

آشوب در سیستم های جوّی

چکیده

امروزه پیش بینی وضعیت آب و هوا به عنوان یکی از علوم مهم در جهان مطرح است. یکی از نظریه های جالب در پیشرفت علوم، ایده ایست که به «اثر پروانه ای» مشهور است. بر طبق این نظریه آب و هوا به تغییرات جزئی و کوچک چنان حساس است که بال زدن یک پروانه در نقطه ای از جهان، می تواند سبب ایجاد گردباد عظیمی در نقطه ی دیگری از جهان شود. اثر پروانه ای بیانگر ردّ روابط خطی بین علت و معلول و تایید غیرخطی بودن روابط در پدیده ها و سیستم ها می باشد. یک تغییر جزئی در شرایط اولیه می تواند به نتایج وسیع و پیش بینی ستاده های سیستم منجر گردد و این سنگ بنای تئوری آشوب است. پیدایش و

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر

گسترش نظریه ی آشوب که مهمترین ویژگی های آن، اثر پروانه ای، سازگاری پویا، هولوگرافی و جاذبه های عجیب می باشد، موجب شده است که تغییرات بنیادی در حوزه های نظری و عملی علوم و از جمله هوا شناسی ایجاد شود. بر اساس ویژگی پروانه ای آشوب، سیستم جوی نسبت به شرایط اولیه حساس بوده، اندک تغییری در این شرایط می تواند به تغییرات و اثرات بزرگ در نتایج و کارکردهای سیستم منجر شود.

کلید واژه ها: اثر پروانه ای، آشوب، پیش بینی، هوا شناسی.



شرو، شگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

جوی که ما را احاطه کرده از ۵ میلیون تن هوا و بخار آب تشکیل شده و به صورت لایه نازکی کره زمین را در بر گرفته است. امروزه پیش بینی وضعیت آب و هوایی از جمله علوم کاربردی مهم محسوب می شود. طبق اظهار نظر سازمان جهانی هواشناسی، پیش بینی های صحیح آب و هوا در هر سال حدود ۸۰ میلیارد دلار اقتصاد جهان را تقویت می کند. هر بار که برنامه پرواز هواپیمایی لغو می شود حدود ۸۰۰۰۰۰ دلار و هر بار که مسیر یک هواپیما منحرف می شود، ۳۰۰۰۰۰ دلار خسارت وارد می شود. اما می توان با پیش بینی صحیح وضعیت آب و هوایی از ایجاد این موقعیت های ناخواسته جلوگیری کرده و در نتیجه در مبالغ یاد شده فوق صرفه جویی به عمل آورد.

نظریه « اثر پروانه ای » آب و هوا به تغییرات جزئی و کوچک چنان حساس است که جنبش شیء ریزی مانند بال زدن پروانه در کشور برزیل، می تواند گرد باد عظیمی را در تگزاس پدید آورد. هر چند که این نکته امروزه در مکالمات روزمره مردم عادی زیاد استفاده می شود. اما باید اذعان داشت که برای سهم این اثر در پیشگویی وضعیت آینده ی آب و هوایی تا حد زیادی اغراق شده است.

بر اساس پارادایم غالب در علوم نیوتنی که اساس تمدن بشری را از قرن هفدهم میلادی تاکنون تشکیل می دهد، جهان، قابل پیش بینی و روابط علت و معلولی ساده، روشن، و خطی فرض می شد که در نتیجه گسترش و تحولات بنیادین در حوزه های معرفتی علوم، مفروضات فوق رد شده است و پارادایم جدیدی بر اساس پذیرش جایگزینی بی نظمی به جای نظم، بی یقینی به جای یقین، پیش بینی ناپذیری به جای پیش بینی پذیری، پیچیدگی به جای سادگی، تناقض و ابهام به جای وضوح و روشنی و روابط غیر خطی به جای روابط خطی شکل گرفته اند که نظریه ی «آشوب» ناشی از این تحولات بنیادین در مفروضات و دانش بشری است. بر اساس ویژگی پروانه ای آشوب، سیستم جوی نسبت به شرایط اولیه حساس بوده و اندک

تغییری در این شرایط می تواند به تغییرات و اثرات بزرگی در نتایج و کارکردهای سیستم منجر شود. به علاوه در سیستم های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سازمانی و غیره نیز نقاطی وجود دارند که تغییر اندک و دستکاری جزئی آن ها موجب تغییرات عظیم می شود.

آگاهی و شناخت، تجربه و دانش، خلاقیت و نوآوری مستمر باعث می شود که سازمان ها با شناسایی نقاط حساس و تکیه گاه های مناسب سازمان و استفاده از سایر ویژگی های آشوب، بتوانند با تغییرات اندک و حرکت مناسب، موجبات تحول و دگرگونیهای عظیم در کارکرد ها و نتایج متناسب با الزامات محیطی و قابلیت های داخلی را فراهم آورند.

پیشینه ی موضوع

پیش بینی های آب و هوایی از طریق دانش روز احتمالاً از سال ۱۹۱۳ توسط لونس فری ریچارد سون ریاضی دان صلح طلب آغاز شد. حتی یک سال بعد که جنگ جهانی اول آغاز شد وی در شرایط پیش آمده نیز در جستجوی راهی برای بارور کردن و تحقق بخشیدن به رویاهایش بود و در آن وضعیت بحرانی نیز ایده های خود را پی گیری می کرد.

وی که به عنوان راننده آمبولانس در ارتش فرانسه نام نویسی کرده بود، در اوقات فراغت خود با استفاده از قلم و کاغذ ده ها هزار محاسبه پرزحمت آب و هوایی را انجام می داد. چهار سال پیش تر از این تاریخ یعنی در ۲۰ ماه مه سال ۱۹۱۰ یک هواشناس نروژی اطلاعات آب و هوایی را همراه با جزییات کامل در مورد منطقه ای در آلمان منتشر کرده بود. ریچارد سون از آن جایی که می دانست نتایج آب و هوایی چه باید باشد، تلاش کرد تا مدل ریاضی واری را ابداع نماید که بتواند با موفقیت از این داده ها برای پیش بینی آن چه در عمل روی می دهد، بهره بگیرد. اما وی هرگز نتوانست مدل خود را به طور کامل توسعه داده و از آن بهره برداری نماید. به نظر خود وی این عدم توانایی به خاطر نداشتن اطلاعات کافی بوده است.

