

سیستم های پیچیده و تفکر سیستمی (1) هما یون مهمنش

ما در عصری زندگی میکنیم که رشد تصاعدی جمعیت، اثرگذاری روزافزون بشر بر طبیعت و وجود سامانه یا سیستم های (1) مرتبط و پیچیده ای مانند جامعه، محیط زیست، سیاست و اقتصاد از جمله ویژگی های آن است. نوشته حاضر کوششی است برای معرفی برخی خواص سیستم های پیچیده که هنگام کار با آنها سبب اشتباه میشود. نوشته همچنین به مقوله فرار انسانها از پیچیدگی و در انتها به اهمیت استفاده از تفکر سیستمی برای کاهش اشتباهات می پردازد.

سیستم های نامبرده بفرنج و پیچیده اند زیرا که اجزاء یا بخش های آنها با رشته های مرئی و نامرئی فراوان به هم متصل اند و بر هم تاثیر متغیر میگذارند بطوری که بررسی عملکرد و حالات یک بخش بدون در نظر گرفتن رابطه آن با بخش های دیگر، ما را دچار اشتباه میکند (2).

برای نمونه "اقتصاد" بخش های مختلف مانند تولید، تجارت، بانکها، بازار داخلی و خارجی و سیاست را در بر میگیرد که با هم مرتبطند، در هر کدام انسان های زیادی نقش دارند و هر یک بطور دینامیک بر بخش های دیگر و کل آن تاثیر میگذارند. به این جهت نمیتوان مشکلات یک بخش را بدون توجه به ارتباط آن با بخش های دیگر اقتصاد برطرف نمود. - برای نمونه نمیتوان مشکل اشتغال را بدون انجام تغییرات لازم در سیاست، تولید و مصرف، حل کرد. -

از طرف دیگر تغییر یک بخش از سیستم اقتصاد هم بر رابطه اش با دیگر بخش ها و هم بر کل سیستم اثر میگذارد. - همانطور که فقر بخشی از جامعه بر تمامی آن تاثیر میگذارد و عملکرد کل جامعه را تغییر میدهد یا ورشکستگی یک یا چند بانک، اقتصاد کل کشور را به چالش میکشد. -

سیستم پیچیده دیگر سیاست است. در سیاست نیز علاوه بر فرهنگ، تاریخ، دانش، صنعت و غیره، میلیونها انسان نقش دارند. بطوریکه حل مشکلات سیاسی بدون در نظر گرفتن منافع و نقش هر بخش و تاثیر متغیر آنها بر یکدیگر و کل سیستم، میسر نمیشود.

سیستم پیچیده دیگر محیط زیست و موجودات زنده اند که میلیاردها

سال تکامل را پشت سر دارند بهترین نمونه های تکامل و تطابق با محیطانند. بررسی ها نشان میدهد که دو عامل در تکامل آنها نقش اساسی داشته است: باز بودن برای تحول و برخورداری از مکانیسم های لازم برای حفظ تعادل. محیط زیست و موجودات زنده دارای مدارهای کنترل و تنظیم هستند که از دور شدن آنها از وضعیت تعادل جلوگیری میکنند. عامل مهم این مدارها "بازخورد" یا "فیدبک (feedback)" به معنی اطلاع از وضع سیستم است. یک موجود زنده عملکرد خود را بر اساس بازخوردی که دریافت میدارد تنظیم میکند و بدون آن قادر به عملکرد دراز مدت نیست.

امروز به مراتب بیش از پیش با مشکلاتی مانند آلودگی هوا، ریزگردها، کم آبی و بالا رفتن دمای کره زمین روبروئیم که همگی حاصل عدم توجه و شناخت انسان از درهم تنیدگی سیستم پیچیده طبیعت و اقدامات اشتباه در رابطه با آن میباشد.

