تئوری سیستم‌های انطباقی پیچیده
ابزار تحلیلی نظم در محیط‌های پیچیده و آشوب

محمدرضا فرجی [1] فرهاد قاسمی [2]

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۵/۳۱ تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۱۰/۲۸

سیاست جهانی

فصلنامه علمی پژوهشی سیاست جهانی، دورهٔ ششم، شمارهٔ سوم، پاییز ۱۳۹۶

چکیده

اصولا جهانی شدن به عنوان یک فرایند اجتماعی، محدودیت‌های خاصی را بر تحلیل واقعیت‌های اجتماعی تحمیل می‌کند. افزایش پیچیدگی سیستم‌های اجتماعی کاهش فهم پدیده‌ها را به دنبال دارد. همزمان ابزار مفهومی روابط بین‌الملل نیز هم در سطح تحلیل و هم در حوزه عمل ناقص و ناکافی است، که تأیید کننده ناکارایی چارچوب مفهومی، برای عمل در پیچیدگی فزاینده واقعیت‌های اجتماعی می‌باشد. از این رو مقاله حاضر با مفروض قرار دادن پیچیدگی در جهان واقعی این پرسش را مورد بررسی قرار داده است که کدام تئوری قدرت تبیین تحولات حادث از پیچیدگی شدن سیستم بین‌الملل را دارد؟ ماحصل پژوهش حاضر اشاره به این دارد که غیرخطی بودن، ذاتی پدیده‌های سیاسی است و مفروضات خطی کمک زیادی به فهم و تحلیل پدیده‌های غیرخطی جهان واقعی نمی‌کنند. بنابراین با توجه به پیچیدگی حاکم بر سیاست بین‌الملل و پدیده‌های جهان واقعی به نظر می‌رسد تئوری سیستم‌های انطباقی پیچیده قدرت تبیین تحولات حادث از پیچیدگی شدن سیستم بین‌الملل را دارا باشد.

واژگان کلیدی؛ پیچیدگی، سیستم‌های انطباقی پیچیده، دینامیک‌های غیرخطی، شاخه‌ای شدن نظم، وابستگی حساس

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. دانشجوی دکتری گروه علوم سیاسی دانشگاه گیلان
نویسنده مسئول: mfaraji62@yahoo.com
۲. دانشیار گروه روابط بین الملل دانشگاه تهران

مقدمه

در آغاز هزاره جدید روابط بین‌الملل در وضعیت یک رشته‌ای که از نظر مفهومی عقب مانده می‌باشد، ظاهر گردید. دولت – ملت که زمانی نقطه ثقل پارادایم حاکم در روابط بین‌الملل بود، در حال حاضر به عنوان یک مفهوم ناکافی برای توصیف جهانی که فرایندهای شتابان جهانی شدن را تجربه می‌کند، مطرح می‌باشد. مرزهای کشورها بیشتر و بیشتر نفوذپذیر می‌شوند و تقریبا حاکمیت مطلق کشورها بر مرزها رو به فرسایش می‌رود و قدرت نظامی به تنهایی فراهم‌کننده بقای یک کشور نمی‌باشد. بنابراین با پیچیدگی و آشوبی شدن سیستم بین‌الملل، چارچوب کارکردی نظم نیز متحول می‌شود. واحدها دیگر دولت – ملت‌ها نیستند بلکه شاهد تکثر در واحدهای بین‌المللی هستیم. موضوعات نیز متکثر می‌باشند و دیگر موضوعات نظامی به تنهایی مطرح نمی‌باشند بلکه در کنار آن موضوعات سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و ارتباطی نیز مهم می‌باشند و سلسله مراتب در موضوعات نیز وجود ندارد. کانال‌های ارتباطی نیز متعدد می‌باشند. بر این اساس با تغییر در پارادایم نظم، قواعد حاکم بر سیستم تغییر کرده است. بنابراین پدیده‌های موجود در روابط بین‌الملل صرفا از رابطه علت و معلولی کلاسیک تبعیت نمی‌کنند. به عبارتی پدیده‌ها در حوزه علوم اجتماعی به طور عام و روابط بین‌الملل به طور خاص تابع منطق خطی نمی‌باشند بلکه غیرخطی می‌باشند. بر همین اساس بود که وقوع بعضی از پدیده‌ها در سیاست بین‌الملل مانند فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی و یا فرو ریختن دیوار برلین توسط هیچ تحلیل‌گری پیش‌بینی نشد. در اینجا این سؤال مطرح می‌باشد که با توجه به مفروض قرار دادن پیچیدگی در حوزه بشری کدام تئوری قدرت تبیین تحولات حادث از پیچیدگی شدن سیستم بین‌الملل دارد؟

معمولا در پژوهش‌های اجتماعی به محاسبه همبستگی بین متغیرهای مستقل و وابسته پرداخته می‌شود. حتی به محاسبه نسبت میزان تغییر در یک متغیر به متغیرهای دیگر می‌پردازیم. با این منطق همبستگی متقابل میان عناصر و متغیرها و واقعیتی که آنها منجر به ظهور پدیده‌های جدید می‌شوند، نادیده گرفته می‌شود. در سیستم‌های پیچیده بایستی به مفاهیم به عنوان علت یا تأثیر کمی با شک و تردید نگریست. در فیزیک اصل عدم قطعیت که توسط هایزنبرگ مطرح شد اشاره به مشکلاتی در اندازه‌گیری دقیق پدیده

مشخصی دارد، هر عمل اندازه‌گیری مشروط به تبادل انرژی بین شیء و ابزارهای اندازه‌گیری می‌باشد. این تعامل ذهن– عین سنجش کاملا دقیق را برای همیشه با اشتباهاتی که در حوزه فیزیک کوانتم وجود دارد، غیرممکن می‌سازد. قانون مربوط به رابطه دوطرفه بین ذهن و عین در علوم اجتماعی نیز وجود دارد. اصل عدم قطعیت اجتماعی ریشه در عقلانیت و خودآگاهی افراد دارد. یک نظریه فیزیکی در رابطه با روشی که ذرات رفتار می‌کنند یا درست است و یا غلط، آن هیچ‌گونه تأثیری بر رفتار واقعی ذرات ندارد. در علوم اجتماعی آگاهی انسان یک فاکتوری است که امکان پیش‌بینی‌های دقیق را کاهش می‌دهد. عقلانیت و خودآگاهی در رفتارهای بشری همراه با تراکم اجتماعی امکان پیش‌بینی را کاهش می‌دهد. قیاس بین فرایندهای اجتماعی و شیمیایی نوعی ساده کردن مسئله است. برخلاف انسان، مولکول‌ها و مواد فاقد حافظه، آگاهی یا توانایی در یادگیری می‌باشند. با غیرخطی شدن و عدم قطعیت در رفتارهای اجتماعی تحلیل‌گران تئوری‌های موثرتری را به منظور تحلیل بهتر جامعه ارائه دادند. برای این منظور تئوری سیستمی در ابتدا و در ادامه با افزایش پیچیدگی مسائل تئوری سیستم‌های انطباقی پیچیده مطرح گردید.

در پاسخ به پرسش اصلی پژوهش این فرضیه مطرح می‌باشد که به نظر می‌رسد تئوری سیستم‌های انطباقی پیچیده با ویژگی دینامیک غیرخطی، قدرت تبیین تحولات حادث از پیچیدگی شدن سیستم بین‌الملل را داشته باشد. به طور خلاصه دو دلیل اصلی برای کاربرد رویکرد سیستم‌های پیچیده در روابط بین‌الملل وجود دارد: اول؛ این رویکرد می‌تواند به درک واقعیتی که به دلیل ماهیتش بسیار پیچیده است، کمک کند. پیچیدگی ذاتی حوزه تعامل بشری ارائه یک پارادایمی که پیچیدگی را در همه سطوح می‌پذیرد، برای تحلیل و تبیین پدیده‌ها می‌طلبد. دوم؛ همان‌گونه که بیان گردید پیچیدگی جهان معاصر رو به افزایش است و مفروض پیچیدگی قادر به ارائه یک بینش جدیدی در رشته می‌باشد.

۱. سیستم‌ها و ادبیات روابط بین‌الملل

مطالعه علمی سیستم‌ها با تئوری عمومی سیستم‌های لودویگ ون برتالنفی[1] در اوایل دهه ۲۰ آغاز و سپس در دهه ٤٠ رایج گردید (Bertalanffy,1968). مطالعه سیستم‌ها منجر به توسعه روش‌های مصنوعی در تکمیل تحلیل‌ها گردید (Steels,1993). در یک روش تحلیلی، یک مدل انتزاعی‌تر از مشاهدات است. سپس مدل به پیش‌بینی می‌پردازد که با مشاهدات بیشتر کارایی مدل ارزیابی می‌شود. در یک روش مصنوعی نیز یک مدل انتزاعی‌تر از مشاهدات است. اما این مدل در ایجاد یک سیستمی به کار می‌رود که باید با مشاهدات تأیید شود. روش‌های مصنوعی نه فقط فراهم‌کننده یک رویکرد برای درک وقایع می‌باشند بلکه آنها همچنین قادرند سیستم‌هایی را مهندسی کنند که بیانگر ویژگی‌های سیستم مورد مطالعه باشند. ادبیات مربوط به سیستم‌ها خود شامل دو دسته ادبیات مربوط به نظم سیستم‌های کلاسیک و ادبیات مربوط به نظم سیستم‌های پیچیده و آشوبی می‌باشد. در حوزه سیستم‌های کلاسیک و ساده ادبیات چندی به رشته تحریر درآمده که در جدول ذیل بیان می‌گردد.

جدول (۱) ادبیات مربوط به نظم سیستم‌های کلاسیک و ساده

سال انجام پژوهش	پژوهشگر	عنوان پژوهش	نتایج
۱۳۸۲	فرهاد قاسمی	تأثیر ساختار هژمونیک سیستم بین‌الملل بر پدیده نظم در سیستم تابع خلیج فارس	به بررسی تأثیر ساختار نظام بین‌الملل و همچنین قدرت مداخله‌گر بر نظم منطقه‌ای خلیج فارس می‌پردازد.
۱۳۹۱	فرهاد قاسمی	رهیافتی نظری بر دیپلماسی	به بررسی جایگاه دیپلماسی در سیستم بین‌الملل پرداخته و این موضوع را مطرح می‌کند که چرخه سیستمی قدرت همراه

2- Ludwig Von Bertalanffy.

