

مقدمه ای بر نظریه سیستمها

سوال کلیدی:

نظریه سیستمها چگونه ظهور نمود؟

پارادایم چیست

Paradigm

تعابیر موجود از پارادایم

- اغلب تغییرات انجام شده ناشی از تغییر در پارادایم است.
- مبانی پارادایم و تغییر پارادایم در شناخت بهتر تغییرات ناخواسته کمک میکند.
- توماس کوهن :
 - “پارادایم های علمی ، مثالهای پذیرفته شده از تجارب علمی است که یک مدل را در اثر تحقیقات علمی در اختیار میگذارند”.
 - “افرادی که پارادایم های مشترک داشته اند به استانداردها و قواعد مشابه رسیده اند”.
- آدام اسمیت :
 - “پارادایم طریقه دیدن دنیا است”.

پارادایم

■ پارادایم مجموعه ای از قواعد و قوانین (نوشته یا نانوشته) است که دو کار انجام میدهد:

1- یک محدوده را تعریف و یا ایجاد میکند.

2- میگوید که در این محدوده چگونه باید رفتار نمود تا موفق شد.

لغات معادل با پارادایم

- ارزشها
- ایدئولوژی
- سنتها
- عادات
- الگوها
- تئوری
- مدل
- متدولوژی
- اصول
- استانداردها
- فرضیات

سوالات کلیدی

- 1- چه موقع یک پارادایم جدید بوجود می آید؟
- 2- چه افرادی تغییر دهنده پارادایم هستند؟
- 3- چه کسانی حامیان اولیه تغییر دهندگان پارادایم هستند و چرا از آنها پشتیبانی میکنند؟
- 4- چگونه تغییر در پارادایم بر روی آنهایی که در این فضا عمل میکنند اثر میگذارد؟

چه موقعي پارادایم جدید ظاهر میشود؟

When do new paradigms appear?

ویژگی پارادایم - حل مسئله

مسائل حل شده



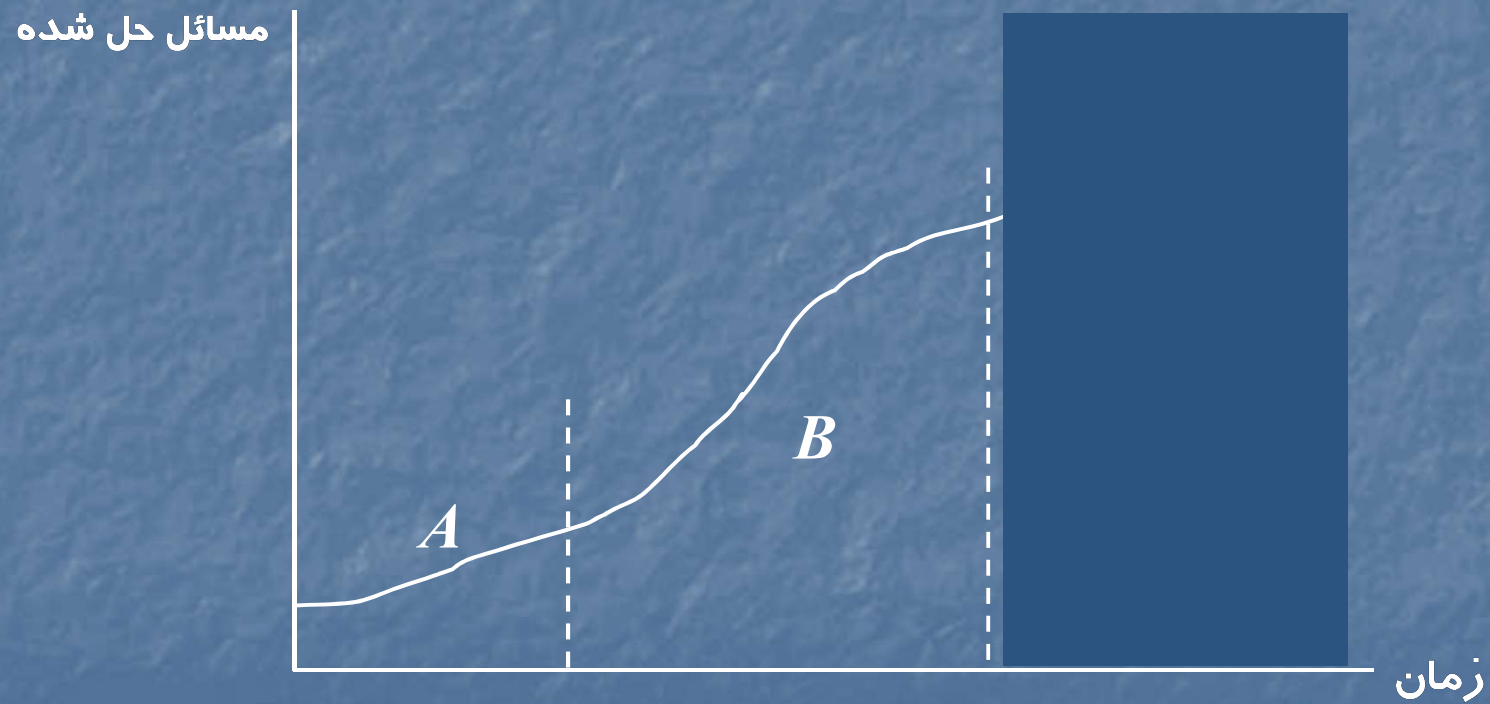
زمان

معرفي يك پاراديم

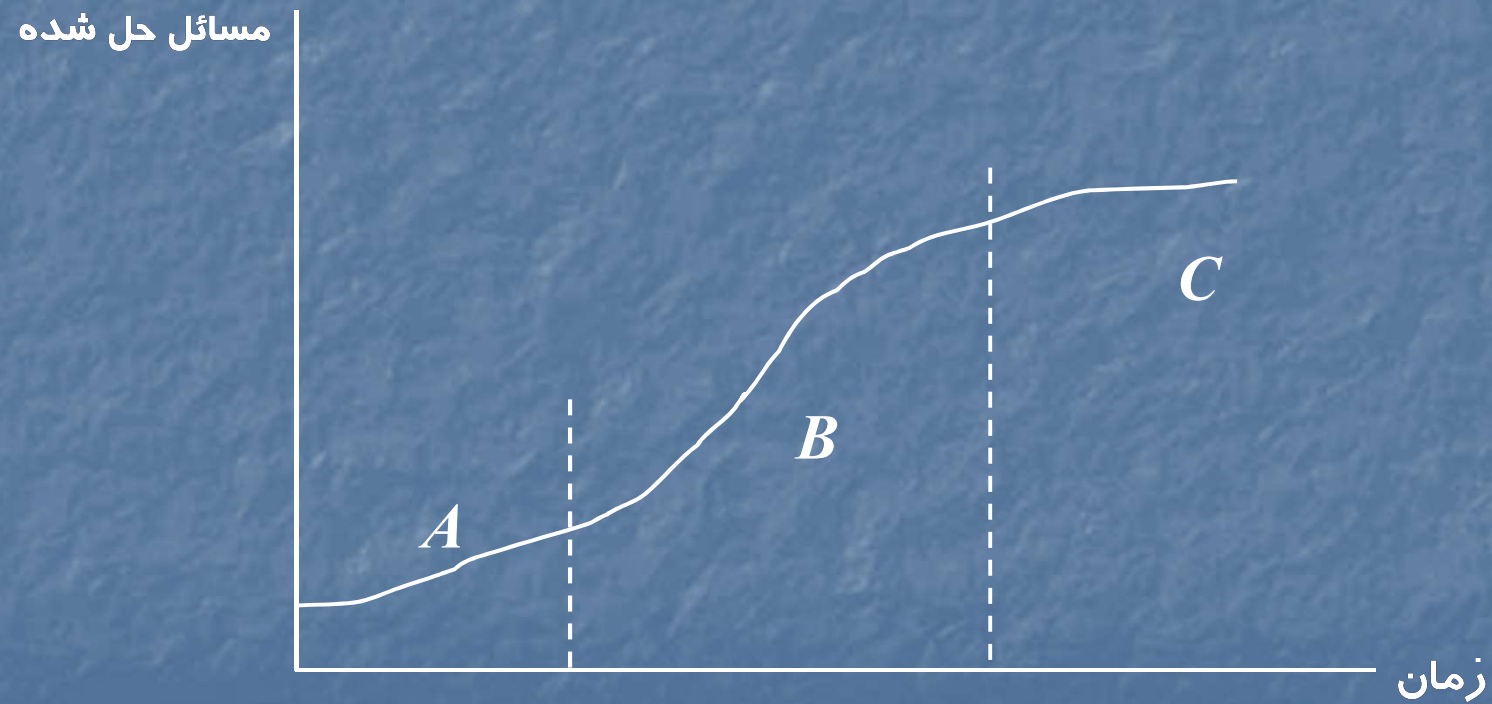
مسائل حل شده



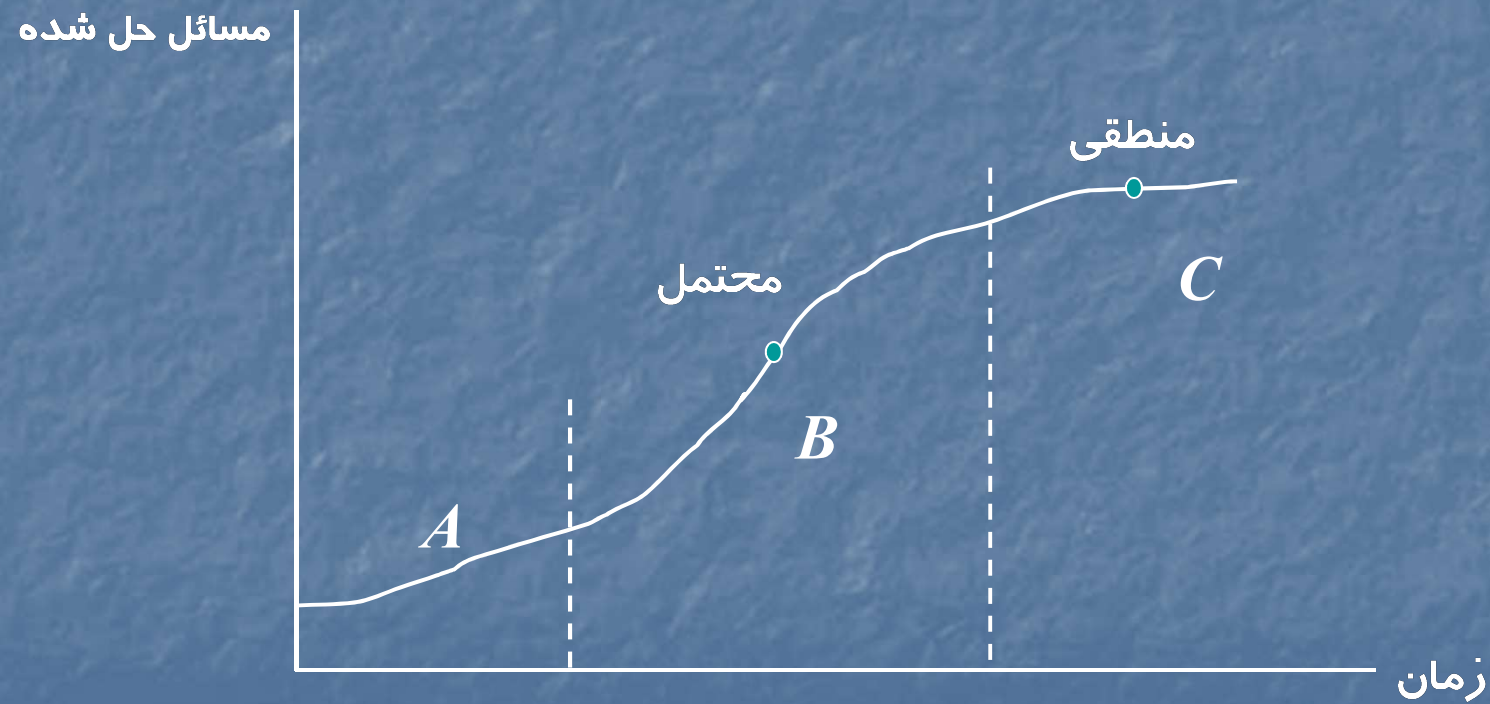
توسعه و فراگیر شدن پارادایم



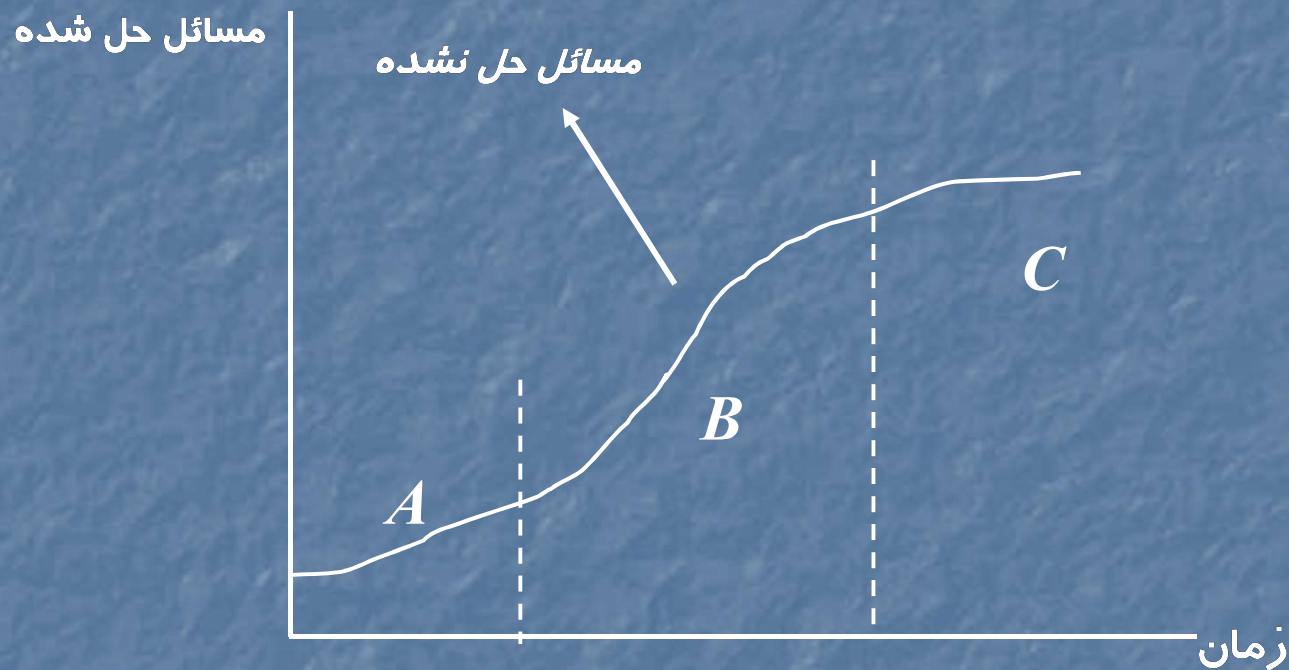
منحنی عمر یک پارادایم



چه موقع یک پارادایم نوین ظهور میکند



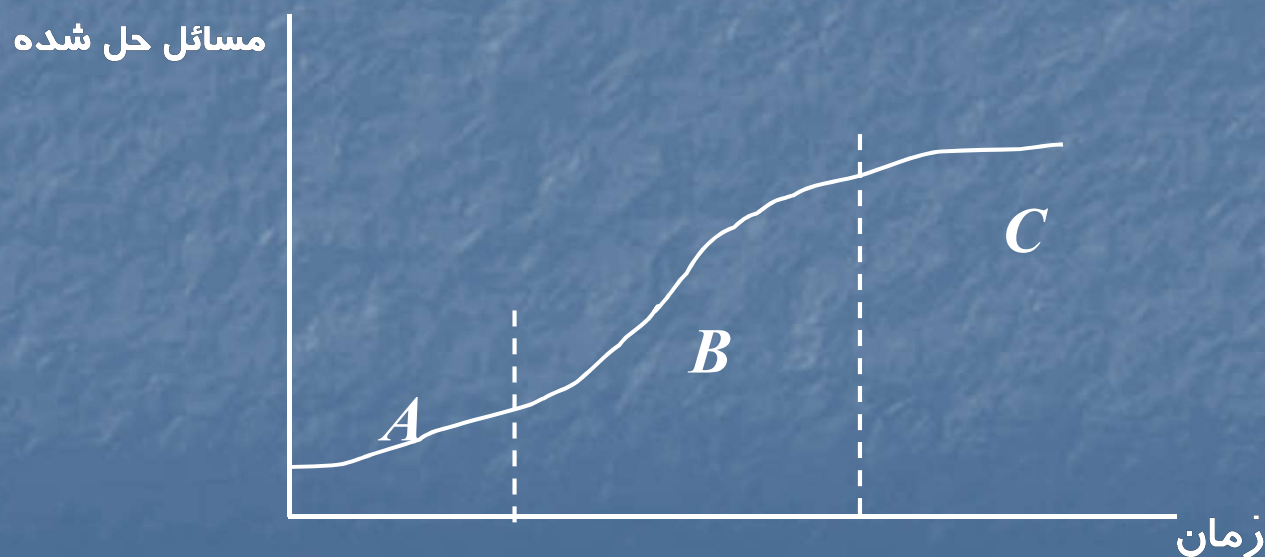
چه چیز سبب تغییر در پارادایم میشود؟



زود یا دیر ، هر پارادایم سبب بروز یک مجموعه از مشکلات خواهد شد که هر فردی میخواهد در حوزه خود قادر به حل آن شود ولی نمیداند چگونه این کار را انجام دهد.