یک کشور یا یک شرکت بزرگ هم سیستمی پیچیده است که مدیریت آن به دانشی خاص نیاز دارد. فریدموند مالیک مدیریت را "فائق آمدن بر پیچیدگی" میدانند(3).

به چنین سیستم هایی که عناصر زیاد و مرتبط با هم دارند و اجزاء آن بطور دینامیک بر یکدیگر تاثیر میگذارند، "پیچیده" (complex) گفته میشود. "پیچیده" (complex) در اینجا به معنی "دشوار" (complicated) نیست. سیستمهای الکترونیکی، نرم افزار و سخت افزار یا خودرو هم عناصر زیاد با تاثیر گذاری پرشمار بر یکدیگر دارند اما در آنها تاثیر یک بخش بر بخش های دیگر متغیر نیست. در حالیکه پیش بینی قطعی رفتار سیستم های پیچیده مشکل است، پیش بینی قطعی عملکرد سیستم های دشوار با کار و شناخت تخصصی میسر میباشد.

مقوله پیچیدگی به اندازه کافی شناخته نشده است. یکی از علل این کمبود، تعداد حالات مختلف این سیستم هاست که وابسته به شمار عناصر آنها، بطور انفجاری بالا میرود(3) و در نظر گرفتن همه حالات سیستم را به سرعت غیر ممکن میسازد. - در یک بازی فوتبال غیر ممکن است تمام حالاتی را که ممکن است بازی به خود بگیرد پیش بینی کرد. نکته ای که هر بازی را از دیگری متمایز و جالب میکند -.

روانشناس آلمانی دیتریش دورنر(4) پیچیدگی را ضریبی از عوامل متغیر یک سیستم و ارتباط و تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر میداند به این معنی که اگر تاثیرگذاری صفر باشد یعنی عناصر تاثیری بر هم

نگذارند، پیچیدگی که ضربی از این دو است نیز صفر میشود.

برای کار با سیستم های پیچیده و مدیریت آنها به شیوه تفکر خاصی نیاز داریم که آن را تفکر سیستمی، مرتبط یا کبرنتیک نامیده اند. توجه به این نکته لازم است که موضوع "تفکر سیستمی" (6) در اینجا خواص کل سیستم، پیچیدگی، تعدد بخش ها، مرتبط بودن و تاثیرات دینامیک آنها بر یکدیگر است، حال آنکه در برخی نوشته های دیگر (مانند نوشته های آقای دکتر سریع القلم) از "تفکر سیستمی"، کار سیستماتیک و قانونمند مورد نظر است.

ویژگی ها

در حالیکه در سیستم های غیر پیچیده، فقدان کارآیی یا نتایج تغییر یک بخش معمولا بلافاصله آشکار میشود - وقتی ترمز کار نکند ماشین به چاله می افتد و غذای شور غیر قابل خوردن میگردد-، هنگام کار با سیستم های پیچیده انسان به سختی متوجه رفتار اشتباه خود با آنها میشود.

تاثیر اقدامات ما بر این سیستم ها اغلب در آغاز توسط حائل هایی (buffer) جذب میشود و خود را بطور کامل نشان نمیدهد. مدارهای تنظیم کننده (regulatory circuits) بخش های مختلف (7) سیستم اغلب تا مدتها اثرات دخالت ما را تحمل یا دفع میکنند و ما فقط تاثیرات مستقیمی را می بینیم که خواست ما از تغییر بوده و آن را مثبت میدانیم.

- نظر طراحان و سازندگان سد گُتوند را در آغاز تنها جمع شدن آب که هدف پروژه شان بود جلب میکرد و به شوری آب آن که گفته میشود حتی رود کارون و اراضی زراعتی خوزستان را تهدید میکند از نظرشان دور مانده بود - . - ساختن ساختمانهای بلند در تهران بعد از انقلاب یکی از عوامل ایستائی و عوض نشدن هوای آلوده بشمار میرود. توجه شهرداری هنگام دادن پروانه ساختمان (فضا فروشی) و صاحبان این ساختمانها معطوف بدست آوردن پول بیشتر بوده و به نتایج آن فکر نشده است - . - نمونه دیگر، خشک شدن دریاچه ارومیه در اثر حفر بی حساب چاههای آب در مجاورت آنست که تا مدتها خود را نشان نمیداد ولی امروز موجب سونامی نمک و تهدید بزرگی برای موجودات زنده محیط شده است - .

