چکیده

آینده‌پژوهـــی به‌عنوان یک رشتهٔ پژوهشی، مفهوم نوظهوری است که به‌سرعت جای خود را در دانشگاه‌هـــای جهان و همچنین دانشگاه‌های کشورمان بـــاز می‌کند. نظریهٔ آشوب نیز نظریه‌ای نوپدیـــد است کـــه در سال‌های اخیر تأثیر شگرفی بر فیزیـــک، ریاضیات و حتی علوم اجتماعی برجـــای گذاشته است. مقالهٔ پیـــش‌رو پس از توضیح برخی مفاهیم ضـــروری و ادبیات موضوع درصدد بازخوانی آینده‌پژوهی در بستر نظریهٔ آشوب است. این پژوهش از دید هدف، از نوع نظری و از دید روش از نوع تحلیلی است. در این مقاله ۲روش کمّی و عملگرایانه (مدلسازی عامل‌بنیان و پویه‌مندی سیستم‌ها) معرفی می‌شود.

واژه‌هـــای کلیدی: نظریـــهٔ آشوب، خودسازماندهـــی، آینده‌پژوهی، زمـــان مابعدمتعارف، پویایی سیستم.

بازخوانی آینده‌پژوهی در بستر نظریهٔ آشوب

علی لاهوتیان

دانشجوی دکتری مدیریت گرایش تطبیقی و توسعهٔ دانشگاه تهران
ali.lahoutian@gmail.com

امیرحسین رهبر

دانشجوی دکتری آینده‌پژوهی دانشگاه تهران
a.h.rahbar@ut.ac.ir

مقدمه

در عصر حاضر نظریهٔ آشفتگی یا آشوب توجه بسیاری از علما و دانشمندان رشته‌های مختلف را به خود جلب کرده است (الوانی و دانائی‌فرد، ۱۳۷۸) و به موضوعی مهم جهت مدیریت بی‌نظمی تبدیل شده است. گرچه به نظر می‌رسد که نظریهٔ آشوب به معنای گسست از علوم اجتماعی سنتی است ولی درواقع آشوب "نسخه‌ای از تجربه‌گرایی منظم" است. مبحث آشوب به موضوعی مهم تبدیل شده است زیرا استعاره‌های آن (مانند رقص شیوا[1]) حس شهودی بیشتری فراهم ساخته یا به اسطوره‌های کلاسیک ارزش و اعتبار می‌بخشند. هم‌چنین می‌توان از آن به‌عنوان یک ابزار پیش‌بینی آینده استفاده کرد. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸) البته متأسفانه ادعاهای غیرمعقول و عجیبی در رابطه با این نظریه بیان شده است. از جمله این‌که آشوب علم جدیدی است که از نظر بنیانی با دیگر علوم متفاوت است. (استرمن، ۱۳۸۶)

یان استوارت، استاد ریاضیات دانشگاه وارویک و یکی از چهره‌های برجسته و صاحب اقتدار بریتانیا در زمینهٔ آشوب، معتقد است آشوب امروزه به شکل یک استعاره درآمده است ولی اغلب استعاره‌ای نادرست! به‌جای آن‌که از آشوب به مثابهٔ روشی برای نمایاندن نظم پنهان و کنترل کردن سیستمی که در نگاه اول کنترل‌ناپذیر به نظر می‌رسد استفاده شود، بیشتر آن را به‌عنوان بهانه‌ای برای نبود نظم و کنترل به‌کار می‌برند. (سردار، ۱۳۸۹)

به هر حال، عزم چالش‌برانگیز پژوهشگران سیستمی بر این است که قواعدی را برای پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیدهٔ به ظاهر غیرقابل پیش‌بینی و نامنظم، کشف کنند. (تهرانی، ۱۳۹۰) این فصل مشترک نظریهٔ آشوب و فعالیت‌های آینده‌پژوهانه است. هرچند نقش نظریهٔ آشوب و پیچیدگی بدین حد منحصر نمانده و به‌صورت استعاره‌ای و کیفی، درک آینده‌پژوهان را از جهان پیش‌روی آن‌ها دستخوش تحول کرده است. زمان مابعدمتعارف[2] یکی از دستاوردهای این شیوهٔ نگرش به آینده است.

در مجموع نظریهٔ آشوب و پیچیدگی می‌تواند در تبیینِ بهترِ دینامیسم‌های صنعتی و اجتماعی و به‌ویژه امواج نوآوری و انقلاب‌های فناوری مفید باشد. برای همین تصمیم گرفتیم از پنجرهٔ نظریهٔ آشوب به مفهوم نوظهور آینده‌پژوهی بنگریم و حاصل کار برخی از مهم‌ترین اندیشمندان این حوزه را با وجود تضادهای درونی‌شان، مرور و جمع‌بندی کنیم. تحقیق حاضر از دید هدف، نظری و از دید روش، از نوع تحلیلی است (سرمد و همکاران، ۱۳۸۳) و رویکرد نگارش آن، توصیفی، استدلالی و بدیهه‌گرایی است. (حمیدی‌زاده، ۱۳۹۰)

مروری بر مفاهیم پایه

قبل از ورود به بحث اصلی لازم است که با بعضی از مفاهیم ضروری بیشتر آشنا شویم.

آینده‌پژوهی

آینده‌پژوهی، در اصل مهیا بودن برای آینده و بهره‌گیری از منابع به بهترین وجه در راستای ارزش‌ها وه دف‌هاست. این رویکرد در حوزهٔ فناوری‌های نرم قرار می‌گیرد و هدف آن نه فقط کشف و شناخت آینده، بلکه معماری و مهندسی هوشمندانهٔ آینده نیز هست. از این‌رو، آینده‌پژوهی تلاشی نظام‌مند برای نگاه به آیندهٔ بلندمدت در هر حوزه‌ای از فعالیت بشر و ترسیم آن است. (حمیدی‌زاده، ۱۳۹۰) اگر بخواهیم آینده‌پژوهی را به‌صورت مختصر و مفید از زبان وندِل بِلکه،

یکی از معتبرترین نویسندگان این حوزه، (کاوه، ۱۳۸۶) از حیث هدف تبیین کنیم باید گفت آینده‌پژوهی به دنبال کشف، ابداع، ارائه، آزمون و ارزیابی آینده‌های ممکن، محتمل و مرجح است. (اسلاتر و همکاران، ۱۳۸۴) بی‌تردید تک‌تک واژگان این تعریف معانی دقیقی دارند. مهم‌ترین اجزایِ این تعریف که به بحث ما ربط دارد تأکید بر ۲واژۀ "کشف و ابداع" است. در حقیقت با مقداری آسان گرفتن (اغماض)، کشف آینده به معنای ارائۀ پیش‌بینی و ابداع به معنی سیاست‌گذاری و عمل برای ساختن آیندۀ مطلوب است. بنابراین، برای بازخوانی آینده‌پژوهی در بستر نظریۀ آشوب لازم است هم‌زمان تأثیر نظریۀ مذکور بر این ۲حوزۀ مورد توجه قرار گیرد.

همان‌طور که در متون برجستۀ آینده‌پژوهی (عنایت‌الله، ۱۳۸۸)، (عنایت‌الله، ۱۳۸۹) و (بل، ۲۰۰۳) آمده، آینده‌پژوهان طیفی از روش‌های کمّی تا کیفی را برای اهداف‌شان مورد استفاده قرار می‌دهند. برای همین در این نوشتار از دریچۀ دیگر هم تأثیر نظریۀ سیستم‌های پیچیده و آشفتگی را بر استعاره‌های آینده‌پژوهی بررسی می‌کنیم و هم بر روش‌های کمّیِ این حوزه.

سیستم‌های پویا

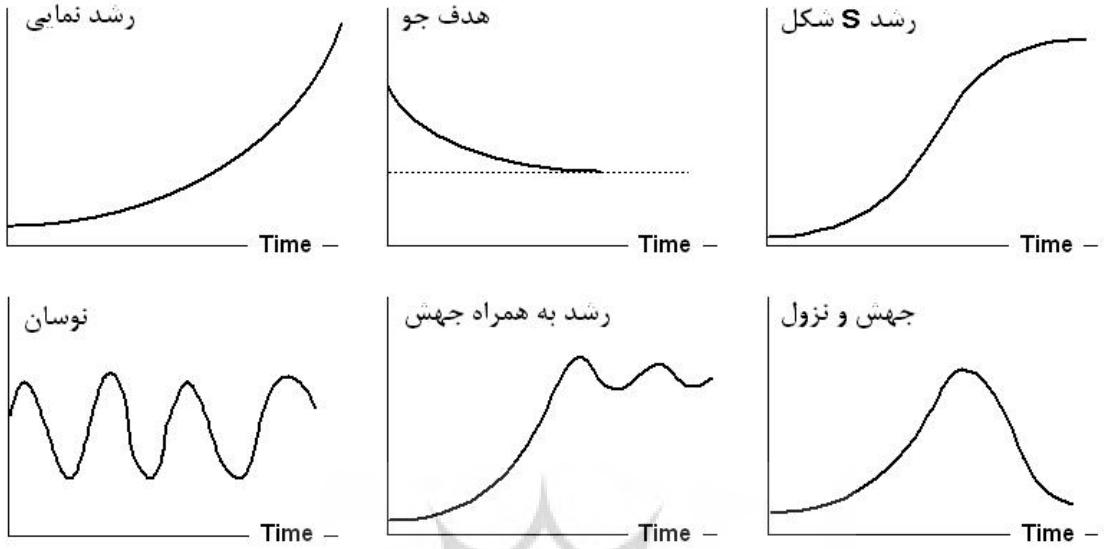
برای شناخت آشوب ابتدا باید سیستم‌های غیرخطی پویا را مورد بررسی قرار داد. سیستم‌های دینامیک (پویا)، سیستم‌هایی هستند که مقدار خروجی آنها در هر لحظه، نه تنها بستگی به مقدار تحریک در آن لحظه داشته، بلکه به مقادیر ماقبل نیز بستگی دارد. درحالی‌که مقدار خروجی یک سیستم ایستا در هر لحظه به تحریک همان لحظه ربط دارد. بنابراین برای مدلسازی یک سیستم پویا باید بعضی از داده‌ها را با وقفه‌های خاصی نسبت به سایر داده‌ها وارد مدل کرد به‌طور مثال ممکن است لازم باشد برای پیش‌بینی وضعیت سیستم در لحظۀ t، متغیر ورودی اول از لحظۀ t-5، متغیر ورودی دوم از لحظۀ t-9 و متغیر ورودی سوم از لحظۀ t-10 اخذ شود. (خالوزاده و خاکی، ۱۳۸۲) و (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۹)

سیستم‌های دینامیک (پویا) در ارتباط با محیط خود مانند موجودات زنده عمل می‌کنند و نوعی تطابق و سازگاری پویا بین خود و محیط پیرامون‌شان ایجاد می‌کنند. (معطرحسینی و همکاران، ۱۳۸۶)

پیتر سنج در انتهای کتاب پنجمین فرمان خود عمل سیستم‌های پویا را ناشی از ۲حلقۀ تقویتی و متعادل‌کننده می‌داند. حلقۀ تقویتی همان چیزی است که در نظریۀ آشوب به آن حلقۀ با بازخور مثبت لقب داده‌اند و حلقۀ متعادل‌کننده درواقع همان بازخور منفی در نظریۀ آشوب است. (تیموری اصل، ۱۳۸۵) سنج حلقۀ تقویتی را در یک سیستم پویا به یک بهمن تشبیه می‌کند که از یک مقدار ناچیزی برف تشکیل می‌شود و می‌تواند ویرانی‌های بسیاری را به بار آورد. به حلقۀ تقویتی، اثر جمعی و یا حلقۀ تبهکاری نیز اطلاق می‌شود. در بیان سیستم می‌توان گفت که ثروتمند را ثروتمندتر و فقیر را فقیرتر می‌کند. اما داستان سیستم‌های پویا به همین جا ختم نمی‌شود. در یک سیستم متعادل‌کننده سعی و تمایلی به سمت دستیابی به هدف و یا منظور مشخصی وجود دارد که از طریق تصحیح خود به عملکرد سیستم صورت می‌گیرد. فرایندهای بازخور متعادل‌کننده (بازخور منفی) همه‌جا به چشم می‌خورند. تمامی سیستم‌هایی که هدف مشخص و از قبل تعیین‌کننده‌ای را دنبال می‌کنند به چنین فرایندی مجهز هستند. بازخورهای متعادل‌کننده در سیستم‌های پویا اغلب باعث حرکت سیستم به سمت تعادل می‌شوند یعنی موجب می‌شوند که سیستم از سطح واقعیت موجود به سمت میزان مطلوب پیش رود. (سنج، ۱۳۸۰) جلوتر خواهیم دید که سطح واقعی را که سیستم پویا و آشوبناک به سمت آن حرکت می‌کند، جاذب‌های غریب می‌نامند. به عقیدۀ سنج در یک سیستم پویا حلقه‌های تقویتی (بازخور مثبت) و متعادل‌کننده (بازخور منفی) باید در کنار هم فعالیت کنند تا یک سیستم به تعادل برسد. (تیموری اصل، ۱۳۸۵)

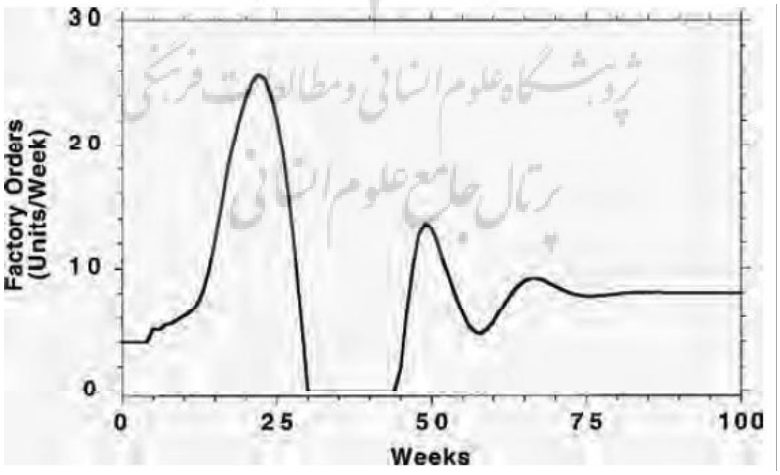
تغییر به شکل‌های مختلفی روی می‌دهد و تنوع پویایی‌های اطراف ما حیرت‌آور است. (استرمن، ۱۳۸۸) مشکل این است که چگونه می‌توان یک جهان پیچیده را با سادگی قوانینی که در ظاهر بر آن حاکم است آشتی داد؟ (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) ممکن است تصور کنید به همان نسبت ساختارهای بازخوردی متنوع برای به‌وجود آوردن چنین پویایی‌هایی لازم است اما درواقع بیشتر پویایی‌ها مثال‌هایی از تعداد به‌نسبت کمی از الگوهای رفتاری هستند. این الگوها که در شکل یک نشان داده شده‌اند عبارتند از: (استرمن، ۱۳۸۸) رشد[۳] که به‌وسیلۀ بازخوردهای مثبت ایجاد می‌شود و اغلب نمایی است، هدف‌جو[۴] که به‌وسیلۀ بازخوردهای منفی ایجاد می‌شوند و نوسان‌ها[۵] که به‌وسیلۀ بازخوردهای منفی همراه با تأخیرهای زمانی به‌وجود می‌آیند. سبک‌های پیچیده‌تر مانند رشد Sشکل[۶] و جهش و نزول[۷] از تعامل‌های

غیرخطی این ساختارهای غیرپایه پدید می‌آیند. البته حالت ایستا (تعادل) و تصادفی بودن، از دیگر شکل‌های رفتاری است که ممکن است مشاهده شوند.