		منطقه‌ای: واحدهای تجدیدنظرطلب در گذار چرخه سیستمی قدرت	با الگوهای نظم و نقاط عطف موجود در آن چه فرصت‌ها و محدودیت‌هایی را برای کشورهای تجدید نظرطلب در پی داشته و پیامدهای آن بر دیپلماسی چنین کشورهایی چگونه است؟ و در نهایت این مقاله مدل دیپلماسی شبکه‌ای دولت‌های تجدید نظرطلب را در مراحل گذار چرخه قدرت ترسیم می‌کند.
۱۹٦۸	برتالنفی	تئوری عمومی سیستم‌ها	تئوری عمومی سیستم‌ها را برای تجزیه و تحلیل تحولات در حوزه بین‌الملل مطرح کرد.
۱۹٦۳	ریچارد روزکرانس [1]	کنش و واکنش در سیاست‌های جهان	سیستم بین‌الملل را از لحاظ تاریخی بررسی می‌نماید و سعی به تحلیل وقایع بین‌الملل بین سال‌های ۱۷٤۰ تا ۱۹٦۰ با رویکرد سیستم‌های کلاسیک و ساده دارد.
۱۹٦۲	مورتون کاپلان [2]	سیستم و فرایندها در سیاست بین‌الملل	به تحلیل سیاست بین‌الملل از منظر سیستم‌های ساده و کلاسیک می‌پردازد و برای تحلیل وقایع بین‌الملل شش مدل سیستمی ارائه می‌دهد.
۱۹٤۸	واینر [3]	سایبرنتیک	واینر در این کتاب نظریه ارتباطات و کنترل را بنیان گذاری نمود. وی از مفهوم سایبرنتیک برای تبیین نظریه موجود استفاده کرد که این نظریه در خصوص انتقال پیام‌ها، همراه با ایده‌هایی است که فرد با ارسال پیام‌ها، آن هم در قالب یک سیستم، برای کنترل محیط پیرامون به کار می‌برد.
۲۰۰٦	راما [4]	نظم و تغییر در سیستم معاصر بین‌الملل	به بررسی عوامل نظم و ثبات و همچنین بحران‌ها و چالش‌های موجود در سیستم بین‌الملل می‌پردازد و دوره‌های گذار و تغییر سیستم را مطرح می‌کند.

3- Richard Rosecrance.
4- Morton Kaplan.
6- Wiener.
7- Rama.

همان‌گونه که مشخص می‌باشد ادبیات مربوط به حوزه سیستم‌های ساده اگر چه از منظر سیستمی به تحلیل سیاست خارجی می‌پردازند ولی مبتنی بر تفکر کلاسیک و رویکرد تک علتی به تحلیل سیاست خارجی می‌باشند و صرفا کنترل و ارتباطات سیستمی را ساده فرض می‌کنند که با چند تغییر ساده در فرایند کنترل می‌توان نتایج دلخواه را به دست آورد. به طور کلی همه این ادبیات مبتنی بر مفروضات منطق کلاسیک از جمله؛ تقلیل‌گرایی، جبرگرایی، انطباق دانش یا پیش‌بینی پذیری و عقلانیت محوری می‌باشند. اما در ادامه در حوزه سیستم‌های پیچیده و آشوبی نیز ادبیاتی هر چند بسیار محدود به رشته تحریر در آمدند که سعی در تجزیه و تحلیل سیاست خارجی با توجه به تحولات نوین دارند. در زیر به بررسی این ادبیات پرداخته می‌شود.

جدول (۲) ادبیات مربوط به نظم سیستم‌های پیچیده و آشوبی

سال انجام پژوهش	پژوهشگر	عنوان پژوهش	نتایج
۱۳۹۳	فرهاد قاسمی	نظریه‌های روابط بین‌الملل: سایبرنتیک و سیاست خارجی	به بررسی و تحلیل سیاست خارجی از منظر سیستم‌های پیچیده و آشوبی می‌پردازد.
۱۳۹۲	فرهاد قاسمی	شبکه‌ها و سیاست خارجی	از منظر شبکه‌ها به بررسی سیاست خارجی می‌پردازد که پژوهشی در حوزه نظم در سیستم‌های پیچیده و آشوبی می‌باشد.
۱۹۵۶	اشبی[1]	مقدمه‌ای بر سایبرنتیک	فرایند ارتباط و کنترل را بررسی می‌کند و با توجه به اصول سیستم‌های پیچیده و آشوبی قانون لازمه تنوع و انطباق پذیری در سیستم‌های پیچیده را مطرح می‌کند.
۲۰۱۳	آلبرت لو[1]	سیستم‌های غیرخطی و	به سیستم‌های غیرخطی و پیچیده می‌پردازد.

7- Ashby.

		پیچیدگی	
۱۹۹۲	جان هلند[۲]	سیستم‌های انطباقی پیچیده	به مباحثی پیرامون سیستم‌های انطباقی پیچیده می‌پردازد.
۲۰۰۰	ریچارد دیانا[۳]	پیچیدگی سیاسی: مدل‌های غیرخطی سیاست	به مباحث غیرخطی در دنیای سیاست می‌پردازد.

در تمامی دوره‌های تحول نظریه سایبرنتیک و دیدگاه‌های اندیشمندان آن، کنترل و مدیریت نظم به عنوان یکی از اجزاء محوری تمامی سیستم‌ها، چه در حوزه فیزیکی و مکانیکی و چه در سایر حوزه‌ها از جمله حوزه انسانی تصور شده است. این جزء به عنوان شرط وجودی هر سیستمی محسوب می‌گردد. در این میان سیستم‌ها معطوف به هدف خواهند بود و دقیقا چنین ویژگی است که کنترل و مطالعه آن را ضروری می‌سازد. کنترل سیستم در حقیقت برای هدایت سیستم به سوی اهداف مورد نظر می‌باشد. به عبارتی هر سیستمی دارای کارکردی است و این کارکردها نیز در راستای تحقق اهدافی است که برای آن تعریف شده است. در این میان سیستم‌های سایبری دارای گونه‌های مختلفی می‌باشند. این گونه‌ها بر اساس گونه‌بندی کنترل و هدف‌سازی در آنها شکل می‌گیرند (قاسمی،۱۳۹۳:۳۰). به طور کلی سیستم‌های سایبری را می‌توان بر اساس میزان پیچیدگی و نحوه کنترل و قدرت تعریف اهداف، به انواع زیر دسته‌بندی نمود:

۱. سیستم‌های ساده و نسل اولی که کنترل از بیرون صورت می‌گیرد؛ (سیستم‌های مکانیکی).

8- Albert Luo.
9- John H. Holland.
10- Richards Diana.

۲. سیستم‌های حفظ کننده هدف که این نـوع سیسـتم‌هـا فقـط قـادر بـه پیگیـری اهدافی هستند که برای آنها تعریف شده می‌باشد. بنـابراین از ایجـاد تغییـر در سمت‌گیری و سازه‌های درونی خود ناتوان می‌باشند.

۳. سیستم‌های تغییر دهنده هدف که این نوع سیستم‌ها قادر بـه تغییـر اهـداف در فازهای مختلـف خواهنـد بـود، بنـابراین در ایـن نـوع از سیسـتم‌هـا، انطبـاق ساختاری صورت می‌گیرد؛ (سیستم‌های خودسازنده).

٤. سیستم‌های تعریف کننده هدف کـه از نـوع سیسـتم‌هـای پیچیـده و هوشـمند می‌باشند. در این نوع از سیستم‌ها فرایند بازخورانی از نوع یادگیری و اصـلاح کنندگی حاکم می‌باشد؛ (قاسمی،۱۳۹۳:۳۱) (سیستم‌های شناختی).

شکل‌گیری سیستم‌های شـناختی و تغییـر دهنـده هـدف، مفهـوم انطبـاق را وارد عرصـه مطالعات سیستمی روابط بین‌الملل می‌نماید. تغییر هدف و دسـتیابی بـه اهـداف جدیـد، مستلزم تغییر و تحول سازه‌های داخلی شبکه و انطباق بـا وضـعیت‌هـای نـوین تعریفـی است. در همین راستا سیستم‌های انطباقی پیچیده شکل می‌گیرند.

۲. مبانی نظری رویکرد کلاسیک و پیچیده

۲-۱. منطق کلاسیک

اکثر مدل‌های علمی به طور ضمنی مبتنی بر تفکر سنتی یا روش دکارتی از علم می‌باشند، که به صراحت در مکانیک کلاسیک یا نیوتونی که تا آغاز قرن بیستم حاکم بر دیدگاه علمی جهان بود، ریشه داشت. منطق کلاسیک متمایز از منطق شهودی می‌باشد. در منطق کلاسیک که مبتنی بر این قانون می‌باشد که هر گزاره یا درست است یا غلط حد وسط نادیده گرفته می‌شود (Licata,2008:1). آن مبتنی بر مفروضات زیر می‌باشد:

• تقلیل گرایی: برای فهم کل یک سیستم بایستی آن را به عناصر تشکیل دهنده و خواص اساسی آن فرو کاست، به عبارتی فهم کل سیستم از طریق اجزاء آن امکان پذیر است و سیستم‌ها جدا از اجزای خود هویت مستقلی ندارند.

• جبرگرایی: هرگونه تغییری در سیستم پیرو قوانین علی ثابت می‌باشد. منطق کلاسیک، پیرو قوانین ساده علت و معلولی A B می‌باشد. یعنی زمانی که A دلالت بر B دارد هر گونه تغییری در A منجر به تغییر در B می‌شود و میزان تغییرات در B وابسته به میزان

تغییرات در A می‌باشد. این قوانین باعث پیش‌بینی حوادث در آینده می‌شود. به عبارتی بهتر تغییر در سیستم‌ها جدا از قوانین آنها وجود نداشته و به همین دلیل پیش‌بینی تغییرات در سیستم بسیار سهل و راحت است.

• دوگانگی: اجزاء نهایی هر سیستمی ذرات هستند، به عنوان مثال قطعات ساختمان، مواد آن هستند. از آنجایی که مواد توسط قوانین مکانیکی تعیین می‌گردند، هیچ گونه آزادی در تفسیر یا مداخله ندارند. به عبارتی بهتر اجزاء سیستم بعد از ادغام با یکدیگر و تشکیل سیستم جدید هویت خود را از دست داده و هیچ گونه استقلال عملی ندارند.

• تئوری انطباق دانش: از طریق مشاهده می‌توان به شناخت کاملی از یک سیستم دست یافت و به مقایسه سیستم موجود با سیستم مطلوب پرداخت و سپس یک سیستم منطقی را که اجزاء آن منطبق با سیستم فیزیکی باشد، ترسیم کرد. به عبارتی بهتر؛ با شناخت بهتر سیستم موجود بایستی استراتژی برای تطبیق با سیستم موجود که بهترین مطلوبیت را برای واحد به دنبال داشته باشد، ترسیم کرد.

• عقلانیت: با توجه به دستیابی به شناخت کامل در تعامل با سیستم، یک کارگزار همیشه گزینه‌ای را که بیشترین مطلوبیت به دنبال داشته باشد انتخاب می‌کند. بر این اساس فعالیت‌های ذهن تعیین‌کننده یا پیش‌بینی پذیر در مواجه با یک سیستم و سازه‌های آن می‌باشد (Gershenson and Heylighen,2004:1-3). به طور کلی علم کلاسیک با ایجاد تمایز دقیق بین اجزاء، ویژگی‌ها و حالات سیستم تحت مشاهده آغاز می‌شود. این تمایزات برای همه مشاهده‌گران مطلق و عینی فرض می‌شود. آن‌ها از اصول منطق ارسطویی پیروی می‌کنند: یک پدیده به دسته الف تعلق دارد یا ندارد. آن نمی‌تواند همزمان به هر دو تعلق داشته باشد. دانش چیزی بیشتر از حفظ چنین تمایز نگاشتی از عین به ذهن نیست، درحالی که عمل یک نگاشت برعکس از ذهن به عین است.

این تفکر و اعتقاد به این که تمام قضیه‌های منطقی یا صادق هستند و یا کاذب نشأت گرفته از اعتقاد ارسطویی به جهان سیاه و سفید است. منطق ارسطویی در نهایت به حکمی بنیادی تقلیل می‌یابد: «الف» یا «ضد الف»، درست یا غلط. در منطق ارسطو نمی‌توان در آن واحد «الف» و «ضد الف» داشت. منطق دوتایی ارسطو به قانون اساسی اندیشه تبدیل شد. تمامی مکاتب بعدی از این منطق بهره جستند. بسیاری از این مکاتب

فقط بر پایه ارسطو بنا نهاده شد و منطق «الف» یا «ضد الف» مدت دو هزار سال حاکم مطلق جهان بود (خیام،۱۳۷۹:۵۱۱). این قانون اندیشیدن در زبان، آموزش و افکار ما رسوخ کرده است. منطق ارسطویی دقت را فدای سهولت می‌کند (ساروخانی و صادقی پور،۱۳۹۳:٤۹).

۲-۲. ناکارایی منطق کلاسیک

اگر چه منطق ارسطو، تأثیر بسیاری در پیشرفت علم در بخش وسیعی از تاریخ علم داشته است و شماری از دانشمندان بزرگ از اقلیدس[۱] و ارشمیدس[۲] گرفته تا برخی از متفکرین عصر حاضر، اطلاعات ریاضی خود را با استمداد از اصول منطق دو ارزشی ارسطو تبیین کردند، اما به دلیل بروز نتایج مختلف از قوانین واحد، اعتبار آن به کرات مورد تردید قرار گرفته است. از این رو در نیمه دوم قرن نوزدهم عده‌ای از ریاضی‌دانان و فلاسفه همچون دمورگان[۳]، فرگه[٤]، شردر[٥]، راسل[٦]، تارسکی[۷] و دیگران به تنقیح علم منطق با استمداد از اصول ریاضیات همت گماردند و بدین سان نگرش جدیدی در منطق به وجود آمد (حق بین،۱۳۸۰:۲۹). اصولا دنیایی که در آن زندگی می‌کنیم دنیای عدم قطعیت و دنیای پدیده‌های مبهم است. مغز انسان عادت کرده که در چنین محیطی فکر کند و تصمیم بگیرد و این قابلیت مغز که می‌تواند با استفاده از داده‌های غیردقیق و کیفی به یادگیری و نتیجه‌گیری بپردازد، در مقابل منطق ارسطویی که لازمه‌اش داده‌های دقیق و کمی است، در خور تأمل می‌نماید (ساروخانی و صادقی پور،۱۳۹۳:۵۱). در دنیای ما غالب چیزهایی که درست به نظر می‌رسند «نسبتا» درست هستند و در باب صحت و سقم پدیده‌های واقعی همواره درجاتی از «عدم قطعیت» صدق می‌کند. به عبارت دیگر، پدیده‌های واقعی صرفا سیاه و سفید نیستند، بلکه تا اندازه‌ای خاکستری هستند. اما علم مبتنی بر منطق کلاسیک، واقعیت‌های خاکستری یا فازی را با ابزار سیاه و سفید ریاضی به نمایش می‌گذارد و این چنین است که به نظر می‌رسد واقعیت‌ها نیز

11-Euclid's.
12-Archimedes.
13-De Morgan.
14- Frege.
15-Shredder.
16- Russell.
17- Tarski.

صرفا سیاه یا سفید هستند (ساروخانی و صادقی پور،۱۳۹۳:۴۹). ریاضیات قدیم به شفاف‌ها مشغول بود. نهایت امر اینکه در کارهای پلانک[۱]، انیشتین[۲]، هایزنبرگ[۳] و گودل[۴] مشخص شد که «سفید صد در صد» و «سیاه مطلق» وجود ندارد. نمی‌تواند وجود داشته باشد. امروزه شاخه اصلی ریاضیات به خاکستری‌ها، مبهم‌ها و گنگ‌ها می‌پردازد. ریاضیات و منطق فازی از بحث‌های مربوط به طیف آغاز می‌شود. قبل از فازی ما با مقوله صحیح و ناصحیح سروکار داشتیم (خیام،1379:۵۱۲).

۳-۲. ظهور علم جدید

۱-۳-۲. پیچیدگی

پیچیدگی بر گرفته از کلمه لاتین پلکسوز (Plexus) که به معنی در هم آمیخته است می‌باشد. این به آن معنی است که اجزاء به هم وابسته هستند. بنابراین در سیستم‌های پیچیده تمرکز اصلی بر تعاملات می‌باشد (Gershenson,2013). تعاملات در سیستم‌های پیچیده تعیین‌کننده آینده سیستم و در نتیجه محدودکننده پیش‌بینی در سیستم می‌باشد. میزان پیچیدگی یک سیستم بستگی به تعداد عناصر و اجزاء سیستم، تعداد تعاملات سیستم با محیط درونی و بیرونی خود، میزان پیچیدگی عناصر و اجزاء سیستم و همچنین میزان پیچیدگی تعاملات سیستم دارد. برای مثال تعاملات بین دو کشور می‌تواند بسیار پیچیده‌تر از تعاملات بین چند کشور باشد. یکی از چالش‌های پیچیدگی یافتن نقطه تعادلی مناسب در سیستم است. پیچیدگی خودش نیز یک مفهوم پیچیده می‌باشد به گونه‌ای که قادر به ایجاد یک تمایز غیرمبهمی بین سیستم‌های ساده و پیچیده نمی‌باشیم. حتی از آنجا که مفهوم پیچیدگی معانی متفاوتی در بسترهای مختلف به خودش می‌گیرد یک تعریف کلی از مفهوم پیچیدگی وجود ندارد (Edmonds,2000). می‌توان گفت یک سیستم زمانی پیچیده است که دارای چندین عناصر تعاملی باشد (Simon,1996)، به گونه‌ای که استنباط رفتار سیستم از رفتار اجزاء مشکل خواهد بود. این زمانی روی می‌دهد که بخش‌های بسیاری در سیستم وجود دارد و یا هنگامی که

18- Planck.
19- Einstein.
20- Heisenberg.
21- Godel.

تعاملات زیادی بین بخش‌ها وجود داشته باشد. با افزایش تعاملات حالت هر عنصر بیشتر وابسته به حالت عناصر دیگر می‌شود که تفکیک و جدا کردن عناصر را از یکدیگر مشکل می‌سازد. بنابراین روش‌های تحلیلی که با جدا کردن اجزاء سعی در شناسایی سیستم دارند از آنجا که رابطه بین آنها را نادیده می‌گیرند، اجازه درک پیچیدگی را نمی‌دهند. عناصر متقابلا به یکدیگر وابسته می‌باشند به گونه‌ای که هر تغییری در یک عنصر از طریق تعاملات به سایر عناصر شیوع پیدا می‌کند. این درک رفتار سیستم جهانی را بسیار مشکل می‌سازد. برخلاف «مدل توپ بیلیارد» سیستم‌های ساده، که مبتنی بر منطق کلاسک است، سیستم‌های پیچیده بیشتر قانون استثنائات هستند.

در رابطه با پیچیدگی سه مکتب اروپایی، آمریکایی و ترکیبی وجود دارد؛ مکتب اروپایی که از آن به عنوان لبه نظم نیز یاد می‌شود. به بحث پیرامون ساختارهای اتلافی می‌پردازد و معتقد است که انرژی وارده به سیستم یک تنش انطباقی را در سیستم به وجود می‌آورد و وجود ساختارهای اتلافی در سیستم منجر به حفظ نظم و تعادل سیستم می‌شود. اما مکتب آمریکایی که لبه آشوب نامیده می‌شود. به وجود مجذوب‌کننده‌ها در سیستم می‌پردازد و معتقد است انرژی وارده سیستم را از یک مجذوب‌کننده به سمت مجذوب‌کننده دیگر سوق می‌دهد (Mckelvey and others,2010:3-5). دیدگاه ترکیبی که قانون قدرت را به عنوان هسته خود سامان‌دهی سیستم می‌داند به بحث پیرامون ساختارهای فرکتال می‌پردازد. در ساختارهای فرکتال که بر اساس تئوری فاقد معیار تعریف می‌شوند باور بر این است که فقط تنوع می‌تواند تنوع را خنثی کند (Ashby,1956). به منظور انطباقی بودن یک سیستم نیاز به تنوعی از نظم داخلی در برابر محدودیت‌های خارجی می‌باشد. می‌توان قانون اشبی (ضرورت تنوع) را به شرح ذیل در جهان پیچیدگی به روز کرد:

- فقط تنوع می‌تواند تنوع را خنثی کند.
- فقط درجات داخلی آزادی می‌تواند درجات خارجی آزادی (محدودیت‌های محیطی) را خنثی کند.
- فقط پیچیدگی داخلی قادر است پیچیدگی خارجی را خنثی کند.
- فقط فرکتال داخلی می‌تواند فرکتال خارجی را خنثی کند.

به طور کلی دیدگاه ترکیبی مبتنی بر قانون قدرت می‌گوید؛ ظهور هر مرحله در سیستم وابسته به مرحله قبلی است و از آنجایی که هر مرحله از مرحله قبلی ظاهر می‌شود، احتمال دستیابی به مرحله قبلی همیشه بیشتر از احتمال دستیابی به مرحله بعدی است (Mckelvey and others,2010:5-7). اصولا اصطلاح پیچیدگی فقط تحلیل یک نوع از رفتار سیستم نمی‌باشد؛ آن به معنای مجموعه‌ای از ویژگی‌ها که در اکثر سیستم‌های طبیعی قابل شناسایی است ازجمله سازه و فرایندهای آن نیز می‌باشد. یک سیستم پیچیده دارای قوانین بسیاری می‌باشد که بر رفتارهای آن تأثیرگذار و همچنین از پیچیدگی‌های متعددی برای مواجه شدن با یک محیط آشوب‌گونه برخوردار می‌باشد. معمولا قوانین طبیعی یک محیط آشوب‌گونه را نمی‌توان کنترل و خنثی کرد اما می‌توان آنها را به سمت تحقق اهداف هدایت و راهنمایی کرد. تئوری آشوب سعی در درک روابط بین آشوب و نظم دارد. در این مسیر آن ممکن است، از هر دو جهت گیری از نظم به آشوب و از آشوب برای دستیابی به نظم استفاده کند. در جدول زیر پارامترهای محیط آشوب‌گونه با محیط سنتی مقایسه شده است.

شکل (۳) مقایسه بین رویکرد سنتی با رویکرد پیچیده

رویکرد سنتی	رویکرد پیچیدگی
خطی؛ پیش‌بینی حالت‌های آینده سیستم یا رفتار آن از طریق یک معادله علت و معلولی ساده امکان پذیر است.	غیرخطی؛ تناسبی در روابط علت– معلول وجود ندارد، آینده نامعین، واکنش‌های سیستم غیرقابل پیش‌بینی و تکامل مداوم و پیوسته نمی‌باشد بلکه گسسته و ناگهانی است.
تقلیل گرایی؛ کل سیستم؛ مجموع اجزای آن می‌باشد.	فرکتال؛[1] کل سیستم از تعاملات N میلیون الگوی واحد که در مقیاس‌های متفاوت تکرار شده‌اند تشکیل شده است.
کنترل؛ آشوب مترادف با بی‌نظمی است، بایستی از آن تا حد امکان از طریق سیستم کنترل اجتناب کرد.	آشوب؛ رابطه قوی بین آشوب و نظم وجود دارد به گونه‌ای که در فرایندهای دینامیک یکی منجر به دیگری

22- Fractal.

	می‌شود. نمی‌توان از آشوب پرهیز کرد؛ در عوض می‌توان آن را برای خود سازماندهی سیستم از طریق مکانیسم مجذوب‌کننده به کار برد.
پیوستگی؛ سیستم در یک روش ناگهانی تغییر نمی‌کند، اگر این امر به وقوع پیوندد آن به دلیل اشتباهاتی بوده است که در سیستم کنترل رخ داده است و آن به خوبی مدیریت نشده است.	ناگهانی؛ یک اثر کوچک می‌تواند علت ناگهانی تغییرات انفجاری درون سیستم باشد.
منطق ارسطویی؛ یک عنصر نمی‌تواند متعلق به مجموعه‌ای از عناصر و همزمان متعلق به دو مجموعه باشد.	منطق فازی؛ رابطه بین عناصر و مجموعه‌ای از عناصر بله یا خیر نیست بلکه یک مسئله بیشتر و کمتر است.

Source: Dolan and Others,2001:3-4.

در مرحله اول؛ نظم آشوب، سیستم از یک دوره‌ای از نظم به دوره‌های نوسان و به اغتشاش و آشوب عبور می‌کند تا اینکه نهایتا خودسازمان‌ده می‌شود. در مقابل آشوب یک عنصری به نام مجذوب‌کننده‌های ناآشنا وجود دارد، یک پدیده‌ای که حالت‌های نهایی نظم سیستمی را جذب یا به خود می‌گیرد. اهمیت مجذوب‌کننده‌های ناآشنا در آشوب است که غیرقابل پیش‌بینی به نظر می‌رسد. یک مجذوب‌کننده ناآشنا دارای دو الگوی رفتاری است؛

۱- آن قطعی است زیرا آن رفتار سیستم را تعریف می‌کند. در اصطلاحات ریاضی مجذوب‌کننده‌ها وسعت سیستم هستند.

۲- آن آشوب است زیرا چنین رفتارهایی غیرقابل پیش‌بینی هستند. دانستن وسعت حرکت سیستم در هر زمان و مکان غیر ممکن است.

یک وضعیت تصادفی کاملا غیرقابل پیش‌بینی است، در حالی که در یک وضعیت آشوب‌گونه مجموعه‌ای از رفتارهای احتمالی آینده سیستم را می‌توان پیش‌بینی کرد.

۲-۳-۲. عدم قطعیت

ترک کردن منطق کلاسیک به معنای رهایی یافتن از اصول حفظ تمایز است. این دلالت بر این موضوع دارد که نمی‌توان برای مدت زمان طولانی تمایز را ثابت فرض کرد: یک تشخیصی که توسط یک مشاهده‌گر در یک بستر ایجاد می‌شود ممکن است برای زمان

طولانی– یا حتی ممکن است– برای مشاهده‌گران دیگر و یا در بسترهای دیگر معنی دار نباشد. به همین دلیل است که در علوم اجتماعی برخلاف علوم طبیعی قانون نداریم. در علوم طبیعی پژوهشگران با قوانینی سروکار دارند که مقبولیت عمومی دارد ولی در علوم اجتماعی به دلیل عدم قطعیت با قواعد سروکار دارند.

اصولا عدم قطعیت ریشه در فقدان شناخت و فقدان تعریف دارد. فقدان شناخت مربوط به آگاهی و دانش بشری در شناخت پدیده‌ها می‌باشد و فقدان تعریف به این معنی است که امکان تعریف دقیقی با توجه به عدم صراحت و عدم شفافیت مربوط به پدیده یا ویژگی خاص وجود ندارد (برای مطالعه بیشتر رجوع شود به کوره پزان،۲:۱۳۸٤). از آنجایی که امکان شناخت مطلق پدیده‌ها وجود ندارد. بنابراین شناخت نسبی برای زمینه‌ها و اهداف متفاوت مناسب است (Beer,1966). با روش تفکر کلاسیک استراتژیست‌ها تمام تلاش خود را صرف شناخت چیستی سیستم می‌کنند. از طرف دیگر منطق پیچیده اجازه اندیشیدن هم زمان به طرح‌های متفاوت را به منظور درک بهتر سیستم می‌دهد. از این رو در مواجهه با مسائل می‌توان طرحی را که مناسب‌ترین برای آن زمینه خاص است انتخاب کرد، به خوبی واضح است که یک مشکل متفاوت ممکن است تغییر بنیادی را در طرح‌ها فراهم کند.

۳-۳-۲. غیرخطی و آشوب

غیرخطی و آشوب اجزایی از یک موضوع دینامیک می‌باشند. از آنجایی که سیستم‌های انطباقی پیچیده دینامیک می‌باشند و در گذر زمان دستخوش دگرگونی و تغییر و تحول می‌شوند بنابراین آنها نیز همانند تمام سیستم‌های دینامیک دارای ویژگی‌های غیرخطی، آشوب و فرکتال می‌باشند. اصولا فهم و تحلیل سیستم‌های غیرخطی مشکل‌تر از سیستم‌های خطی می‌باشد زیرا سیستم‌های خطی را می‌توان درون اجزای خود فروکاست و از طریق تحلیل اجزاء به تحلیل سیستم پی برد. در این مفهوم یک سیستم خطی دقیقا برابر با مجموع اجزای آن است. اصولا یک سیستم زمانی خطی است که خروجی آن متناسب با ورودی آن باشد. اما بسیاری از پدیده‌های جهان واقعی از این روش پیروی نمی‌کنند. از آنجایی که اکثر پدیده‌های جهان واقعی دینامیک می‌باشند از اصول غیرخطی پیروی می‌کنند (Strogatz,1994:9). سیستم‌های دینامیکی، غیرخطی

هستند که نسبت به شرایط اولیه‌شان بسیار حساس‌اند و تغییری اندک در شرایط اولیه چنین سیستم‌هایی باعث تغییرات بسیار در نتایج آنها خواهد شد.

آشوب برای اولین بار توسط ادوارد لورنز[1] در اوایل دهه ٦٠ مطرح گردید. وی هم به بحث در مورد نوسانات نامتناوب معین پرداخت و هم وابستگی حساس به شرایط اولیه را کشف کرد. در دهه ۷۰ و ۸۰ تئوری هرج و مرج و آشوب برای توصیف پیچیدگی‌های جهان واقعی مطرح شد. دیوید روئل[2] و فلوریس تاکنس[3] اصطلاح «مجذوب‌کننده ناآشنا» را برای توصیف ساختارهای پیچیده آشوب در سال ۱۹۷۱ ابداع کردند. به تدریج اهمیت دینامیک‌های غیرخطی در جهان واقعی آشکار گردید و نگرش نقطه تعادل سیستم به نقاط دور از تعادل تغییر یافت (Kendall,2001:1). نظریه آشوب به سیستم‌هایی اشاره دارد که حاوی روابط غیرخطی، پیچیده و رفتار آشفته هستند. رفتار آشفته دو ویژگی مهم دارد به طوری که اینگونه رفتار از یک نظر غیر قابل پیش‌بینی ولی از منظر دیگر دارای الگوی نهفته در درون خود است. آشفتگی در مفهوم علمی‌اش اغتشاش مطلق نیست بلکه بیشتر نوعی ناپایداری محدود است تا ناپایداری شدید و خارج از کنترل، و در واقع مبین ترکیبی از نظم و بی‌نظمی است که در آن الگوها به طور مستمر در اشکال بی‌نظم اما با یک نوع الگوی مشابه و دارای نظم غایی آشکار می‌شوند. هیلز در سال ۱۹۹۰ بی‌نظمی را اینگونه تعریف کرد: بی‌نظمی و آشوب نوعی بی‌نظمی منظم یا نظم در بی‌نظمی است. بی نظم از آن رو که نتایج آن غیرقابل پیش‌بینی است و منظم بدان جهت که از نوعی قطعیت برخوردار است. طبق این نظریه، رویدادها در جهان چنان پیچیده و پویا هستند که به نظر بی‌نظم می‌رسند اما در حقیقت نظام آشوب‌گونه 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 پیش‌بینی رفتار پدیده‌ها را شکل داده و الگوی رفتاری آینده آن را به وجود می‌آورند. در نظریه آشوب یا بی‌نظمی اعتقاد بر آن است که در تمامی پدیده‌ها، نقاطی وجود دارند که تغییری اندک در آنها باعث تغییرات عظیم خواهد شد و

23- Edward Lorenz.
24- David Ruelle.
25- Floris Takens.

در این رابطه سیستم‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سازمانی، همچون سیستم‌های جوی از اثر پروانه‌ای برخوردارند و تحلیل‌گران باید با آگاهی از این نکته مهم به تحلیل و تنظیم مسائل مربوطه بپردازند (مهری،1394:7-1).

با توجه به مطالب ذکر شده بالا می‌توان عنوان کرد که محیط‌های آشفته یک قاعده در این جهان می‌باشند نه یک استثناء، بنابراین بهترین روش برای مواجه با محیط آشوب، فهم ویژگی‌های آن می‌باشد. امکان کنترل قوانین طبیعی حاکم بر محیط آشوب‌گونه وجود ندارد اما امکان مدیریت آن به سوی اهداف وجود دارد.

۳. تطبیق با پیچیدگی

با توجه به غیرقابل پیش‌بینی بودن ذاتی سیستم‌های پیچیده، در اینجا این سئوال مطرح می‌باشد که چگونه می‌توان به طراحی، ساخت یا به طور کلی با سیستم‌های پیچیده مواجه شد؟ اول بایستی پذیرفت که هرگز قادر به کنترل یا پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده به طور کامل نخواهیم بود. این طبیعی است که دگرگونی‌ها، خطاها و مشکلات همیشه وجود دارد. اما همیشه سعی به مقابله با وقایع غیرمنتظره با انطباق رفتارمان با وضعیت‌های جدید داریم (Holland,1975). اصول و روش‌های متفاوتی برای انطباق در وضعیت‌های مختلف؛ در سایبرنتیک (Heylighen and joslyn,2001)، هوش مصنوعی (Russle and Norvig,1995)، شبکه‌های عصبی (Rumelhart and otheres,1986)، سیستم‌های چند – عامل (Schweitzer,2003)، الگوریتم ژنتیک (Mitchell,1996)، کنترل هرج و مرج (Chen and Yu,2003)، و بسیاری از دیسیپلین‌های دیگر بررسی شده است. در انطباق با هر گونه تغییری چه پیش‌بینی شده و یا پیش‌بینی نشده، سعی در جبران انحراف از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب داریم. این روش اساسی بازخوران کنترل است؛ اصلاح اشتباهات پس از درک واقعیت (Heylighen and Joslyn,2001). اگر واکنش سریعا قبل از اینکه مسئله فرصت رشد داشته باشد، صورت گیرد، تنظیمات مبتنی بر بازخوران می‌تواند بی نهایت مؤثر باشد.

بازخوران کنترل نیاز به این است که یک مجموعه گسترده‌ای از تعاملات را در اختیار داشته باشیم (تنوع لازم) و بدانیم کدام اقدام را در کدام شرایط انجام دهیم (دانش لازم) (Heylighen and joslyn,2001). قانون سایبرنتیکی لازمه تنوع (Ashby,1956) بیان

می‌کند که انواع اختلالاتی که سیستم ممکن است با آنها مواجه شود بزرگتر از انواع واکنش‌هایی است که سیستم نیاز به باقی ماندن در کنترل دارد (Rosen,1985).

٤. رویکرد سیستمیک در حوزه علمی

اصولا رویکردهای سیستمیک قبل از شکل گیری تئوری عمومی سیستم‌ها نیز در تحلیل‌های اجتماعی و سیاسی کاربرد داشته است. اما از زمانی که رویکرد سیستمیک توسط برتالنفی (١٩٦٨) مطرح گردید، سریعا تبدیل به پارادایم برتر برای بسیاری از متخصصان بویژه به دلیل انطباق بالای آن در وضعیت‌های مختلف چه در مسائل تکنیکی یا زندگی اجتماعی گردید. هم شکلی بین سیستم‌های اجتماعی و تکنیکی، امیدواری عبور از دیسیپلین‌های افراطی که منجر به تکه تکه شدن علوم می‌گردید را فراهم کرد. از طرف دیگر تحلیل واقعیت‌های طبیعی و اجتماعی، با تفکر سیستمیک به استراتژیست‌ها و تئوریسین‌ها اجازه طراحی، طرح‌های تکنیکی قابل پیش‌بینی را نیز می‌دهد (Cindea,2006:51-52). زمانی که برتالنفی اشاره به تئوری عمومی سیستم‌ها داشت (Bertalanfy,1968:38)، هدفش برجسته کردن تمایل ادغام بین علوم طبیعی و اجتماعی و کمک به تنظیم دقیق (به عنوان مثال ریاضی گونه) تئوری‌ها در رشته‌های علمی غیرفیزیکی بود. بعلاوه انتظار بر این است که این تئوری وحدت دیسیپلین‌های علمی را در پی داشته باشد. بهرحال نیاز به یک تئوری که جوامع بشری را به سمت عقلانیت سوق دهد احساس می‌گردد و به نظر می‌رسد تئوری سیستم‌ها ابزار نظری بسیار مناسبی برای این فرایند می‌باشد (Cindea,2006:51-52). گزاره‌های اصلی تئوری عمومی سیستم‌های برتالنفی عبارتند از:

١- همشکلی بین ساختارهای ریاضی در دیسیپلین‌های علمی متفاوت می‌تواند منجر به ادغام و یکی شدن علوم گردد.
٢- سیستم‌های باز نیاز به توجه به جریان انرژی، مواد و اطلاعات بین سیستم و محیط‌شان دارند.
٣- در سیستم‌های باز حالت نهایی سیستم ممکن است از شرایط اولیه متفاوت و از طریق مسیرهای مختلف به دست آید.

٤- نیاز به یک تئوری سیستمی برای محاسبه کلیت، رشد، تمایز، نظم سلسله مراتبی، کنترل و رقابت می‌باشد.

٥- تئوری عمومی سیستم‌ها می‌تواند پایه‌ای برای آموزش مهارت‌های عمومی علمی را فراهم کند.

دغدغه اصلی برتالنفی اتحاد بین علوم بود و وی به انتقاد از رویکردهای تقلیل‌گرا در علوم پرداخت. برتالنفی مسئله ظهور و سلسله مراتب در سیستم‌ها را مطرح کرد. اندیشمندان بعدی از جمله بولدینگ به بررسی ماهیت سلسله مراتبی در سیستم‌ها پرداختند. بولدینگ سطح‌هایی را برای توضیح سلسله مراتب در سیستم‌ها مطرح کرد که در جدول ذیل آمده است.

شکل (٤) سلسله مراتب در سیستم‌ها از دیدگاه بولدینگ

سطح	ویژگی‌ها	مثال‌ها	دیسیپلین مربوطه
١- ساختار	ایستا	کریستال، نقشه زمین	هر دیسیپلین
٢- کارهای - ساعتی	حرکت از قبل تعیین شده	ماشین‌ها، سیستم‌های خورشیدی	فیزیکی، شیمیایی
٣- مکانیسم‌های کنترل	حلقه کنترلی بسته	ترموستات، مکانیسم‌هایی در سازمان‌ها	سایبرنتیک، تئوری کنترل
٤- سیستم‌های باز	ساختارهای خود حفاظتی	سلول‌های بیولوژیکی	تئوری اطلاعات، بیولوژی (متابولیسم)
٥- ارگانیسم‌های پایین‌تر (سیستم‌های تکاملی)	کل با اجزای اساسی سازماندهی، رشد و بازتولید می‌شود	گیاهان	گیاه شناسی
٦- حیوانات (سیستم‌های حیوانی)	مغز کل رفتارها را هدایت می‌کند، قادر به یادگیری	پرندگان و جانوران	جانور شناسی
٧- موجودات بشری	خودآگاهی، دانش	انسان‌ها	روانشناسی، بیولوژی انسانی
٨- سیستم‌های فرهنگی و اجتماعی	قوانین، ارتباطات، انتقال ارزش‌ها	خانواده‌ها، گروه‌ها، سازمان‌ها و ملت‌ها	جامعه شناسی، مردم شناسی

۹- سیستم‌های متعالی	ناشناخته‌های گریز ناپذیر	خداوند	متافیزیک، الهیات

Source: Ryan, 2008:11.

اندیشمندان بعدی نیز به مطالعه سیستم‌ها به دلیل کارآیی آن در موضوعات علمی پرداختند. بنابراین مطالعه سیستم‌ها در تمام موضوعات و رشته‌های علمی از جمله رشته علوم سیاسی و روابط بین‌الملل حائز اهمیت گردید. در ادامه و با گسترش فرایندهای ارتباطی و به پیروی از تئوری عمومی سیستم‌ها علم سایبرنتیک مطرح گردید. سایبرنتیک، که توسط واینر معرفی گردید (Wiener,1948) علم مطالعه کنترل و ارتباطات در حیوان و انسان می‌باشد. اشبی در مقدمه‌ای بر سایبرنتیک (۱۹۵٦) نوشت که علم سایبرنتیک باید تشابهات بین ماشین، مغز و جامعه را مشخص کند.

۱-٤. گذار از سیستم به سیستم‌های پیچیده

در سال ۱۹۹۰ کافمن ظهور علم «پیچیدگی جدید» را اعلام کرد. وی ابراز امیدواری کرد که علم جدید منجر به تحول هم در حوزه علوم اجتماعی و هم در حوزه علوم بیولوژیکی گردد (Cindea,2006:54). افزودن صفت پیچیده به یک سیستم از نظر معنایی کار بسیار ساده‌ای نیست. برتالنفی سیستم عمومی را به عنوان «یک مجموعه‌ای از عناصر تعاملی»، تعریف می‌کند (Bertalanfy,1968:55). با این تعریف وی سیستم را مقدم بر پیچیدگی فرض می‌کرد، اما در این مورد پیچیدگی ویژگی سیستم نمی‌باشد؛ آن بیشتر از ساختارها و سلسله مراتب‌ها و معنایی که آنها به پیچیدگی می‌بخشند منتج می‌شود. یک ماشین شامل تعداد زیادی از تعاملات و بخش‌های سلسله مراتبی سازمان‌دهی شده پیچیده فرض می‌گردد، چرا که اجزاء در یک روش دترمینیستی شدیدی در ارتباط با یکدیگر می‌باشند. به عبارت دیگر سیستم‌های پیچیده نه فقط تعداد زیادی از اجزاء را شامل می‌شوند بلکه همچنین تعاملات غیرخطی را نیز در بر می‌گیرند (Cindea,2006:54). این ایده همچنین توسط جرویس[1] بیان گردید، زمانی که وی عنوان کرد «ما زمانی با یک سیستم مواجه هستیم که یک مجموعه‌ای از واحدها یا عناصر به گونه‌ای در ارتباط متقابل با یکدیگر باشند که تغییر در بعضی عناصر یا روابط آنها با

13- Jervis.

یکدیگر تغییراتی را در بخش‌های دیگر سیستم ایجاد کند، و سیستم ویژگی‌ها و رفتارهای کلی که متفاوت از آن اجزاء هستند به نمایش بگذارد.» (Jervis,1998:570).

تمایز بین سیستم‌های «کلاسیک» و «پیچیده» یک موضوعی است که بخش قابل توجهی از مباحث معرفت شناسی ما را بر می‌انگیزد. اولین تلاش‌ها در کاربرد رویکرد سیستم‌های پیچیده مربوط به مدل واکنش‌های شیمیایی و یا ایجاد پیش‌بینی‌های دقیق جوی بود. چنین شرایط آشوب و هرج و مرج گونه‌ای در حوزه علمی بی‌نظمی و غیرقابل پیش‌بینی بودن را به دنبال دارد، این امر منجر به شکل گیری یک روش قابل قبول علمی و پاسخگو در پدیده‌های غیرخطی و همچنین یک روش مشابه‌ای در حوزه علوم بیولوژیکی یا اجتماعی می‌شود. تمایزی که سیستم‌های پیچیده در تحلیل‌ها در پی دارد مربوط به ویژگی انطباقی بودن جوامع اجتماعی یا بیولوژیکی می‌باشد، که توانایی آنها را در دستیابی به اهداف معین، و همچنین توانایی آنها (بویژه جوامع بشری) در ایجاد ابزارهای تکنیکی برای انطباق خودشان با محیط بیرونی را افزایش می‌دهد. در توصیف آن، مفهوم سیستم‌های انطباقی پیچیده به کار می‌رود. پیچیدگی یک ارتقاء پارادایمی می‌باشد، رویکرد کلاسیک سیستمی محدودیت‌هایی در تحلیل نهادهای اجتماعی داشت. مفهوم پیچیدگی، اشاره به تکامل سیستم‌ها دارد که در آن تاریخ نقش مهمی را در رفتار آنها بازی می‌کند (Nicolis and Prigogine,1989:36). شکل ذیل تفاوت سیستم‌های پیچیده را با تئوری عمومی سیستم‌ها و سایبرنتیک نشان می‌دهد.

شکل (۵) مقایسه سیستم‌های ساده و سایبرنتیک با سیستم‌های پیچیده

تئوری عمومی سیستم‌ها و سایبرنتیک	سیستم‌های پیچیده
وحدت علم از طریق همریختی	ارتباط علم از طریق لبه‌ها
ظهور	ظهور
سازمانی	خود سازمان‌ده
پیچیدگی سازمانی	پیچیدگی
انطباق	انطباق/ تکامل
تعادل و نامتعادل	آشوب و ضد آشوب
رفتار معطوف به هدف	عوامل مستقل
ماشین‌های خودکار	ماشین‌های سلولی خودکار
سلسله مراتبی	شبکه‌ای

Source: Reyan,2008:24.

مفروض ساده ثابت ماندن شرایط، که پایه روابط علی در علوم اجتماعی است، اغلب حل‌کننده واقعیت‌ها در جنبش و تحول مستمر نمی‌باشد. تحلیل‌گران انتظار دارند که از طریق علیت که یادآور قوانین مکانیکی و طبیعی است قادر به تحلیل همه چیز باشند (Allen,1989). رابطه علت و معلولی کلاسیک (علیت کلاسیک) قادر به تبیین بسیاری از وقایع می‌باشد اما از تحلیل تحول ناتوان است. واقعیت‌های اجتماعی اغلب تأیید کننده مدل ایستا و قیاسی تحلیل‌گران نمی‌باشد و فهم این واقعیت‌ها احتمالا یکی از مهمترین اهداف تئوری پیچیدگی است. در سیستم‌ها هرگز نمی‌توان یک عامل را در نظر گرفت (Jervis,1998:570) و درستی این ادعا اگر به سیستم‌های اجتماعی توجه کنید، اثبات می‌شود.

اصولا تمایزات کیفی مهمی بین سیستم‌های فیزیکی با سیستم‌های اجتماعی وجود دارد. یکی از تمایزات اشاره به درجه تعادل سیستم‌ها دارد. سیستم‌های فیزیکی گرایش به تعادل دارند که حالت‌ها توسط سطوح بالایی از احتمالات یا درجات پایینی از سازمان‌دهی (حداکثر آنتروپی) توصیف می‌شوند. عنصر مهم دیگری که در سیستم‌های بیولوژیکی، فیزیکی یا شیمیایی قابل تمیز است، در رابطه آنها با محیط پیرامونی خود و روش تغییر در رفتارهای آنها می‌باشد. سیستم‌های فیزیکی یا شیمیایی به عنوان سیستم‌های بسته تحلیل می‌شوند، به این معنا که رابطه آنها با محیط خارجی نامربوط می‌باشد. در این سیستم‌ها تبادل با محیط فقط یک مسئله تبادل انرژی است. در سیستم‌های بسته حالت نهایی توسط شرایط اولیه تعیین شده است، و تکامل سیستم مطابق با دومین اصل ترمودینامیکی[1] به سمت حالت حداکثری آنتروپی می‌باشد. از طرف دیگر سیستم‌های دینامیک در حالت تبادل دائمی مواد و انرژی با محیط می‌باشند، اما آنها قادر هستند در بین محدودیت‌های معین و مشخص، مستقل از تغییرات در محیط خود عمل کنند. در یک محیط ذاتا خصومت‌آمیز ارگانیسم‌ها نیاز به تعادل درونی برای حفظ فرایندهای حیاتی ثبات خود دارند. برای مثال حیوانات درجه بدن خود را ثابت نگه می‌دارند حتی در شرایطی که درجه محیط بیرونی متغیر می‌باشد. مکانیسم‌های ضد آنتروپی که در ارگانیسم‌های زنده عمل می‌کنند، فرایندهای منفی واکنش‌های سایبرنتیکی

27- Thermodynamic.

می‌باشند که انرژی را توسط فرایندهای متابولیکی حفظ می‌کنند. حتی زمانی که حالت تعادل بسیار دور از دسترس باشد، سیستم‌های دینامیک دارای ثبات نسبی در رابطه با محیط خود می‌باشند (Cindea,2006:56).

۵. سیستم‌های انطباقی پیچیده

در جهان واقعی سیستم‌هایی کاملا پیچیده می‌باشند که دارای تعداد زیادی از تعاملات متقابل و بخش‌های متداخل می‌باشند. بنابراین سیستم‌های انطباقی پیچیده دارای تعداد زیادی از تعاملات متقابل و اجزای متداخل می‌باشند. سیستم‌های انطباقی پیچیده می‌توانند در هر جایی یافت شوند. به عبارتی کل جهان واقعی پیچیده است.

سه بنیاد تحقیقی اصلی که در حوزه سیستم‌های انطباقی پیچیده فعالیت می‌کنند عبارتند از: موسسه معروف سانتافه[۱] موسسه سیستم‌های پیچیده نیوانگلند[۲] و نهادی برای مطالعه سیستم‌های پیچیده[۳] بنیاد سانتافه پیشگام فعالیت در این حوزه می‌باشد. باید عنوان کرد که هیچ کدام از این سه موسسه قدیمی نیستند. هر چند که پیچیدگی یک پدیده کاملا جدیدی نیست و سیستم‌های پیچیده برای مدت زمان طولانی وجود دارند. دانشمندان در رشته‌های بیولوژی، پزشکی، اقتصاد، تاریخ، روانشناسی و جامعه شناسی سیستم‌های پیچیده را مورد مطالعه قرار می‌دادند. یکی از اندیشمندان پیچیدگی ویور می‌باشد وی معتقد است که علم پیچیدگی با توسعه کامپیوتر در ارتباط می‌باشد و بر این اساس است که مؤسسات تحقیقی در حوزه پیچیدگی نوپا می‌باشند (Fromm,2004:11-14).

استروگاتز معتقد است که در هر دهه‌ای یک تئوری بزرگ برای توصیف وقایع مطرح گردید. از دیدگاه وی در دهه ٦٠ سایبرنتیک در دهه ٧٠ تئوری هرج و مرج در دهه ٨٠ تئوری آشوب و در دهه ٩٠ تئوری پیچیدگی مطرح گردید. «تئوری آشوب آشکار کرد که سیستم‌های غیرخطی ساده می‌توانند دارای بی‌نهایت روش‌های پیچیده باشند. تئوری پیچیدگی بیانگر این است که تعامل واحدهای بسیار ساده مطابق با قوانین ساده می‌تواند ایجاد کننده نظم غیرمنتظره باشد» (Fromm,2004:16-17).

28- Santa Fe Institute.
29- The New England Complex systems Institute.
30- The Institute for the Study of Complex Systems.

ویور پیچیدگی را به دو نوع سازمان‌یافته و غیرسازمانی تقسیم می‌کند. وی معتقد است که پیچیدگی غیرسازمان‌ده می‌تواند در یک سیستم با جفت‌های بسیار بی‌قانون یافت شود، در این سیستم‌ها عناصر با یکدیگر برابر اما غیرسازمان‌ده می‌باشند. چنین سیستمی می‌تواند توسط تکنیک‌های قرن نوزده: ریاضیات، معادلات دیفرانسیل، تکنیک‌های آماری یا روش‌های ترمودینامیکی توصیف گردد.

پیچیدگی سازمان‌یافته را می‌توان در یک سیستمی با جفت‌های بسیار قوی یافت، در این سیستم عناصر متفاوت اما سازمان‌یافته می‌باشند. چنین سیستمی نمی‌تواند به خوبی توسط تکنیک‌های قرن نوزدهم توصیف شود. تکنیک‌های قرن بیستم در توصیف آنها مناسب‌تر می‌باشد. بنابراین محاسبات ریاضی توسط شبیه‌سازی کامپیوتری جایگزین می‌شود (Fromm,2004:17-18).

سیستم‌های انطباقی پیچیده در بسیاری از ویژگی‌ها با تئوری آشوب مشترک می‌باشند. چهار ویژگی تئوری آشوب عبارتند از:

۱- اثر پروانه‌ای؛ یعنی یک تغییر جزئی منجر به تغییری اساسی در نتایج می‌شود.
۲- سازگاری پویا؛ نوعی سازگاری و انطباق پویا بین سیستم و محیطش برقرار است.
۳- خودنمایی؛ هر جزء از الگو مانند و مشابه کل است.
٤- مجذوب‌کننده‌های ناآشنا؛ الگویی که به بی‌نظمی معنی و مفهوم می‌بخشد.

به طور کلی رفتارهای آشوب‌گونه همه از وجود نظمی غایی خبر می‌دهند. رفتارهای آشوب‌گونه تصادفی نیست؛ بلکه نظمی در درون بی‌نظمی و قاعده‌ای در درون بی قاعده‌گی‌هاست و هنر سیاستمدار و استراتژیست‌ها یافتن این نظم از بطن بی‌نظمی‌ها برای تحقق هدف‌های بازیگر است (رحمان سرشت و نوبری،۱۳۸۳:٤). اصولا بر اساس نظریه پیچیدگی و آشوب، سیستم پیچیده مجموعه‌ای از کارگزارانی است که از نقطه تعادلی فاصله دارند و از طریق بازخوران‌های مثبت و منفی با یکدیگر در تعامل بوده و بهم وابسته می‌باشند و ضمن پویایی به صورت شبکه‌های تکاملی متجلی می‌گردند. علاوه بر آن به صورت هندسی مشخص سامان یافته‌اند، رفتارهای آنها ناگهانی و تغییرات آنها دفعی است و در نهایت اینکه از قانون توزیع قدرت پیروی می‌کنند

(قاسمی،۱۳۹۲:٦٥). به طور کلی سیستم‌های انطباقی پیچیده در قالب تئوری آشوب دارای ویژگی‌های دینامیک غیرخطی، حلقه‌های بازخوران، وابستگی حساس، عدم تعادل سیستم، مجذوب‌کننده‌ها ناآشنا، شاخه‌ای شدن نظم و خود انطباقی می‌باشند که در زیر به آن‌ها می‌پردازیم.

۱-۵. دینامیک غیرخطی سیستم

بهترین روش برای فهم دینامیک غیرخطی سیستم، مقایسه رفتار سیستم‌های غیرخطی با سیستم‌های خطی می‌باشد. در سیستم‌های خطی روابط در میان متغیرها ثابت و پایدار می‌باشد و از قانون علیت پیروی می‌کند. در سیستم‌های غیرخطی روابط بین متغیرها در همه زمان‌ها ثابت و پایدار نمی‌باشد. سیستم‌های خطی به تغییرات در یک روش ثابت و پایدار پاسخ می‌دهند. دینامیک‌های غیرخطی دلیلی برای رفتار آشوب‌گونه سیستم می‌باشند. اگر یک سیستم در حالت تعادل یا نزدیک به تعادل باشد دینامیک‌های آن خطی می‌باشد اما اگر یک سیستم در حالت دور از تعادل یا آشوب باشد دینامیک‌های حاکم بر آن غیرخطی می‌باشد (Choi,2002:5). دو ویژگی از تعاملات غیرخطی اهمیت ویژه‌ای برای تئوری‌های تغییر در روابط بین‌الملل دارند. اول؛ آن‌ها می‌توانند ایجاد کننده حلقه‌های بازخورانی مثبت[1] باشند که در آن یک علت و معلول یکدیگر را متقابلا تقویت می‌کنند. نمونه‌های رایج بازخوران مثبت در سیاست بین‌الملل شامل؛ مسابقه تسلیحاتی، گسترش بحران‌های مالی یا ناکارایی ادغام منطقه‌ای می‌باشد.

دوم؛ ویژگی غیرشهودی تعاملات غیرخطی است که یک علت می‌تواند هم ایجادگر دینامیک‌های خود تقویت کننده و هم ایجادکننده دینامیک‌های خود تعدیل‌گر باشد. در نتیجه ممکن است مکانیسم‌های تحلیلی نتایج ظاهرا متفاوت یا حتی متضادی را در بر گیرد. برای مثال هم گیلپین[2](۱۹۸۱) و هم کندی[3](۱۹۸۷) استدلال می‌کنند که گسترش امپراتوری توسط قدرت‌های بزرگ در ابتدا مجموعه شرایطی را برای گسترش بیشتر توسط افزایش توانایی‌های مادی دولت فراهم می‌کند – یک فرایند بازخوران مثبت. اما بعد از رسیدن به یک نقطه معین، عواقب گسترش منجر به یک امپراطوری بسیار وسیع

31- Loops of Positive Feedback.
32- Gilpin.
33- Kennedy.

می‌شود که ایجاد کننده بازخوران منفی از طریق رکود داخلی و ظهور چالشگران خارجی می‌باشد.[1] اگر چه گسترش و کاهش ممکن است مانند پدیده‌های کیفی متفاوتی ظاهر گردد آنها در واقع عناصر یک فرایند می‌باشند. بنابراین ظهور و سقوط امپراتوری‌ها می‌تواند به عنوان یک چرخه عملیاتی درونی توصیف گردد که توسط فعل و انفعال بازخوران مثبت و منفی شکل می‌گیرد (Gunitsky,2013:٤١).

۲-۵. اصل وابستگی حساس

یکی دیگر از ویژگی‌های سیستم‌های انطباقی پیچیده، شکل گیری مدل وابستگی حساس در چنین سیستم‌هایی است. وابستگی حساس که به آن اثر پروانه‌ای نیز گفته می‌شود به این معنی است که تغییر جزئی در شرایط اولیه می‌تواند به نتایج وسیع و پیش‌بینی نشده‌ای در ستاده‌های سیستم منجر شود و این سنگ بنای تئوری آشوب است. در نظریه آشوب یا بی‌نظمی اعتقاد بر آن است که در تمامی پدیده‌ها نقاطی وجود دارند که تغییری اندک در آنها باعث تغییرات عظیم خواهد شد و در این رابطه سیستم‌های سیاسی نیز همچون سیستم‌های جوی از اثر پروانه‌ای برخوردارند و استراتژیست‌ها باید با آگاهی از این نکته مهم به تحلیل و تنظیم مسائل مربوطه بپردازند (الوانی و دانایی فرد،۱۳۸۷:١٤). بنابراین در اینجا حداقل تغییر در نرخ رشد و انرژی وارده می‌تواند تغییرات شدید رفتاری را در پی داشته باشد (قاسمی،۱۳۹۲:٦٧).

۳-۵. عدم تعادل سیستم

تمامی سیستم‌ها چه طبیعی یا اجتماعی دارای چهار حالت می‌باشند که عبارتند از؛ حالت تعادل، نزدیک به تعادل، دور از تعادل و حالت آشوب.

حالت تعادل و نزدیک به تعادل مربوط به سیستم‌های خطی می‌باشد اما حالت دور از تعادل و آشوب مربوط به سیستم‌های انطباقی پیچیده می‌باشد. به عبارتی بهتر سیستم‌های انطباقی پیچیده در وضعیت عدم تعادل و آشوب قرار دارند.

34- دینامیک‌های مشابه‌ای در تعدادی از تئوری‌های عمومی جنگ‌ها و چرخه‌های بلند مدت ظهور و سقوط هژمون‌ها وجود دارد؛ از جمله Wallerstein,1974; Modelski,1978; Doran,1991 هرچند به طور واضح زبان بازخوران مثبت و منفی را به کار نمی‌برند.

٤-٥. مجذوب‌کننده‌ها؛

سیستم‌های غیرخطی پیچیده توسط یک مجموعه‌ای از فازها، که هر کدام از آنها بیانگر محدودیت رفتار سیستم می‌باشند شناخته می‌شوند. چنین فازها و مجذوب‌کننده‌هایی را می‌توان به مراحل رشد بشری تشبیه کرد: نوزادی، کودکی، نوجوانی و غیره. هر مرحله دارای ویژگی‌های خاص خودش می‌باشد. رفتارها، وظایف، الگوهای شناختی، موضوعات عاطفی و نگرش‌ها در هر مرحله متفاوت از مراحل دیگر است. در بستر بین‌الملل نیز کشورها در مکان‌های فازی مختلف رفتارهای متفاوتی از خود بروز می‌دهند. بر این اساس تغییر در ساختار سیستمی بیان کننده شکل‌گیری مکان‌های فازی است که در آن تغییرات رخ خواهد داد. اما آستانه مشخصی از تغییرات ساختاری می‌تواند به عنوان ایجاد کننده مکان فازی تصور گردد. از اینجاست که فرض نظری دیگری شکل می‌گیرد و آن اینکه تغییر و تحول ساختاری به صورت فازهای متعدد در قالب چرخه قدرت تحقق می‌یابد. به این سبب چرخه سیستمی قدرت بیان کننده مکان‌های فازی متعددی در سیستم می‌باشد (قاسمی،۱۳۹۲:۸۸).

به طور کلی یک مجذوب‌کننده می‌تواند محدود کننده رفتار سیستم باشد که بیانگر این است که سیستم‌ها چگونه درون یک محیط ویژه (داخلی و خارجی) عمل می‌کنند. دینامیک‌های سیستم و همچنین شرایط سیستم می‌تواند تعیین کننده مجذوب‌کننده‌های سیستم باشد. زمانی که مجذوب‌کننده‌ها تغییر می‌کنند رفتار سیستم نیز تغییر می‌کند زیرا اصول حاکم بر سیستم تغییر می‌کند. تغییر مجذوب‌کننده‌ها شاخه‌ای شدن سیستم را به دنبال دارد. نتایج شاخه‌ای شدن زمانی که تغییر در پارامترهای محوری سیستم‌ها را به دنبال داشته باشد منجر به آستانه‌ای شدن سیستم می‌گردد. (برای مطاله بیشتر رجوع شود به؛ Goldstein,2008,2-4; Cindea,2006,56-62).

۵-۵. اصل شاخه‌ای شدن نظم

اصل شاخه‌ای شدن نظم در این سیستم‌ها بر این فرض می‌باشد که چنین سیستم‌هایی با انبوهی از انرژی‌های ناشی از محیط روبرو می‌باشند. انرژی‌های مذکور سیستم را می‌تواند به سمت شاخه‌ای شدن نظم یعنی شکل‌گیری نظم‌های فرعی پیش ببرد. در این مدل با ورود انرژی به سیستم، بی‌ثباتی در آن افزایش خواهد یافت. به این ترتیب تعامل

با محیط و مبادله انرژی می‌تواند سبب ساز بی‌ثباتی در سیستم به شمار آید و تغییرات را در پی داشته باشد. علاوه بر آن، این تغییرات می‌تواند در نقاط خاصی به حداکثر ممکن برسند در این نقطه سیستم مجبور به بازسازی خود خواهد بود. لذا در همین نقطه سیستم با شاخه‌های جدیدی از نظم مواجه خواهد شد (قاسمی،۱۳۹۲:۶۵). در حقیقت شاخه‌ای شدن نقطه عطف بی‌ثباتی در سیستم است (قاسمی،۱۳۹۳:۱۱۵). همچنین نقاط شاخه‌ای بیانگر این است که سیستم می‌تواند در بیش از یک خط سیر نماید و اینکه پیش‌بینی مسیر آینده سیستم بسیار مشکل خواهد بود.

۶-۵. خود انطباقی

شاید مهمترین عنصر کج فهمی سیستم‌های پیچیده خود انطباقی بودن آنهاست. اوتینو[1] می‌گوید سیستم‌های انطباقی پیچیده سیستم‌هایی هستند که خود سازمان‌ده می‌باشند. از دیدگاه وی سیستم‌های تکنولوژیکی، مصنوعی و فرهنگی توسط انسان‌ها سازمان داده می‌شوند اما سیستم‌های انطباقی پیچیده توسط فرایندهای داخلی خودشان سازمان داده می‌شوند. وی خودسازمان‌دهی را تمایل سیستم‌های دینامیکی برای سازمان دادن خودشان در یک حالت سازمانی بالاتر تعریف می‌کند (Fromm,2004:21-22). در روابط بین‌الملل، تکامل و انطباق اغلب مترادف به کار می‌روند (برای مطالعه بیشتر رجوع شود به؛ Modelski,1987; Modelski and Thompson,1988; Clemens,2006). درحالی که تکامل دلالت بر بیشینه‌سازی مکانی و موضعی و انطباق دلالت بر بازیگران استراتژیک دارد. در یک فرایند انطباقی بازیگران از تجربه، اقدامات دیگران و طرح‌ها و برنامه‌ریزی‌های قبلی می‌آموزند. تکامل از طریق تقابل و تضاد هرگز استراتژیک نیست؛ آن هرگز رویکرد یک گام به عقب، دوگام به جلو را به خود نمی‌گیرد، آن هیچ حافظه‌ای از گذشته و هیچ بینشی نسبت به آینده ندارد (Elster,1986:50-51). از آنجایی که تکامل توسط بیشینه‌سازی مکانی محدود شده است، موضوع تعادل گروهای سطح پایین است. استراتژیک نیز دلالت بر این ندارد که بازیگران عقلانی، دانای مطلق و یا حتی کارآمد می‌باشند. آن‌ها ممکن است احمقانه، وحشیانه در گروه، کورکورانه به دنبال دیگران و یا جسورانه بازده اقدامات خود (نتایج احتمالی) را تعقیب کنند. اما این کار را با آگاهی از

35- Ottino.

تلاش‌های گذشته و پیش‌بینی اینکه چگونه رفتار آنها توسط بازیگران دیگر در سیستم درک می‌شود انجام می‌دهند. فرایندهای اجتماعی برخلاف فرایندهای بیولوژیکی به ندرت تکاملی و اغلب انطباقی می‌باشند. بعلاوه در فرایندهای تکاملی مکانیسم‌های بیولوژیکی بازتولید و وراثت گسسته می‌باشند- آن از نسلی به نسل دیگر پیشرفت می‌کند. اما در انطباق، مکانیسم‌های اجتماعی بازتولید و وراثت پیوسته می‌باشند. در فرایندهای انطباقی که انتخاب از طریق مکانیسم‌های پیوسته عمل می‌کند تا گسسته، نابودی وجود ندارد اما تهدید همیشه حاضر نابودی که به عنوان مکانیسم بازخوران عمل می‌کند و به اقدام سیاست‌گذاران فشار وارد می‌کند، همیشه وجود دارد. این استدلال که میزان حالت نابودی بایستی برای نیروهای سیستمیک بالا باشد مبتنی بر مفروضات غلط قدرتمندی است که در آن حلقه‌های بازخوران از طریق مکانیسم تکامل به جای انطباق عمل می‌کنند. یک دولت در مکانیسم انتخابی فشار از آنجایی که آنارشی تضمین کننده سیاست‌ها می‌باشد، فقط می‌تواند شدت آن را کاهش دهد.

بعلاوه سیستم‌های پیچیده فقط انطباق‌پذیر نیستند بلکه انطباق‌کننده نیز می‌باشند. این بدان معنی است که بازیگران فقط توسط سیستم شکل داده نمی‌شوند بلکه می‌توانند، همچنین خودشان به سیستم شکل دهند. در جهان بیولوژیکی محیط بر تکامل حیوانات درون آن تأثیر می‌گذارد، اما حیوانات خودشان نیز می‌توانند به محیط خود شکل دهند (Jervis,1997:48-49). در علوم اجتماعی، نفوذ بازیگران قدرتمند بر روی سیستم‌ها اغلب به عنوان یک منبع تحولات سیستمیک عمل می‌کند. برای مثال دولت‌ها در یک جهانی سرشار از هنجارهای بین‌المللی، هنجارهایی که در بعضی مواقع محدود کننده حوزه رفتارهای قانونی و مشروع دولت‌ها است، قرار دارند اما بازیگران نیز می‌توانند گام‌هایی در جهت تغییر شکل این محدودیت‌ها یا ایجاد قوانین جدید بردارند. اصولا هنجارهای ایجادی از طریق اقناع و اجتماعی کردن می‌توانند حوزه هنجاری موجود را تغییر دهند. تسهیل این فرایند بستگی به قدرت نسبی (مادی یا ایدئولوژیکی) ایجادکنندگان آن دارد (Gunitsky,2013:٤٣).

نتیجه گیری

اصولا با تغییر و تحولاتی که در حوزه علم و تکنولوژی به وقوع پیوسته است شاهد پیچیده شدن مسائل در جهان واقعی و سیاست بین‌الملل می‌باشیم. با پیچیدگی مسائل مفروضات خطی با رویکرد منطق ارسطویی قدرت تبیین تحولات جهان واقعی را ندارند. از این رو نیاز به یک تئوری برای تبیین تحولات حادث از پیچیدگی ضروری می‌باشد و به نظر می‌رسد تئوری سیستم‌های انطباقی پیچیده قدرت تبیین تحولات حادث از پیچیده شدن سیستم بین‌الملل را داشته باشد. سیستم‌های انطباقی پیچیده دارای ویژگی دینامیک غیرخطی می‌باشند که این کاملا منطبق با وضعیت پیچیده و آشوبی شدن سیستم بین‌الملل می‌باشد. ویژگی دیگر این سیستم‌ها اصل وابستگی حساس می‌باشد که با ورود انرژی به سیستم شاهد تغییرات شدید رفتاری می‌باشیم وتناسبی بین میزان انرژی وارده با میزان خروجی وجود ندارد. ویژگی دیگر این نوع از سیستم‌ها که کاملا منطبق با وضعیت غیرخطی پدیده‌های واقعی می‌باشد اصل عدم تعادل سیستم می‌باشد. شاخه‌ای شدن نظم دیگر ویژگی سیستم‌های انطباقی پیچیده می‌باشد که پیش‌بینی مسیر آینده سیستم را مشکل می‌سازد و سرانجام این سیستم‌ها داری قدرت انطباق با محیط و تحولات پیرامون خود می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

الوانی، مهدی و حسن دانایی فرد. ۱۳۸۷. تصمیم گیری از نگاه نظریه آشوب، فصلنامه تحول اداری، دوره پنجم، شماره ۲۱.

حق بین، فریده. ۱۳۸۰. مبانی توصیف زبان، منطق ارسطویی یا منطق فازی، مجله بیدار، شماره شش.

خیام، مسعود. ۱۳۷۹. منطق فازی و نفی ریاضی – فلسفی خشونت، مجله دانش و مردم، شماره پنجم.

رحمانی سرشت، حسین و نازک نوبری. ۱۳۸۳. پیچیدگی در سازمان، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره ۴۲.

ساروخانی، باقر و شیوا صادقی پور. ۱۳۹۳. منطق فازی ابزاری جهت ساخت و سنجش مفاهیم در علوم اجتماعی، مجله مطالعات اجتماعی ایران، دوره هشتم. شماره سوم.

قاسمی، فرهاد. ۱۳۸۸. اصول روابط بین‌الملل، تهران، نشر میزان.

قاسمی، فرهاد. ۱۳۹۲. نظریه‌های روابط بین‌الملل: بنیان‌های نظری نظم و رژیم‌های بین‌المللی، تهران، نشر میزان.

قاسمی، فرهاد. ۱۳۹۳. نظریه‌های روابط بین‌الملل: سایبرنتیک و سیاست خارجی، تهران، نشر میزان.

قاسمی، فرهاد. ۱۳۸۲. تأثیر ساختار هژمونیک سیستم بین‌الملل بر پدیده نظم در سیستم تابع خلیج فارس، ماهنامه اطلاعات سیاسی- اقتصادی، دوره ۱۷، شماره ۱۸۷-۱۸۸.

قاسمی، فرهاد. ۱۳۹۱. رهیافتی نظری بر دیپلماسی منطقه‌ای: واحدهای تجدیدنظرطلب در گذار چرخه سیستمی قدرت، فصلنامه روابط خارجی، سال چهارم، شماره چهارم.

کوره پزان دزفولی، امین. ۱۳۸٤. اصول تئوری مجموعه‌های فازی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، چاپ اول، تهران.

مهری، علی. ۱۳۸۱. کاربرد نظریه بی‌نظمی در سازمان‌ها، ماهنامه تدبیر، شماره ۱۲۹.

Allen, P.M. 1989, “Towards a New Science of Human Systems”. *International Social Science Journal*, Vol. 41.

Ashby, W. R. 1956. An Introduction to Cybernetics. Chapman & Hall, London. URL http://pcp.vub.ac.be/ASHBBOOK.html.

Beer, S. 1966. Decision and Control: The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics. John Wiley and Sons, New York.

Bertalanffy, V. L. 1968. General System Theory: Foundations, Development, Applications. George Braziller, New York.

Boulding, K. E. 1978, *Stable Peace*. Austin and London: University of Texas Press.

Chen, G. and Yu, X. H., Eds. 2003. Chaos Control: Theory and Applications. Lecture Notes in Control and Information Sciences, vol. 292. Springer Verlag.

Cindea, I. 2006. Complex Systems – New Conceptual Tools for International Relations, perspectives.iir.cz/home/article/view/119.

Clemens, W. C. 2006. ‘‘Understanding and Coping with Ethnic Conflict and Development Issues in Post-Soviet Eurasia.’’ In Complexity in World Politics: Concepts and Methods of a New Paradigm, edited by Neil E. Harrison, 73–93. Albany, NY: State University of New York Press.

Choi, A. c. 2002, Exploratory Simulation and Modeling of Complex Social systems, knowledge Management, Organizational Intelligence and Learning, and complexity, available in: https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C15/E1-29-02-05.pdf.

Diana, R. 2000. Political Complexity: Nonlinear Models of Politics, Published: in the United States of America by The University of Michigan Press.

Dolan, S. L. and others. 2001. Organizational Values as "Attractors of Chaos”: An Emerging Cultural Change to Manage Organizational Complexity, *Journal of Economics literature classification*: D23, M14, O33.

Doran, C.F. 1991. *Systems in Crisis: New Imperatives of High Politics at Cnnur’’s End*. Cambridge: Cambridge University Press.

Edmonds, B. 2000. Complexity and scientific modelling. Foundations of Science **5**: 379–390. URL http://cfpm.org/cpmrep23.html.

Elster, J. 1986. *Rational Choice*. New York: New York University Press.

Fromm, J. 2004. The Emergence of Complexity, kassel university press GmbH, Kassel www.upress.uni-kassel.de.

Gershenson, C. 2007. Design and Control of Self-organizing Systems. CopIt Arxives, Mexico. URL http://tinyurl.com/DCSOS2007.

Gershenson, C. 2013. The implications of interactions for science and philosophy. Foundations of Science Early View. URL http://arxiv.org/abs/1105.2827.

Gershenson, C. and Heylighen, F. 2004. Protocol requirements for selforganizing artifacts: Towards an ambient intelligence. In Proceedings of International Conference on Complex Systems ICCS2004, Y. Bar-Yam, Ed.. Boston, MA. Also AI-Lab Memo 04-04. URL http://uk.arxiv.org/abs/nlin.Ao/0404004.

Goertzel, B. 1994, *Chaotic Logic. Language, Thought and Reality From the Perspective of Complex Systems Science*. New York: Plenum Press.

Goldstein, J. 2008, Resource Guide and Glossary for Nonlinear/Complex Systems Terms, available in: www.plexusinstitute.org/resource/resmgr/files/goldstein_ _resource_guide_a.pdf.

Gunitsky, S. 2013. Complexity and theories of change in international politics, International Theory / Volume 5 / Issue 01 / March 2013.

Heisenberg, W. 1930, *Physical Principles of the Quantum Theory*. Mineola: Dover Publications.

Heylighen, F. and Joslyn, C. 2001. Cybernetics and second order cybernetics. In Encyclopedia of Physical Science and Technology, 3rd ed., R. A. Meyers, Ed.. Vol. 4. Academic Press, New York, 155–170.

Holland, J. H. 1975. Adaptation in natural and artificial systems. The University of Michigan Press.

Holland, J. H. 1992. Complex Adaptive Systems, The MIT Press on behalf of American Academy of Arts & Sciences, Daedalus, Vol. 121, No. 1.

Jervis, R. 1997–1998, "Complexity and the Analysis of Political and Social Life". *Political Science Quarterly*, Vol. 112, No. 4.

Kaplan, M. A. 1962. System and Process in International Politics, New York Wiley.

Kendall, B. E. 2001, Nonlinear Dynamics and Chaos, University of California, Santa Barbara, California, USA. Publishers Ltd, Nature Publishing Group / www.els.net.

Licata, D. 2008. Lectures 9 and 10: Classical Logic, Available in https://www.cs.cmu.edu/~fp/courses/15317-f08/lectures/09-10-classical.pdf.

Louth, J. 2005, "The Complexity of Globalization: Moving Beyond Theoretical Uncertainty". Refereed paper presented to the Australasian Political Studies Association Conference,University of Otago, New Zealand.

Luo, A. C. J. 2013. Nonlinear Systems and Complexity, New York Heidelberg Dordrecht London.

Mckelvey, B. and Others. 2010. When Organizations and Ecosystems Interact: Toward a Law of Requisite Fractality in Firms, Chapter Accepted for edited book: *Chaos and Complexity in Organizations and Society.* Edited by Dr. Marcial J. Lopez Moreno; Published by UNESA.

Mesjasz, C. 1988, "Application of System Modelling in Peace Research". *Journal of Peace Research,* Vol. 25, No. 3.

Mesjasz, C. 2006, "Complex system studies and the concepts of security". *Kybernetes,* Vol. 35, Issue 3 / 4.

Modelski, G. 1987. Exploring Long Cycles, Boulder, Lynne Rienner Publisher.

Modelski, G. 1978 The Long Cycle of Global Politics and the Nation-State. *Comparative Studies in Society and History*, 20 2.

Modelski, G. Thompson, W.R. 1988. Seapower in Global Politics, 1494-1993, London, MacMillan Press.

Nicolis, G. and Prigogine,I. 1989, *Exploring Complexity. An Introduction*. New York: W.H. Freeman and Company.

Rama, S. A. 2006. Order and Change in the Contemporary International System Department of Politics New York University G53. – 1732.002.

Rosecrance, R. 1963. Action and Reaction in World Politics: International Systems in Perspective.

Rosen, R. 1985. Anticipatory Systems: Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations. Pergamon Press. URL htttp://tinyurl.com/y98zsx.

Rumelhart, D. E., and Others. 1986. Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. MIT Press.20.

Russell, S. J. and Norvig, P. 1995. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall.19.

Ryan, A. l. 2008. What is a Systems Approach? arXiv mirror uk.arxiv.org has been discontinued, Cornell University Library.

Schweitzer, F. 2003. Brownian Agents and Active Particles. Collective Dynamics in the Natural and Social Sciences. Springer Series in Synergetics. Springer, Berlin.

Simon, H. A. 1996. The Sciences of the Artificial, 3rd ed. MIT Press.

Strogatz, S. 1994. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering Studies in Nonlinearity, available in: arslanranjha.weebly.com/uploads/4/8/9/.../nonlinear-dynamics-and-chaos-strogatz.pdf.

Steels, L. 1993. Building agents out of autonomous behavior systems. In *The Artificial Life Route to Artificial Intelligence: Building Embodied Situated Agents*.

Wallerstien, I. 1974. The Rise and Future Demise of the World Capitalist System: Concepts for Comparative Analysis, *Comparative Studies in Society and History*, Vol. 16, No. 4.
Wiener, N. 1948. Cybernetics; or, Control and Communication in the Animal and the Machine. Wiley and Sons, New York.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی