

## بازخورد اقلیم و ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی توسعه شهری (مطالعه موردی: کلانشهر شیراز)

سیدعبدالعلی کمانه<sup>۱</sup>: استادیار جغرافیا و ژئومورفولوژی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

حیدر قادری: استادیار جغرافیا و اقلیم‌شناسی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران

شهیده دهقان: کارشناس ارشد جغرافیا و اقلیم‌شناسی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران

### چکیده

هدف مدیران و برنامه‌ریزان از توسعه شهری چپش منطقی کاربری‌های انسانی و طبیعی در یک مجموعه سیستمی است. تعامل بین زیرسیستم‌ها به مطلوب‌ترین شکل می‌تواند سبب بالاترین حد آنتروپی مثبت و در نتیجه توسعه مدرن شهری گردد. در این پژوهش مسئله این است که آیا دینامیک توسعه فیزیکی شهر شیراز از ضوابط آشوبی یا برخالی تبعیت می‌نماید؟ مهم‌ترین ابزار تحلیلی در این برآورد در مرحله اول اعمال نگرش سیستمی در پژوهش می‌باشد. در مرحله دوم هر یک از زیرسیستم‌ها (زیرسیستم کلیماتیک، ژئومورفولوژیک، انسانی) به صورت کمی تعریف گردیده است. به این منظور اطلاعات مورد نیاز از خروجی‌های سی ساله اقلیمی سازمان هواشناسی استان به صورت قیاسی استخراج و از بطن آن به صورت استقرائی اطلاعات مورد نیاز حوضه‌ی شیراز در مطالعات اقلیمی از طریق واسطه‌یابی درونی مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین با استخراج پیکسل‌های دو بعدی مسطحاتی و سه بعدی (توپوگرافیکی و ژئومورفیکی) اطلاعات مکانی برداشت شده است. دیتاهای دو بعدی توسعه فیزیکی شهر شیراز به عنوان سیستم انسانی نیز به صورت قیاسی در کل استان و شهرستان شیراز و سپس به صورت واسطه‌یابی درونی به صورت کمی برداشت شده است. با توجه به آرایش فضائی هندسی اطلاعات عددی و تجزیه و تحلیل جبری زیرسیستم‌ها می‌توان به بازخورد سیستماتیک آنها که ناشی از ساختار کیاسی، فراکتال یافازی است پی برد و با آگاهی از عملکرد متقابل عناصر دو زیرسیستم حوضه طبیعی و زیرسیستم انسانی محدوده شهری شیراز طوری به مدیریت توسعه شهری شیراز پرداخت که کل سیستم دارای کمترین حد آنتروپی منفی در سایر زمینه‌های جریان ماده و انرژی و بالاترین حد بازخورد منفی سیستمی باشد. نتیجه این تحلیل سیستمی از طرفی سبب پیش‌بینی بروز عدم تعادل در زیرسیستم‌های پویای ژئومورفولوژی شهری و کنترل آنها خواهد شد و از طرف دیگر می‌تواند سبب کنترل سیستم به سمت ناعادلی و سپس تعادل گردد.

**واژه‌های کلیدی:** حوضه‌ی ژئومورفیک، کیاس، فراکتال، توسعه فیزیکی، تغییرات اقلیمی، شیراز.

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول: Kamanah2000@yahoo.com، ۰۹۱۷۷۳۰۴۱۲۵

## بیان مسأله:

در جهان مدرن فرآیند توسعه شهری به عنوان یکی از زیرسیستم‌های توسعه اقتصادی تابع ساختارهای ژئومورفولوژیک (نگارش، ۱۳۸۲: ۴۷) و عناصر اقلیمی خصوصاً در ژنز ایجاد جزایر گرمایی روی شهرها (رنجبر، ۱۳۸۴: ۱۰۶) می‌گردد. بطوری- که علاوه بر ایجاد بستر همگون جامعه‌شناختی انسانی، بتواند در برابر جبر ژئوکلیماتیک کاملاً منعطف باشد. این انعطاف‌پذیری جبری از طرفی کاملاً به مدیریت واکنش‌های بالقوه و بالفعل کالبد مدنی شهر در تعامل با مخاطرات طبیعی منجر خواهد گردید و از طرف دیگر توسعه فضای شهری را با اصول فنی مهندسی معکوس در بستر دو عامل طبیعی ژئومورفولوژی و اقلیم کاملاً در کنترل خود خواهد داشت. این فرآیند در مطالعات حوضه‌های مستقل در سناریوی مدلینگ سیستمی منجر به نتایج دقیق‌تری خواهد شد. یکی از منحصر به فردترین حوضه‌های مستقل زاگرس جنوب غربی که نه تنها استقلال هیدرو ژئوکلیماتیک خود را با توجه به دو سطح اساس خلیج فارس و دشت مرکزی فلات ایران حفظ نموده است، حوضه هیدروژئوکلیماتیک مهارلو می‌باشد (زمردیان، ۱۳۹۱: ۳۸). در حقیقت این حوضه بستری است که در بخش شمالی قسمتی از محدوده سیاسی شهرستان شیراز را در برمی‌گیرد و بخش جنوبی آن بستر سیاسی شهرستان سروستان است. بر روی همین بستر طبیعی شهر شیراز در حال توسعه محدوده حیاتی خود می‌باشد و با مساحتی برابر با ۳۹۳۱ کیلومتر مربع و محیط ۳۸۲ کیلومتر در طول شرقی از ۵۲ درجه و ۱۳ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه و ۵۹ ثانیه و عرض شمالی از ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه و ۵۹ ثانیه واقع است. شهر شیراز با وسعت تقریبی ۱۸۰ کیلومتر مربع روی حوضه‌ی بسته- ی ژئومورفیک مهارلو که سطح اساس آن دریاچه مهارلو است، واقع شده است. شهر شیراز امکان گسترش فیزیکی در یک محدوده ۸۰۰ کیلومتر مربعی را دارا می‌باشد. بدیهی است که این توسعه فضای شهری انکارناپذیر است ولی باید با اعمال راهکارهای علمی به مدیریت این فضایابی اقدام گردد؛ تا سبب بروز مشکلات طبیعی و انسانی در این محدوده نگردد. با توجه به اینکه حوضه ژئومورفیک مهارلو با مرکزیت کلان شهر شیراز در حال گسترش فضای حیاتی خود در محدوده حوضه می‌باشد، بنابراین باید روند حاکم بر آنالیزهای این پژوهش جواب‌گوی سئوال مهم زیر باشد: که آیا روند توسعه فیزیکی کلان شهر شیراز بر بستر ژئومورفولوژی حوضه از الگوریتم تغییرات کلیماتیک حوضه ضابطه می‌پذیرد؟ با توجه به اینکه حوضه‌ی ژئومورفیک مهارلو به عنوان بستر توسعه کلان شهر شیراز در قالب ناهمواری‌های ژورایی، به ویژه در یک دره‌ی ناودیس، شکل گرفته و از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی و مورفوتکتونیک و نیز شرایط مورفوکلیماتیک کاملاً هم داستان با سرنوشت زاگرس بوده است. به طوری که اسکلت و ساختار ناهموار این حوضه از سه واحد ژئومورفولوژیک کوهستانی، سطوح پست و هموار و چاله‌ی تکتونیک دریاچه تشکیل شده و در طی دوره‌های زمین‌شناختی، تحت تأثیر فرآیندهای تکتونیک، کلیماتولوژیکی و هیدروژئومورفولوژیکی تکوین و تکامل یافته است (قبلی، ص ۴۹). در نتیجه با توجه به مسئله فرا روی این پژوهش امکان طرح دو فرضیه در تبیین الگوی حاکم بر تغییرات اقلیمی حوضه‌ی مهارلو وجود دارد:

۱- تغییرات اقلیمی حوضه ژئومورفیک شیراز از الگوریتم جبری کیاس تبعیت می‌کند.

