن را برای درک علل پویایی کسب و کار و کنترل و بهبود رفتار بنگاه‌های کسب و کار فرا بگیرند بسیار مفید است.

مترجمان کتاب حاضر که همگی درس دینامیک‌های سیستم را در دانشگاه صنعتی شریف گذرانده‌اند و با مفاهیم مطرح شده در این روش آشنایی دارند، زحمات زیادی را متقبل شده‌اند. اگرچه کتاب متن سنگینی دارد، اما در ترجمه آن نیز دقت فراوانی شده است. البته کار ترجمه بدون اشکال نیست، ضمن تشکر از آنان برای تلاشی که مبذول داشته‌اند تا روش پویایی‌شناسی و کاربرد آن در مدیریت کسب و کار را در اختیار دانشجویان، مدیران، و دانش‌پژوهان فارسی‌زبان قرار دهند، از خوانندگان نیز درخواست می‌شود نظرهای اصلاحی خود را از نظر ترجمه به آنان منعکس نمایند تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

علی‌نقی مشایخی

استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد

دانشگاه صنعتی شریف

تهران، اسفند ۱۳۸۶

درباره مؤلف

جان استرمن،^۱ استاد مدیریت مدرسه سلون^۲ و مدیر گروه روش پویایی‌شناسی سیستم^۳ در ام‌آی‌تی است. تحقیقات او بر توسعه شیوه‌های عملی تفکر سیستمی^۴ و مدل‌سازی پویای سیستم‌های پیچیده متمرکز است که در یادگیری و تغییر سازمانی، مدیریت عملیات، استراتژی سازمان و پویایی‌های غیرخطی در طیف وسیعی از سیستم‌ها از زنجیره‌های تأمین گرفته تا انقلاب‌های علمی کاربرد دارد. او پیشگام توسعه شبیه‌سازهای پرواز در مدیریت برای سیستم‌های سازمانی و اقتصادی است. این شبیه‌سازهای پرواز در تحقیقات برای درک و بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در سیستم‌های پیچیده پویا کاربرد دارند. مهم‌تر اینکه آنها به‌طور گسترده‌ای در مؤسسات و دانشگاه‌های سراسر دنیا برای تدریس، حل مسائل و طراحی سیاستها مورد استفاده قرار می‌گیرند. پروفیسور استرمن مدل‌سازی با روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها را در دبیرستان ابداع کرد، در دوران لیسانس در دانشگاه دارتموث^۵ به تحصیل آن پرداخت و مدرک دکترای خود را در این زمینه از ام‌آی‌تی دریافت کرد. او برنده جایزه جی دلیو. فارستر شده است که هر پنج سال یک بار به بهترین کسی که در زمینه پویایی‌شناسی سیستم‌ها بهترین کار را منتشر کرده باشد اهدا می‌شود و چهار بار موفق به دریافت جایزه تدریس متعالی از دانشجویان مدرسه سلون شده است.

-
1. John D. Sterman
 2. Sloan School
 3. system dynamics
 4. systems thinking
 5. Dartmouth College

پیشگفتار

تغییرات روزافزون اقتصادی، فنی، اجتماعی، و زیست‌محیطی مدیران و سیاست‌گذاران را مجبور می‌کند که با سرعت فزاینده‌ای بیاموزند، در حالی که در همان زمان پیچیدگی سیستمهایی که در آنها زندگی می‌کنیم رو به افزایش است. بسیاری از مسائل و مشکلاتی که امروزه با آنها روبه‌رو می‌شویم آثار جانبی پیش‌بینی نشده اقدامات خودمان در گذشته است. بسیاری از مواقع، سیاستهایی که برای حل مسائل مهم به کار می‌بندیم شکست می‌خورند، مسئله را وخیم‌تر می‌کنند، یا حتی مشکلات جدیدی پدید می‌آورند.

برای تصمیم‌گیری و یادگیری مؤثر در جهانی که پیچیدگیهای پویای آن پیوسته در حال افزایش است، لازم است که تفکری سیستمی داشته باشیم - تا بتوانیم مرزهای مدل‌های ذهنی خود را توسعه داده، ابزاری ایجاد کنیم که با استفاده از آنها بتوانیم ساختار سیستمهای پیچیده و رفتار آنها را درک کنیم.

