

مردمی سریع برویکردناوروش مادر

پیامی سیستم

www.ketab.ir

سرشناسه	:	کر کوود، کریگ دبلیو.
عنوان و نام پدیدآور	:	Craig W, Kirkwood. مروری سریع بر رویکردها و روش‌ها در پویایی‌های سیستم / نویسنده کریگ دبلیو کرک کوود؛ مترجمان مصطفی ستاک، امیر مسلمی.
مشخصات نشر	:	تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	:	۱۷۴ ص: مصور، جدول: نمودار.
شابک	:	۱۰۰۰۰۰ ریال: ۱-۳۵۴-۴۶۸-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت ثبت نویسنده	:	نیا
یادداشت	:	Introduction System Dynamics Methods: A Quick
یادداشت	:	واژه‌نامه.
موضوع	:	تحلیل سیستم‌ها
موضوع	:	سیستم‌ها
شناسه افزوده	:	ستاک، مصطفی، ۱۳۴۹ - مترجم
شناسه افزوده	:	امیر مسلمی، ۱۳۶۶ - مترجم
شناسه افزوده	:	شرکت چاپ و نشر بازرگانی
رده بندی کنگره	:	۴۰۰.۲۰۴۸
رده بندی دیویی	:	۳۸۲۳/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۲۹۳۳۳

شابک: ۱-۳۵۴-۴۶۸-۹۶۴-۹۷۸

نام کتاب: مروری سریع بر رویکردها و روش‌ها در پویایی‌های سیستم

نویسنده: کریگ دبلیو کرک کوود

مترجمان: دکتر مصطفی ستاک، امیر مسلمی

اصلاح و صفحه‌آرایی: سولماز دمندانی

ویراستار فنی: مجید نیک‌مهر

طراحی جلد: حسین کریمی، امیر مسلمی

چاپ اول: ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: شرکت چاپ و نشر بازرگانی

ناشر: شرکت چاپ و نشر بازرگانی

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است.

نشانی: تهران، خیابان کارگر شمالی، بالاتر از بلوار کشاورز، شماره ۱۲۰۶، تلفن: ۶۶۹۳۹۳۲۹

وبسایت: www.cppe.ir

سخن ناشر

شاید بررسی اولین بار نظریه سیستم‌ها به صورت تکنیکال توسط دانشمند استرالیایی آقای لودویک فون برتالین در سال ۱۹۶۱ مطرح شد ولی حقیقت این است نگاه سیستمی یک نگاه فلسفی به پدیده‌هاست آفرینش و حتی فراتر از آن بخشی از نظام خلقت است، اصل و جانمایه رویکرد سیستمی وجود هر هويت موضوع وحدت می‌باشد وحدتی که از تکثر شکل می‌گیرد حال اگر سوال کنیم کدام یک بر روی کدام یک اثر و کدام یک تأثیر می‌پذیرد شاید سوال جالبی نباشد. در جهان بینی الهی رابطه مستقیمی مابین هدایت تکوینی و تشریحی موجودات و اهداف خلق وجود دارد که به لحاظ فلسفی از موضوع این کتاب خارج است ولی آنچه به پویایی سیستم‌ها اشاره کردیم نظریه جان می‌بخشد همین میزان و چگونگی تاثیر و تاثر وحدت و کثرت از یکدیگر و مطالعه محیطی خود که به قاعده سیستم‌ها شکل گرفته‌اند.

بدون تردید نظریه سیستم‌ها یک اصل و نظام حقیقی در خلقت و وجود خلقت و در بخش کوچک‌تر در سیستم‌ها و سازمان‌ها، روش‌ها، رویه‌ها و به‌طور کلی هر آنچه بشر با آن زندگی و رشد می‌کند قابل پذیرش است. آنچه در این نگاه به‌طور جدی مطرح و راهگشا است موضوع تعادل است که خود موضوع تعادل معلول فشارهای محیطی است که هويت یک سیستم را حفظ می‌کند، به‌ناچار تمامی نظام‌های اجتماعی ناگزیر از کنش و واکنش هستند این جریان ورودی و خروجی و توان هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌تواند توان سیستم و سازمان یا به‌طور کلی نظام‌های اجتماعی را تحلیل برد یا آن را به