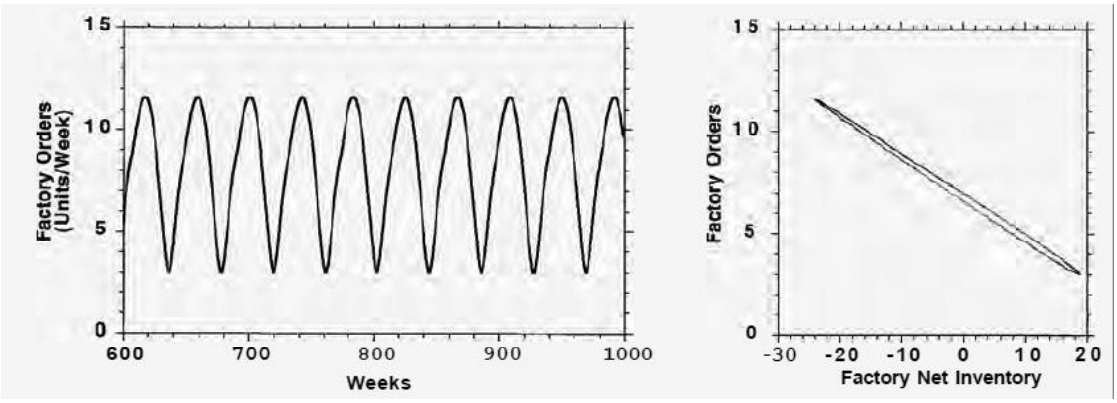
شکل۱. الگوهای رفتاری رایج در سیستم‌های پویا (استرمن، ۲۰۰۰)

از آنجایی‌که آشوب ذیل حالت نوسان قرار گرفته، بهتر است در ادامه توضیح بیشتری دربارهٔ انواع نوسان‌ها داده شود. نوسان‌ها، شامل نوسان‌های میرا[۸]، چرخه‌های محدود[۹] و آشوب[۱۰] هستند. اگر یک سیستم نوسانی یک‌بار تحریک شود و دیگر اختلالی بدان وارد نشود تا نوسان‌ها از بین روند، میرا خواهد بود. شکل ۲ نمایشی از یک نوسان میرا در زنجیرهٔ تأمین یک صنعت تولیدی است و پاسخ نرخ سفارش مواد اولیه توسط کارخانه در پاسخ به یک تغییر ناگهانی توسط مشتری را با این پیش‌فرض که مدیران کارخانه تلاش کردند تا موجودی مازاد خود را کمینه کنند، نمایش می‌دهد. (استرمن، ۱۳۸۸)



شکل۲. نوسان‌های میرا (استرمن، ۲۰۰۰)

در همین مثال اگر سری زمانی سفارش‌های کارخانه به‌طور نامحدود و بدون هیچ نوسانی تکرار شود، با یک چرخهٔ محدود مواجه خواهیم بود. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید نمودار فاز چنین سیستمی یک منحنی بسته است.

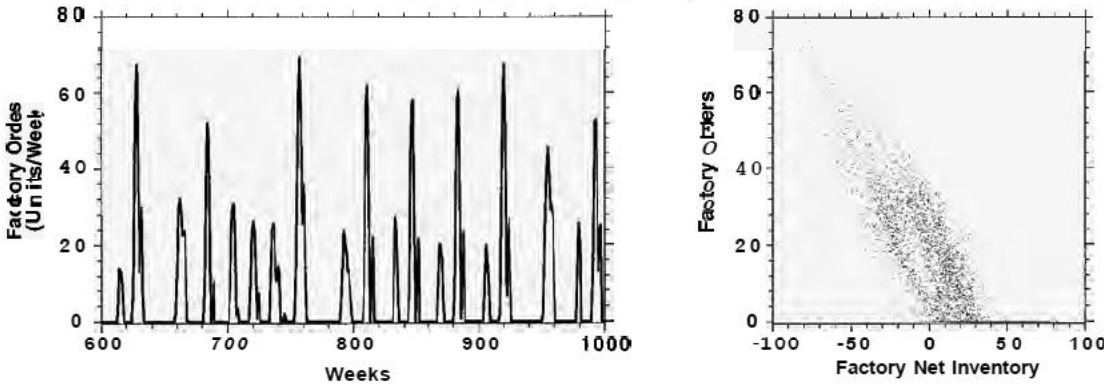


شکل۳. چرخه‌های محدود؛ سمت چپ سری زمانی سفارش‌های کارخانه و سمت راست نمودار فاز یا حالت (استرمن، ۲۰۰۰)

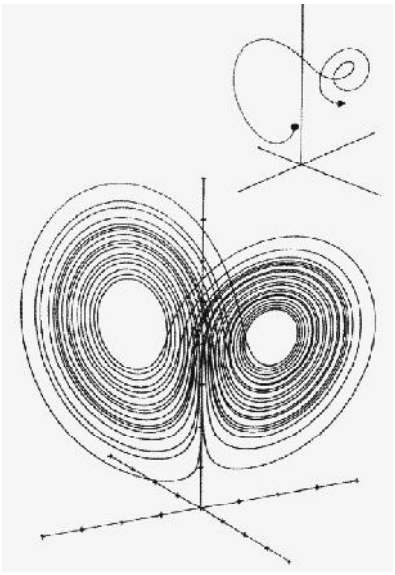
البته روشن است که چرخه‌های محدود ماشین‌های حرکت دایمی نیستند و انرژی لازم برای نگهداری چرخه باید از منبعی خارج از نوسانگر تأمین شود. (استرمن، ۱۳۸۸)

سیستم‌های آشوبناک

همان‌طور که دیدید، فرایند آشوبی، محصول یک سیستم غیرخطی پویا است. (مشیری، ۱۳۸۱) در مورد آشوب باید به خاطر داشت که برخلاف ادبیات عامه‌پسند، واژهٔ آشوب یک معنای تکنیکی محدود و دقیق در نظریهٔ پویا دارد. آشوب مانند نوسان میرا و چرخه‌های محدود، نوعی نوسان است. اگرچه برخلاف چرخه‌های محدود، این سیستم هرگز به‌طور دقیق تکرارشونده نیست حتی اگر حرکت آن کاملاً قطعی باشد و در معرض هیچ شوک تصادفی قرار نگیرد اما در عوض مدارهای سیستم به یک رباینگر شگرف[11] نزدیک می‌شوند. رباینگرهای شگفت همان‌طور که در شکل‌های بعدی می‌بینید، مجموعه‌ای از مدارهای مرتبط هستند که البته کمی با منحنی‌های متفرد بسته در چرخه‌های محدود متفاوتند. (استرمن، ۱۳۸۸) وقتی ذره‌ای به یک جاذب عجیب جذب می‌شود، دیگر راه فراری ندارد، هرچند حرکت ذره در درون جاذب با قوانین دقیقی مشخص می‌شود ولی ذره طوری رفتار می‌کند که گویی حرکت تصادفی دارد. (معطرحسینی و همکاران، ۱۳۸۶) البته از دیدگاه اطلاعات، سیگنال‌های نامنظم آشوب‌گونه بسیار غنی هستند و نمی‌توان مانند سیگنال‌های متناوب، توصیفی فشرده از آن‌ها به‌دست آورد. (هاشمی گلپایگانی، ۱۳۸۸) رباینگرهای شگفت در یک مفهوم ریاضی به نام فضای فاز به سر می‌برند که یک فضای خیالی و طریقی است برای تبدیل اعداد به اشکال به‌طوری‌که تصویر انعطاف‌پذیری از همهٔ داده‌ها به‌دست آید. در فضای فاز وضعیت کامل دانسته‌ها دربارهٔ یک سیستم پویا در یک لحظهٔ واحد در یک نقطه بر صفحهٔ مختصات جمع می‌شود. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

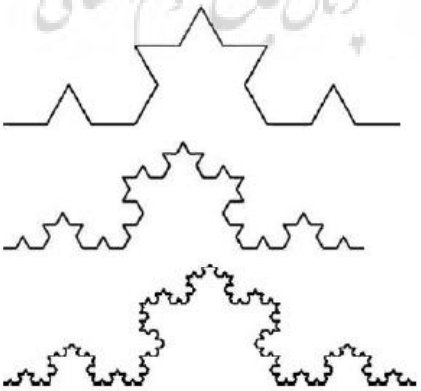


شکل۴. نوسان‌های آشوبناک؛ سمت چپ سری زمانی سفارش‌های کارخانه و سمت راست نمودار فاز یا حالت (استرمن، ۲۰۰۰)



شکل۵. نمونه‌ای از یک جاذب مشهور، ربایشگر شگفت لورنتز (سردار و ابرامز، ۱۹۹۹)

خصوصیت دیگر سیستم‌های آشوبناک وابستگی حساس به شرایط اولیه است. ۲خط سیر کنار هم، صرف‌نظر از این‌که چه مقدار به هم نزدیک باشند، تا زمانی‌که حالت یکی از آن‌ها در مورد حالت دیگری اطلاعات بیشتری در مقایسه با یک مسیر انتخابی تصادفی به‌دست ندهد، به‌طور نمایی از هم دور می‌شوند. (استرمن، ۱۳۸۸) در بخش بعدی هنگام تشریح دستاوردهای ادوارد لورنز بیشتر بدان خواهیم پرداخت. گذشته از این در سیستم‌های آشوبناک، نوعی شباهت بین اجزا و کل قابل تشخیص است. بدین‌ترتیب که هر جزئی از الگو همانند و مشابه کل است. (معطرحسینی و همکاران، ۱۳۸۶) به این خاصیت خودمانایی[۱۲] گفته می‌شود. به دلیل وجود همین ویژگی است که در دستگاه‌های نامنظم و آشوبی، هندسهٔ جدیدی پا به عرصه وجود می‌گذارد که آن را هندسه برخالی[۱۳] ـ شکنه‌ای می‌نامند. (الوانی و دانائی‌فرد، ۱۳۷۸) خودهمانندی ایجاب می‌کند که هر زیرسیستمی از یک سیستم شکنه‌ای معادل کل باشد و در داخل شکل یک الگوی تکرارشونده وجود داشته باشد. البته برخی سیستم‌ها تنها از نظر آماری خودهمانند هستند به این معنی که وقتی قطعات کوچک‌تر آن‌ها را بزرگنمایی می‌کنیم، به‌طور کامل بر کل سیستم منطبق نمی‌شوند ولی ظاهر کلی‌شان همان است. امروزه از هندسهٔ شکنه‌ای برای تشریح بسیاری از سیستم‌های پیچیده (مانند توزیع رگ‌ها در سطح بدن و الگوی ریاضی زمین‌لرزه‌ها) استفاده می‌شود. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) جهت دریافت توضیح کامل‌تر دربارهٔ مبانی ریاضی خودهمانندی می‌توانید به منبع (فقیه، ۱۳۷۷) مراجعه کنید.



شکل۶. نمونه‌ای از اشکال خودمانا (میچل، ۲۰۰۹)

سیستم‌های پیچیده

با آن‌که موضوع تحقیق ما سیستم‌های آشوبناک است ولی با توجه به نزدیکی بسیار زیاد این مفهوم با مفاهیمِ سیستم‌های پیچیده[۱۴] و خودسازماندهی[۱۵]، لازم است دربارهٔ این مفاهیم نیز توضیح لازم داده شود. البته در بخش بعدیِ به بهانهٔ مرور نظریه‌های ایلیا پریگوژن[۱۶]، در ارتباط با خودسازمان‌دهی بیشتر سخن خواهیم گفت.

مانند همهٔ سیستم‌ها، سیستم پیچیده عبارت است از یک ساختار به‌هم پیوسته از حلقه‌های بازخوردی، فرایندهای مربوط به انسان و طبیعت، روان‌شناسی و فیزیک، پزشکی و مهندسی که همگی درون این ساختار قرار دارند. (فارستر، ۱۹۶۹) روان‌شناسان معتقدند آرامش یا آشفته‌حالی کودک در احساس کفایت یا بی‌لیاقتی والدین در تربیت او نقش دارد و خود این احساس در وضعیت روحی کودک مؤثر است. (اتکینسون و همکاران، ۱۳۸۴) به‌عبارتی این دو یکدیگر را مدام تشدید می‌کنند. (کاوه، ۱۳۸۶)

سیســـتم‌های پیچیده، سیستم‌هایی هستند که در آن‌ها تعداد زیادی متغیرهای مستقل از راه‌های بسیار گوناگون با هم در تعاملند. (عابدی جعفری و صفری، ۱۳۸۴) سیســـتم‌های پویای غیرخطی که توسط نظریهٔ آشوب مورد مطالعه واقع می‌شوند، سیستم‌های پیچیده‌ای هستند. پیچیدگی به مطالعهٔ زندگی در آشوب و مشاهدهٔ ویژگی‌های سیستم‌های پیچیده در آن نقطه می‌پردازد. غنای عالی و تنوع کنش‌ها و تعامل‌ها، میان لشکری از متغیرهای مستقل، سیستم‌های پیچیده را قادر می‌سازد تا خود را سازمان دهند. فرایند خودسازماندهی خودبه‌خود صورت می‌گیرد. مانند یک دسته پرندهٔ مهاجر که هر پرنده در آن مسیر خود را با پرندگان مجاور تنظیم و منطبق می‌کند و به این ترتیب کل پرندگان به‌صورت منظم حرکت می‌کنند.