از خود سوال کنید : در کجای این منحنی هستید

- اگر روش جدیدی برای حل مسائل خود ایجاد میکنید در منطقه *A* هستید.
- اگر در حال حل مسائل به صورتی کارآ و اثربخش هستید در منطقه *B* بسر میبرید.
- اگر مسائل شما پیچیده شده اند در منطقه *C* هستید.



نظریه سیستمها چگونه ظهور نمود؟

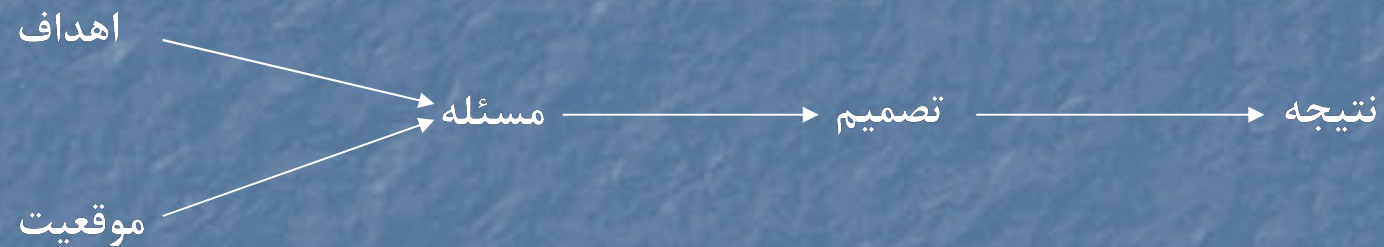
مشکلاتی که بروز نمود:

- 1) بسیاری از سیاستها با شکست مواجه شدند.
- 2) موضوعاتی پدیدار شدند که در یک موضوع نمی گنجیدند.
- 3) پیچیدگی (complexity) موضوعات افزایش یافتند.

.....

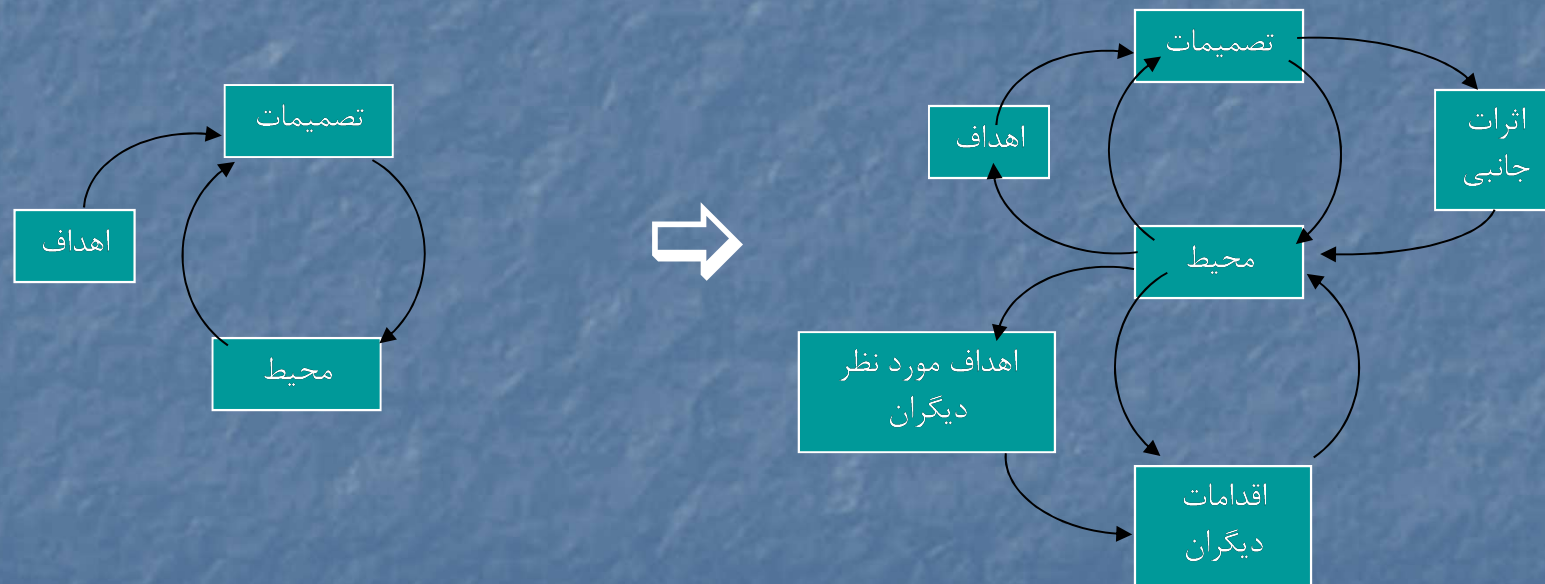
چرا سیاستها در سازمانها با شکست مواجه می شوند؟

زیرا در هنگام سیاست گذاری، تصور می شود روابط بین متغیرها خطی و یک سویه است در حالیکه جریانات پویا و پیچیده فراوانی می تواند اثرات جانبی و تاثیرات متضاد با سیاستهای سازمان ایجاد کند .



آیا این رابطه همواره برقرار است ؟

در سیستم‌های پیچیده، نظام علت و معلولی و یا دلیل و مدلولی به شکلی که در سیستم‌های ساده قابل شناسایی می باشد، حاکم نیست. در عمل در نظر گرفتن عوامل متعدد دیگر (متغیرهای دیگر) که بعضاً در شرایط متفاوت به شکل های گوناگون ظهور نموده و روی سیستم تأثیر می گذارند، باعث می شود تا سیاستها و راهکارهای تدوین شده، موفق باشند. دلیل این امر را بصورت شماتیک و بسیار ساده می توان در شکل زیر مشاهده نمود.



مشکلات چند رشته ای:

- محیط زیست /
- ترافیک /
- گرم شدن زمین /
- منابع جهان /
-

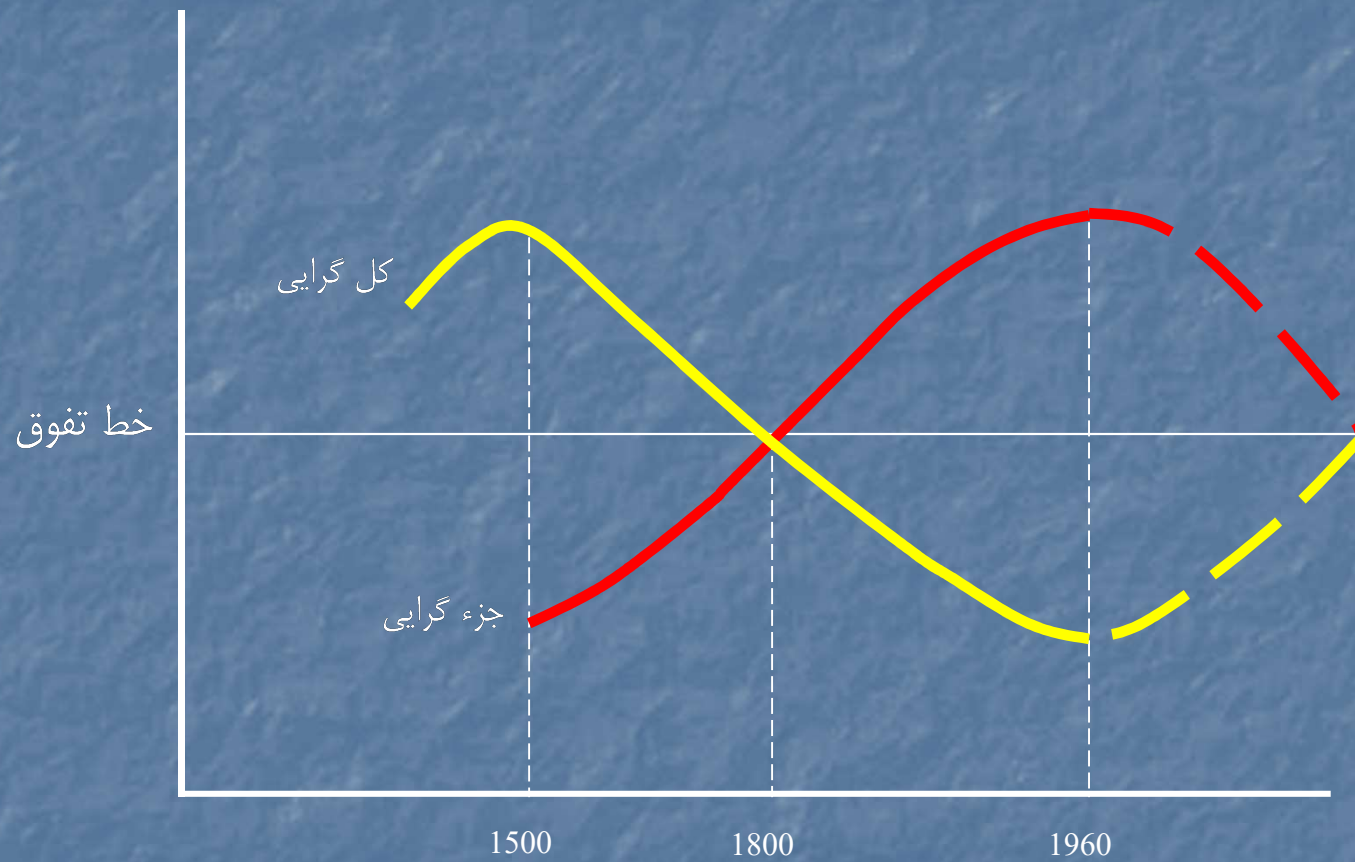
پیچیدگی

1)International organizations

2) Aero space

3)ICT

.....

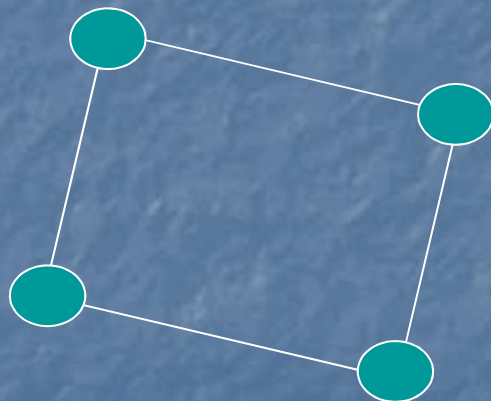


در رشته های علمی دو ویژگی قابل مشاهده است:

شیئیت موضوع



ربطیت موضوع



علوم مرسوم یک تعداد روابط معین و محدود بین T (مجموعه R محدود) را در نظر می‌گیرد ولی در نگرش سیستمی مجموعه R با این پارتیشن‌ها و حالت‌های ترکیبی که به خود می‌تواند بگیرد یک گستره بسیار زیادی را مطرح خواهد کرد. انواع و اقسام پارتیشن‌ها انواع و اقسام ایزومورفها را مطرح می‌کند.

برای یک سیستم معین علم دارای ساختار R محدود است یا ثابت است. ولی اینجا (در نگرش سیستمی) صورتی از تعداد ترکیبی به خود می‌گیرد و می‌توان انواع و اقسام روابط R را در نظر گرفت (چون از T رها است) و لذا ایزومورفهای زیادی خواهیم داشت.

در واقع شیئیت در علوم معلوم و مرسوم (علوم تجربی) دارای ساختار ارتباطی بسیار مقید است چون تمرکز آن روی T (شیئیت) است نه R (ربطیت) ولی چون علوم سیستمها تمرکز آن روی R (ربطیت) است مقدار کثیری حالات ایزومورف مطرح می‌شود.

تعریف سیستم :

هر سیستم مجموعه‌ای مرتب است.

Ordered Set

$$(s \equiv \text{سیستم}) \leftrightarrow s = (T, R)$$

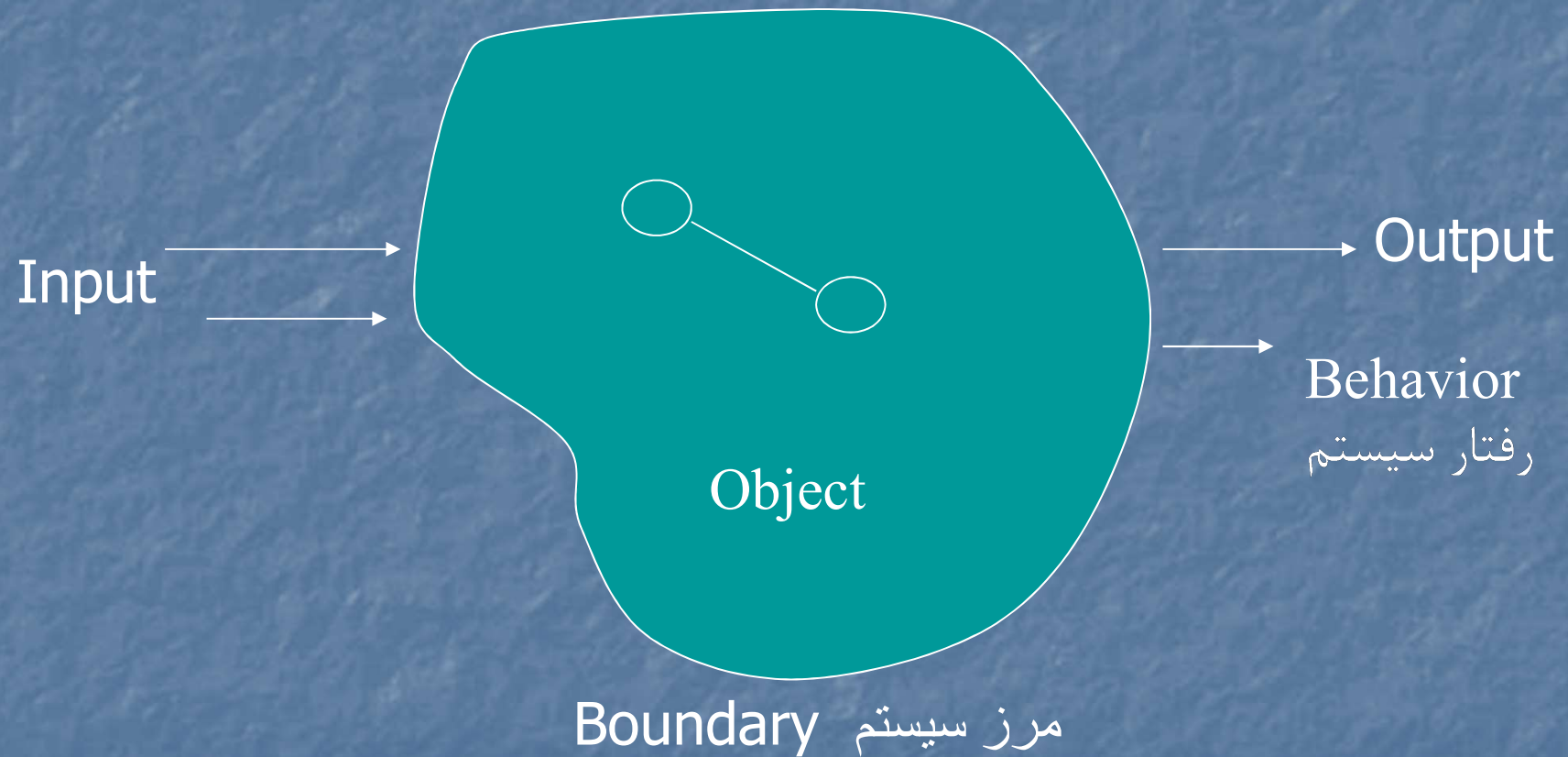
A set of some things and a relation among the things