کتاب حاضر مدل‌سازی را با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمها برای تحلیل سیاست و استراتژی با تمرکز بر کاربردهای آن در کسب‌وکار و سیاست عمومی به شما معرفی می‌کند. پویایی‌شناسی سیستمها دیدگاه و مجموعه‌ای از ابزارهای مفهومی است که به ما توانایی درک ساختار و پویایی سیستمهای پیچیده را می‌دهد. پویایی‌شناسی سیستمها همچنین روش مدل‌سازی دقیقی است که ما را قادر می‌سازد سیستمهای پیچیده را به صورت رایانه‌ای و ساختاریافته شبیه‌سازی کنیم و با استفاده از آنها، سیاستها و سازمانهای مؤثرتری طراحی کنیم. در مجموع، این ابزارها به ما امکان ایجاد شبیه‌سازهای پرواز در مدیریت را می‌دهند - دنیاها را بسیار کوچکی که می‌توان فضا و زمان را در آنها در هم فشرد و سرعتشان را کند کرد به طوری که بتوان اثرهای جانبی بلندمدت تصمیم‌گیرها را آزمود، یادگیری را سرعت بخشید، سیستمهای پیچیده را درک کرد و ساختارها و استراتژیهای برای موفقیت بیشتر طراحی کرد.

رشته پویایی‌شناسی سیستمها روزبه‌روز در حال گسترش است. در دهه گذشته،

بسیاری از شرکتهای طراز اول، مؤسسات مشاوره، و سازمانهای دولتی از پویایی‌شناسی سیستمها برای پرداختن به موضوعات مهم و حیاتی استفاده کرده‌اند. دانشگاهها، مدارس و کسب و کار برتر و نوآورتر پویایی‌شناسی سیستمها را تدریس می‌کنند و افراد بیشتر و مشتاق‌تری از آن استقبال می‌کنند. صدها مدرسه، از کودکان گرفته تا دبیرستان، تفکر سیستمی، پویایی‌شناسی سیستمها و شبیه‌سازی رایانه‌ای را وارد مباحث درسی دوران تحصیل می‌کنند. ابزارها و روشهای مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستمها، مجموعه کاربردهای موفق آنها، و بینش استفاده مؤثر از این ابزارها در میان مدیران و سازمانها به سرعت در حال توسعه‌اند.

ویژگیها و محتوا

متون دانشگاهی و سطوح بالاتر، به ویژه آنهایی که بر کسب و کار و سیاست‌گذاری عمومی تأکید دارند، همگام با رشد این زمینه توسعه نیافته‌اند. این کتاب برای پوشش کامل پویایی‌شناسی سیستمها تألیف شده است و به بررسی موارد زیر می‌پردازد:

- تفکر سیستمی و جهان‌بینی پویایی‌شناسی سیستمها؛
 - ابزارهایی برای تفکر سیستمی، شامل روشهای استخراج و ترسیم ساختار سیستمهای پیچیده و ارتباط دادن این ساختار به پویاییهای آنها؛
 - ابزارهایی برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستمهای پیچیده؛
 - رویه‌هایی برای آزمون و بهبود مدلها؛
 - رهنمودهایی برای کار با تیمهای مشتریان و اجرای موفق.
- در مورد پویایی‌شناسی سیستمهای پیچیده خواهید آموخت که شامل ساختارهای به وجود آورنده رفتارهای رشد، هدف‌جو، نوسانی و ناپایدار، رشد S شکل، جهش و نزول، وابستگی به مسیر و دیگر پویاییهای غیرخطی می‌شود. مثالها و کاربردها شامل:
- رشد و رکود شرکتهای،
 - انتشار فناوریهای نوین،
 - پویایی‌شناسی بیماریهای واگیردار مانند اچ.آی.وی/ایدز،
 - چرخه‌های کسب و کار،
 - اندیشه‌های قضاوتی،
 - کاربرد و قابلیت اطمینان پیش‌بینیها،
 - طراحی زنجیره‌های تأمین در شرکتهای دیگر سازمانها،

- مدیریت کیفیت خدمات،
- سیاستهای حمل و نقل و تراکم ترافیک،
- مدیریت پروژه و توسعه محصول،

و بسیاری دیگر هستند.

