مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۸- شماره ۱ - سال ۱۴۰۲

www.ElitesJournal.ir

کاربرد تئوری آشوب در مهندسی برق

کیمیا تقی پور سروستانی

کارشناسی مهندسی پزشکی- بیوالکتریک، دانشکده علوم و فناوری های پزشکی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

htaghipoor480@gmail.com

ارسال: اسفند ماه ۱۴۰۱ پذیرش: فروردین ماه ۱۴۰۲

چکیده

در سال های اخیر تئوری آشوب به عنوان یک روش پرقدرت جهت بررسی سیستم های پیچیده غیرخطی مطرح شده و افق های جدیدی را فهم رفتار سیستم های مختلف در علوم مهندسی و پزشکی باز کرده است. محور کلیدی تئوری آشوب نهفته در بی نظمی است. نظریه آشوب در حوزه مدارات الکتریکی و الکترونیک قدرت به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته و نتایج معتبری در این زمینه ارائه شده است. نظریه آشوب به مطالعه سیستم هایی می پردازد که در نگاه اول به نظر می رسد رفتار تصادفی دارند؛ اما در واقع همین سیستم تحت حاکمیت قوانین مشخصی است و یا به عبارتی در هر بی نظمی، نظمی نهفته است. چنین سیستمی نسبت به شرایط اولیه بسیار حساس است، به گونه ای که ورودی های ظاهرا ناچیز و دلخواه، قادرند تاثیرات شگرفی بر روی سیستم داشته باشند. در نظریه فوق، سیستم همچون ارگانیزم زنده، مریض و بیمار می شود؛ بنابراین برای بهبود آن باید دست به تغییر زد. نظریه سیستم های پیچیده و آشوب، اساس و پارادایم نظریات دیگر است که حوزه برق را نیز همچون دیگر حوزه های علمی تحت تاثیر اصول خود قرار داده است. در شرایط آشوب و بی نظمی، سیستم ها دائما بین جاذبه های مختلف در نوسان هستند(تعادل پویا) و گاه تغییر کوچکی باعث بروز تغییرات وسیع و ریشه ای در سیستم می شود. در این مقاله ابتدا به تعریف و تبیین نظریه آشوب پرداخته و سپس به بررسی میانی آشوب و پیشینه پژوهش در حوزه مهندسی برق، پرداخته و سپس نتایج و پیشنهاداتی در این حوزه ارائه می شود.

واژگان کلیدی: آشوب، سیستم های غیر خطی، نظم در بی نظمی، مهندسی برق.

۱- مقدمه

امروزه در نحوهٔ نگرش ما به مسائل اطرافمان تحولی در حال تکوین است. پیچیدگی، عدم قطعیت و نایقینی، بی نظمی و تلاطم از ویژگی های پدیده هایی هستند که تا دیروز مورد علاقهٔ دانشمندان نبودند، اما امروزه محل توجه و عنایت بسیار قرار گرفته اند. نظریهٔ آشوب ما را در بررسی و مطالعهٔ سیستم های پیچیده یاری می دهد و با در نظر داشتن اصول قطعیت و احتمال با هم، راه حل واقع بینانه ای برای مسائل امروز فراهم می آورد [۱]. برای مثال بر اساس ویژگی پروانه ای آشوب، سیستم ها نسبت به شرایط اولیه حساس بوده و تغییر اندک در این شرایط می تواند آثار و تغییرات عظیمی در نتایج و کارکرد های سیستم به وجود آورد. بر این اساس ویژگی نظام های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و سازمانی و ... این است که در تمام این نظام ها نقاطی وجود دارد که تغییر

اندک و دستکاری آنها موجب تغییرات عظیم می شود، از این رو تحلیل گران سازمانی باید با آگاهی از این نکتهٔ مهم به تحلیل سیستم های سازمانی به منظور شناسایی این نقاط راهبردی بپردازند که خاصیت اهرمی دارند [۲].