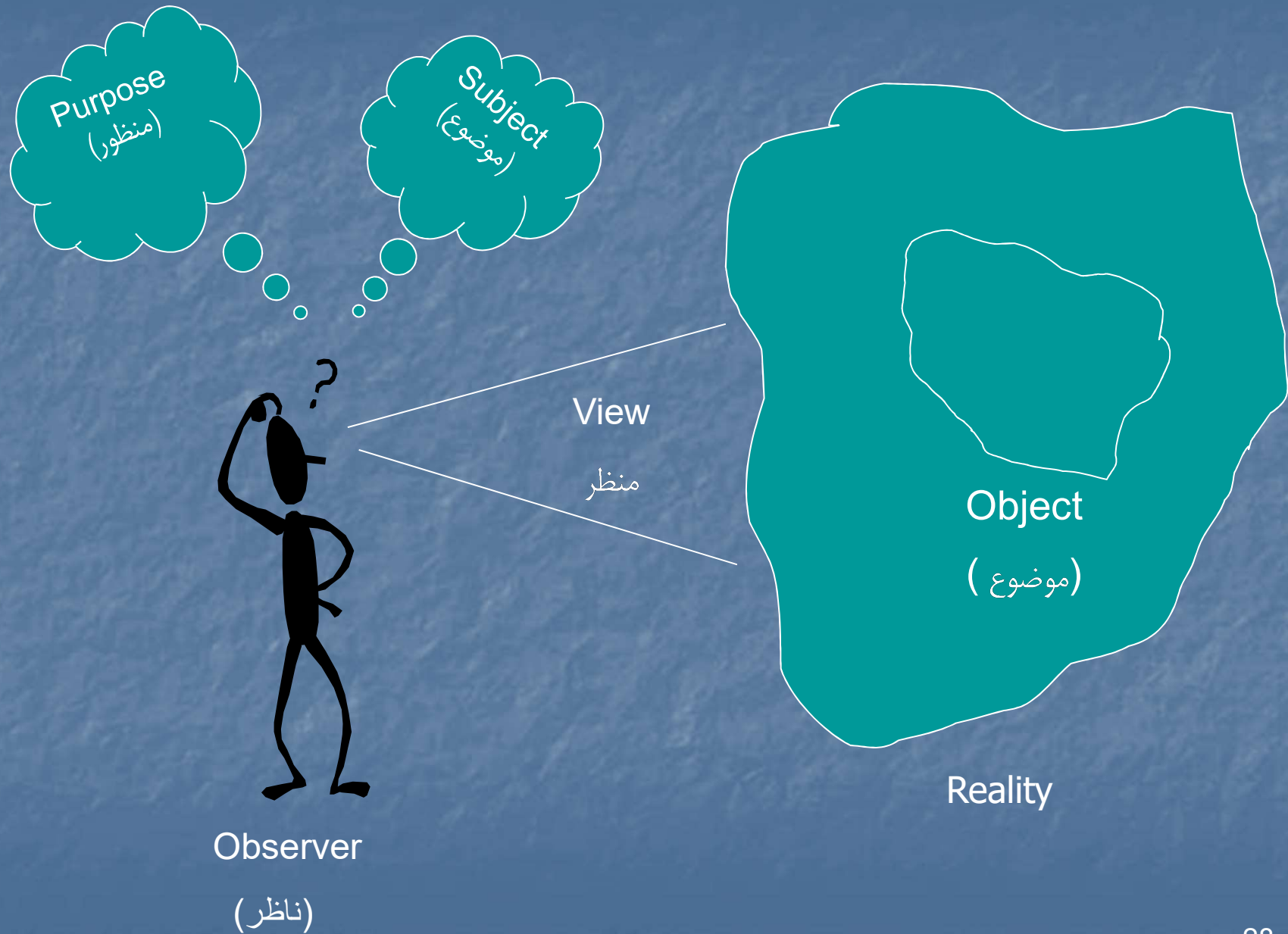
“A set or arrangement of things so related or connected as to form a unity or organic whole”

‘Webster’s new world Dictionary’

Element

Component





تعاریفی از سیستمها

➤ کل پیچیده، مجموعه ای از اشیا [1] یا اجزای [2] مرتبط، پیکره ای [3] سازمان یافته از اشیای مادی یا غیرمادی؛

➤ گروهی از پیکره ها که در فضا تحت یک قانون پویا [4]، مانند قوه جاذبه، پیرامون یکدیگر در حرکت هستند؛

➤ مجموعه ای از اعضا [5] یا اجزای بدن حیوانات که دارای ساختاری یکسان و مشابه است، یا در خدمت هدف خاصی قرار دارد؛ پس بدن حیوانات به عنوان یک کل دیده می شود؛

[1]. things

[2]. Parts

[3]. Body

[4]. dynamic

[5]. organs

➤ مجموعه دانشها [6] یا باورهای [7] که به صورت یک کل سازمان یافته در نظر گرفته می شوند. پیکره جامع و فراگیری از دکترینها، عقاید، نظریه ها [8] ، فعالیتهای اجرایی و غیره که به صورت یک مکتب فلسفی، مذهب، دولت و غیره متجلی می شوند؛

➤ ترتیب [9] یا روش [10] منظمی از اجرای امور؛

[6]. knowledge

[7]. beliefs

[8]. Theories

[9]. arrangement

[10]. Method

جای شگفتی ندارد که تمام این تعاریف، به نظریات یا دیدگاههای مختلف منجر گردیده است. اگر به سیستم از دیدگاههای متفاوت نگاه کنیم می توانیم اشکال مختلفی از آن را مشاهده نماییم و درک و استنباط بهتری از آن داشته باشیم. اکنون یک مسابقه فوتبال را از زوایای مختلف نگاه می کنیم. این مسابقه ممکن است:

یک رقابت گروهی باشد،
یک سرگرمی تلقی گردد،
محلی برای پول درآوردن به شمار آید، (برد)
محلی برای پول از دست دادن باشد (باخت)
محلی برای رقابت باندهای رقیب به شمار آید،
محلی برای اشتغال افراد پلیس باشد،

حال اگر این تعاریف را تا حدودی نافذ و روشن تشخیص می دهید به این نتیجه می رسیم که سیستم مفهوم بسیار گسترده ای دارد؛ آنچنان گسترده که شاید یافتن وجه مشترکی میان انواع تعاریف آن ناممکن باشد. پس از آن نوبت کلماتی است که از این ریشه مشتق شده اند:

سیستماتیک: به مفهوم منظم، روش دار، بر مبنای سیستم یا طرحی سازمان یافته.

سیستمیک: مربوط یا مؤثر در کل یک سیستم، قسمتی از یک سیستم یا پیکره به عنوان یک کل.

از آن هنگام که اندیشه سیستمی در مسیر تجزیه عوامل ساماندهی شد. راسل اکاف (1981) این دوره را «عصر ماشین» نامگذاری کرده بود. اکنون او معتقد است ما در «عصر سیستمها» قرار داریم و این عصر نیازمند دیدگاه متفاوتی است.

نحوه تفکر عصر ماشین در مقایسه با نحوه تفکر عصر سیستم

عصر ماشین	عصر سیستم
شیوه: ۱. آنچه را باید توصیف کنی، تجزیه کن (تجزیه). ۲. رفتار یا مظاهر هر یک از اجزا را جداگانه توصیف کن. ۳. این توصیفها را برای تعریف کل با هم ترکیب کن (ترکیب)	شیوه: ۱. سیستمی را بشناس که موضوع توصیف جزیی از آن است ۲. رفتار یا مظاهر کل مجموعه را توصیف کن. ۳. رفتار موضوع توصیف را در مفهوم نقش (یا نقشها) و کارکرد (یا کارکردها) در قالب کل موردنظر توصیف کن.

برای مثال دانشمند عصر ماشین هنگام نیاز به شرح و توصیف شرکت باید کار خود را با بخشها و قسمتهای مختلف شروع کند و توضیح دهد که هر یک چه کاری انجام می دهند. سپس برای توصیف کل یا مجموعه باید به توضیح چگونگی کار آن اجزا با یکدیگر بپردازد تا مشخص شود شرکت چگونه کار می کند. دانشمند سیستمها در این زمینه باید کار خود را با سیستمی که شرکت را در خود جای داده، یعنی سیستم صنعتی، آغاز کند و سپس کارکردها یا هدفهای سیستم صنعتی را نیز با توجه به سیستم وسیعتری که آن را احاطه کرده است، یعنی سیستم اجتماعی، تعریف نماید. سرانجام باید شرکت را در مفهوم نقشها و کارکردهایش در سیستم صنعتی شرح دهد.

تجزیه در عصر ماشین در مقابل ترکیب در عصر سیستم

تجزیه در عصر ماشین	ترکیب در عصر سیستم
تمرکز تجزیه بر روی ساختار است؛ تجزیه چگونگی کار اشیا را مشخص می کند، تجزیه آگاهی به ارمغان می آورد، تجزیه امکان توصیف [1] را فراهم می آورد، تجزیه «درون» اشیا را می بیند.	ترکیب بر نقشها و کارکردها تأکید دارد؛ ترکیب می گوید چرا اشیا این گونه کار می کنند، ترکیب مقدمات درک را فراهم می سازد، ترکیب توضیح [2] را میسر می سازد، ترکیب «برون» اشیا را می نگرد.

[1] . Description

[2]. explanation

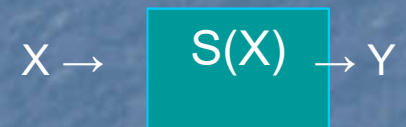
در طراحی سیستمها، قطعات یا اجزای سیستم را که با تجزیه کارکردهایشان در قالب کل شناخته می شوند نمی توان مانند اجزای تصویر شکسته به هم متصل کرد، بلکه طراحی آنها به نحوی است که به صورت مناسب به هم اتصال یافته، به شکل کارآمد و اثربخش و با هماهنگی کار کنند.

General systems:

1)Input-Output system

2)Goal Seeking system

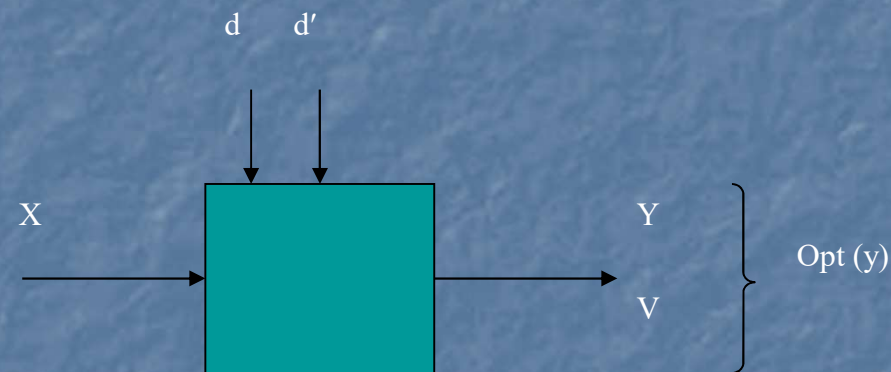
دسته اول سیستمهای ورودی، خروجی Input-output Approach



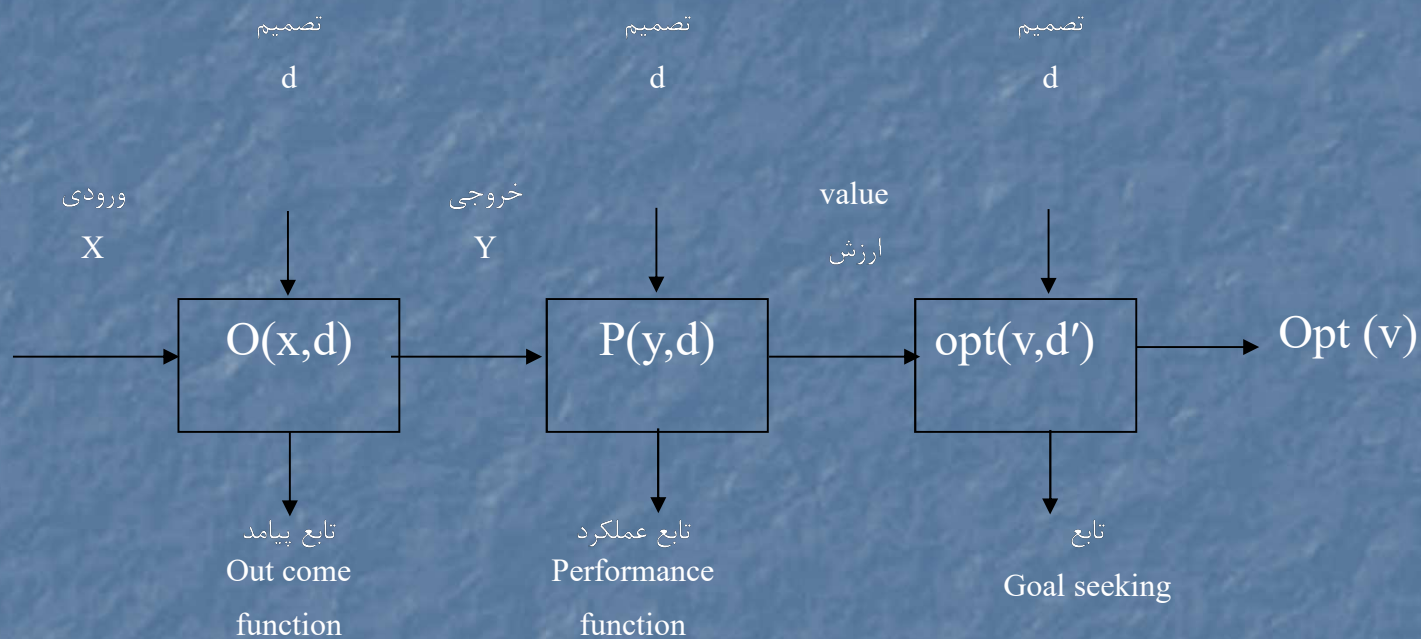
$$S \subset \times \{V_i \mid i \in I\}$$

دسته دوم سیستمهای هدف جو Goal seeking Approach

سیستمهای هدف جو خاص تر هستند. به لحاظ قید Goal ولی جزو خانواده های Input-output هستند.



شکل زیرسه زیرسیستم این سیستم را خوب می تواند نشان دهد :



تصمیم d	خروجی y	دو جور خروجی داریم
تصمیم d'	خروجی v	دو تا تصمیم داریم

General system problem solving approach

به این دلیل یک موضوع را به یک سیستم نسبت می دهیم:

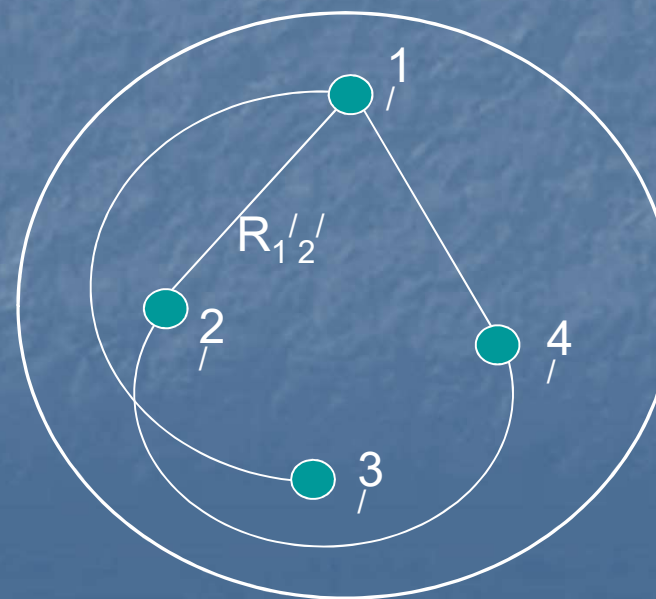
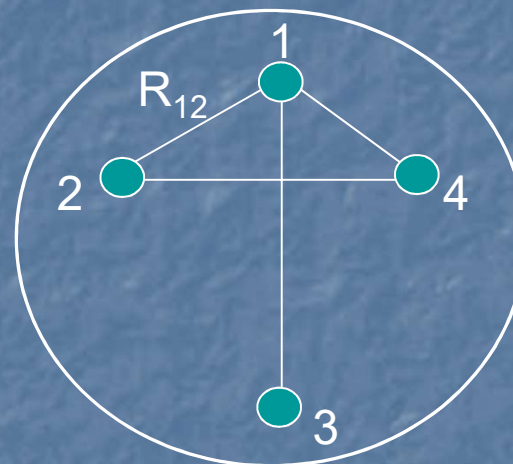
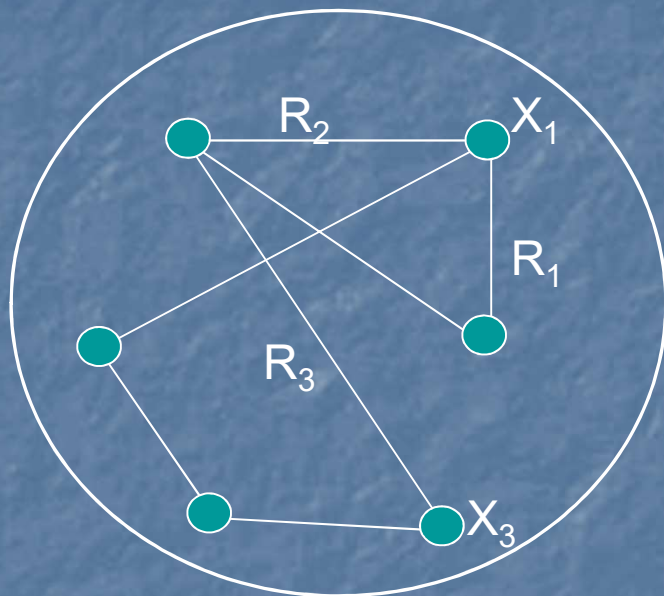
1) بشناسیم

2) اداره کنیم

3) مهار کنیم

4) هماهنگی کنیم

توصیف سیستم: سیستم نسبتی است که به واقعیت می دهیم. عبارت دیگر قسمتی از واقعیت را جدا می کنیم و آنرا بعنوان نسبتی از کل سیستم می شناسیم.