هدف از تفکر سیستمی و مدل سازی به وسیله پویایی شناسی سیستمها این است که راههایی را که عملکرد یک سازمان را به ساختار داخلی و سیاستهای اجرایی آن شامل سیاستهای آن در رابطه با مشتریان، رقبا و تأمین کنندگان مرتبط می کنند بهتر درک کنیم و سپس یافته های خود را برای طراحی سیاستهای اهرمی با نفوذ بالا جهت موفقیت به کار بندیم. برای این کار، کتاب حاضر از موارد زیر بهره برده است:

- نکات کاربردی که توصیه های عملی برای به کارگیری موفق این ابزارها در سازمانهای واقعی ارائه می دهد.

- مطالعه های موردی که در قالب پویایی شناسی سیستمها در عمل آمده اند، کاربردهای موفق از پویایی شناسی سیستمها از گرم شدن زمین و درگیری بر سر مواد مخدر گرفته تا باز مهندسی زنجیره تأمین یک شرکت عظیم رایانه ای، استراتژی بازاریابی در صنعت خودروسازی، و بهبود فرایند در صنعت پتروشیمی را نشان می دهند.

پویایی شناسی سیستمها ورزش پرطرفداری نیست که شما تماشاچی آن باشید؛ بلکه توسعه و پرورش تفکر سیستمی و مهارتهای مدل سازی نیازمند مشارکت فعال شما، خواننده کتاب، از راههای زیر است:

- چالشها. چالشهایی که در سراسر متن وجود دارند، امکان تمرین با ابزارها و روشهایی را که در این کتاب ارائه شده اند به شما می دهند و خلاقیت و ابتکار شما را در مورد موضوعات مهم جهان واقعی برمی انگیزانند. چالشها مشتمل اند بر تجربه های فکری ساده تا مدل سازی پروژه ها در اندازه واقعی.

- نرم افزارهای شبیه سازی و مدلها. لوح فشرده ضمیمه شده و تارنمای (<http://www.mhhe.com/sterman>) شامل همه مدل های ایجاد شده در متن به همراه نرم افزار شبیه سازی با فناوری جدید برای اجرای آن مدلهاست. نرم افزارهای گوناگون بسیار خوبی برای پشتیبانی از مدل سازی با روش پویایی شناسی سیستمها طراحی شده اند. این نرم افزارها عبارت اند از: Powersim، Vensim، و ithink. لوح فشرده ضمیمه شده و تارنمای یاد شده شامل مدل های متن در قالب هر سه نرم افزارند. لوح فشرده همچنین شامل نسخه های کامل

نرم‌افزارهای Vensim و Powersim، think است که می‌توانید مدلها را با استفاده از هر یک از این نرم‌افزارها بدون نیاز به خرید هر نوع نرم‌افزار اضافه دیگری اجرا کنید.

• به‌علاوه، شیوه‌نامهٔ مدرّس، و بخش مربوط به مدرّس در تارنما، شامل راه‌حلهای پیشنهادی برای چالشها، تکالیف اضافی، فایل‌های پاورپوینت به همراه نمودارها و شکل‌های برگرفته از کتاب مناسب برای صفحات شفاف، توالی و درسنامهٔ پیشنهادی برای دوره‌های آموزشی و دیگر موارد است.

مخاطبان کتاب

کتاب حاضر می‌تواند به‌عنوان کتاب درسی دوره‌های تفکر سیستمی، مدل‌سازی، پیچیدگی، تفکر استراتژیک، عملیات، مهندسی صنایع و دیگر موارد مورد استفاده قرار گیرد. این کتاب می‌تواند برای دوره‌های تمام‌ترم یا نیم‌ترم، دوره‌های اجرایی یا به‌صورت خودآموز به کار رود. همچنین می‌تواند مرجعی باشد برای مدیران، مهندسان، مشاوران و کسانی که مایل به توسعهٔ مهارت‌های تفکر سیستمی در خود هستند یا علاقه به استفاده از پویایی‌شناسی سیستمها در سازمان‌هایشان دارند.