ویژگی دیگر این سیستم‌ها خاصیت انطباق‌پذیری آن‌هاست. البته این به معنای منفعل بودن آن‌ها نیست بلکه اغلب تـــلاش می‌کنند در راستای منافع خود بر محیط اطراف اثر بگذارند. مغز انســـان مـــدام میلیاردها ارتباط عصبی خود را بازسازماندهی می‌کند تا از تجربه‌ها بیاموزد. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) این سیســـتم‌ها پیوسته با کسب تجربه از فعل و انفعالات قبلی، عامل‌های[۱۷] خود را دوباره اصلاح و سازماندهی می‌کنند. با این یادگیری، سیستم راهبردهای خود را برای آینده توسعه می‌دهد و بدون این وفق‌پذیری به احتمال زیاد سیستم به سمت نابودی کشیده می‌شود. گفتنی است برخی سازمان‌ها نیز نوعی سیستم تطبیقی پیچیده[۱۸] هستند. (اکبرپور شیرازی، ۱۳۸۶)

هم نظریهٔ آشوب و هم نظریهٔ پیچیدگی از آثار ارائه‌شده در علوم فیزیک، ریاضیات و هوش مصنوعی و نیز بیولوژی نشأت گرفته‌اند. درحالی‌که نظریهٔ آشوب سعی دارد جهان را با استفاده از پویایی‌های غیرخطی توصیف کند، نظریهٔ پیچیدگی مدعی است که جهان "مدلی از نظام‌های پیچیده"[۱۹] است که با اتکا به خودسازمانی از طریق نوعی گذار سریع[۲۰] از آشوب به نظم می‌رسد. (دانائی‌فرد، ۱۳۸۶) و (استوارت، ۱۹۸۹)

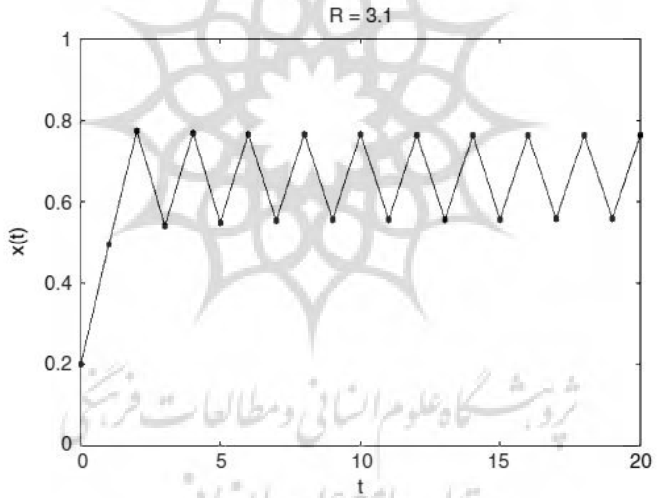
اما چه تفاوتی بین نظریهٔ پیچیدگی و نظریهٔ آشوب وجود دارد؟ برخی معتقدند که آشوب با وضعیت‌هایی مانند تلاطم ارتباط دارد که به نحوی شتابان بی‌نظم و غیرقابل مدیریت می‌شوند. از طرف دیگر، پیچیدگی با سیستم‌هایی مرکب از "چند عامل متعامل"[۲۱] سروکار دارد. (دانائی‌فرد، ۱۳۸۶) و (رابینستین و فارستنبرگ، ۱۹۹۹) در مقابل برخی معتقدند آشوب و پیچیدگی، ۲ بعد یک موضوع واحد بوده و حتی می‌توان این واژه‌ها را به‌جای یکدیگر به‌کار برد. (وارث، ۱۳۸۰) و (ماریون، ۱۹۹۹)

مرور مهم‌ترین تحقیقات دربارهٔ سیستم‌های آشوبناک

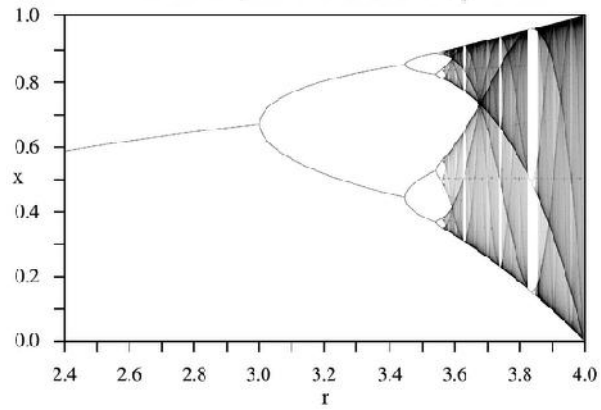
ادوارد لورنتز[۲۲] نخستین کسی بود که نمونهٔ معروفی از رفتار آشوبی را ثبت کرد و در اثر آزمایش‌های مربوط به پیش‌بینی وضع هوا، به این مسأله پی برد که ممکن است به دنبال تفاوت‌های کوچک، پیامدهای بزرگ ایجاد شود. در حقیقت لورنتز با استفاده از الگوهای کامپیوتری مربوط به جوّ زمین و اقیانوس‌ها به بررسی رابطهٔ میان ۳عامل غیرخطی هواشناسی، دما، فشار و سرعت وزش باد پرداخت. او مشاهده کرد که با تغییرات بسیار کوچک در شرایط اولیه، پاسخ‌هایی بسیار متفاوت و غیرقابل پیش‌بینی به‌دست می‌آید. لورنتز به این نتیجه رسید که این نوع پاسخ‌ها، ذاتی الگوی او هستند. او در سال ۱۹۶۳ نتایج تحقیقاتش را در مقاله‌ای به نام "جریان تعیین‌پذیر غیرتناوبی"[۲۳] در نشریهٔ علوم جوّی به چاپ رساند ولی حدود یک

دهه طول کشید تا پژوهشگران اهمیت این مقاله را دریافتند. نام لورنتز همچنین با اثر پروانه‌ای[۲۴] گره خورده است. در سال ۱۹۷۲ همایشی در واشنگتن برگزار شد و لورنتز مقاله‌ای ارائه کرد با این عنوان که آیا بال زدن یک پروانه در برزیل باعث برپا شدن گردبادی در تگزاس می‌شود؟! البته او در مقاله بدین سؤال پاسخی نداد. به‌علاوه ۲عامل دیگر نیز باعث شد که اثر پروانه‌ای به مظهر و نشانهٔ حساسیت به شرایط اولیّه تبدیل شود، اول این‌که ربایشگر مشهور لورنتز که در شکل ۵ دیده می‌شود شبیه پروانه است و دوم این‌که جیمز گلیک در کتاب پرفروش خود به نام آشوب، جایگاهی اسطوره‌ای برای اثر پروانه‌ای قائل شد. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

رابرت مِی[۲۵] (متولد ۱۹۳۶)، پژوهشگر استرالیایی، زیست‌شناس و ریاضی‌دان دانشگاه پرینسون، نشان داد معادله‌هایی که برای توصیف نوسان‌های جمعیت جانوران استفاده می‌شود، بیش از آنچه در نگاه اول به نظر می‌رسد پیچیده‌اند. کشفیات او گویای این بود که به‌ازای مقادیر بزرگ پارامتر مربوط به ظرفیت طبیعت (R)، سیستم شکاف برمی‌دارد و جمعیت بین ۲مقدار متفاوت نوسان پیدا می‌کند. وی مشاهده کرد که جمعیت جانوران در آزمایشگاه رفتار آشوب‌زده ندارد. اما این رفتار بازتاب آنچه در دنیای واقعی اتفاق می‌افتد نیست و در دنیای واقعی دوره‌های تناوب ۲برابر می‌شود. (عابدی جعفری و صفری، ۱۳۸۴) براساس اشکال ۶ و ۷، چنانچه مقدار پارامتر R در مدل مفروض را اندکی بیشتر از ۳ قرار دهیم جمعیت نهایی بین ۲مقدار ۵۵۸. و ۷۶۴. نوسان خواهد کرد. یعنی در بلندمدت جمعیت هر ۲سال یک‌بار دوباره به وضعیت قبلی بازمی‌گردد، بنابراین پریود ۲ دارد. هر قدر جلوتر می‌رویم تعداد پریودها ۲برابر می‌شود تا آن‌که تا حدودی کلّ فضا را پر می‌کند. (هاشمی گلپایگانی، ۱۳۸۸) تحقیقات او مؤیّد این معنا بود که سیستم‌های بیولوژیک تابع ساختارهای غیرخطی هستند. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)



شکل۷. رفتار منحنی لجستیک به‌ازای R=۳,۱ و نقطهٔ شروع ۲ (میچل، ۲۰۰۹)



شکل۸. نمودار دوشاخگی رابرت می؛ نقطهٔ تعادل نهایی سیستم به‌ازای مقادیر مختلفِ R (میچل، ۲۰۰۹)

مـدت زمان اندکـی پس از مقالهٔ رابرت می، شخص دیگری به نام میچل فایگن بـاوم[۲۶] برخی از ویژگی‌های کمّی و جهان‌شمـول این مدل را کشف کرد که بعدها به‌عنوان نقطـهٔ عطف مطالعات و تحقیقات آشوب قلمداد شد. (هاشمی گلپایگانی، ۱۳۸۸) وی اولین کسی بود که ثابت کرد آشوب حقّه‌ای ریاضی نیست، بلکه ویژگی جهان‌شمول از سیستم‌هایی بـا بازخـورد منفی است. او برای نخسـتین بار شواهد نظری بـارزی را ارائه کرد که نشان می‌داد آشوب در بسـیاری از وضعیت‌های دنیای واقعی وجود دارد. وی در جریان تحقیقاتش متوجه شد که الگوی خاصی در سیستم‌های غیرخطی مختلف تکرار می‌شود. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) این الگو حد رشته‌های عددی بود که در محاسبه‌ها آشکار می‌شد. وی با آزمایش چندین سیستم فیزیکی (جابه‌جایی سیّال، مدار دیود، پایداری دوگانهٔ اپتیک، امواج آکوستیک هلیوم) به یک حد ثابت (همانند عدد π) رسید که تا حدودی برابر با ۴,۶۶۹ است. البته این حد تنها برای تعداد دفعات بالای مشاهده صادق است و از آنجایی‌که پریودهای بزرگ که در رفتارهای آشوب‌گونه ظاهر می‌شود در نمودار انشعاب (شکل ۷) بسیار فشرده و تفکیک‌ناپذیرند، استفادهٔ عملی از این شاخص برای پیش‌بینی بسیار دشوار است. (هاشمی گلپایگانی، ۱۳۸۸)

ماندلبرت[۲۷] ریاضیدان همه‌فن حریف، در زمینهٔ اقتصاد نیز کار کرده است. اقتصاددان‌ها بر آن بودند که تغییرات کوچک و گذرا هیچ ربطی به تغییرات گسترده و بلندمدت ندارد. ماندلبرت به بررسی این موضوع پرداخت اما تغییرات کوچک را از تغییرات بزرگ جدا نکرد. وی سیستم را یک کل در نظر گرفت و اطلاعات قیمت پنبه در طول چندین سال را وارد رایانه کرد و دید که هرچند هریک از تغییرات قیمت به‌تنهایی تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی به نظر می‌رسند، اما توالی تغییرات از مقیاس مشاهده مستقل است. درواقع منحنی تغییرات روزانه و ماهانهٔ قیمت‌ها به‌طور کامل برهم منطبق بود. درجهٔ تغییرات در طول ۶۰ سال ثابت مانده بود درحالی‌که در این فاصله ۲جنگ جهانی و یک دوره رکود رخ داده بود. به‌عبارت دیگر، در آشوب نظم وجود داشت. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

ایلیاپریگـوژن[۲۸] نیـز در این راستا فعالیت‌های چشمگیری انجام داده اسـت. او در سال ۱۹۷۷ به خاطر کار در زمینهٔ سیسـتم‌های اتلافی[۲۹] برندهٔ جایزه نوبل شیمی شد. پریگوژن ۲مفهوم سیسـتم‌های اتلافی و خودسازمانده را طرح کرد و نخسـتین فردی بود که نشان داد شرایطی که باعث ایجاد ساختارها می‌شود شرایط دور از تعادل است. سیسـتم‌های بیولوژیک و اجتماعی، سیسـتم‌های باز هستند، برای همین با بیان مکانیکی قابل فهم نیستند. واقعیت اغلب ناپایدار و سرشار از بی‌نظمی و تغییر است. پریگوژن میان سیستم‌های در حال تعادل، نزدیک و دور از تعادل تمایز قائل شد. جمعیت کوچکی که با چند زایش یا مرگ دچار تغییر بزرگی نمی‌شود در حال تعادل است. با این حال اگر نرخ زایش ناگهانی و به‌طور غیرقابل کنترلی افزایش یابد، ممکن است چیزهای شگفتی روی دهد که وضعیت سیستم را از حالت تعادل خارج سازد. وضعیت دور از تعادل را می‌توان در سازماندهی دوباره و چشمگیر ماده مشاهده کرد. بی‌نظمی به نظم تبدیل می‌شود و وضعیت‌های پویای جدیدی از ماده امکان شکل‌گیری می‌یابند. پریگوژن این ساختارها را ساختارهای اتلافی می‌نامد که بیشتر حاوی فرایندی تضعیفی هستند مانند اصطکاک. (عابدی جعفری و صفری، ۱۳۸۴) وقتی یک سیستم از تعادل وارد یک دورهٔ آشوب‌زده می‌شود خودبه‌خود به سطح متفاوتی از نظم دست می‌یابد. پریگوژن این فرایند را خودسازماندهی نامید و آن را به‌صورت پدیده‌ای تعریف کرد که در آن سیسـتم ساختار درونی خود را مسـتقل از علل بیرونی سازمان می‌دهد و ساختار نوین و خلّاقی که ایجاد کرده را حتّی در شرایط دور از تعادل نیز حفظ می‌کند. او همچنین زمان را وارد معادلهٔ آشوب و پیچیدگی کرد. زمان چیزی است که مانع از وقوع یک‌بارهٔ همه‌چیز می‌شود. به عقیدهٔ وی تفاوت میان گذشته و آینده و درنتیجه برگشت‌ناپذیری تنها هنگامی می‌تواند در توصیف یک سیستم جایی داشته باشد که سیستم رفتـاری به اندازهٔ کافی تصادفی از خود بروز دهـد. برخلاف قانون دوم ترمودینامیک که مدعی است زمان فقط در یک جهت سیر می‌کند و چون نمی‌توانید آنتروپی (بی‌نظمی) را جایگزین کنید، جهان به سمت مرگ حرارتی می‌رود، یکی از فیزیکدانان فرانسوی[۳۰] نشان داد که مایع در حال جوش، پس از پشت سر گذاشتن یک آستانهٔ دمایی، ناگهان از حالت ناپایداری به نظم عجیبی می‌رسد و اگر ظرف مدوّر باشد، حلقه‌های ۶ ضلعی در سطح مایع تشکیل می‌شود. این قبیل سیستم‌های خودسازمانده ویژگی‌های آشوب را نیز از خود بروز می‌دهند. غیرخطی بودن، بازخورد، ساختارهای شکنه‌ای و وابستگی‌های زیاد به شرایط اولیه، سایر ویژگی‌های مهم این سیستم‌هاست. گفتنی است در آغاز اندیشه‌های پریگوژن بسیار مورد انتقاد بود. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