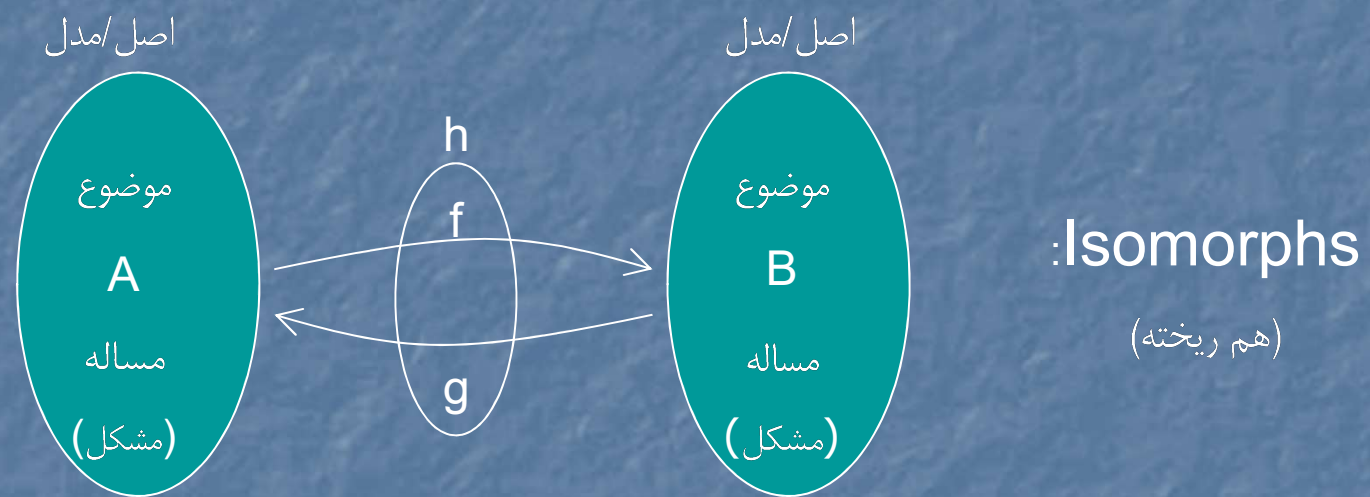


مدل یک سیستم ایزومورف برای یک موضوع معین (واقعیت) است. در واقع مدل یک سیستمی است که ساختار آن بالنسبه معلوم است. این سیستم ایزومورف را مدل می‌گوییم.

در واقع مدل یک سیستم است (سیستم ایزومورف) برای واقعیت. مدل مخفف واقعیت است. در واقع مدل بخشی از واقعیت است. مثلاً شکل روبرو مدل انسان است.



چشم، بینی، ندارد چرا که جزئیات مطرح نیست و فقط می‌خواهد از غیر انسان باز شناخته شود مثلاً از فیل. از اسب و ... ولی با ربات ایزومورف است یعنی یک ایزومورف دیگری داریم که ربات است و یک مدل که هر دو مدل انسان هستند.



$$\left. \begin{array}{l} f: A \rightarrow B \\ g: B \rightarrow A \end{array} \right\} h: A \leftrightarrow B$$

این دقیقاً مصداق بارز Duality است.

حال بحث دیگری تحت عنوان شباهتهای سیستم‌ها مطرح می‌شود. ایزومورف یا هم ریختی سیستم‌ها، یعنی ما تکه‌ای از واقعیت را کنده‌ایم و دیگری یک تکه دیگری را حال این سؤال مطرح می‌شود که این تکه‌ها چه همانندی (شباهتها) یا ناهمانندی با هم دارند. به زبان بسیار ساده اگر دو تا سیستم داشته باشیم که R های آنها شبیه هم باشند آن دو سیستم ایزومورف هستند. در واقع یک تابع دو سویه است که این تابع دوسویه به ازای هر رابطه بین دو عضو T معین در یک سیستم، همانند آن را در سیستم دیگر پیدا کرد.

مثلاً سیستم اورولوژی و پالایشگاه دو سیستم ایزومورف هستند:

لوله‌کشی مثل میزنای
مخزن مثل مثانه
شیرهای کنترلی مثل ماهیچه‌های نگهدارنده

Tها با هم فرق می‌کند در اولی راکتور است و در دومی کلیه است ولی لینکها (با جنس متفاوت) را اگر با خط ارتباطی نشان دهیم فرق نمی‌کند. در اینجا می‌توان پهنه بسیار گسترده‌ای از سیستمها را پیدا کرد که اینها ایزومورف هم می‌باشند ولی اصلاً هم با هم ربط ندارند. آن موقع نیاز به یک دستگاه داریم مانند گراف تئوری یا ماتریس که در ماتریس می‌توان سطرها و ستونها Tها باشند و عددهای داخل ماتریس همان لینکها باشند که درجه ارتباط را هم با مقادیر از صفر تا ده مثلاً نشان دهد یا در مورد گراف ضخامت خط ارتباط درجه ارتباط را نشان دهد.

پس همانگونه که گفته شد ایزومورف تابع دوسویه ای است که به ازای هر رابطه بین دو عضو T معین در یک سیستم همانند آن را در سیستم دیگری توان پیدا کرد که به شکل زیر می توان نشان داد.

$$S1 = (T1 , R1)$$
$$S2 = (T2 , R2)$$

$$R1 \subset T1 \times T1$$
$$R2 \subset T2 \times T2$$

در واقع این اساس **Modeling** است. یک مدل یک سیستم **Subjective** است که ما ایزومورف کرده‌ایم با یک سیستم **objective**.
در واقع یک سیستم **Subjective** است که ما به ازای آن در بیرون نیست.

مدل در واقع یک **Subjective System** است و واقعیت یک **objective System** که این مدل ایزومورف آن واقعیت است. که در این حالت اگر هر رابطه‌ای در یکی پیدا شود در دیگری هم مطابقت دارد.

انتقال دستاوردها از یک سیستم به یک سیستم دیگر می‌تواند مبنای **Modeling** باشد.

ضمناً قسمتی از یک سیستم هم می‌تواند ایزومورف با قسمتی از یک سیستم دیگر باشد. در اینجا تفاوت بنیادین بین علوم مرسوم و نگرش سیستمی مطرح می‌شود.

ما هیچوقت تمام واقعیت را نمی‌توانیم مدل کنیم چرا که سؤال می‌شود تا کجا باید برویم و مرز را تا کجا مشخص کنیم. بلکه آن قسمتی (تکه‌ای) را که جدا می‌کنیم می‌توانیم روی آن تمرکز کنیم در واقع آن قسمت جدا شده موضوع است. موضوع یک زیرمجموعه از واقعیت است که مورد نظر ما است. اگر ما بتوانیم این موضوع را در یک دستگاه صوری بریزیم مثلاً با نماد ریاضی یا گرافیک نشان دهیم (در یک دستگاه) می‌توانیم مدل بسازیم.

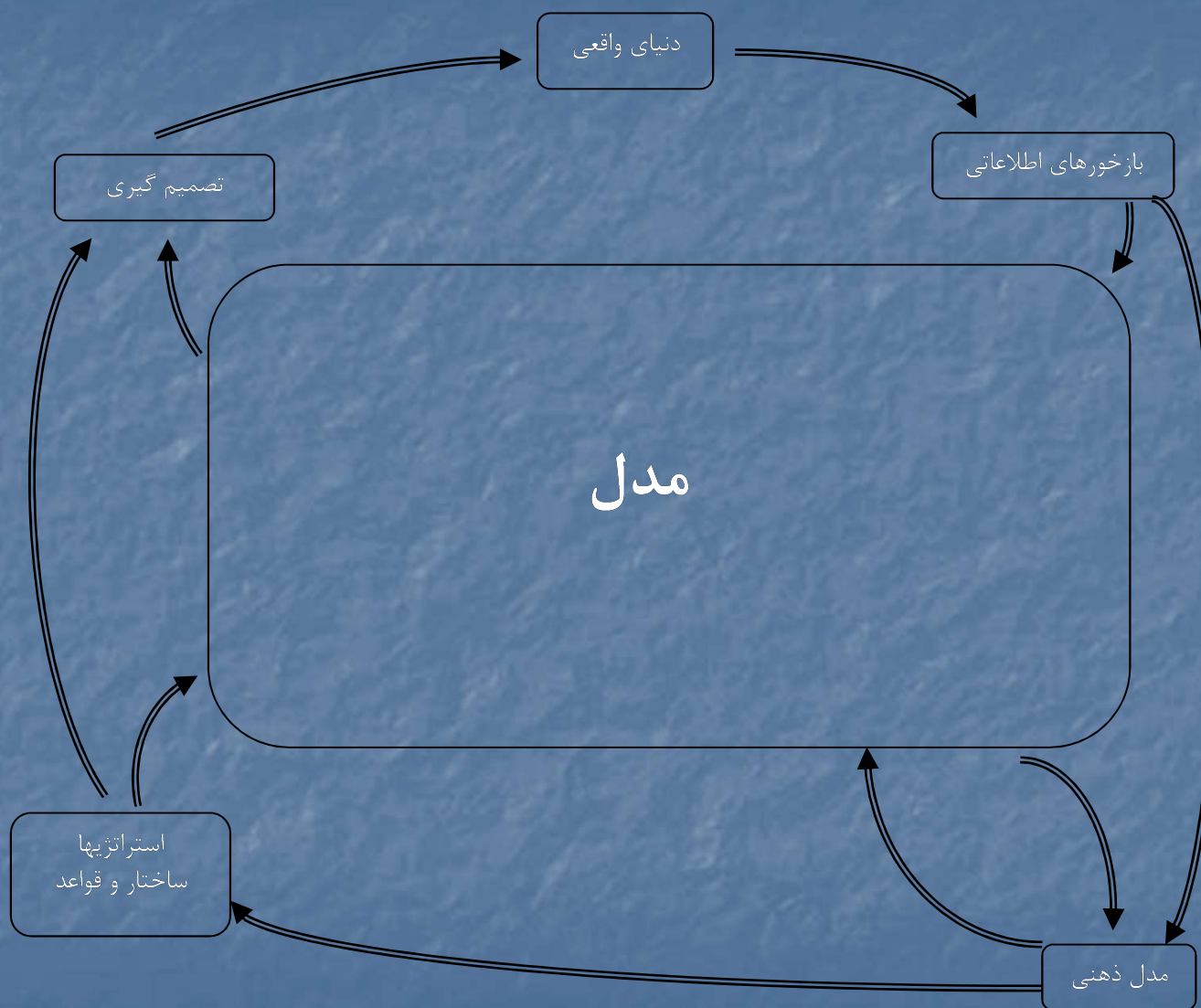
حال سؤال مطرح می‌شود که چه کسی این کار را انجام می‌دهد؟ انسان .

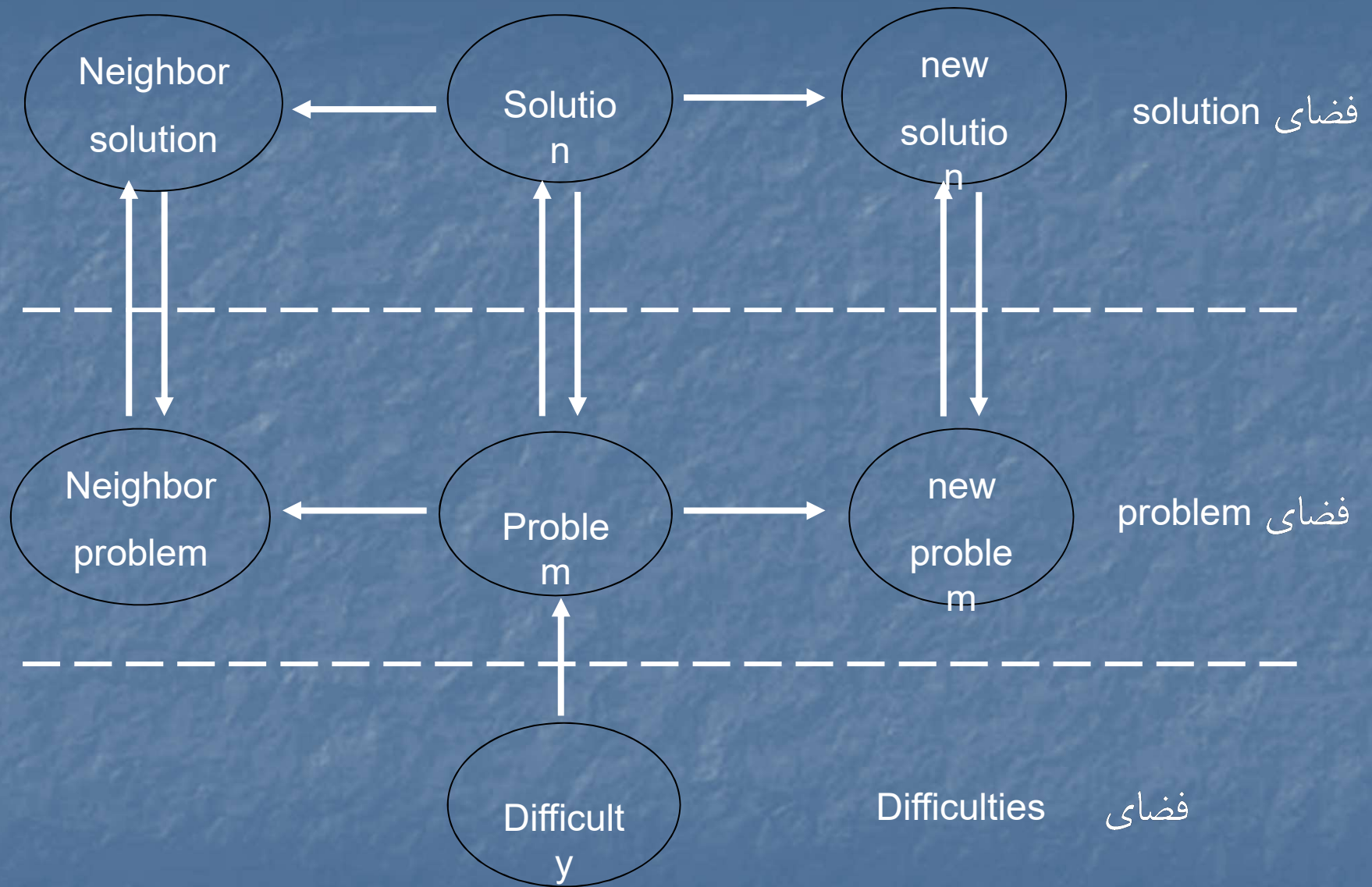
پس بدون ذهنیت انسان این کار صورت نمی‌گیرد پس سیستم بدون ذهنیت انسان بی‌معنا است. یعنی اگر انسان نخواهد نسبت دهد سیستم معنادار نخواهد بود. چون انسان ذهن دارد و ذهن انسان بخاطر چیزی این تکه را جدا می‌کند که ما آنرا تحت عنوان **Purpose** یا منظور مطرح می‌کنیم.

پس اینجا بین هدفدار بودن سیستم یا اینکه انسان هدفی دارد اشتباه می‌شود. یکی از مسائلی که باعث اشتباه می‌شود مسئله وجود شناسانه یا شناخت شناسانه است که گفته شد ما نمی‌خواهیم ذات اشیاء را بشناسیم یعنی با بحث وجود شناسانه کاری نداریم بلکه با مبحث شناخت اشیاء کار داریم.