سمت توسعه و رشد و فزاینده‌گی پیش برد در واقع به‌طور نظری در این مرحله موضوع پویایی هویت می‌یابد و سیستم لاجرم جهت بقا باید با اهرم پویایی بتواند الزامات محیطی را درک، هضم و پاسخ مناسب داده به‌طوری‌که توان سیستم کاهش نیابد. مجهز شدن مدیران به این دانش حقیقی (آگاهی) بسیار بسیار ضروری بوده و می‌توان نجات بخش باشد. مهارت در تعامل با اجزای داخلی با کل سیستم، اجزای سیستم با سایر اجزای نظامی دیگر، مدیریت جریان ارتباطی میان سیستم‌ها موضوعات پیچیده‌ای هستند که در این کتاب به‌صورت علمی و مدل‌سازی به آن پرداخته شده‌است اینجانب به‌عنوان فردی که در این حوزه مطالعه و تحقیق داشته‌ام به‌جرات می‌توانم بگویم که کتاب حاضر هر چند با حجم کم کتاب در خور توجه و تقدیر است که انصافاً به موضوع سیستم به‌طور جامع پرداخته و نحوه یادگیری و بردن ابزار بسیار خوب و کاربردی ونسیم را به‌خوبی بیان کرده است، لذا بر خود لازم می‌دانم در ستای دکتر مصطفی ستاک اندیشمند و پژوهشگر دانشگاه و آقای مهندس امیر مسعود که قلم روان و عامه‌پسند توانسته حق مطلب را ادا نماید، سپاسگزاری نمایم.

در پایان مطالعه این کتاب ارزشمند را به مدیران، تصمیم‌گیران و تصمیم‌سازان تمام حوزه‌های اجتماعی، دانشجویان رشته مدیریت، صنایع و سایر رشته‌های مرتبط توصیه می‌نمایم.

مجید ستاک
مدیر عامل شرکت چاپ و نشر زرگانی

قهرست مطالب

صفحه

عنوان

ز	مقدمه
۱	فصل اول: رفتار سیستم و نمودارهای علی- معلولی
۲	۱-۱ تفکر سیستمی
۴	۱-۲ الگوهای رفتاری
۷	۱-۳ بازخور و نمودارهای علی معلولی
۱۱	۱-۴ ساختار سیستم و الگوهای رفتاری
۱۶	۱-۵ ایجاد نمودارهای حلقه علی
۱۸	۱-۶ مراجع
۱۹	فصل دوم: رویکرد مدل سازی
۲۰	۲-۱ نمودارهای انبار و جریان
۲۱	۲-۲ عمومیت رویکرد
۲۲	۲-۳ انبار و جریان
۲۵	۲-۴ اطلاعات
۲۷	۲-۵ مراجع
۲۹	فصل سوم: شبیه سازی فرآیندهای تجاری
۳۲	۳-۱ معادلات حالت

۳۳	۳-۲ معادلات جریان
۳۴	۳-۳ حل معادلات
۳۶	۳-۴ حل مدل
۳۷	۳-۵ چند توضیح و علائم اضافی
۳۸	۳-۶ مراجع
۳۹	فصل چهارم: ساختارهای اصلی بازخور
۴۰	۴-۱ الگوی رشد نمایی
۴۳	۴-۲ الگوی هدف جو
۴۵	۴-۳ الگوی بند و بند
۵۰	۴-۴ الگوی رشد شکست همراه با کاهش
۵۲	۴-۵ الگوی فرآیند
۵۸	۴-۶ مراجع
۵۹	فصل پنجم: ایجاد و بسط یک مدل
۶۲	۵-۱ مدل اول
۷۲	۵-۲ عملکرد فرآیند
۷۶	۵-۳ مدل دوم
۸۳	۵-۴ مدل سوم
۸۶	۵-۵ مدل چهارم
۹۰	۵-۶ مدل پنجم
۹۴	۵-۷ الگوی سفارش تصادفی
۹۷	۵-۸ نتیجه گیری توضیحات
۹۷	۵-۹ مراجع
۹۹	فصل ششم: تأخیر، هموارسازی و میانگین گیری
۹۹	۶-۱ تأخیرات جریان مواد در خط لوله
۱۰۲	۶-۲ تأخیرات نمایی درجه سه
۱۰۴	۶-۳ میانگین گیری اطلاعات
۱۰۸	۶-۴ تأخیرات اطلاعاتی
۱۰۹	فصل هفتم: بیان فرآیندهای تصمیم
۱۱۰	۷-۱ مدل سازی فرآیندهای تصمیم گیری

۱۱۴.....	۷-۲ مدل‌های تصمیم‌گیری میانگین وزنی.....
۱۲۰.....	۷-۳ اهداف شناور.....
۱۲۴.....	۷-۴ قوانین تصمیم‌گیری افزایشده.....
۱۲۶.....	۷-۵ مراجع.....
۱۲۷.....	فصل هشتم: روند غیرخطی.....
۱۲۸.....	۸-۱ مسائل عمل‌های غیرخطی.....
۱۳۹.....	۸-۲ شرایط اولیه.....
۱۳۹.....	۹-۱ ارزش‌های اولیه به یک متغیر جهت رسیدن به تعادل.....
۱۴۳.....	۱۰-۲ شرایط اولیه همزمان.....

www.ketab.ir

www.ketab.ir

مقدمه

تحولات روش‌های تفکر

در تاریخ تحولات تفکر، شیوه تفکر در گذر زمان، به نام‌های کل‌گرایی اولیه، جزء‌گرایی و نظریه سیستم‌ها سکه‌گذاری شده است، که ذیلاً توضیح مختصری برای هر کدام آورده شده است.

شیوه‌های تفکر را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

۱. کل‌گرایی اولیه

این شیوه تا رنسانس، روش غالب تفکر بود. بین دوران حاکمیت فلسفه‌ها می‌شناسند. در این دوران به زنجیره علت‌ها اعتقاد داشتند اما چون سریع به علت نهایی می‌رسیدند، علت‌های وسطی بسیاری را حذف می‌کردند. انسان خیلی چیزها را می‌دیدند اما توجیهی برای آن نداشتند و آن را به علت نهایی متصل می‌کردند.

۲. جزء‌گرایی

تفکر جزء‌گرا از زمان تمدن‌های باستانی وجود داشته است و آن را برخاسته از اندیشه فلاسفه یونان باستان می‌دانند. تفکر جزء‌گرا، هر پدیده‌ای را ابتدا به اجزاء کوچک‌تر تقسیم می‌نماید و با مطالعه رفتار هر یک از اجزاء، به رفتار پدیده اصلی دست می‌یافت. به عبارتی این روش رفتار پدیده اصلی را حاصل جمع رفتار اجزاء آن می‌داند. رنه دکارت،

فیلسوف فرانسوی (۱۶۵۰-۱۵۹۶) که خود از طرفداران این نظریه است، اصولی را برای آن وضع نموده است. دکارت می‌گوید هر فرد باید در برخورد با هر پدیده‌ای از اصول زیر پیروی نماید:

- الف- تنها چیزی پذیرفته می‌شود که برایش حقیقتی روشن باشد.
 ب- مسئله‌ای حتی الامکان به کوچکترین اجزاء تجزیه می‌شود.
 ج- بر روی ساده‌ترین عنصر آغاز شده، سپس به تدریج و با شیوه‌ای منظم، به مطالعه عناصر پیچیده‌تر پرداخته تا سرانجام به ویژگی‌های پدیده اصلی پی‌ببرد یا دلایل رفتار خاص آن پدیده دریابد.

روش فوق، یک فرآیند مرحله‌ای است:

۱. مسأله‌ای که باید شناخته شود، تجزیه می‌گردد.
 ۲. تلاش می‌گردد رفتار اجزای پدیده را یکدیگر، درک شود.
 ۳. تلاش می‌شود درک مربوط به اجزای جهان، درک کل، مورد استفاده قرار گیرد.
- پس از رنسانس، روش فوق، روش فراگیر علمی شد و به آن تحلیل گفته می‌شد. در این دوران، دانشمندان جزء کوچکی را انتخاب و در آن دقیق می‌شدند. این روش چنان غالب شد که ما امروزه تحلیل یک مسئله را تلاش جهت حل یک مسئله^۱ برابر می‌گیریم.

طبق روش تحلیل، برای درک یک موضوع، باید آن را به اجزای کوچک‌تری یا مفهومی تجزیه کنیم. سؤال این است که اجزاء را چگونه بفهمیم؟ در جواب باید پاسخ داد: اجزاء را نیز تجزیه کنید. سؤال بعدی که مطرح می‌شود: آیا این فرآیند انتهایی دارد؟ کسی که معتقد باشد درک کامل جهان امکان‌پذیر است، جواب سؤال فوق مثبت خواهد بود. اجزاء نهایی را عنصر می‌نامند. اگر چنین اجزائی وجود داشته باشند و ما بتوانیم آنها و رفتارشان را درک کنیم، درک کامل جهان ممکن خواهد شد. اعتقاد به امکان تقلیل هر واقعیت به عناصر نهایی بخش ناپذیر را تقلل‌گرایی^۱ گویند.

۳. نظریه سیستم‌ها

بیش سیستمی قویاً بر مفهوم کل‌گرایی متکی است. توجه و تعمق در کل یک وجود و نه فقط در اجزا آن از خصوصیات بارز سیستم می‌باشد. اعتقاد کل‌گرایانه، نه تنها تصویری جامع از آن موجودیت و کردارش به دست می‌دهد، بلکه کل‌گرایی تنها راه شناخت واقعی وجودها و پدیده‌هاست. در ادامه به بررسی سیستم و ویژگی‌های اصلی آن می‌پردازیم.

ماهیت سیستم

مجموعه‌ای از اجزا و وابسته‌تر از اجزا که برای رسیدن به هدفی سازماندهی و هماهنگ‌شده‌اند را سیستم می‌گویند.

خصوصیات سیستم

- سیستم دارای حداقل سه خصوصیت است:
- رفتار هر جزء بر کل مجموعه اثر می‌گذارد. برای مثال بدن انسان سیستمی متشکل از قلب و ریه و کبد و ... است که همه بر هم اثر گذارند.
 - رفتار اجزا و اثر آنها بر هم موثر است.
 - بدون توجه به نحوه تشکیل سیستم‌های فرعی، کل آن بر رفتار کل مجموعه اثر می‌گذارد یعنی اجزا چنان به هم وابسته‌اند که گروه‌ها را نمی‌توان مستقل در آنها شکل نمی‌گیرد.

نظریه سیستم‌ها در سال ۱۹۴۰ به وسیله برتالانفی^۱ مطرح شد. برتالانفی مخالف تقلیل‌گرایی بود و نظریه خود را تحت عنوان نظریه سیستم‌های عام^۲ منتشر کرد. برتالانفی بر این نظر بود که یک ارگانیسم صرفاً مجموع عناصر جداگانه نبوده بلکه سیستمی است که دارای نظام و کلیت می‌باشد. طبق نظر او، تصور یک ارگانیسم به مانند یک ماشین و موجودیتی استاتیک، که فقط تحت تأثیر عوامل خارجی عمل می‌کند، باید جای خود را

۱. Ludwig Von Bertalanffy

۲. General Systems theory

به نگرشی جدید که در آن ارگانیزم مانند مجموعه‌ای پویا از کلیت و نظام و فعالیت ذاتی برخوردار است، بدهد.

برتالفی به این نتیجه رسید که پیش جدید باید بررسی مجدد اندیشه‌های سنتی حاکم بر دنیای مادی را نیز شامل شود. از دیدگاه برتالفی، مفاهیمی چون تعادل پویا و حالت تعادل پویا و اصول علت و معلول در مورد ارگانیزم‌ها بایستی قالب‌های وسیع‌تری نسبت به آنچه تا در مکتب مکانیسمی معمول بوده است، به خود گیرند.

نظریه سیستم‌ها بر این اصل استوار است که:

در عمق تمام مسائل، یک سری اصول و ضوابط وجود دارد که در تمام نظام‌های علمی کاربرد دارند و در هر علمی سیستم‌ها را کنترل می‌نماید. یعنی می‌توان به یک سری از اصول و ضوابط اولیه دست یافت که معرف رفتار عمومی سیستم‌ها صرف‌نظر از نوع آنهاست. این بدان معنا نیست که یک سری عمومی بتواند جایگزین تئوری‌های خاص نظام‌های علمی مختلف گردد، بلکه فقط سعی دارد به صورت یک هدایت کننده عمل نماید. کوشش برای دیدن کل، اصلی است. نظریه سیستم‌ها در برخورد با مسائل بر آن استوار است.

ولی آنچه در واقعیت رخ می‌داد، کم شدن تدریجی ارتباط بین علوم مختلف، در طول زمان بود. بنابراین ضرورت ایجاد رشته‌هایی که ماهیت این رشته‌ها داشته باشند، محسوس بود. رشته‌هایی همچون مهندسی پزشکی، فیزیک پزشکی، مهندسی ... در اثر همین احساس ضرورت بوجود آمده‌اند. در این رشته‌ها، جمع شدن دیدگاه‌های مختلف، باعث هم‌افزایی^۱ می‌گردد. به عنوان مثال، در بسیاری از رشته‌ها مفهوم ارتباطات^۲ ما را با محیط اطراف آن وجود دارد. مثل الکترون، اتم، مولکول، سلول، گیاه، حیوان، انسان، خانواده، قبیله، شرکت، دانشگاه، هر کدام از موارد فوق تحت تأثیر محیط خود هستند و با آن ارتباط دارند.

بینش سیستمی، چنانچه گفته شد، قویاً بر مفهوم کل گرایی متکی است. نظاره و تعمق در کل بیک وجود، به اعتقاد کل گرایان، نه تنها تصویری جامع از آن موجودیت و کردارش به دست می‌دهد بلکه در مورد ارگانیزم‌ها کل گرا و کل گرایی، تنها راه شناخت واقعی وجودها و پدیده‌هاست.

در مسأله مورد بررسی در سه فضای زیر قابل بررسی است:

- فضای قطعی: فضایی که پارامترها و عوامل موثر در آن به صورت دقیق عمل می‌کنند و در نهایت نتیجه مشخصی حاصل می‌شود.

- فضای دار ریسک: فضایی که متغیرها با درصد احتمالی حضور می‌یابند. با توجه به درصد احتمال حضور آنها و تاثیر آنها نتیجه کلی به دست می‌آید.

- فضای دارای عدم قطعیت: در این فضا پارامترها و عوامل و درصد رخداد هر کدام غیر قطعی هستند. این یعنی این است که می‌توانند حضور داشته و یا نداشته باشند

و آینده مسأله قابل پیش‌بینی است. در این فضا مسأله را می‌توان به بخش‌های زیر تقسیم نمود:

- هدف

- عوامل (ثابت و متغیر)

- ارتباط بین عوامل

- نتیجه

بلا توجه به مسائل مطرح شده در قسمت قبل برای بررسی سیستمی در فضا و حل مسائل در فضاهای حل مسأله و خصوصاً در فضای غیر قطعی سیستم و متغیرها در قسمت بعد مطرح می‌شود.

تفکر سیستمی

تفکر سیستمی، رویکرد سیستمی، پویایی سیستم‌ها و تئوری سیستم‌ها عبارات رایجی هستند که همگی به حوزه‌ای از فعالیت‌ها در قالب نام عمومی «سیستم‌ها» مربوط می‌شوند.

اغلب مردم مطالبی راجع به آن‌ها شنیده‌اند. بیشتر آن‌ها نسبت به آن احساس نیاز می‌کنند. اما عده کمی از افراد واقعاً آن را فهمیده‌اند. در راستای فهم بهتر تفکر سیستمی ابتدا چهار سوال اساسی در این راستا مطرح می‌شود و در ادامه تلاش می‌شود تا جواب‌های مختصری برای چهار سوال کلیدی راجع به سیستم‌ها ارائه گردد. در ادامه عبارت «تفکر سیستمی» به عنوان توصیف کننده این حوزه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سوال اول: این عبارت‌ها عبارت‌اند از:

- ۱) تفکر سیستمی چیست؟
 - ۲) چرا به آن نیاز پیدا می‌کنیم؟
 - ۳) چه چیزی با آن متفاوت است و الفبت می‌کند؟
 - ۴) چه چیزی سرعت رویت و بارگیری آن را افزایش می‌دهد؟
- ۱) تفکر سیستمی چیست؟

تفکر سیستمی مجموعه‌ی فعالیت‌ها، زنده‌ی است که از بخش مفهومی شروع و به بخش محاسباتی و فنی ختم می‌شود. برای اتخاذ تفکر سیستمی باید به اندازه‌ی کافی از تمر فاصله و زمان دور از آن ایستاد تا قادر به دیدن آن بود.

۲- چرا تفکر سیستمی مورد نیاز است؟

گاهی مسئله در بعد کوچک است، هم در بعد زمان هم در بعد مکان مشکل خاصی را نمی‌تواند برآید ایجاد نماید و به سرعت قابل حل است. اما مشکل و مشکلات دیگری وجود دارد که ما را بیشتر درگیر می‌کند. در این موارد نتایج محدود به آن امکان نیست و همه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این موارد نیاز به تفکر سیستمی کاملاً حس می‌شود. تمام روابط، تکنولوژی‌ها، مشاغل، موسسات و انجمن‌ها در حال وابسته شدن و مجموعه شدن و پیچیده‌تر هستند. هر چیزی که در سیستم پیاده می‌کنیم در تمام شبکه‌های متصل به هم منعکس می‌شود و تولید موجی از واکنش‌ها را می‌کند که به صورت وسیعی

در زمان و مکان توزیع شده‌اند. برای به اشتراک گذاشتن دانش تخصصی و تجربه خود با دیگر متخصصان شبکه، باید یک زبان مشترک داشته باشیم.

پیچیدگی سیستم:

پیچیدگی را اغلب به صورت یک ویژگی از یک سیستم که دارای اجزای زیادی است و به طور پیچیده‌ای به هم متصل است می‌شناسیم، اما پیچیدگی صرفاً به خاطر تعداد اجزای یک سیستم به وجود نمی‌آید بلکه نتیجه برآیند ویژگی غیرخطی و غیرقطعی یک عضو از اجزای سیستم و با از طبیعت و ساختار به هم پیوسته بین آنها بوجود می‌آید. به زبان ساده تر به علت روابط بازگردی اعضاء آن که توسط سیستم خطی نمی‌توان به بررسی کامل آنها پرداخته به دست می‌آید.

ویژگی‌ها و عناصر پیچیدگی سیستم‌ها را می‌توان در سه مورد زیر خلاصه نمود:

- اولین ویژگی اصلی سیستم‌ها پیچیده بازخور می‌باشد. در صورت وقوع بازخور، ورودی‌های ما مستقل از خروجی‌ها نخواهند بود. بنابراین در چنین شرایطی سیستم حالت پیچیده‌تری از رفتار خطی را بروز می‌دهد.
- ویژگی اینرسی (تاخیر) در سیستم: در سیستم‌های مدیریتی، پاسخ‌ها بسیار کند می‌باشند. وجود اینرسی در سیستم‌ها نشان می‌دهد که عناصر درون سیستم می‌خواهند وضعیت فعلی خودشان را در طول زمان نگه دارند. از این رو حالت‌ها در سیستم به صورت پله‌ای و یا در یک پررود زمانی تغییر می‌یابند. ترکیب این تاخیر اینرسی و باز خورد یک رفتار پویای پیچیده را تضمین می‌کند.
- غیر خطی بودن یک سیستم: مدل‌های مفهومی اکثراً تمایل دارند نسبت به تناسب با ورودی‌ها باشند. تا زمانی که آشفتگی در درون سیستم بسیار ناچیز باشد چنین رویکردی در تحلیل می‌تواند درست باشد. اما در عمل تمام عناصر سیستم‌های دنیای واقعی غیرخطی بوده و بعلاوه اکثر آن‌ها تصادفی می‌باشند و این عوامل باعث می‌شود رفتار سیستم به وسیله مکانیزم‌های شناخته شده مرسوم قابل پیش بینی نباشد.

شناخت فضا و پیچیدگی‌های آن

چون روابط در فضای یک سیستم در واقعیت مستقل از هم نیستند، نمی‌توان به صورت خطی و مستقل به بررسی آن‌ها پرداخت و در چنین شرایطی تفکر سیستمی وارد عمل می‌شود. تفکر سیستمی مشکلات ما را با بررسی تاثیر متقابل اجزای یک سیستم و بازخوردها و نتایج بدست آمده از آن‌ها و جمع آوری این نتایج و در آخر با مقایسه آن‌ها، بر طاق می‌کند. بدین منظور شروع به بررسی فضای اطراف سیستم می‌کنیم. ابزار مناسب برای شناخت فضای اطراف مدل‌سازی و شبیه‌سازی فضای اطراف سیستم است. برای درک دنیای بیرون و پدیده‌های آن باید از مدل استفاده کنیم. مدل عبارت است از تصویر یا بدل واقعیات دنیای بیرون که در ذهن انسان وجود دارد. به این دلیل که پدیده‌های بیرون را نمی‌توان کاملاً و غیر در ذهن می‌داند، لذا باید عناصری از واقعیات بیرون را در ذهن به طور مجرد انتخاب و به صورت کنش مدلی آن را در ذهن مدل نمود.

انواع مدل‌ها:

مدل‌های ذهنی: مدلی که در ذهن از طریق بیرون می‌سازیم را مدل ذهنی می‌گوییم. در صورت تغییر پدیده‌های بیرونی مدل‌های ذهنی نیز عوض می‌شود.

ضعف‌های مدل‌های ذهنی:

- تعدادی از عوامل که می‌توان به صورت هم زمان در یک مدل ذهنی آورد، محدود هستند.
- استنتاج از مدل‌های ذهنی غیر قابل اعتماد است. یعنی حتماً وقتی که عوامل محدود را در یک مدل ذهنی به هم وصل کنیم، نمی‌توانیم از نتیجه آن مطمئن باشیم.
- مدل‌های ذهنی اثر دقت کمتری برخوردار هستند.
- مدل‌های ذهنی دچار ابهام هستند.
- دسترسی به مدل‌های ذهنی دشوار است و افراد نمی‌توانند مدل‌های ذهنی خود را به طور کامل به یکدیگر منتقل کنند. مدل‌های ذهنی به ما می‌گویند که مسئله از چه عواملی تشکیل شده است و چه ارتباطی با هم دارند.

مدل‌های تشریحی: مدل‌هایی هستند که ذهنیات را به صورت تفکیک و کتبی بیان می‌کنند. در مورد نظریه پردازان به کار می‌رود.

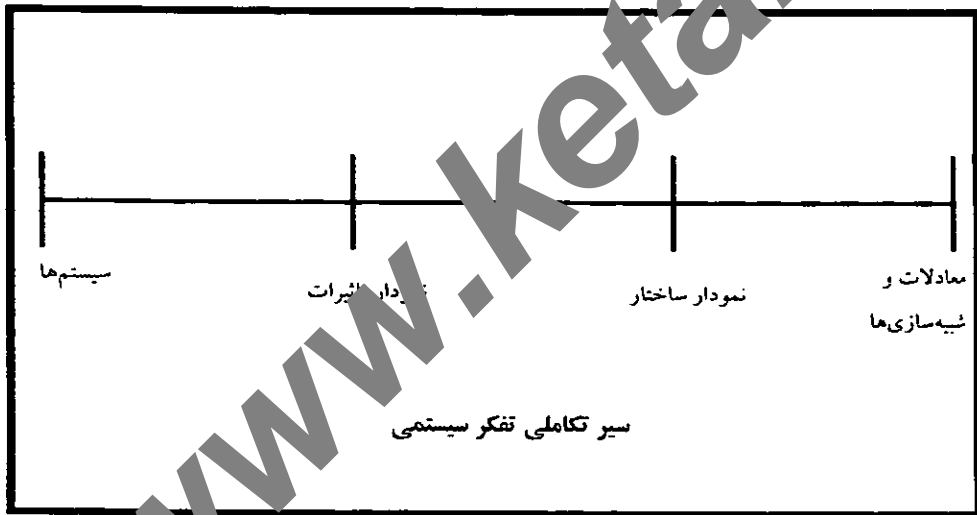
مدل‌های ریاضی: روابط در این مدل بسیار روشن و واضح بیان می‌شوند و عوامل و روابط بین آنها با نشانه و سمبل‌های ریاضی نشان داده می‌شود. در مدل‌های ریاضی، شک در مورد فرضیات است نه نتایج مدل.

- داده‌ها کمترین ابهام در مدل (هیچ ابهامی وجود ندارد).
- می‌توانیم سنجیدگی (از نظر تعداد عوامل) را زیاد کنیم.
- نتیجه‌گیری دقیق‌تر صورت می‌گیرد چون براساس یک منطق صریح و روشن ریاضی صورت می‌گیرد.
- در جدول زیر در تفکر مکانیزی (جزء گرا) و سیستمی (کل‌نگر) با هم مقایسه شده‌اند:

تفکر سیستمی	تفکر مکانیزی
پدیده مورد نظر را به اجزای آن تجزیه می‌کنیم. سیستم بزرگتری را که پدیده مورد نظر جزئی از آن است شناسایی می‌شود. رفتار کل مجموعه شناسایی. رفتار پدیده مورد نظر در مفهوم نقش یا کارکرد آن در قالب سیستم بزرگتر تعریف می‌شود.	پدیده مورد نظر را به اجزاء آن تجزیه می‌کنیم. ویژگی‌های هر جزء را به‌طور جداگانه شناسایی می‌کنیم. تعاریفی که از شناخت اجزاء به‌دست آمده است با یکدیگر ترکیب می‌شود تا تعریف کل به‌دست آید.
آثار ناشی از روابط متقابل اجزاء را می‌بینیم.	اهمیت روابط متقابل اجزاء را بررسی می‌کنیم.
هدف اصلی ما در سیستم چیست؟	هدف ما روشن ساختن جزئیات است.
هر بار چند متغیر مختلف با هم تغییر می‌دهیم.	هر بار تنها یک متغیر را تغییر می‌دهیم.
سیستم را در زمان واقعی بررسی می‌کنیم.	سیستم را مجزا و مستقل از زمان می‌بینیم.
نتیجه کار ما برنامه ریزی مجموعه اجزاء است. اهداف کلی را مشخص می‌کنیم.	نتیجه کار بررسی ما برنامه‌ریزی جزء به جزء فعالیت‌ها است.
اهداف کاملاً روشن هستند و شناخت دقیق جزئیات مطرح نیست.	جزئیات را می‌شناسیم اما اهداف کاملاً روشن نیستند.

۳- روش سیستمی به چه کار می‌آید؟

به یقین روش سیستمی انقلابی در شیوه اندیشیدن ایجاد کرده است. اما باید بدانیم که موارد به کار بستن آن کدامند. اندیشه سیستمی روشی برای تصمیم‌گیری درست‌تر و اتخاذ تصمیمات مناسب‌تر را فراهم می‌سازد. اگر اندیشه تحلیلی را شیوه میکروسکوپی بنامیم، اندیشه سیستمی روش ماکروسکوپی یا بزرگ‌نگر است. باید توجه داشت که روش‌های تحلیل و روش سیستمی متناقض با یکدیگر نیستند. بلکه مکمل همدیگر هستند. اگر در روش تحلیلی هدف روشن ساختن جزئیات است در روش سیستمی هدف درک عملکرد کلی سیستم است. سیر تکاملی سیستم در نگاره زیر به تصویر کشیده شده است:



۴- چه چیزی سرعت و وسعت به کارگیری تفکر سیستمی را افزایش می‌دهد؟

کامپیوترها می‌توانند کمک بزرگی برای ما باشند. چون هم می‌توانند به اندازه کافی عقب بروند و از آن‌جا سیستم را ببینند. زمان را کنترل کنند و دنیای واقعی را شییه‌سازی کنند.

از طرفی تفکر سیستمی در بنگاه‌هایی قابل اجرا است که قدرت تک بعدی نباشد و سلسله مراتب سازمان از نظر حق رای همسان باشد. در این حالت است که می‌توان تفکر سیستمی را پیاده سازی کرد.

تقسیم‌بندی سیستم‌ها

تقسیم سیستم‌ها به باز و بسته از جمله طبقه‌بندی‌های اولیه‌ای است که در مورد سیستم‌ها به عمل آمده است. در نظر برتالفی، که واضع تقسیم‌بندی سیستم‌ها به باز و بسته است، یک سیستم بسته چنان سیستمی است که با محیط خود هیچ گونه ارتباط مادی به صورت تبادل ماده یا انرژی ندارد. از این دیدگاه، سیستم باز سیستمی است که با محیط خارج خود دارای تبادل انرژی و ادواتی هست. سیستم‌های بسته بسته حالتی خاص از سیستم‌های باز هستند.

طبقه‌بندی رفتاری سیستم‌ها

۱- سیستم نگهدارنده حالت فعلی

سیستمی است که در مقابل یک واقع داخلی یا خارجی خاص فقط یک گونه واکنش نشان می‌دهد ولی در مقابل وقایع داخلی و خارجی مختلف واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهد. چنین سیستمی در مقابل تغییرات فقط از خود واکنش نشان می‌دهد و توانایی پاسخ دادن به آن تغییرات را ندارد. یک دستگاه گرمایش که گرما را با افزایش یا کاهش درجه اتاق از حدودی به بعد قطع و وصل می‌کند، مثلاً در سیستم‌های حافظ حالت به شمار می‌آید. سیستم‌های حافظ حالت قدرت تشخیص حالت‌های داخلی و خارجی را دارند.

۲- سیستم هدف جو

یک سیستم هدف جو بنا به تعریف، سیستمی است که نسبت به یک یا چند واقعه داخلی یا خارجی واکنش‌ها و پاسخ‌هایی که متضمن یک یا چندین حالت مختلف است ابراز دارد. چنین سیستمی قادر است در مقابل یک واقعه خلاص، در شرایط محیطی ثابت و برای وصول به یک حالت خاص رفتارهای گوناگونی داشته باشد.

۳- سیستم چند هدفی

سیستم چند هدفی حالت تعمیم یافته‌ای از سیستم‌های هدف جوی ساده است. چنین سیستمی می‌تواند حداقل در دو حالت مختلف دو یا چندین هدف را انتخاب و دنبال کند. به عنوان مثال، یک ماشین الکترونیکی محاسبات که برای اجرای چند بازی فکری برنامه‌ریزی شده است یک سیستم چند هدفی به شمار می‌آید.

توجه به باز بودن سیستم‌هایی که در آن‌ها انسان نقش اصلی را دارد و روابط پیچیده عناصر بررسی رویکردی جدید در این حوزه می‌پردازیم.

پویایی‌های سیستم:

با توجه به مطالب مطرح شده در مورد سیستم و تفکر سیستمی در این قسمت به بحث اصلی که پویایی‌های سیستم است می‌پردازیم و مبانی اصلی این رویکرد را در قالب یک مثال مورد بررسی قرار می‌دهیم.

اصول و مبانی پویایی‌های سیستم ابتدا در سال‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ مطرح شد. این رویکرد جهت بررسی مسائل پیچیده سیستمی که معمولاً در فضای دارای عدم قطعیت مورد بررسی قرار می‌گیرند، به کار می‌رود. این موضوع در ابتدا برای مسائل مدیریتی و بحران‌های صنعتی آن دوران مطرح شده بود. در ادبیات پیشین پدیده روشی برای درک و شناخت انواع مشخصی از مسائل پیچیده در یک سیستم مثل برنامه‌ریزی، نظارت و هماهنگی اجزای آن میدل شد. مسائل موجود در این سیستم‌ها در دو بزرگی پویایی و ساختار بازخوردی برخوردار بودند.

بعد از شناخت مراحل نظری تدوین مدل در پویایی‌های سیستم انواع سیستم‌ها را می‌توان به انواع مدل‌ها، باید مدل سازی را در سه مرحله به شرح زیر انجام داد:

- نمودارهای علی - حلقوی
- نمودارهای جریان
- معادلات دینامیکی (ریاضی)

پویایی‌های سیستمی بر پایه ساختارها و رفتارهای سیستمی بنا نهاده شده است و از حلقه‌های باز خوردی مرتبط تشکیل شده است. نمودارهای علی-حلقوی و جریان مدل‌سازی پویا شیوه ساده‌ای برای نمایش ساختارهای حلقوی پیش از تدوین معادلات دینامیکی است. نمودارهای علی-حلقوی به شناسایی حلقه‌های اصلی بازخوردی می‌پردازد و به تفاوت ماهیت متغیرهای مرتبط کاری ندارد. نمودارهای علی-حلقوی در پویایی سیستم دو نقش مهم ایفا می‌کنند:

در طول تدوین مدل، به صورت ساختار مقدماتی فرضیه‌های علی به مدلسازی کمک می‌کند.

- تصویر دهانه مدل ارائه می‌دهند.

بعد از مرحله تهیه نمودارهای علی-حلقوی، نمودار جریان و حالت را تهیه می‌کنیم. برای این کار باید با مفهوم سیستم در حالت و جریان آشنا شویم. برای این منظور مثال کنترل موجودی انبار را در نظر می‌گیریم. در این مثال موجودی لحظه‌ای از کالای مورد نظر را به عنوان متغیر حالت در نظر می‌گیریم. اگر هر لحظه، زمان را ثابت در نظر بگیریم و تغییرات زمان را صفر بگیریم، مقداری موجودی در انبار خواهد بود. (این مقدار در دوران کمبود منفی خواهد بود). این متغیر نشان دهنده وضعیت سیستم در هر لحظه است.

متغیر دیگری که مورد بررسی قرار خواهد گرفت متغیر حالت است. این متغیر جریان یا نرخ ورودی و یا خروجی متغیر حالت است. نرخ رسیدن کالا از تامین‌براساس سفارشات و نرخ تقاضای کالا هر دو متغیرهای جریان هستند. این دو متغیر حالت و جریان مبنای مدل‌سازی نمودار حالت و جریان هستند و شناسایی درست آنها برای مدل‌سازی یکی از قدم‌های اساسی در فرآیند حل مدل می‌باشد.