تغییرات اشتباه ما در سیستم تا مدت‌ها انبار میشود. مضافاً اینکه اغلب به بخش مورد نظرمان محدود نمی‌ماند و رشته‌های فراوانی که بخش‌های مختلف را به هم وصل میکنند آن را به بخش‌های دیگر سیستم هم انتقال میدهند. نتیجه تغییرات اشتباه ما اغلب در مراحل بعد، آنهم در جاهایی که بنظر خودمان تغییری در آنها نداده بودیم، بروز میکند. - جدا کردن اجباری و مصنوعی دختران و پسران در حکومت اسلامی یکی از عوامل رشد همجنس‌گرایی میان جوانان شده است - . - سوزاندن جنگل‌ها مدت‌ها بعد، سبب خشکسالی، کاهش رطوبت و کمبود اکسیژن هوا میشود. - آلودگی هوای شهرهای ایران نتیجه درازمدت سوء مدیریت و اقدامات غیرکارشناسانه است که انبار شده و امروز خود را با شدت هرچه بیشتر نشان میدهد. -

حاصل ادامه تغییرات اشتباه، عکس‌العمل‌های ناشناخته سیستم است که گاه بلافاصله و گاه با تاخیر، مشاهده میشود و در مواردی حتی عکس آن چیزی است که در آغاز هدف ما از تغییر بوده است. - اثرات کودتای 28 مرداد و استقرار دیکتاتوری محمدرضا شاه تا مدت‌ها مشهود نبود و همچنان انبار میشد. نتیجه این اقدام در سال 57 آشکار شد که مسلماً خلاف خواست عاملان آن کودتا بود. -

در چنین سیستم‌هایی کوشش برای رفع مشکلات یک بخش، بدون در نظر گرفتن ارتباط آن با بخش‌های دیگر و تاثیرات متقابل آنها بر هم، اغلب به ایجاد مشکلات جدیدی می‌انجامد. در حالی که ما هر قسمت را برای خود بطور کامل برنامه‌ریزی کرده ایم تعجب میکنیم وقتی که کار مجموعه سیستم به آشوب و در هم ریختگی میکشد.

این واقعیت که علیرغم تلاش‌های جدی برای حل جداگانه و غیرسیستمی مشکلات، هر روز بخش‌های بیشتری از جهان امروز از نظر سیاسی، اقتصادی و محیط‌زیستی گرفتار آشفتگی است، اغلب نتیجه اقدامات اشتباهی است که تاثیر آنها با تاخیر زمانی آشکار شده است.

امروز جامعه، اقتصاد و محیط‌زیست ایران دچار دگرگونی‌هایی شده که قطعاً نمیتوان آن را به عنوان یک بحران موقت دید. رشد فزاینده بحران در اقتصاد و محیط‌زیست و سیاست غیر قابل انکار است. در حالی که علاوه بر این، رشد تصاعدی جمعیت، خشکسالی و بحران‌های دیگر تمامی کره زمین و جامعه بشری را هر روز بیشتر تهدید میکند و طبعاً چالش‌های جدید و عظیمتری نیز در انتظار ما هستند، سیستم مدیریتی جمهوری اسلامی که توان حل مشکلات حتی کشور را ندارد، بدون تردید قادر به برخورد مناسب با چالش‌های بزرگتر نیز نخواهد بود.

اینجا بیشتر صحبت از تغییرات اشتباه در سیستم های پیچیده است، حال آنکه تغییرات مناسب در این سیستم ها، که میتوانند حتی تغییر در ساختار هم باشند، نه تنها مثبت بلکه در مواردی برای ادامه حیات سیستم ضروری نیز هست. تحولات ساختاری عظیم در جوامع برای تحقق حقوق و آزادی های مردم و مدیریت بهتر و تغییرات ساختاری در شرکت های بزرگ برای بهبود راندمان کار یا انجام وظائف جدید، نمونه تغییرات مناسب در سیستم های پیچیده اند.

اشتباهات رایج هنگام کار با سیستم های پیچیده

آزمایش تانا لاند (Tanaland)

دورنر(4) برای نشان دادن ناتوانی ما در حل مشکلات سیستم های پیچیده، یک کشور آفریقایی مجازی به نام تانالاند را در نظر گرفت که مهمترین مشخصات و عوامل موثر بر آن از اطلاعات کشورهای واقعی در ناحیه آفریقا گرفته و در کامپیوتری ذخیره شده بود. در کنار آن یک برنامه کامپیوتری آماده شد که در سوال و جواب (دیالوگ) با یک کاربر (user) به وی امکان میداد که شرایط را با تغییر پارامترهایی تغییر دهد و به عبارت دیگر آینده کشور مجازی نامبرده را تعیین، و در صورت بروز مشکل، آن را رفع کند. جمعیت و درصد تولد و مرگ ساکنان، عادات غذایی و شکار، مهمترین منابع حیوانی و گیاهی و وابستگی آنان به ریزش باران و استفاده از مواد شیمیائی برای دفع حشرات در سیستم و غیره همه در یک کامپیوتر ضبط شده بودند.

به 12 نفر از رشته های مختلف اختیار تام داده شد که بطور خودکامه حکومت و زندگی مردم تانالاند را بهتر کنند. آنها میتوانند سد بسازند، نیروگاه و کارخانه های صنعتی بنا کنند، سطح خدمات پزشکی و بهداشت را بالا ببرند، انواع گیاهان کاشتنی و استفاده از کود شیمیائی را کم و زیاد کنند و همچنین عادات شکار را با آماده سازی تفنگ های شکاری جدید تغییر دهند و به این ترتیب سرنوشت کشور مجازی را طی شش دوره تصمیم گیری که در هر دوره نتیجه اقدامات دوره قبل آشکار میشود، به مدت یک دهه هدایت کنند.

نتیجه بیش از حد انتظار ناامید کننده بود؛ بجای بهبود زندگی مردم که هدف آزمایش بود، بعد از موفقیت های کوتاه مدت اولیه، نتیجه، قحطی های گسترده و فاجعه آمیز بود. گله های احشام به درصد کمی

تقلیل یافته، سرچشمه مواد غذایی و همچنین وضعیت اقتصادی کشور مجازی اسفناک شده بود. جالب توجه اینکه حتی کارشناسان نیز مانند افراد دیگر شرکت کننده در آزمایش، علیرغم آنکه همگی خواهان بهبود وضع بودند، باعث هرج و مرج فوق العاده شده و کشور مجازی را دچار فاجعه میساختند.

نتایج فاجعه آمیز بویژه قحطی از آنجا ناشی میشد که پس از یک دوره بهبود وضعیت غذایی و بهداشت، رشد تصاعدی جمعیت از منابع غذایی که رشد خطی داشتند، سبقت میگرفت.

در صورت جلسه بررسی آزمایش مزبور در باره کارشناسان می خوانیم: "بنظر میرسید که درست تخصص آنها مشکل آفرین بود زیرا آنها مانند افراد دیگر شرکت کننده در آزمایش بدون پیش داوری سراغ حل مشکلات نمیرفتند و به سختی میتوانند خود را از پیش بینی های اشتباه در مورد ساختار چنین وضعیتهایی جدا کنند ... آنها به «سلسله تاثیرگذاری» خطی فکر میکردند و نه به «تاثیرگذاری متقابل بخش های مختلف بر یکدیگر» (5).

با این آزمایش و آزمایش های مشابه، دورنر برخی اشتباهات را که انسانها معمولا هنگام کار با سیستم های پیچیده مرتکب میشوند بررسی نمود که مهمترین آنها در بخش دوم نوشته می آید.

توضیحات

(1) سیستم یا سامانه مجموعه یا گروهی از عناصر یا اجزاء است که به گونه ای که واحدی را تشکیل میدهند.

(2) منظور از ارتباط های مرئی و نامرئی در اینجا پذیرش تئوری توطئه نیست که کوشش میکند پدیده ها را با یک یا چند توطئه موهوم و عموماً غیر قابل بررسی همگان توضیح دهد.

(3) Fredmund Malik, Strategie des Managements komplexer Systeme, 2008, Hauptverlag, 10. Auflage

(4) Dietrich Dörner, Die Logik des Misslingens, Rowohlt Verlag, 1992

(5) Fredric Vester, Die Kunst vernetzt zu denken, dtv, 3.

(6) توضیح تفکر سیستمی در ویکی پدیا:

سیستم مجموعه ای از اجزای مرتبط است که در کلیت خویش برای ایفای وظیفه مشخص در کنش متقابل و هماهنگ با محیط می‌باشد. در تفکر سیستمی، سازمان‌ها مانند سیستم‌هایی هستند که در دل یک مجموعه محیطی بزرگتر قرار گرفته‌اند. هر سیستم شامل ورودی، خروجی، پردازش و بازخورد می‌باشد، بنابراین داشتن تفکر سیستمی برای مدیر بسیار حائز اهمیت است. به کمک یک نظارت دقیق اگر خروجی ما از خروجی مورد نظرمان فاصله کم و بیش چشمگیری داشت با استفاده از feedback (بازخورد) ورودی را تغییر داده و Replanning (برنامه‌ریزی مجدد) می‌کنیم.

تفکر سیستمی به مدیران کمک می‌کند تا ساختار، الگوها و وقایع را در پیوند با یکدیگر مورد بررسی قرار داده و تنها به مشاهده وقایع اکتفا نکنند. تفکر سیستمی مبتنی بر کلی‌نگری است که با تحلیل قابل درک نیست.

به عنوان مثال در بدن انسان، نحوه رفتار چشم بستگی به نحوه رفتار مغز دارد. هر زیر مجموعه‌ای که از عناصر تشکیل شود، بر رفتار کل سیستم مؤثر است و این تأثیر بستگی به حداقل یک زیر مجموعه دیگر از سیستم دارد. به عبارت دیگر اجزای یک سیستم چنان به هم مرتبط اند که هیچ زیر گروه مستقلی از آنها نمی‌تواند تشکیل شود. با استفاده از تعاریف فوق نتیجه می‌گیریم که هر سیستم را نمی‌توان به اجزای مستقل تقسیم نمود. بطوریکه پس این تقسیم‌بندی انتظار اولیه از هدف اصلی سیستم را برآورده سازد.

(7) مدارهای تنظیم کننده در طبیعت، الکترونیک، شوفاز و غیره وجود دارد یا بکار میرود. در آنها ورودی سیستم با اطلاع از وضعیت خروجی آن تنظیم میشود به نحوی که وضعیت خروجی میتواند در محدوده ای ثابت بماند. یک نمونه مدار تنظیم درجه حرارت بدن است. دمائی که بدن اندازه میگیرد بازخورد (feedback) مدار است. مدار مزبور اگر دما بالا باشد خون بیشتری در رگ‌ها جاری مینماید تا دما پائین بیاید و اگر برعکس دمای اندازه گیری شده پائین باشد خون کمتری در رگ‌ها جاری میسازد.

همايون مهمنش

30 مرداد 1396 د برابر 21 اوت 2017

hmehmaneche@t-online.de

[/http://homayoun.info](http://homayoun.info)