برای آن که وضعیت آینده آب و هوایی با دقت پیش بینی شود، وی پیشنهاد نمود که سطح کره ی زمین به ده ها هزار قسمت کوچک تقسیم شود و سپس اطلاعات آب و هوایی از

هر قسمت تا حد امکان جمع آوری گردد. جزییات این روش در کتاب او به نام «پیش بینی وضعیت آب و هوا توسط فرایندهای عددی» که در سال ۱۹۲۲ به چاپ رسید، ذکر شده است. متأسفانه انجام این محاسبات ریاضی به صورت دستی بسیار وقت گیر و تقریباً غیر ممکن است. اما بعد از جنگ جهانی دوم علم و فناوری به شدت پیشرفت نمود و با اختراع رایانه مشکل محاسبات پیچیده ی ریاضی نیز تقریباً حل شد. در سال ۱۹۵۰ جان فون نویمان یکی از پیشگامان محاسبات پیشرفته پی برد که کامپیوترهای وی آن قدر توانمند هستند که بتوانند مساله ریچارد سون را حل کنند.

در سال ۱۹۵۳ کامپیوتر ENIAC در دانشگاه پرینستون معادلات ریچارد سون را حل کرد و پیشگویی های نسبتاً موفقیت آمیزی را در مورد وضعیت آب و هوایی انجام داد و به این ترتیب عصر پیش بینی علمی آغاز شد.

امروزه شبکه ی گسترده ای از ایستگاه های هواشناسی مهم بر روی زمین ، سکوهای شناور در سطح دریاها، هواپیماها و بالن هایی در هوا و ماهواره هایی در فضا وجود دارند که وظیفه ی همه آن ها جمع آوری اطلاعات مفید برای تغذیه این مدل های پیچیده ی ریاضی جهت پیش بینی وضعیت آب و هوایی است. اما در سال ۱۹۷۲ ادوارد لورنتز که استاد هواشناسی مؤسسه ی تکنولوژی ماساچوست بود، اظهار داشت که احتمالاً امکان ندارد بتوان شرایط آب و هوایی را دقیقاً پیش بینی کرد. وی اولین کسی بود که نقش بی نظمی را در حد شرایط مربوط به آب و هوا نشان داد و با اصطلاح بال زدن پروانه در برزیل شهرت یافت. در حقیقت اثر پروانه را او ابداع کرد.

اکنون نکته ی بسیار مهمی که پیش می آید این است که، بر اساس این نظریه ، بی نظمی خطا از مقدار کم شروع می شود و به مرور بیشتر شده تا جایی ادامه می یابد که نهایتاً میزان خطا واقعاً بسیار زیاد می شود. اما واقعیت این است که در مورد پیش بینی آب و هوایی، وضعیت این

گونه نیست زیرا در محاسبات مربوط به آب و هوا خطا به سرعت زیاد شده و سپس کاهش می یابد، از این رو غالب خطاهایی که در محاسبه روی می دهد، با نظریه بی نظمی مرتبط نیست. این مساله به شدت ذهن دیوید ارل، ریاضیدان کالج لندن را به خود مشغول کرد. او و سایر پژوهشگران بعد از وی در این مورد تحقیق می کردند که اگر در مدل های ریاضی واقعی که هواشناسان برای پیش بینی آب و هوا استفاده می کنند، اشتباه رخ دهد، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ آن ها نظریه ی جدیدی را ابداع کردند که می توانست دقیقاً پیش بینی کند اگر یک مدل دچار اشتباه شود، چگونه میزان خطاها به مرور زمان افزایش خواهد یافت.

در حقیقت این خطاها از «قانون رشد مرتبه دوم» پیروی می کنند، یعنی این خطاها در ابتدا با سرعت زیادی رشد می کنند و بعد از گذشت چند روز مجدداً از میزان آن ها کاسته می شود. هر چند ممکن است پذیرفتن این مساله سخت باشد ولی باید اذعان نمود که خطاها در پیش بینی وضعیت آب و هوایی این گونه عمل می کنند.

به عبارت دیگر طبق نظریه دیوید ارل چیزی که ما را از رسیدن به حدسیات درست در مورد وضعیت آب و هوایی فراتر از ۳ روز باز می دارد، اثر پروانه ای نیست، بلکه خطاهای موجود در مدل است. تئوری ارل نمی تواند مشخص کند که خطا واقعاً در کجا روی می دهد بلکه فقط تأیید می کند که خطا وجود دارد. اگر ریاضیدانان و هواشناسان با همکاری همدیگر بتوانند مدل های بهتری را برای وضعیت آب و هوا طرح کنند، می توانند گستره ی پیش بینی وضعیت آب و هوایی را افزایش داده، مثلاً شرایط را تا یک هفته پیش بینی کنند. اثرات بی نظمی برای پیش گویی های بیش از یک هفته خود را نشان می دهد.

نظرات دیوید ارل ممکن است درست باشد یا نباشد، ولی حتی اگر نظرات وی صحیح باشد، جای نگرانی برای هواشناسان وجود ندارد و باید این مساله را پذیرفت که تلاش برای محاسبه مدل ریاضی وار آب و هوایی به منظور پیشگویی پنج میلیون تن اتمسفر و بخار آب سرگردان و سرکش احتمالاً یکی از مشکل ترین مسائلی است که تا کنون در محاسبات بشری

وارد شده است. با این همه تنها چیزی که در مورد آن مطمئن هستیم این است که وضعیت آب و هوا همیشه موضوعی برای گفتگو و بحث کردن انسان ها است.

تئوری آشوب

نظریه ی آشوب، حیطه ای نو و در عین حال جالب در عالم پژوهش های علمی محسوب می شود. پدیده ی آشوب، کشف حیرت انگیز و بحث انگیزی است که تا یک دهه ی قبل ممکن بود بیشتر دانشمندان معتبر نیز آن را به عنوان یک خیال پردازی مورد تائید قرار ندهند. نظریه آشوب، جهانی را به تصویر می کشد که، در عین تعیین پذیر^۱ بودن و پیروی از قوانین اساسی فیزیک، ممکن است بی نظم، پیچیده و غیر قابل پیش بینی نیز باشد.

آشوب نشان می دهد که قابل پیش بینی بودن^۲، پدیده ی نادری است که تنها در محدوده ی قیودی که علم از دل چندگانگی پر بار جهان پیچیده ی ما بیرون کشیده است، عمل می کند. آشوب امکان ساده کردن پدیده های پیچیده را فراهم می آورد و ریاضیات خلاق را با قدرت پردازش حیرت آور رایانه های جدید تلفیق می کند.

این نظریه آشوب نشان می دهد که برای درک ما از آینده و پیش بینی آن، در همه سطوح و در کلیه درجات پیچیدگی، محدودیت های ذاتی وجود دارد.

آنچه باعث شد واژه آشوب وارد زبان روزمره شود وقوع سه تحول اساسی در سالهای اخیر است:

۱- قدرت محاسبه مبهوت کننده ی رایانه ها که پژوهشگران را قادر ساخته است تا بتوانند میلیون ها محاسبه پیچیده را در چند ثانیه انجام دهند.

- 1-Deterministic
- 2-Predictability

۲- همراه با افزایش قدرت محاسبه، توجه علمی به پدیده های نامنظم نیز رشد یافته است. پدیده هایی چون تغییرات تصادفی در وضع هوا، ظهور و سقوط تمدن ها، تغییر جمعیت حشرات و پرندگان، گسترش بیماری های واگیر، سوخت و ساز یاخته ها و انتقال تکانه های عصبی در امتداد اعصاب ها.

۳- نظریه ی آشوب هنگامی ارائه شد که تحولات فوق بنا پیدایش شیوه جدیدی از ریاضیات هندسی تلفیق گردید، فرا رفتن از شکل های آشنای هندسه اقلیدسی به سوی ساختار نا اقلیدسی هندسه شکنه ای!

تعریف آشوب

نظریه آشوب را به گونه های مختلفی تعریف کرده اند. از جمله «نوعی نظم بدون تناوب» «رفتار به ظاهر تصادفی و تکراری در یک سیستم ساده و تعیین پذیر (مانند ساعت)» «مطالعه ی کیفی رفتار ناپایدار غیر تناوبی در سیستم های دینامیک غیر خطی تعیین پذیر» آشفتگی در مفهوم علمی آن، اغتشاش مطلق نیست بلکه بیشتر نوعی ناپایداری محدود است تا ناپایداری شدید و خارج از کنترل، و در واقع مبین ترکیبی از نظم و بی نظمی است که در آن الگوها به طور مستمر در اشکال بی نظم اما با یک نوع الگوی مشابه و دارای نظم غایی آشکار می شوند. طبق این نظریه، رویدادها در جهان چنان پیچیده و پویا هستند که به نظر بی نظم می رسند اما در حقیقت نظام آشوب گونه (Chaordic) دارای نظم زیربنایی و مکنون است که شناسایی این نظم زیربنایی و نهفته اگرچه غیرممکن نیست، ولی مشکل است؛ زیرا عوامل و پارامترهای متعددی در تعامل پویا و غیرقابل پیش بینی رفتار پدیده ها را شکل داده، الگوسوی رفتاری آینده آن را به وجود می آورند.

۱- به طور کمی شکنه (Fractal) شبیهی است که سه خاصیت زیر را داشته باشد:
الف) خود مشابه باشد.

ب) در مقیاس میکروسکوپی بسیار پیچیده باشد.

ب) بعد آن عدد صحیح نباشد. مانند گل کلم که هر قطعه آن مشابه قطعه بزرگی از آن است.

ویژگی های تئوری آشوب

ویژگی های عمده ی نظریه ی آشوب عبارت است از: اثر پروانه ای، خود سازمان دهی یا سازگاری پویا، خود مانایی یا خاصیت هولوگرافی و جاذبه های عجیب.

۱- اثر پروانه ای^۱: ادوارد لورنتز استاد هواشناسی دانشگاه MIT، در سال ۱۹۷۳ نتایج محاسبات دستگاه معادلات دیفرانسیل متشکل از سه معادله ی دیفرانسیل غیرخطی و معین مربوط به جابه جایی حرارتی جو را منتشر نمود و ملاحظه کرد که در محدوده ی معینی از عوامل معادلات، بدون مداخلت عناصر تصادفی یا ورود اغتشاش خارجی، نوعی نوسانات نامنظم در پاسخ به سیستم پدیدار می شود. وی در ادامه ی تحقیقات خود با شگفتی به این نتیجه رسید که یک تغییر جزئی در شرایط اولیه ی معادلات پیش بینی کننده وضع جوی، منجر به نوسانات در پاسخ سیستم و تغییرات شدید در نتایج حاصل از آنها می گردد. لورنتز، این خاصیت را اثر پروانه ای نام نهاد. این مسأله، سنگ بنای تئوری آشوب است. زیرا، در نظریه آشوب یا بی نظمی، اعتقاد بر آن است که در تمامی پدیده ها، نقاطی وجود دارند که اندک تغییری در آنها باعث تغییرات عظیم خواهد شد. در این رابطه، سیستم های اقتصادی سیاسی، اجتماعی و سازمانی، همچون سیستم های جوی از اثر پروانه ای برخوردارند. تحلیل گران باید با آگاهی از این نکته ی مهم، به تحلیل و تنظیم مسائل مربوط بپردازند. اثر پروانه ای در واقع بیانگر رد روابط خطی بین علت و معلول و تایید غیرخطی بودن روابط در پدیده ها و سیستم هاست.

پروژه گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲- خودسازمان‌دهی^۱: در محیط در حال تغییر امروز، سیستم‌های بی‌نظم در ارتباط با محیط خود همچون موجودات زنده عمل می‌کنند، برای رسیدن به موفقیت، همواره باید خلاق و نوآور باشند، اما هنگامی که سیستم به تعادل سازگار نزدیک می‌شود، برای حفظ پویایی به تغییرات اساسی درونی نیاز دارد که این تغییرات به جای سازگاری و تطبیق با محیط، سازگاری پویا را موجب می‌گردد که نتیجه آن دگرگونی روابط پایدار بین افراد، الگوهای رفتاری، الگوهای کار، نگرش‌ها و طرز تلقی‌ها و فرهنگ‌هاست. برخی از دانشمندان چون مورگان معتقدند: آشفتگی، سازگاری‌ها و انطباق را درهم می‌شکند که این مسأله، در ظهور نظر نوین، گاهی بسیار ضروری بوده و باعث خلاقیت مستمر در سایه ی تخریب خلاقیت پیشین می‌شود. مورگان خاصیت خودنظمی در سیستم‌ها را تابع چهار اصل می‌داند، نخست، سیستم باید توان احساس و درک محیط و جذب اطلاعات از محیط را داشته باشد، دوم، سیستم باید قادر به برقراری ارتباط بین این اطلاعات و عملیات باشد، سوم و چهارم، آگاهی از انحرافات و توانایی اجرای عملیات اصلاحی را داشته باشد.

۳- خودنمایی (خودمانایی)^۲: در تئوری آشوب و معادلات عملیات آن نوعی شباهت بین اجزاء و کل قابل تشخیص است. بدین ترتیب که هر جزئی از سیستم دارای ویژگی کل بوده و مشابه آن است، به این خاصیت هولوگرافی گفته می‌شود. اولین بار، هولوگرافی در سال ۱۹۴۸ توسط دنیس گابور مطرح شد. مورگان در کتاب خود تحت عنوان «نگارهای سازمان» در استعاره سازمان به مثابه مغز، ویژگی‌های هولوگرافی را بدین شرح بیان می‌کند: جزء، خاصیت کل را داشته، مانند آن عمل می‌کند، سیستم توانایی یادگیری را دارد، سیستم دارای توانایی خودسازمان‌دهی است، حتی اگر قسمت‌هایی از سیستم برداشته شود، سیستم به راحتی می‌تواند به فعالیت خود ادامه دهد.

1-Dynamic Adoption

2- Self similarity

۴- جاذبه های عجیب^۱: جاذبه های نقطه ای و دوره ای، پایه های فیزیک نیوتنی کلاسیک است که بیانگر الگوی منظم و باثبات در حرکت پدیده ها و روابط آنهاست. مانند حرکت دادن یک مداد روی کاغذ حول محور خودش با شعاع یکسان، که نتیجه ی آن شکل دایره است که بیانگر جاذبه نقطه ای است. ادوارد لورنتز (۱۹۶۲) در تحقیقات خود جاذبه دیگری را کشف کرد که توسط دیوید روتل و فلوریس تاکنس «جاذبه عجیب» نامیده شد. برخلاف سایر جاذبه ها، این جاذبه نه نقطه ای و نه دوره ای بوده، بلکه رفتاری است که سیستم ارائه می دهد و هرگز خودش را تکرار نمی کند. این جاذبه ی عجیب، محصول غیرخطی بودن روابط پدیده ها و تعامل پذیری آنهاست. غیرقابل پیش بینی بودن رفتار در جاذبه های عجیب تابع دو پدیده است: مورد نخست مربوط به حساسیت نسبت به شرایط اولیه است که لورنتز آن را اثر پروانه ای نامید. مورد دوم بیان می کند همه آنچه را که ما در نظر اول بی نظم و آشوب گونه می بینیم، در درازمدت و با گذر زمان الگویی منظم و دارای نظم از خود نشان می دهد. به سخنی دیگر، تغییرات شدید، رفتارهای نامنظم، دگرگونی ها غیرقابل پیش بینی، حرکات بحرانی و همه در ذات خود دارای نظمی نهفته هستند.

نظریه ی آشوب و وضع هوا

هواشناسی دین بزرگی بر گردن نظریه ی آشوب دارد. بدون نظریه ی آشوب، پیشرفت های کنونی هواشناسی ممکن نبود. وضع هوا در واقع سیستمی ذاتاً آشوبی است. پس عجب نیست اگر مشاهده می کنیم که وضع هوا ساختاری شکنه ای و خود همانند دارد. آنچه در سطح سیاره مشاهده می شود، عموماً همانی است که، در ارتفاع کمتر، در سطح قاره و سپس در سطح کشور مشاهده می کنیم. کلیه مولفه های اقلیمی، از دما و فشار هوا گرفته تا سرعت باد و رطوبت، نسبت به شرایط اولیه حساس اند، از آنجا که وضع هوا دائماً به وضعیت های پیشین خود باز

می گردد یعنی تکرار می شود، طیف وسیعی از رفتار های آشوبی را در مقیاس های مختلف از خود بروز می دهد. اما همواره در محدوده گسترده یک ربایشگر شگفت به نام آب و هوا محدود می ماند.

اما به رغم آشوب، ما کماکان بر اساس مشاهده پاره ای شرایط اولیه به پیش بینی وضع هوا ادامه می دهیم. الگو هایی که امروزه برای پیش بینی وضع هوا استفاده می شوند، شامل حدود یک میلیون متغیر در حال تکاملند. پس جای تعجب نیست که اگر پیش بینی متخصصان هواشناسی همیشه درست از آب در نمی آید.