آگاهی و شناخت، تجربه و دانش، خلاقیت و نوآوری مستمر موجب می شود که سازمان ها با شناسایی نقاط حساس و تکیه گاه های مناسب سازمان و استفاده از دیگر ویژگی های آشوب، بتوانند با تغییرات اندک و حرکت مناسب موجبات تحول و دگرگونی های عظیم را در کارکردها و نتایج مناسب با الزامات محیطی و قابلیت های داخلی فراهم آورند. رشتهٔ مهندسی برق نیز می تواند از نظریهٔ آشوب بهرهٔ بسیار ببرد، زیرا بسیاری از رفتارهای انسانی در سازمان از ویژگی پیچیدگی و پیش بینی ناپذیر بودن برخوردارند و به کمک نظریه های قطعیت گرا و یقینی نمیتوان آنها را تبیین کرد، در حالی که اگر بتوان دستگاه های آشوبی برای این رفتارها تنظیم کرد، بسیاری از مسائل سازمانی که ناشی از عدم امکان پیش بینی رفتارها در سازمان است، از میان خواهد رفت. در فرایند عملکرد سازمانی نیز نظریهٔ آشوب کمک کننده است، زیرا بسیار مشاهده کرده ایم که یک عمل جزئی و پیش پا افتاده موجب عصیان ها و آشوب های بزرگی در سازمان ها شده است که این نشان از آشوبناک بودن فعالیت ها و عملکردها در سازمان هاست (شاخص حساسیت به تغییرات جزئی اولیه) و لزوم استفاده از نظریه های بی نظمی را در بررسی های سازمانی به خوبی آشکار می کند [۳].

نظریهٔ آشوب توصیف کنندهٔ رفتار آن دسته از سیستم های پویای غیر خطی می باشد که نسبت به شرایط اولیه بسیار حساسند. تغییر اندکی در شرایط اولیهٔ چنین سیستم هایی باعث تغییرات بسیار در آینده خواهد شد. رفتار سیستم های آشوبناک به ظاهر تصادفی می نماید، حال آن که کاملا قطعی می باشند، بدان معنا که رفتار طولانی مدت آنها کاملا توسط شرایط اولیه معین می گردد و هیچ پارامتر تصادفی در خود ندارد [۴]. به عبارت دیگر خاصیت قطعی بودن این سیستم ها دلیل بر قابل پیش بینی بودن آنها نیست، چنین رفتاری را آشوب قطعی یا به بیان ساده تر آشوب می نامند. در واقع علم آشوب در جستجوی الگوهای مشخصی است که در سیستم های پیچیده ظاهر می شوند، آشوب آن دگرگونی های ناهماهنگ و پیش بینی نشدنی هستند که در بسیاری از دستگاه های غیر خطی نسبت به زمان پدید می آیند. رفتار آشوبناک به نوعی بی نظمی در عین داشتن نظم دلالت دارد.

در حقیقت علم آشوب در جستجوی الگوهای مشخصی که در سیستم های پیچیده ظاهر می شوند، می باشد. هنری پوآنکاره اولین کاشف آشوب بود و پس از آن از سال ۱۹۶۳ میلادی نگرش به آشوب و به طور کلی دینامیک غیرخطی به تندی افزایش یافت. حتی برخی از دانشمندان این علم را در موازات دو انقلاب مهم در نظریات فیزیکی یعنی نسبیت و مکانیک کوانتومی، در نظر گرفتند. نظریه آشوب در بسیاری از شاخه های علوم مانند فیزیک، علوم کامپیوتر، روباتیک، هواشناسی، مهندسی، اقتصاد، فلسفه، علوم سیاسی، روانشناسی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است [۵]. با توجه به ویژگی ذاتی سیگنال های آشوب از جمله نویزگونه بودن، غیر متناوب بودن و عدم وجود هیچ جهشی در طیف فوریه آن ها، این سیگنال ها می توانند در حوزه مهندسی برق مورد استفاده قرار گیرند.

۲- مبانی نظری

نظریه آشوب (کیاس) برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط دانشمندی بنام ادوارد لورنز در هواشناسی به کار برده شد و سپس در حیطه تمام علوم و مباحث تجربی، ریاضی، مهندسی، رفتاری، پزشکی، مدیریتی و اجتماعی وارد شده و اساس تغییرات بنیادی در علوم به ویژه هواشناسی، مهندسی، پزشکی، مکانیک، فیزیک، ریاضی، زیست شناسی، اقتصاد و مدیریت را فراهم آورده است. کیاس، مفهومی است که به بیان نوعی نظم در چارچوب روندی بی نظم می پردازد و بعد از تئوری کوانتوم و نسبیت، مهمترین کشف علمی در قرن بیستم تلقی شد. نظر به توانایی وسیع نظریه آشوب در تجزیه و تحلیل پدیده ها، تاکنون پژوهشگران مختلفی، تحقیقات گسترده ای را پیرامون مفاهیم کاربردی آن، به انجام رسانده اند که به برخی از آن ها اشاره می گردد [۶].