۲- الگوی تغییرات اقلیمی شیراز از الگوریتم فراکتال تبعیت می‌کند.

در تشریح فرضیات در روندیابی‌های برنامه‌ریزی شهری شیراز پژوهشگران می‌توانند از ساختارهای جبری با بنیان خطی یا غیرخطی به مدیریت توسعه فضای شهری اقدام نمایند. تجربه علمی و عملی در پژوهش‌هایی که تا کنون در تحلیل‌های دینامیکی صورت گرفته بیانگر این مهم بوده است که ترکیب‌های پویا اعم از انسانی یا طبیعی و پدیده‌هایی که ناشی از تعامل این دو قطب هستند با روندهای غیر خطی جبری سازگاری بیشتری دارند. به عبارت دیگر ترکیب توسعه فیزیکی شهر شیراز می‌تواند دارای اجزائی باشد و هر یک از این اجزا می‌توانند از یک ساختار جبری تبعیت کنند. پس، روند کلی دینامیک صعودی یا نزولی ترکیب از برآیند روند دینامیکی اجزای سیستم محاسبه خواهد شد. هر یک از اجزا می‌توانند از ساختارهای جبری خطی و غیر خطی (فراکتال، کیاس، فازی، سیمپلکس، کمپلکس، هولومورفیک و مورومورفیک) تبعیت نمایند.

پیشینه تحقیق:

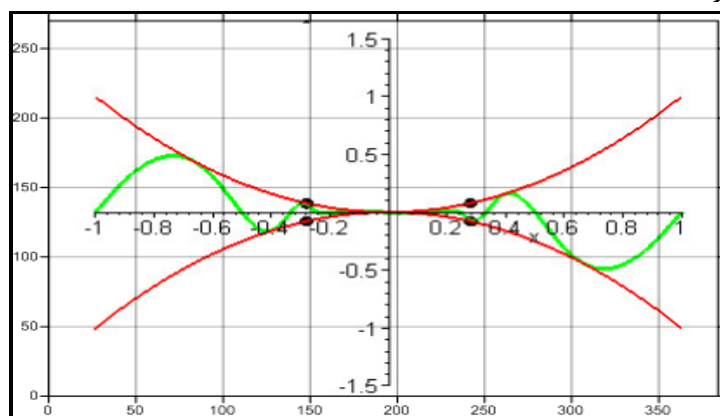
در این راستا می‌توان به پژوهش‌های (آذرانفر و همکاران، ۱۳۸۵) اشاره نمود که به ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما در حوضه آبریز زاینده رود با استفاده از چرخش عمومی جو پرداخته‌اند. (الهی گل و همکاران، ۱۳۸۵) اثرات تغییر دما و بارش بر روی رواناب حوضه آبریز امامه (استان تهران) را مورد بررسی قرار داده‌اند. در چشم‌اندازی استقرائی‌تر (باباییان و همکاران، ۱۳۸۶) با مدل‌سازی اقلیم ایران در دوره ۲۰۱۰-۲۰۳۹ با استفاده از ریز مقیاس‌نمایی آماری خروجی مدل *ECHO-G* به نتایجی تحلیلی دست یافته‌اند. در یک پژوهش (جهادی طرقي و همکاران، ۱۳۷۸) به تعیین روند تغییرات دما و بارش شهر مشهد طی دوره ۱۹۹۴-۱۹۵۱ پرداخته‌اند. در همین زمینه می‌توان به پژوهش‌های (سادات آشفته، ۱۳۸۶) تحت عنوان تأثیر تغییر اقلیم بر شدت و فراوانی سیلاب در دور بازگشت‌های معین اشاره کرد. در ادامه می‌توان به مطالعات انجام شده توسط (طالبی، ۱۳۸۱) در مروری بر اثرات تغییر اقلیم یخچالی، (عساکره، ۱۳۸۲) پژوهشی بر تغییرات دمایی کره زمین طی سده گذشته، (منتظری، ۱۳۸۲) اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور و مطالعات (مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۴) که به بررسی نتایج و پیش‌بینی مدل‌های جهانی اقلیم و تعیین مدل مناسب برای منطقه و ایران پرداخته‌اند، اشاره نمود. البته جای تأکید این که در تمام این مطالعات به ارائه شرایط موجود اشاره شده است و بیشتر از مدل‌هایی استفاده گردیده است که جنبه کلاسیک دارند. ضمن اینکه در تمامی پژوهش‌های فوق بیشتر از متدولوژی‌های علمی موازی استفاده شده است. مقاله حاضر سعی بر آن دارد که سیبرنتیک ژئوکلیماتیک شیراز در تعامل با برنامه‌ریزی توسعه شهری را از نقطه نظر آنالیز استقرائی مورد کنکاش قرار دهد. از مهم‌ترین اسلاف اینگونه تحلیل‌های جبری آماری ترکیبی می‌توان از استدلال‌های (*Briggs, 1992*) به عنوان پیشگام این آنالیز استقرائی که به کاربرد منطق کیاس (آشوب سیستمی) و هم ارزی آن با منطق برخالی (*Fractal*) پرداخته است اشاره نمود. همچنین در همین حیطه علمی باید به کاربرد منطق کیاس در تبیین توپولوژی از (*Mandelbrot, 2004*) اشاره نمود. این در حالی است (*Falconer, 2003*) مختصات مطلق هندسی و جبری منطق برخالی را تفسیر می‌نماید تا بتوان از آن در سایر محاسبات در ساختارهای سیستمی استفاده نمود. با استفاده از همین ضوابط بود که (*Arabacioglu, 2010*) توانست برای اولین بار از منطق فازی در آنالیز ساختارهای ساختمانی استفاده نماید. البته قبل از کاربرد عملی منطق فازی در ساختارهای مذکور باید به تأکید (*Biacino, 2002*) روی تأثیرات عملکرد منطق فازی در پژوهش‌های سیستمی نیز اشاره نمود. با همه نمودی که آنالیز سیستمی از نظر علمی در سه دهه اخیر در زمینه علوم زمین شاهد آن بوده است، در ایران برای اولین بار استفاده از سیبرنتیک سیستمی توسط (رامشت، ۱۳۸۱) مطرح گردید. همچنین همین دانشمندان به تبیین نقش منطق فازی در تبیین فرآیندهای ژئوکلیماتیک (رامشت، ۱۳۷۸) اقدام نمود. جای ذکر است که کاربرد مفهوم کیاس در محاسبات سیبرنتیکی در تفسیرهای اقلیمی و ژئومورفولوژیک برای نخستین بار در سال ۱۳۸۲ در حیطه علوم جغرافیائی در کشور توسط رامشت انتشار یافت. در استان فارس حوضه ژئومورفیک فسا (هاشمی، ۱۳۸۹) از دیدگاه سیستمی مورد کنکاش واقع شده است. سیر تحولات اقلیمی همین حوضه نیز در مقاله‌ای کاملاً تبیین گردیده است (هاشمی، ۱۳۹۰).