کشف لورنتز

ادوارد لورنتز نخستین کسی بود که نمونه معروفی از رفتار آشوبی را ثبت کرد. لورنتز پس از اخذ درجه دکتری، در سال ۱۹۴۸ در بخش هوا شناسی مؤسسه فن آوری ماسا چوست (MIT) کار خود را آغاز کرد. در سال ۱۹۵۵ مدیر یک پروژه در زمینه ی پیش بینی آماری وضع هوا شد. بخش تحت سرپرستی او در این حوزه پیشگام بود. لورنتز نیز مانند ستاره شناسان قرن های ۱۸ و ۱۹، برای تخمین راه حل های خود از محاسبه ی دستی استفاده کرد. بعدها لورنتز با استفاده از الگوهای رایانه ای برای جو زمین و اقیانوس ها، به بررسی رابطه ی میان سه عامل غیر خطی هواشناسی پرداخت: دما، فشار و سرعت وزش باد. وی مشاهده کرد که با تغییرات بسیار کوچک در شرایط اولیه، پاسخ هایی بسیار متفاوت و غیر قابل پیش بینی به دست می آید. چگونه یک الگوی ساده سه معادله ای زیر می توانست چنین نتایج غریبی به دست دهد؟

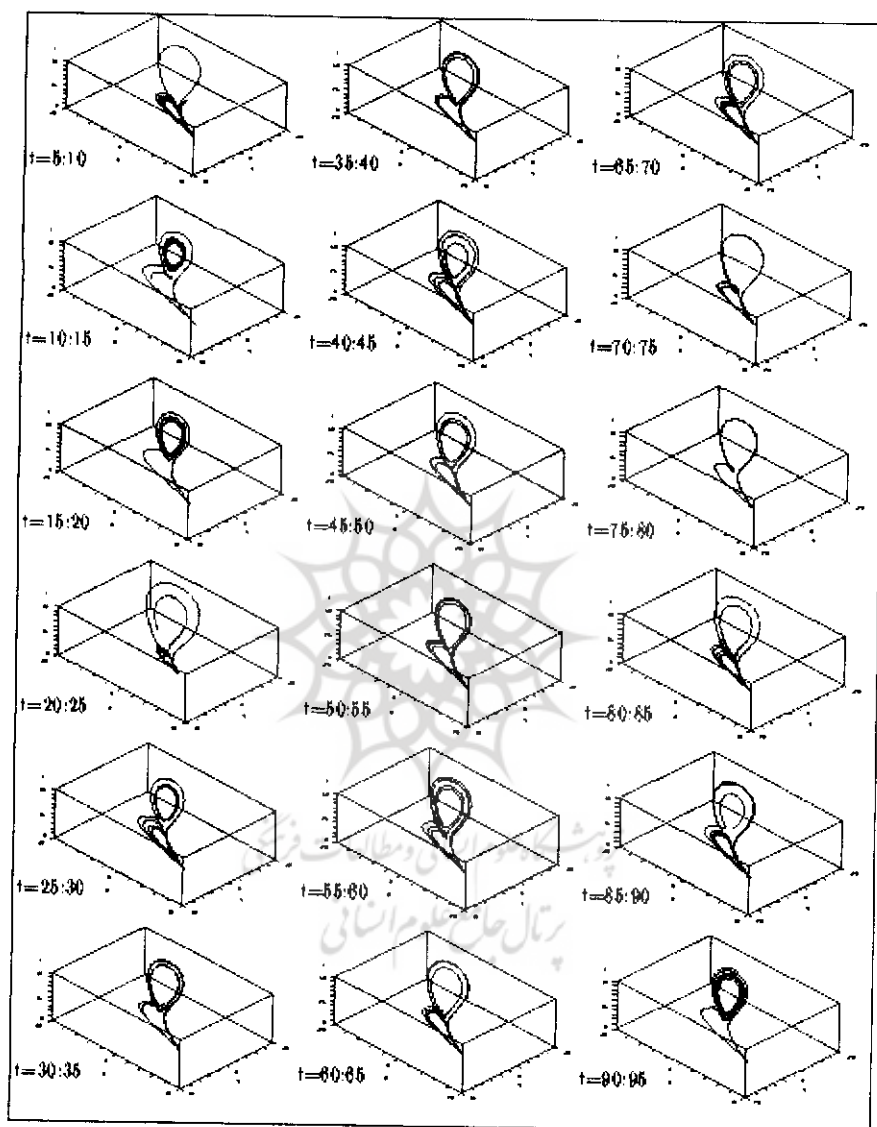
$$\frac{dx}{dt} = -ax + ay$$

$$\frac{dy}{dt} = -xz + rx - y$$

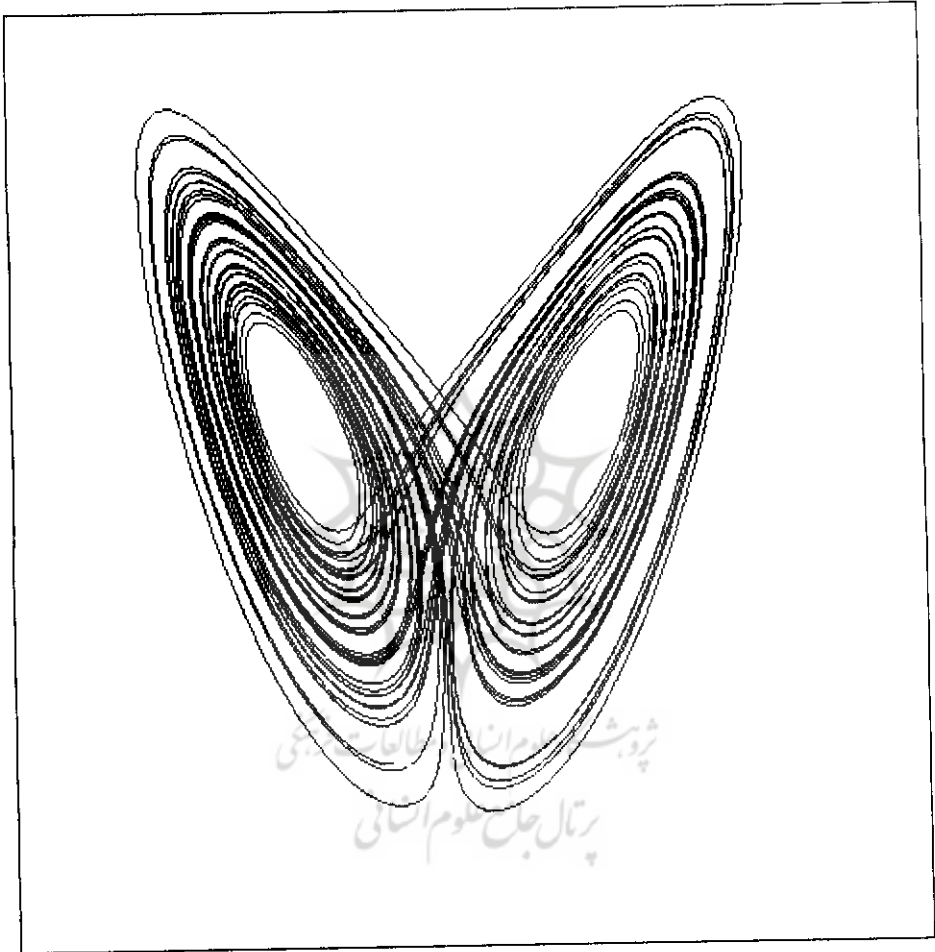
$$\frac{dz}{dt} = xy - bz$$

لورنتز اجباراً به این نتیجه رسید که این نوع پاسخ ها، ذاتی الگوی او هستند. او در سال ۱۹۶۳ نتایج تحقیقات خود را در مقاله ای به نام «جریان تعیین پذیر غیر تناوبی» در نشریه علوم جوی منتشر کرد. ده سال طول کشید تا پژوهشگران اهمیت این مقاله را دریافتند.

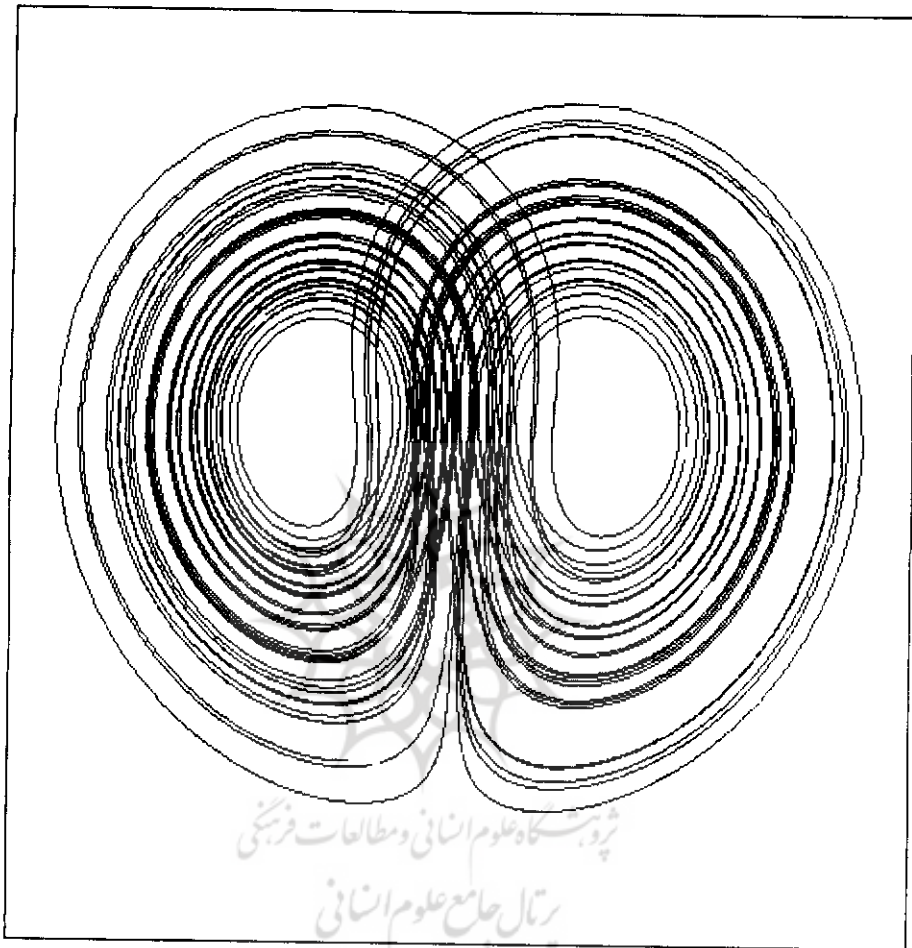