محقق دیگری به نام روئل[۳۱] بر آن شد که نشان دهد چگونه یک جریان نرم و پایدار متلاطم می‌شود. درواقع معادلهٔ این

جریان‌ها سال‌ها غیرقابل حل بودند. این معادله از نوع معادله‌های دیفرانسیل جزئی غیرخطی هستند. او رویکرد معمول را با رویکردی انتزاعی جایگزین کرد. (عابدی جعفری و صفری، ۱۳۸۴) با وجود برخی محاسبه‌های مبهم در کار او نقاطی وجود داشت که تأثیر ذهنی ماندگاری برجای گذاشت. مقاله‌ای که وی تحلیل خود را در آن به چاپ رسانید در نشریه‌ای که خود او سردبیرش بود و با تأیید شخص خودش منتشر شد. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

مرور این آثار به‌خوبی نشان می‌دهد که نظریهٔ آشوب با وجود برانگیختن کنجکاوی همگانی، یک حوزهٔ علمی در حال نضج است که هنوز نتوانسته اقبال عمومی همهٔ دانشمندان را برانگیزد و معلوم نیست که در آینده تا چه حد فراگیر شود زیرا بسیاری از دانشمندانی که امروز آن‌ها را تحسین می‌کنیم روزگاری مورد تکفیر دیگران بودند.

نظریهٔ آشوب و پیش‌بینی با تکیه بر روش‌های کمّی

در درجهٔ اول باید دانست که برخی آزمون‌های آماری همانند آزمون بُعد جاذب، آزمون BDS، آزمون توان لیاپانف، آزمون آنتروپی کولوموگرف، آزمون نمای هرست و آزمون همبستگی براک و سایر، برای قضاوت دربارهٔ آشوبناکی داده‌ها در اقتصاد و تجارت شناخته شده‌اند. (صراف جوشقانی و قربان‌زاده کریمی، ۱۳۸۹) این آزمون‌ها ما را به قطعیت در مورد آشوبناکی داده‌ها نمی‌رساند بلکه هریک حاوی درجه‌ای از قطعیت هستند. (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۹)

در سیستم‌های تطبیقی پیچیده عامل‌ها نقش مؤثری را ایفا می‌کنند. عامل‌ها مجریان خودمختاری هستند که وظیفهٔ برقراری انطباق را برعهده دارند. در همین راستا با توجه به این‌که سیستم مدام در حال تغییر است، بهینه کردن عملکرد و قابلیت سازگاری عوامل و مجریانِ آن بی‌معنی است. فضای ممکن بسیار گسترده است و روش عملی برای پیدا کردن مقدار بهینه وجود ندارد. بهترین عملی که یک عامل می‌تواند انجام دهد، تغییر و بهبود خود در مقابل هر آن چیزی است که سایر عوامل در حال انجام آن هستند. (اکبرپور شیرازی، ۱۳۸۶) مدلسازی عامل‌بنیان[۳۲] یا شبیه‌سازی چندعاملی[۳۳]، مبتنی بر همین نگاه به سیستم‌های پیچیده از دههٔ ۸۰میلادی به بعد شکل گرفته است. این تکنیک تعاملاتِ عامل‌های چندگانه را شبیه‌سازی می‌کند و تلاشی است در جهت بازآفرینی و پیش‌بینی یک پدیدهٔ پیچیده. نکتهٔ کلیدی در این شیوهٔ مدلسازی این است که رفتارهای به ظاهر سادهٔ هریک از عوامل در تکرار شدن‌های[۳۴] متعدد و متعامل موجب خلق یک رفتار پیچیده می‌شود. (اکستل و همکاران، ۲۰۰۳)

همان‌گونه که در بخش قبل دیدید، آشوب محصول سیستم‌های غیرخطیِ پویاست. پویایی‌شناسی سیستم‌ها[۳۵] ابزار مفید دیگری است که بر مبنای نظریهٔ کنترل و نظریهٔ مدرن پویایی غیرخطی بنا شده است. (استرمن، ۱۳۸۸) مسائل قابل بررسی با این ابزار ۲ویژگی دارند: پویایی و ساختار بازخوردی. براساس ویژگی پویایی، ابعاد کمّی و کیفی سیستم در طول زمان دستخوش تغییر است و براساس ساختار بازخوردی، سیستم در فرایند تحوّل خود در هر مرحله به مرحلهٔ قبل و بعد خود اطلاعاتی را ارائه می‌دهد. به بیان دیگر، از این علم برای شناخت، درک و تجزیه و تحلیل رفتار و حرکات اجزای سیستم استفاده می‌شود.اصول و ساختار پویایی‌های سیستم ابتدا در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ مطرح و بررسی‌هایی بر روی آن انجام شده است. پویایی‌های سیستم، روش درک انواع مشخصی از مسائل پیچیدهٔ سیستم است. این رشته درواقع از صنعت و مسائل ناشی از آن نشأت گرفته است. کاربرد نخستین آن مرتبط با برخی مسائل مدیریتی مانند بی‌ثباتی در تولید و اشتغال، رشد کم یا ناسازگاری فعالیت‌های سازمان‌ها و کاهش سهم بازار بوده است. پویایی‌های سیستم که پیش‌تر به پویایی‌های صنعت مرسوم بود، در آغاز ظهور خود در حل مسائل متنوع، کاربرد گسترده‌ای یافت. این پدیده در زمینه‌های مختلف از مدیریت پروژه‌های تحقیق و توسعه گرفته تا برنامه‌ریزی شهری، نابودی و رشد جمعیت جامعهٔ انسانی، درک آثار رشدنمایی و حالت‌های آن در جهان متناهی و کاهش منابع طبیعی و حتی آزمون نظریه‌های پزشکی مانند بیماری قند، رشد و گسترش یافت. (حمیدی‌زاده، ۱۳۷۹) بر مبنای پارادایم شکل‌دهندهٔ این روش، رفتار یک سیستم از ساختار آن ناشی می‌شود و این ساختار شامل حلقه‌های بازخوردی، متغیرهای حالت، جریان و غیرخطی بودن‌های ایجادشده به‌وسیلهٔ تعاملات ساختار فیزیکی و سازمانی سیستم و فرایندهای تصمیم‌گیری عوامل فعال در آن است. (استرمن، ۱۳۸۸) توانایی این علم به حدی است که می‌توان با بهره‌گیری از آن مسائل مختلف ساده و پیچیده را مدلسازی کرد و تعاملات ناشی از تعامل متغیرها و شناسایی رفتارهای آتی آنها را در دوره‌های زمانی مختلف مورد بررسی قرار داد. با شناخت مراحل نظری تدوین مدل در پویایی‌های سیستم و آشنایی با انواع مدل‌ها، باید مدلسازی را

در ۳مرحله به شرح زیر انجام داد:
۱. نمودارهای علّی ـ حلقوی
۲. نمودارهای جریان
۳. معادلات داینامو (معادلات ریاضی و دیفرانسیل)

در نمودارهای علّی ـ حلقوی، تنها متغیرهای مؤثر مورد شناسایی قرار می‌گیرند و به هت تأثیر آن‌ها بر یکدیگر (مثبت یا منفی) توجه می‌شود. اما در نمودارهای جریان با تعریف نرخ، برای هر رابطه، امکان انجام پیش‌بینی‌های ساده در مورد وضعیت آیندهٔ سیستم فراهم می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر بخواهیم ببینیم بعد از چندین ماه وضعیت سیستم چگونه خواهد بود، از یک حالت اولیهٔ مفروض شروع می‌کنیم و با کمک نرم‌افزارهای مرتبط، چرخه‌های فوق را بارها (تعداد دفعات متناسب با بازهٔ پیش‌بینی است) اجرا می‌کنیم. در نهایت مقادیر متغیرهای سیستم در لحظهٔ خاتمهٔ فرایند اجرا، بیانگر وضعیت سیستم در پایان بازهٔ پیش‌بینی خواهد بود. اگر معادلات داینامو را به این مجموعه اضافه کنیم یک دستگاهِ پیش‌بینِ تمام‌عیار خواهیم داشت. برای مطالعهٔ بیشتر در مورد این روش پیش‌بینی به منابع (اتکینسون و همکاران، ۱۳۸۴) و (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۹) مراجعه کنید. باید توجه داشت تمامی روش‌های آینده‌پژوهی می‌توانند به تدوین سناریو منتهی شوند (بل، ۲۰۰۳) و فنون شبیه‌سازی که در این بخش مورد اشاره قرار گرفت، می‌تواند به آینده‌پژوه در بررسی عواقب هر سیاست و سناریوی مفروض یاری رساند.

برخی معتقدند اگر آشوبناکی سیستمی اثبات شود راه برای تشخیص ساختاری که این سیستم را ایجاد می‌کند هموارتر خواهد شد و امیدهای از دست رفته برای پیش‌بینی‌پذیری آن دوباره زنده می‌شود. (سلامی و همکاران، ۱۳۸۲) گروه دیگر معتقدند افق زمانی پیشگویی‌های صادق دربارهٔ چنین سیستم‌هایی تا حدودی کوتاه است حتی اگر مدلِ ساختارِ سیستم و برآوردها بی‌نقص باشد. به‌علاوه، هزینهٔ افزایش افق زمانی پیشگویی به یک مقدار ثابت به‌وسیلهٔ بهبود دانش ما از وضعیت فعلی یک سیستم به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد. (استرمن، ۱۳۸۸)گروه ثالث در اصل سیستم‌های آشوبناک را پیش‌بینی‌ناپذیر می‌دانند و به‌عنوان نمونه وقتی آشوبناکی وضعیت رفتاری کره‌ها در مسألهٔ کلاسیک "جاذبهٔ ۳جسم"[۳۶] ثابت شد، حکم به پیش‌بینی‌ناپذیری آن می‌دهند. آن‌ها معتقدند نظریهٔ آشوب به‌جای پیش‌بینی وضعیت آتی یک سیستم، سعی در بررسی کیفی سیستم دارد. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹)

روئل می‌گوید: "این‌که یک سیستم نسبت به شرایط اولیه وابستگی حساس داشته باشد، بدین معنا است که همه چیز آن غیرقابل پیش‌بینی است. پیدا کردن این‌که چه چیزی درواقع قابل پیش‌بینی هست و چه چیز نیست، مسأله‌ای عمیق و حل‌نشده است."

به‌عنوان نمونه، با وجود این‌که بدن موجود زنده‌ای مانند انسان پر از اشکال شکنه‌ای و فرایندهای آشوبناک است ولی بدیهی به نظر می‌رسد که دمای بدن یک فرد سالم حدود ۳۷ درجهٔ سانتیگراد باشد. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) به هر حال وندل بل (آینده‌پژوه مشهور) با آن‌که در فصل ششم بسیاری از روش‌های مهم آینده‌پژوهی را با ذکر مثال و توضیحات کافی مورد بررسی قرار داده، اما بیش از ۴سطر دربارهٔ کاربرد نظریهٔ آشوب در آینده‌پژوهی سخن نگفته و تلاش گروهی از دانشمندان (نیستات و امست، ۱۹۸۶) که سعی کرده بودند با کاربرد نظریهٔ آشوب و اشکال فراکتالی، درس‌هایی از آینده بیاموزند را کم‌وبیش ناامیدکننده ارزیابی می‌کند. (بل، ۲۰۰۳)

زمان مابعدمتعارف (استعاره‌های کیفیِ نظریهٔ آشوب)

مروری بر استعاره‌های کیفیِ نظریهٔ آشوب در مدیریت و آینده‌پژوهی

ادبیات مربوط به نظریهٔ آشوب و نظریهٔ پیچیدگی، در علوم طبیعی و حوزه‌های هوش مصنوعی نسبت به علوم اجتماعی بسیار وسیع‌تر است. هم نظریهٔ آشوب و هم نظریهٔ پیچیدگی با استفاده از ابعاد استعاره‌ای[۳۷] درون حوزه‌های علوم اجتماعی به‌کار برده می‌شوند. (دانائی‌فرد، ۱۳۸۶) به‌کارگیری استعاره بر یک شیوهٔ دیدن و یک شیوهٔ تفکر دلالت دارد. (وارث، ۱۳۸۰) آشوب روش جدیدی برای اندیشیدن دربارهٔ موضوعات اقتصادی و تجاری است. (صراف جوشقانی و قربان‌زاده کریمی، ۱۳۸۹)

نظریهٔ آشوب آنتی‌تز پارادایم اثبات‌گرایی است. اثبات‌گرایان مدعی هستند جهان تحت حاکمیت روابط علّی و قوانین

طبیعی است، در نتیجه جهان قابلیت پیش‌بینی‌پذیری دارد. برای مثال، اگر اثبات شده است که وقتی "الف" به "ب" اضافه می‌شود "ج" رخ می‌دهد پس فرض می‌شود که در هر نموداری وقتی "الف" به "ب" افزوده می‌شود "ج" رخ دهد و این امر به واقعیتی تغییرناپذیر تبدیل می‌شود. از طرف دیگر، پژوهشگران نظریهٔ آشوب می‌دانند که هر تغییر جزئی در یک سیستم، اهمیت دارد زیرا تصور می‌شود که این تغییرات جزئی آثار معناداری در پی دارند چون در گذر زمان، تجمیع و بزرگ می‌شوند. تفاوت بین ۲پارادایم در این حقیقت نهفته است که در پارادایم اثبات‌گرا روابط خطی ثابت، مشاهده و تبیین می‌شود، درحالی‌که پارادایم نظریهٔ آشوب مدعی است که سیستم‌ها بی‌ثبات و غیرخطی هستند، یعنی به‌صورت پویا مشاهده می‌شوند. (دانائی‌فرد، ۱۳۸۶) جهان، مرکب از سیستم‌های بی‌ثبات، پویایی غیرخطی و همیشه در حال تغییر، نه سیستم‌های خطی ثابت، تصور می‌شود.

استعارهٔ آشوب یا بی‌نظمی، عدم‌پیش‌بینی‌پذیری و تلاطم برای تبیین جهان اجتماعی نیز به‌کار برده می‌شود. جهان، غیرقابل پیش‌بینی است و نمی‌تواند منظم تصور شود. رویدادهای کوچک می‌توانند آثار غیرمنتظرهٔ معناداری ایجاد کنند. در عرصهٔ علوم اجتماعی، نظریهٔ آشوب موضع شناخت‌شناسی پژوهش را به‌ویژه هنگام استفاده از روش‌شناسی کیفی مورد چالش قرار می‌دهد. پژوهشگر ممکن است محیط را تغییر دهد؛ به خاطر دارید که رویدادهای کوچک می‌تواند آثار معناداری داشته باشد. (دانائی‌فرد، ۱۳۸۶)

نظریه‌های آشوب، پیچیدگی و مانند آن، تأثیر عمیقی بر بینش مدیران آینده‌ساز بر جای گذاشته و در اصل نگرش آنان را به جهان پیرامون‌شان متحول ساخته است. به‌عنوان مثال، خودمانایی بسیاری از سیستم‌های طبیعی، آنان را به این نظریه رهنمون ساخت که باید به سمت سازمان هولوگرافیک حرکت کنند و ضمن جلوگیری از تخصصی شدن بیش از حد کارکنان، به‌گونه‌ای رفتار کنند که هر کارمند بازتاب کل سازمان باشد و با انعطاف‌پذیری بتواند دامنهٔ گسترده‌تری از وظایف را برعهده گیرد. (نثائی، ۱۳۸۸) همچنین آشوب چشم‌انداز جدیدی را برای درک ما از مدیریت شهری به‌دست می‌دهد. آشوب نشان می‌دهد عواملی که تحول یک شهر را کنترل می‌کنند، سیستم‌های خودسازمانده هستند و این به نوع جدیدی از برنامه و عمل در عرصهٔ مدیریت شهری تکیه دارد که هدف آن کنترل نیست بلکه مشارکت است. (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) اصل خودسازماندهی این دغدغه را که هرج‌ومرج می‌تواند بر آشوب دارای نظم برتری یابد، کاهش می‌دهد. (عابدی جعفری و صفری، ۱۳۸۴) به هر حال یک فصل از کتاب فاخرِ مورگان (مورگان، ۱۹۸۴) به بررسی منطق تحول سازمانی (مبتنی بر دیالکتیک[۳۸] و نظریهٔ آشوب) در چهارچوبِ استعارهٔ سازمان به مثابهٔ جریان سیّال[۳۹] می‌پردازد. (وارث، ۱۳۸۰) به‌علاوه کتاب‌های (الوانی و دانائی‌فرد، ۱۳۸۱) و (نثائی، ۱۳۸۸) سرشار از استعاره‌ها و تمثیل‌ها نوینی است که آشوب و پیچیدگی در فضای مدیریت گشوده‌اند. اما ناگواری این استعاره برای مدیران آنجاست که در مغایرت با بسیاری از نظریه‌های تاریخی سازمان و مدیریت دربارهٔ قابلیت پیش‌بینی، سازماندهی و کنترل امور، بر قدرت بی‌قدرتی[۴۰] تأکید دارد. (وارث، ۱۳۸۰) آینده‌پژوهان برجسته نیز همواره در آثارشان تلاش می‌کنند تقیّدِ آینده‌پژوهی را به لحاظ کردن پیچیدگیِ جهان اطراف منعکس کنند. به‌عنوان مثال کاوه به نقل از وندل بل می‌آورد: در دنیایی از کارشناسان و دانش‌های تخصص‌یافته نقش بسیار مهم و در حال حاضر نادیده گرفته‌شده‌ای وجود دارد که باید فردی آن را بازی کند که بزرگی مسأله را می‌بیند و درمی‌یابد که چیزهای مختلف چگونه ارتباط متقابل دارند و متوجه کل است، نه فقط بعضی از بخش‌ها. آینده‌پژوهان جهان را آن‌قدر دارای روابط متقابل[۴۱] می‌بینند که هیچ سیستم یا واحدی نمی‌تواند به‌طور کاملاً مجزا مطالعه شود. بلکه آن‌ها معتقدند که به منظور فهمیدن روابط متقابل پویا در جهان، هر واحدی که مرکز توجه آینده‌پژوهی است باید تا درجه‌ای برای هر واحد دیگر مهم و پیامدبار[۴۲] محسوب شود. (کاوه، ۱۳۸۶) سهیل عنایت‌الله در کتاب مشهورِ پرسش از آینده، با بیان عباراتی مشابه عبارت مقابل سعی دارد التزام خود را به مبحث بالا نشان دهد. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸) مبحث "پیچیدگی" شامل ظهور و مسائل نوپدید است، مسائل جدید می‌توانند از بطن مسائل قدیمی ظاهر شوند. این امر به شرح مسائلی همچون شگفتی‌سازها[۴۳]، آینده‌های متضاد و دیگر واقعیت‌ها و رویکردها کمک می‌کند.

نظریه‌ای کلان‌تاریخی به نام زمان مابعدمتعارف

یکی از پایه‌های اصلی آینده‌پژوهی، کلان‌تاریخ (اَبَرتاریخ)[۴۴] است. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸) گالتونگ[۴۵] و عنایت‌الله پس از بررسی ۲۰نظریهٔ فرامورخان مانند سوماچین[۴۶]، ابن‌خلدون، ویکو[۴۷]، هگل[۴۸]، مارکس[۴۹]، اسپنسر[۵۰]، وبر[۵۱]، سروکین[۵۲]، گرامسی[۵۳]،

الیسر[۵۴]، ۱۰عامل تشکیل‌دهندهٔ یک فراتاریخ را چنین تشخیص داده‌اند: چارچوب متافیزیکی، استعاره‌های زمان، مراحل تاریخ، ساختار تغییر، سطوح تحلیل، عوامل تغییر و چشم‌انداز گذشته و آینده. (گالتونگ و عنایت‌الله، ۱۹۹۷) البته آن‌ها ابـراز می‌دارنـد که یک فراتاریخ همیشه به‌صراحت تمام عوامل را معین نمی‌کند. (گری، ۲۰۱۱) به عقیدهٔ نگارندگان از مهم‌تریـن دستاورد آشوب و پیچیدگی در آینده‌پژوهی، تولد استعاره‌ای کلان‌تاریخی به نام زمان مابعدمتعارف[۵۵] توسط متفکر و آینده‌پژوه شهیر انگلیسی (با اصلیت پاکستانی) به نام ضیاءالدین سردار در سال ۲۰۱۰ است.

نظریـهٔ زمان‌هـای مابعدمتعارف سردار با تلویح یا صراحت تمام ۱۰عامل ذکرشده را مـورد اشاره قرار می‌دهد و ما را به نظریهٔ جهانی از بحران‌های سیسـتمی که ما را در یک عدم قطعیت جدیـد می‌گذارد، واقف می‌کند. (گری، ۲۰۱۱) پیش از این، چهارچوبِ جامعهٔ پسـاصنعتی دنیل بِل[۵۶] (بل، ۱۹۷۶) به‌عنوان چهارچوب اَبَرتاریخی، بسیار مورد استفادهٔ آینده‌پژوهان بود. چهارچوب اَبَرتاریخیِ سردار مانند آثار دنیل بل به‌صورت تک‌بعدی (تنها اقتصادی) به تحولات اجتماعی و جمعیّت‌شناسی نمی‌نگرد. (گری، ۲۰۱۱) همچنین برخلاف نظریهٔ پایان تاریخ فوکویاما[۵۷] (فوکویاما، ۱۹۹۲) پس از جنگ سرد، زمان مابَعدمتعارف سردار می‌تواند همچنان مستحکم بماند، زیرا از جنبه‌های انحصارگرایانهٔ علوم غربی[۵۸] و نظام‌های معیوبِ آن نیز انتقاد می‌کند. (گری، ۲۰۱۱)

این نظریهٔ سردار در بسترِ نظریهٔ علمِ مابعدمتعارف[۵۹] ۲کارشناس فلسفهٔ علم به نام‌های فونتویچ و راورتز (راوتز و فانتویچ، ۱۹۹۹) شکل گرفته است. آن‌ها معتقد بودند در روزگار پیش از آشوب فرض بر این بود که ارزش‌ها در استنباط علمی هیچ نقشی ندارند و هرگونه عدم قطعیتی مهارکردنی است. این همان علم متعارف بود که تمام تحقیقات، سازوکارهای مهندسی و مشاهده‌ها در چهارچوب آن صورت می‌گرفت. البته همواره گروه خاصی از مشاوران حرفه‌ای (مانند جرّاحان و مهندسان خبره) بودند که از علم استفاده می‌کردند اما در کار خود با عدم قطعیت‌ها و انتخاب‌های مبتنی بر ارزش‌ها مواجه بودند. در جهانی که تحت سیطرهٔ آشوب است، ما از امنیّت ناشی از عملکرد سنّتی علوم فرسنگ‌ها دور افتاده‌ایم. در بسـیاری از موارد مهم ما نمی‌دانیم و نمی‌توانیم بدانیم چه اتفاقی خواهد افتاد و آیا سیسـتم ما ایمن هست یا خیر؟ (سردار و آبرامس، ۱۳۸۹) سردار معتقد است بخش عمده‌ای از آنچه راوتز و فانتویچ در مورد علم در دههٔ ۱۹۹۰ عنوان کردند در حال حاضر به همان اندازه در مورد سایر رشته‌هاو درواقع، جامعه به‌عنوان یک کل صدق می‌کند. همه چیز، از اقتصاد گرفته تا روابط بین‌المللی، بازار محصولات در مغازه‌های محلی و اختلافات سیاسی، مابعدمتعارف شده‌اند. این عصر جدید بر مبنای سه‌پایهٔ آشوب، پیچیدگی و تناقض‌ها[۶۰] قرار گرفته است. این نیروهای سه‌گانه به عدم‌قطعیت و نوعی از جهالت منجر و باعث می‌شود تصمیم‌گیری بسیار دشوار و آمیخته با خطر باشد. ما کوچکیم و قسمت قابل بحثی در دنیای جهانی‌شده محسـوب نمی‌شویم. جهانی‌سازی پیچیدگی را با افزایش ارتباطات ما فزونی بخشیده است. در یک دنیای جهانی‌شده هر چیز به چیز دیگری مرتبط شده است. هیچ چیزی در یک محیط ایزوله به‌وجود نیامده و از بین نمی‌رود. (سردار، ۲۰۱۰) اگر این دلیل کافی به نظر نمی‌رسد هنوز روند دیگری وجود دارد که مقوله‌ها را حتی پیچیده‌تر می‌سازد؛ ما اغلب جهت راحتی مطالعه "کُلّ" را ترجیح دهیم. به‌عنوان مثال، نظریهٔ ترمودینامیک کلاسیک هنگام مطالعهٔ گاز به مطالعهٔ تک‌تک ملکول‌ها نمی‌پردازد، اما نه به این خاطر که کل گاز را چیزی غیر از انبوهی از ملکول‌ها می‌داند، بلکه تنها به دلیل ساده‌تر بودن آن. (کاوه، ۱۳۸۶)

فیلسوف استرالیایی، سیلیپر[۶۱]، به‌خوبی طبیعت چالشی که با آن روبه‌رو هستیم را تبیین کرده و می‌گوید: برای فهم کامل یک سیستم پیچیده باید به کل پیچیدگی آن پی برد. نخست به دلیل این‌که سیستم‌های پیچیده سیستم‌های باز هستند ما نیاز داریم که محیط کامل سیستم را پیش از شناخت سیستم بشناسیم و البته محیط به‌خودی خود پیچیده است. هیچ راه بشری بدین منظور وجود ندارد. دوم این‌که دانشی که ما از سیستم‌های پیچیده داریم براساس مدل‌هایی است که از این سیسـتم‌ها ساخته‌ایم، اما برای مدلسـازی لازم است که پیچیدگی سیستم کاهش یابد. این به آن معنی است که بسیاری از ابعاد سیستم همیشه از ملاحظه مغفول می‌مانند. مسأله آمیخته می‌شود با این واقعیت که ابعادی که نادیده انگاشته شده‌اند با بقیهٔ سیستم به‌صورت یک راه غیرخطی تعامل متقابل دارند. بنابراین نمی‌توان اثراتی را که بـا کاهش پیچیدگی در نظر گرفته‌ایم، به‌ویژه وقتی سیسـتم و محیط آن طـی زمان توسعه یافته و دگرگون می‌شوند، پیش‌بینی کرد. (سیلیرز، ۲۰۰۵)

زمان مابعدمتعارف در یک دورهٔ آشوب زیست می‌کند. جایی که شتاب یک هنجار است، قابلیت پیش‌بینی اندک است و

