

پویایی‌های سیستم

ویراست دوم

دکتر، غمدرضا حمیدی‌زاده

۱۳۹۴



۵۸۲

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

پویایی‌های سیستم

ویراست دوم

دکتر محمدرضا حمیدی‌زاده

ویراستار فنی: اکرم کیانی
حروف‌نگار و صفحه‌آرا: فریبا باباخانی

طراح جلد: آرمان خرمک

ناظر چاپ: صفر ممیزاد

چاپ اول: ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۲۳۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

شماره کنگره: ۱۳۹۴ ح ۸ب ۸ HD۲۸
شماره دیوبی: ۱۳۹۴ ب ۸۵۵ ح ۴۰۳۲ ۶۵۸/۴۰۳۲
پدیدآور(ان): حمیدی‌زاده، محمدرضا
تألیف: ۱. دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات
عنوان: پویایی‌های سیستم
ویرایش: ویرایش ۲
فروست: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی؛ ۵۸۲
موضوع: ۱. تجزیه و تحلیل سیستم‌ها.
۲. طراحی سیستم.
۳. داده‌پردازی -- فنون ساختاری.
محل نشر: تهران
ناشر: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات
سال نشر: ۱۳۹۴
شابک مجموعه: ۹۷۸ ۹۶۴ ۴۵۷ ۳۱۸۷
مشخصات ظاهری: شانزده، ۴۸۰ ص: مصور، جدول

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳۴

www.pub.sbu.ac.ir

unipress@mail.sbu.ac.ir

فهرست مطالب

پیشگفتار ویراست دوم نه

پیشگفتار ویراست اول سیزده

فصل ۱. مدل‌ها و سیستم‌ها ۱

مقدمه؛ عرصه‌های مدل‌ها؛ محیط‌های کاربرد؛ تعاریف مدل؛ مدل‌سازی؛ مراتب و ویژگی‌ها؛ مدل‌های عینی؛ مدل‌های فیرکی؛ مدل‌های قیاسی؛ مدل‌های شمایی؛ مدل‌های ریاضی؛ مدل‌های شبیه‌سازی؛ مدل‌های ذهنی؛ مدل‌های ایستا و پویا؛ مدل‌های خطی و غیرخطی؛ مدل‌های پویا و بی‌ثبات؛ مدل‌های پایدار و ناپایدار؛ مدل‌های باز؛ مدل‌های بسته؛ مدل‌های توصیفی؛ مدل‌های محتوایی و فرایندی؛ اعتبار مدل‌ها؛ اهداف مدل‌ها؛ فرایند تبیین؛ پیش‌بینی؛ کنترل مدل‌ها؛ سیستم؛ مجموعه؛ سایبرنتیک؛ تضاعف؛ سطوح سیستم؛ سیستم‌های باز؛ سیستم‌های بسته؛ بازخورد؛ عناصر داخلی و خارجی؛ دیدگاه سیستمی؛ دیدگاه تحلیل تجزیه‌دار؛ ویژگی‌های سیستم‌های باز؛ اصول هفت‌گانه سیستم‌های باز؛ خودآزمایی.

فصل ۲. زمان، آینده و پویایی ۳۷

مقدمه؛ نظریه، ویژگی‌ها و شاخص‌ها؛ نظریه فهم و درک، زمان و آینده‌پژوهی؛ تحولات تاریخی مفهوم زمان و دیدگاه‌های مرتبط؛ طبقه‌بندی زمان؛ ویژگی‌ها، ساختار، جوهره و خصیصه‌های زمان؛ نظریه آینده‌پژوهی؛ اصول و فنون آینده‌پژوهی و آینده‌شناختی؛ رویکردها و پیش‌فرض‌های آینده‌پژوهی؛ آموزه‌های کلیدی آینده‌شناختی و پژوهی؛ ذهن و هوش؛ خصیصه‌های ذهن‌های آینده‌گرا؛ راهکارهای پیوستگی زمان‌شناختی؛ خودآزمایی.

فصل ۳. مفاهیم اولیه و مدل‌های علی - حلقوی ۷۳

مقدمه؛ پویایی‌های سیستم؛ فرایند تدوین و مدل‌سازی پویایی‌های سیستم؛ مدل‌های علی تک و چندحلقوی؛ نمودارهای علی - حلقوی؛ نمودارهای جریان؛ ساختار بازخوردی؛ بازخورد مثبت؛ بازخورد منفی؛ افق زمانی؛ زمان حایل؛ تمایلات قطبی بازخوردها؛ حالت؛ نرخ؛ الگوی رشد جمعیت و باروری؛ الگوی توسعه اقتصادی؛ مدل فرایند گروه‌های کار؛ مدل‌سازی رشد جمعیت نیروی کار و برنامه‌ریزی ارائه خدمات رفاهی؛ مدل هدف - عملکرد سازمان‌ها؛ مدل‌سازی رشد اقتصادی و اشتغال؛ مدل‌سازی توسعه صنعتی؛ معادلات برنامه پویایی‌های سیستم؛ خودآزمایی.

فصل ۴. بازخوردها: ساختار و رفتار ۱۱۹

مقدمه ساختار بازخورد مثبت؛ متغیر حالت و کاربرد آن؛ مدل‌سازی رشد جمعیت بر اساس ساختار بازخوردی مثبت؛ مدل‌سازی سه مرحله‌ای رشد جمعیت؛ ساختار بازخورد منفی؛ ساختار هدف؛ بازخورد منفی بر حسب متغیرهای نرخ و حالت؛ مدل‌سازی سه مرحله‌ای سیستم چای؛ روایی مدل؛ راه‌حل شبیه‌سازی؛ مرز سیستم؛ خودآزمایی.

فصل ۵. متغیرهای حالت و نرخ ۱۵۹

مقدمه؛ تبیین رفتار متغیرهای حالت بر اساس تغییرهای نرخ؛ رفتارشناسی متغیرهای حالت بر اساس دو متغیر نرخ؛ مدل‌سازی رشد و تعادل؛ اهداف؛ انواع و اشکال مختلف معادله نرخ؛ معادله نوع اول نرخ؛ معادله نوع دوم نرخ؛ معادله نوع سوم نرخ؛ معادله نوع چهارم نرخ؛ معادله نوع پنجم نرخ؛ معادله نوع ششم نرخ؛ مدل‌سازی مهاجرت و اشتغال؛ انواع و اشکالات معادله متغیرهای حالت؛ تابع جدول؛ توابع درونیابی؛ الگوی ترسیم نمودارهای جریان و هندسی؛ خط‌شناسی معادلات؛ الگوی ترسیم نمودارهای نرخ بر اساس نمودارهای حالت؛ الگوهای ورود و خروج با شبیه‌سازی کلاس درس؛ نوع‌شناسی سیستم‌ها؛ خودآزمایی.

فصل ۶. تعادل و رشد ۲۱۷

مقدمه؛ تعادل و نحوه دستیابی به آن؛ رشد و نحوه دستیابی به آن؛ حالات مولد رشد یا اضمحلال نمایی؛ الگوی دستیابی به اهداف جدید در ساختارهای بازخوردی؛ الگوهای رشد S شکل؛ رشد فوق نمایی؛ شرایط اولیه ایجاد سیستم بازخورد منفی؛ مدل‌سازی

تبادل تولیدمثل و مرگ و میر ماکیان؛ تعادل با ثبات و تعادل بی ثبات؛ حلقه های بازخوردی و مراتب آن؛ سلسله مراتب ساختاری سیستم؛ خودآزمایی.

فصل ۷. رفتارشناسی متغیرها..... ۲۵۳

مقدمه؛ رفتار نمای و ثابت زمانی حلقه مرتبه اول؛ حلقه های بازخورد مثبت با مرتبه بالاتر؛ نوسانات سینوسی؛ مدل سازی توسعه اقتصادی بر اساس مدل هارود-دومار و سولو؛ تبیین و پیش بینی رشد جمعیت جوامع بر اساس الگوی توسعه اقتصادی؛ الگوهای رشد نمایی و مدل سازی های پویا؛ مدل سازی سرمایه گذاری صنعتی؛ الگوی نوشتن، ادوات متغیرهای نرخ، حالت و کمکی بر اساس نمودارهای جریان با حساسیت و انحراف از خودآزمایی.

فصل ۸. توابع توریع، آزمون، دستورالعمل ها..... ۲۹۹

مقدمه؛ انواع توابع رمو، فاهیم، رفتارها و کاربرد؛ مدل سازی داینامو بر اساس توابع آزمون؛ مدل سازی با داده ای پلان؛ مدل سازی تأخیرهای نمایی مرتبه اول، دوم و سوم؛ مدل سازی جریان داده های سینوسی؛ مدل سازی سیستم کنترل انبار؛ خودآزمایی.

فصل ۹. الگوهای رفتاری توزیع جریان اطلاعات و نواد..... ۳۳۳

مقدمه؛ انواع دستورات تأخیر، مدل سازی و جودی انبار با انواع دستورات تأخیری؛ تابع هموارسازی اطلاعات؛ الگوی تأخیر اطلاعات مرتبه سوم؛ توابع و نمادهای ریاضی؛ توابع منطقی و کاربرد آن ها؛ خودآزمایی.

فصل ۱۰. کاربرد مدل ها و برنامه ریزی..... ۳۵۷

مقدمه؛ مدل سازی موجودی حساب در بانک؛ ساختارهای تحوی فعال و غیرفعال؛ الگوی ساختن حلقه ها؛ مدل سازی نظریه انبار؛ مدل سازی نظریه تولید؛ مدل سازی اشاعه نوعی بیماری واگیردار؛ مدل سازی عرضه و تقاضا؛ ساختار رشد و اصلاحات جمعیت؛ مدل سازی تولید ملی؛ مدل سازی نظریه فروش؛ تبیین بر اساس نمودار جریان احداث تأسیسات صنعتی در توسعه اقتصادی؛ مدل سازی بخش مسکن؛ مدل سازی بخش جمعیت؛ مدل سازی جمعیت نیروی انسانی و بازده در فضای اداری؛ خودآزمایی.

فصل ۱۱. شبیه سازی رایانه ای..... ۴۰۷

مقدمه؛ ونسیم و PD؛ نحوه نصب؛ نحوه استفاده از بسته نرم افزاری PD؛ دستورهای اصلی PD؛ مراحل شبیه سازی مدل پویا؛ دستورهای تکمیلی PD؛ خودآزمایی.

۴۳۱		واژه‌نامهٔ مدل‌سازی‌ها
۴۲۵		منابع
۴۴۷		واژه‌نامهٔ فارسی - انگلیسی
۴۵۳		واژه‌نامهٔ انگلیسی - فارسی
۴۵۹		نمایه

www.ketab.ir

پیشگفتار ویراست دوم

ویراست دوم این کتاب با تغییرات درخور توجه نسبت به ویراست اول به شرح زیر به زیور طبع آراسته می‌شود.

۱. بهره‌گیری از تجربه‌های تدریس، دیدگاه همکاران و خوانندگان در تدوین فصل‌ها، تقریر مطالب و تکمیل آن‌ها؛

۲. افزودن فصل سیار نه‌ین «زمان، آینده و پویایی»، هرچند رویکردی تحلیلی-توصیفی دارد، اما دیدگاه‌های سازنده و مندر دربارهٔ زمان، آینده‌شناختی و آینده‌پژوهی فراهم می‌سازد که زیربنای تفکر پویایی‌شناسی را می‌پسندد؛

۳. طراحی جدید سه فصل و بازویس و عناوین و محتوای فصل‌ها؛

۴. تکمیل و ارائه الگوهای ریاضی برای، و نسبت رفتارهای پویایی مدل‌سازی‌های پویا؛

۵. روان‌سازی مطالب و مباحث برای درک بهتر و سریع‌تر مخاطب.

این ویژگی‌ها را برای تقویت شیوه مطالعه خودآموز کتاب و ارتقای سطح تفکر و یادگیری پویایی‌شناسی سیستم، تقدیم علاقه‌مندان، خبرگان، کارشناسان و اهلیران سازمان‌ها و جوامع می‌کنم. علاوه براین، این نوشتار به رسم یادگاری، نزد خوانندگان، امانت گذاشته می‌شود که دغدغه ارتقای سطح و تقویت سازوکارهای ذهن را برای تعالی انسان و جامعه دارند.

نظریه ارتقای تفکر و اندیشیدن

باید اظهار داشت که ارتقای تفکر، در واقع ارتقای توانمندی‌های دانشی، خردورزی و بصیرت‌گرایی است. آبادانی و موفقیت نشانه توانمندی‌های ذهنی و فکری است. هر زمان که هدف جدیدی مطرح می‌شود، نیازمند توانمندی جدیدی است تا بتوان به آن دست یافت. البته هنگامی که مشکل و معضلی ایجاد می‌شود نشان از ناتوانی ذهنی، فکری، مهارتی و درماندگی تدبیر است که موجب اضمحلال قابلیت‌ها، تخصص‌ها و شایستگی‌ها می‌شود. اگر خواسته و مسئله پیش روی را تقاضا و قدرت نیل بدان / حل‌کنندگی آن را، عرضه تعبیر کنیم؛ خواسته هنگامی دست‌یافتنی است و مسئله زمانی حل و راهکار پیشنهاد می‌شود که توانمندی‌های

بخش عرضه همواره بیش از، یا دست کم برابر با سطح انتظارات تقاضا باشد. در غیر این صورت، بروز مشکل و ناتوانی حل آن دلالت بر بالا بودن بار سنگین فکری و پیچیدگی آن خواسته / معضل در برابر عرضه توانمندی دست‌یابان بدان / حل‌کنندگانی است که در برابر آن صف‌آرایی کرده و خود را در معرض چالش و آزمون قرار داده‌اند. راه برون‌رفت از این وضعیت، ارتقای تدبیر، قابلیت، توانمندی و تخصص است که زیربنای آن را تفکر، دانش، خرد و بصیرت شکل می‌دهد. باید دانست که تفکر دانش‌بنیان، نه تنها قدرت و توانایی دیدن و درس‌آموزی از پدیده‌ها، نشانه‌ها و وقایع هستی را بالا می‌برد، بلکه بینایی دل، فکر و بصیرت را بهبود می‌بخشد. حکمت انسان را توسعه می‌دهد و راه‌های درست را مشخص می‌سازد و انسان را از دست‌آویز نادانان و مغرضان نجات می‌دهد. اشخاصی که با ارتقای تفکرشان توانمند و عبرت‌آموز می‌شوند، صاحبان چشم و بصیرتی می‌شوند که ژرف‌بین و راه‌یاب است و ناچاری آنان را محاصره نمی‌کند، لذا از آسیب، زیان و پشیمانی در امان خواهند بود. برای ارتقای تفکر باید پندیاب و عبرت‌آموز باشد. اشخاص عبرت‌آموز، صاحب بینش می‌شوند. این اشخاص، فهیم و دانا به حقایق و توانمند به حل مسائل می‌شوند.

اندیشیدن دانش‌بنیان، نبودن ممانعت‌ها، یافتن بینش و راه است که دیده بصیرت و آینه‌ای صاف از حقایق و وقایع حادث می‌کند. از این‌رو، تدبیر، دانایی، دانش و خردمندی به همراه می‌آورد و مایه نشاط در زندگی و برآیند اشخاص با بصیرت، چاره‌ساز و جهت‌یاب می‌شود. پندآموزی، فقط از طریق ارتقای اندیشیدن امکان‌پذیر می‌شود. تأمل و اندیشیدن، آینه خوبی‌ها و پوشاننده بدی‌ها و رفع‌کننده ضعف‌هاست. دست‌آویز نادانان، پرورش نیکی، تقویت و ارتقای سطح عملکردها و اهداف است. با اندیشیدن بسیار در آموخته‌های شخصی، گروهی، سازمانی و اجتماعی، دانش انسان رشد و توسعه می‌یابد. در حقیقت، فهم انسان بالا می‌رود و نادانسته‌ها، فهمیده می‌شود. از این‌رو، سطح قابلیت و تخصص، خرد و بصیرت، شخص بالا رفته و انسانی دوراندیش و زیرک می‌شود. اندیشه درست با تألی، رایزنی، مشاوره و تحلیل کردن به دست می‌آید. اندیشه خام و نسجیده، بد‌پشتیبانی است. اشخاصی که آرای گوناگون را ببینند، از وقایع تدبیر می‌اندوزند، جایگاه‌های خطا و نادرست اندیشی، ضعف‌ها و ناتوانی‌ها را باز می‌شناسند. لذا نظر و رأی شخصی که با دیگران مشورت کند، برتر خواهد شد. از این‌رو، هر که با بزرگان مشورت کند، در خردها و بصیرت‌شان شریک می‌شود. خودرایی، لجاجت و شیفته رأی خود بودن از نشانه‌های نادانی است که اندیشه، تدبیر و رأی درست را از بین می‌برد و نابودی را در پی دارد. بنابراین، انسان خودرأی بر لبه لغزشگاه‌ها ایستاده است. شخصی که نظر و رأی درست دهد و هنگام شبهه بازایستد، تدبیر و تدبیر کند، کمتر دچار لغزش شده و جایگاه خردش ارتقا می‌یابد. ظرفیت اندیشه و وسعت بصیرتش افزون شده، لذا پیمانه دانشی افراد، به

اندازه میزان تجربه و تدبیر آن‌هاست. انسان‌هایی که اندیشه خود را در راه خیرخواهی و ارشاد مردم به کار گیرند، پاداش نیتشان را می‌گیرند و وظیفه‌شان را انجام داده‌اند. اندیشه و تفکر انسان، زمانی نقش راهنما و مربی پیدا می‌کند که با تجربه، خرد و بصیرت عجین شده باشد. بهره‌گیری از تدابیر، تجربه‌های دیگران و آزموده‌های آن‌ها، موجب بینایی و شناخت عواقب می‌شود و انسان را از دست زدن به تجربه مجدد برحذر می‌دارد؛ در این صورت است که انسان در مسیر حرکت، در چارچوب اندیشه و احتیاط به سرعت به جلو می‌رود، البته اعتماد کردن پیش از آزمودن، خلاف دوراندیشی است. دستاورد دوراندیشی و اراده پایدار، کسب موفقیت و پیروزی است.

حال می‌توانیم هر همدلانه کردن نظریه تفکر با نظریه دانش، نظریه دانش/اندیشیدن را مطرح کرد. در واقع، می‌توان دلیل اصلی ابداع اندیشه‌ها و روش‌های جدید برای انجام کارها را، ضرورت تحقق هدف‌های آینده با اساس کنترل و هدایت عوامل مؤثر دانست. باید پیش از دست زدن به انجام کاری، برای پدید آمدن آن، به تجسم آینده آن کار پرداخت و دستاوردهای بهینه مخاطبان آن را تعیین کرد. بر این چنین کاری نیاز به شناخت «دانش اندیشیدن» است.

ابتدا باید وضعیت ایده‌آل آینده بدبخت، مورد نظر را مجسم کرد، سپس زمان حال پدیده را در نظر گرفت، جایی که پدیده مورد نظر هم کنش در آن قرار دارد تا بتوان میزان شکاف و چگونگی طی فاصله میان وضعیت کنونی، عمیقات لازم و آنچه را در آینده ایده‌آل در نظر گرفته شده، تعیین کرد. اگر اندیشه پرداز اکنون بر اساس خواست مخاطبان پدیده مورد نظر فعالیت می‌کند، باید برای بقای آن پدیده نوآفرینی کند.

توجه به مفهوم و دانش اندیشیدن در نظریه پردازی الگوی راهبردی مدیریت دانش برای ارتقای خردورزی و بصیرت ملی است، زیرا بر پایه این مفهوم، امکان پیش برد یکپارچه برنامه‌ها و در نهایت تحصیل موفقیت به منزله ابزار عمل وجود دارد و سودمندی این ابزار ویژه در روبه‌رو شدن با تغییرات شدید محیطی ادامه خواهد یافت. اگر نتوان نگاه دانشی به وقایع و وقایع پیدا کرد، در تنظیم بصیرت دشواری رخ می‌دهد. اما اگر نگاه دانشی آموخته شود، نتوان آن را نهادینه کرد، دیگر غافل گیر شدن در برابر وقایع معنا نخواهد داشت. بیش از هر چیز، باید به اندیشه‌گرایی دانشی باور قلبی پیدا کرد و با جدیت مسیر آن‌ها را پیمود.

هدف اندیشه‌گرایی دانشی، رهایی تفکر از گرفتار شدن در بن‌بست‌هاست تا با ارتقای آن و تبیین دیدگاه‌ها و اهداف، آینده را مجسم ساخت و نقشه مسیر نحوه نایل شدن به اهداف ترسیم شود تا نظریه پردازان و مخاطبان را به سوی آینده خود هدایت کند. اندیشه‌گرایی دانشی فرایندی، پویا و بازپس‌نگر است و ایمان و همت تلاش جمعی را می‌طلبد.

انسان‌های بزرگ و موفق معمولاً تصورات ذهنی خویش را اجرا می‌کنند؛ این اشخاص

پیشاپیش با اندیشیدن در ذهن خود تصاویر و الگوهایی می‌آفرینند، سپس برای تجسم عینی آن به طراحی جزئیات آن پرداخته و تدریجاً به آن الگوی نخستین چیزهایی می‌افزایند یا حتی چیزهایی از آن کم می‌کنند، یکی را تغییر می‌دهند، دیگری را جابه‌جا می‌کنند، اما همواره در حال ساختن هستند. در اندیشه‌گرایی دانشی برای نیل به مقاصد مذکور، باید مراحل زیر طی شود.

- ابتدا تصویر ایده‌آل آینده پدیده/واقعۀ را باید تعیین کرد، سپس به تعریف مفاهیم اصلی تعیین جهت راهبردهای اندیشه‌گرایی دانشی پرداخت.
- برنامه‌ها و اهداف عملیاتی سالانه، معنادر و پیوسته به یکدیگر در چارچوب منابع مورد نیاز تنظیم شود.
- معیارها، اندازه‌گیری و نحوه تحقق، تصویر ایده‌آل آینده دانشی پدیده/واقعۀ تجسم شود
- برنامه‌اندیشه‌گرایی دانشی پدیده/واقعۀ باید به صورت عملیاتی، در حکم نقشه اولیه عمل کند. برنامه‌ها و منابع در قالب همان طرح یا برنامه نخست تنظیم شود، سپس تفصیل و جزئیات اجرایی لازم برای هر سال فراهم شود.

پس از نوشتن برنامه، باید با تلاش مداوم و سختی، فعالیت‌های خود را با آن هماهنگ و در آن چارچوب حرکت کرد. زیرا داشتن طرحی پدیدۀ و شفاف روی کاغذ با اجرای آن کاملاً متفاوت است. برای اطمینان از موفقیت در اجرا، مدیریت برنامه‌اندیشه‌گرایی دانشی در آن قالب ساختار مناسب را تهیه کند تا هدایت پدیدۀ مورد نظر را مسیر رشد، توسعه و تغییر، در همان چارچوب انجام پذیرد. فقط تهیه طرحی روی کاغذ، نظریه پرداز را به پیش نخواهد برد و هدف‌های اندیشه‌گرایی دانشی را محقق نخواهد ساخت. برنامه‌اندیشه‌گرایی را و روز به روز هدایت و مدیریت شود تا تصویر آینده‌ای ایده‌آل تجسم عینی پیدا کند. بنابراین، نظریه‌پرداز برای رشد و توسعه پدیدۀ مذکور و هماهنگ شدن با تغییر و تحولات محیطی، به فرایندی طولانی از فعالیت‌هایی نیاز دارد که برنامه‌ریزی راهبردی اندیشه‌گرایی دانشی فقط بخشی از آن است. به‌هرحال، برنامه‌ریزی بخشی از مدیریت است.

محمدرضا حمیدی‌زاده

۱۳۹۴