نکته‌ای دربارهٔ ریاضیات

پویایی‌شناسی سیستمها ریشه در نظریهٔ کنترل و نظریهٔ مدرن پویایی‌های غیرخطی دارد. مبانی ریاضی ظریف و محکمی برای نظریه و مدل‌هایی که ایجاد می‌کنیم وجود دارد. همچنین پویایی‌شناسی سیستمها طوری طراحی شده که ابزاری کاربردی برای سیاست‌گذاران باشد و آنان را در حل مسائلی که در سازمان‌هایشان با آن روبه‌رو می‌شوند یاری رساند. بسیاری از مدیران معادلات غیرخطی دیفرانسیلی یا حتی حساب دیفرانسیل نخوانده‌اند، یا اگر خوانده‌اند فراموشش کرده‌اند. برای اینکه استفاده از مدل‌سازی با روش پویایی‌شناسی سیستمها سودمند باشد، باید در دسترس طیف گسترده‌ای از دانشجویان و مدیران باشد بدون آنکه آنها را در مجموعه‌ای از ابزار کیفی و کلیات غیرقابل‌اعتماد سردرگم کند. در عین حال مدیران، دانشجویان و دانش‌پژوهان علاقه‌مند به پویایی‌شناسی سیستمها پیش‌زمینهٔ ریاضیاتی متفاوتی دارند، به‌طوری که گسترهٔ طیف این افراد گاه از کسانی با پیش‌زمینه‌ای در حد ریاضیات دورهٔ دبیرستان تا کسانی که دکترای فیزیک دارند شامل می‌شود.

اگر پیش‌زمینه قوی در ریاضیات ندارید نگران نباشید

کتاب حاضر پویایی‌شناسی سیستمها را با کمترین قالب ریاضیاتی ارائه می‌دهد. هدف این است که بدون فداکردن دقت بالای روش علمی، ادراک مفهومی و شهودی خود را بهبود بخشید. نیازی نیست که حساب دیفرانسیل و انتگرال یا معادلات دیفرانسیل بدانید تا مطالب را درک کنید. در حقیقت، مفاهیم تنها در قالب متن، نمودار و جبر پایه ارائه شده‌اند. جزئیات و منابع مربوط به ریاضیات برای مطالب پیشرفته‌تر در بخشهای جداگانه و پاورقیها آمده است. ریاضیات در سطح بالاتر، اگرچه مفید است، به اندازه مهارتهای مهم تفکر که در اینجا به آن پرداخته می‌شود، اهمیت ندارد.

اگر پیش‌زمینه قوی در ریاضیات دارید نگران نباشید

مدلهای واقعی و مفید غالباً چنان پیچیده و غیرخطی‌اند که راه‌حلهای تحلیلی شناخته‌شده‌ای برای آنها وجود ندارد، و بسیاری از ابزارهای ریاضی که مطالعه کرده‌اید کاربرد محدودی دارند. این کتاب به شما کمک خواهد کرد که پیش‌زمینه فنی قوی خود را برای توسعه بینش و درک مفهومی پیچیدگیها و پویاییها به کار ببندید. مدل‌سازی رفتار انسان متفاوت از مدل‌سازی سیستمهای فیزیکی در مهندسی و علوم است. نمی‌توانیم مدیران را روی نیمکت آزمایشگاه بنشانیم و آزمایشهای مختلفی را برای تعیین تابع انتقال^۱ یا پاسخ فرکانس^۲ آنها انجام دهیم. ما معتقدیم که همه الکترونها از قوانین یکسان فیزیکی پیروی می‌کنند، اما نمی‌توانیم فرض کنیم که همه افراد یکسان رفتار می‌کنند. در مدل‌سازی سیستمهای بشری لازم است علاوه بر داشتن زمینه قوی در ریاضیات، دانش خود را در روان‌شناسی، تصمیم‌گیری و رفتار سازمانی نیز توسعه دهیم. در نهایت اینکه اگرچه تحلیل ریاضی برای تفکر سیستمی و مدل‌سازی ضروری است، اما کافی نیست. برای اینکه کار شما در جهان واقعی مؤثر باشد باید یاد بگیرید که چگونه مدل‌های رفتار بشری را با در نظر گرفتن تمامی ابهامات، ضیق وقت، شخصیت و سیاست افراد ایجاد کرده و اجرا نمایید. در سراسر کتاب به دنبال آن بوده‌ام تا شرح دهم که چگونه ابزارهای فنی و مفاهیم ریاضی که ممکن است در علوم و مهندسی آموخته باشید می‌تواند در مدل‌سازی دنیای آشفته سیاست‌گذاران به کار گرفته شود.

1. transfer function
2. frequency response

نظریات شما

از نظرها، انتقادات و پیشنهادهای شما استقبال می‌کنم. پیشنهادهایی برای مثالهای بیشتر، مطالعه‌های موردی، نظریه‌ها، مدلها، شبیه‌سازهای پرواز و غیره که موجب مناسب‌تر و مفیدتر شدن کتاب برای شما شود. من تارنما را برای وارد کردن نظر کاربران و مطالب نوبه روز خواهم کرد. نظریات خود را به آدرس الکترونیکی <BusDyn@mit.edu> ارسال کنید.

تقدیر و تشکر

در این کار، از نظرها، انتقادات و تشویقهای بسیاری از همکاران، دانشجویان و دوستان بهره برده‌ام. بی‌نهایت مدیون اولین استادان خود در زمینه پویایی‌شناسی سیستمها، دانا میدوز، دنیس میدوز و جی فارستر هستم برای کمال، سطح بالای معلومات و تعهد دلسوزانه‌ای که داشتند. به‌ویژه مرهون دانشجویان فوق‌العاده مدرسه مدیریت اسلون ام‌آی‌تی هستم. آنها پیوسته از من می‌خواستند که قوانین پویایی‌شناسی سیستمها را مرتبط، مفید و هیجان‌انگیز کنم؛ امیدوارم به اندازه‌ای که من از آنها آموختم از من آموخته باشند. به‌علاوه، از همکارانم در مدرسه اسلون و انجمن پویایی‌شناسی سیستمها در سراسر دنیا تشکر می‌کنم. آنها در فراهم آوردن داده و مثال، بررسی پیش‌نویس کتاب، آزمودن نسخه‌های اولیه در دوره‌های درسی خود و در موارد بی‌شمار دیگری به من کمک کردند. آنها شامل افراد و مؤسسات زیر هستند (اما محدود به آنهايي که در اینجا ذکر شده است نمی‌شوند):

تارک عبدالحمید (مدرسه تحصیلات عالی دریایی)؛ دیوید اندرسون، جرج ریچاردسون (سانی آلبنی)؛ اد اندرسون (دانشگاه تگزاس)؛ کارلوس آریزا، شارون الس، کن کوپر، جیم لاینس، هنک تیلور (شرکت پوق - رابرتس)؛ جرج بکس (شرکت پالسی اسمنت)؛ بنت بکن (مؤسسه تحقیقات دفاعی نروژ)؛ یمن بارلاس (دانشگاه بوغازیجی، استانبول)؛ میکائیل بین (شرکت پاورسیم)؛ اریک بینهوکر، دامون بیر، اندرو دومان، عثمان قانی، موریس گلاکسمن، پال لانگلی، نورمن مارشال (مکینزی اند کمپانی)؛ لورا بلک، جان کارول، ونسا کولل، ارنست دیهل، استیو اپینگر، چارلی فاین، میلا گتمنسکی، پائولو گنکاوزه، ژانت گود ویلکینسون، جیم هینز، نان لوکس، براد موریسون، تیم ناگنت، نلسون ریپینگ، اد رابرتس، اسکات راکارت، جرج راث، اد اسپین، پیتز سنگه (ام‌آی‌تی)؛ آلن و جین بورستین؛ استیو کاوالری (دانشگاه دولتی مرکزی کانکتیکات)؛ جوف کویل (دانشگاه

نظامی علوم رویال، بریتانیا، بازنشسته)؛ برایان دنگرفیلد (دانشگاه سالفورد)؛ پال دیویدسون (دانشگاه برگن)؛ جیم دوایل، مایک رادزیک، خالد سعید (مؤسسه صنعتی ورسستر)؛ باب ابرلین، تام فیدامن، دان گلدنر، دیوید پیترسون، لورا پیترسون (ونتانا سیستمز)؛ دیوید فولی و جودی برک؛ اندی فورد (دانشگاه دولتی واشنگتن)؛ دیوید فورد (دانشگاه ای‌اند‌ام تگزاس)؛ ناتان فارستر (ای‌تی کرنی)؛ ریچ گلدبیچ (شرکت مترو ماشین)؛ کریستین هاکسهولت، هیتز هازارد (مدرسه کسب و کار کپنهاک)؛ جک هومر (هومر کنسالتینگ)؛ جودی هوس (مؤسسه آموزش عالی ارگان)؛ بیل ایساکس (دیالوگوس)؛ سام اسرائیلیت (آرتور اندرسون)؛ نیتین جاگلکار (دانشگاه بوستون مدرسه مدیریت)؛ درو جونز (مؤسسه ساستینیلیتی)؛ کریستین کمپمن، اریک موسکایلد (دانشگاه فنی دانمارک)؛ دانیل کیم، ویرجینیا ویلی (پگاسوس کامیونیکیشنز)؛ کرایگ کرکوود (دانشگاه ملی آریزونا)؛ الیزابت کراهرم کیتینگ (دانشگاه نورث وسترن)؛ دان کلینمونتز (دانشگاه ایلینویز، اربانا چمپین)؛ دیوید کروتر (شرکت جی‌کی‌ای)؛ رابرت لندل (مدرسه کسب و کار داردن، دانشگاه ویرجینیا)؛ دیوید لین (مدرسه اقتصاد لندن)؛ اریک لارسن (دانشگاه سیتی، لندن)؛ وینستون جی‌لدت، وینستون بی‌لدت (شرکت گیم منیو فکچرینگ)؛ رالف لوین (دانشگاه دولتی میشیگان)؛ آنجلا لپینسکی (انجمن یادگیری سازمانی)؛ مارتین گرابمن، فرانک میر، پیتر میلینگ (دانشگاه منهیم، آلمان)؛ علی نقی مشایخی (دانشگاه صنعتی شریف، تهران)؛ ناتانیل مس (جن کورپ)؛ پال مونوس (بی‌پی/آموکو)، جان مورکرافت، آن‌ون آکر، کیم وارن (مدرسه کسب و کار لندن)؛ ارلین ماگزنس (مدرسه اقتصاد و مدیریت کسب و کار نروژ)؛ روجلیو اولیویا (مدرسه کسب و کار هاروارد)؛ مارک پایچ (دانشگاه کلورادو)؛ استیو پیترسون، باری ریچموند (های پرفرمنس سیستمز)؛ گرگ پیچ (کامپک کامپیوتر)؛ نیک پودار (جنرال موتورز)؛ جک پوق، جولیا پوق، رابرت اسپنسر (انجمن پویایی‌شناسی سیستمها)؛ جورگن راندرز (ورلد واید لایف فاند اینترنشنال)؛ نانسی رابرتس (دانشگاه لسلی)؛ جنی رادولف (دانشگاه بوستون)؛ جرج رافت-لاتر (استرتجوس)؛ انجالی سستری، مارشال ون‌الستاین (دانشگاه میشیگان)؛ باب استرنز؛ سوزان استرنز؛ جیم تامپسون (گلوبال پراسپکتوس، ال‌ال‌سی)؛ جان ویر (دانشگاه سوترن مین)؛ لایل والیس (شرکت دسیسیو)؛ جیم واترز (واتر بیزنس سیستمز)؛ جیسون ویتنبرگ (دانشگاه هاروارد)؛ اریک ولستنهوم (مدرسه کسب و کار لیدز، بریتانیا)؛ پاول زامودیو رامیرز (شرکت مونیتور)؛ مدرسه کسب و کار کپنهاک، شبکه بین‌المللی مراکز اطلاعاتی منبع (بالاتن گروپ)؛ مکینزی اند

کمپانی، مدرسه مدیریت نروژ، شرکت پوق-رابرتس، انجمن یادگیری سازمانی، دانشگاه فنی دانمارک و البته مدرسه مدیریت اسلون ام‌آی‌تی.

از های پرفرنس سیستمز، پاورسیم، اس‌ای و ونتانا سیستمز - و افراد توانمند آنها - برای تهیه نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و ساخت مدلها برای لوح فشرده و تارنما تشکر می‌کنم.

شایسته است از گروه ایروین/مک‌گرو - هیل به ویژه اسکات ایزنبرگ، کارول رز، جف شلستاد و گلدیز ترو به خاطر جدیت، بُردباری و کمکهایشان در ویرایش نام ببرم.

کارا باربر و کالی دانوون از لحاظ اداری پشتیبانی زیادی کردند. کتی سولیوان در تحقیقات کتابخانه‌ای، گردآوری داده، تغییرات ویرایشی و نمودارها فراتر از وظایف خود عمل کرد.

بالاخره، علاقه و حمایت خانواده‌ام در این کار دائمی و ضروری بوده است.

سیندی، دیوید و سارا از شما متشکرم.