#### مبانی نظری:

کاربرد ساختارهای غیرخطی در نگرش سیستمی از بعد از جنگ دوم جهانی روال علمی خود را در پژوهش‌های ترکیبی پیدا نموده است. بدیهی است که دیدگاه سیستمی مختص به یک زمینه علمی نیست و در سایر شاخه‌های علوم طبیعی و انسانی قابل محاسبه می‌باشد. از آنجا که بحث حاضر یک قیاس سیستماتیک است که از اجزای طبیعی و انسانی تشکیل یافته است، بنابراین می‌توان از تحلیل‌های آشوبی، برخالی، فازی و حتی خطی نیز در تبیین قوانین حاکم بر منطق سیستمی بحث بهره برد. در بسیاری موارد، طرح‌های پژوهشی تنها از جنبه‌ی مسایل کمی بررسی می‌شوند. در اصل آنچه جوهر اصلی اقلیم‌شناسی و ژئومورفولوژی و سیبرنتیک آن با برنامه‌ریزی توسعه شهری است، ماهیت جبر غیرخطی این عوامل طبیعی است به طوری که تا چند دهه‌ی پیش دانشمندان جهان را مجموعه‌ای از سیستم‌هایی می‌دانستند که مطابق با قوانین جبرخطی نیوتونی طبیعت به طریقی کاملاً مشخص و قابل پیش‌بینی در حال حرکت می‌باشد. اما با پیشرفت علم بسیاری از رویدادهای طبیعی دیگر قابل توجیه بوسیله‌ی دیدگاه‌های جبرخطی نیوتوتی نبودند. تلاش‌های دانشمندان برای توصیف چنین رویدادهایی

منتج به نظریه‌های جبر غیر خطی انیشتینی اعم از نسبیت عام یا خاص و یا به عنوان نمونه نظریه آشوب (Chaos Theory) در آنالیزهای کمی شد (Vellekoop, 1994). به طوری که نظریه آشوب یا تئوری بی‌نظمی‌ها به مطالعه سیستم‌های دینامیکی آشوب‌ناک پرداخت. سیستم‌های آشوب‌ناک، سیستم‌های دینامیکی غیرخطی هستند که نسبت به شرایط اولیه‌شان بسیار حساس هستند و تغییری اندک در شرایط اولیه چنین سیستم‌هایی باعث تغییرات بسیار در آینده خواهد شد. به عبارت دیگر از یک ساختار جبری هموگراف تبعیت می‌نمایند.

این پدیده در نظریه آشوب به اثر پروانه‌ای مشهور است. رفتار سیستم‌های آشوب‌ناک به ظاهر تصادفی می‌نماید. با این حال هیچ لزومی به وجود عنصر تصادف در ایجاد رفتار آشوبی نیست و سیستم‌های دینامیکی معین نیز می‌توانند رفتار آشوب‌ناک از خود نشان دهند. می‌توان نشان داد که شرط لازم وجود رفتار آشوب‌گونه در سیستم‌های دینامیکی تأثیر یک عنصر دیگر به عنوان بعد سوم متغیر حالت است (سیستم مرتبه سه). دینامیک لورنتس نمونه‌ای از چنین سیستم‌ای است (Kellert, 1993). یک سیستم جوی ساده را در فارس نظر بگیرید. تابع برای تخمین دمای فردا از روی دمای امروز در دست است. اوربیت یک نقطه تحت یک تابع مجموعه اتفاقاتی است که در اثر تکرار تابع (دینامیک) برای آن نقطه می‌افتد. ایده‌ی دیگر ساختار خود متشابه یا برخال است که در اصل توسط لاینیتس بسط داده شد و حتی بسیاری از جزئیات را حل کرد. در سال ۱۸۷۲ کارل وایرستراس مثالی از تابعی را پیدا کرد با ویژگی‌های غیربصری که با آن که در همه جا پیوسته بود ولی در هر نقطه از منحنی مشتق پذیر نبود. گراف این تابع اکنون برخال نامیده می‌شود. در سال ۱۹۶۰ بنوا ماندلبرت تحقیقاتی را در شناخت خود همانندی طی مقاله‌ای با عنوان «طول ساحل بریتانیا چقدر است؟» آغاز کرد. این کارها بر اساس کارهای پیشین ریچاردسون استوار بود. در سال ۱۹۷۵ ماندلبرت برای مشخص کردن ساختار جبری که از یک نقطه به طرف منفی و مثبت میهم خواهد گردید که بعدها بیسکوچ آن را بعد توپولوژیک تفسیر نمود و کلمه «فراکتال» را ابداع کرد. او این تعریف ریاضی را از طریق شبیه‌سازی خاص رایانه‌ای تشریح کرد (Briggs, 1992). برخال‌ها از نظر روش مطالعه به برخالهای جبر غیر خطی و برخالهای احتمالی (ساختار توانی و نمایی جبری) تقسیم می‌شوند. از طرف دیگر برخال‌ها یا خود همگرد و یا خودناهمگرد هستند. در خودهمگردی، شکل جزء شباهت محسوسی به شکل کل دارد. این جزء، در همه جهات به نسبت ثابتی رشد می‌کند و کل را به وجود می‌آورد. اما در خودناهمگردی شکل جزء در همه جهات به نسبت ثابتی رشد نمی‌کند. مثلاً در مورد رودخانه‌ها و حوضه‌های آبریز بعد برخالی طولی متفاوت از بعد برخالی عرضی است از این رو شکل حوضه آبریز کشیده‌تر از زیر حوضه‌های درون حوضه‌است. بنابراین (Fractal) به مطالعه‌ی نظام‌های آشوب‌ناک ژئوکلیماتیک می‌پردازد. می‌توان اظهار داشت که سیستم‌های ژئوکلیماتیک سیستم‌های دینامیکی - برخالی و غیرخطی هستند که نسبت به شرایط اولیه‌شان بسیار حساس هستند. (شکل شماره ۱).



شکل ۱- نمودار ساختار و عملکرد برخالی به صورت محض و جبری

در این سیستم‌ها اوربیت یک نقطه تحت یک تابع مجموعه اتفاقاتی است که در اثر تکرار تابع برای آن نقطه حادث می‌شود. برای مثال اربیت نقطه ۱ تحت تابع ما این است که ۱ ابتدا ۳ سپس ۵ بعد ۷ و .. تبدیل می‌شود. حال  $F(x) = X^2 + 3$  را

در نظر بگیرید. تغییری اندک در شرایط اولیه‌ی چنین سیستم‌هایی باعث تغییرات بسیار در آینده خواهد شد. به عنوان مثال تابع  $F(x)=x+2$  برای تخمین دمای فردا از روی دمای امروز مفروض است. این تابع ما را به دنیای برخالی می‌برد. به نظر می‌رسد اربیت‌های تمام نقاط به بی نهایت میل می‌کنند (Falconer, 2003). باید اشاره شود که نقاط پایانی هر بازه‌ای روی این تابع ثابتند. با اجرای تابع و ادامه دادن آن می‌بینیم که تمام نقاط داخل بازه به بی نهایت میل می‌کنند ولی حدود بازه همچنان متناهی می‌باشد. این رفتار یک رفتار برخالی است. شکل‌های فراکتالی معمولاً به کمک توابع بازگشتی تولید می‌شوند. مثلاً تابع بازگشتی  $f(n)=f(n)*f(n)+c$  یا  $f(n)=f(n)^2+c$  یک تابع فراکتال است. در این معادله  $c$  یک عدد مختلط (شامل یک عدد موهومی) است که می‌تواند هر مقداری باشد و نتیجه‌ی آن یک مجموعه‌ی جولیای متفاوت است.  $n$  به جای مختصات نقطه قرار می‌گیرد در این ساختار فراکتالی اوربیت در یک نقطه یا بین دو نقطه معین دچار بازگشت می‌شود؛ ولی با عدول از آن به سمت بینهایت مثبت یا منفی مبهم می‌گردد (Briggs, 1992).

### روش تحقیق:

در بازه پژوهشی اولیه با استفاده از روش کتابخانه‌ای ابتدا آمارهای اقلیمی حوضه شیراز و حوضه‌های مجاور از سایت سازمان هواشناسی استخراج گردید. با توجه به اینکه اطلاعات اقلیمی در حوضه‌های اطراف شیراز مستخرج از ایستگاه‌های سینوپتیک مستقر در محدوده سیاسی استان فارس بوده‌اند؛ به همین دلیل ابتدا آمار سی سال تمام ایستگاه‌های واقع در حوضه‌های اطراف حوضه شیراز جمع آوری شده است. در مرحله دوم به برداشت‌های ژئومورفیک میدانی حوضه شیراز اقدام شده است. این اطلاعات از دو روش حاصل آمده است. در روش اول با استفاده از مشاهدات میدانی اطلاعات ژئومورفولوژیکی از طریق *Gps* گارمین به صورت دیجیتالی به مجموعه سیستم اطلاعات جغرافیائی *GoldenSoftWare11* منتقل گردیده است. در روش دوم با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ به رقومی نمودن ارتفاع و شیب حوضه ژئومورفیک شیراز اقدام گردید. در مرحله سوم از اطلاعات رقومی هم در ساختار استقرائی و هم در ساختار قیاسی با اعمال سیستم کریگینگ مجدداً خروجی‌های لازم استخراج گردید. در مرحله چهارم جهت پاساژ اطلاعاتی مجدداً خروجی‌های اولیه دیجیتالی شده‌اند. در مرحله پنجم با استناد به روش نسبت طلائی جبری فیثاغورثی (حسینی، ۱۳۸۲) به توصیف خصوصیات کلیماتیک و ارزیابی و تحلیل آنها پرداخته شده است و سپس با ضابطه‌یابی بین ورودیها و خروجی‌های اقلیمی، ژئومورفولوژیک و انسانی حوضه حاکمیت ضوابط غیرخطی حاکم بر سیستم حوضه به عنوان خط و مشی برنامه ریزان و مدیران توسعه شهری شیراز به اثبات رسیده است. متغیرهای مورد استفاده در پژوهش به حسب نیاز اطلاعات سینوپتیک، ژئومورفولوژیک و ساختار توسعه فیزیکی محدوده مدنی شهر شیراز بوده است که بر اساس شاخص کمی کمپلکسی در ساختارهای جبری غیرخطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

### یافته‌های تحقیق:

در این پژوهش بستری که شهر شیراز بر آن مستقر شده است، به صورت یک سیستم تعریف گردیده است. این سیستم کل اگر چه دارای صدها زیرسیستم است ولی با توجه به موضوع پژوهش سه زیر سیستم اصلی مؤثر در برنامه‌ریزی توسعه شهری حوزه شیراز که بر بستر و حوضه هیدروژئومورفیک مستقر است، مورد مطالعه قرار گرفته است. این زیرسیستم‌ها عبارتند از:

(I) زیر سیستم هیدروژئومورفولوژیک حوضه شیراز و نمایه‌های مسلط به آن

(II) . نمایه‌های اقلیمی حاکم بر زیر سیستم حوضه شیراز

(III) . ساختار مسلط بر توسعه فیزیکی شهر شیراز

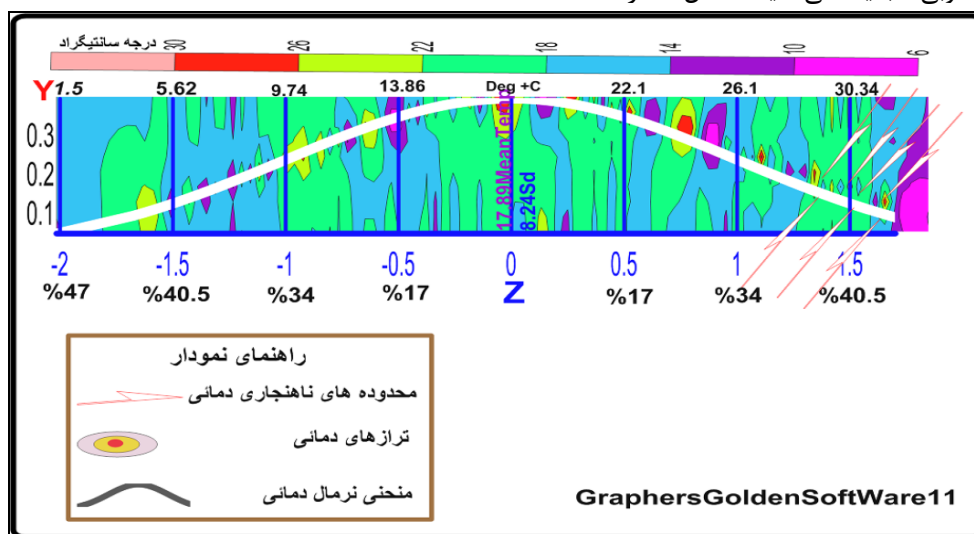
### زیرسیستم هیدروژئومورفولوژیک حوضه شیراز و نمایه‌های مسلط به آن:

در مدیریت توسعه فیزیکی شهر شیراز ابتدا باید نظری داشت بر خصوصیات ژئومورفولوژیکی سطحی که این شهر بر آن استقرار یافته است تا بتوان از قابلیت‌های بالقوه آن به طور عملی در برنامه‌ریزی‌های توسعه شهری شیراز استفاده نمود. به لحاظ هیدروژئومورفولوژیکی حوضه شیراز دارای درجه سیل خیزی ۱,۷ در مقیاس گراویلیوس می‌باشد. طول کلاسیک این حوضه ۱۶۷ و عرض آن ۲۳ کیلومتر می‌باشد. این کشیدگی حوضه تأییدی است بر عملکرد واقعی ضریب سیل خیزی حوضه

شیراز. چون هرچه این ضریب به یک نزدیکتر باشد، سیل خیزی بیشتر هر چه به سه نزدیکتر باشد، سیل خیزی کمتر است. یافته‌های ژئومورفیک بیانگر این مهم هستند که دو هزار کیلومتر مربع از حوضه ۱۹۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و با تفسیر منحنی بدون بعد حوضه چنین مستفاد می‌گردد که نیمی از مساحت حوضه با ارتفاع بیش از ۱۹۰۰ متر در مرحله بلوغ ژئولوژیکی قرار دارد و با توجه به میزان ضریب انتگرال ارتفاعی (۰,۵) بیش از نیمی از وسعت حوضه در مرحله پیری ژئولوژیکی قرار گرفته‌اند که محاسبه بیانگر این واقعیت است که حوضه از ضریب تکنونیک جنبای متوسطی برخوردار است. حوضه ژئومورفیک شیراز به دلیل ساختار خاص توپوگرافیکی نوع خاصی از شیب را از خود بروز داده است. به عبارت دیگر می‌توان در حوضه شیب را به سه بخش تقسیم نمود: اول: سطح اساس حوضه با اختلاف ارتفاع ۱۴۴۵ متر در سطح فروافتاده‌ی مهارلو. دوم: شیب در دشت شیراز. دشتی که شهر شیراز روی آن واقع گردیده است بیش از ۱۵۰ متر با سطح اساس جبری حوضه یعنی مهارلو اختلاف ارتفاع ندارد. همین اختلاف ارتفاع باعث شده است که رودخانه خشک که مهم‌ترین شریان هیدرولوژیک حوضه می‌باشد و به سمت مهارلو در جریان است مسیر خود را از این دشت به طرف سطح اساس حوضه بپیماید. سوم: دشت سروستان که شیب آن از جنوب به شمال یعنی از خرمن کوه به طرف سطح اساس مهارلو است و جنوب حوضه را زهکش می‌نماید.

#### نمایه‌های اقلیمی حاکم بر زیرسیستم حوضه‌ی شیراز:

مهم‌ترین نمایه‌های اقلیمی حوضه‌ای که شیراز در آن واقع شده است، نمایه‌های دما، بارش، فشار و رطوبت می‌باشد. از نظر دمایی بر اساس پژوهش‌های به عمل آمده در این مقاله ساختار فیزیکی حاکم بر تغییرات انرژی دریافتی حوضه شیراز از روند کیاس (آشویی) تبعیت می‌نماید. (شکل شماره ۲).



شکل ۲- نمودار ساختار کیاس دمای متوسط ماهانه حوضه‌ی شیراز با بازه زمانی سی سال

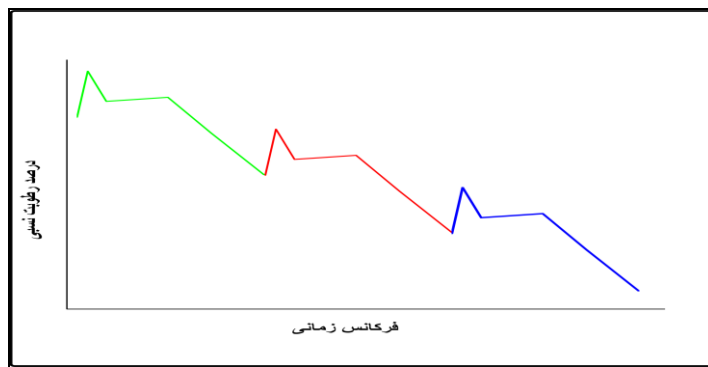
ضابطه‌ی حاکم بر این روند  $T = (e^{0.991})M^{0.538}$  است که در آن  $T$  دمای متوسط ماهانه حوضه‌ی شیراز به درجه-ی سانتیگراد و  $M$  شماره ماه از سالهای مورد مطالعه است. در تابع مذکور اگر به جای  $T$  دما در ماه مورد نظر قرار گیرد ساختار کیاسی دما با محاسبه چرخشی  $M$  کاملاً هویدا خواهد شد. این در حالی است که ساختار مسلط بر تغییرات رطوبت نسبی در حوضه شیراز روندی برخالی دارد. در تعبیر حالت برخالی رطوبت نسبی حوضه ژئومورفیک شیراز باید بیان داشت که اگر ساختار ضابطه‌ای که در قسمت قبلی محاسبه گردید؛ به صورتی بود که ورودی‌های به سیستم حول یک مرکز واحد دوران داشتند در این حالت ساختمان سیبرنتیکی کنش و واکنش‌های ناشی از تغییرات و نوسانات رطوبت نسبی حوضه‌ی ژئومورفیک شیراز برآیندی کیاسیک می‌داشت. در این حالت مانند آنچه در خصوص دما در حوضه هویدا است تابع حول یک نقطه مرکزی دوران می‌نماید، به عبارت دیگر اگر تابع ورودی و خروجی یک فاکتور اقلیمی بتواند تمام مقادیر از منفی تا مثبت بی‌نهایت را



حول یک نقطه مرکزی دوران داده و سپس مجدداً آنها را به طور صعودی و نزولی مرقوم نماید به طوری که مبهم نشوند در این صورت عملکرد آن عنصر اقلیمی کیاسیک است. ولی اگر تابع بعد از دریافت یک ورودی با چرخش ساختاری آنها را به صعود بی نهایت مثبت و با دریافت ورودی کمتر از آن با چرخش ساختاری آنها را به نزول به بی نهایت منفی سوق دهد، در این صورت مدیران و برنامه ریزان آمایش سرزمینی با یک ساختار برخالی روبه رو خواهند بود. این ساختار با استناد به تحلیل‌های آماری سی ساله در حوضه‌ی شیراز به صورت تابع  $Rh = e^{(0.462 * \ln 38.462 Fc)}$  محاسبه می‌گردد که در آن  $Rh$  رطوبت نسبی و  $Fc$  رطوبت نسبی تراکمی حوضه‌ی شیراز می‌باشد. البته ناگفته نماند ساختار حرکت به سمت بی‌نهایت متناسب است ولی از نقطه مرکزی فاصله خواهد گرفت. به طوری که خروجی هاشاید تا قبل از بی نهایت در حقیقت با مفهوم باشند ولی در واقعیت جامعیت نخواهند یافت. از نظر نزولات دریافتی برابر یافته‌های مقاله حاضر حوضه در سیطره ایزوهیپس-های ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر می‌باشد. با تأکید بر این که محدوده‌ی حوضه‌ی ژئومورفیک شیراز در بین ایزوبارهای ۸۰۰ تا ۸۶۰ میلیمتر واقع است. و با توجه به یافته‌های این پژوهش چنین نتیجه گرفته می‌شود که بهترین ضابطه‌ی حاکم بر عملکرد بارش و فشار اتمسفری مسلط بر حوضه از ساختار جبری نمائی تبعیت می‌نماید، به ترتیبی که بارش به عنوان ورودی به تابع و فشار تحت عنوان خروجی از تابع محاسبه می‌گردد. حاصل سبیرنتیک جبری به صورت ضابطه‌ی  $P = 955.477e^{-0.000326H}$  قابل ارائه می‌باشد. در این ضابطه  $P$  بارش میانگین در حوضه به سانتیمتر و  $H$  فشار برحسب هکتوپاسکال با توجه به ارتفاع ایستگاه از سطح دریا می‌باشد. بنابراین در حقیقت عامل فشار خود یک عامل دو بعدی است که نقش عنصر ارتفاع نیز در آن لحاظ شده است. بر اساس این ضابطه فشار آشوبی برای حوضه ۷۷۳ هکتوپاسکال محاسبه می‌گردد و با معکوس نمودن ضابطه مذکور می‌توان بارش آشوبی حوضه را نیز محاسبه نمود:

$$H = (1.455 * 10^{-36})e^{0.0841P}$$

بر اساس این ضابطه میزان بارش آشوبی برای حوضه‌ی شیراز کمتر یک میلیمتر محاسبه می‌گردد. بنابراین فشار آشوبی ۷۷۳ هکتوپاسکال حوضه با بارشی کمتر از یک میلیمتر ورودی و خروجی‌های آشوبی این دو عنصر اقلیمی در حوضه محسوب می‌گردند. (شکل شماره ۳).



شکل ۳- نمودار بلانکت دو بعدی دینامیک فراکتال رطوبت نسبی در حوضه ژئومورفیک شیراز

### ساختار مسلط بر توسعه‌ی فیزیکی شهر شیراز:

اولین تصویر هوایی از شهر شیراز مربوط به سال ۱۳۳۰ شمسی است. تصاویر مربوط به سال‌های ۱۳۵۰، ۱۳۶۰ و ۱۳۸۰ نیز موجود است. این تصاویر در سیستم اطلاعات جغرافیائی به صورت متریک ژئورفرنس شد. به طوری که وسعت شهر شیراز در سال ۱۳۳۰ برابر با ۱,۷ کیلومتر مربع بود که به ترتیب در سال‌های ۱۳۴۰، ۱۳۶۰ و ۱۳۸۰ به ۱۵، ۶۸ و ۱۶۲ کیلومتر مربع رسیده است. این اطلاعات نشان می‌دهد که طی ۵۰ سال این شهر ۹۶ برابر نسبت به سطح اولیه شهر در سال ۱۳۳۰ توسعه فیزیکی داشته است. البته شهر شیراز امکان توسعه فیزیکی روی بستر ژئومورفیک حوضه تا حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع وحتى با توجه شرایط تکتونیکی و توپوگرافیکی تا ۵۰۹ کیلومتر مربع را نیز خواهد داشت ولی باید معلوم گردد که این گسترش فیزیکی از چه ساختاری تبعیت می‌نماید. در تبیین جبری کمپلکسی این فضایابی شهری وسعت‌های اشغال شده شهری شیراز طی

دوره زمانی به عنوان متغیر ورودی انتخاب می‌گردد. سپس بین این فضایی شهری با طول مدت زمان ضابطه یابی می‌گردد. ضابطه حاکم بر این فضایی طی ۵۰ سال مورد مطالعه با روائی تا ۰.۹۵٪ محاسبه شده است که به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$t = e^{\left(\frac{\ln\left(\frac{A}{0.951}\right)}{0.838}\right)}$$

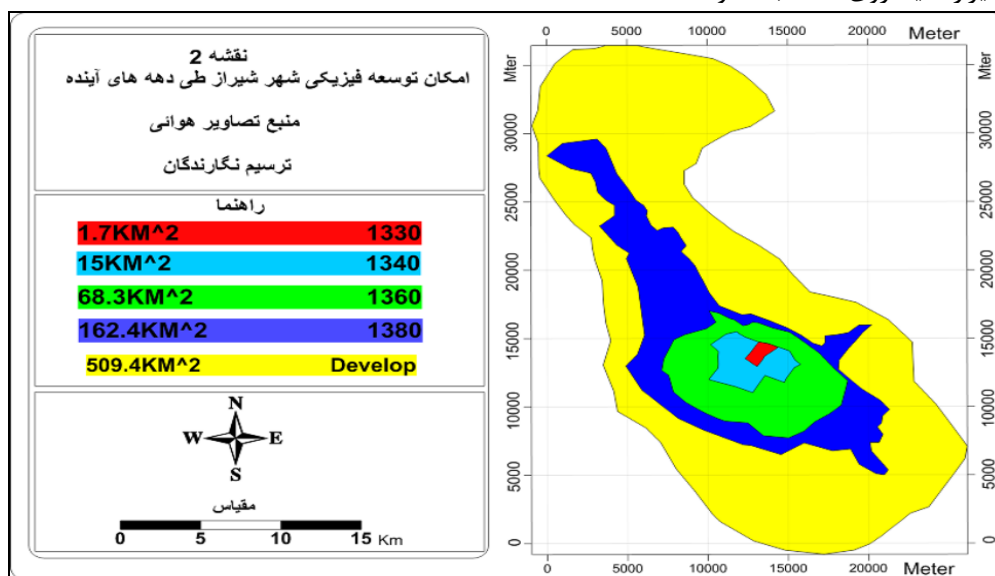
در تابع مذکور  $t$  مفسر بیان کمیت زمانی و  $A$  فضای شهری شهر شیراز است که بیانگر حالت کیاسی تغییرات و گسترش فضای فیزیکی شهر شیراز می‌باشد و در کمیت ۰.۸ تثبیت می‌گردد. (جدول شماره ۱).

جدول ۱- توالی گردش کیاس توسعه فیزیکی شهر شیراز نسبت به عامل زمان

توالی ۴۰	توالی ۳۵	توالی ۲۰	توالی ۱۵	توالی ۵	توالی ۱	وسعت به $Km^2$
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۳	۰.۸۵۷۶۳۵	۰.۸۷۹۰۷۳	۱.۶۹۳۲۳۳	۲۱.۱۶۷۴۳	۹۶
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۳	۰.۸۵۷۶۴۷	۰.۸۷۹۱۳۳	۱.۶۹۵۷۸۶	۲۱.۳۱۷۱۱	۹۷
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۶۶۶	۰.۸۷۹۱۹۳	۱.۶۹۸۳۱۷	۲۱.۴۶۶۳۱	۹۸
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۶۷۲	۰.۸۷۹۲۵۳	۱.۷۰۰۸۲۵	۲۱.۶۱۵۰۱	۹۹
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۶۸۵	۰.۸۷۹۳۱۱	۱.۷۰۳۳۱۳	۲۱.۷۶۳۲۴	۱۰۰
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۶۹۷	۰.۸۷۹۳۷	۱.۷۰۵۷۷۹	۲۱.۹۱۱	۱۰۱
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۷۰۹	۰.۸۷۹۴۲۷	۱.۷۰۸۲۲۴	۲۲.۰۵۸۲۸	۱۰۲
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۷۲۱	۰.۸۷۹۴۸۴	۱.۷۱۰۶۴۹	۲۲.۲۰۵۱۱	۱۰۳
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۷۳۲	۰.۸۷۹۵۴۱	۱.۷۱۳۰۵۳	۲۲.۳۵۱۴۸	۱۰۴
۰.۸۵۱۹۰۴	۰.۸۵۱۹۳۴	۰.۸۵۷۷۴۴	۰.۸۷۹۵۹۷	۱.۷۱۵۴۳۸	۲۲.۴۹۷۴	۱۰۵

منبع: یافته های تحقیق، ۱۳۹۳.

همان گونه که در قسمت‌های قبل ذکر شد، برابر یافته‌های جبری مقاله از نمایه‌های اقلیمی حوضه‌ی شیراز دما و بارش نیز از ساختار جبری کیاس و رطوبت نسبی از ساختار برخالی تبعیت می‌نمودند. در هر صورت اگر فضایی دوبعدی توسعه فیزیکی شهر شیراز به صورت شعاعی افزایش یابد و سپس در مقیاس آشوبی فشرده گردد محدوده زرد رنگ شکل شماره ۴ را به خود اختصاص خواهد داد. این محدوده به طور بالقوه توانایی تحمل توسعه فیزیکی محدوده مدنی شیراز را خواهد داشت. جای تذکر اینکه در جدول شماره ۱ هر ستون گردش مبین دو دور توالی است بنابراین ستون گردش (۹) در حقیقت توالی ۱۹ دور گردش کیاسی است که اگر این دور توالی به هشتاد برسد نقطه مرکزی عملکرد کیاسی دو عامل زمان و توسعه فیزیکی سطح شهر شیراز دقیقاً روی ۰.۸ ثابت خواهد شد.



شکل ۴- امکان توسعه فیزیکی شهر شیراز



## تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش:

آنگونه که از یافته‌های پژوهش بر می‌آید روند تغییرات بارش، دما و توسعه فضای شهری در محدوده مورد مطالعه، حوضه از ساختار کیاس و روند تغییرات رطوبت نسبی حوضه از ساختار برخالی تبعیت می‌نماید. در هر سه مورد در محاسبات مذکور از منطق جبری کمپلکس استفاده شده است. در این روش با یک سری از اطلاعات تحت عنوان ورودی و سری موازی آنها تحت عنوان خروجی در تدوین توابع به بیان روند تغییرات پرداخته می‌شود. در حقیقت عامل زمان در هر چهار محاسبه به عنوان عامل ورودی در نظر گرفته شده است. با این منطق با ورود سری زمانی پژوهشگر می‌تواند ساختار و روند تغییرات را به صورت استقرائی و یا حتی قیاسی به صورت روشن لمس نماید. در هر سه ساختار جهت هماهنگی بین دامنه تغییرات در ورودی‌های زمانی و خروجی‌های کلیماتیک و کمیت توسعه فیزیکی شهر شیراز از روند منطقی  $Y = ((I + (I/Z)^Z)^X$  استفاده شده است، که در آن هر ورودی یعنی عامل  $X$ ، همان عامل زمان است و عامل  $Y$  خروجی کلیماتیک حوضه ژئومورفیک شیراز یا سطح توسعه شهری شیراز خواهد بود. بازه خروجی تغییرات  $Z$  نیز از (۱) تا (۲,۷۱۸۲۸۱) متغیر خواهد بود. همانگونه که ضابطه فوق نشان می‌دهد در یک مهندسی معکوس می‌توان عناصر  $Y$  و  $X$  را به صورت:  $Ln(Y) = (x)Ln(I + (I/Z)^Z)$  جایگزین نمود و از آن مقدار  $Y = e^{(x)}$  را محاسبه نمود.

در هر دو منطق فوق‌الذکر ورودی‌ها و خروجی‌ها کلیماتیک هستند که در تعامل با توسعه فضائی شهری شیراز دو مکانیزم جبری را از خود نشان می‌دهند. مکانیزم اول، ساختار چرخشی بین ورودی‌ها و خروجی‌های کمپلکسی. مکانیزم دوم، در بعضی از روندها مثل روندهای دمایی، بارش و توسعه فضای شهری روند تغییرات در یک نقطه جبری ثابت می‌گردد حالت مذکور همان حالت آشوبی یا کیاس است. البته باید توجه داشت که کمیت اربیت‌ها متفاوت است که کاملاً منطقی است و این در حالی است که در بعضی از روندها مانند رطوبت نسبی تابع تغییرات در یک یا دو نقطه جبری صفر می‌شود و از این یک یا دو نقطه جبری با کوچکترین حد تغییر بلافاصله تابع به بی نهایت مثبت یا منفی سیر خواهد نمود و در حقیقت این همان ساختار فراکتالی یا برخالی است. بدیهی است در صورتی که تابعی مانند رطوبت نسبی حوضه ژئومورفیک شیراز در دو نقطه فراکتال گردد، بین این دو نقطه تابع حالت آشوبی دارد، درحالی که روی دو نقطه حالت برحالی دارد و حتی یک ایپسیلون از دو نقطه صفر ارتعاشی به سمت مثبت یا منفی ساختار تابع رطوبت نسبی حوضه را به سمت بی نهایت مثبت یا منفی سوق خواهد داد. بنابراین از میان عناصر کلیماتیک حوضه ژئومورفیک شیراز تنها عنصر رطوبت نسبی از ساختار  $(Fractal)$  برخالی تبعیت می‌نماید. در این ساختار تابع رطوبت نسبی در یک نقطه متعادل می‌گردد و عدول از نقطه جبری مذکور باعث مبهم شدن تابع می‌گردد.

تسلط این ساختار بر روند تغییر عنصری مانند رطوبت نسبی به این معنا است که این عنصر اقلیمی در حوضه شیراز گرایش به سمت عدم تعادل دارد. در تحلیل‌های جبری به عمل آمده روی اطلاعات ژئوکلیماتیک حوضه نشانه‌ای از عملکرد فازی نمایه‌های اقلیمی مشاهده نگردد. این در حالی است که برآیند چهار وجهی دمائی و بارش روی حوضه و سیبرنتیک آن با ساختار برخالی حاکم بر رطوبت نسبی و سیبرنتیک این عمل کرد با ژئومورفولوژی حوضه سبب خواهد گردید که حوضه ژئومورفیک شیراز به سمت حوضه کر دچار ناعادلی و به سمت حوضه ژئومورفیک فسا دچار عدم تعادل گردد. البته این حالت در صورت بروز حدود آستانه بیلان انرژی و ماده ایجاد خواهد شد. در این راستا محققین باید به روند نوسانات اقلیمی روی حوضه طی دومیلیون سال گذشته اقدام نمایند. با توجه به نتیجه یافته‌های ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی حوضه شیراز عملکرد ژئونرونی حوضه ژئومورفیک شیراز حتی طی نوسانات کوتاه‌تر نیز از رسیدن سطح اساس حوضه شیراز به حد آستانه‌ای که حوضه را به سمت عدم تعادل سوق بدهد جلوگیری نموده است. بنابراین توسعه فضای شهری شیراز با رعایت تمام جوانب در برنامه‌ریزی توسعه شهری و مدیریت بحران از دیدگاه هیدروژئومورفیک سبب عدم تعادل طبیعی حوضه شیراز نخواهد گردید، البته ذکر این نکته لازم است که احتمال سوق حوضه به سمت ناعادلی وجود دارد ولی این نقیضه را می‌توان با اجرای ساختارهای مدیریتی ریسک یا بحران و به کمک اصول جبری برنامه‌ریزی تحت کنترل قرار داد.

## نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها:

با توجه به این که هر متغیر انسانی و یا طبیعی دارای عملکردهای سیستمی خاصی می‌باشد که می‌توان ضابطه‌های حاکم بر نحوه‌ی تغییر آنها را تعیین نمود. بنابراین کاملاً منطقی خواهد بود که مدیران و برنامه‌ریزان در زمینه‌های آمایشی از قوانین حاکم بر تعامل زیرسیستم‌های طبیعی و انسانی در محدوده شهری شیراز و سیبرنتیک آن با ژئومورفولوژی و اقلیم حوضه‌ی شیراز استفاده نمایند و ساختارهای حاکم بر کل سیستم را شناسائی و سپس با ارائه‌ی راهکارهای مدیریت سرزمینی به طرح و اجرای برنامه‌های توسعه ناحیه‌ای در شیراز بپردازند. در این مقاله ساختارهای حاکم بر اقلیم و توسعه فیزیکی شهر شیراز محاسبه گردید و با توجه به نتایج به دست آمده معلوم شد که ساختارهای طبیعی و انسانی محدوده مورد مطالعه از نظام آشوبی و برخالی تبعیت می‌نماید. بنابراین با توجه به این ساختار حاکم بر دو محدوده طبیعی و انسانی شیراز پیشنهادهای زیر مطرح می‌گردد:

- روندیابی تعادلی تغییرات و نوسانات اقلیمی حوضه‌ی ژئومورفیک شیراز با توابع کمپلکسی آنالیز گردد؛
- سیبرنتیک روند تغییرات و نوسانات ژئومورفولوژیک حوضه در برابر ورودی‌های اقلیمی از طریق کمپلکس توابع دوسویه لاپلاسی تحلیل گردد؛
- مختصات کمی برایندهای تعادلی و پایداری حوضه‌ی ژئومورفولوژیک شیراز از عملکرد سیمپلکس‌های غیرخطی و کمپلکس‌های دوسویه از توزیع مرمورفیک محاسبه گردد؛
- روندیابی درونی اقلیمی با ضوابط (هولو مورفیک) تجزیه و تحلیل گردد؛
- روندیابی درونی ژئومورفولوژیک حوضه نیز با ضوابط (هولو مورفیک) تجزیه و تحلیل گردد؛
- ابتدا نتایج کمی تغییرات و نوسانات ژئوکلیماتیک حوضه‌ی ژئومورفیک شیراز با توجه عملکرد سیبرنتیک این فاکتورها به طور استقرائی و قیاسی در جبر آماری محاسبه گردد، سپس از نتایج حاصل در مدیریت سیستم‌های ارضی در حوضه‌ی شیراز استفاده شود تا سبب تحول فازی در دینامیک حوضه‌ی شیراز نگردد؛
- با توجه به ساختار مسلط آشوبی کلیماتیک روی بستر ژئومورفیک حوضه به هیچ عنوان برای طولانی مدت در آینده روی طرح‌های توسعه کشاورزی برنامه ریزی نگردد؛
- با توجه به امکان توسعه فیزیکی شهر شیراز و عملکرد آشوبی این فضایابی در طی زمان در صورتی که بستر مطالعات بنیادی که در موارد اول تا ششم پیشنهاد گردیده است، فضایابی شهر شیراز تا حد ۶۰۰ کیلومتر مربع نیز به شرط رعایت ضوابط آشوبی کاملاً منطقی به نظر می‌رسد؛
- با توجه به ساختارهای برخالی و آشوبی مسلط به حوضه شیراز پیشنهاد می‌گردد که به توسعه صنایع تبدیلی غیر وابسته به کشاورزی تأکید گردد؛
- پیشنهاد می‌گردد که کشاورزی صنعتی به صورت آشوبی و آنهم در دور بازگشت‌های حد آستانه بارشی مدیریت و برنامه‌ریزی گردد. بدیهی است که جهت رفع احتیاجات غلات و سایر محصولات مورد نیاز جمعیت ساکن در محدوده شهری شیراز و کل حوضه باید از خارج از حوضه اقدام نمود تا جمعیت حاضر از نظر آب مورد نیاز در مصارف شهری دچار کمبود نگردد؛
- توسعه شهری شیراز به سمت جنوب دشت شیراز باید متوقف گردد و چشم‌اندازهای شمالی، شرقی و سپس غربی دشت در توسعه کاربرد اراضی شهری مورد نظر باشد.

## منابع و مأخذ:

۱. آذرانفر و ابریشمچی و تجربی (۱۳۸۵): «ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بارش و دما در حوضه آبریز زاینده رود با استفاده از خروجی مدل‌های چرخش عمومی»، دومین همایش ملی منابع آب ایران، اصفهان.
۲. الهی گل، زهرا و مریم حجام (۱۳۸۵): «بررسی اثرات تغییر دما و بارش بر روی رواناب حوضه آبریز امامه (استان تهران)»، دومین همایش ملی منابع آب ایران، اصفهان.

۳. باباییان، نجفی نیک، حبیبی نوخندان و زایل عباسی (۱۳۸۶): «مدلسازی اقلیم ایران در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از ریز مقیاس نمایی آماری خروجی مدل *ECHO-G*»، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.
۴. جهادی طرقي (۱۳۷۸): «تعیین روند تغییرات و دما و بارش شهر مشهد طی دوره ۱۹۹۴-۱۹۵۱»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۴ و ۵۵، مشهد، صص ۷۵-۸۹.
۵. حسینی، عبدالمجید (۱۳۸۲): مبانی هنرهای تجسمی (قسمت اول)، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ اول، تهران.
۶. رامشت، محمد حسین (۱۳۸۱): «مفهوم تعادل در دیدگاه های ژئومورفولوژی»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۵-۶۶، مشهد، صص ۸۴-۶۸.
۷. رامشت، محمد حسین (۱۳۷۸): «کاربرد منطق فازی در جغرافیا و سیستم های طبیعی»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره (پیاپی ۵۲ و ۵۳)، مشهد.
۸. زمردیان، محمدجعفر (۱۳۹۱): «تحلیل لندفرم های هیدروژئومورفولوژیک حوضه آبریز دریاچه مهارلو بر مبنای روابط تعاملی فرایندهای مورفوتکتونیک، مورفوکلیماتیک و هیدرومورفیک»، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۱۹، مشهد، صص ۱۱۱-۱۲۶.
۹. سادات آشفته و مساح بوانی (۱۳۸۶): «تأثیر تغییر اقلیم بر شدت و فراوانی سیلاب در دوره های آتی مطالعه موردی حوضه آیدوغموش آذربایجانشرقی»، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تهران.
۱۰. طالبی حمیدرضا (۱۳۸۱): «بررسی آثار یخچالی در زفره اصفهان»، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.
۱۱. عساکره حسین و حسینعلی غیور (۱۳۸۲): «تغییرات دمایی کره زمین طی سده گذشته»، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان.
۱۲. منتظری، مجید و عباس فهیمی (۱۳۸۲): «اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور»، سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان.
۱۳. نگارش، حسین (۱۳۸۲): «کاربرد ژئومورفولوژی در مکان‌گزینی شهرها و پیامدهای آن»، مجله جغرافیا و توسعه، سال اول، شماره ۲، زاهدان، صص ۱۳۳-۱۵۰.
۱۴. هاشمی، مریم السادات (۱۳۸۹): «شواهد ژئومورفولوژیکی تغییرات اقلیمی کواتر نر در شهرستان فسا»، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان.
۱۵. هاشمی، مریم السادات (۱۳۹۰): «بررسی اثرات نواسانات و تغییرات پالتوکلیماتیک کواتر نر بر حوضه ژئومورفیک فسا»، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۱۳، لارستان صص ۴۷-۳۵.

16. Arabacioglu, B, C, (2010): Using fuzzy inference system for architectural space analysis . *Applied Soft Computing* 10 (3) , 926–937, doi:10.1016/j.asoc.2009.10.011

17. Briggs, John, (1992): *Fractals: The Patterns of Chaos*. London, UK, Thames and Hudson. P: 148. ISBN 0-500-27693-5, 0500276935

18. Biacino, L and G .Gerla, (2002): Fuzzy logic continuity and effectiveness , *Archive for Mathematical Logic* 41 (7) , 643–667. doi:10.1007/s001530100128, ISSN 0933-5846.

19. Falconer, Kenneth (2003) : *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications*, ISBN 0-470-84862-6.

20. Karl Weierstrass(1872): *Über continuirliche Functionen eines reellen Arguments, die für keinen Werth des letzteren einen bestimmten Differentialquotienten besitzen* *Classics on Fractals*, Addison-Wesley Publishing Company.

21. Kellert, Stephen H, (1993): *In the Wake of Chaos: Unpredictable Order in Dynamical Systems* , University of Chicago Press, p. 32. ISBN 0-226-42976
22. Mandelbrot, B, (2004): *Fractals and Chaos*. Berlin: Springer. p. 38, ISBN 978-0-387-20158-0.
23. Sokal, RR and CD, Michener, (1958): *A statistical method for evaluating systematic relationships* , *Scientific Bulletins* , 38(22): pp, 1409–38.
24. Vellekoop, Michel, Berglund, Raoul (1994): *On Intervals, Transitivity & Chaos* , *The American Mathematical Monthly* , 101 (4), 353–5, doi ,10.2307/2975629, JSTOR 2975629.