تغییرات کوچک می‌تواند باعث پیامدهای بزرگ شود. (سردار و ابرامز، ۱۹۹۹) رفتارهای آشوبناک پدیده‌ای غیرعادی نیست. همواره در الگوهای هواشناسی این موضوع به چشم می‌خورد اما مشاهدهٔ آن در تمدن‌های بشری غیرمعمول است. دلیل اصلی آشوب از نظر سردار تغییر ماهیت، دامنه و عملکرد شبکه‌هاست. ما به یکدیگر متصل شده و بیش از هر زمان دیگری در تاریخ با یکدیگر ارتباط داریم. قابل مشاهده‌ترین مثال از رفتار آشوبگرانه، بازارهای بورس است. شبکه‌ای از رایانه‌ها تمامی آن‌ها را به یک یا تمامی بازار جهانی، سرمایه‌گذاران و... متصل می‌کند. بازخورد مستمر از تمام قسمت‌های سیستم اقتصادی جهانی وجود دارد. (سردار، ۲۰۱۰) جالب اینجاست که گروهی از پژوهشگران هم‌وطن نیز در غالب یک فراتحقیق[۶۲] و با جمع‌بندی نتایج چندین تحقیقِ کمّیِ معتبر انجام‌شده بر روی شاخص بورس، با احتمال به‌نسبت بالایی آشوبناکی بازار سهام ایران را تأیید کردند. (تهرانی و همکاران، ۱۳۸۹) البته تشخیص رفتار آشوبناک در عرصهٔ فرهنگی و اجتماعی کمی مشکل است. اطلاعات مختصری از رفتار آشوبناک طی انقلاب نارنجی ۲۰۰۴ در اکراینیا، انقلاب سدر لبنان، وجود دارد. زمانی‌که معترضان شروع به رفتار به‌عنوان یک شبکه و ایجاد بازخور مثبت از طریق استفاده از وِب و شبکه‌های موبایل کردند. آن‌ها به‌سرعت به هماهنگی شماره‌ها و به‌دست آوردن شتاب دائم روی آوردند. (سردار، ۲۰۱۰)

در طول تاریخ همواره شاهد تغییراتی بوده‌ایم ولی امروزه نظاره‌گرِ تغییرِ نرخِ تغییرات هستیم. به عبارت دیگر، تغییرات دارند به‌صورت نمایی[۶۳] رشد می‌کنند. به‌عنوان مثال فناوری اطلاعات را در نظر بگیرید که ظرف ۲۵سال گذشته به‌طور متوسط همه‌ساله رشد ۲برابری را در ارزش بازار، پهنای باند و قدرت پردازش تجربه کرده است. هنگامی‌که ما از پردازش ترانزیستوری به سمت ریزپردازش یا پردازش مولکولی[۶۴] حرکت کنیم این نرخ در عدد یک بیلیون ضرب خواهد شد. (سردار، ۲۰۱۰) از طرف دیگر، دانش یکی از تناقض‌های مورد توجه است. دانش ما در همهٔ ابعاد افزوده شده و در حال افزایش است. با این وجود ما بیش از هر زمان دیگری جاهل به نظر می‌رسیم. زمانی‌که ما با بمباران اطلاعات در هر زمینه‌ای مواجه هستیم ظرفیت محدودی در تشخیص دقیق آنچه مهم است و آنچه ناچیز است داریم. ما با سه‌گانه‌ای از جهلیات یا مکعب جهل مواجه‌ایم. جهل نسبت به جهل‌مان، جهل نسبت به خطرپذیری بالقوهٔ توسعه‌های اخیر و جهل ناشی از حجم بالای اطلاعات. (سردار، ۲۰۱۰) در زمان متعارف عدم‌اطمینان‌ها کم و قابل مدیریت هستند اما در زمان مابعدمتعارف عدم اطمینان در مرکز قرار دارد. (بمر و سیمسون، ۲۰۰۹) همهٔ این‌ها به این معناست که گزینه‌های پیش روی ما برای یک "کسب و کار متعارف" به‌طور خطرناکی منسوخ شده است. در زمان مابعدمتعارف روش‌های معمول تفکر و رفتار چیزی بیش از دعوت به یک فاجعهٔ قریب‌الوقوع نیست. تاریخ مصرف بعضی مفاهیم و جملات مورد حمایت غرب و جامعهٔ سرمایه‌داری مانند "پیشرفت ضروری است، مدرن‌سازی مطلوب است و کارایی لازم است"، گذشته است. (سردار، ۲۰۱۰)

پس از ذکر این مقدمه‌ها و بی‌اثر کردن همهٔ آنچه در گذشته مؤثر می‌دانستیم، نخستین سؤالی که به ذهن متبادر می‌شود این است که چاره چیست؟ سردار در پاسخ تمسّک به ۲اصل فراموش‌شده "اخلاق و تخیّل" را پیشنهاد می‌کند، به‌علاوه کِن ویلبر[۶۵] و ماری‌جوهَچ[۶۶] نیز در این مورد رهنمودهای سودمندی دارند که بدان‌ها اشاره می‌شود:

فروتنی، تواضع و پاسخگویی، مقولاتی زیادی نبوده بلکه فضایلی ضروری هستند. آن‌ها الزامات اساسی زندگی در عصر عدم‌اطمینان و پیچیدگی هستند. از آنجایی‌که هرگز نمی‌توان عدم اطمینان را حذف کرد و بر هر موقعیتی تسلط داشت، ادعاهای ما نیز باید فروتنانه باشند. اذعان نکردن به عدم‌قطعیت و پیچیدگی شرایط نه تنها یک خطای تکنیکی است بلکه همان‌طور که سلییر می‌گوید یک خطای اخلاقی هم هست. در ضمن باید توجه داشت که پیچیدگی و آشوب درسی بنیادین به ما می‌آموزند: مسؤولیت و پاسخگویی فردی و اجتماعی برترین عامل برای بقای جمعی ماست. فعالیت‌های هر فرد یا گروه از سیاستمدارانِ بی‌پروا تا یک فعال اجتماعی مسامحه‌کار می‌تواند باعث بی‌ثباتی و تغییرات جدی شود. در زمان مابعدمتعارف جهان می‌تواند به‌وسیلهٔ رفتارهای سمّیِ فردگرایانه به سمت از بین رفتن پیش رود. (سردار، ۲۰۱۰)

ما متقاعد شده‌ایم که گذشته جای دیگری است، دیگر نمی‌توان براساس سلطه و مغالطه زندگی امروز را تبیین کرد و پیچیدگی جهانی را که در آن هستیم تسکین داد. اگر نمی‌توانیم از درس‌های تاریخ بیاموزیم نیاز به منبع دیگری برای ابتکار در جهت تصور آینده‌ای پایدار و دست‌یافتنی داریم. مهم‌ترین راهکار برای آن‌که بتوان از عهدهٔ زمان مابعدمتعارف برآمد تخیّل[۶۷] و خلاقیت است. زیرا تخیّل تنها وسیله‌ای است که ما را از تحلیل‌های ساده به استنتاج‌های بالاتر رهنمون می‌شود و راه دیگری برای رسیدگی به پیچیدگی، تناقض‌ها وآشوب وجود ندارد. (سردار، ۲۰۱۰)

گروهی معتقدند چالش این عصر برنامه‌ریزی برای تغییر نیست، بلکه یادگیری این امر است که انسان‌ها و سازمان‌ها چگونه می‌توانند با تغییرات پرشتاب دنیای امروز به زندگی خود ادامه دهند. (کردنایبج، ۱۳۸۹) در همین راستا توجه به نظریهٔ انسجام[۶۸] در زمینهٔ تحول که یکی از چهره‌های مطرح آینده‌پژوهی به نام کن ویلبر، با الهام از رویکرد هولوگرافیک آن را مطرح کرد، (ویلبر، ۱۹۹۷) سودمند است. رویکرد هولوگرافیک سازمان‌ها را متشکل از هولون[۶۹]هایی در نظر می‌گیرد و معتقد است تحول کل سازمان ریشه در تحولات هلون‌ها (افراد) دارد و تحول در حوزهٔ درونیاتِ افراد (به مثابهٔ عامل‌های هوشمند) شرط لازم برای نیل به تحول در حوزهٔ اجتماع بیرونی است. یکی از تغییرات فردی مناسب با عصر حاضر نایادگیری[۷۰] است زیرا سازمان‌ها باید دریابند استراتژی‌ها، شایستگی‌های محوری، باورها، ارزش‌ها و فرهنگ قبلی‌شان که سال‌های متمادی سبب رشد و توسعهٔ سازمان بودند، به مانعی تبدیل می‌شوند که از توانایی رقابت سازمان‌ها می‌کاهند. (کردنایبج، ۱۳۸۹)

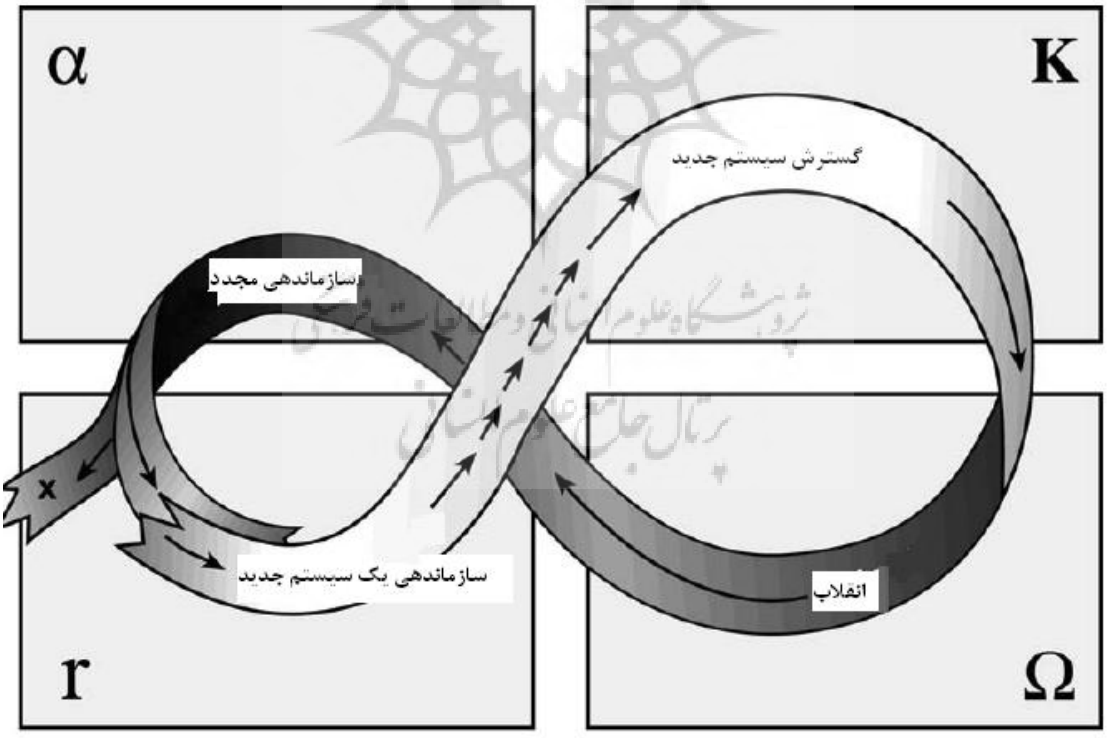
هَچ پیشنهاد می‌کند هنگامی که عدم‌اطمینان درک‌شدهٔ سازمان پایین است از رویکردهای مدرنیستی (مانند روش‌های گام‌به‌گام برنامه و بودجه‌ریزی) برای تدوین، اجرا و ارزیابی استراتژی استفاده شود. اما وقتی عدم‌اطمینان درک‌شده توسط سازمان افزایش یابد حرکت به سمت دیدگاه‌های خودجوش و نمادین توصیه شده است. براساس استراتژی خودجوش، استراتژی از درون فعالیت‌های اعضای سازمان پدیدار می‌شود. بر این اساس استراتژی درون چهارچوب کلی یک طرح استراتژیک قرار می‌گیرد اما براساس فعالیت‌هایی که در سراسر سازمان رخ می‌هد و بر مبنای نوعی الگوی یادگیری آزمون و خطا ظهور می‌کند. یک دیدگاهِ تندتر می‌گوید، تدوین کردن (فرموله کردن) استراتژی هرگز به‌طور واقعی رخ نمی‌دهد و در حقیقت استراتژی از کنش موفقیت‌آمیزی که تجربه نشان می‌دهد استنتاج شده یا با بخت و اقبال کشف می‌شود. بنابراین نقش استراتژی‌ها نمادین است. استراتژیست نمادی است از یک فرهنگ که در جست‌وجوی رهبری در شکل استراتژی است. تا وقتی استراتژیست، استراتژی را تدوین می‌کند صرف‌نظر از این‌که آیا مقدم بر اقدام عملی است یا دنباله‌رو آن، انتظارهای ذی‌نفعان ارضا می‌شود و زندگی در سازمان در راستای مسیر حرکت مفیدش به پیش می‌رود. (هچ، ۱۳۸۶) این موضوع به رویکرد عنایت‌الله در آینده‌پژوهی تحت عنوان "یادگیری حین عمل" نزدیک است. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸و نیز ۱۳۸۹)

در مجموع نظریهٔ سردار بیش از آن‌که مبتنی بر ابزار باشد، معرفت‌شناسانه[۷۱] است. (گری، ۲۰۱۱) او می‌گوید همهٔ آن چیزی که نرمال و طبیعی می‌دانستیم رخت بربسته است و ما وارد دوره‌ای مابعدمتعارف شده‌ایم که از طرفی در آن باورهای سنّتی[۷۲] مرده‌اند و از طرف دیگر اندیشه‌های جدید هنوز به‌طور کامل متولد نشده‌اند، بنابراین در یک دورهٔ گذار قرار داریم. در این عصر جدید، چاره‌ای نیست جز این‌که رویای کنترل کردن را به کناری گذاشته و مفاهیم بهبود[۷۳] و کارایی[۷۴] را بازنگری کنیم، همزیستی با عدم‌قطعیت، پیچیدگی و نادانی را بپذیریم و در عوض تلاش کنیم تا دنیایی طبیعی که در پسِ این دورهٔ گذارِ آشوبناک تصوّر می‌کنیم، مبتنی بر پرهیزگاری[۷۵]، اخلاق و پذیرفتن گستردگی و تنوّع فرهنگ‌ها باشد. در حقیقت کیفیت دنیای آیندهٔ ما به کیفیت این تصویرسازی وابسته است. (سردار، ۲۰۱۰)