۳- آشوب

آشوب، آشفتگی، به هم ریختگی و هرج و مرج، معادل واژه " کیس" است. " کیس" از نظر ریشه لغوی از یک کلمه یونانی مشتق گردیده و در اصل به معنای فضای خالی لایتناهی پیش از آفرینش و فضای خلا و بدون شکل است. همچنین به معنی آشفتگی روز ازل و توده بی شکل و نامنظم جهان به کار می رفته و در پندارهای روم باستان نیز واژه مذکور به مفهوم توده خام اولیه بی شکلی تعبیر و تصور می گردیده است که جهان آفرین در آن نظم و توازن برقرار کرده باشد. لیکن در کاربردهای نوین و امروزین، این واژه برای بیان حالت بی نظمی و آشفتگی، وضعیت به هم ریختگی، هرج و مرج، نابسامانی، اغتشاش و بی ترتیبی به کار می رود. هیلز در ۱۹۹۰ آشوب یا بی نظمی را این گونه تعریف می کند: " بی نظمی و آشوب نوعی بی نظمی منظم" و یا نظم در بی نظمی است.

بی نظم از آن رو که نتایج آن غیرقابل پیش بینی است و منظم بدان جهت که از نوعی قطعیت برخوردار است. بی نظمی در مفهوم علمی، یک مفهوم ریاضی محسوب می شود که شاید نتوان خیلی دقیق آن را تعریف کرد اما می توان آن را نوعی اتفاقی بودن همراه با قطعیت دانست. قطعیت آن به خاطر آن است که بی نظمی دلایل درونی دارد و به علت اختلالات خارجی رخ نمی هد و اتفاقی بودن به دلیل آن که رفتار بی نظمی؛ بی قاعده و غیرقابل پیش بینی دقیق است. همچنین آدامس آشفتگی را این گونه تعریف می کند: از آشفتگی، زندگی زائیده می شود در حالی که از نظم، عادت به وجود می آید [۷].

۴- ویژگی تئوری آشوب

نظریه آشوب دارای ویژگی های منحصر به فردی است که بازتاب بسیار مهمی نیز در مدیریت ایجاد کرده است به طوری که این ویژگی ها ضررهای جدی بر پیکره پارادایم سنتی علوم مهندسی و پزشکی وارد آورده، و می روند تا اساس پارادایم تازه ای را در مدیریت و سایر علوم مرتبط شکل دهند.

این ویژگی ها عبارت اند از :

۱- **اثر پروانه ای**: لورنز در تحقیقات خود به شگفتی به این نتیجه رسید که یک تغییر جزئی در شرایط اولیه معادلات پیش بینی کننده جوی، منجر به تغییرات بسیار شدید در نتایج حاصل از آن ها می گردد. به عبارت دیگر اثر پروانه ای این تئوری، به گونه ای است که یک تغییر جزئی در ابتدا منجر به یک تغییر بسیار بزرگ در پایان کار خواهد شد. بدین مفهوم که مثلا اگر پروانه ای در پکن پر بزند ممکن است بر اثر این پر زدن، ابری حرکت کرده و در نیویورک طوفانی ایجاد شود. در گذشته سیستم هایی که اثر پروانه ای از خود نشان می دادند، به عنوان سیستم های بررسی ناپذیر مطالعات علمی کنار نهاده می شد و به این جهت روش تحلیلی خاصی برای مطالعه آن ها به وجود نیامده بود اما امروزه، این سیستم ها محل توجه دانشمندان است و کوشش می شود تا مسائلی که قبلا تصادفی و ناموزون و بی نظم تلقی می شدند با تئوری آشوب مطالعه و راه حل یابی شوند [۸].

۲- **سازگاری پویا**: سیستم های بی نظم در ارتباط با محیط شان مانند موجودات زنده عمل می کنند و نوعی تطابق و سازگاری پویا بین خود و محیط پیرامونشان ایجاد می کنند [۹].

۳- **جاذبه های غریب**: جاذبه ها انواع مختلف دارند مانند جاذبه نقطه ثابت؛ جاذبه دور محدود؛ جاذبه گوی مانند، و جاذبه غریب یا بی نظم، جاذبه های غریب بر خلاف جاذبه های قبلی که نوعی نظم و قابلیت پیش بینی داشتند، بی نظم هستند و به همین خاطر برخی آنها را جاذبه های بی نظم نیز نامیده اند. البته باید توجه داشت که صفت غریب اشاره به الگوی هندسی جاذبه ها دارد در حالی که بی نظمی دینامیک جاذبه ها را مدنظر دارد و این دو با هم متفاوت اند و از سوئی دیگر باید توجه داشت که جاذبه های بی نظم غریب هستند اما همه جاذبه های غریب بی نظم نیستند. از این رو اصطلاح جاذبه های غربی برای این ویژگی صحیح تر می باشد. جاذبه های فریب بدون الگو نیستند و از الگوی خاصی پیروی می کنند و ارزش آن ها

هم در همین الگو داشتن است. این جاذبه ها دارای ویژگی های هندسی پیچیده ای هستند و دارای ابعاد غیر صحیح می باشد و مسیر آنها به هم پیچیده؛ چند جهته و گسترده است.