کشف لورنتز در مورد پدیده ی آشوب را به شکل داستانی جالب نقل می کنند: در یکی از روزها، در سال ۱۹۶۱، لورنتز تصمیم گرفت تا با کمک ماشین هواشناسی خود «میان بر» بزند و برای جلورفتن در محاسبه ی مجدد یک رشته مقادیر، به جای شروع از نقطه آغازین محاسبه، برنامه ای رایانه ای را با داده های مربوطه، از روی نتایج چاپ شده ی قبلی، وارد رایانه کند. نتیجه حاصله برای خود وی باورکردنی نبود، زیرا وضعیت جوی به دست آمده هیچ ربطی به وضعیت قبلی نداشت. سیستم کاملاً متفاوت بود. نامبرده بعداً به جریان امر پی برد. او عدد ۰/۵۰۶ را از روی نتیجه چاپ شده وارد رایانه کرده بود در حالی که در محاسبه ی اول، در حافظه ی رایانه عدد ۰/۵۰۶۱۲۷ ذخیره شده بود، اختلاف کوچک دو عدد (یک در پنج هزارم) بدون پیامد نبود. لورنتز دریافت که تغییرات جزئی در شرایط اولیه مانند وزش خفیف باد، می تواند فاجعه بار باشد. وی (۱۹۷۳) نتایج کشف خود را چنین بیان می کند: نتیجه این که دو وضعیت که مقادیر نا محسوسی با هم تفاوت دارند، در جریان تحول خود، می توانند به دو وضعیت کاملاً متفاوت از هم منجر شوند. پس چنانچه در مشاهده ی وضعیت حاضر، هر خطایی رخ دهد و در هر سیستم واقعی ای بروز چنین خطاهایی اجتناب ناپذیر است، پیش بینی قابل قبولی از وضعیت سیستم در آینده ای دور، می تواند کاملاً غیر ممکن شود. در شکلهای زیر جاذبه های لورنتز برای مقادیر مختلف t رسم شده است.