توسعهٔ زمان مابعدمتعارف به کمک چرخهٔ تطبیقی هالینگ

باید توجه داشت، همان‌طور که عنایت‌الله تأکید می‌کند، مبحث پیچیدگی به معنای بازگشت به تفکر سیستم‌ها نیست زیرا رویکرد سیستم‌ها غیرسیاسی است و به‌طور کلی مبتنی بر این فرض است که نظام‌های فرعی فاقد علاقه بوده و یا این‌که تحلیل آینده را می‌توان به شیوه‌ای خنثی و بی‌طرف انجام داد. درحالی‌که رویکرد سیستم‌ها در چند دههٔ گذشته به‌خوبی حوزهٔ آینده‌پژوهی را هدایت کرده است، عدم توجه آن به این موضوع که چگونه رویکرد سیستم‌ها به‌خودی خود نوعی خاص از سیاست یا زبان است آن را معیوب و ناقص ساخته است. در حال حاضر نظریهٔ سیستم‌های عمومی بار دیگر به‌عنوان نظریهٔ سیستم‌های تکاملی عمومی متولد شده و از مدیریت موفقیت‌آمیزی جهت دربرداشتن مسائل آشوب (پویایی غیرخطی) و پیچیدگی به‌عنوان بخشی از فرضیهٔ مرکزی خود بهره می‌گیرد. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸) جالب اینجاست که بخش اعظم تفکر تکاملی[۷۶] اخیر، پیچیدگی و نظریهٔ آشوب، اندیشه و تفکر خود را از این قوانین دیالکتیک گرفته‌اند، هرچند این ارتباط تاریخی را انکار می‌کنند. (عنایت‌الله، ۱۳۸۸) در همین راستا یکی از اندیشمندان امریکایی تلاش کرده تا با بهره‌گیری از رویکرد بوم‌شناسی[۷۷] و تکاملیِ هالینگ (هالینگ، ۱۹۹۴ و نیز ۲۰۰۱) توسعه‌ای بر نظریهٔ سردار ارائه

دهد. (گری، ۲۰۱۱) باید توجه داشت، ارزش کار هالینگ در تکمیل سیستم‌های پیچیدهٔ تطبیقی در این است که به‌طور تجربی از مطالعات انجام‌شده در درون سیستم‌های زیستی، اقتصادی و نهادی در سطح محلی و منطقه‌ای برآمده است. (گری، ۲۰۱۱) هالینگ و همکارانش ادعا می‌کنند که سیستم‌های اجتماعی ـ زیستی در یک چرخهٔ انطباقی ۴ مرحله‌ای حرکت می‌کنند که شامل استخراج (سازماندهی یک سیستم جدید)[۷۸]، داشت (گسترش سیستم جدید)[۷۹]، رها شدن از وضعیت سابق (انقلاب)[۸۰] و سازماندهی دوباره (تغییر رژیم به یک پارادایم جدید)[۸۱] است. حرکت در این مراحل (فازها) می‌تواند به شکل یک ۸ انگلیسی که از ۴مربع تشکیل شده، به تصویر کشیده شود. ترتیب حرکت از سمت چپ پایین به سمت راست بالا سپس از سمت راست پایین به سمت چپ بالا است. (شکل ۹) چرخهٔ تطبیقی هالینگ از ۲ حلقه تشکیـــل شـــده است. حلقهٔ جلو از r تا k (مراحل ۱ و ۲) مرحلهٔ انباشت و رشد تدریجی است. افرادی که با منحنی S در پیش‌بینی جمعیت، فناوری یا نوآوری آشنا هستند این بخش را به‌عنوان منحنی پشتیبان در رسیدن به تعادل می‌شناسند. این ۲مرحله که بیانگر چگونگی رشد و نگهدای سیستم‌هاست، بیشتر در بوم‌شناسیِ سنتی، اقتصاد سنتی و جامعه‌شناسیِ سنتی مطالعه می‌شود. حلقهٔ جلویی مدل هالینگ (استخراج و داشت) نشان‌دهندهٔ این ثبات است. در مقابل حلقهٔ عقبی (انقلاب و سازماندهی دوباره) بر فروپاشی و تحول تمرکز دارد. حلقهٔ عقبی از امگا تا آلفا (فاز ۳و ۴) یک مرحلهٔ پرسرعت سازماندهی دوباره است که به ایجاد چرخه‌ای جدید منجر می‌شود. (گری، ۲۰۱۱) و (گاندرسون و هالینگ، ۲۰۰۲) این مبنا بســـیار شبیه به چهارچوب شومپیتر، فریمن و پرز است. خانم پرز مســـیری برای تغییر یک پارادایم فنی اقتصادی پیشنهاد می‌کند که مراحل آن به اختصار چنین است: هجوم سرمایه‌های مالی به رشته‌های نوظهور فناورانه، ایجاد حباب در بورس، ترکیدن این حباب، دخالتِ ناگزیر دولت در جهت تغییر بستر نهادی ـ قانونی و در نهایت رشد و بلوغ رشتهٔ فناوریِ جدید. (میرعمادی، ۱۳۸۷) همچنین شباهت زیادی به نظریه‌های کوهن (کوهن، ۱۳۸۳) و لاکاتوش (لاکاتوش، ۱۹۷۰) در فلسفهٔ علم و ساختار انقلاب‌های علمی دارد.

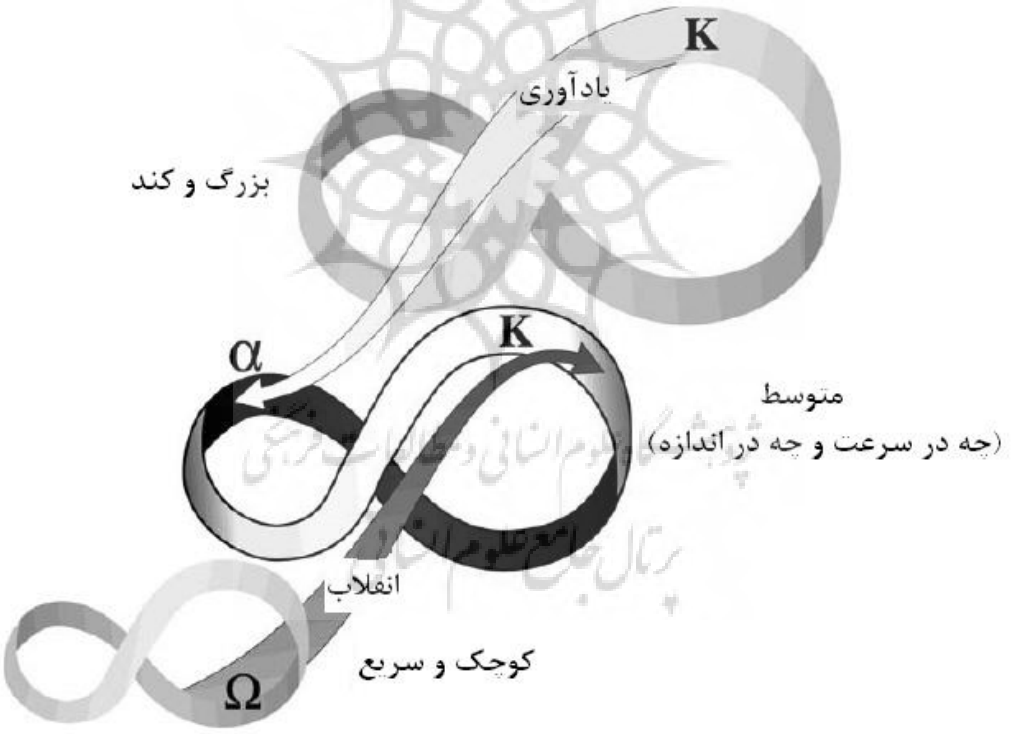


شکل ۹. چرخهٔ تطبیقی هالینگ (گری، ۲۰۱۱) و (گاندرسون و هالینگ، ۲۰۰۲)

حلقهٔ جلوی چرخه، فرایندهای کار در زمان متعارف را وقتی پیش‌بینی قابل افزایش است توصیف می‌کند. در مقابل حلقهٔ عقب زمان‌های مابعدمتعارف را زمانی‌که جهت‌های آینده به‌ذات خود غیرقابل پیش‌بینی است توصیف می‌کند. اگر

ما استعارهٔ تطبیقی هالینگ را به وسیع‌ترین سطح در تمدن و زیست‌بوم بشری مورد استفاده قرار دهیم، این فکر به ذهن خطور خواهد کرد که ما همچنان در حلقهٔ جلویی، در فاز ۲ یا حفاظت قرار داریم. ولی برخلاف این تصور، سردار معتقد است که جهان ما وارد فاز سوم (تغییرات سریع) شده است.

گری ضمن نقد نظر سردار معتقد است که فهم پیچیده‌تری از مدل هالینگ مورد نیاز است تا بتوان دربارهٔ وضعیت کلی جهان سخن گفت و شواهد کافی برای ادعای ورود به فاز سوم به‌صورت عمومی وجود ندارد یا به بیان بهتر در سطح ناحیه‌ای، منطقه‌ای و جهانی به‌طور همزمان چرخه‌های تطبیقی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی فراوانی (از نوع شکل۹) در حال عمل است که نمی‌توان برای همهٔ آن‌ها حکم یکسانی صادر کرد. در حقیقت ما با تعداد بسیار زیادی حلقهٔ تودرتو مواجه هستیم. هالینگ و همکارانش به‌جای استفاده از کلمهٔ hierArchy»» (سلسله‌مرتب) که روابط بالا به پایین را تداعی می‌کند از واژهٔ «pAnArchy» استفاده می‌کنند که مشابه لغت «holArchy»کستلر است. یک پانارشی اشاره دارد به «ماهیت انطباقی و تکاملی چرخه‌های انطباقی که به شکل تودرتو در سراسر فضا و زمان قرار دارد.» (گاندرسون و هالینگ، ۲۰۰۲) به‌عنوان مثال در بوم‌شناسیِ یک منظرهٔ مفروض از طبیعت، سطوح مختلفی شامل تاجِ درختان، شکارگاه، بیشه و جالیز وجود دارد که از نظر وسعت و مدت زمان چرخه‌های طبیعی که در آن‌ها اتفاق می‌افتد بسیار متفاوتند و لزوماً زیرمجموعهٔ یکدیگر نیز نیستند. سطوح پایین‌تر اغلب کوچک‌ترند و سرعت تحول نیز در آن‌ها بالاست و در مقابل سطوح بالاتر که اغلب کندترند سعی در تعدیلِ سطوح پایین‌تر دارند. هالینگ در شکل ۱۰ نشان می‌دهد یک چرخهٔ تطبیقی در میانه چگونه از یک چرخهٔ کوچک و سریع زیزین خود و یک چرخهٔ بزرگ و کند بالایی تأثیر می‌پذیرد. (گری، ۲۰۱۱)



شکل۱۰. مدل هالینگ در تبیینِ ارتباط بین پانارشی‌ها (گاندرسون و هالینگ، ۲۰۰۲) و (گری، ۲۰۱۱)

با توسعهٔ مفهوم زمان‌های مابعدمتعارف سردار به کمک چرخهٔ تطبیقیِ هالینگ، ما یک چارچوب سازماندهی کامل‌تر به منظور توجه به فرایندهای انسانی و بوم‌شناسانه در تعامل فضا و زمانِ گذشته‌نگر و آینده‌نگر داریم. گری معتقد است بیان آن‌که جهان ما وارد زمان مابعدمتعارف شده مفید است اما کامل نیست. درست است که عصر ما به‌طور فزاینده‌ای به‌وسیلهٔ حلقهٔ عقبی و پویای متغیرهای پرسرعت شکل می‌گیرد که می‌تواند آبشاری از فروپاشی نظام‌مند را ایجاد کند ولی متغیرهای بزرگ‌تر و با سرعت پایین‌تر در حلقهٔ جلویی در جهت بازیافت و خنثی کردن متغیرهای پرسرعت عمل

می‌کنند و به همین دلیل است که تحولات بزرگ[۸۲] نادرند، زیرا برای وقوع آن‌ها لازم است ترکیب منحصربه‌فردی از وقایع دیگر به‌صورت همزمان اتفاق بیفتد وگرنه وقتی حلقهٔ پسین چشمه‌ای از فرصت تحول را در سطحی می‌آفریند، سطوح بالاتـــر ایـــن فرصت را مهار کرده و فرصت انتشار نمی‌یابد. جالب اینجاست که این چشمهٔ فرصت می‌تواند همان تخریب خلّاقی باشد که شومپیتر از آن سخن گفته است. (گری، ۲۰۱۱) البته باید توجه داشت که در مکتب تکاملی روش‌شناسی تاریخی و تفهمی[۸۳] بیشتر بر برقراری روابط علّیّت بین عوامل ارجحیت دارد. به همین جهت وظیفهٔ محقق درک قواعد تکاملی است، نه پیش‌بینی. (میرعمادی، ۱۳۸۷) و (نلسون و وینتر، ۱۹۸۲)

در نهایت، طبق گفتهٔ مورگان، استعاره‌ها همان‌طور که بینشی ایجاد می‌کند، تحریف‌هایی را نیز به‌وجود می‌آورد زیرا استعاره‌ها تنها به یک روایت از موضوع می‌پردازند و بیم آن می‌رود که از سایر ابعاد غافل باشند. (مورگان، ۱۹۸۴) از دیگر معایب تفکر استعاره‌ای آن است که در اصل به گزاره‌های یقینی منجر نمی‌شود و همواره مسیر را برای تشکیک و تردید منتقدان بازمی‌گذارد برای همین نمی‌توان آن را به‌عنوان یک شیوهٔ استدلال پذیرفت.

سخن آخر

به نظر می‌رسد در مجموع نظریهٔ آشوب درواقع توانایی توصیف بشر پیرامون بسیاری از سیستم‌های پیچیده را افزایش داده ولی نباید انتظار داشت که به تنهایی حلّال همهٔ مشکلات باشد. همان‌طور که دیدید، آشوب به تنهایی یک رشته نیست و فقط زیرشاخه‌ای از دینامیک غیرخطی است. بنابراین باید مراقب بود که به حوزه‌هایی که منطقی برای وجود سیستم‌های پویا در آن وجود ندارد بسط داده نشده و از آن به‌عنوان یک استعارهٔ ناصحیح بهره‌برداری نشود. در این مقاله ۲روش کمّی و عملگرایانه (مدلسازی عامل‌بنیان و پویه‌مندی سیستم‌ها) جهت مواجهه با سیستم‌های پیچیده و آشوبناک معرفی و توضیح مختصری دربارهٔ محصولاتِ کیفی و استعاره‌ایِ نظریهٔ آشوب داده شد.

در نهایت، با توجه به این‌که آشوب و پیچیدگی یک حوزهٔ علمیِ در حال نضج است، هنوز در اندیشمندان این حوزه اتفاقِ نظر چندانی مشاهده نمی‌شود. به‌عنوان مثال، مشخص نیســت در حوزهٔ علوم اجتماعی چگونه می‌توان در مورد آشوبناکی یک سیستم اظهارنظر کرد و اگر به فرض آشوبناکی یک سیستم اثبات شد تا چه حد می‌توان به پیش‌بینی وضعیت آتی آن امید بست؟ همچنین مشخص نیست که این حوزهٔ علمی در آینده به سرانجام درخشانی برسد یا افول کند. بنابراین همان‌طور که نباید همهٔ تخم‌مرغ‌ها را داخل این سبد گذاشت، نبایستی هم از رصد و پیگیری پیشرفت‌های این حوزه غافل ماند.

تشکر

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب امتنان خود را از جناب آقایان وندِل بِل، ضیاءالدین سردار، مصطفی تقوی و وحید وحیدی‌مطلق که به کمک رایانامه یا شفاهی با نظریه‌های سودمندشان راهگشایی کردند، ابراز کنند.

منابع

توجه: برخی نقل‌قول‌ها مستقیم است.

۱. اتکینسون، ریتا ال. و همکاران، ۱۳۸۴، زمینهٔ روان‌شناسی هیلگارد، ترجمهٔ محمدنقی براهنی و گروه مترجمان، تهران، انتشارات رشد.

۲. استرمن، جان، ۱۳۸۸، پویایی‌شناسی کسب و کار، ترجمهٔ کوروش برارپور و همکاران، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول.

۳. اسلاتـــر، ریچـــارد و همکاران، ۱۳۸۴. نواندیشی برای هزارهٔ نوین، ترجمهٔ عقیل ملکی‌فر و همکاران، تهران، مؤسســهٔ آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۴. اکبرپور شیرازی، محسن، ۱۳۸۶، طراحی برنامه‌ریزی راهبردی سلسله‌مراتبی، دیدگاه مهندسی صنایع، شمارهٔ سوم.

۵. الوانی، سیدمهدی؛ دانائی‌فرد، حسن، ۱۳۷۸، تصمیم‌گیری از نگاه نظریهٔ آشوب، مجلهٔ تحول اداری، دورهٔ پنجم، شمارهٔ ۲۱، صص۲۵-۱۲.

۶. الوانی، سیدمهدی؛ دانایی‌فرد، حسن، ۱۳۸۱، نظم در بی‌نظمی، تهران، انتشارات صفّار ـ اشراقی، چاپ اول.
۷. تهرانی، رضا؛ رهبر، امیرحسین؛ صابری، جعفر؛ قربانزاده، ساسان، ۱۳۸۹، نظریهٔ آشوب و بازارهای سهام، موردکاوی بورس اوراق بهادار تهران، مدیریت فرهنگ سازمانی، سال هشتم، شمارهٔ۲۲، صص ۲۳-۵۲.
۸. تیموری اصل، یاسر، ۱۳۸۵، نگرش سیستمی به نوسانات قیمت سهام اوراق بهادار، چهارمین همایش بین‌المللی مدیریت، تهران.
۹. حمیدی‌زاده، محمدرضا، ۱۳۷۹. پویایی‌های سیستم، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۱۰. حمیدی‌زاده، محمدرضا، ۱۳۹۰، نظریهٔ زمان و آینده‌پژوهی براساس نظریهٔ فهم و درک، مطالعات مدیریت راهبردی، شمارهٔ ششم، صص۸۱-۱۰۱.
۱۱. خالوزاده، حمید؛ خاکی، علی، ۱۳۸۲، ارزیابی روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام و ارائهٔ مدلی غیرخطی براساس شبکه‌های عصبی"، تحقیقات اقتصادی، شمارهٔ ۶۴، صص ۴۳-۸۵.
۱۲. دانایی‌فرد، حسن، ۱۳۸۶، پارادایم‌های رقیب در علم سازمان و مدیریت: رویکرد تطبیقی به هستی‌شناسی، شناخت‌شناسی و روش‌شناسی، دوفصلنامهٔ علمی پژوهشی دانشور رفتار، سال چهاردهم، شمارهٔ ۲۶، صص ۸۹-۱۰۴.
۱۳. سردار، ضیاءالدین؛ آبرامس، ایونا، ۱۳۸۹، آشوب، قدم اول، ترجمهٔ آرام قریب، تهران، پردیس دانش با همکاری شرکت چاپ و نشر شیرازهٔ کتاب.
۱۴. سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ حجازی، الهه؛ ۱۳۸۳، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، تهران، انتشارات آگاه.
۱۵. سلامی، امیر؛ لطفی، بهداد و یوسف، ۱۳۸۲، کاهش اخلال غیرخطی در شاخص قیمت بازار اوراق بهادار، پژوهشنامهٔ اقتصادی، سال سوم، شمارهٔ ۳ و ۴، صص ۱۹۹-۲۳۲.
۱۶. سنج، پیتر، ۱۳۸۰، پنجمین فرمان: خلق سازمان فراگیر، ترجمهٔ حافظ کمال هدایت و محمد روشن، تهران، سازمان مدیریت صنعتی، چاپ سوم.
۱۷. صراف جوشقانی، حسن؛ قربان‌زاده کریمی، حمیدرضا، ۱۳۸۹، مقدمه‌ای بر نظریهٔ آشوب با تأکید بر کاربردهای آن در مسائل اقتصادی و تجاری، تهران، مؤسسهٔ مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
۱۸. عابدی جعفری، حسن؛ صفری، حسین، ۱۳۸۴، بررسی مراحل عمر سیستم‌های پیچیده و ناشناخته، سومین همایش بین‌المللی مدیریت، تهران.
۱۹. عنایت‌الله، سهیل، ۱۳۸۸، پرسش از آینده، ترجمهٔ مسعود منزوی، تهران، مؤسسهٔ آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
۲۰. عنایت‌الله، سهیل، ۱۳۸۹. تحلیل لایه‌لایه‌ای علت‌ها، نظریه و موردکاوی‌های یک روش‌شناسی یکپارچه و متحول‌ساز آینده‌پژوهی مجموعه مقالات، ترجمهٔ مسعود منزوی، تهران، مؤسسهٔ آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.
۲۱. فقیه، نظام‌الدین، ۱۳۷۷، توسعهٔ فراکتالی در سیستم‌های پویا و تحول در سیستم‌های سازمان‌مند، دانش مدیریت، شمارهٔ ۳۹ و ۴۰، صص ۵-۳۹.
۲۲. کاوه، شاهین، ۱۳۸۶، کل‌گرایی در آینده‌پژوهی، روش‌شناسی علوم انسانی، سال سیزدهم، شمارهٔ ۵۲.
۲۳. کردناییج، اسدالله؛ طاهری، فاطمه؛ نیاکان لاهیجی، نازیلا، ۱۳۸۹، ماهیت هولوگرافیکی تحول در سازمان‌های عصر اطلاعات، مدیریت فرهنگ سازمانی، سال هشتم، شمارهٔ ۲۱، صص۶۳-۸۶.
۲۴. کوهن، توماس، ۱۳۸۳، ساختار انقلاب‌های علمی، ترجمهٔ عباس طاهری، تهران، نشر قصه.
۲۵. مشیری، سعید، ۱۳۸۱، نگرشی بر نظریهٔ آشوب و کاربردهای آن در اقتصاد، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شمارهٔ ۱۲، صص ۲۹-۶۸.
۲۶. معطرحسینی، سیدمحمد؛ محمودزاده، سهیل؛ پری‌آذر، محمود؛ زائری، محمدسعید؛ ۱۳۸۶، بررسی رفتارهای آشوبناک و کاربرد آن در مدیریت فروش، پنجمین همایش بین‌المللی مدیریت، تهران.
۲۷. میرعمادی، طاهره، ۱۳۸۷، تبیین بحران مالی ۲۰۰۸ به مثابه آستانهٔ چرخش پارادایمیک در انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات، سیاست علم و فناوری، سال اول، شمارهٔ دوم، صص ۸۷-۱۰۱.

۲۸. نثائی، وحید، ۱۳۸۸، مدیریت آشوب، نظم در بی‌نظمی، تهران، کلک سیمین.
۲۹. وارث، حسین، ۱۳۸۰، سیمای سازمان از نگاه مورگان، دانش مدیریت، شمارهٔ ۵۲، صص۲۷-۶۲.
۳۰. هاشمی‌گلپایگانـــی، سیّدمحمّدرضا، ۱۳۸۸، آشوب و کاربردهای آن در مهندسی، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۳۱. هچ، ماری‌جو، ۱۳۸۶، نظریهٔ سازمان: مدرن، نمادین و تفسیری پست‌مدرن، ترجمهٔ دکتر حسن دانایی‌فرد، چاپ دوم، تهران، نشر افکار.
32. Axtell, R. Clinton, A. Small, M. (2003). " Agent-Based Models of Industrial Ecosystems". Rutgers University. Online available at: http://policy.rutgers.edu/andrews/projects/abm/abmarticle.htm.
33. Bammer,G. Smithson,M. (2009)."Uncertainty and Risk: Multiple Perspectives", Earthscan, London.
34. Bell, D. (1976). "The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting, Basic". New York.
35. Bell, W. (2003)."Foundations of futures studies: History, purposes, & knowledge. Human Science for a New Era" (Vol. 1). New Brunswick, NJ: Transaction Publishers.
36. Cilliers, P. (2005) "Complexity, deconstruction and relativism, Theory, Culture & Society",22 (5), 255–267.
37. Forrester, J. W. (1969) "Urban Dynamics". Waltham, MA: Pegasus Communications.
38. Fukuyama, F. (1992) "The End of History and the Last Man", Free Press, New York.
39. Galtung, J. & Inayatullah, S. (1997). "Macrohistory and Macrohistorians: Perspectives on Individual, Social, and Civilizational Change", Praeger, Westport, CT.
40. Gary, Jay E. (2011)."Toward a new macrohistory: An extension to Sardar's 'postnormal times", Futures, 43, 48–51.
41. Gunderson, L. & Holling, C. (2002)."Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems", Island Press, Washington, DC.
42. Holling, C. (1994)."Simplifying the complex: the paradigms of ecological function and structure", Futures 26, 598–609.
43. Holling, C. (2001)."Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems", Ecosystems 4, 390–405. Available at: http://www.tsa.gov/assets/pdf/ PanarchyorComplexity.pdf.
44. Lakatos, I. (1970)."Falsification and The Methodology of Scientific Research Programmes in I.lakatos and A.Musgrave (eds)"Criticism and growth of khnowledge, Cambridge University Press.
45. Marion, R. (1999). "the Edge of Organization", Sage Publications.
46. Mitchell, M. (2009). "Complexity;A Guided Tour", Oxford University Press, Inc.
47. Morgan, G. (1984)."Images of Organization"Beverly Hills, SAGE Publications.
48. Nelson R. & winter, S. (1982)."Evolutionary Theory of Economic Change", Boston, Harvard University Press.
49. Neustadt. R. E. and Emcst R. M. (1986). "Thinking in time: The Uses of History for Decision-Makers", New York Free Press.
50. Ravetz, J.R., Funtowicz, S.O. (1999). "Post-normal, science: an insight now maturing", Futures 31 (7) 641–646.
51. Rubinstein, M.F. & Furstenberg, I.R. (1999). "The minding orgallization: Bring The future to the Present and turn Creative ideas into business solutions", New York: john Wiley & sons.
52. Sardar, Ziauddin. (2010). "Welcome to postnormal times", Futures, 42, 435–444.
53. Sardar, Ziauddin. Abrams, Iwona. (1999) "Introducing Chaos", Icon Books, London.
54. Sterman, J. (2000). "Business dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World", McGraw-Hill.
55. Stewart, I. (1989) "Does God play Dice? The New mathematics of chaos", P. 141. Quoted in History of chaos.
56. Wilber, K. (1997) "An integral theory of consciousness", Journal of Consciousness Studies, 4 (1) 71–92.

پی‌نوشت‌ها

1. Shiva Dance.
2. Post Normal.
3. Exponential Growth.
4, Goal Seek.
5. Oscillation.
6. S-shaped growth.
7. Overshoot and Oscillation.
8. Damped Oscillations.
9. Limit Cycles.
10. Choas.
11. Strange Attractors.
12. Self-Similarity.
13. Fractal.
14. Complex System.
15. Self Organization.
16. Llya Prigogine.
17. Agents.
18. Complex Adaptive System.
19. A model of complex.
20. Rapid Transition.
21. Interacting Agents.
22. Edward Lorenz.
23. Deterministic Nonperiodic Flow.
24. Butterfly Effect.
25. Robert May.
26. Mitchell Feigenbaum.
27. Benoit Mandelbrot.
28. Llya Prigogine.
29. Dissipative Structures.
30. Benard.
31. Ruelle.
32. Agent Based Modeling.
33. Multi Agent Simulation.
34. Iterations.
35. System Dynamics.
36. The Three Body Problem.
37. Metaphoric Dimensions.
38. Dialectic.
39. Fluxe & Transformation.
40. Powerless Power.
41. Interrelated.
42. Consequential.
43. Wild cards.
44. Macrohistory Framework.
45. Galtung.
46. Ssu-Ma Ch’ien.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

47. Vico.
48. Hegel.
49. Marx.
50. Spencer.
51. Weber.
52. Sorokin.
53. Gramsci.
54. Eisler.
55. Postnormal Times.
56. Daniel Bell’s post-industrialsociety.
57. Post-historical.
58. Totalizing aspects of western science.
59. Postnormal Sciences.
60. Contradictions.
61. Cilliers.
62. Meta research.
63. Exponential.
64. Nanotechnology or Molecular computing.
65. Ken Wilber.
66. Mary Jo Hatch.
67. Imagination.
68. Integral Theory.
69. Holon.
70. Unlearning.
71. Epistemological.
72. Old Orthodoxies.
73. Progress.
74. Efficiency.
75. Virtues.
76. Evolutionary.
77. Ecology.
78. Exploitation ((organization into a new system).
79. Conservation ((proliferation of the new system).
80. Release ((revolution).
81. Reorganization ((regime change to a new paradigm).
82. Major Transformations.
83. Appreciative.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی