

تجزیه و تحلیل سیستم‌ها

سرشناسه: محمدی، داود، ۱۳۴۵ -

عنوان و نام پدیدآور: تجزیه و تحلیل سیستم‌ها (تفکر سیستمی): با رویکرد تصمیم‌گیری و حل مسائل سازمانی / داود محمدی، مجید رمضان، محمدرضا ابراهیمی.

مشخصات نشر: تهران: ققنوس، ۱۳۸۹.

مشخصات ظاهری: ۲۷۲ ص.: نمودار.

شابک: 978-964-311-879-2

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

موضوع: نظریه سیستم‌ها

موضوع: تجزیه و تحلیل سیستم‌ها

موضوع: رفتار سازمانی

شناسه افزوده: رمضان، مجید، ۱۳۶۰ -

شناسه افزوده: ابراهیمی، محمدرضا، ۱۳۶۱ -

رده‌بندی کنگره: ۱۳۸۹ ت ۳ / م ۳ / Q۲۹۵

رده‌بندی دیویی: ۰۰۳

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۲۱۵۸۲۲۰

تجزیه و تحلیل سیستم‌ها (تفکر سیستمی)

بارویکرد تصمیم‌گیری
و حل مسائل سازمانی

داود محمدی، مجید رمضان، محمدرضا ابراهیمی





انتشارات قنوس

تهران، خیابان انقلاب، خیابان شهدای زاندارمری،

شماره ۱۰۷، تلفن ۴۰ ۸۶ ۴۰ ۶۶

* * *

داود محمدی، مجید رمضان، محمدرضا ابراهیمی

تجزیه و تحلیل سیستم‌ها

(تفکر سیستمی)

چاپ اول

۱۱۰۰ نسخه

زمستان ۱۳۸۹

چاپ شمشاد

حق چاپ محفوظ است

شابک: ۲ - ۸۷۹ - ۳۱۱ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 311 - 879 - 2

www.qoqnoos.ir

Printed in Iran

فهرست

فهرست جداول، اشکال و نمودارها..... ۱۱

بخش اول: نظریه عمومی سیستم‌ها

۱. تفکر تحلیلی و تفکر ترکیبی ۱۷

مقدمه ۱۷

تفکر سیستمی، تفکر ترکیبی و تفکر تحلیلی ۱۸

۲. تاریخچه نظریه سیستم‌ها ۲۳

تحولات دانشگاه MIT ۲۳

تحولات متدولوژی علم ۲۵

تعریف و تفاوت‌های دید سیستماتیک و سیستمیک ۲۹

۳. مفاهیم و کاربردهای نظریه عمومی سیستم‌ها ۳۱

تعریف سیستم ۳۱

عناصر تشکیل دهنده سیستم ۳۴

طبقه‌بندی سیستم‌ها ۳۸

تکامل سیستم‌های اجتماعی ۶۰

۶۲	..... رشد سیستم‌های اجتماعی
۶۵	..... اصل تضاد در نظریه عمومی سیستم‌ها
۶۷	..... ارزش عملی رویکرد سیستمی برای مدیران
۶۹	..... تفکر سیستمی و یادگیری سازمانی
۷۱	..... تفکر سیستمی و روابط صنعتی
۷۴	..... انتقادهای وارد بر نظریه سیستم‌ها از دیدگاه روابط صنعتی
۷۶	..... تفکر سیستمی و رفتار سیاسی در سازمان
۷۷	..... تفکر سیستمی و حسابرسی داخلی
۷۹	..... موانع تفکر سیستمی
۸۲	..... انواع روش‌های تصمیم‌گیری و کنترل
۸۳	..... روش‌های تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان
۸۶	..... روش‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان
۸۸	..... انواع کنترل
۸۹	..... برخی راهبردهای عملی برای افزایش قدرت تصمیم‌گیری

بخش دوم: سیستم‌های کارکردگرا

۹۳	..... ۴. رویکرد سیستم‌های سخت (تحقیق در عملیات سخت)
۹۳	..... مقدمه
۹۳	..... بافت موقعیت مسئله
۹۴	..... رویکرد سیستم‌های کارکردگرا
۹۵	..... متدولوژی سیستم‌های کارکردگرا

۹۷	..... رویکرد سیستم‌های سخت
۹۷	..... متدولوژی سیستم‌های سخت
۹۸	..... ۱. رویکرد مهندسی سیستم‌ها
۹۹	..... پیچیدگی در سیستم‌ها
۱۰۲	..... ایجاد سیستم‌های پیچیده
۱۰۳	..... سابقه و توسعه نظریه پیچیدگی
۱۰۵	..... پیچیدگی و کنترل پذیری
۱۰۸	..... پیچیدگی در سیستم‌های اجتماعی
۱۱۰	..... نظریه پیچیدگی و حکمرانی
۱۱۱	..... مدیریت پیچیدگی در سازمان‌های عمومی
۱۱۲	..... معماری سیستم‌ها
۱۱۳	..... معماری سیستم‌ها در مقابل مهندسی سیستم‌ها
۱۱۷	..... متدولوژی‌های فرایند معماری
۱۱۹	..... ۲. تحلیل سیستم‌ها
	..... ۳. متدولوژی تحلیل و طراحی سیستم‌های ساختمند
۱۲۰	..... (SSADM)
۱۲۰	..... برنامه‌ریزی استراتژیک
۱۲۱	..... طراحی سیستم
۱۲۳	..... مفاهیم روش تحلیل و طراحی ساخت یافته
۱۲۳	..... دیدگاه‌های روش تحلیل و طراحی ساخت یافته
۱۲۸	..... فنون

۱۲۸	..... محصولات
۱۲۹	..... ۴. متدولوژی پویایی‌های سیستم
۱۳۱	..... مقدمه
۱۳۳	..... مسائل پویا و دیدگاه بازخوردی سیستمیک
۱۳۹	..... ۵. تحقیق در عملیات
۱۴۰	..... جنگ جهانی دوم
۱۴۲	..... بعد از جنگ جهانی دوم
۱۴۴	..... انواع پژوهش در پژوهش در عملیات
۱۴۶	..... روش پژوهش در حل مسائل واقعی
۱۴۶	..... استخراج مسئله
۱۵۲	..... مدل‌سازی
۱۶۸	..... حل مدل
۱۶۹	..... اعتبارسنجی مدل
۱۷۱	..... پیاده‌سازی مدل
	روش پژوهش در توسعه مدل یا روش حل برای مسائل
۱۷۲	..... کلاسیک
۱۷۴	..... روش پژوهش در توسعه تئوری‌ها و فنون عمومی
۱۷۶	..... پژوهش در عملیات و حوزه‌های مرتبط
۱۸۱	..... ۵. سایبرنتیک سازمانی
۱۸۱	..... مقدمه
۱۸۲	..... اصل تنوع ضروری

- تعریف سایبرنتیک ۱۸۵
- نظریه اطلاعات ۱۸۶
- رمزگذاری مؤثر ۱۸۷
- کدهایی با طول متغیر ۱۸۸
- ارتباط و اجزای آن ۱۸۹
- بی‌نظمی (آنتروپی) ۱۹۱
- سایبرنتیک و نظریه اطلاعات ۱۹۲
- سازمان به مثابه سیستم‌های سایبرنتیک ۱۹۳
۶. نظریه پیچیدگی ۱۹۷
- مقدمه ۱۹۷
- پیچیدگی ایستا (نوع اول) ۱۹۷
- پیچیدگی بویا (نوع دوم) ۱۹۹
- پیچیدگی تکاملی (نوع سوم) ۲۰۰
- پیچیدگی خود سازماندهی (نوع چهارم) ۲۰۰
- مقدمات کمی‌سازی پیچیدگی ۲۰۱
- فرضیات و اهداف ۲۰۲
- تکنیک‌های کمی‌سازی ۲۰۴
- نظریات نوین در حوزه پیچیدگی ۲۰۹
- دیدگاه‌هایی در زمینه نظریه آشوب ۲۱۱
- نظریه ساختارهای زوال‌پذیر ۲۱۳
- سینرژتیکس ۲۱۴

۲۱۴	سیستم‌های انطباقی پیچیده
۲۱۶	نگاه به سازمان‌ها به عنوان سیستم‌های پیچیده
۲۱۹	نظریه فراگردهای واکنش‌گر
۲۲۰	ظهور نظم اجتماعی

بخش سوم: سیستم‌های آزادگرایانه، تفسیری و نرم

۲۲۳	۷. رویکرد سیستم‌های آزادگرایانه و سیستم‌های تفسیری
۲۲۳	رویکرد سیستم‌های آزادگرایانه
۲۲۳	رویکرد سیستم‌های تفسیری
۲۲۴	متدولوژی سیستم‌های تفسیری
۲۲۷	۸. روش‌شناسی سیستم‌های نرم
۲۲۷	مقدمه
۲۲۸	سیستم‌های فعالیت انسانی
۲۲۹	کلیت روش‌شناسی
۲۳۲	مراحل هفتگانه SSM
۲۴۱	نقد SSM
۲۴۲	بحث و نتیجه‌گیری
	موردکاوی: تحلیل متدولوژی سیستم‌های نرم: حیثه‌یابی
۲۴۳	در یکی از کشورهای خاورمیانه (گزارش تأثیر محیطی)
۲۶۱	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
۲۶۵	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۲۶۹	منابع

فهرست جداول، اشکال و نمودارها

فهرست جداول

- جدول ۱: تفاوت رویکرد تحلیلی و رویکرد سیستمی..... ۱۸
- جدول ۲: نام و تخصص چند تن از بزرگان مبحث سیستم‌ها..... ۲۸
- جدول ۳: وجوه تمایز بین الگوی سازمانی ارگانیک و مکانیک . ۶۱
- جدول ۴: مقایسه‌ای بین واژگان معماری و مهندسی..... ۱۱۳
- جدول ۵: مقایسه معماری و مهندسی سیستم‌ها..... ۱۱۶
- جدول ۶: دسته‌بندی مدل‌ها بر مبنای عملکرد..... ۱۵۴
- جدول ۷: دسته‌بندی مدل‌ها بر مبنای نسبت زمانی..... ۱۵۴
- جدول ۸: دسته‌بندی مدل‌ها بر مبنای ساختار..... ۱۵۵
- جدول ۹: دسته‌بندی مدل‌ها بر مبنای نسبت نااطمینانی..... ۱۵۶
- جدول ۱۰: دسته‌بندی مدل‌ها بر مبنای عمومیت..... ۱۵۷
- جدول ۱۱: عناصر تحلیل CATWOE..... ۲۴۷
- جدول ۱۲: عناصر تحلیل CATWOE در یکی از کشورهای خاورمیانه..... ۲۴۸

جدول ۱۳: عناصر تحلیل CATWOE در یکی از کشورهای	
خاورمیانه.....	۲۵۰
جدول ۱۴: عناصر تحلیل CATWOE در یکی از کشورهای	
خاورمیانه.....	۲۵۱
جدول ۱۵: عناصر تحلیل CATWOE در یکی از کشورهای	
خاورمیانه.....	۲۵۲

فهرست اشکال

شکل ۱: نقش تفکر تحلیلی و تفکر ترکیبی در تفکر سیستمی.....	۱۹
شکل ۲: عناصر تشکیل دهنده سیستم.....	۳۵
شکل ۳: طبقه‌بندی سیستم‌ها بر مبنای پیچیدگی.....	۴۲
شکل ۴: سازمان به عنوان یک سیستم.....	۵۷
شکل ۵: مراحل پنجگانه رشد.....	۶۵
شکل ۶: زیر سیستم روابط صنعتی.....	۷۲
شکل ۷: سیستم روابط صنعتی از دید سالمون.....	۷۳
شکل ۸: ایجاد نمونه‌ای جدید از سیستم موجود.....	۹۸
شکل ۹: ایجاد نمونه‌ای جدید از سیستم موجود با استفاده	
از مهندسی.....	۹۹
شکل ۱۰: مدل آبخاری.....	۹۹
شکل ۱۱: مدل آبخاری بسط داده شده.....	۱۱۴

- شکل ۱۲: برخی از الگوهای رایج مشاهده شده در زندگی واقعی ۱۳۴
- شکل ۱۳: مراحل پژوهش در عملیات در حل مسائل واقعی .. ۱۴۶
- شکل ۱۴: خواسته‌ها، واقعیت‌ها و مسئله ۱۴۷
- شکل ۱۵: نمودار علت و معلول ۱۴۹
- شکل ۱۶: ساختار کلی برنامه‌ریزی ریاضی ۱۶۷
- شکل ۱۷: روش پژوهش در عملیات در توسعه مدل برای مسائل کلاسیک ۱۷۳
- شکل ۱۸: نمایش یک سیستم سایبرنتیک: دماپا و بخاری .. ۱۹۳
- شکل ۱۹: الگوی انتزاعی در باره سیستم سایبرنتیک ۱۹۵
- شکل ۲۰: ویرایش جدید از SSM ۲۳۱
- شکل ۲۱: مراحل هفتگانه SSM ۲۳۳
- شکل ۲۲: مدل مفهومی سیستم پردازش سفارش ۲۳۶
- شکل ۲۳: مدل مفهومی سیستم ایجاد و پردازش سفارش شامل دو سیستم «برنامه‌ریزی» و دو سیستم «کاری» ۲۳۶
- شکل ۲۴: سیستم حیطه‌یابی در یکی از کشورهای خاورمیانه ۲۴۵
- شکل ۲۵: مدل مفهومی مبتنی بر تعریف ریشه‌ای وظیفه اصلی ۲۵۳
- شکل ۲۶: مدل مفهومی رهنموددهنده EIS ۲۵۴
- شکل ۲۷: مدل مفهومی عضو کمیته برنامه‌ریزی محلی ۲۵۵
- شکل ۲۸: مدل مفهومی توسعه‌دهنده طرح ۲۵۶

فهرست نمودارها

- نمودار ۱: چارچوب تخصصی سیستم‌ها... ۲۱
- نمودار ۲: ابعاد سازمان یادگیرنده... ۷۰
- نمودار ۳: طبقه‌بندی موقعیت مسئله و رویکردهای سیستم‌ها... ۹۴
- نمودار ۴: یادگیری تک‌حلقه‌ای و دو حلقه‌ای و مراحل آن‌ها... ۱۸۵

بخش اول

نظریه عمومی سیستم‌ها

تفکر تحلیلی و تفکر ترکیبی

مقدمه

رویکرد سیستم‌ها در مقابل روش تحلیلی قرار می‌گیرد. رویکرد تحلیلی هنگامی استفاده می‌شود که یک موجودیت از نظر اجزاء یا عناصر تشکیل‌دهنده‌اش مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل فرایندی است که از طریق آن، کل به اجزاء کوچک‌تری تقسیم می‌شود تا بتوان عملکرد کل را بهتر درک کرد. بسیاری از قوانین موجود در طبیعت با استفاده از این متدولوژی کشف شده‌اند. دلیل اصلی استفاده از روش تحلیلی، ظرفیت محدود ذهن انسان در درک مفاهیم است. در این روش، اعتقاد بر این است که از طریق شکستن کل به اجزاء کوچک‌تر و بررسی هر یک از این اجزاء به طور مشروح، می‌توان به درک کامل و صحیحی از جنبه‌های فردی موضوع دست یافت. هنگامی که موضوعی را به اجزاء قابل بررسی شکستیم، تحلیلگر با هدف درک ماهیت کل، اجزائی که قبلاً از هم جدا شده بودند (تحلیل کردن) را در کنار هم قرار می‌دهد (ترکیب کردن). به دلیل وجود تعامل متقابل اجزاء، کل دارای ویژگی‌های متمایزی از اجزاء تشکیل‌دهنده است. از این رو، محققان پیشنهاد می‌کنند که یک ارگانسیم باید به عنوان یک سیستم مورد مطالعه قرار گیرد؛ به عنوان یک کل. در جدول ۱ تفاوت بین رویکرد تحلیلی و رویکرد سیستمی ارائه شده است.

جدول ۱: تفاوت رویکرد تحلیلی و رویکرد سیستمی

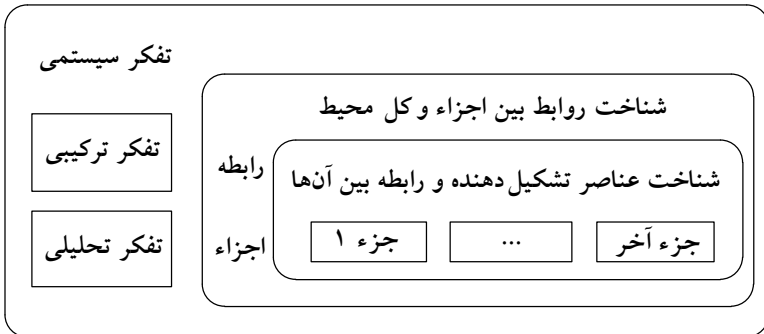
رویکرد تحلیلی	رویکرد سیستمی	
بر اجزاء	بر کل	تأکید
نسبتاً بسته	باز	نوع
به طور صریح مشخص نشده	یک یا بیش تر	محیط
از آن‌جا که سیستم بسته است، تمایل به آنتروپی وجود دارد	از آن‌جا که سیستم با محیط در تعامل است، قابل کاربرد نیست	آنتروپی
حفظ وضع موجود	تغییر و یادگیری	مفهوم اهداف
کم	بسیار	سلسله مراتب
ثبات	انطباقی، در جستجوی تعادل جدید	وضعیت

تفکر سیستمی، تفکر ترکیبی و تفکر تحلیلی

طبق تفکر سیستمی، ویژگی‌های مهم یک سیستم از تعامل بین اجزاء آن به وجود می‌آید نه از فعالیت جداگانه آن‌ها. بنابراین وقتی سیستم را تجزیه می‌کنیم، ویژگی‌های مهم خود را از دست می‌دهد. بنابراین سیستم یک کل است که با تحلیل قابل درک نیست. در عصر ماشین، وقتی چیزی به خوبی کار نمی‌کرد، رفتار اجزاء آن بررسی می‌شد تا راه ایجاد بهبودی پیدا شود. به طور کلی، در تفکر سیستمی اعتقاد بر این است که افزایش شناخت را می‌توان با توسعه سیستم تحت مطالعه به دست آورد، نه با تقلیل آن به اجزاء کوچک‌تر. شناخت از کل به جزء پیش می‌رود، نه از جزء به کل. در نتیجه، اعتقاد بر این است که شناخت کامل هر چیز، آرمانی است که می‌توان به طور مداوم به آن نزدیک شد، اما هرگز نمی‌توان به آن دست یافت. بنا بر

این فرض، وجود یک کل نهایی که شناخت آن پاسخ غایی را فراهم آورد غیر ضروری است؛ اگرچه فرض وجود چنین کل وحدت بخشی (مانند خدا یا خالق) برای بسیاری از مردم راحت تر و مقبول تر است. با توجه به این نکته، روشی غیر از تحلیل برای درک رفتار و ویژگی های سیستم ضروری است. ترکیب^۱ نقص فوق را جبران نموده و برای تفکر سیستمی، یک موضوع کلیدی است. در واقع تحلیل و ترکیب، مکمل هم هستند و می توان تفکر سیستمی را مجموع تفکر تحلیلی و تفکر ترکیبی دانست (شکل شماره ۱).

شکل ۱: نقش تفکر تحلیلی و تفکر ترکیبی در تفکر سیستمی (مرعی، ۱۳۸۵)



به طور کلی در تفکر ترکیبی سه گام اصلی برداشته می شود. در گام نخست، وقتی می خواهیم موضوعی را بررسی کنیم، ابتدا سیستم کلی را که در برگیرنده موضوع فوق است، مشخص می کنیم. به عبارت دیگر، یک کلیت^۲ را شناسایی می کنیم که موضوع فوق، بخشی از آن است. به عنوان مثال، هنگام تفکر در مورد «دانشگاه» (به عنوان موضوع)، سیستم در برگیرنده آن ممکن است «نظام آموزش عالی» یا «نظام آموزشی» در نظر گرفته شود. در گام بعدی رفتار و ویژگی های سیستم کلی مورد بررسی قرار می گیرد و نهایتاً در گام آخر رفتار یا ویژگی های موضوع مورد مطالعه را با توجه به نقش ها^۳ یا کارکردهای^۴ آن در سیستم کلی توضیح می دهیم. در تفکر

1. synthesis

2. whole

3. roles

4. functions

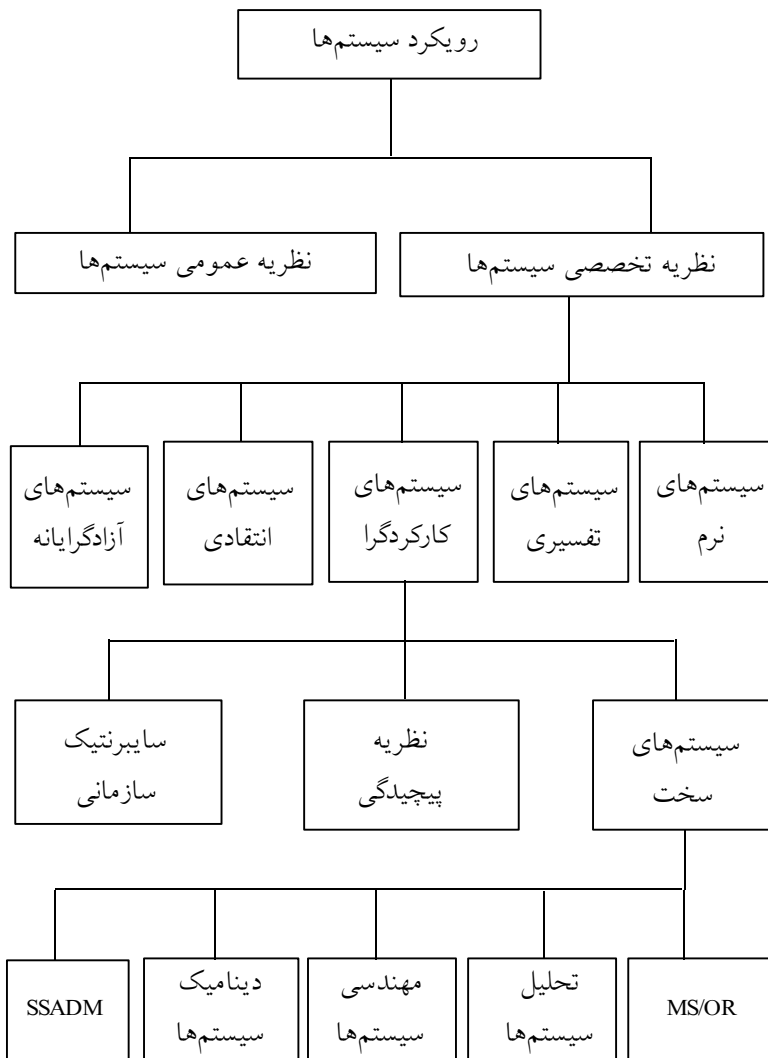
سیستمی، توصیه می‌شود که ترکیب قبل از تحلیل انجام گیرد. در تفکر تحلیلی، چیزی که می‌خواهیم بررسی کنیم، به عنوان یک کل تجزیه می‌شود. ولی در ترکیب، چیزی که می‌خواهیم بررسی کنیم، به عنوان یک جزء از کلی که آن را در بر گرفته بررسی می‌گردد. اولی، حوزه مورد توجه محقق را تغلیل و دومی آن را گسترش می‌دهد. به عنوان مثال، تفکر تحلیلی برای تشریح دانشگاه شروع به تجزیه آن و رسیدن به عناصرش می‌کند. مثلاً از دانشگاه به دانشکده، به دپارتمان، به دانشجو، هیئت علمی و موضوعات درسی و... می‌رسد. سپس عناصر را تعریف و آن‌ها را جهت رسیدن به تعریف دپارتمان، دانشکده و دانشگاه ترکیب می‌کند. برای مواجه شدن با واقعیت‌ها، هم ترکیب و هم تحلیل لازم است. تحلیل روی ساختار موضوع متمرکز می‌شود. تعیین می‌کند سیستم‌ها چگونه کار می‌کنند. ترکیب بر کارکرد متمرکز می‌شود. بنابراین تحلیل، دانش^۱ ایجاد می‌کند و ترکیب، درک را افزایش می‌دهد (درک از کل به جزء جریان دارد و دانش از جزء به کل). تحلیل به درون چیزها می‌نگرد ولی ترکیب از بیرون به آن‌ها نگاه می‌کند. در تفکر سیستمی اعتقاد بر این است که با بسط سیستم مورد بررسی، درک ما از آن افزایش می‌یابد. در عصر ماشین، به تعامل بین اجزاء درون سیستم توجه می‌شد. ولی تفکر سیستمی، علاوه بر آن، به تعامل سیستم با محیط نیز توجه دارد و نیز به تعامل کارکردی^۲ بین اجزاء سیستم توجه می‌کند. چرچمن^۳ مفهوم فوق را این‌گونه توضیح می‌دهد: نگرش تحلیلی، معمولاً سیستم را با توجه به اجزاء تشکیل‌دهنده آن شناسایی و تعریف می‌کند. به عنوان مثال، اگر از یک فرد عادی بپرسید اتومبیل چیست؟ جواب می‌شنوید: اتومبیل وسیله‌ای است که چهار چرخ دارد و به کمک موتور حرکت می‌کند. اگر از او بپرسید: اتومبیل سه چرخه هم وجود دارد؟ اساس تعریف او به هم می‌ریزد. تفکر مکانیکی به مواد تشکیل‌دهنده سیستم توجه دارد. ولی در روش سیستم‌ها، توجه بیش‌تر به این نکته است که سیستم چه می‌کند تا این‌که از چه ساخته شده است. یعنی ابتدا مأموریت و چگونگی ارتباط و کنترل سیستم و ضوابط رفتاری آن را شناسایی می‌کند. طبق دیدگاه فوق، تعریف اتومبیل چنین خواهد بود: اتومبیل وسیله نقلیه‌ای است برای انتقال تعداد معینی مسافر از یک نقطه

1. knowledge

2. Functional Interaction

3. Churchman

نمودار ۱: چارچوب تخصصی سیستم‌ها



به نقطه‌ای دیگر با توجه به زمان و هزینه تعیین شده. (ابتدا یک کل که اتومبیل جزئی از آن است مد نظر قرار می‌گیرد.) نگرش سیستمی، یعنی اندیشیدن و اقدام در مورد

مسائل به صورت یک مجموعه متعامل و مرتبط که از اجزاء مختلف تشکیل شده‌اند و تغییر هر جزء می‌تواند بر دیگری اثر بگذارد. لازم به ذکر است که رویکرد سیستمی در تناقض با رویکرد تحلیلی نیست، بلکه آن را کامل می‌کند. برای رویکرد سیستمی، چارچوب‌های تخصصی مختلفی وجود دارد که در ادبیات سیستم‌ها مورد بحث قرار گرفته است. معروف‌ترین این چارچوب‌ها، نظریه عمومی سیستم‌ها و نظریه تخصصی سیستم‌ها شامل سیستم‌های نرم، سیستم‌های تفسیری، سیستم‌های کارکردگرا، سیستم‌های انتقادی و سیستم‌های آزادگرایانه است. این چارچوب در نمودار شماره ۱ نمایش داده شده است.

تاریخچه نظریه سیستم‌ها

تاریخچه نظریه سیستم‌ها را از دو دیدگاه می‌توان بررسی کرد. دیدگاه اول برای بررسی روند توسعه نظریه سیستم‌ها ترجیح می‌دهد به بررسی روند تحولات و رویدادهایی بپردازد که در دانشگاه‌های آمریکا (به‌خصوص دانشگاه MIT) در سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۷۰ رخ داد. دیدگاه دوم به بررسی روند تحول در شیوه‌های نگرش به جهان و متدولوژی علم در سطح جهان می‌پردازد. آنچه در پی می‌آید، خلاصه‌ای از دو نگرش فوق است.

تحولات دانشگاه MIT

پس از جنگ جهانی دوم، سه جهش در دانشگاه MIT به وجود آمد که هر یک ده سال به درازا کشید. در این جهش‌ها اندیشه و علم پیشرفت‌های زیادی کردند و دنیا با شناخت‌های جدیدی از سایبرنتیک^۱ گرفته تا حادث‌ترین مسئله روز یعنی محدودیت رشد اقتصادی آشنا شد. در جریان بسط و نشر و حرکت و تحول افکار و آراء، رشته‌های گوناگون دانش، از روش‌ها و لغات و اصطلاحات یکدیگر استفاده می‌کنند و به این ترتیب زمینه‌های بکر و دست‌نخورده بارور می‌شوند. در سال‌های ۱۹۴۰ تا

1. cybernetics

۱۹۵۰ رابطه میان ماشین و ارگانیسم مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این دوران مفاهیمی همچون بازخورد^۱ که تا آن زمان در مورد ماشین‌ها به کار می‌رفت، در مورد ارگانیسم نیز به کار رفتند و راه پیدا شدن دو دانش جدید یعنی اتوماسیون و انفورماتیک هموار گردید. در دهه ۱۹۴۰ چندین سمینار (بیش از ده مورد) برگزار شد که در آن‌ها متخصصانی از رشته‌های مختلف (از مکانیک و الکترونیک تا زیست‌شناسی بشود، فیزیولوژی و ریاضیات) شرکت جستند و به تبادل اطلاعات و نظریات پرداختند. دانشمندان کم‌کم دریافتند که برخی مسائل فقط با همکاری متخصصان رشته‌های مختلف قابل حل هستند. به عبارت دیگر، بررسی و حل برخی مسائل به دیدگاهی فراتر از دیدگاه یک رشته خاص نیاز دارد. در سال ۱۹۴۸ وینر^۲ کتاب سایبرنتیک (علم مربوط به چگونگی ارتباطات در انسان و ماشین) را منتشر کرد. وینر استاد درس ریاضی در دانشگاه MIT بود که در پروژه ساخت و به کارگیری دستگاه‌های نشانه‌گیری خودکار برای توپ‌های ضد هوایی با همکاری مهندس جوانی به نام جولین بیگلاو^۳ شرکت جست و به دنبال آن شباهت‌هایی بین ناهنجاری‌های رفتاری در این دستگاه‌ها و بعضی اختلالات در بدن انسان (که در پی آسیب‌دیدگی مخچه به وجود می‌آیند) پیدا کردند. بررسی‌های انجام‌شده در آن زمان نشان می‌داد اگر مخچه انسان آسیب ببیند، بیمار قادر نخواهد بود حتی لیوان آب را بردارد و بنوشد. آن‌قدر لرزش دست‌های بیمار زیاد می‌شود که سرانجام محتوای لیوان را به بیرون خواهد ریخت. با توجه به شباهت این اختلال با اختلال موجود در دستگاه‌های هدف‌گیری خودکار هواپیما، نتیجه گرفتند که برای کنترل حرکاتی که جهت به انجام رساندن مقصود معینی انجام می‌شوند، اولاً باید اطلاعاتی در دست داشت و ثانیاً این اطلاعات باید در مدار بسته‌ای گردش کنند. در این مدار بسته، نتایج و آثار حرکات و فعالیت‌ها ارزیابی و سپس بر اساس تجارب گذشته، حرکات بعدی تعیین می‌شود. بدین ترتیب بازخورد منفی^۴ مطرح شد که هم در تجهیزات و هم در انسان به کار می‌رفت. در سال ۱۹۴۸ نیز شانون^۵ کتاب نظریه ریاضی ارتباطات را منتشر کرد و دو کتاب ذکر شده مبنای سایبرنتیک و نظریه اطلاعات قرار گرفتند. در دهه ۱۹۵۰ دوباره توجه از ارگانیسم به سوی ماشین منعطف می‌شود و مفاهیمی

1. feedback

2. Norbert Wiener

3. Julian Biglow

4. Negative Feedback

5. Shannon

همچون حافظه و فراگیری در مورد ماشین هم به کار می‌رود و به این ترتیب مقدمات پدید آمدن دانش‌های نوینی همچون بیونیک (علمی که می‌کوشد ماشین‌های الکترونیکی را به تقلید از بعضی از دستگاه‌های موجودات زنده به وجود آورد) و هوش مصنوعی به وجود می‌آید. در دهه ۱۹۶۰ در زمینه سایبرنتیک و دینامیک سیستم پیشرفت‌های مهمی به وجود آمد. جی فارستر^۱ در سال ۱۹۶۱ به سمت استادی در مدرسه مدیریت دانشگاه MIT برگزیده شد و مبحث دینامیک صنعتی^۲ را به وجود آورد. هدف او از طرح این موضوع آن بود که سازمان‌ها و مؤسسات صنعتی را همانند سیستم‌های سایبرنتیک بنگرد و از راه شبیه‌سازی،^۳ نحوه کارشان را دریابد. او در سال ۱۹۶۴ دینامیک صنعتی را به سیستم‌های شهری نیز تعمیم داد و دینامیک شهری^۴ را مطرح کرد و به دنبال آن در سال ۱۹۷۱ با انتشار کتاب دینامیک جهان، رشته دینامیک سیستم‌ها^۵ را بنیان نهاد.

تحولات متدولوژی علم

طبق دیدگاه دوم، شیوه‌های تفکر را به سه گروه تقسیم می‌کنند:

۱. کل‌گرایی اولیه: این شیوه تارنسانس، روش غالب تفکر بود. این دوره را دوران حاکمیت فلسفه‌ها و وجود علامه‌ها (که از هر موضوعی، مقداری می‌دانستند) می‌شناسند. در این دوران به زنجیره علت‌ها اعتقاد داشتند اما خیلی سریع به خدا می‌رسیدند (علت‌های وسطی بسیاری را حذف می‌کردند). انسان‌ها خیلی چیزها را می‌دیدند اما توجیهی برای آن نداشتند و آن را به علت نهایی (خدا) متصل می‌کردند. یکی از اشکال‌های عمده کل‌گرایی این بود که رشد نداشت.

۲. جزء‌گرایی: وقتی شیء ناشناخته‌ای به بچه بدهید، اجزاء آن را از هم جدا می‌کند تا بفهمد چگونه کار می‌کند. یعنی با درک این‌که اجزاء چگونه کار می‌کنند، سعی می‌کند درکی از کل به دست آورد. روش فوق، فرایندی سه مرحله‌ای است:

الف) چیزی که باید شناخته شود، تجزیه می‌گردد.

ب) تلاش می‌شود رفتار اجزاء جدا شده از یکدیگر، درک شود.

1. Jay Forrester

2. Industrial Dynamics

3. simulation

4. Urban Dynamics

5. System Dynamics

پ) تلاش می‌شود درک مربوط به اجزاء، جهت درک کل، مونتاژ گردد. پس از رنسانس، این روش روش غالب علمی شد و به آن تحلیل گویند. در این دوران، دانشمندان جزء کوچکی را انتخاب می‌کنند و دقیق می‌شوند. این روش چنان غالب شد که ما امروزه «تحلیل یک مسئله» را با «تلاش جهت حل یک مسئله» برابر می‌گیریم. اگر از اکثر ما روشی جایگزین برای روش تحلیل بخواهند، درمی‌مانیم. مشاهده و آزمون دو اصل مهم در این دوران است. طبق روش تحلیل، برای درک یک چیز باید آن را به صورت فیزیکی یا مفهومی تجزیه کنیم. سؤال این است که اجزاء را چگونه بفهمیم؟ و در جواب باید گفت: اجزاء را نیز تجزیه کنید. سؤال بعدی این است که آیا این فرایند انتهایی دارد؟ برای کسی که معتقد باشد درک کامل جهان امکان‌پذیر است، جواب این سؤال مثبت خواهد بود. اجزاء نهایی را عنصر^۱ 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^۲ هر واقعیت به عناصر نهایی بخش‌ناپذیر را تقلیل‌گرایی^۳ گویند. تأثیر روش فوق را در تاریخ تمام علوم می‌توان مشاهده کرد: در فیزیک و شیمی: اعتقاد بر این بود که همهٔ اشیاء فیزیکی قابل تقلیل به ذرات غیر قابل تقسیم ماده به نام «اتم» هستند (مربوط به قرن نوزدهم و جان دالتون). اعتقاد بر این بود که اتم‌ها دو ویژگی درونی به نام ماده و انرژی دارند. فیزیکدانان تلاش کردند درک خود از طبیعت را بر اساس درک خود از این عناصر بنا کنند. شیمیدان‌ها نیز عناصر را در جدول تناوبی قرار می‌دهند. در زیست‌شناسی، تمام موجودات زنده قابل تقلیل به یک عنصر به نام «سلول» هستند. یکی از مباحثی که در برخی از رشته‌ها (مثل روان‌شناسی و جامعه‌شناسی) در مورد آن بحث فراوان شد، این بود که عنصر در آن رشته چیست. یکی از مشکلاتی که در جزء‌گرایی به وجود آمد، این بود که دانشمندان با هم مرتبط نبودند. هر کدام یک جزء را گرفتند و دستاوردهای رشته‌های مختلف با یکدیگر همخوانی نداشت. وقتی عناصر چیزی را تعیین و درک کردیم، ضروری است این درک را جهت درک کل، مونتاژ کنیم. برای این کار نیاز به تشریح روابط بین اجزاء یا چگونگی تعامل آن‌ها داریم. در عصر ماشین اعتقاد بر این بود که فقط رابطهٔ علت و معلولی^۴ برای شرح

1. element

2. reduction

3. reductionism

4. cause-effect

تعاملات کافی است. به عبارت دیگر، اعتقاد بر این بود که هر چیزی معلولِ یک علت است و شانس یا انتخاب معنی ندارد. علت، معلول را به طور کامل مشخص می‌کند. این اعتقاد را تعیین‌گرایی^۱ گویند. طبق تعریف، وقتی رابطه علت و معلول بین دو چیز وجود دارد، بدین معنی است که علت برای معلول شرط لازم و کافی است. معلول بدون این علت رخ نمی‌دهد. اگر علت وجود داشته باشد، حتماً معلول هم وجود خواهد داشت. در این دوران تلاش شد پدیده‌های طبیعی را بدون استفاده از مفهوم «محیط» درک کنند. مثلاً در قانون «سقوط آزاد اجسام»، اصطلاح «آزاد» به معنی سقوط بدون تأثیرات محیطی است. تحقیقات معمولاً در آزمایشگاه انجام می‌شود که کمک می‌کند از محیط تأثیر نگیریم. تفکری که از تحلیل استفاده نموده و معتقد به تقلیل‌گرایی و تعیین‌گرایی باشد، تفکر مکانیکی نامیده می‌شود. طبق این تفکر، دنیا به صورت نوعی ماشین در نظر گرفته می‌شود و معتقد است رفتار جهان به وسیله ساختار داخلی آن و قانون علیت قابل تعیین است. تفکر مکانیکی در علوم تجربی موجب پیشرفت‌های بسیاری شد و علوم رشد کردند. به تدریج تفکر مکانیکی در علوم انسانی و مدیریت نیز به کار رفت ولی ماهیت موضوع این علوم به گونه‌ای بود که با تفکر مکانیکی سازگار نبود.

۳. نظریه عمومی سیستم‌ها: نظریه سیستم‌ها را در سال ۱۹۴۰ برتالانفی^۲ مطرح کرد. برتالانفی مخالف تقلیل‌گرایی بود و نظریه خود را تحت عنوان «نظریه عمومی سیستم»^۳ منتشر کرد. نظریه سیستم‌ها بر این اصل استوار است که در عمق تمام مسائل، یک سری اصل و ضابطه موجود است که به طور افقی تمام نظام‌های علمی را قطع و رفتار عمومی سیستم‌ها را کنترل می‌کند. یعنی می‌توان به یک سری از اصول و ضوابط اولیه دست یافت که تعریف‌کننده رفتار عمومی سیستم‌ها صرف‌نظر از نوع آن‌هاست. این بدان معنا نیست که یک نظریه عمومی بتواند جایگزین نظریه‌های خاص نظام‌های علمی مختلف گردد، بلکه فقط سعی دارد به صورت نوعی هدایت‌کننده (مانیتور) عمل کند. کوشش برای دیدن کل، اصل ادعایی است که روش سیستم‌ها در برخورد با مسائل برای خود قائل است. بیش از

1. determinism

2. Ludwig Von Bertalanffy

3. General Systems Theory

جدول ۲: نام و تخصص چند تن از بزرگان مبحث سیستم‌ها

فرد	تخصص
Forrester, Jay W	مهندسی برق، دینامیک سیستم
Boulding, Kenneth E	اقتصاد
Beer Stafford	مدیریت
Bertalanffy, Ludwig Von	بیولوژی، نظریه سیستم‌های عام
Neuman, John Von	ریاضی
McCulloch, Warren	فیزیولوژی اعصاب
Ashby, W. Ross	بیولوژی، سایبرنتیک
Ackoff, Russel L	معماری، فلسفه علم، تحقیق در عملیات، سیستم‌ها

صد نظام مختلف علمی^۱ وجود دارد که هر کدام دنیا را از دید خود می‌بینند. اما طبیعت، مسائل را به نحوی که دانشگاه‌ها خود را تقسیم کرده‌اند، تقسیم‌بندی نکرده است، بلکه هر مسئله ابعاد و جنبه‌های مختلفی دارد که درک آن احتیاج به دیدی چندبعدی دارد. ولی آنچه در واقعیت رخ داد، کم شدن تدریجی ارتباط بین علوم مختلف در طول زمان بود. بنابراین ضرورت ایجاد رشته‌هایی که ماهیت میان‌رشته‌ای داشته باشند، حس شد. رشته‌هایی همچون مهندسی پزشکی (بیوالکترونیک و بیومکانیک)، فیزیک پزشکی، بیوشیمی و... بر اثر همین احساس ضرورت به وجود آمدند. در این رشته‌ها، جمع شدن دیدگاه‌های مختلف، باعث هم‌افزایی^۲ می‌شود. به عنوان مثال، در بسیاری از رشته‌ها مفهوم ارتباط یک چیز با محیطش وجود دارد؛ مثل الکترون، اتم، مولکول، سلول، گیاه، حیوان، انسان، خانواده، قبیله، شرکت، دانشگاه. هر کدام از این موارد تحت تأثیر محیط خود هستند

1. discipline

2. synergy

و با آن ارتباط دارند. یکی از نکاتی که ماهیت نظریه سیستم‌ها را بهتر روشن می‌کند، وجود تنوع زیاد در رشته و تخصص افراد مؤثر بر نظریه سیستم‌هاست. این موضوع به خوبی نشان می‌دهد که نظریه سیستم‌ها، مبحثی میان‌رشته‌ای است. به عنوان مثال، در جدول شماره ۲ نام و تخصص چند تن از بزرگان مبحث سیستم‌ها ارائه شده است.

تعریف و تفاوت‌های دید سیستماتیک^۱ و سیستمیک^۲

دید سیستماتیک را به معنی منظم، یعنی تابع یک سیستم از پیش تعریف شده که چارچوب و ضوابط خاصی دارد، تعریف می‌کنند. ولی دید سیستمیک یعنی نگاهی جامع و کل‌نگر. وقتی به صورت جامع به سیستم نگاه می‌کنیم بسیاری از چیزهایی را که قبلاً ندیده بودیم می‌بینیم. در دید سیستماتیک روش عمده ما روش تحلیلی است. روش تحلیلی در واقع روش تقلیلی است که در آن برای شناخت کل، باید اجزاء را جدا کنیم و بشناسیم تا به شناخت کل برسیم. در حالی که دید سیستمی می‌گوید برای شناخت کل باید رابطه اجزاء را بشناسیم. با این‌که محتوا بسیار مهم است، رابطه بین اجزاء بسیار مهم‌تر است و این تعامل و رابطه است که باعث می‌شود کل بزرگ‌تر یا مساوی و یا کوچک‌تر از مجموع اجزاء شود. گوناگونی بسیار مهم بوده و اساس کمال است.

دید سیستماتیک معتقد است باید اجزاء را بهبود دهیم تا کل بهتر شود ولی دید سیستمی معتقد است باید رابطه اجزاء را بهبود بخشیم تا کل بهتر عمل کند.