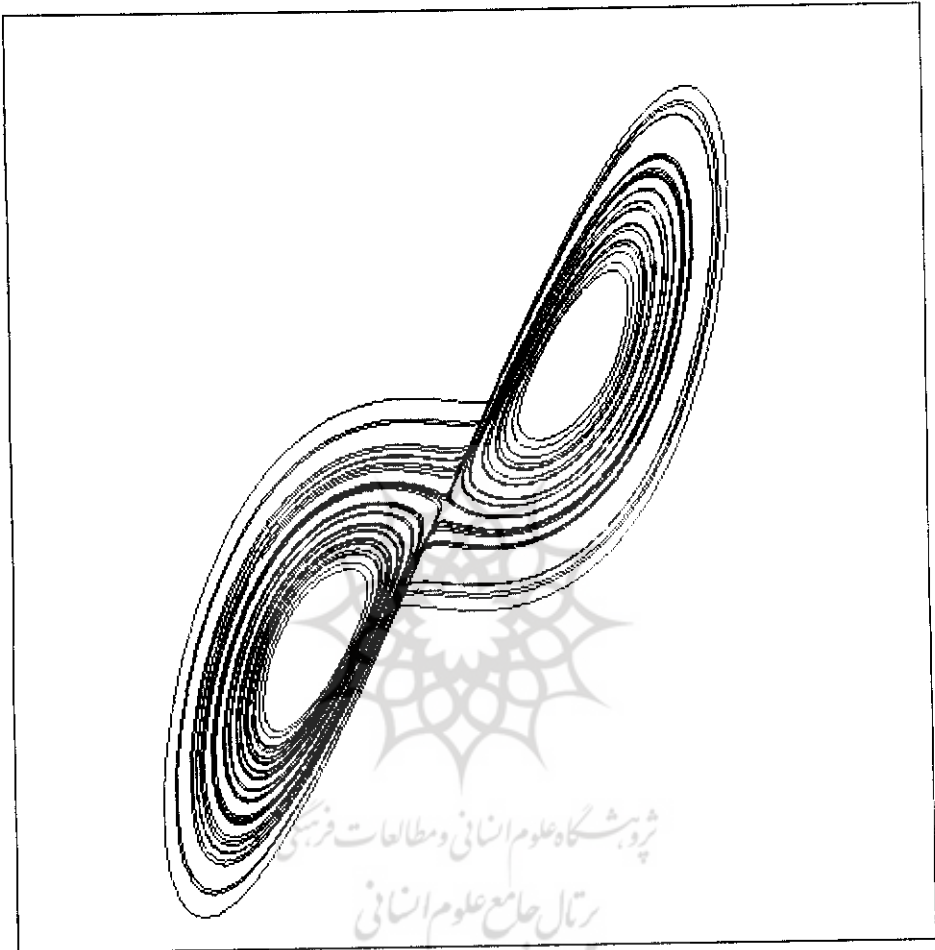
شکل ۱ - جاذبه های لورنتز برای $\delta t = dt = 5$



شکل ۲ - نمایی از جاذبه های لورنتز در صفحه $X-Z$



شکل ۳ - نمایی از جاذبه های لورنتز در صفحه $Y-Z$



شکل ۱- نمایی از جاذبه های لورنتز در صفحه X-Y

پیش بینی وضع هوا در دراز مدت

پیش بینی های بلند مدت کلاً با پیش بینی وضع هوا برای روز یا هفته ی آینده متفاوت هستند. در این حالت دیگر به دنبال یک مسیر منفرد در داخل ربایشگر نیستیم و تنها، شکل های کلی ربایشگر آب و هوایی را جستجو می کنیم.

آب و هوای زمین تحت تاثیر باز خورد است. همیشه خطر این هست که باز خورد مثبت باعث شود تا یک اختلال کوچک ناشی از انسان ها، شتاب بگیرد و به یک فاجعه زیست محیطی تبدیل شود. اما باز خورد منفی، پایداری دمای جو را حفظ می کند. با توجه به شمار نامحدود حلقه های باز خورد مثبت و منفی، غیر ممکن است بگوییم که چه سرنوشتی در انتظار ماست.

اثر گلخانه ای

تکرار در الگوی وضع هوا را می توان به حرکت دورانی مسیر آن بر روی یکی از بال های پروانه تعبیر کرد، این تکرار می تواند یک بار، دو بار یا بیشتر از هزار بار رخ دهد. هیچ عدد از پیش تعیین شده ای برای تعداد این تکرار ها وجود ندارد. بنابر این هنگام پیش بینی در باره ی پدیده هایی مانند « اثر گلخانه ای » باید دقت کنیم. توالی زمستان های گرم و تابستان های داغ ممکن است تنها به این معنی باشد که بیستیم، حول قسمتی از فضای فاز^۱ در حال گردش است و ضرورتاً معنی آن این نیست که تغییر دائمی و بلند مدتی در حال وقوع است.

۱- فضای فازی یک فضای خیالی است و طریقه ای برای تبدیل اعداد به اشکال است، به نحوی که تصویر انعطاف پذیری از مجموعه داده های موجود به دست آید.

۱- نتیجه گیری

مطالعه ی سازمان های موفق نشان می دهد مدیران این قبیل سازمان ها به راز و معجزه ی اثر پروانه ای آشنا بوده، با استفاده از آن توانسته اند تحول و دگرگونی های عظیم و توفیق های شگرفی را برای سازمانشان فراهم آورند (جیسون، ۱۹۹۶).

در نظریه ی آشوب یا بی نظمی، اعتقاد بر آن است که در تمامی پدیده ها، نقاطی وجود دارند که تغییری اندک در آنها باعث تغییرات عظیم خواهد شد و در این رابطه سیستم های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سازمانی، همچون سیستم های جوی از اثر پروانه ای برخوردارند و تحلیلگران باید با آگاهی از ایسن نکته ی مهم به تحلیل و تنظیم مسائل مربوطه بپردازند (الوانی، ۱۳۷۸).