در جاذبه های غریب هیچ مسیری تکرار نمی شود و هر مسیر برای خود مسیری جدید است. جاذبه های غریب از تصاویر هندسی بر گرفته که قوم " اینکا" در صحرای پرو حک کرده اند که اگر از نزدیک به آنها نگاه کنیم نه نظمی را نشان می دهند و نه تصویر معنی دار را به ذهن متبادر می سازند؛ اما اگر از آسمان و از راه دور به آن بنگریم تصاویر درختان، حیوانات و پرندگان را می بینیم. جاذبه های غریب در همه جا وجود دارند، همه آنچه را که ما در نظر اول بی نظم و آشوبناک می بینیم در دراز مدت و با تکرار؛ الگوی منظمی از خود نشان می دهند.

۴- **خود مانائی:** در تئوری آشوب نوعی شباهت بین اجزاء و کل قابل تشخیص است. بدین ترتیب که هر جزئی از الگو همانند و مشابه کل می باشند. خاصیت خودمانائی در رفتار اعضای سازمان نیز می تواند نوعی وحدت ایجاد کند؛ همه افراد به یک سو و یک جهت و هدف واحدی نظر دارند [۱۰].

۵- تصمیم گیری در شرایط آشوب

اغلب مسائل در مهندسی برق مدرن بسیار پیچیده می باشند و دلایل منطقی برای تصمیم گیری های دقیق وجود ندارد. به همین جهت تصمیم گیری های مهندسان برق و متخصصین این حوزه معمولا دلخواه و متغیر می باشد. از سوی دیگر حجم مفید اطلاعات حوزه برق به قدری زیاد می باشد که تصمیم گیری سریع و دقیق را دشوار خواهد ساخت. ضمنا فناوری های مدرن، روز به روز بر حجم این اطلاعات می افزایند و مساله را دشوارتر از پیش خواهند ساخت؛ به صورتیکه مهندسان برق تاکنون با چنین حجم وسیعی از اطلاعات مواجه نشده بودند. از آن گذشته، اطلاعات حوزه برق به تصمیمات اختصاصی نیازمند می باشند؛ زیرا هر یک از آنها دارای خواسته های منحصر به فرد خود می باشند. با توجه به مسائل فوق الذکر به آسانی قابل درک است که ما با چالش عظیمی در پروسه تصمیم گیری مواجه خواهیم شد.

در علومی نظیر مهندسی برق نیز همچون زندگی، این امر محرز است که یک سلسله از اتفاق ها می تواند نقطه ای از بحران را به بار آورد که تغییراتی کوچک را بزرگ نماید. در نظریه آشوب یا بی نظمی، اعتقاد بر این است که در تمامی پدیده ها نقاطی وجود دارند که تغییری اندک در آن موجب تغییراتی عظیم خواهد شد. با این توصیف، تعاریف کارایی، بهره وری و اثر بخشی نیز از دید اثر پروانه ای دگرگون خواهند شد. زیرا اگر کارایی را نسبت ستاده ها به نهاده ها تعریف کنیم، نهاده های بسیار جزئی قادرند تا ستاده های بسیار بزرگ به وجود آورند. در کارایی، نسبت ها دیگر مانند شیوه های سنتی عمل نمی کنند بلکه باید به دنبال روابط جدید و نتایج دلخواه از طریق نهاده های مناسب بود، نهاده هایی اندک که ستاده هایی بزرگ ایجاد می کنند. بر اساس خاصیت پروانه ای، متخصصان بهره ور متخصصانی هستند که این نهاده ها را می شناسند و همچون ذره ای که از آن انرژی بسیار حاصل می شود، آن را به موقع و بجا مورد استفاده قرار می دهند.

۶- تبیین نظریه آشوب

در چند دهه اخیر؛ شاهد انقلاب های عظیمی در علوم طبیعی بوده ایم. این انقلاب ها در شیوه درک و تبیین پدیده ها به وسیله اندیشمندانی صورت گرفته است که در سالیان گذشته، تبیین های خود را در قالب های منظم و مشخص ارائه می دادند. جهان را مجموعه ای از سیستم هایی تصور می کردند که مطابق با قوانین جبری طبیعت به طریقی مشخص و قابل پیش بینی در حرکت است. از این رو، معتقد بودند معلول ها به صورت خطی؛ برایند علل خاصی هستند. اکنون آنها بر نقش خلاقانه بی نظمی و آشوب تاکید کرده و جهان را مجموعه ای از سیستم هایی می دانند که به شیوه هایی خود سازمان ده عمل می نمایند و پیامدهای این شیوه زندگی، وجود حالات غیر قابل پیش بینی و تصادفی است. اما در این شرایط، قوانین جبری طبیعی کماکان حاکمیت دارند و پی برده شده که سیستم ها به شیوه ای دورانی عمل می کنند که در آن بی نظمی منجر به نظم، و نظم منجر به بی نظمی می شود.

امروزه دیگر تصور ساده از نحوه فعالیت جهان جای خود را به تصوری پیچیده و پارادوکس گونه داده است. این علم جدید، تئوری پیچیدگی نامیده می شود و جنبه ای از این علم که توجه همگان را به خود جلب کرده است؛ تئوری آشوب یا نظم در بی نظمی نامیده می شود. نظریه " نظم غائی " یا " نظم در بی نظمی" به ما ابزار حل مسائل پیچیده را در محیط پرآشوب و آکنده از تغییر و تحول امروز و فردا می دهد. نظریه نظم غائی پس از دو نظریه نسبیت و کوانتوم، سومین انقلاب علمی عصر حاضر است. نظریه نسبیت؛ نظریه نیوتونی زمان و فضای مطلق را در هم ریخت و نظریه کوانتوم؛ رویای سنجش های دقیق، قابل کنترل و متقن را بر هم زد و نظریه نظم غائی، پیش بینی های یقینی را که از اندیشه های لاپلاس نشات می گرفت زیر سوال برد.

۷- آشوب در مهندسی برق

پیدایش و گسترش نظریهٔ آشوب که از مهم ترین ویژگی های آن اثر پروانه ای، سازگاری پویا، هولوگرافی، خودهمانندی و جاذبه های عجیب است، موجب شده است که تغییرات بنیادین در حوزه های نظری و علمی علوم از جمله مهندسی برق ایجاد و نقش بسزایی در برطرف کردن نیازهای مهندسی ایفا کند. مهندسی برق یک رشته مهندسی است که به مطالعه، طراحی و کاربرد تجهیزات، دستگاه ها و سیستم هایی که از برق، الکترونیک و الکترومغناطیس استفاده می کند، می پردازد. در نیمه دوم قرن نوزدهم پس از تجاری سازی تلگراف برقی، تلفن و تولید، توزیع و استفاده برق، این شغل به عنوان یک شغل قابل شناسایی ظاهر شد. مهندسی برق در حال حاضر به طیف گسترده ای از زمینه های مختلف، از جمله مهندسی کامپیوتر، مهندسی سیستم، مهندسی قدرت، مخابرات، مهندسی فرکانس رادیویی، پردازش سیگنال، ابزار دقیق، سلول های فوتوولتاژیک، الکترونیک، اپتیک و فوتونیک تقسیم می شود.

بسیاری از این رشته ها با سایر شاخه های مهندسی همپوشانی دارند و تعداد زیادی از تخصص ها را در بر می گیرند. مهندسان برق در طیف وسیعی از صنایع کار می کنند و مهارت های مورد نیاز نیز متغیر است. اینها از تئوری مدار گرفته تا مهارت های مدیریتی یک مدیر پروژه را شامل می شود. ابزارها و تجهیزاتی که یک مهندس برق ممکن است به آن نیاز داشته باشد به طور مشابه متغیر است، از یک ولت متر ساده تا نرم افزار طراحی و ساخت پیچیده را شامل می شود.

۸- کاربرد تئوری آشوب در مهندسی برق

- پایدارسازی دینامیک های آشوب گونه در سیستم (عمل ضد کنترلی).
- شناسایی سیستم با استفاده از سیگنال آشوب.
- به وجود آوردن امکان کنترل حرکات متنوع در یک سیستم با یک نیروی کنترلی کوچک، توسط دینامیک های آشوبناک.
- استفاده از سیگنال های آشوب به عنوان حامل برای پنهان کردن پیام های ارسالی در مخابرات امن.
- کنترل سیستم چوآ به روش تنظیم تطبیقی بهره [۱۱].
- کنترل مدل های آشوبی در موتورهای DC [۱۲].
- بررسی مد آشوب در مبدل های DC/DC [۱۳].
- کنترل تعلیق مغناطیسی [۱۴]
- کنترل افت ولتاژ ناگهانی در اثر آشوب [۱۵].
- هماهنگ سازی سیستم های گیرنده و فرستنده [۱۶].
- ذخیره سازی یا بازیابی اطلاعات [۱۷].
- الگوریتم های رمزگذاری و رمزگشایی دیجیتال با استفاده از دینامیک های آشوب گونه [۱۸].
- بررسی آشوب در سیستم قلب [۱۹].

۱۹- پیشینه پژوهش آشوب در حوزه مهندسی برق

یکی از قدیمی ترین گزارش های تجربی درباره آشوب قطعی در سال ۱۹۲۷ در مجله علمی بریتانیایی ساینس چاپ شد. مهندس برق هلندی، بالتهاسار وان در پل و همکارش وان در مارک، یک صدای نامنظم نویزی را از گوشی تلفن متصل شده به مدار یک لوله الکترونیکی شنیدند.

طاهرخانی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله ای با عنوان " طراحی شبکه عصبی جلو سوی آشوب گونه "، روشی برای آشوبی کردن وزن های شبکه عصبی جلو سو ارائه کردند. در این روش، وزن های یک شبکه عصبی جلو سو پس از تعلیم به عنوان وزن های پایه در نظر گرفته شدند. با استفاده از توابع لجستیک (که در محدوده مناسبی به صورت آشوب گونه نوسان می کنند) و وزن های پایه، شبکه عصبی جلو سوی آشوب گونه ای طراحی گردید که وزن های آن در هر لحظه به صورت آشوب گونه تغییر می کرد. با استفاده از الگوریتم ارائه شده در این مقاله، وزن های آشوبی طوری با یکدیگر همزمان می شدند که خطای خروجی حداقل می گشت. با این روش، تمامی داده هایی که توسط شبکه جلو سوی پایه اشتباه تشخیص داده شده بودند، شناسایی و برای آنها خروجی " غیر قابل شناسایی " ایجاد شد [۲۰].

بالافر و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله ای با عنوان " روش جدید رمزگذاری تصویر با استفاده از بلوک بندی و نگاشت آشوب " بیان کردند که یک الگوریتم جدید رمزگذاری مبتنی بر آشوب برای رمزگذاری تصویر ارائه شده است. در آن روش پیشنهادی، به جای رمزگذاری یک تصویر در هر مرحله، چهار تصویر به صورت همزمان رمزگذاری می شد. به این ترتیب که چهار تصویر استاندارد با همدیگر ترکیب شده و یک تصویر واحد از ترکیب آنها به وجود می آمد. رمزگذاری همزمان چهار تصویر باعث پیچیده تر شدن الگوریتم رمزگذاری پیشنهادی، افزایش امنیت و همچنین گستردگی تغییر مقدار سطح خاکستری هر پیکسل شد. از نگاشت لجستیک آشوب برای تولید کلید و همچنین جابجایی بلوک های تصویر و تغییر مکان آنها استفاده شد. در نهایت تصویر حاصل با کلید رمزگذاری، XOR شد و تصویر رمزگذاری شده تولید گشت. نتایج نشان داد که الگوریتم پیشنهادی از عملکرد خوبی برخوردار است [۲۱].

صمدی و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله ای با عنوان " بررسی سیگنال لرزش دست بیماران پارکینسون با استفاده از تئوری آشوب " اشاره کرده اند که بیماری پارکینسون از جمله بیماری های مخرب سیستم عصبی است که بعد از آلزایمر در این زمینه شایع ترین به حساب می آید. در این تحقیق، آشوب گونه بودن یا نبودن سیگنال نوسان لرزش دست بیماران پارکینسونی که با استفاده از شتاب سنج تلفن همراه ثبت شده مورد مطالعه قرار گرفته است و با توجه به خروجی های هر سه روش نتیجه گرفته شد که سیگنال لرزش دست بیماران پارکینسونی این پایگاه داده فاقد خاصیت آشوب گونه می باشد و نمی توان از نظریه آشوب در تحلیل رفتار این سیگنال بهره مند شد [۲۲].

۲۰- نتیجه گیری

نظریهٔ آشوب توصیف کنندهٔ رفتار آن دسته از سیستم های پویای غیر خطی می باشد که نسبت به شرایط اولیه بسیار حساسند. رفتار سیستم های آشوب ناک به ظاهر تصادفی می نماید، حال آنکه کاملا قطعی می باشند، بدان معنا که رفتار طولانی مدت آنها کاملا توسط شرایط اولیه معین می گردد و هیچ پارامتر تصادفی در خود ندارند. جریان تکاملی زندگی بشر، نشان از حرکت از سادگی فراگیر به پیچیدگی فراگیر دارد. آدمی پیچیده تر می شود، همچنانکه حوزه اندیشه، دانش و علوم، فناوری، و سیستم های اجتماعی پیچیده تر می شوند. در این سیر تکاملی، همه چیز با هم حرکت می کند؛ به همین دلیل وقتی بشر به درک نیوتونی می رسد، سیستم های مهندسی برق نیز در مرحله ماشینی به سر می برند و وقتی به درک بی نظمی و آشوب می رسد، این سیستم ها به مرحله پیچیدگی و پیش بینی ناپذیری رسیده اند.

دوران ما، عصر تغییرات سریع و پیچیدگی های روز افزون است. اداره سازمان های پیچیده، مسائل پیچیده، اهداف پیچیده، به انسان های پیچیده نیاز دارد. دانش مهندسی برق ممکن است در آینده برای توسعه بیشتر از تئوری آشوب سود برد که شامل تعدادی

انگاشته ها می باشد که رفتارهای سیستم های آشوب را که در سیستم رخ می دهد را توضیح می دهد، همچنین متخصصانی که موقعیت های اضطراری و بحرانی را به عهده دارند و نیز برای کارهایی که در یک سیستم پیچیده و غیر خطی صورت می گیرد.انسان های پیچیده نیز در سازمان های پیچیده پرورش می یابند. سیستم های مهندسی برق که مرزهای خود را به روی این تغییرات سریع و تحولات بزرگ باز می کنند، به خود فرصت می دهند که به بلوغ درک پیچیدگی دست یابند. سیستم های بسته، همچنان ساده باقی می مانند و در نتیجه اعضای آنها نیز فرصت یادگیری برای اداره جهان پیچیده را نخواهند داشت.

کشور ما نیز به عنوان بخشی از دنیای امروز، نیاز به متخصصانی دارد که قدرت اداره سازمان های پیچیده و شرایط بی نظمی و آشوب را داشته باشند؛ بنابراین سازمان ها باید اقدام به باز کردن مرزهای خود به روی تحولات و تغییرات بیرونی و افزایش تعاملات بیرونی کنند تا اعضای آنها در پیچیدگی، فرصت پیچیده شدن را به دست آورند. و اینکه بدون انسان های پیچیده، قادر به اداره پیچیدگی نیستیم و بدون وجود بستر پیچیده، قادر به پرورش انسان های پیچیده نیستیم.

۲۱- پیشنهادات در حوزه مهندسی برق

- کسب مهارت در شناخت تعاملات بازگشتی بین اجزای یک سیستم پیچیده و بررسی نحوه ایجاد حالت های رفتاری دینامیکی غیر خطی پویا، آشوب گونه و غیر معین در خروجی آن سیستم.
- کسب مهارت در بررسی فضای حالت سیستم های غیرخطی و پیچیده، نحوه محاسبه نقاط تعادل و جذب کننده های سیستم، آنالیز پایداری و تحلیل نمودار بایفورکیشن سیستم.
- شناخت انواع سیستم های آشوب گونه و مسیرهای آشوب گونه شده رفتار یک سیستم با تغییر پارامترهای آن.
- بهره گیری از آنالیز سیگنال های سیستم ها به روش های پیشرفته و غیرخطی، جهت استخراج ویژگی های جدید.
- بکارگیری روش های پیشرفته و غیرخطی جهت شناسایی مشکلات احتمالی و آنالیز آن ها.
- آشنایی با نحوه آنالیز دینامیک غیرخطی سری های زمانی.
- فراگیری منشاء آشوب در سیگنال های سیستم ها.

۲۲- منابع

۱. نثایی، وحید، (۱۳۸۸)، مدیریت آشوب، نظم در بی نظمی و کاربرد تئوری آشوب در مدیریت، اقتصاد، علوم اجتماعی، فیزیک، انتشارات کلک سیمین.

۲. کیخا، مصطفی و گل بیکی، فرهاد، (۱۳۹۴)، نظم در آشوب، کنفرانس ملی آینده پژوهی، علوم انسانی و توسعه، شیراز.

۳. احمدی، امید، (۱۳۹۹)، نظریه آشوب و تاثیر آن در کارایی سازمان ها، ششمین همایش ملی پژوهش های نوین در حوزه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی ایران، تهران.

۴. مرادی، عزیزاله، (۱۳۹۹)، بررسی کاربردهای تئوری آشوب، در صورت های مالی، دومین کنفرانس حسابداری و مدیریت، تهران.

۵. مکرم، رضا، (۱۳۹۰)، نظریه آشوب، همایش منطقه ای پژوهش های نوین در ریاضی، گرگان.

۶. سرداری، سامان و حیدرپناه، علیرضا، (۱۳۹۶)، کاربرد نظریه آشوب در مدیریت آموزشی، کنفرانس ملی پژوهش های نوین در مدیریت، اقتصاد و علوم انسانی، کازرون.

۷. صرافی زاده قزوینی، اصغر و شهبازی، حسین، (۱۳۹۵)، نظریه آشوب و کاربرد آن در مدیریت، دومین کنفرانس بین المللی در مدیریت، حسابداری و اقتصاد، تهران.

۸. حاجی کریمی، بابک، (۱۳۸۹)، نظریه آشوب و کاربرد آن در تصمیم گیری های سازمانی، فصلنامه علوم رفتاری، شماره ۲، سال سوم، ص ۴۶-۳۱.

۹. الوانی، سید مهدی، دانایی فرد، حسن، (۱۳۸۴)، "تئوری نظم در بی نظمی و مدیریت"، تهران، انتشارات صفار، ص ۷۸.

10. J.Gleick (1987). Chaos. N.Y: Viking. Morgan. Garet. (1997). Images of organization , Sage Publication Hazen , Benjamin and Terry Anthony. (2012). Toward creating competitive advantage with logistics information technology. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Vol. 42. No. 1. 8-35.

11. To^rres, L.A.B. and Aguirre, L.A. Extended chaos control method applied to chua circuit. Electronics Letters, 35(10): 768,1999.

12. Yue, Bao-Zeng. Study on the chaotic dynamics in attitude maneuver of liquid-filled flexible spacecraft. AIAA Journal, 49: 2090-2099, 10 2011.

13. Hamill, D. C., Deane, J., and Jefferies, D. Modeling of chaotic dc-dc converters by iterated nonlinear mappings. IEEE Transactions on Power Electronics, 7: 25-36, 1992.

14. Kaplan, B.Z., Horen, Y., Cohen, G., and Hellerman, Y. Magnetic levitation by chaotic oscillation: a new method. IEEE Transactions on Magnetics, 38(5): 3475-3481, September 2002.

15. Sprott, J. C. Simple chaotic systems and circuits. American Journal of Physics, 68(8): 758-763, August 2000.

16. Hayes, Scott, Grebogi, Celso, Ott, Edward,and Mark, Andrea. Experimental control of chaos for communication. Physical Review Letters, 73(13): 1781-1784, September 1994.

17. Behnia, S., Akhshani, A., Mahmodi, H., and Akhavan, A. A novel algorithm for image encryption based on mixture of chaotic maps. Chaos, Solitons & Fractals, 35(2): 408-419, January 2008.

18. Bollt, Erik, Lai, Ying-Cheng, and Grebogi, Celso. Coding, channel capacity, and noise resistance in communicating with chaos. Physical Review Letters, 79(19): 3787-3790, November 1997.

19. Glass, Leon and Mackey, Michael C. From clocks to chaos: the rhythms of life. Princeton paperbacks. Princeton University Press, Princeton, N.J, 1988.

۲۰. طاهرخانی، ابوذر.، و همکاران، " طراحی شبکه عصبی جلو سوی آشوب گونه "، سیستم های هوشمند در مهندسی برق، سال دوم، شماره چهارم، زمستان (۱۳۹۰).

۲۱. بالافر، محمدعلی.، و همکاران، " روش جدید رمزگذاری تصویر با استفاده از بلوک بندی و نگاشت آشوب"، پردازش سیگنال پیشرفته، جلد ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان (۱۳۹۹)، صفحات ۲۱۱-۱۹۷.

۲۲. صمدی، الهام.، و همکاران، (۱۳۹۹)، بررسی سیگنال لرزش دست بیماران پارکینسون با استفاده از تئوری آشوب، سومین کنفرانس بین المللی توسعه فناوری در مهندسی برق ایران، تهران.