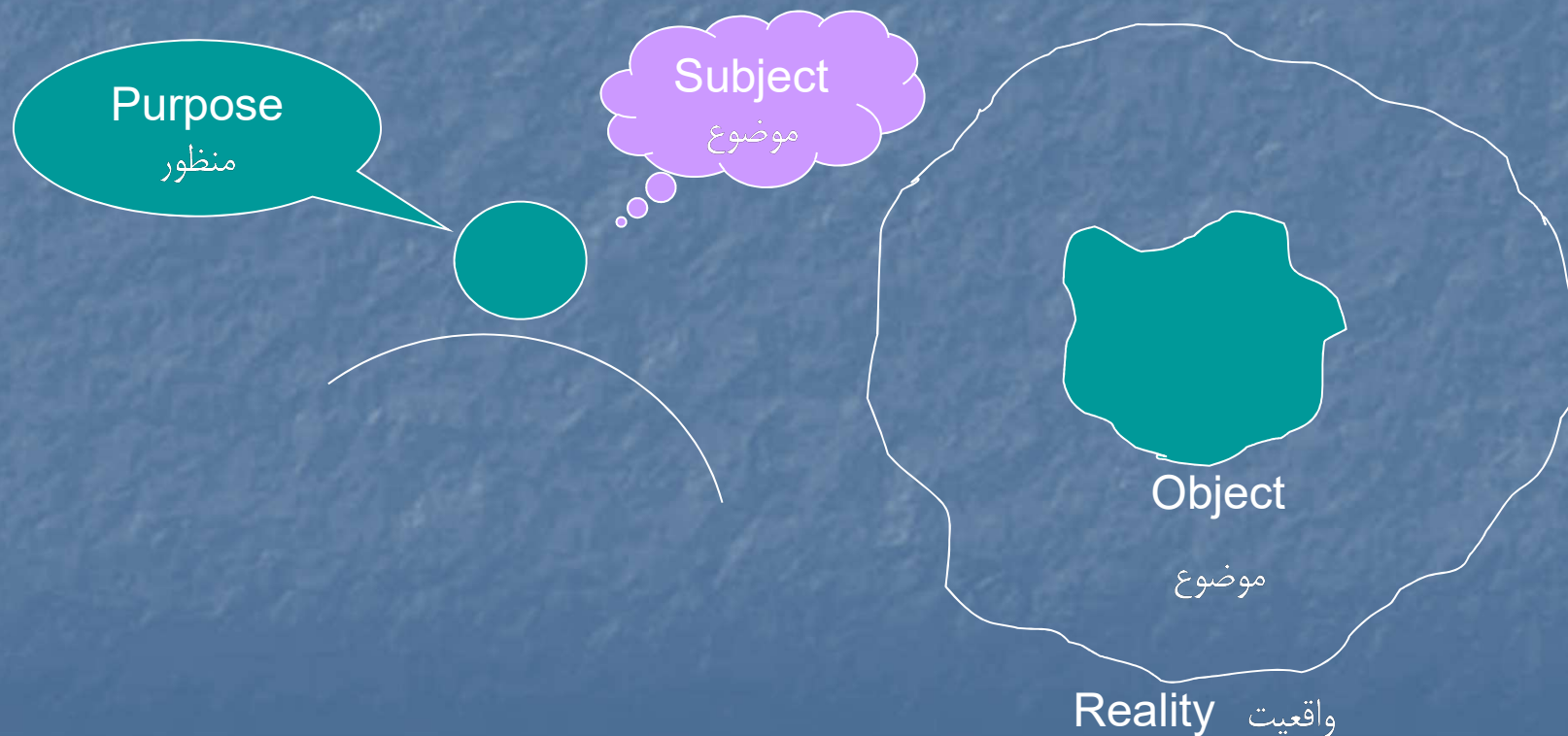
مطلب بعدی اینست که ما می‌خواهیم قسمتی از واقعیت را جدا کنیم این کار را بخاطر چه چیزی انجام می‌دهیم جواب اینست که بخاطر همان 4 موضوع (شناخت، اداره، مهار، کنترل و هماهنگی) با این بحث پایه جدا کردن سیستم مطرح می‌شود. ما یک منظور داریم که بر مبنای آن می‌آییم و قسمت را جدا می‌کنیم .

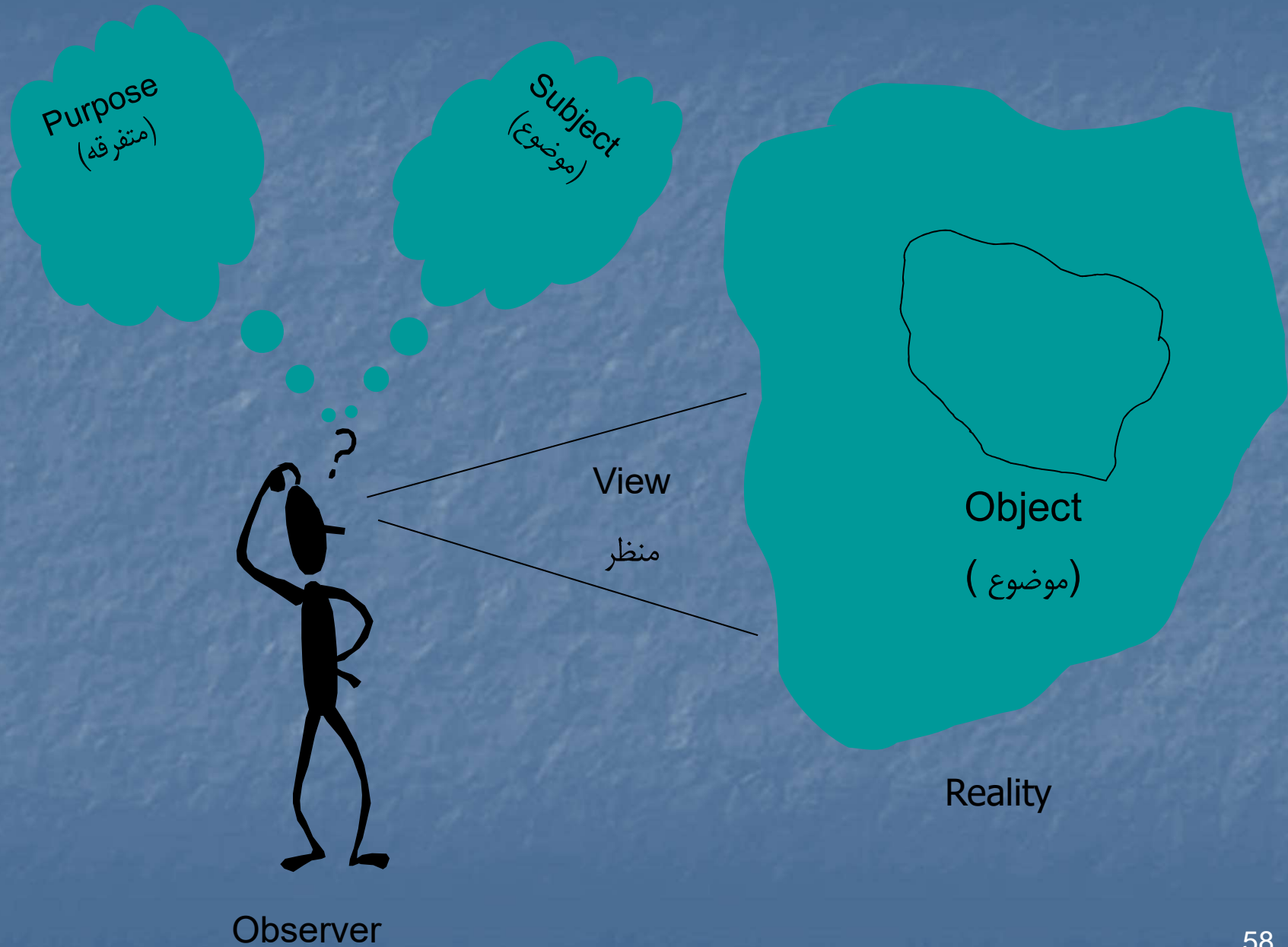
اگر جدا کردن به گونه‌ای باشد که کمترین حساسیت را به ناظر داشته باشد بسوی سیستم‌های عینی می‌رویم. اما اگر جدا کردن به گونه‌ای باشد که وجود جدا کننده (انسان) در آن بسیار دخیل باشد سیستم به سوی **subjective** یا ذهنی می‌رود. در سیستم‌های **objective** یا عینی در مورد مرز سیستم کمتر مناقشه وجود دارد مانند جدا کردن مرز یک نفر انسان. در واقع برای سیستم‌های عینی ما برای نسبتی که داده‌ایم یک ما به ازای بیرون می‌توانیم پیدا کنیم ولی برای سیستم‌های ذهنی نمی‌توانیم ما به ازای بیرونی پیدا نماییم.





بحث در مورد پیچیدگی
پیچیدگی **complexity** یعنی در هم تنیدگی از نظر ریشه شناسی و از نظر لغوی
مفهومی را پیچیده می گویند که درجه ای از درک ناپذیری در آن
باشد. (منظور ناظر منظور واقعیت)
همان تصویر را داریم:





اولین موضوع بسیار اساسی این است که پیچیدگی یک مفهوم نسبی است. مفهوم نسبی در دو بعد نسبت به ناظر و نسبت به منظور مطرح است.

نسبت به ناظر ملموس است. ناظر باهوش، کم هوش و ... که قدرت پردازش ناظر را نشان می دهد. حتی می توانیم ناظر را ثابت نگه داریم.

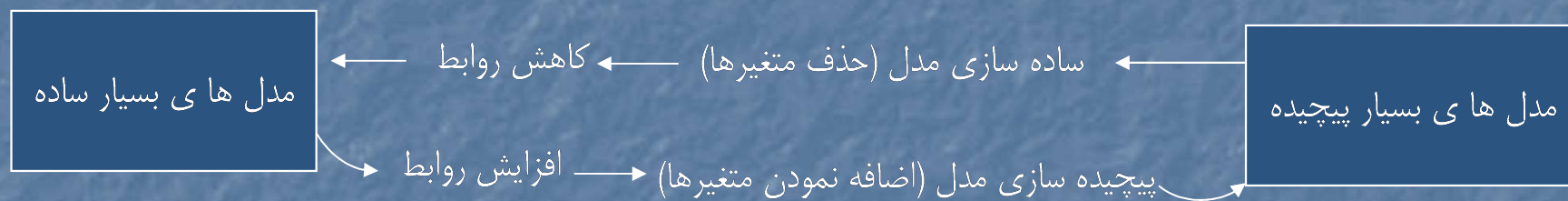
یک موضوع داریم: مغز، موضوع دوم دوچرخه است. سؤال این است که کدامیک از این دو تا موضوع پیچیده ترو درک ناپذیرتر است. این با توجه به ناظر فرق می کند. چون مثلاً از یک نفر جراح مغز اگر سؤال شود پاسخ چیزی است و اگر بپرسیم از یک نفر بی سواد و عامی جواب چیز دیگری خواهد بود و ... پس این مفهوم از ناظر و با منظوره‌ای مختلف تفاوت می کند.

دو نوع پیچیدگی داریم:
نوع اول ناشی از فزونگی اطلاعات که معمولاً به آن پیچیدگی توصیفی می گویند.
نوع دوم پیچیدگی ناشی از کمبود اطلاعات است.
پیچیدگی را می توان با میزان اطلاعات نشان داد. پیچیدگی را می توان به جزئیات مرتبط کرد.
یعنی هر چه میزان اطلاعات بالا برود پیچیدگی یک موضوع بالا می رود.



موضوع را اگر بخواهیم ساده کنیم باید مؤلفه ها یا ارتباطات را کاهش دهیم. این کم کردن باعث کاهش اطلاعات می شود. و اگر اطلاعات کم شود قدرت پیش بینی نیز به تبع آن کم می شود پس حالتی پیش آمد که موضوع درک ناپذیر می شود. این درک ناپذیری از نوع دوم است.

ناکارایی مدل ها



تقریب زدن نادقیق
و غیرواقع از مسئله

پژوهشگر قابل به
حل مدل نیست

Organize
Simplicity

Disorganize
Complexity

O.S

O.C

DO.C

Organize
Complexity

از زمانی که کتاب اصول نیوتن منتشر شد اهمیت ریاضی در مباحث علمی بسیار روشن گردید. و ریاضی به معنای گذشته خود که تنها به عنوان شمارش و سنجش محدود بوده دیگر تنها بکار نمی‌رود بلکه ریاضی بعنوان ظرفی است (دستگاه فرمالیستی-دستگاه صوری) که می‌توان واقعیت را در کالبد آن ریخت و با آن نشان داد.

نکته بسیار اساسی در آن زمان این بود که بخشهایی از واقعیت که اندازه آن کوچک بود مورد توجه قرار می‌گرفت. مثلاً حرکت یک گلوله یا مطالعه رفتار و یا ارتباط بین بخشهای مختلف که تعداد آنها بسیار محدود بود. مکانیک نیوتنی را بعنوان مصداق روشن این مصادیق می‌توان دید. در مکانیک نیوتن مصادیق محدود هستند که توسط تسهیلات ریاضی به صورت ریاضیات قدیم و یا معادلات دیفرانسیل ظاهر می‌شود ویژگی مهم این مجموعه کوچک بودن اندازه مسئله است.

همینکه اندازه مسئله از 1، 2 یا 3 به مقادیر 4، 5 یا 6 برسد کم‌کم مسئله به لحاظ مدلسازی دچار مشکل می‌شود. مثلاً حرکت یک گلوله قابل پیش‌بینی است ولی وقتی چند گلوله مثلاً 4 گلوله مطرح باشد دستگاه معادلات مطرح می‌شود که حل آن بسیار سخت خواهد بود و نمی‌دانیم با آن چه باید کرد. انگار که توانایی ریاضیات با بزرگ شدن مسئله از بین می‌رود.

اینجا **weaver** بحثی را مطرح می‌کند تحت عنوان پیچیدگی. چیز پیچیده یعنی درک آن برای ما مشکل باشد یا به سختی درک‌پذیر باشد.

یعنی وقتی می‌گوییم چیزی پیچیده است یعنی درک آن برای افراد پیچیده باشد. به لحاظ ساختاری می‌توان پیچیدگی را اینگونه مطرح کرد که : هر چه جزئیات بیشتر می‌شود درک‌ناپذیری بیشتر می‌گردد.

جزئیات می‌تواند صورتهای بسیاری به خود بگیرد اعم از جزئیات ناشی از شیئیت و ربطیت و صورتهایی که بخود می‌گیرد (تحول).

Weaver می‌گوید حرکت نیوتنی با بزرگ شدن اندازه به تدریج پیچیده می‌شود و مفاهیمی مطرح می‌شود که توسط مفاهیم نیوتنی حتی نمی‌توانیم آنرا طرح کنیم. وقتی مثلاً در روی یک میز بلیارد تعداد گلوله‌ها به 10 می‌رسد و کار مشکل می‌شود و غیرقابل فهم می‌شود معلوم نیست میلیاردها مولکول چگونه خواهد شد.

پس به تدریج از قرن 19 مطرح می‌شود که در قبال مسائلی که با مکانیک نیوتنی قابل تبیین نیستند چه باید کرد؟ ریاضیات دیگری یا ظرف دیگری به لحاظ دستگاه فرمالیستی لازم است این ظرف چه باید باشد؟ اینچنین است که **statistics** یا آمار مطرح می‌شود و مکانیک آماری، فیزیک آماری، و مباحثی از این دست طرح می‌گردد.

چه فرقی بین این ریاضیات و ریاضیات مبتنی بر مدلسازی نیوتنی وجود دارد؟

مفاهیمی مانند **variable** یا متغیر که برای دستگاههای نیوتنی اساسی بوده به مفاهیمی مانند متوسطها و امثال اینها تبدیل می‌شود. گویی که به علت زیاد بودن تعداد متغیرها (**variable**ها) اگر بخواهیم از متغیر استفاده کنیم معلوم نیست چگونه باید از پس متغیرها بر بیاییم در اینجا ریاضیات متوسطها **Math averages** مطرح می‌شود که در واقع متوسط بگیریم. البته این نوع متوسط‌گیری به صورت غیر ساختارمند و توسط نیوتن گرفته شده است. او هم برای زمین یا کره متوسط‌گیری کرده و فرض کرده کره زمین در مرکز آن خلاصه می‌شود و نوعی ساده سازی هوشمند بوده است و لذا مکانیک آماری که مطرح شد به این خاطر بود که رها کنند تک تک نموده‌ها را و به سازی بین مجموعه عظیمی از متغیرها بچسبند. در واقع در گذشته (مکانیک نیوتنی) به متغیرها بها می‌دادند ولی به ناچار مجبور شدند به چیز دیگری در مقابل آن تحت عنوان **Parameter** روی بیاورند. تفاوت فاحشی بین این دو هست در صورتی که بعضی‌ها حساسیت بین **variable** و **Parameter** احساس نمی‌کنند.

عدم فرق‌گذاری بین این دو در واقع عدم فرق‌گذاری بین تغییر و تحول است. این پرداختن به جزئیات است و آن روی آوردن به یک مفهوم کلی از مجموعه عظیمی از جزئیات. وقتی موضوع بزرگ شود با متغیر نمی‌توان آنرا شناخت در صورتی که با پارامتر می‌توان بالنسبه آنرا شناخت.

در گذشته به **variable** بها می‌دادند ولی بعدها مجبور شدند به چیزی بنام **Parameter** توجه کنند. **Variable** پرداختن به جزئیات است ولی **Parameter** پرداختن به مفاهیم کلی تر است.

شناسه برای یک **object** بوده ولی اگر یک مجموعه **object** داشته باشیم نیاز به **Attribute** برای آن مجموعه **object** داریم. یعنی **Attribute set**. اینجاست که مبحث **parameter** بمیان می آید. پارامتر برای **Attribute set of object** می باشد. یعنی آن **Attribute set** را **Parameter** می گوییم. بعد از اینکه **Parameter** تعریف می شود، تغییر پارامتر مثل تغییر متغیر نیست. چون تغییر پارامتر به راحتی امکان پذیر نیست.

Variable

تغییر
پرداختن به جزئیات
با بزرگ شدن موضوع از طریق
Variable نمی توان موضوع را
شناخت

Parameter

تحول
روی آوردن به یک مفهوم کلی از
مجموعه عظیمی از جزئیات وقتی
موضوع بزرگ شود با پارامتر می توان
آن را شناخت

یک ابر فرض (Meta assumption) که در گذشته مطرح شد این بود که می‌شود تکه‌ای از واقعیت را بدون توجه به تکه‌های دیگر شناخت و به خود به راحتی اجازه می‌دادند که بسیاری از روابط موجود را ندیده بگیرند. این اساس تحلیل یا تقلیل‌گرایی (Reductionism) است. اگر این کار را نمی‌کردند که اصلاً رشته‌های علمی ایجاد نمی‌شد. این یک فرض فراگیر برای علم (علوم تجربی) است. این ابر فرض حتی برای آن اجزا هم صادق است یعنی تا هر جا که بخواهیم می‌توانیم اجزاء را بشکنیم.

در **O.C** تلاش می‌کنند که مؤلفه داشته باشد و رابطه را هم ببیند. در اینجا آن فرض بزرگ و اصلی (**Meta assumption**) **o.s** را در نظر نمی‌گیرند. بلکه خلاف آنرا رفتار می‌کنند و می‌گویند اگر من این ارتباط را بشکنم دیگر درست نخواهم شناخت بهترین مثال آن سیستم ارگانیک بدن و **organization** (سازمان) است. مثلاً آیا دست بریده را می‌توان آنگونه شناخت که این دست بریده نباشد؟

در ادامه بحث پیش‌بینی مطرح می‌شود، از آغاز **o.s** تا انتهای **Do.c** مفهوم بسیار عمده‌ای که حاکم است توانایی پیش‌بینی کردن است. اساساً همه این مجموعه تلاش می‌کند که قواعد یا ضوابط یا روابطی پیدا کنند که بر مبنای آن بتوانند پیش‌بینی کنند. در **o.s** پیش‌بینی **Deterministic** است یعنی همه چیز آن معلوم و عیان است. در **Do.c** برای پیش‌بینی همه چیز عیان نیست چون صحبت از پارامترها است و **variable** ها به فراموشی سپرده شده است چون اگر به آنها پرداخته شود قدرت پیش‌بینی اصلاً عملی نیست. لذا در اینجا برای پارامترها می‌توان پیش‌بینی نمود آنهم با یک میزان اطمینان معین.

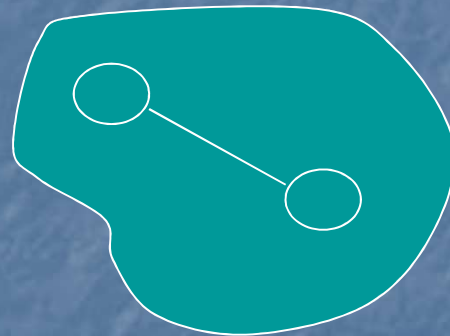
در (**O.C**) پیش‌بینی پذیری برای رفتار و ساختار مؤلفه‌ها و ارتباطات فی‌مابین آنها نظراً بلامانع است ولی در عمل شدنی نیست.

در **o.s (organize simplicity)** جزئیات بسیار اندک است. (معادلات دیفرانسیل حل پذیر) در **Do.c (Disorganize complexity)** تمام مباحثی که به ریاضیات متوسطها و ریاضیات پارامتر نیاز هست را شامل می شود. مکانیک نیوتنی در **o.s** قرار می گیرد و مباحث آماری در **Do.c** قرار می گیرد.

حال در وسط این دو دسته عظیمی از مسائل شکل می گیرد که نه از دسته **o.s** هستند و نه از دسته **Do.c** این دسته سوم نه با ریاضیات گذشته حل می شوند و نه به صورت دسته دوم کاملاً ناشناخته نیستند. از یک طرف می بینیم که ویژگی دوران گذشته آنالیز را دارد (آنالیتیکال یا تحلیلی بوده است (سمت چپ)) و از سوی دیگری که برای گروه سوم مطرح می شود.

اما تحلیل چیست؟

تحلیل: تعیین حداقل دو مؤلفه و یک رابطه برای یک موضوع (حداقل دو مؤلفه و حداقل یک رابطه) و موضوع را سیستم می‌گوییم.



اینکه رویکرد سیستمی فراگیر شد ناشی از فاصله یاگی بوده که بین **o.s** و **Do.c** بوده است و نحله های مختلف این خلاء را دریافتند و این احساس کمبود در میدان جنگ و آزمایشگاه و .. خود را نشان داد که با هیچکدام از دو ابزار **o.s** و **Do.c** نمی توان مشکل را حل کرد. مخصوصاً با طرح مسائل و مصادیق کلان (بزرگ) مانند شهرهای بزرگ و صنایع بزرگ کمبود بعضی مفاهیم ملموس تر شد.

حال می خواهیم به ماهیت **O.C** بیشتر بپردازیم. ماهیت **Do.c** انبوهی غیرقابل شناخت و غیرقابل کنترل بود یعنی انبوهی بوده که ما نمی خواستیم به تعامل بین اجزاء آن بپردازیم چون آنقدر انبوه بود که پرداختن به آن خارج از توان بود. اینجا (**O.C**) همان مبحث به شکل ملایم تر مطرح است یعنی انبوهی است اما تعامل فی مابین مولفه ها (مولفه ها به همان مفهوم که پیشتر توضیح داده شده) برای ما اهمیت دارد.

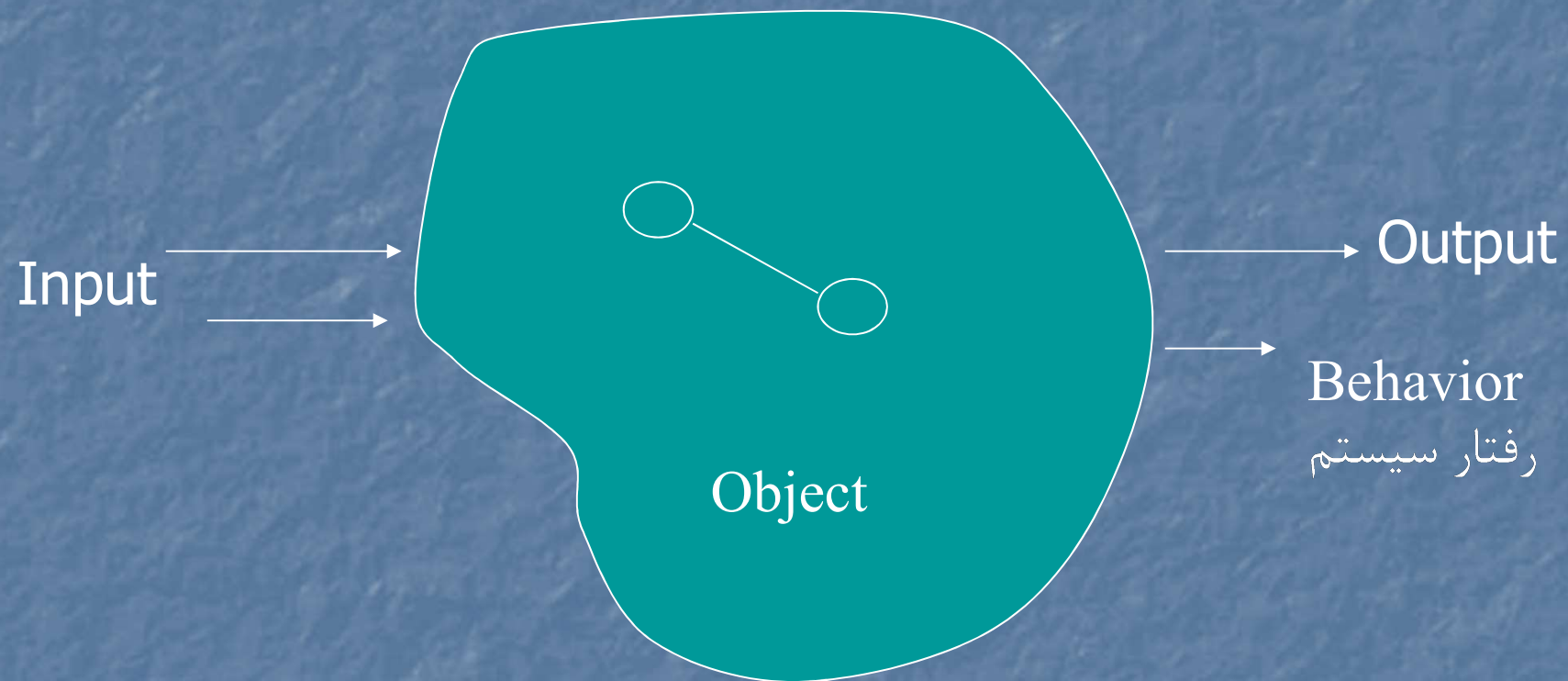
از ویژگی‌های بزرگ مسایل **combinatorial (o.c)** یا ترکیبی بودن آن است یعنی روابط درونی عدیده دارد. این روابط بصورت عمل کردن روی هم یا مشروط بودن نسبت به هم خواهد بود. انواع و اقسام شکل رابطه ها مانند **function , Relationship** و ... بر این اساس ریاضیات جدیدی مطرح می‌شود تحت عنوان ریاضی ترکیبی. ویژگی بزرگ این ریاضی این است که به سرعت تعداد آن زیاد می‌شود. که با ریاضیات گذشته نمی‌توان این مسائل را حل کرد و مشکل بزرگی که در ریاضیات آماری است اینکه آن تعامل بین متغیرها حذف می‌شود. یعنی اطلاعات لازم به آن منظور نمی‌شود , یعنی وجود ندارد.

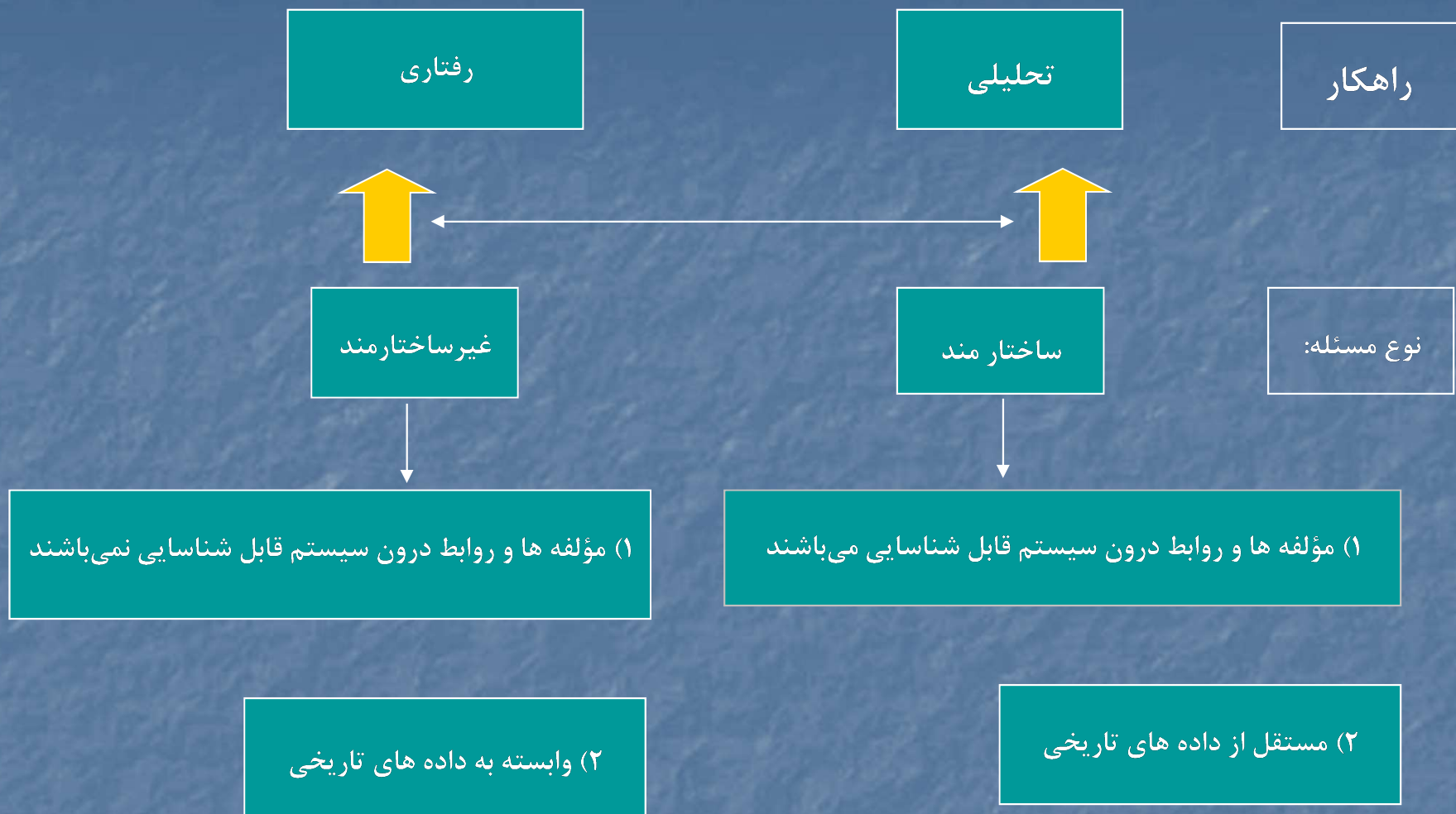
حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا ریاضیات مربوط به **o.s** و **Do.c** نیز در **O.C** به کمک می‌آید؟
بله. باید گفت که مرز موجود بین این سه دسته کاملاً **crisp** نیست و مرز خاکستری وجود دارد.

ما یک مسئله ترکیبی بسیار معروف به نام **Dynamic Programming (D.P)** داریم (در **O.C**) و آن اینست که اگر یک واقعیت را مورد مطالعه داریم که در حال تحول است یعنی پارامترهای آن در حال تغییر است. در این صورت یک موضوع واقعاً پیچیده داریم ولی اگر در درون آن شفافیت لازم وجود داشته باشد که نیازی به **O.C** نباشد یعنی انبوهی آن به شکلی نباشد که ما نتوانیم (امید نداشته باشیم) به درون آن پردازیم آن موقع است که خود این موضوع و تحول آنرا به تعدادی مراحل که به هم مرتبط هستند تبدیل کنیم. آن موقع هر کدام از اینها یک مرحله خواهد بود و در هر مرحله هم تعدادی حالات داریم.

در واقع **system approach** یک مسئله واسط است (یک وضعیت **intermediate**) دارد بین **o.s** و **Do.c**. یک سر آن به تخمین و احتمالات وصل می شود و سر دیگر آن به انبوهی به سوی پیوستگی مطرح می شود.

حال این سؤال مطرح می‌شود که اگر ساختار را بدانیم آیا رفتار را می‌دانیم یا خیر؟





اگر ساختار را بدانیم منطقاً باید رفتار را بدانیم اما عکس آن صادق نیست یعنی اگر رفتار را بدانیم لزوماً ساختار استخراج نمی‌شود. حال می‌توان گفت مشابه‌سازی وسیله‌ای می‌شود برای تست (آزمون) تحلیلی. یعنی مشابه‌سازی دو نوع استفاده دارد.

- برای وضعیتی که ما نتوانیم تحلیل کنیم.
- تحلیل کنیم ولی به درستی تحلیل به لحاظ میدانی باور نداریم.

در واقع مشابه‌سازی ابزار آزمون رویکرد سیستمی است. هر علمی آزمایشگاه دارد و آزمایشگاه رویکرد سیستمی مشابه‌سازی است البته آزمایشگاه دیگری هم دارد که آن اثبات منطقی است که آن آزمایشگاه ساختاری است یعنی :

آزمایشگاه میدانی: مشابه‌سازی است.

آزمایشگاه ساختاری: اثبات منطقی است.

اگر ما تحلیل کنیم و کسی بگوید چرا تحلیل شما را قبول می کنیم، در اینجا درستی مطرح نیست و معنی ندارد. چون وجودشناسانه برخورد نمی کنیم و می خواهیم شناخت شناسانه برخورد کنیم. لذا مرزی که نسبت می دهیم، اگر ناظر عوض شود و ناظر دیگری بیاید ممکن است مرز دیگری تعیین کند. لذا درستی معنی ندارد. بلکه این موضوع مطرح است که وقتی مدلی ارائه می شود یا در درون سازگار باشد که ما بپذیریم و یا در بیرون رفتاری داشته باشد که با رفتار موضوع کمترین فاصله را داشته باشد (فاصله معقول باشد) چطور موضوعات را بشناسیم (Object) ؟

پس دو تا مؤلفه و یک رابطه پیدا می شود که باید این را بشناسیم. فرض می کنیم که سطح بندی همینجا متوقف است، بدون از دست دادن تحلیل، در اینجا لازم است چیزهایی از اینها یعنی مؤلفه ها را بشناسیم. یعنی فرض می کنیم که مؤلفه ها دیگر سطح پائین تری ندارند و خودشان **element** هستند. اینجا است که یک مفهوم بنام **Attribute** بوجود می آید. یک مفهوم خیلی اساسی این است که چون دنبال وجوشناسی نیستیم، **Attribute** عرض است، چون خودمان مرزها را تعیین و عوض کردیم. وجود خودش چیست، جوهر چیست، نمی دانیم و کاری هم نداریم. این بحث ها مثل این است که دیوانه به آب زد و از آب گذشت، عاقل پی پل کنار آب سرگردان. شناسه همان **Attribute** و عرض است. اگر فقط یک **element** داشته باشیم، با مجموعه ای از شناسه ها می توانیم تصویری از این **element** داشته باشیم. ولی اگر مجموعه ای از موضوعات داشته باشیم، شناسه دیگر کاری نمی کند. یک خودرو شناسه هایش مثل وزن، سرعت، میزان سوخت و... آدم شناسه هایی دارد، وزن، قد، رنگ چشم و مو و... شناسه می تواند کمی و کیفی باشد.

شناسه ای که از یک مشاهده گر به دیگری تغییر نمی کند کمی (غیر کیفی) است و آن شناسه ای که از یک مشاهده گر به دیگری تغییر می کند کیفی است. مثل تابلوی نقاشی، از دیدگاه دو مشاهده گر.

پس شناسه مربوط به موضوع وابسته است به **Observer** (کیفی است) در کل کیفیت شناسه ای است که آرگومان آن (خیلی زیاد زشت، زیاد زشت، ...) از یک **Observer** به **Observer** دیگر تغییر می کند شناسه کیفی است، ولی طول میز از یکی به دیگری تغییر نمی کند، بدون در نظر گرفتن خطا و با دستگاه اندازه گیری یکسان، شناسه کمی است.

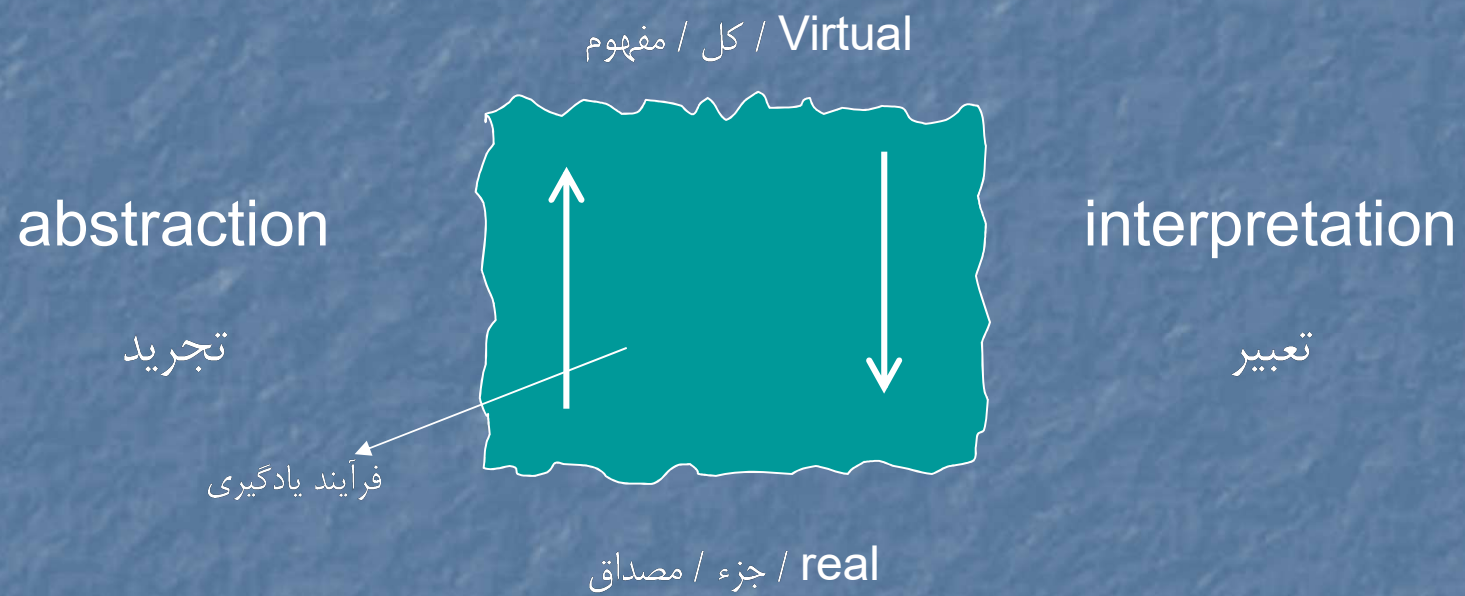
فرض می کنیم فقط یک موضوع **Object** وجود دارد. در این حالت می توانیم فهرستی از شناسه ها (**Attributes**) داشته باشیم. این شناسه می تواند آرگومان های مختلفی بگیرد. مثال رنگ و کد رنگ و اگر عدد بدهیم به یک رنگ و خود رنگ **Y** باشد.

کد **X** ← رنگ **Y**

عکس این حالت هم می تواند باشد، رنگ زرد با یک کد خاص. این برای ما یک متغیر **Variable** می شود. متغیر یک تسهیلات صوری است که با آن شناسه را نشان می دهیم. پس یک تناظری بین **Attributes** و **Variable** وجود دارد ما **K** تا **Attributes** داریم و یک **Variable** از این **K** تا بدست می آوریم.

سؤال : آیا **Variable** ها صرفاً به **Attributes** ها وابسته هستند ، یعنی تناظر یک به یک دارند ؟ آیا وجود دارد متغیری که برای آن **Attributes** تعریف نکنیم ؟

ویژگی عمده یک مدل، مخفف بودن برای یک موضوع است. مثلاً وقتی موضوعی در بیرون روابط غیرخطی از خود نشان می‌دهد و ما آنرا به صورت یک مدل خطی فرض می‌کنیم با این شرایط که این تخفیف قائل شدن در مدل ضرر زیادی نمی‌رساند و در حد قابل قبولی نظرات ما را تأمین می‌کند. وقتی ما مخفف را برای مدل مطرح می‌کنیم نوعی تجرید **abstraction** را مطرح می‌کنیم. در واقع ما پاره‌ای فرض‌ها را می‌کنیم که چندان برای ما مشکل‌آفرین نخواهد بود.



اگر به سوی بالا برویم کار آن تجرید یا خلاصه کردن است اگر به سوی پایین برویم کار آن مصداقیابی یا تعبیر است. در واقع تجرید و تعبیر دو سوی آن هستند. اما تجرید و سطح آن نسبی است. یعنی وقتی یک سیستم تجرید داریم می‌توانیم آنرا تعبیر کنیم و مصداق بسازیم. در این رفت و برگشت (رفت به بالا و برگشت به پایین) است که مفهوم‌سازی و مصداق‌سازی صورت می‌گیرد. در رفتن به بالا مفاهیم جدید ایجاد می‌شود و به پایین که حرکت می‌کنیم مصادیق جدید بوجود می‌آید.

بالا که می‌رویم سیستم‌های عام‌تر پیدا می‌کنیم و پایین که می‌آییم سیستم‌های خاص‌تر.

وجه کلی‌گرایی سیستم در مفهوم‌سازی است و وجه جزئی‌گرایی آن در مصداق‌سازی است. لذا وجود دوگانه دارد (وقتی از منظر R نگاه کنیم) از یک سو کل‌گرایانه است (وقتی که می‌خواهد تجرید کند) و از یک سو جزء‌گرایانه است (وقتی که می‌خواهد تعبیر کند) در مسیر تعبیر جزء‌گرایانه است و در مسیر تجرید کل‌گرایانه است.

حال این سؤال مطرح می‌شود که کل چیست؟ و جزء چیست؟
کل و جزء یک مفهوم نسبی است .

Role یعنی جایگاه (نقش ایفا کردن)

بعبارتی یک کل داریم که خود جزئی است از یک کل دیگر که مرتبط است با اجزاء دیگر و از طرفی یک جزء داریم که خود کلی است از یک جزء دیگر.

لذا مفهوم **Subsystem** یک مفهوم نسبی است یعنی **super** , **sub** یعنی **subsystem** و **super system** یک مفهوم نسبی است و اینکه کجا قرار گرفته باشند مطرح است لذا مفهوم کل فی ذاته مطرح نیست. لذا وقتی بخواهیم یک موضوع را مرتبط با موضوع‌های دیگر ببینیم رویکرد ما کل‌گرایانه است و وقتی بخواهیم موضوع را نامرتبط با سایر موضوع‌ها ببینیم رویکرد ما جزء‌گرایانه است.

اما کل یک مفهوم نسبی است همچنان که جزء هم یک مفهوم نسبی است. وقتی در ارتباط با یک مجموعه بزرگتر ببینیم می‌شود جزء و اگر در ارتباط با یک مجموعه کوچکتر ببینیم می‌شود کل در واقع ما کم‌کم زبان حرفه‌ای پیدا می‌کنیم یعنی اینکه قبل از آنکه موضوعی برای ما مطرح باشد سعی می‌کنیم خود موضوع را حتی‌الامکان بدون اعتبار بشناسیم. اگر زبان عادی مرسوم بگوییم می‌گوییم سیستم و اگر زبان غیرحرفه‌ای بکار ببریم می‌گوییم کل و جزء و اگر زبان نیمه حرفه‌ای را بگوییم می‌گوییم زیرسیستم و فوق سیستم اما برای زبان حرفه‌ای سیستم و برای اینکه این زبان شفاف شود بجای مفهوم جزء که ناگویا است (مشخص نیست که سیستم هست یا نیست) بکار می‌بریم عنصر و برای مفهوم کل بکار می‌بریم مولفه.

حال یک سؤال مطرح می‌شود که **Element** ذات‌ایست یا عرضاً یعنی رابطه ندارد یا برای ما مهم نیست؟

برای ما مهم نیست یعنی ممکن است رابطه نداشته باشد یا به لحاظ صرفه‌جویی و ... برای ما مهم نباشد (و آنرا المنت فرض می‌کنیم).

لذا از این به بعد بجای الفاظ کل و جزء **component** و **Element** بکار می‌بریم .

در مدلسازی این سؤال مطرح می‌شود که تنگنا چیست؟

به تنگنا یا **Constraint** از منظرهای مختلف می‌توان نگریست ولی ارجح آنست که از منظر منبع به آن نگاه کرد. مصرف هم نوعی شکل منفی منبع است. تنگنا را رابطه بین منبع، منبع خور و نرخ منبع خوری تعریف می‌کنیم.

حال این بحث مطرح می‌شود که اگر تکه‌ای (قسمتی) از واقعیت را جدا کنیم در واقع رابطه بین منابع و مصارف را جدا کرده‌ایم. پاره‌ای از این رابطه‌ها مزاحم و پاره‌ای مزاحم خواهد بود. از دیدگاهی که کلر از این دیدگاه نگاه کرده وقتی ما تکه‌ای از واقعیت را جدا می‌کنیم انگار با مجموعه‌ای از منابع و مصارف سروکار داریم و توازن بین اینها بشکل رابطه تنگنایی است که برای ما دست و پاگیر یا تسهیل کننده است.

پس ما تکه‌ای از واقعیت را جدا می‌کنیم و اسم آنرا سیستم می‌نامیم و این در واقع یعنی همه رابطه‌های گذشته را با فرض حذف می‌کنیم. ما این را اعتباری جدا کرده‌ایم و لذا پاره‌ای از اینها خود را نشان می‌دهند و باید چاره‌ای برای آن بیندیشیم. مثل رگها که وقتی دست را جدا می‌کنیم این رگها قطع شده و دارد خون می‌ریزد که این خود را به صورت تنگنا مطرح می‌کند و همچنین ممکن است فرد دیگری بیاید و منبع دیگری را منظور کند که دچار مزاحمت‌های کمتر و یا عکس آن مزاحمت‌های بیشتری شود.

ما نمی‌خواهیم کل واقعیت را ببینیم که چیست (برای ما مهم نیست) اما حالا که کل واقعیت را نمی‌بینیم تا کجا نمی‌بینیم: ما که نمی‌توانیم اصلاً کل واقعیت را ببینیم. بلکه باید تا جایی آنرا ببینیم که آن رابطه بین منابع و مصارف است. رابطه بین منابع و مصارف در داخل کل واقعیت.

البته سطح جزئیات مشخص می‌کند که چه مقدار از منابع و مصارف را ببینیم. واقعیت را به عنوان تنگناهایی که به ما اعمال می‌شود باید ببینیم.

به لحاظ ریاضی یک **Relation** تعریف می‌کنیم نه یک **function** و در حقیقت با تعریف سیستم (بریدن قسمتی از واقعیت) پاره‌ای توانستن و نتوانستن‌ها را برای خود ایجاد کرده‌ایم. منابع در واقع توانایی‌ها هستند و منابع بیرونی ناتوانایی‌ها. تنگنا را در فارسی محدودیت بکار برده‌اند که فرق می‌کند. تنگنا به معنی **Constraint** و محدودیت به معنی **limit** حد است. حد چیز طبیعی است مثلاً عبارت وقتی X به سمت عدد یک میل می‌کند به حد می‌رسد. در صورتی که **Constraint** ارتباط بین منابع و مصارف است و لذا کلمه تنگنا درست‌تر است.

شیوه های ساده کردن پیچیدگی، چگونه با پیچیدگی برخورد کنیم؟
درجه پیچیدگی به ناظر وابسته است و ناشی است از منظور ناظر.

برای ساده کردن اولین کاری که باید انجام دهیم انتخاب و ایجاد یک دستگاه صوری است تا به کمک این دستگاه صوری بتوانیم موضوع پیچیده را به ساده تبدیل کنیم. مثل دستگاههای معادلات دیفرانسیل، روابط معمول ریاضی و

گام بعدی انتخاب یا ایجاد یک الگوریتم است. الگوریتم عبارتست از قاعده حرکت، قاعده ایست و نقطه آغاز. از یک نقطه آغاز با یک قاعده حرکت می رویم و با یک قاعده ایست توقف می کنیم.

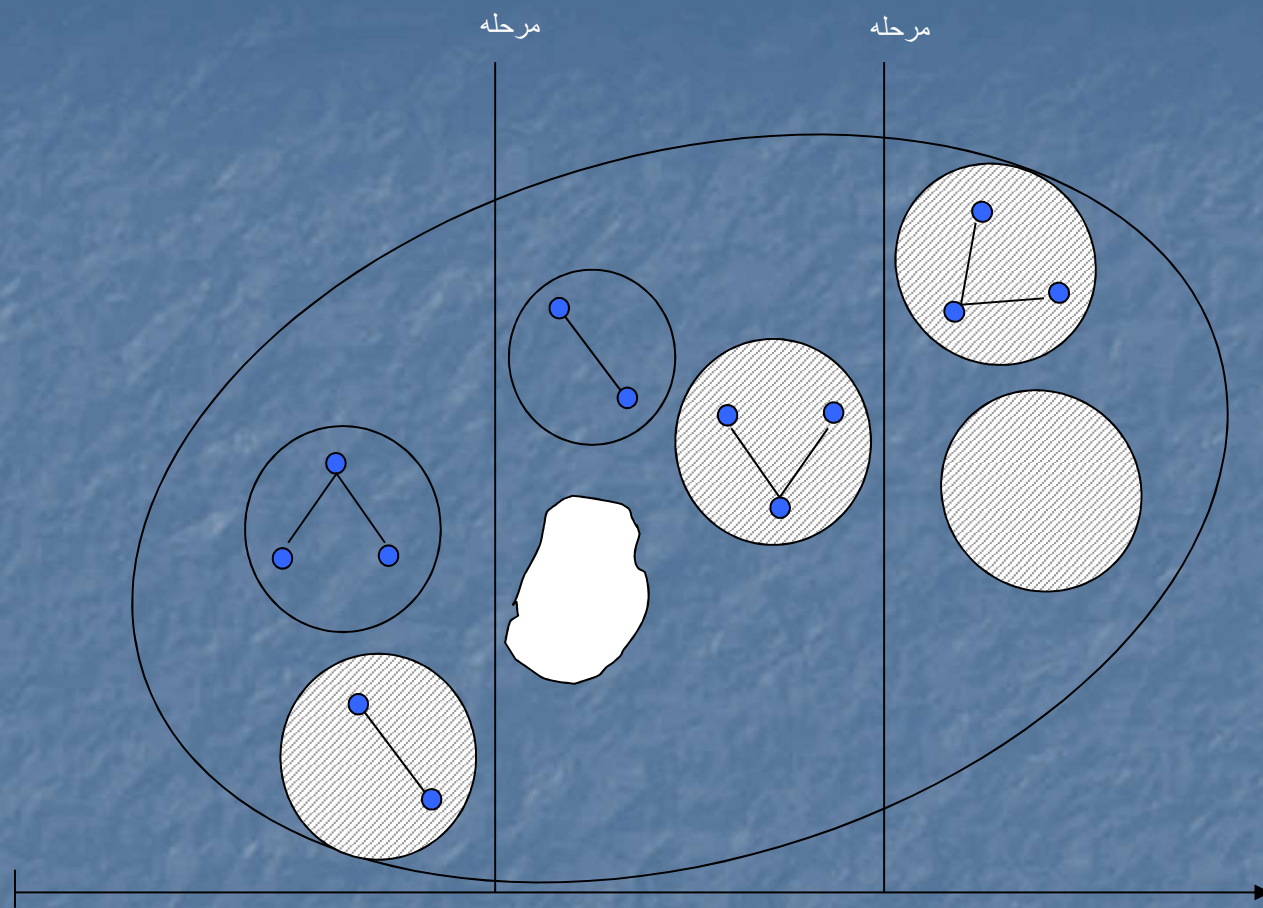
گام بعدی این سؤال مطرح می شود که امکان دستیابی به حل چگونه است. در دو بعد عملی و نظری. در اینجا پردازش گر وارد می شود که حل را پیدا کند. اگر اندازه موضوع بزرگ باشد و امکان دستیابی به حل وجود نداشته باشد متغیرها و رابطه ها را کم کنیم تا موضوع قابل حل شود. پس کاستن داده ها یک راه برای ساده کردن پیچیدگی می باشد. اما باید به این موضوع توجه شود که کاهش بیش از حد داده ها باعث دور شدن از واقعیت می شود. اینجا می شود موضوع دسته بندی را مطرح کرد. دسته بندی خیلی مهم است. چرا که باعث می شود تا برای دسته ها از راه حل های قبلی استفاده شود. یعنی سیستم های هم خانواده کنار هم قرار بگیرند. مثل دسته بندی بولدینگ از سیستم ها. پس دسته بندی یک رویکرد ساده کردن است.

نکته مهم در اینجا این است که سرچشمه های افزایش داده ها یا **missing** داده ها را پیدا کنیم. ابزارهای مهم اداره پیچیدگی عبارتند از:

- I دسته بندی
 - II سطح بندی
 - III مرحله بندی
 - IV قاعده مندی
- Hierarchy
- دینامیزم

اگر قاعده داشته باشیم دیگر نیازی به بسیاری از داده ها نداریم چون داده ها را می خواهیم که بتوانیم رابطه برقرار کنیم ولی اگر قاعده داشته باشیم دیگر نیازی به آن داده ها نداریم.

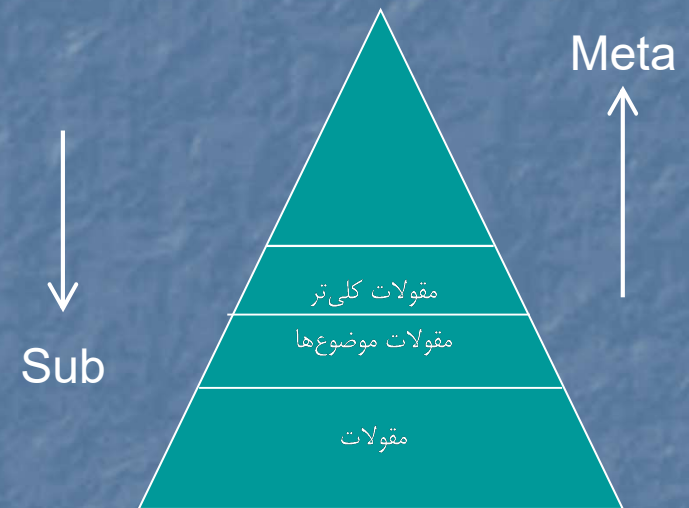
ولی مهم این است که در مسائل واقعی نمی شود بدون رفت و برگشت I ، II ، III و IV را پیدا کرد.





تفوق روش بر موضوع

Math
method



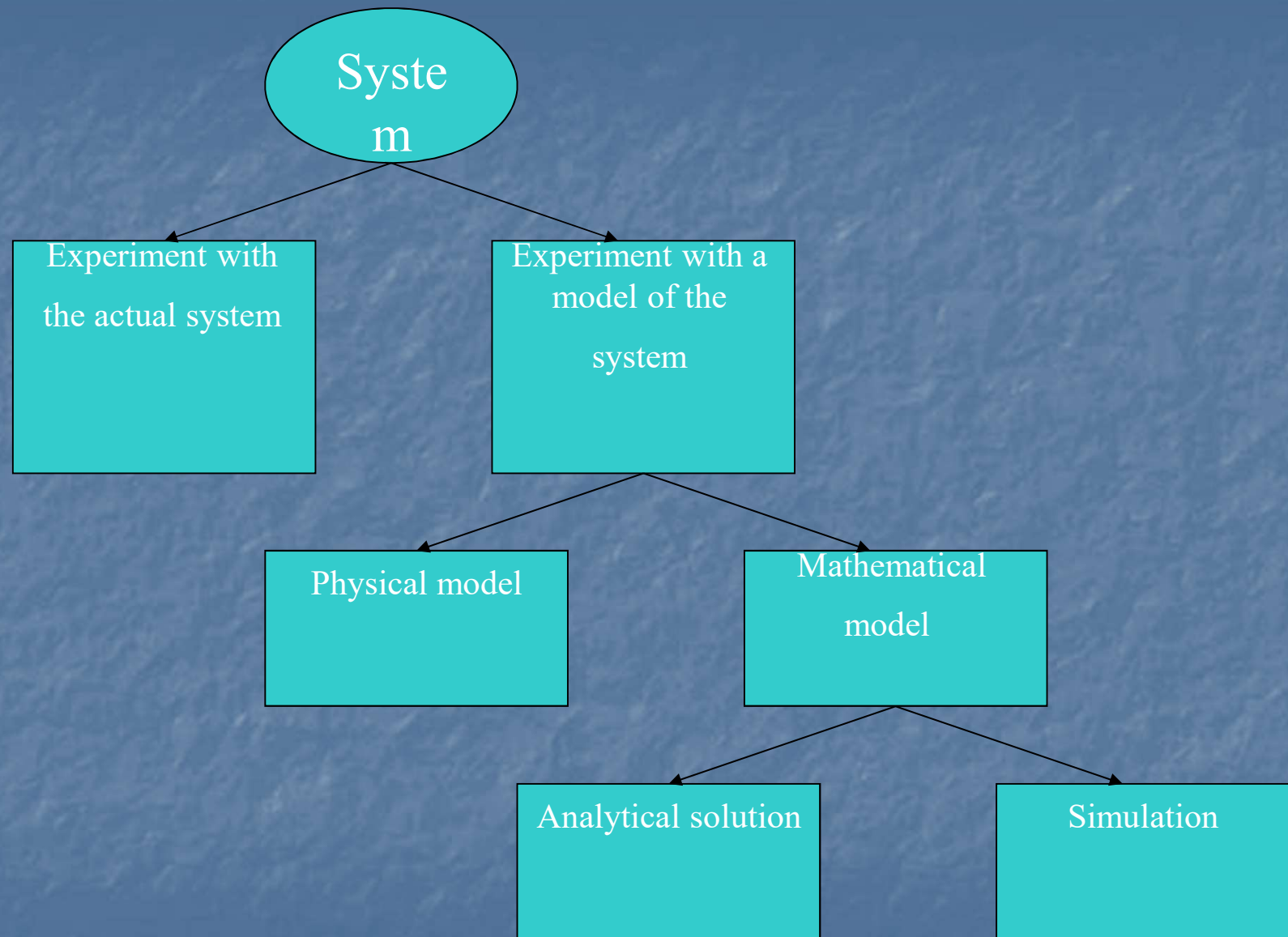
مصادیق موضوع ها
تفوق موضوع بر روش

System
approach

طبقه بندی فارستر^۱ در کتاب پویایی های صنعتی^۲:



فارستر معتقد است که تفاوت بین مدل های مهندسی و علوم اجتماعی از لحاظ مفید بودن آنها، بیشتر بر روشی که ابزارهای مدلسازی مورد استفاده قرار می گیرند و تاکیدهای مختلفی که بر اهداف نهایی گذاشته می شوند مبتنی است. در مهندسی مدلها به عنوان کمکهایی در طراحی سیستمهای جدید یا بهبود سیستمهای موجود به کار می روند در حالی که در علوم اجتماعی و اقتصاد، مدلها سیستمهای موجود را توضیح می دهند. مدلی که برای طراحی مفید است باید برای توضیح دادن نیز بکار رود، اما ظاهراً مدل هایی که تنها کار توضیح دادن را بر عهده دارند، غالباً حتی در هدف اولیه خود موفق نیستند.



مدلسازی فارغ از پیچیدگیهای علمی یک هنر است و این هنر عبارت است از توانایی تحلیل مسأله، چکیده سازی خصایص اساسی آن، انتخاب و اصلاح آن مفروضات اصلی که مشخص کننده سیستم هستند و سپس تکمیل و توسعه مدل تا وقتی که تقریبی مفید بدست آید. در این رابطه پیشنهادهای زیر می تواند مفید واقع شود.

- 1- سیستم مورد سوال را به مسایل ساده تر تقسیم کنید.
- 2- بیان روشنی از اهداف ارائه دهید.
- 3- شباهتها را جستجو کنید.
- 4- یک مثال عددی مشخص از مسئله را در نظر بگیرید.
- 5- چند نماد فراهم کنید.
- 6- بدیهیات را مشخص کنید.
- 7- اگر مدلی قابل کنترل به دست آمد آن را توسعه دهید، در غیر اینصورت آن را ساده کنید.

ساده سازی را می توان با یکی از راهکارهای زیر انجام داد. در حالی که درست عکس موارد زیر برای غنی سازی صورت می پذیرد.

1- تبدیل متغیرها به مقادیری ثابت

2- حذف یا ترکیب متغیرها

3- خطی فرض کردن روابط

4- افزودن فرضها و محدودیتهای مؤثر

5- محدود کردن کرانههای سیستم

فرایند شبیه سازی

با فرض بر اینکه شبیه سازی باید برای بررسی ویژگیهای سیستمی واقعی بکار رود، مراحل زیر را می توان تشخیص داد:

1- تعریف سیستم: تعیین کرانه ها، شاخص کارایی و محدودیتهایی که در تعریف سیستم تحت مطالعه بکار می روند.

2- تدوین مدل: سیستم واقعی به صورت یک نمودار گردش منطقی، ساده سازی یا چکیده سازی می شود.

3- تدارک داده ها: داده های مورد نیاز مدل و ساده سازی آنها به شکلی مناسب بازشناسی می شود.

4- برگردان مدل: توصیف مدل به زبانی که برای کامپیوتر مورد استفاده، قابل قبول باشد.

5- تعیین اعتبار: افزایش اطمینان به مدل تا سطح قابل قبولی که استنباط به دست آمده از آن در مورد سیستم واقعی، صحیح باشد.

6- برنامه استراتژیک: طراحی آزمایشی که اطلاعات مطلوب از آن حاصل می شود.

- 7- برنامه‌ریزی تاکتیکی: تعیین این موضوع که هر یک از آزمونهای مشخص شده در طرح آزمایشی، چگونه انجام گیرند.
- 8- آزمایش کردن: اجرای شبیه سازی، به این منظور که داده‌ها مطلوب تولید شوند و تحلیل حساسیت انجام گیرند.
- 9- تفسیر کردن: به معنای اسستنباط از داده‌های تولید شده به وسیله شبیه‌سازی است.
- 10- پیاده ساده: مورد استفاده قرار دادن مدل و (یا) نتایج به دست آمده می‌باشد.
- 11- مستند سازی: ثبت فعالیتها و نتایج پروژه و نیز مستند سازی مدل و موارد استفاده آن می‌باشد.

گامهای عمده تصمیم گیری از نگاه مدلسازی مسئله

- ۱- مشخص کردن هدف تصمیم (یا اهداف)
- ۲- مشخص کردن متغیرهای مستقل و وابسته تاثیرگذار برهدف
- ۳- مشخص کردن روابط بین متغیرها (رفتاری یا تحلیلی)
- ۴- تفکیک متغیرهای قابل کنترل و غیر قابل کنترل از یکدیگر
- ۵- انجام پیش بینی‌های لازم با استفاده از تکنیک‌های معتبر
- ۶- تعیین دینانیزم‌های بین متغیرها و تاثیر آن در روند پیش بینی ها
- ۷- تعیین رابطه ریاضی (یا غیر ریاضی) بین اهداف، و متغیرهای مستقل و وابسته،

$$E = f(x,y)$$

- ۸- بیان محدودیت‌های تاثیر گذار بر مسئله و متغیرهای آن
- ۹- مشخص کردن استراتژی‌های عملیاتی

۱۰. انتخاب از طریق حداکثر سازی مطلوبیت

اهداف تصمیم گیرنده:

تصمیم گیرنده سعی دارد با حل مسأله‌ای که در دست دارد به چه چیزی برسد؟ و سعی می‌کند چه چیزی را حفظ کند؟

اهداف ممکن است یا مستلزم بدست آوردن چیزی باشد که DM آن را ندارد و یا از دست ندادن چیزی و یا تا آنجا که امکان دارد، از دست دادن مقدار بسیار کمی از آنچه که دارد.

اهداف کمی و کیفی

- یک پیامد تعریف شده به صورت کیفی، پیامدی است که به دنبال انتخاب یک راهکار یا حاصل می شود و یا نه. هیچ انتخاب بینابین «in between» این دو وجود ندارد.
- یک پیامد تعریف شده به صورت کمی، پیامدی است که به درجات مختلفی بدست می آید (or is not) یعنی میزان دستیابی به پیامد بالقوه قابل اندازه گیری است.
- اهمیت وجه تمایز بین پیامدهای کیفی و کمی در اندازه گیری کارایی راهکارهای مرتبط با چنین پیامدهایی نهفته است.

سنجش های کارایی

- 1) ورودیها و خروجیها معین شده و یا بی ربط هستند;
- 2) تعیین خروجیها دستاوردها و ورودیهای متغیر;
- 3) خروجی های متغیر و ورودیهای مشخص شده;
- 4) ورودیها و خروجیهای متغیر;

اهداف قابل تعریف برای یک مسئله

1) فقط اهداف کیفی

2) فقط اهداف کمی

3) ترکیبی از اهداف کمی و کیفی