در شرایط در حال تغییر امروز، سیستم های بی نظم در ارتباط با محیط خود همچون موجودات زنده عمل می کنند و برای رسیدن به موفقیت، همواره باید خلاق و نوآور باشند. اما هنگامی که سیستم به تعادل سازگار نزدیک می شود، برای حفظ پویایی نیاز به تغییرات اساسی درونی دارد که این تغییرات به جای سازگاری و تطبیق با محیط، موجب سازگاری پویا می شود که نتیجه ی آن دگرگونی روابط پایدار بین افراد، الگوهای رفتاری، الگوهای کار، نگرشها و طرز تلقی ها و فرهنگ ها است. در چنین شرایطی است که تغییرات کوچک می تواند تغییرات عمده ای را در رفتار سیستم ایجاد کند و تحت این شرایط است که اثر پروانه ای در کنار سازگاری پویا تبلور می یابد. تفکر سیستمی و پویایی های اندیشه ورزی سیستماتیک می تواند نقش موثری در فرایند یادگیری فردی و سازمانی ایجاد کند. از طریق آموزش تفکر سیستماتیک به افراد و گروه ها و بکارگیری شیوه های مناسب نهادینه سازی آن، سازمان های ما می توانند این نوع تفکر را در تصمیم گیریها و رفتارهای کاری کارکنان جاری سازند که در این صورت از طریق فرایند قدرتمندسازی و با مشارکت موثر کارکنان پویایی ها و پیچیدگی های فراروی بهنگام، درک و به نحو مطلوب مدیریت و اداره می شود. وجود فرهنگ انعطاف پذیری،

سیستم های حساس اطلاعاتی و استفاده از یادگیری دوحلقه ای می تواند فراگیری سازمان های ما را در شرایط آشوب گونه تسهیل کند.

دانشمندان معمولاً تمرکز و توجه به روابطی دارند که در آن حرکت یا تغییر یک متغیر مستقیماً مربوط به متغیر دیگر شود، در حالی که در جاذبه های عجیب، پویایی های غیرخطی غیرهمزمان هستند به گونه ای که حرکت در یک متغیر حرکتی نامتقارن و ناهمبند در متغیر دیگر ایجاد می کند و لذا رفتار غیرخطی غیرقابل پیش بینی است.

غیرقابل پیش بینی بودن رفتار در جاذبه های عجیب تابع دو پدیده است: مورد اول مربوط به حساسیت نسبت به شرایط اولیه است که لورنتز آن را اثر پروانه ای نامید.

طبق نظر هنری پوین کار، دومین دلیل برای غیرقابل پیش بینی بودن رفتار غیرخطی، انرژی جنبشی و نهفته در هر پدیده است که انرژی جنبشی منبع رفتار فعلی سیستم و انرژی نهفته منبع رفتار آینده است (روس، ماریون، ۱۹۹۹). یافته های جدید از جمله ویژگی خود سازماندهی که در نظام های بازخوردی غیرخطی نظم نوینی را از آشفتگی به وجود می آورد، به میزان زیادی به اعتبار نظریه ی فوق می افزاید به گونه ای که می توان گفت در آشفتگی، خلاقیت فرایند بالقوه و مستمری است که به طور ناگهانی و خود به خود ایجاد می گردد. در چنین سیستم هایی خلاقیت نه بر اساس طرح قبلی به وجود می آید و نه واکنشی نسبت به تغییرات محیطی است، بلکه نتیجه تقابل و تعامل مستمر با سایر نظامها در محیط است. یک نظام در این حالت محیط و آینده ی خود را خود می سازد.

آگاهی و شناخت، تجربه و دانش، خلاقیت و نوآوری مستمر باعث می شود که سازمان ها با شناسایی نقاط حساس و تکیه گاه های مناسب سازمان و استفاده از سایر ویژگی های آشوب، بتوانند با تغییرات اندک و حرکت مناسب موجبات تحول و دگرگونی های عظیم در کارکردها و نتایج متناسب با الزامات محیطی و قابلیت های داخلی فراهم آورند.

منابع

- ۱ - استیسی، د. (۱۳۷۸)، "مدیریت بر ناشناخته ها"، مترجمان محسن قدمی و مسعود نیازمند، انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی.
- ۲ - الوانی، م. (۱۳۷۸)، "بازتاب جلوه های نظریه بی نظمی در مدیریت" *مجله مطالعات مدیریت*، شماره ۳۶.
- ۳ - دراکر، پ. (۱۳۷۵)، "مدیریت آینده"، عبدالرضا رضایی نژاد، موسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ دوم.
- ۴ - سنح، پ. (۱۳۷۵)، "پنجمین فرمان: مترجمان حافظ کمال هدایت و محمد روشن"، سازمان مدیریت صنعتی.
- ۵ - هندی، چ. ب. (۱۳۷۵)، "عصر تضاد و تناقض"، ترجمه محمود طلوع، انتشارات موسسه خدمات فرهنگی رسا.

- 6- Ditto W. and L. Pecora (1993), "Mastering Chaos" **Scientific American**, 78-84.
- 7- Garfinkel A., Spano M. L., Ditto W. L and Weiss, J. (1992) 'Controlling Cardiac Chaos' **Science** 257, 1230-5.
- 8- Gleick, J. (1987), Chaos - **Making a New Science**, Penguin Books Ltd, Harmondsworth, Middlesex.
- 9- Lorenz, E. N. (1973), "**The Essence of Chaos**", University of Washington Press, 7-11.
- 10- Lorenz, E.N. (1963), "Deterministic non-periodic flow" **Journal of Atmospheric Sciences**, 20, 130-41.
- 15- Schiff, S. J. Jerger, K. Duong, D. H Chang, T. Spano M. L and . Spano W. L. D. Spano, (1994), 'Controlling Chaos in the Brain' in **Nature**, 370, 615-20.

16-Stewart, I. (1989), "**Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos**", Penguin Books Ltd. Harmondsworth, Middlesex.



شرو، شگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی