

پویایی‌شناسی کسب و کار

تفکر سیستمی و مدل‌سازی برای جهانی پیچیده

(جلد اول)

جان د. استرمن

ترجمه

کوروش برارپور

پریسا موسوی اهرنجانی

بنفشه بهزاد

مرضیه امامی

لاله رضایی‌عدل

حسن فغانی

با مقدمه

دکتر علینقی مشایخی

تهران

۱۳۸۸



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

Sterman, John D.

سرشناسه: استرمن، جان د.

عنوان و نام پدیدآور: پویایی‌شناسی کسب و کار (جلد اول): تفکر سیستمی و مدل‌سازی برای جهانی پیچیده / جان د. استرمن؛ ترجمه کوروش برارپور... [و دیگران]؛ با مقدمه دکتر علی‌نقی مشایخی.

مشخصات نشر: تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی، ۱۳۸۸.

مشخصات ظاهری: ۷۸۸ ص: ۱۷×۲۴ س. م.

فروست: «سمت»؛ ۱۳۲۵. مدیریت: ۹۷.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۳۰-۴۱۸-۶ ۸۲۵۰۰ ریال.

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: ترجمه کوروش برارپور، پریسا موسوی اهرنجانی، بنفشه بهزاد، مرضیه امامی، لاله رضایی‌عدل، حسن فغانی.

یادداشت: عنوان اصلی: Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World, c2000.

موضوع: مدیریت صنعتی

موضوع: نظامهای اطلاعاتی مدیریت

موضوع: نظریه سیستمها

شناسه افزوده: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۹۳ پ ۴۶ الف / ۳۰/۲ HD

رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۰۳۸۰۱۱

شماره کتابشناسی ملی: ۱۹۷۶۳۷۲

سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی



Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World; John D. Sterman; Boston: McGraw-Hill, 2000.

پویایی‌شناسی کسب و کار (جلد اول): تفکر سیستمی و مدل‌سازی برای جهانی پیچیده
ترجمه کوروش برارپور، پریسا موسوی اهرنجانی، بنفشه بهزاد، مرضیه امامی، لاله رضایی‌عدل، حسن فغانی
با مقدمه دکتر علی‌نقی مشایخی (استاد دانشگاه صنعتی شریف)

چاپ اول: زمستان ۱۳۸۸

تعداد: ۱۰۰۰

حروفچینی و لیتوگرافی: «سمت»

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

قیمت: ۸۲۵۰۰ ریال. در این نوبت چاپ قیمت مذکور ثابت است و فروشنندگان و عوامل توزیع مجاز به تغییر آن نیستند.

نشانی ساختمان مرکزی: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، غرب پل یادگار امام (ره)، روبه‌روی پمپ گاز، کدپستی ۱۴۶۳۶، تلفن ۰۲-۴۴۲۴۶۲۵۰.

www.samt.ac.ir

info@samt.ac.ir

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و جز اینها برای «سمت» محفوظ است (نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است).

سخن «سمت»

یکی از اهداف مهم انقلاب فرهنگی، ایجاد دگرگونی اساسی در دروس علوم انسانی دانشگاهها بوده است و این امر، مستلزم بازنگری منابع درسی موجود و تدوین منابع مبنایی و علمی معتبر و مستند با در نظر گرفتن دیدگاه اسلامی در مبنای و مسائل این علوم است.

ستاد انقلاب فرهنگی در این زمینه گامهایی برداشته بود، اما اهمیت موضوع اقتضا می کرد که سازمانی مخصوص این کار تأسیس شود و شورای عالی انقلاب فرهنگی در تاریخ ۶۳/۱۲/۷ تأسیس «سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها» را که به اختصار «سمت» نامیده می شود، تصویب کرد.

بنابراین، هدف سازمان این است که با استمداد از عنایت خداوند و همت و همکاری دانشمندان و استادان متعهد و دلسوز، به مطالعات و تحقیقات لازم بپردازد و در هر کدام از رشته های علوم انسانی به تألیف و ترجمه منابع درسی اصلی، فرعی و جنبی اقدام کند.

دشواری چنین کاری بر دانشمندان و صاحب نظران پوشیده نیست و به همین جهت مرحله کمال مطلوب آن، باید به تدریج و پس از انتقادهای یادآوریهای پایی ارباب نظر به دست آید و انتظار دارد که این بزرگواران از این همکاری دریغ نورزند.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته مدیریت و مهندسی صنایع در مقطع کارشناسی به عنوان منبع اصلی دروس «تجزیه و تحلیل سیستمها، سیستمهای پویا، پویاییهای صنعتی و پویایی شناسی کسب و کار» هر کدام به ارزش ۳ واحد ترجمه شده و مقاطع بالاتر نیز می توانند از آن استفاده کنند. امید است که علاوه بر جامعه دانشگاهی، کلیه اعضای هیئت علمی دانشگاهها، مدیران سازمانها، کارشناسان سازمانها و مشاوران سازمانها و دیگر فعالان حوزه نظریه سیستمها نیز از آن بهره مند شوند.

از استادان و صاحب نظران ارجمند تقاضا می شود با همکاری، راهنمایی و پیشنهادهای اصلاحی خود، این سازمان را در جهت اصلاح کتاب حاضر و تدوین دیگر آثار مورد نیاز جامعه دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران یاری دهند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
پانزده	دغدغه مترجم
۱	مقدمه
۶	درباره مؤلف
۷	پیشگفتار
	بخش اول: دورنما و فرایند
۱۷	فصل اول: یادگیری در درون و درباره سیستمهای پیچیده
۱۷	۱-۱ مقدمه
۲۰	۱-۱-۱ مقاومت در برابر سیاست: ...
۲۷	۱-۱-۲ علل مقاومت در برابر سیاست
۳۰	۱-۱-۳ بازخورد
۳۳	۱-۱-۴ نکته عملی: معنای بازخورد
۳۴	۱-۲ یادگیری فرایندی است بازخوردی
۴۲	۱-۳ موانع یادگیری
۴۳	۱-۳-۱ پیچیدگی پویا
۴۸	۱-۳-۲ اطلاعات محدود
۵۲	۱-۳-۳ متغیرهای سردرگم کننده و وجود ابهامات
۵۳	۱-۳-۴ عقلانیت محدود و درک نادرست از بازخورد
۵۶	۱-۳-۵ نقشه های شناختی ناقص
۵۸	۱-۳-۶ استنباطهای نادرست درباره پویایی
۵۹	۱-۳-۷ استدلال غیر علمی: خطاها و تعصبات قضاوتی
۶۳	۱-۳-۸ عاداتهای تدافعی و موانع بین فردی در یادگیری
۶۵	۱-۳-۹ شکست در اجرا

۶۶	۱-۴ نیازمندیهای یادگیری موفق در سیستمهای پیچیده
۶۶	۱-۴-۱ بهبود فرایند یادگیری: مزایای دنیای مجازی
۶۹	۱-۴-۲ دامهای دنیاهای مجازی
۷۲	۱-۴-۳ چرا شبیه سازی ضروری است؟
۷۵	۱-۵ خلاصه
۷۷	فصل دوم: پویایی شناسی سیستمها در عمل
۷۸	۲-۱ کاربردهای پویایی شناسی سیستمها
۷۹	۲-۲ استراتژی لیزینگ خودرو: امروز می روند، فردا برمی گردند
۸۴	۲-۲-۱ فرضیه پویا
۹۰	۲-۲-۲ حرفه ای کردن مدل
۹۳	۲-۲-۳ تجزیه و تحلیل سیاست
۹۸	۲-۲-۴ آثار و نتایج
۱۰۱	۲-۳ به موقع و طبق بودجه: پویاییهای مدیریت پروژه
۱۰۳	۲-۳-۱ مطالبه خسارت
۱۰۴	۲-۳-۲ ایجاد مدل اولیه
۱۰۵	۲-۳-۳ فرضیه پویا
۱۱۰	۲-۳-۴ فرایند مدل سازی
۱۱۵	۲-۳-۵ اثر دائمی
۱۱۸	۲-۴ اجرای بازی تعمیر و نگهداری
۱۲۰	۲-۴-۱ فرضیه پویا
۱۲۹	۲-۴-۲ چالش اجرا
۱۳۲	۲-۴-۳ نتایج
۱۳۴	۲-۴-۴ انتقال یادگیری: تجربه لیما
۱۳۸	۲-۵ خلاصه: اصول استفاده موفق از پویایی شناسی سیستمها
۱۴۱	فصل سوم: فرایند مدل سازی
۱۴۲	۳-۱ هدف مدل سازی: مدیران به عنوان طراحان سازمان
۱۴۳	۳-۲ مشتری و مدل ساز
۱۴۴	۳-۳ گامهای فرایند مدل سازی
۱۴۷	۳-۴ مدل سازی فرایندی است تکراری

۱۴۹	۳-۵ مطالعه کلی فرایند مدل سازی
۱۴۹	۳-۵-۱ چارچوب بندی مسئله: اهمیت هدف
۱۵۸	۳-۵-۲ فرموله کردن فرضیه پویا
۱۷۰	۳-۵-۳ فرموله کردن یک مدل شبیه سازی
۱۷۰	۳-۵-۴ آزمون
۱۷۱	۳-۵-۵ طراحی و ارزیابی سیاست
۱۷۲	۳-۶ خلاصه
۱۷۴	فصل چهارم: ساختار و رفتار سیستمهای پویا
۱۷۵	۴-۱ شکلهای پایه رفتارهای پویا
۱۷۵	۴-۱-۱ رشد نمایی
۱۸۰	۴-۱-۲ هدف جو
۱۸۴	۴-۱-۳ نوسان
۱۸۸	۴-۱-۴ نکته عملی
۱۹۰	۴-۲ تعاملات بین رفتارهای پایه
۱۹۰	۴-۲-۱ رشد S شکل
۱۹۴	۴-۲-۲ رشد S شکل همراه با جهش
۱۹۶	۴-۲-۳ جهش و نزول
۲۰۲	۴-۳ دیگر شکلهای رفتاری
۲۰۲	۴-۳-۱ حالت ایستا یا تعادل
۲۰۳	۴-۳-۲ تصادفی بودن
۲۰۴	۴-۳-۳ آشوب
۲۱۱	۴-۴ خلاصه
	بخش دوم: ابزارهای تفکر سیستمی
۲۱۵	فصل پنجم: نمودارهای علی-حلقوی
۲۱۵	۵-۱ نماد گذاری نمودار علی
۲۲۱	۵-۲ رهنمودهایی در رابطه با نمودارهای علی
۲۲۱	۵-۲-۱ علیت در برابر همبستگی
۲۲۳	۵-۲-۲ علامت گذاری قطبیت روابط

۲۲۵	۵-۲-۳ تعیین قطبیت حلقه‌ها
۲۳۱	۵-۲-۴ حلقه‌های خود را نام‌گذاری کنید
۲۳۳	۵-۲-۵ تأخیرهای مهم را روی روابط علی نمایش دهید
۲۳۷	۵-۲-۶ نام متغیرها
۲۳۹	۵-۲-۷ نکاتی در مورد چیدمان نمودارهای علی - حلقوی
۲۳۹	۵-۲-۸ مناسب‌ترین سطح جزئیات را انتخاب کنید
۲۴۰	۵-۲-۹ تمامی حلقه‌ها را در یک نمودار بزرگ جا ندهید
۲۴۱	۵-۲-۱۰ اهداف حلقه‌های منفی را به طور صریح مشخص کنید
۲۴۳	۵-۲-۱۱ بین شرایط واقعی و پنداری تفاوت قائل شوید
۲۴۴	۵-۳ نکته عملی: توسعه نمودارهای علی از داده‌های به‌دست آمده از مصاحبه
۲۴۸	۵-۴ مطالعه موردی مفهوم‌سازی: مدیریت برنامه کاری
۲۴۸	۵-۴-۱ تعریف مسئله
۲۴۹	۵-۴-۲ تعیین متغیرهای کلیدی
۲۴۹	۵-۴-۳ توسعه رفتار مرجع
۲۵۳	۵-۴-۴ توسعه نمودارهای علی
۲۵۸	۵-۴-۵ محدودیتهای نمودارهای علی
۲۶۱	۵-۵ دست نامرئی آدام اسمیت و ساختار بازخوردی بازارها
۲۶۹	۵-۵-۱ شکست بازار، انتخاب نامطلوب و مارپیچ مرگ
۲۷۴	۵-۶ تشریح مقاومت در برابر سیاست: تراکم ترافیک
۲۷۶	۵-۶-۱ مدل‌های ذهنی برای مسئله ترافیک
۲۷۸	۵-۶-۲ بازخورد جبرانی: واکنش به کاهش تراکم ترافیک
۲۸۴	۵-۶-۳ مارپیچ مرگ وسایل حمل‌ونقل عمومی
۲۸۸	۵-۶-۴ تحلیل سیاست: تأثیر فناوری
۲۹۰	۵-۶-۵ بازخورد جبرانی: منبع مقاومت در برابر سیاست
۲۹۱	۵-۷ خلاصه
۲۹۲	فصل ششم: متغیرهای حالت و جریان
۲۹۲	۶-۱ متغیرهای حالت و جریان و انباشتگی
۲۹۴	۶-۱-۱ نمادگذاری در ترسیم متغیرهای حالت و جریان
۲۹۴	۶-۱-۲ نمایش ریاضی متغیرهای حالت و جریان

۲۹۷	۶-۱-۳ نقش متغیرهای حالت در ایجاد پویاییها
۳۰۱	۶-۲ شناسایی متغیرهای حالت و جریان
۳۰۳	۶-۲-۱ واحدهای اندازه گیری در شبکه های حالت و جریان
۳۰۴	۶-۲-۲ آزمون تصویر لحظه ای
۳۰۷	۶-۲-۳ بقای مواد در شبکه های حالت و جریان
۳۰۹	۶-۲-۴ سیستمهای مبتنی بر متغیرهای حالت
۳۱۱	۶-۲-۵ متغیرهای کمکی
۳۱۳	۶-۲-۶ متغیرهای حالت تنها از طریق جریانهایشان تغییر می کنند
۳۱۶	۶-۲-۷ زمان پیوسته و جریانهای لحظه ای
۳۱۷	۶-۲-۸ جریانهای پیوسته قابل تقسیم در مقابل جریانهای گسته
۳۱۹	۶-۲-۹ از چه رویکرد مدل سازی باید استفاده کرد؟
۳۱۹	۶-۲-۱۰ نکته عملی: نمایش متغیرهای حالت و جریان در عمل
۳۲۲	۶-۳ رسم نمودارهای حالت و جریان
۳۲۲	۶-۳-۱ نمودارهای علی چه زمانی ساختار حالت و جریان را باید نشان دهند؟
۳۲۶	۶-۳-۲ سطح ادغام (میزان کلیات و جزئیات) در نمودارهای حالت و جریان
۳۳۱	۶-۳-۳ راهنماییهای در رابطه با سطح ادغام
۳۳۳	۶-۳-۴ پویایی شناسی سیستمها در عمل: مدل سازی پروژه های بزرگ ساخت و ساز
۳۳۸	۶-۳-۵ تعیین مرز مدل: «چالش ابرها»
۳۴۳	۶-۳-۶ پویایی شناسی سیستمها در عمل: بازیافت خودرو
۳۴۹	۶-۴ خلاصه
۳۵۱	فصل هفتم: پویاییهای متغیرهای حالت و جریان
۳۵۲	۷-۱ رابطه میان متغیرهای حالت و جریان
۳۵۲	۷-۱-۱ تعادل ایستا و پویا
۳۵۳	۷-۱-۲ حساب دیفرانسیل و انتگرال بدون استفاده از ریاضیات
۳۵۷	۷-۱-۳ انتگرال گیری ترسیمی
۳۶۴	۷-۱-۴ مشتق گیری ترسیمی
۳۶۷	۷-۲ پویایی شناسی سیستمها در عمل: گرمایش سراسری زمین
۳۸۱	۷-۳ پویایی شناسی سیستمها در عمل: مبارزه با مواد مخدر
۳۹۵	۷-۳-۱ همه گیری کوکائین پس از سال ۱۹۹۰
۴۰۲	۷-۴ خلاصه

فصل هشتم: بستن حلقه: پویاییهای ساختارهای ساده

۴۰۳	۸-۱ سیستمهای درجه اول
۴۰۴	۸-۲ بازخورد مثبت و رشد نمایی
۴۰۵	۸-۲-۱ راه حل تحلیلی برای سیستم درجه اول خطی
۴۰۷	۸-۲-۲ راه حل ترسیمی سیستم بازخوردی مثبت درجه اول خطی
۴۰۷	۸-۲-۳ قدرت بازخورد مثبت: زمانهای دو برابر شدن
۴۱۰	۸-۲-۴ درک نادرست از رشد نمایی
۴۱۲	۸-۲-۵ نکته عملی: غلبه کردن بر اطمینان بیش از حد
۴۱۵	۸-۳ بازخورد منفی و تنزل نمایی
۴۱۸	۸-۳-۱ ثابتهای زمانی و نیمه عمرها
۴۲۵	۸-۴ سیستمهای چند حلقه‌ای
۴۲۹	۸-۵ سیستمهای غیر خطی درجه اول: رشد S شکل
۴۳۳	۸-۵-۱ تعریف قراردادی غلبه حلقه
۴۳۹	۸-۵-۲ سیستمهای درجه اول نمی‌توانند نوسان کنند
۴۴۰	۸-۶ خلاصه
۴۴۱	

بخش سوم: پویاییهای رشد

فصل نهم: رشد S شکل: همه گیرها، انتشار نوآوری و رشد محصولات جدید

۴۴۵	۹-۱ مدل سازی رشد S شکل
۴۴۶	۹-۱-۱ رشد لجستیک
۴۴۶	۹-۱-۲ راه حل تحلیلی معادله لجستیک
۴۴۹	۹-۱-۳ دیگر مدلهای رایج رشد
۴۵۰	۹-۱-۴ آزمون مدل لجستیک
۴۵۲	۹-۲ پویایی شناسی بیماریها: مدل سازی همه گیرها
۴۵۲	۹-۲-۱ مدل ساده یک بیماری واگیردار
۴۵۴	۹-۲-۲ مدل سازی بیماریهای حاد: مدل SIR
۴۵۶	۹-۲-۳ رفتار مدل: نقطه رأسی
۴۵۹	۹-۲-۴ ایمن سازی و ریشه کتی آبله
۴۶۵	۹-۲-۵ ایمنی عمومی
۴۶۹	۹-۲-۶ عبور از نقطه رأسی: بیماری جنون گاوی
۴۷۳	

۴۸۰	۹۲-۷ مدل سازی همه گیری اچ آی وی / ایدز
۴۸۸	۹۳-۱ انتشار نوآوری به مثابه سرایت: مدل سازی ایده های نو و محصولات جدید
۴۹۱	۹۳-۱ مدل لجستیک انتشار نوآوری: مثالها
۴۹۷	۹۳-۲ نکته عملی: برازش گذشته و اعتبار مدل
۵۰۲	۹۳-۳ مدل انتشار باس
۵۰۵	۹۳-۴ رفتار مدل باس
۵۱۳	۹۳-۵ هوس و مد: مدل سازی ترک نوآوری
۵۱۷	۹۳-۶ خریدهای جایگزینی
۵۲۴	۹۴ خلاصه
۵۲۶	فصل دهم: وابستگی به مسیر و بازخورد مثبت
۵۲۶	۱۰-۱ وابستگی به مسیر
۵۳۳	۱۰-۲ یک مدل ساده از وابستگی به مسیر: فرایند پولیا
۵۳۷	۱۰-۲-۱ تعمیم مدل: فرایندهای غیر خطی پولیا
۵۴۰	۱۰-۳ وابستگی به مسیر در اقتصاد: وی اچ اس در مقابل بناماکس
۵۴۸	۱۰-۴ بازخورد مثبت: موتور رشد شرکت
۵۴۸	۱۰-۴-۱ آگاهی از محصول
۵۵۲	۱۰-۴-۲ هزینه های توسعه واحد
۵۵۴	۱۰-۴-۳ قیمت و هزینه تولید
۵۵۶	۱۰-۴-۴ پیامدهای شبکه و کالاهای مکمل
۵۵۸	۱۰-۴-۵ تمایز محصولات
۵۶۰	۱۰-۴-۶ توسعه محصول جدید
۵۶۲	۱۰-۴-۷ قدرت بازار
۵۶۴	۱۰-۴-۸ ادغامها و مالکیتها
۵۶۶	۱۰-۴-۹ کیفیت و وظیفه شناسی نیروی کار
۵۶۹	۱۰-۴-۱۰ هزینه سرمایه
۵۷۱	۱۰-۴-۱۱ قواعد بازی
۵۷۲	۱۰-۴-۱۲ جاه طلبیها و آرزوها
۵۷۴	۱۰-۴-۱۳ ایجاد هم افزایی برای رشد شرکت
۵۸۰	۱۰-۵ بازخورد مثبت، بهره های فزاینده، و رشد اقتصادی

۵۸۲	۱۰-۶ آیا اقتصاد در فناوریهای با درجه پایین تر قفل می شود؟
۵۸۵	۱۰-۷ محدودیتهای قفل شدگی
۵۸۹	۱۰-۸ مدل سازی وابستگی به مسیر و شکل گیری استانداردها
۵۹۰	۱۰-۸-۱ ساختار مدل
۵۹۶	۱۰-۸-۲ رفتار مدل
۶۰۴	۱۰-۸-۳ کاربرد سیاست اتخاذی در عمل
۶۰۹	۱۰-۹ خلاصه

بخش چهارم: ابزارهایی برای مدل سازی سیستمهای پویا

۶۱۳	فصل یازدهم: تأخیرها
۶۱۴	۱۱-۱ تأخیرها: مقدمه
۶۱۵	۱۱-۱-۱ تعریف تأخیرها
۶۱۷	۱۱-۲ تأخیرهای مواد: ساختار و رفتار
۶۱۸	۱۱-۲-۱ طول میانگین زمان تأخیر چقدر است؟
۶۱۹	۱۱-۲-۲ توزیع خروجی حول میانگین زمان تأخیر چیست؟
۶۲۲	۱۱-۲-۳ تأخیر خط لوله ای
۶۲۴	۱۱-۲-۴ تأخیر مواد درجه اول
۶۲۶	۱۱-۲-۵ تأخیرهای مواد با درجات بالاتر
۶۳۳	۱۱-۲-۶ موجودی تأخیر چقدر است؟ قانون لیتل
۶۴۱	۱۱-۳ تأخیرهای اطلاعاتی: ساختار و رفتار
۶۴۱	۱۱-۳-۱ مدل سازی ادراکها: انتظارات تطبیقی و هموارسازی نمایی
۶۴۸	۱۱-۳-۲ تأخیرهای اطلاعاتی با درجه های بالاتر
۶۵۱	۱۱-۴ پاسخ به زمانهای تأخیر متغیر
۶۵۴	۱۱-۴-۱ زمانهای تطبیق غیر خطی: مدل سازی تأثیرات چرخ دنده ای
۶۵۶	۱۱-۵ تخمین مدت و توزیع تأخیرها
۶۵۶	۱۱-۵-۱ تخمین تأخیرها در هنگام در دسترس بودن داده های عددی
۶۶۹	۱۱-۵-۲ برآورد تأخیرها هنگام در دسترس نبودن داده های عددی
۶۷۴	۱۱-۵-۳ نکته عملی: از خط تولید بازدید داشته باشید
۶۷۵	۱۱-۶ پویایی شناسی سیستم در عمل: پیش بینی تقاضا برای نیمه هادیها

۶۹۵	۱۱-۷ ریاضیات تأخیرها: تأخیرهای کوپک و توزیعهای ارلنگ
۶۹۵	۱۱-۷-۱ معادلات عمومی تأخیرها
۶۹۷	۱۱-۷-۲ تأخیر درجه اول
۶۹۹	۱۱-۷-۳ تأخیرهای با درجات بالاتر
۷۰۱	۱۱-۷-۴ ارتباط بین تأخیرهای مواد و اطلاعاتی
۷۰۱	۱۱-۸ خلاصه
۷۰۳	فصل دوازدهم: جریانهای همزاد و زنجیره سنی
۷۰۴	۱۲-۱ زنجیره سنی
۷۰۵	۱۲-۱-۱ ساختار کلی زنجیره سنی
۷۰۸	۱۲-۱-۲ مثال: جمعیت و زیرساخت در پویایی‌شناسی شهری
۷۱۱	۱۲-۱-۳ مثال: هرم جمعیت و گذار جمعیتی
۷۱۸	۱۲-۱-۴ زنجیره‌های سنی و اینرسی جمعیت
۷۲۰	۱۲-۱-۵ پویایی‌شناسی سیستم در عمل: جمعیت جهان و توسعه اقتصادی
۷۲۷	۱۲-۱-۶ مطالعه موردی: رشد و ساختار سنی در سازمانها
۷۳۴	۱۲-۱-۷ زنجیره‌های ارتقا و منحنی یادگیری
۷۳۹	۱۲-۱-۸ هدایت و آموزش ضمن خدمت
۷۴۴	۱۲-۲ جریانهای همزاد: مدل‌سازی مشخصه‌های یک موجودی
۷۵۵	۱۲-۲-۱ جریانهای همزاد با جریانهای بدون بقا
۷۶۱	۱۲-۲-۲ یکپارچه‌سازی جریان همزاد و زنجیره سنی
۷۶۴	۱۲-۳ خلاصه
۷۶۶	واژه‌نامه

دغدغه مترجم

برگردان کتاب پویایی‌شناسی کسب و کار به زبان شیوای پارسی محصول کاری تیمی است. ایده ترجمه این کتاب از زمانی شکل گرفت که پروفسور علی‌نقی مشایخی، استاد محترم دانشگاه صنعتی شریف در کلاسهای درس «دینامیکهای سیستم و سازمانهای یادگیرنده» از دانشجویان خود می‌پرسیدند: «چگونه می‌توان تفکر سیستمی را در سازمانهای ایران رواج داد؟». البته یافته‌های علمی نشان می‌دادند که ترجمه، تألیف و انتشار کتابها و مقالاتی در این زمینه و قرار گرفتن آنها در اختیار مدیران، مشاوران و کارشناسان سازمانها و همچنین اساتید و دانشجویان دانشگاههای کشور و تشویق آنها به استفاده از ابزارهای یادگیری موجود در این زمینه چون: مدل‌سازی سیستمی و شبیه‌سازی ریاضی، یکی از راههای رواج تفکر سیستمی است.

به دنبال طرح دغدغه یاد شده، کوشیده شد تا اقدامات عملی لازم نیز در این زمینه صورت گیرد. بنابراین پس از اعلان فراخوان عمومی در دانشگاه صنعتی شریف از بین دانشجویانی که درس «دینامیکهای سیستم» را با بهترین نمره گذرانده بودند و درک عمیقی از مفاهیم مرتبط با این مبحث داشتند و در زبان انگلیسی نیز سرآمد بودند، بهترینها انتخاب و تیم ترجمه شکل گرفت.

کار برگردان کتاب از بهمن‌ماه ۱۳۸۳ آغاز و در شهریورماه ۱۳۸۵ پایان پذیرفت. فرایند ارزیابی، تدوین و چاپ جلد اول آن توسط «سمت» در زمستان ۱۳۸۸ به اتمام رسید. جلد دوم این کتاب دربرگیرنده فصلهای سیزدهم به بعد است و دانشجویان و دیگر خوانندگان محترم می‌توانند در آینده نزدیک آن را دریافت نمایند.

دور از انصاف است اگر از تلاشهای صادقانه مدیران و کارشناسان سازمان «سمت» غافل شویم. خانم دکتر ابوالحسنی در شناساندن پدیدآورندگان جوان کتاب به دست‌اندرکاران، زحمات قابل تقدیری را متحمل شدند. آقایان دکتر سعیدی و عسگری، خانمها دکتر کمایی‌فرد، هاشمی و صادق‌یان پیگیرها و زحمات شبانه‌روزی را برای

آماده‌سازی و چاپ کتاب متقبل شدند. خانمها عابدینی و جابر ویراستاران حرفه‌ای «سمت» نیز با انتقال تجربیات ارزشمند خود به مترجمان، بار یادگیری گرانی را برای ایشان به ارمغان آورده‌اند. آقای دکتر زنگنه‌پور طرح روی جلد کتاب را طراحی کرده است. جناب آقای دکتر احمدی رئیس «سمت» هم برای سرعت بخشیدن به فرایند چاپ و انتشار کتاب عنایت ویژه‌ای به این مجموعه داشته است. پروفیسور مشایخی مقدمه ترجمه پارسی کتاب را به نگارش درآورده و مشوق و راهنمای تیم ترجمه بوده است؛ و پروفیسور جان استرمن مؤلف کتاب نیز به‌رغم مشغله زیاد، گاهی به نامه‌های الکترونیک اعضای تیم ترجمه پاسخ می‌داده است. از همه این عزیزان و همه کسانی که این مختصر یاری نکرد تا این مجموعه به نامشان مزین شود صمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود؛ و از همکاران خوبم در تیم ترجمه بسیار سپاسگزارم که با ارائه بهنگام کارهای باکیفیت خود، در طول فرایند ترجمه کتاب مشارکت مؤثری داشته‌اند.

کوروش برارپور

مترجم و سرپرست تیم ترجمه

آذر ۱۳۸۸

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. به‌طور 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 برداشتهای 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^۱، 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 رفتارها و 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 دست‌رسان 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 تصمیم‌گیرها 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 کسب‌وکار 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 واقعتهای 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 کسب‌وکار و کنترل و بهبود رفتار بنگاه‌های کسب‌وکار 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 کسب‌وکار 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 اسلون^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 دبلیو. 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 اسلون 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 زیست محیطی مدیران و سیاست گذاران را مجبور می کند که با سرعت فزاینده ای بیاموزند، درحالی که در همان زمان پیچیدگی سیستمهایی که در آنها زندگی می کنیم رو به افزایش است. بسیاری از مسائل و مشکلاتی که امروزه با آنها روبه رو می شویم آثار جانبی پیش بینی نشده اقدامات خودمان در گذشته است. بسیاری از مواقع، سیاستهایی که برای حل مسائل مهم به کار می بندیم شکست می خورند، مسئله را وخیم تر می کنند، یا حتی مشکلات جدیدی پدید می آورند.

برای تصمیم گیری 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 مدل سازی را با استفاده از روش پویایی شناسی سیستمها برای تحلیل سیاست و استراتژی با تمرکز بر کاربردهای آن در کسب و کار و سیاست عمومی به شما معرفی می کند. پویایی شناسی سیستمها دیدگاه و مجموعه ای از ابزارهای مفهومی است که به ما توانایی درک ساختار و پویایی سیستمهای پیچیده را می دهد. پویایی شناسی سیستمها همچنین روش مدل سازی دقیقی است که ما را قادر می سازد سیستمهای پیچیده را به صورت رایانهای و ساختاریافته شبیه سازی کنیم و با استفاده از آنها، سیاستها و سازمانهای مؤثرتری طراحی کنیم. در مجموع، این ابزارها به ما امکان ایجاد شبیه سازهای پرواز در مدیریت را می دهند - دنیاهای بسیار کوچکی که می توان فضا و زمان را در آنها در هم فشرد و سرعتشان را کند کرد به طوری که بتوان اثرهای جانبی بلندمدت تصمیم گیریه را آزمود، یادگیری را سرعت بخشید، سیستمهای پیچیده را درک کرد و ساختارها و استراتژیهای برای موفقیت بیشتر طراحی کرد.

رشته پویایی شناسی سیستمها روزه روز 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 کسب‌وکار 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 بیش استفاده مؤثر از این ابزارها در میان مدیران و سازمانها به سرعت در حال توسعه‌اند.

ویژگیها و محتوا

متون دانشگاهی و سطوح بالاتر، به‌ویژه آنهایی که بر کسب‌وکار 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 کسب‌وکار،
 - اندیشه‌های قضائیتی،
 - کاربرد و قابلیت اطمینان پیش‌بینیها،
 - طراحی زنجیره‌های تأمین در شرکتها و 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 بازمهندسی 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 عبارتند 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 Powersim و Vensim 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 مدون 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 فدا کردن 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 می‌توانند در مدل‌سازی دنیای آشفته سیاست‌گذاران به کار گرفته شود.

1. transfer function

2. frequency response

نظرات 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. نظرات 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 آلپانی)؛ اد اندرسون (دانشگاه نگزاس)؛ کارلوس آریزا، شارون الس، کن کوپر، جیم لاینس، هنگ تیلور (شرکت پوق-رابرتس)؛ جرج بکس (شرکت پالسی اسمنت)؛ بنت بکن (مؤسسه تحقیقات دفاعی نروژ)؛ یمن بارلاس (دانشگاه بوغازیچی، 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 گمنسکی، پائولو گنکاویز، ژانت گود ویلکینسون، جیم هیز، نان لوکس، براد موریسون، تیم ناگنت، نلسون ریپینگ، اد رابرتس، اسکات راکارت، جرج راث، اد اسچین، 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 دوئل، 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 فارسر (ای‌تی کرنی)؛ ریچ گلدبیچ (شرکت مترو ماشین)؛ کریستین هاکسهولت، هیت هازارد (مدرسه کسب و کار کپنهاک)؛ جک هومر (هومر کنسالتینگ)؛ جودی هوس (مؤسسه آموزش عالی ارگان)؛ بیل ایساکس (دیالوگوس)؛ سام اسرائیل (آرتور اندرسون)؛ نیتین جاگلکار (دانشگاه بوستون مدرسه مدیریت)؛ درو جونز (مؤسسه ساستینیلیتی)؛ کریستین کمپن، اریک موسکالید (دانشگاه فنی دانمارک)؛ دانیل کیم، ویرجینیا ویلی (پگاسوس کامیونیکیشنز)؛ کرایگ کرکوود (دانشگاه ملی آریزونا)؛ الیزابت کراهرم کیتینگ (دانشگاه نورث وسترن)؛ دان کلیمونتر (دانشگاه ایلینویز، اربانا چمپین)؛ دیوید کروتزر (شرکت جی‌کی‌ای)؛ رابرت لندل (مدرسه کسب و کار داردن، دانشگاه ویرجینیا)؛ دیوید لین (مدرسه اقتصاد لندن)؛ اریک لارسن (دانشگاه سیتی، لندن)؛ وینستون جی لدت، وینستون بی لدت (شرکت گیم نیوفکچرینگ)؛ رالف لوین (دانشگاه دولتی میشیگان)؛ آنجلا لیبینسکی (انجمن یادگیری سازمانی)؛ مارتین گرابمن، فرانک میر، پتر میلینگ (دانشگاه منهیم، آلمان)؛ علی نقی مشایخی (دانشگاه صنعتی شریف، تهران)؛ ناتانیل مس (جن کورپ)؛ پال مونوس (بی‌پی/آموکو)، جان مورکرافت، آن ون 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 بودار (جنرال موتورز)؛ جک پوق، جولیا پوق، رابرتا اسپنسر (انجمن پویایی‌شناسی سیستمها)؛ جورگن راندرز (ورلد وایدلایف فاند اینترنشنال)؛ نانس رابرتس (دانشگاه لسلی)؛ جنی رادولف (دانشگاه بوستون)؛ جرج رافت-لاتر (استرتجوس)؛ انجالی سستری، مارشال ون الستاین (دانشگاه میشیگان)؛ باب استرنز؛ سوزان استرن؛ جیم تامپسون (گلوبال پراسپکتوس، ال‌ال‌سی)؛ جان ویر (دانشگاه سوترن مین)؛ لایل والیس (شرکت دسیسیو)؛ جیم واترز (واتر بیزنس سیستمز)؛ جیسون ویتبرگ (دانشگاه هاروارد)؛ اریک ولستنهوم (مدرسه کسب و کار لیدز، بریتانیا)؛ پاول زامودیو رامیرز (شرکت مونیور)؛ مدرسه کسب و کار کپنهاک، شبکه بین‌المللی مراکز اطلاعاتی منبع (بالان گروپ)؛ مکینزی اند

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

از های پرفرمنس سیستمز، پاورسیم، اس‌ای و ونانا 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.