2nd National Conference on Interdisciplinary Research in Management & Medical Science
16th September 2021-Tehran
دومین همایش ملی تحقیقات میان رشته ای در مدیریت و علوم پزشکی
۲۵ شهریور ۱۴۰۰ محل برگزاری: تهران

کاربرد تئوری آشوب در مهندسی پزشکی

رویا قاسمی
دانشکده برق و کامپیوتر، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
(Qasemi_Roya@yahoo.com)

مهدی عبدالصالحی
گروه مهندسی پزشکی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران
(abdossalehi@iiau.ac.ir)

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 در فهم رفتار سیستم های مختلف در علوم مهندسی و پزشکی باز کرده است. محور کلیدی تئوری آشوب نظم نهفته در بی نظمی است. نظریه آشوب در حوزه پردازش سیگنال های حیاتی 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 ظاهراً ناچیز و دلخواه، قادرند تأثیرات 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 حوزۀ پزشکی را نیز همچون دیگر حوزه های علمی تحت تأثیراصول خود قرار داده است. در شرایط آشوب و بی نظمی، سیستم ها دائما بین جاذبه های مختلف در نوسان هستند(تعادل پویا) و گاه تغییرکوچکی 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 مبانی آشوب و پیشینه پژوهش در حوزه مهندسی پزشکی ،پرداخته و سپس نتایج و پیشنهاداتی در این حوزه ارائه می شود.

واژگان کلیدی: آشوب، سیستم های غیرخطی ، نظم در بی نظمی، مهندسی پزشکی

www.SID.ir

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 (نشایی، ۱۳۸۸). 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 کارکردهای 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، ازاین 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 (کیخا و همکار، ۱۳۹۴). 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 پزشکی 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، درحالی 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 افتاده موجب عصیا نها و آشوبهای بزرگی در سازمان ها شده است که این نشان های 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(احمدی، ۱۳۹۹).

نظریه ی آشوب توصیف کننده ی رفتار آن دسته از سیستم های پویای غیر خطی می باشد که نسبت به شرایط اولیه بسیار حساسند. تغییر اندکی در شرایط اولیه ی 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 (مرادی ، ۱۳۹۹). به عبارت دیگرخاصیت 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 1963 میلادی نگرش به آشوب و به طور کلی دینامیک غیر خطی 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، اقتصاد، فلسفه، علوم سیاسی، روانشناسی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به رفتارهای غیر خطی و آشوبگونه سیگنال های حیاتی به منظور تشخیص فوری شدت آسیب دیدگی بیماران حادثه دیده در موقعیت های اضطراری و بهبود مراقبت های ویژه ی اورژانسی است (مکرم، ۱۳۹۰).

www.SID.ir

مبانی نظری

نظریه آشوب(کیاس) برای اولین بار در سال 1965 توسط دانشمندی بنام ادوارد لورنز در هواشناسی به کار برده شد و سپس در حیطه تمام علوم و مباحث تجربی، ریاضی، رفتاری، پزشکی، مدیریتی و اجتماعی وارد شده و اساس تغییرات بنیادی در علوم بویژه هواشناسی، 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 کوانتم 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(سرداری و همکار،۱۳۹۶).

- **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 وبی ترتیبی به کار می رود (Camisón, ، ۲۰۱۱). هیلز" در ۱۹۹۰ آشوب با 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 دهد و اتفاقی بودن به دلیل آنکه رفتار بی نظمی؛ بی قاعده و غیر قابل 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 (صرافی زاده و همکار،۱۳۹۵).

- **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 های که اثر پروانه ای از خود نشان می دادند. به عنوان سیستم های پررسی 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 (احمدی، ۱۳۸۴).

۲- **ساز کاری پویا** : سیستم های بی نظم در ارتباط با محیطشان مانند موجودات زنده عمل می کنند و نوعی تطابق و

www.SID.ir

سازگاری پویا بین خود و محیط پیرامونشان ایجاد می کنند(الوانی، ۱۳۸۴).

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 هایی قبلی که نوعی نظم و قابلیت پیش بینی داشتنده 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؛ چندجهته 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 آشوب ناک 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(گلیک،۱۹۸۷).

- **تصمیم گیری در شرایط آشوب**

اغلب مسائل در مهندسی پزشکی مدرن بسیار پیچیده می‌باشند و دلایل منطقی برای تصمیم‌گیریهای دقیق وجود ندارد. به همین جهت تصمیم‌گیریهای پزشکان و متخصصین این حوزه معمولا دلخواه و متغیر می‌باشد. از سوی دیگر حجم مفید اطلاعات پزشکی که حتی با یک محدوده کوچک تشخیصی در ارتباط است، به قدری زیاد می‌باشد که تصمیم‌گیری سریع و دقیق را دشوار خواهد ساخت. ضمنا فناوریهای مدرن روز به روز بر حجم این اطلاعات می‌افزایند و مساله را دشوارتر از پیش خواهند ساخت؛ به صورتیکه پزشکان تاکنون با چنین حجم وسیعی از اطلاعات مواجه نشده بودند. از ان‌گذشته، اشخاص به تصمیمات اختصاصی نیازمند می‌باشند؛ زیرا ویژگیهای انان با حد متوسط بیان شده در مراجع پزشکی متفاوت است و هر یک از ایشان دارای خواستهای منحصر به فرد خود می‌باشد. با توجه به مسایل فوق الذکر به اسانی قابل درک است که ما با چالش عظیمی در پروسه تشخیص و تصمیم گیری مواجه خواهیم شد. در علومی نظیر مهندسی پزشکی 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 کار آیی، بهره وری و اثر بخشی نیز از دید اثر پروانه ای دگرگون خواهند شد زیرا اگر کارآیی را نسبت ستاده ها به نهاده ها تعریف کنیم نهاده های بسیار جزئی قادرند تا ستاده های بسیار بزرگ یه وجود آورند. در کار آیی، نسبتها 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 آنرا به موقع و بجا مورد استفاده قرار می دهند.

www.SID.ir

- **تبیین نظریه آشوب**

درچند دهه اخیر ؛ شاهد انقلابهای عظیمی درعلوم طبیعی بوده ایم . این انقلابها درشیوه درک وتبیین پدیده ها ؛ به وسیله اندیشمندانی صورت گرفته است که درسالیان گذشته ؛ تبیین های خودرا درقالب های منظم و مشخص ارائه می دادند.جهان رامجموعه ای ازسیستم هایی تصور می کردندکه مطابق باقوانین جبری طبیعت به طریقی مشخص وقابل پیش بینی درحرکت است. ازاین رو ؛ معتقد بودندمعلولها به صورت خطی ؛ برآیند علل خاصی هستند. اکنون آنها برنقش خلاقانه بی نظمی وآشوب تآکید کرده وجهان رامجموعه ای از سیستمهائی می دانند که به شیوه هایی خود سازمان ده عمل می نمایند وپیامدهای این شیوه زندگی وجود حالات غیر قابل پیش بینی وتصادفی است. اما در این شرایط ؛ قوانین جبری طبیعی کماکان حاکمیت دارند وپی برده شده که سیستم ها به شیوه ای دورانی عمل می کنند که درآن بی نظمی منجر به نظم ونظم منجر به بی نظمی می شود. امروزه دیگر تصور ساده ازنحوه فعالیت جهان جای خود رابه تصوری پیچیده وپارا دوکس گونه داده است. این علم جدید ؛ تئوری پیچیدگی نامیده می شود وجنبه ای ازاین علم که توجه همگان را به خود جلب کرده است ؛ تئوری آشوب یا نظم دربی نظمی نامیده می شود .نظریه " نظم غایی " یا " نظم دربی نظمی " به ما ابزار حل مسائل پیچیده را درمحیط پرآشوب وآکنده ازتغییر دتحول امروز وفردا می دهد.

نظریه نظم غائی پس ازدو نظریه نسبیت و کوانتوم ؛ سومین انقلاب علمی عصر حاضر است. نظریه نسبیت ؛ نظریه نیوتونی زمان و فضای مطلق را درهم ریخت و نظریه کوانتوم ؛ رویای سنجشهای دقیق ؛ قابل کنترل ومتقن را برهم زد ونظریه نظم غائی پیش بینی های یقینی را که از اندیشه های لاپلاس نشآت می گرفت زیر سئوال برد.

آشوب در مهندسی پزشکی

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 پزشکی ایجاد و نقش بسزایی در برطرف کردن نیازهای پزشکی ایفا کند. به عبارت کلی مهندسی پزشکی به دنبال ایجاد ارتباط منطقی بین علوم مهندسی و دانش پزشکی است. زمینه های کاربردی این رشته طراحی اندام مصنوعی، انواع پروتزها، ارتزها، ساخت و نگهداری تجهیزات و ابزارهای پزشکی و همچنین تشخیص و درمان انواع بیماری ها می باشد.

در گذشته تشخیص و درمان در زمان بیماری بر اساس بررسی حالات بیمار، مطالعه سندرم‌ها و عارضه‌های مربوط و ارائه مجموعه ای از روش‌های شناخته شده مبتنی بر تجویز دارو یا اعمال برخی عمل‌های جراحی صورت می‌گرفت. اما امروزه ساختار بدن انسان به مشابه یک نظام بسیار هماهنگ مهندسی فرض و بیماری به عنوان عامل بی‌نظمی در این نظام مطرح گردد. به این ترتیب دانشی به عنوان مهندسی پزشکی بنیان‌گذاری شد که حوزه فعالیت آن مطالعه ساختار بدن انسان به صورت سیستماتیک، کشف قوانین فیزیکی و معادلات ریاضی حاکم بر اجزاء سیستم، فهم اندرکنش بین آنها، مدل سازی این اعضا و یا طراحی و ساخت انواع پروتزها و ارتزهای کمکی برای این نظام هماهنگ است.

www.SID.ir

کاربرد تئوری آشوب در مهندسی پزشکی

- بررسی بُعد کسری و انواع آنتروپی (شانون، ...) در پردازش سیگنال های بیولوژیکی
- تحلیل معیارهای پیچیدگی یک سیگنال غیرخطی در سیستمهای بیولوژیکی
- بررسی آنتروپی تقریبی و کاربرد آن در پردازش سیگنال های بیولوژیکی
- بهره گیری روشهای آنالیز سیگنال های غیرخطی با ایجاد فضای حالت با بعد مناسب برای آنها
- بکارگیری سطح مقطع پوانکاره در فضای فاز سیستم و نمونه برداری غیریکنواخت از سیگنال غیرخطی و بیولوژیکی جهت استخراج اطلاعات از سیگنال
- بکارگیری شبکه های عصبی- فازی در پردازش سیگنال های بیولوژیکی
- انجام الگوریتم های تکامل در پردازش سیگنال های بیولوژیکی

پیشینه پژوهش آشوب در حوزه مهندسی پزشکی

نوروزی و همکار (۱۳۸۲) در مقاله ای با عنوان "آشوب و کاربرد آن به منظور جداسازی سیگنال فیبریلاسیون بطنی"، بیان کردند که رفتار نوسانی قلب به عنوان یک پدیده آشوبی است و مفهوم آشوب و ویژگی های متمایز کننده آن، مطلب مورد بررسی بعدی می باشد. در انتها نتایج شبیه سازی به وسیله یک شبکه عصبی MLP در جهت جدا نمودن سیگنال مربوط به فیبریلاسیون بطنی از سایر سیگنالهای قلب ذکر می گردد که نتیجه مهم آن بهبود کارآیی شبکه عصبی با استفاده از داده های surrogateاست.

نوروزی و همکار (۱۳۸۶)، در مقاله ای با عنوان " جداسازی سیگنال فیبریلاسیون بطنی بر مبنای مشخصات آشوبگون سیگنال های قلبی " در این تحقیق اشاره کرده اند، که با استخراج خواص پدیده های آشوبگون و بررسی سه دسته سیگنال قلبی شامل سیگنال های طبیعی، تاکیکاردی بطنی و فیبریلاسیون بطنی مشاهده شد که این خواص به صورت مشخصی در سیگنال فیبریلاسیون بطنی وجود دارند و بر اساس یک ایده نو و با استفاده از تکنیک «داده های جایگزین» که در فرآیندهای آشوبگون به کار می رود، بهبود چشمگیری در کارآیی شبکه در حوزه زمان به دست آمده است. و همچنین شبیه سازی ها نشان داد که دینامیک آشوبگون تولید کننده سیگنال فیبریلاسیون بطنی، یک دینامیک متغیر با زمان است.

همتیان و همکار (۱۳۹۴)، در مقاله ای با عنوان " شاخص هورست چندگانهٔ اصلاح شده برای ارزیابی میزان آشوبناک بودن در کاربرد طبقه‌بندی آریتمی‌های قلبی" اشاره کرده اند که قلب انسان سیستمی آشوبناک است؛ ازاین‌رو برای شناسایی انواع آریتمی‌های قلبی از بعد فرکتال استفاده می‌شود. بررسی‌های انجام شده با استفاده از این روش روی ۸۰ سیگنال، شامل ریتم نرمال و آریتمی‌های انسداد دستهٔ شاخهٔ راست(RBBB) ، انسداد دستهٔ شاخهٔ چپ (LBBB) و انقباض زودرس دهلیزی (APC) از پایگاه دادهٔMIT-BIH ، توانسته است با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده‌های LDA ، نزدیک‌ترین همسایه و شبکهٔ عصبی به‌ترتیب به صحت طبقه‌بندی ۸۸/۷۵ ٪، ۹۶/۲۵ ٪ و ۱۰۰ ٪ منجر شود.

سبزپوشان و همکاران(۱۳۹۶) در مقاله ای با عنوان "تجزیه و تحلیل نقش پارامترها در رفتار آشوبگونه یک سیستم سرطانی و تفسیر بیولوژیکی آن"، بیان کردند که سرطان یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ و میر در جامعهٔ بشری است؛ از این‌رو، برخی از پارامترها نقش کمتری در رفتار سیستم دارند و با تنظیم بعضی دیگر، می‌توان سیستم را به درمان کامل (یعنی تنها سلول‌های سالم) هدایت کرد. با توجه به این یافته اشاره شده است که، که اعمال روش درمانی، به‌طوری‌که پارامترهای سیستم ایمنی را

www.SID.ir

تغییر دهد، نقش کمی در درمان خواهد داشت؛ درحالی‌که اعمال روش درمانی، به‌نحوی که پارامترهای مربوط به سلول‌های سالم را تغییر دهد، بیشترین تأثیر را دارد.

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 نمیتوان از نظریه آشوب در تحلیل رفتار این سیگنال بهره مند شد.

نتیجه‌گیری

نظریه ی آشوب توصیف کننده ی رفتار آن دسته از سیستم های پویای غیر خطی می باشد که نسبت به شرایط اولیه بسیار حساسند 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 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 نیوتنی می رسد، سیستم های پزشکی 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 سازمانهای پیچیده، مسائل پیچیده، اهداف پیچیده و دنیای پیچیده، به انسانهای پیچیده نیاز دارد. دانش مهندسی پزشکی ممکن است در آینده برای توسعه بیشتر از تئوری آشوب سود برد که شامل تعدادی انگاشته های می باشد که رفتارهای سیستم های آشوب را که در سیستم رخ می دهد را توضیح می دهد همچنین متخصصانی که موقعیت های اورژانسی و بحرانی را به عهده دارند و نیز برای کارهایی که در یک سیستم پیچیده و غیر خطی صورت می گیرد.

انسانهای پیچیده نیز در سازمانهای پیچیده پرورش می یابند. سیستم های پزشکی 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 منخصصانی دارد که قدرت اداره سازمانهای پیچیده و شرایط بی نظمی و آشوب را داشته باشند؛ بنابر این سازمانها 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 انسانهای پیچیده، قادر به اداره پیچیدگی نیستیم و بدون وجود بستر پیچیده، قادر به پرورش انسانهای پیچیده نیستیم.

پیشنهادات در حوزه مهندسی پزشکی

- کسب مهارت در شناخت تعاملات بازگشتی بین اجزای یک سیستم پیچیده مانند سیستمهای بیولوژیکی و بررسی نحوه ایجاد حالتهای رفتاری دینامیکی غیرخطی پویا، آشوبگونه و غیر معین در خروجی آن سیستم
- کسب مهارت در بررسی فضای حالت سیستمهای غیرخطی و پیچیده، نحوه محاسبه نقاط تعادل و جذب کننده های

www.SID.ir

سیستم، آنالیز پایداری و رسم و تحلیل نمودار بایفورکیشن سیستم

- شناخت انواع سیستم های آشوب گونه و مسیرهای آشوبگونه شده رفتار یک سیستم با تغییر پارامترهای آن
- بهره گیری از آنالیز سیگنالهای بیولوژیکی به روشهای پیشرفته و غیرخطی، جهت استخراج ویژگیهای جدید
- بکارگیری روشهای پیشرفته و غیرخطی جهت تشخیص بیماریها و آریتمی ها و آنالیز آنها
- آشنایی با نحوه آنالیز دینامیک غیرخطی سریهای زمانی
- فراگیری منشاء آشوب در سیگنال های بیولوژیکی

منابع

الوانی، سیدمهدی، دانایی فرد، حسن (1384)."تئوری نظم در بی نظمی و مدیریت ."تهران، انتشارات صفار. ص78

سبزپوشان, سید حجت, قدسی اثناعشری, تینا, پورحسن زاده, فاطمه. (۱۳۹۶). تجزیه و تحلیل نقش پارامترها در رفتار آشوبگونهٔ یک سیستم سرطانی و تفسیر بیولوژیکی آن .فصل نامه علمی پژوهشی مهندسی پزشکی زیستی. تهران

صمدی، الهام و اخلاصی، علی و احمدی، حسام و نوشیروان راحت آباد، فریدون،۱۳۹۹،بررسی سیگنال لرزش دست بیماران پارکینسون با استفاده از تئوری آشوب، سومین کنفرانس بین المللی توسعه فناوری در مهندسی برق ایران،تهران

نوروزی، محمدرضا و یزدان پناه، محمدجواد،۱۳۸۲،آشوب و کاربرد آن به منظور جداسازی سیگنال فیبریلاسیون بطنی،یازدهمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران،تهران

نوروزی, محمد رضا, یزدان پناه, محمد جواد. (۱۳۸۶). جداسازی سیگنال فیبریلاسیون بطنی بر مبنای مشخصات آشوبگون سیگنال های قلبی .فصل نامه علمی پژوهشی مهندسی پزشکی زیستی.

همتیان, مینا, مالکی, علی. (۱۳۹۴). شاخص هورست چندگانهٔ اصلاح شده برای ارزیابی میزان آشوبناک بودن در کاربرد طبقه‌بندی آریتمی‌های قلبی .فصل نامه علمی پژوهشی مهندسی پزشکی زیستی.178-163 ,(2)9.

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

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

نثایی ، وحید ، (1388) ، مدیریت آشوب، نظم در بی نظمی و کاربرد تئوری آشوب در مدیریت ،اقتصاد ،علوم اجتماعی ،فیزیک ، انتشارات کلک سیمین

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

www.SID.ir

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

مکرم، رضا،۱۳۹۰،نظریه آشوب،همایش منطقه ای پژوهشهای نوین در ریاضی،گرگان

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

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.

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.

www.SID.ir