پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۹
ص. ۱۴۳۲- ۱۴۰۹
DOI: 10.22059/jhgr.2019.290379.1008019

مدل‌سازی توان اکولوژیک توسعهٔ شهری براساس سنجه‌های سیمای سرزمین (مطالعهٔ موردی: شهر شیراز)

علی‌رضا یوسفی مقدم[*]- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست دانشگاه تهران، پردیس البرز، تهران، ایران
غلامرضا نبی بیدهندی- استاد تمام دانشکدهٔ محیط زیست دانشگاه تهران، دانشکدهٔ محیط زیست، تهران، ایران
حسن هویدی- دانشیار دانشکدهٔ محیط زیست دانشگاه تهران، دانشکدهٔ محیط زیست، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۵

چکیده

در سال‌های اخیر، تلاش‌های برنامه‌ریزی بر موضوع‌های محیطی تأکید داشته است، از قبیل اینکه چگونه باید توسعه را جهت‌دهی و اداره کرد تا آسیب‌های وارده بر محیط به کمترین میزان ممکن برسد. تصمیمات گرفته‌شده در مرحلهٔ برنامه‌ریزی بدون توجه به محیط طبیعی و فیزیکی می‌تواند در جهت مخالف نیازهای طرح و برنامه‌ریزی مناسب برای سرزمین حرکت کند. در برنامه‌ریزی ملی باید به تعیین وظایف فضایی هر منطقه متناسب با توان اکولوژیکی آن و تخصیص عوامل فیزیکی توسعه توجه کرد. بنابراین، در طراحی استراتژی و سیاست‌های مربوط به بخش‌های برنامه‌ریزی شهری باید ارزیابی توان اکولوژیک توسعه را مد نظر قرار داد و مدل بهینه برای آن طراحی کرد. در ایران نیز با توجه به اینکه درستی مدل‌های اکولوژیک، به‌رغم استفادهٔ چند دهه، تا کنون برای توسعهٔ شهری با استفاده از سیستم GIS و سیمای سرزمین بررسی نشده است، با پیشرفت تکنولوژی، ضرورت دارد نخست مدل‌سازی اکولوژیک توسعهٔ شهر انجام شود. سپس، با سیمای سرزمین و سنجه‌های آن منطبق شود. در این تحقیق تغییرات شهر شیراز و محدودهٔ آن براساس تغییرات کاربری زمین بین سه دورهٔ زمانی و دو دورهٔ تغییرات در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۵ و دورهٔ دوم ۲۰۱۵-۲۰۱۹ براساس استخراج تصاویر ماهواره‌ای از سری ماهواره‌های لندست انجام شده است. پس از بررسی تغییرات و استخراج و مقایسهٔ آن، به بررسی سه دوره تغییرات لنداسکیپ منطقهٔ مورد مطالعه و تغییرات آن در اسکیپ‌های گوناگون پرداخته شده است و درنهایت به مدل‌سازی توسعهٔ شهر شیراز با توجه به حفظ اکولوژیک منطقه و توسعهٔ بهینهٔ شهری آن پرداخته شده است.

کلیدواژه‌ها: تغییرات کاربری، توسعهٔ اکولوژیک، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شیراز، لنداسکیپ.

[*] نویسندهٔ مسئول
Email: yosefimoghadamali@gmail.com

مقدمه

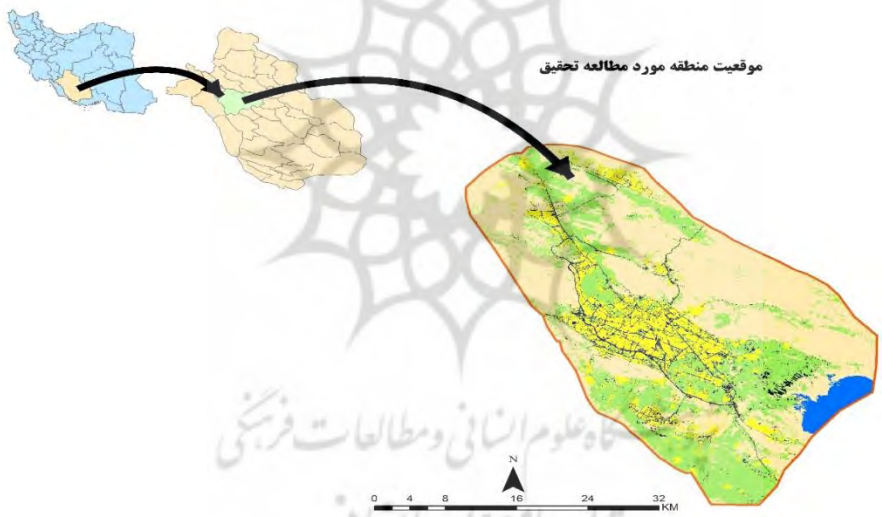
از دیدگاه زیست‌محیطی، بهترین مکان استقرار برای یک نوع کاربری (شهری، روستایی، صنعتی، حفاظتی، کشاورزی، و غیره) مکانی است که از آن مکان کمترین بار و فشار بر محیط وارد آید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). مدل‌های کاربری سرزمین ابزارهای مفیدی برای درک فرایند کاربری اراضی و حمایت از برنامه‌ریزی سرزمین و سیاست‌گذاری‌اند (وربرگ و همکاران، ۱۹۹۹) و مدل‌سازی روش باارزش و مفیدی برای درک یک فرایند است (کاستانزا و روت، ۱۹۹۸). در ایران ارزیابی و طبقه‌بندی سرزمین از مقایسهٔ بین ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای زیست‌محیطی و مدل‌های اکولوژیکی انجام می‌شود. یکی از کاربری‌های سرزمین، که برای سکونت انسان از دیرباز اهمیت بسیار داشته، کاربری شهری است (محرم‌نژاد، ۱۳۸۳). در ایران، برای ارزیابی توان اکولوژیکی کاربری توسعهٔ شهری، مدل اکولوژیک با سه طبقه توان ارائه شده است. این مدل شامل اطلاعات پایه همچون اقلیم، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، بافت و نوع خاک، شرایط زهکشی خاک، عمق خاک، ساختمان خاک، درصد تراکم پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، و کمیت آب است که برای نشان‌دادن توان و درجهٔ مرغوبیت (طبقه‌بندی) سرزمین برای اجرای کاربری توسعهٔ شهری به‌کار گرفته می‌شود. بنابراین، شهرها فضاهایی هستند که بیشترین تغیرات زیست‌محیطی در آن‌ها انجام می‌گیرد. در آنجا تقریباً همهٔ اثرهای تغییرات اکولوژیکی ناشی از توسعه با همدیگر ایجاد می‌شوند. شهرها آب و هوا، پوشش گیاهی، پستی و بلندی، آلودگی و نیازهای فیزیکی خاص خودشان را دارند (آویجی، ۱۹۹۸). گسترش فضایی شهرها علاوه بر پیامدهای فضایی که دارد، همگام با پیشروی خود تأثیرها و فشارهای متفاوتی بر نواحی پیرامونی و بستر طبیعی خود می‌گذارد که عبارت‌اند از: فشارهای ناشی از گسترش فضایی در بافت اراضی باغی و کشاورزی حاشیه‌ای شهرها که باعث تخریب و از بین رفتن آن‌ها می‌شود. اگرچه این تبدیل از دیدگاهی دیگر روندی منفی نیست، انعکاس قیمت پایین اراضی کشاورزی نسبت به اراضی شهری را نشان می‌دهد. هرچند شهرها نیروی محرکهٔ توسعهٔ اقتصادی به‌شمار می‌روند، بی‌توجهی به درنظرگرفتن عوامل زیست‌محیطی در برنامه‌ریزی شهری مشکلات و مسائل عدیده‌ای به‌وجود آورده است. آلودگی محیط زیست به دست انسان از زمانی آغاز شد که جمعیت افزایش یافت و مردم برای مدت طولانی در یک محیط محدود سکونت گزیدند (داسمن و همکاران، ۱۳۶۳). رشد فیزیکی شهرها اراضی مرغوب کشاورزی را بلعیده و از بین برده است. بیشتر شهرهای ایران در مراحل اولیهٔ شکل‌گیری، با هدف استفاده از خاک‌های مرغوب برای زراعت، در کنار یا در میان اراضی مرغوب زراعی استقرار یافته‌اند. به مرور زمان، همراه با گسترش روستاها و تبدیل آن‌ها به شهر و سپس توسعهٔ شهرها اراضی مرغوب زیر پیکر شهرها مدفون شده و فعالیت‌های زراعی ناگزیر به سمت اراضی نامرغوب عقب نشسته است. بدیهی است این جریان در طول تاریخ از یک سو موجب کاهش مساحت اراضی زراعی و مرتعی شده و، از سوی دیگر، با توجه به عقب‌نشینی زراعت به سوی خاک‌های نامرغوب، به کاهش بازده فعالیت‌های کشاورزی نیز انجامیده است. برای تخصیص اراضی به توسعهٔ شهری، ایجاد شهرک‌های اقماری و صنعتی و غیره به‌هیچ‌وجه کافی نیست که خاک را از نوع خاک درجهٔ ۴ یا ۵ کشاورزی تشخیص دهند، زیرا خاک درجهٔ ۴ به‌راحتی قابل تبدیل به خاک درجهٔ ۲ و ۳ است و حتی همین خاک درجهٔ ۴ می‌تواند به‌صورت مرتع درجهٔ ۲ و ۳ درآید (بهرام سلطانی، ۱۳۷۱). در این تحقیق در نظر است، با توجه به تغییرات کاربری زمین و تحلیل لنداسکیپ، با رویکرد توان توسعه و حفظ اکولوژیک منابع سبز منطقه، به بررسی گسترش منطقه‌ای شهر شیراز پرداخته شود. مخدوم (۱۳۸۳) برای برنامه‌ریزی منطقهٔ گیلان و مازندران برای توسعهٔ شهری، روستایی، صنعتی، و توریسم، از فرایند ارزیابی توان اکولوژیک استفاده کرد. درنهایت، توان منطقه با مقایسهٔ ویژگی‌های اکولوژیک واحدهای زیست‌محیطی و مدل‌های اکولوژیکی توسعهٔ شهری، روستایی، صنعتی، و توریسم ارزیابی شد. نتیجهٔ ارزیابی نشان داد بیشتر منطقه صاحب توان اکولوژیک برای توریسم گسترده است و تناسبی برای

توسعهٔ شهری نداشته است. شیخ‌حسنی (۱۳۸۰) مدل‌سازی برنامه‌ریزی محیطی با استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور را در منطقهٔ طالقان انجام داد؛ نتیجه این شد که مناسب‌ترین نوع استفاده از سرزمین در سازگاری با توان‌های محیطی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی محیطی قابل ارائه است. مدل پیشنهادی حفظ حداکثری منابع موجود را پیشنهاد داده است. سیاح‌نیا (۱۳۸۱) در ارزیابی توان اکولوژیک حاشیهٔ شهر تهران جهت توسعهٔ شهری با شعاع ۱۰ کیلومتری این شهر را به‌عنوان منطقهٔ مطالعاتی درنظر گرفت. درنهایت، موازنهٔ میان توان بالقوهٔ سرزمین مورد مطالعه و کاربری فعلی آن مقایسه شد. نتیجهٔ نهایی بیانگر این بود که فقط ۳٫۵ درصد کل منطقهٔ مطالعاتی قابل توسعهٔ شهری است که با درنظرگرفتن حریم گسل‌ها و منطقهٔ حفاظت‌شده به کمتر از یک درصد کاهش می‌یابد. معتدل‌رو (۱۳۸۲) در تحقیقی مشابه به ارزیابی توان اکولوژیک محدودهٔ ۱۰ کیلومتری شهر رشت پرداخت. منطقهٔ مورد نظر به‌منظور یافتن مکان‌های مناسب توسعهٔ شهری، روستایی، و صنعتی ارزیابی شد. در این تحقیق، با استفاده از تصویر ماهواره‌ای ETM منطقه، نقشهٔ کاربری اراضی فعلی به‌دست آمد و از آن برای تهیهٔ نقشهٔ پوشش گیاهی محدودهٔ مورد نظر استفاده شد. نتیجهٔ تحقیق نشان می‌دهد که وجود توان توسعهٔ شهری در این منطقه با توجه به دارا بودن شیب و تراکم پوشش گیاهی مناسب در کنار حفظ منابع اکولوژیک انجام شودکامیابی و همکاران (۱۳۹۰). از مدل‌سازی توسعهٔ شهر گرگان در دورهٔ زمانی سال‌های ۱۹۸۷–۲۰۰۱ با رویکرد توسعهٔ گرگان در کنار حفظ بهینهٔ منابع اکولوژیک و یافتن محتمل‌ترین مکان‌ها برای توسعهٔ شهری آیندهٔ گرگان استفاده کردند. دژکام (۱۳۹۳) در تحقیقی به مطالعهٔ روند الگوی تغییرات توسعهٔ شهری با رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین در شهرستان رشت پرداختند. درنتیجه سیمای سرزمین ازهم‌گسیخته‌تر، نامنظم‌تر، و ناپیوسته‌تر خواهد شد. در سال‌های اخیر برای پیش‌بینی تغییرات کاربری پوشش زمین در بسیاری از مطالعات در ایران و جهان از مدل‌های ترکیبی سلول خودکار و زنجیرهٔ مارکوف استفاده شده است. اما در مطالعات کمی در زمینهٔ رشد الگوی فیزیکی شهر از قابلیت سنجه‌های سیمای سرزمین در این زمینه استفاده شده است. درحالی‌که یکی از مناسب‌ترین رهیافت‌های ترکیبی که امروزه در سطح دنیا برای مطالعهٔ روند الگوی رشد شهری در مقیاس سیمای سرزمین استفاده می‌شود ترکیب پایش و تغییرات سیمای سرزمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های پیش‌بینی‌کنندهٔ تجزیه و تحلیل سیمای سرزمین است.

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

محیط جغرافیایی‌ای که شهر با توجه به تجسم فضایی آرمان‌ها و اندیشهٔ انسان در اشکال و ابعاد مختلف با عملکرد متفاوت با پهنهٔ آن جای گرفته است میدان و فضای فعالیت و پویش شهری است که متأثر از ویژگی‌های طبیعی همانند شکل زمین، ساختمان زمین‌شناسی، خصوصیات زلزله‌خیزی، گسل‌ها، خصوصیات آب‌وهوایی و غیره است. بنابراین، مطالعات محیطی و جغرافیایی در چارچوب طرح‌های توسعهٔ شهری امری ضروری برای دست‌یابی به اطلاعات پایه‌ای از محیط است. شهر شیراز، مرکز استان فارس، در محدودهٔ ´۳۳، ″۲۹ و ´۴۱، ″۲۹ درجهٔ عرض شمالی و ´۲۹، ″۵۲ ۳۶ و ″۵۲ طول شرقی بر روی جلگه‌ای به عرض ۱۵ کیلومتر عرض و طول ۱۲۰ کیلومتر واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۵۵۰ متر است. شکل ۱ موقعیت شهرستان شیراز را در استان فارس نشان می‌دهد. محدودهٔ شهر شیراز از نظر طبیعی و شکل‌شناختی در واحد شکل‌شناسی زاگرس قرار دارد. این محدوده منطبق بر کوهستان چین‌خوردهٔ زاگرس است و ناهمواری‌های آن روندی شمال غربی– جنوب شرقی دارد. کوهستان‌های شهر شیراز متأثر از چین‌خوردگی‌های زاگرس شامل طاقدیس‌ها و ناودیس‌هاست. شهر شیراز از شمال به رشته‌کوه بمو با حداکثر ارتفاع ۲۶۶۱ متر، پشت مله با ارتفاع ۲۱۷۷ متر، چهل مقام با ارتفاع ۱۸۰۸ متر، باباکوهی با ارتفاع ۲۱۶۸ متر، منصورآباد با ارتفاع ۱۹۶۵ متر و کوشک

بی‌بی‌چه با ارتفاع ۱۸۰۰ متر و از غرب به کوه‌های سفیداو و رشته‌کوه دراک با ارتفاع حداکثر ارتفاع ۲۶۲۴ متر محدود است. کوه‌های حد غربی به‌دلیل ارتفاع زیاد در زمستان تا اوایل بهار دارای برف است. سیلاب‌های حاصله از این کوه‌ها به طرف شیراز و مناطق مسکونی آن جاری می‌شود. کوه جنوب شیراز کوه قبله نامیده می‌شود و قسمت‌های مختلف آن به نام کوه سبزپوشان و کوه قراباغ نیز معروف است. میان این کوه و شهر شیراز دره و تپه‌ماهورهایی قرار گرفته است (عبدالهی، ۱۳۷۸). شیب کلی این دشت از همهٔ نقاط به طرف دریاچهٔ مهارلو و در جهت شمال‌غرب به جنوب‌شرق است. میزان شیب با نزدیک‌شدن به دریاچه کاهش می‌یابد؛ به نحوی که در نزدیکی دریاچه به کمترین میزان خود حدود ۱/۵ در هزار می‌رسد. شهر شیراز در محدودهٔ شیب صفر تا ۵۰ درصد قرار گرفته که میزان شیبب ۵۰ درصد و بالاتر از آن ناچیز است. با توجه به موقعیت شهر شیراز و توپوگرافی آن می‌توان دریافت که بیشتر مساحت شهر در محدودهٔ شیب صفر تا ۲۰ درصد قرار دارد. چیرگی اقلیم خشک و نیمه‌خشک در بسیاری از شهرهای ایران از جمله شیراز و به‌طور کلی تنوع اقلیمی آن امکان رویش گونه‌های خاصی از گیاهان را فراهم می‌کند که به‌عنوان یک نیاز طبیعی و اساسی مطرح است. به‌طور کلی، پهنه‌بندی جغرافیایی- زیست‌محیطی منطقهٔ شیراز، با توجه به عوامل مذکور، دارای قابلیت ساخت و ساز شهری و دارای قابلیت اکولوژیکی است که شامل حفاظت حوضه‌های آبخیز، اکوسیستم‌های آبی و اراضی دارای قابلیت‌های کشاورزی و به‌طور کلی ارتباط متقابل انسان با محیط است (عبدالهی، ۱۳۷۸).



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

روش پژوهش

مدل‌سازی تغییر کاربری زمین تجزیه و تحلیل کاملی از تغییرات زمین با ایجاد نقشه‌های تغییرات کاربری، نمودار، انتقال طبقهٔ کاربری و روند آن‌ها را فراهم می‌کند. همچنین، قادر به ایجاد سناریوهای تغییر اراضی با ادغام عوامل زیستی، فیزیکی، و اجتماعی و اقتصادی است که در تغییر کاربری اراضی تأثیرگذارند مدل‌ساز تغییر کاربری اراضی در دسترس در نرم‌افزار ایدریسی و به‌صورت اکستنشن در ArcGIS ابزاری برای ارزیابی و طراحی تغییر پوشش زمین فراهم و کاربری اراضی/ پوشش زمین را آنالیز می‌کند (استمن، ۲۰۰۶). به‌طور کلی، آنالیز تغییرات و پیش‌بینی در مدل‌سازی تغییرات سطح زمین به‌صورت زیرمدل‌هایی سازمان‌دهی شده‌اند. یک زیرمدل انتقال می‌تواند شامل یک انتقال یا به‌صورت یک گروه از انتقالات پوشش زمین باشد. همهٔ انتقالات زیرمدل (زیرمدل انتقالات) باید قبل از اجرای پیش‌بینی تغییرات مدل‌سازی شوند (استمن، ۲۰۰۶). روش‌های متعدد آشکارسازی تغییرات برای ارزیابی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی با

استفاده از داده‌های ماهواره‌ای ارائه شده است (کاپین و همکاران، ۲۰۰۴؛ دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹؛ لو و همکاران، ۲۰۰۴؛ سینگ، ۱۹۸۹). از این تکنیک‌ها مقایسه‌ای پیش‌طبقه‌بندی و پس‌طبقه‌بندی به‌طور گسترده‌ای استفاده شده است (سینگ، ۱۹۸۹؛ کاپین و همکاران، ۲۰۰۴؛ دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹). در رویکرد پیش‌طبقه‌بندی، روش‌هایی از قبیل تفاضل تصویر (دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹)، نسبت باندی (دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹)، آنالیز تغییر بردار (جانسون و کاسیسک، ۱۹۹۸)، طبقه‌بندی چندزمانی مستقیم (لی، ۱۹۹۴)، تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی (تاون‌شند و جاستیک، ۱۹۹۵)، و آنالیز مؤلفه‌های اصلی (هارتتر و همکاران، ۲۰۰۸) توسعه داده شده‌اند (دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹). فرض اساسی در این روش‌ها این است که تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی در نتیجهٔ تفاوت‌های مقادیر بازتاب پیکسل‌ها بین تاریخ‌های موردنظر است. با این حال، درحالی‌که این روش‌ها در مکان‌یابی تغییر کارا هستند، نمی‌توانند ماهیت تغییر را شناسایی کنند (دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹) در حالت عکس، مقایسه‌های پس‌طبقه‌بندی تغییرات زمانی را به‌طور مستقل بین داده‌های پوشش اراضی طبقه‌بندی‌شده بررسی می‌کنند (دووان و یاماگوچی، ۲۰۰۹). با وجود مشکلات مربوط به مقایسه‌های پس‌طبقه‌بندی (سینگ، ۱۹۸۹؛ کاپین و همکاران، ۲۰۰۴)، از این روش به‌طور گسترده برای شناسایی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی (لو و همکاران، ۲۰۰۴) به‌ویژه در محیط‌های شهری استفاده می‌شود (جنسن و کوین، ۱۹۹۹). نقشه‌های مطلوبیت احتمال تعلق یک پیکسل یا یک سلول را به کاربری اراضی متناظر (هاوت و هوبرت، ۲۰۰۶) یا به عبارت دیگر، درجهٔ مطلوبیت برای یک هدف خاص در یک منطقه را نشان می‌دهند (استمن، ۲۰۰۶). نقشهٔ مطلوبیت با استفاده از روش‌های آماری مانند رگرسیون لجستیک (که می‌تواند کمی یا کیفی باشد) یا از طریق روش‌های چندمعیاره مانند روش WLC تولید می‌شود (اشنایدر و پنطیوس، ۲۰۰۱؛ پارک و همکاران، ۲۰۱۱). روش‌های آماری کیفی یا ذهنی بر مبنای ویژگی‌های ذاتی عامل اصلی ورودی وقوع رشد شهری را تعیین می‌کنند و روش‌های کمی شامل برآورد مقادیر کمی متغیرهای پایداری شناخته‌شده است که به‌عنوان عوامل ایمنی منطقه تعریف می‌شود (پارک و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهش حاضر از روش‌های ارزیابی چندمعیاره و به‌طور خاص روش WLC[1] به‌منظور تهیهٔ نقشه‌های مطلوبیت برای هر کاربری استفاده شده که با استانداردسازی معیارها به روش فازی و وزن‌دهی پارامترها با روش مقایسهٔ زوجی و درنهایت تلفیق کلیهٔ نقشه‌های استانداردشده برای هر کاربری انجام می‌گیرد (سالاری و همکاران، ۱۳۹۱). توانایی تشریح کمی ساختار سیمای سرزمین یک عملیات و محاسبات کمیت‌سازی ساختار و عملکرد مکانی و فضایی تغییر سیمای سرزمین در سلسله‌مراتب چشم‌انداز کلی آن است. در این راستا بوم‌شناسی سیمای سرزمین، به‌عنوان دانشی نوظهور و چندرشته‌ای، می‌تواند در این زمینه در دست‌یابی به راهکارهای برنامه‌ریزی مفید باشد (زبردست، ۱۳۹۷). سنجه‌های سیمای سرزمین خصوصیات شکلی، هندسی، و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین را توصیف و تشریح می‌نمایند و ابزاری مناسب برای استفاده از مبانی علم بوم‌شناسی در پایش دقیق پوشش کاربری اراضی محسوب می‌شوند (بی‌همتای طوسی و همکاران، ۱۳۹۲)، با استفاده از این رهیافت از طریق شناسایی عوامل ساختاری و جریانات و فرایندهای اصلی و عوامل ایجاد تغییرات در سیمای سرزمین می‌توان به درک مناسبی از ارتباطات و پویایی‌های سیمای سرزمین دست یافت (زبردست و یاوری، ۱۳۹۰). در این تحقیق برای سنجش وضعیت پیکربندی و تغییرات ساختار سرزمین در سه سال متوالی و دو دورهٔ زمانی از ساختار سیمای سرزمین استفاده شده است. بنابراین، به‌منظور تحلیل تغییرات سیمای سرزمین با روش سینوپتیکی (هم‌دید) در بازهٔ زمانی مورد مطالعه نیاز است که نقشه‌های پوشش زمین در منطقهٔ مورد مطالعه، که در مقاطع زمانی و در مقیاس نقشه‌سازی یکسان از منطقه به اندازهٔ پیکسل‌های هم اندازه تهیه شده‌اند، تا ویژگی‌های ترکیب پیکربندی سیمای سرزمین با سنجه‌های یکسان مقایسه شود تا تغییرات گذشته و فعلی

1. Weighted Linear Combination

سیمای سرزمین پایش و تحلیل شود. روش مذکور معادل آشکارسازی تغییرات در شیوه پس از طبقه‌بندی است؛ با این تفاوت که از مفاهیم سیمای سرزمین استفاده می‌کند. به‌دلیل تعداد زیاد سنجه‌ها، وجود همبستگی بین برخی از آن‌ها، به‌منظور پرهیز از تولید اطلاعات زائد، براساس مرور منابع علمی (دژکام، ۱۳۹۳)دانش کارشناسی، با توجه به تناسب سنجه‌ها، با هدف مطالعه توجه به همبستگی بین مفهوم آن‌ها، مجموعه‌ای از سنجه‌ها در سطح کلاس و سیمای سرزمین برای انجام‌دادن مطالعهٔ حاضر انتخاب شد (امیرخانی و همکاران، ۱۳۹۶). سنجه‌های استفاده‌شده در تحقیق عبارت است از: تعداد لکه‌های یک کلاس معین یا تعداد کل کلاس‌ها در سطح سیمای سرزمین و درصد هریک از کلاس‌های تشکیل‌دهندهٔ سیمای سرزمین و سنجهٔ بزرگ‌ترین لکهٔ برابر مساحت بزرگ‌ترین لکه در هر کلاس بزرگ‌ترین لکه در کل سیمای سرزمین که این سنجه از تقسیم مساحت بزرگ‌ترین لکه بر کل مساحت سیمای سرزمین ضرب در ۱۰۰ برای تبدیل به درصد محاسبه می‌شود واحد آن درصد است. سنجهٔ دیگر تراکم تکه است؛ سنجهٔ تراکم تکه تعداد لکه‌ها را در واحد سطح نشان می‌دهد و امکان مقایسه بین مساحت‌های مختلف را فراهم می‌کند. به‌عنوان شاخص گسستگی استفاده می‌شود. واحد آن تعداد تکه در ۱۰۰ هکتار سطح سیمای سرزمین است. یکی دیگر از سنجه‌های مورد مطالعه سنجهٔ شکل سیمای سرزمین است که براساس نسبت طول حاشیه‌های موجود در کل سیمای سرزمین به حداقل حاشیهٔ ممکن آن به‌دست می‌آید و بدون واحد است و هرچقدر از عدد یک بیشتر شود نشان از افزایش بی‌نظمی مرز و حاشیه‌های سیمای سرزمین و پیچیده‌ترشدن شکل آن دارد. یکی دیگر از سنجه‌های اندازه‌گیری درجهٔ یکپارچگی لکه‌های سیمای سرزمین و همچنین درجهٔ ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین سنجهٔ پیوستگی است. هنگامی که انواع لکه‌های کاربری پوشش کاملاً پراکنده در سیمای سرزمین ناپیوسته باشند این سنجه صفر خواهد بود. هنگامی که سیمای سرزمین فقط از یک نوع تکه تشکیل شده باشد پیوستگی در بیشترین مقدار خود است.

تحلیل توسعهٔ اکولوژیک

توسعهٔ کالبدی متعادل از نظر گسترش افقی شهر و با درنظرگرفتن تعادل اکولوژیکی و تطابق با ویژگی‌های جغرافیایی تابعی از چگونگی توسعه و گسترش شهر در رابطه با پهنه‌های آسیب‌پذیر و همچنین پهنه‌ها و کاربری‌های مناسب و تعادل‌بخش است. این عوامل شامل متغیرهایی است، نظیر شیب، گسل، حوضه‌های سیلابی، زمین‌های کشاورزی، و باغ‌ها. در این تحقیق منظور از تعادل و پایداری شهری عمدتاً تعادل و پایداری اکولوژیکی- کالبدی است و توسعهٔ کالبدی افقی شهر از نظر عوامل محیطی (نظیر شیب، گسل، و رودخانه) و کاربری‌های حیات‌بخش مثل باغات و اراضی کشاورزی که باعث تعادل اکولوژیکی از بُعد فیزیکی- کالبدی (یک‌پارچگی نظام کالبدی- فضایی شهر با نظام محیطی) می‌گردد بررسی می‌شود.

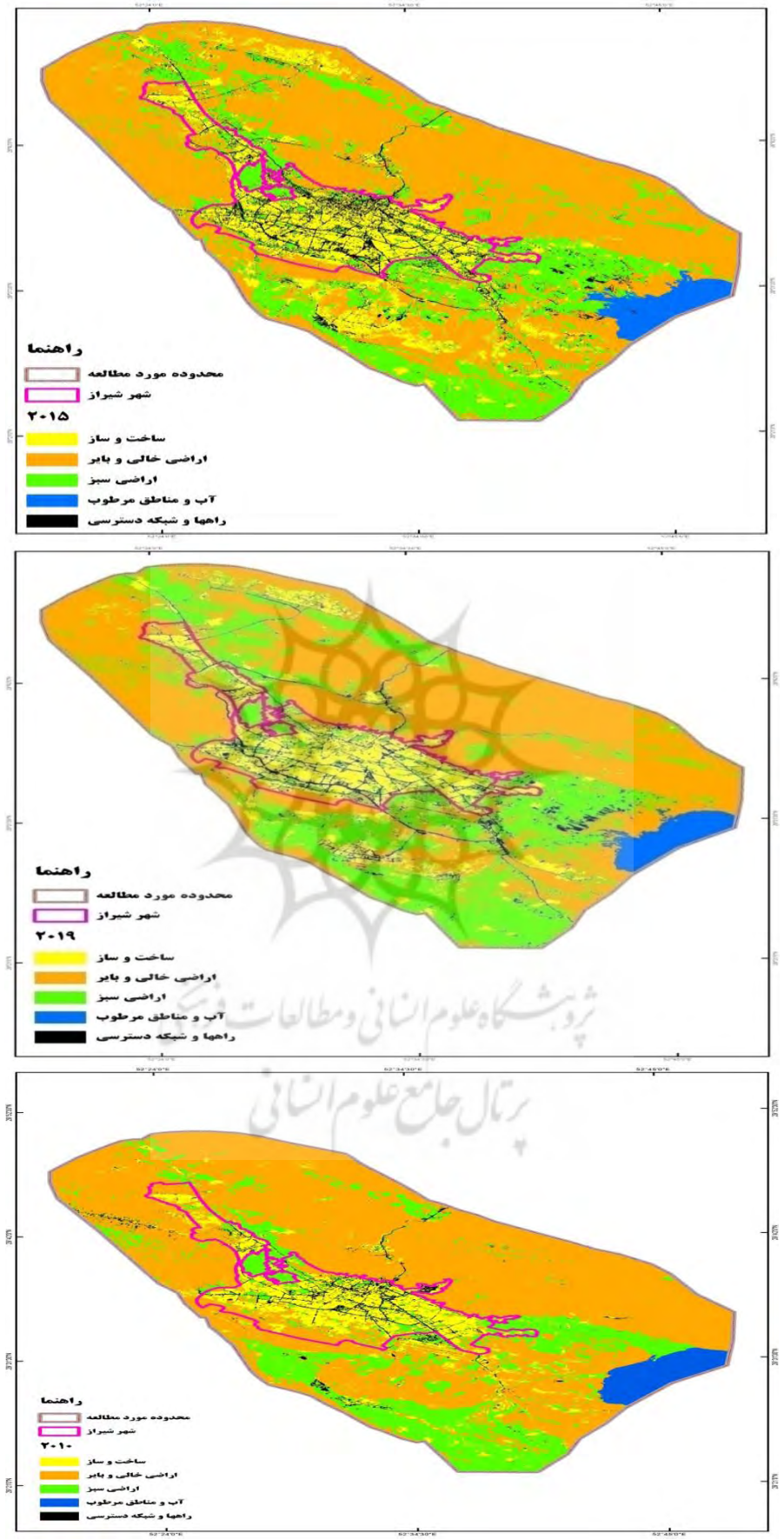
شکل ۲. روند کلی بررسی توسعهٔ کالبدی از نظر تعادل اکولوژیکی

در زمینهٔ توسعهٔ کالبدی: با توجه به این استدلال که گسترش شهر بر روی پهنه‌های مستعد خطر و همچنین اراضی زراعی و باغی آسیب‌پذیری شهر را در برابر عوامل و حوادث طبیعی بالا برده؛ درنتیجه پایداری و تعادل اکولوژیکی شهر را تحت تأثیر قرار خواهد داد. بنابراین، افزایش آسیب‌پذیری در اثر توسعهٔ کالبدی شهر تابعی از عوامل و متغیرهای شیب، گسل، حوضه‌های سیلابی، باغات، و اراضی کشاورزی (متغیرهای درنظرگرفته‌شده در این تحقیق) است. در این تحقیق (شکل ۲) هدف نشان‌دادن پهنه‌های گسترش‌یافته در محدوده‌های آسیب‌پذیر از لحاظ اکولوژیکی (زیست‌محیطی) است که توسعهٔ کالبدی شهر را متأثر خواهد کرد؛ به‌طوری‌که می‌خواهیم وضعیت موجود پهنه‌های گسترش‌یافتهٔ شهر را نسبت به متغیرهای بالا بررسی کنیم (البته ذکر این نکته لازم است که با تحلیل معیارهای گوناگون محیطی می‌توان پهنه‌های مناسب‌تری برای گسترش آتی تعیین کرد؛ یعنی جهات توسعهٔ شهر را که پیامدهای منفی کمتری بر محیط اکولوژیکی داشته باشند). به‌منظور تحلیل متغیرهای مذکور، از فنون تحلیل مناسبت محیطی استفاده شد و از میان این فنون، فن ترکیب خطی با توجه به ساختار اطلاعات موجود و قابلیت به‌کارگیری آن در سیستم‌های رایانه‌ای استفاده شد؛ به همین منظور، پس از انتخاب، بررسی، و تشریح معیارهای مربوط به توپوگرافی، محیطی، و اکولوژیکی مانند شیب، ارتفاع، پهنه‌بندی خطر زلزله، و اراضی باغی براساس ترکیب خطی به رتبه‌بندی این معیارها اقدام شد. سپس، این معیارها با توجه به اولویت‌های مربوط به آن‌ها تحلیل شد و درنهایت هم با ترکیب پهنه‌های رتبه‌بندی‌شده نقشهٔ نهایی تولید شد. یکی از مهم‌ترین و حتی در برخی موارد مطالعاتی مهم‌ترین فاکتور احتمال در تغییر و توسعهٔ کالبدی یک سرزمین خطوط ارتباطی معرفی شده است با توسعهٔ خطوط ارتباطی، دسترسی افراد و منابع توسعهٔ ساخت و ساز در یک منطقه به‌شدت افزایش می‌یابد و همین مسئله موجب افزایش جذابیت تبدیل اراضی از حالت کشاورزی یا جنگلی به مناطق ساخت و ساز به‌منظور افزایش ارزش تجاری آن منطقه می‌شود (امیرخانی و همکاران، ۱۳۹۷). مدل رقومی ارتفاع این فاکتور تعیین‌کننده میزان دسترسی افراد به اراضی و سهولت توسعهٔ مناطق ساخت و ساز است که به نوعی نشان‌دهندهٔ احتمال تغییر پوشش اراضی آن منطقه نیز هست. بنابراین، با بررسی و درنظرگرفتن این فاکتور می‌توان مناطق مستعد برای توسعهٔ اراضی را از قبل شناسایی کرد. آبراهه‌ها و اراضی اطراف آن‌ها یکی از مکان‌های اولیهٔ جذاب برای یک‌جانشینی و شروع تمدن کشاورزی و شهرنشینی انسان‌ها مخصوصاً در فلات ایران بوده است (فیشر، ۱۹۶۸)، بنابراین، حفظ و نگاه‌داری از این اراضی در سلامت سیمای سرزمین تأثیرگذار است (امیرخانی و همکاران، ۱۳۹۶) و رعایت فاصلهٔ ساخت و ساز نسبت به این اراضی به‌دلیل ایمنی فرسایش و سیلاب حائز اهمیت است (فان و دینگ، ۲۰۱۶). گسل‌ها به‌دلیل

آنکه محل رسیدن دو گسست عمقی زمین به سطح می‌باشند، از دیرباز رابطهٔ تنگاتنگی با تمدن‌های انسانی داشته‌اند (فیشر، ۱۹۶۸)، اما به‌دلیل خطر لرزه‌خیزبودن و تخریب زیرساخت‌ها در این مناطق نباید در نزدیکی آن‌ها ساخت و ساز انجام گیرد. محدودیت فضای سبز، فضای باز، و تشریح ویژگی‌های مربوط به باغات و اراضی کشاورزی امروزه زندگی شهری تا حدود زیادی بر کمیت و کیفیت فضای سبز موجود یا پیرامون شهرها متکی است(امیرخانی و همکاران، ۱۳۹۶)،مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز مؤثر در اشکال گوناگون دیگر قابل تصور نیست. پیامدهای توسعهٔ شهری و پیچیدگی‌های معضلات زیست‌محیطی آن‌ها موجودیت فضای سبز و گسترش آن را برای همیشه اجتناب‌پذیر کرده است (مجنونیان، ۱۳۷۴). با توجه به اینکه وجود باغ‌ها در شیراز رابطهٔ مستقیمی با شرایط پایداری شهر دارد؛ به‌گونه‌ای‌که به زیر ساخت و ساز رفتن بی‌رویه و بی‌برنامهٔ زمین‌های کشاورزی و باغات به‌علت نقش تعادلی بالایی که در اکوسیستم شهر دارند باعث به‌هم‌خوردن تعادل اکولوژیکی شهر می‌شود و پایداری آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به روند توسعهٔ مناطق شهری، رشد فضایی شهری اغلب به‌خاطر در دسترس بودن زمین و مناسب بودن فضای سبز، اغلب در این قسمت رشد می‌کند. برای حفاظت حداکثری از لکه‌های حیاتی سیمای سرزمین، فضای سبز، و فضای باز داخل شهرها لازم است محدودیت و حفظ حداکثری آن درنظر گرفته شود.

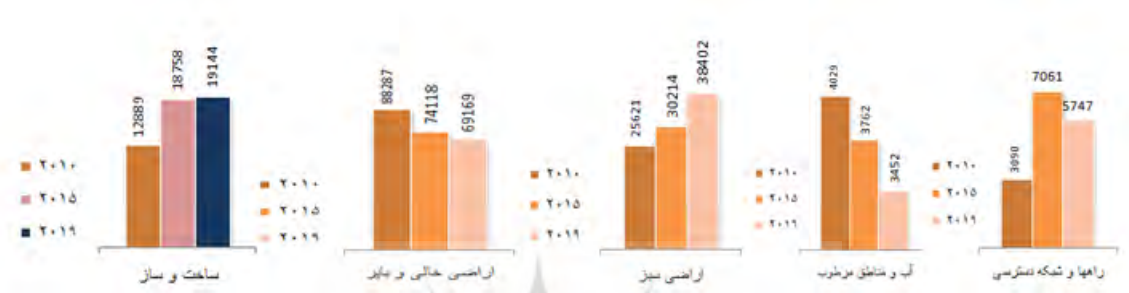
نتایج

از آنجا که پوشش اراضی و کاربری اراضی تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی به‌سرعت در حال تغییر است، برای بررسی توان توسعه و تغیرات مربوط به این توان و مدیریت سیمای سرزمین و دست‌یابی به توسعهٔ پایدار باید اطلاع کافی از وضع پوشش- کاربری اراضی مورد نظر داشته باشیم که در این پژوهش در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، و ۲۰۱۹ ارائه شده است در این بخش با استفاده از نمونه‌های تعلیمی از پیش جمع‌آوری‌شده و الگوریتم بیشترین احتمال، تصاویر ماهوارهٔ لندست در تاریخ‌های فوق تصاویر طبقه‌بندی شد که پنج طبقه فضای سبز، منابع آبی، مناطق ساخت و ساز، و فضای باز و راه‌ها از آن‌ها استخراج شد. شهر شیراز با داشتن نقش اول تجاری و خدماتی در منطقهٔ فارس دارای جاذبه‌های سکونتی است و به‌دلیل کمبود فضا، برای پذیرش جمعیت در حال گسترش به محیط پیرامون و بلعیدن روستاهای اطراف است. تأکید بر توسعهٔ پیوسته و افقی شهر شیراز، تهدیدی است برای از بین رفتن باغات و اراضی کشاورزی و نیز عاملی برای هدایت گسترش شهر در مناطق نامناسب؛ ضمن آنکه بافت مرکزی و اصیل شهر را در انزوا قرار می‌دهد. در همین ابتدا، تنها با تفسیر بصری می‌توان اذعان کرد در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۰–۲۰۱۹ رشد کلان‌شهر شیراز بر پایهٔ رشد درون‌زای مناطق شهری و روستاهای نزدیک به شیراز و مسیر بزرگراه است و در سال‌های آتی، به‌دلیل هجوم جمعیت به شیراز و کاهش شدید اراضی فضای باز و سبز کافی برای ساخت و ساز و همچنین رشد سریع قیمت زمین، ساخت و ساز به مناطق حومه کشیده شده است.



شکل ۳. طبقه‌بندی تصویر سال‌های متوالی ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، و ۲۰۱۹ و تدوین نقشهٔ کاربری زمین (منبع: نگارنده)

همان‌طورکه در شکل زیر روند تبدیل فضای باز به ساخت و ساز به میزان قابل ملاحظه‌ای مشهود است و همچنین در بازهٔ ۲۰۱۵–۲۰۱۹ تبدیل فضای سبز به فضای باز نیز رخ داده است، در مدل تغییرات پوشش اراضی رخ‌داده در محدودهٔ مطالعه، تبدیل کلاس موجود به کلاس ساخت و ساز قابل ملاحظه است و رابطهٔ تنگاتنگی بین فضای سبز و ساخت و ساز به‌دلیل وجود زیرساخت‌هایی مثل راه‌ها برای تبدیل وجود دارد. شدت تبدیلات به ساخت و ساز در بازهٔ ۲۰۱۰–۲۰۱۹ دارای نرخ بالایی است؛ اما با کاهش قابل توجه اراضی بایر، نرخ تبدیل به ساخت و ساز به‌شدت افزایش یافته است. به‌طوری‌که در فاصلهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ بیشترین ساخت و ساز و توسعهٔ شبکهٔ راه‌ها را در سطح محدودهٔ مطالعه داشته‌ایم.



راهها و شبکه دسترسی	آب و مناطق مرطوب	اراضی سبز	اراضی خالی و بایر	ساخت و ساز	هکتار
۳۰۹۰	۴۰۲۹	۲۵۶۲۱	۸۸۲۸۷	۱۲۸۸۹	۲۰۱۰
۷۰۶۱	۳۷۶۲	۳۰۲۱۴	۷۴۱۱۸	۱۸۷۵۸	۲۰۱۵
۵۷۴۷	۳۴۵۲	۳۸۴۰۲	۶۹۱۶۹	۱۹۱۴۴	۲۰۱۹

شکل ۴. مساحت کلاس‌های تعریف‌شده (هکتار) (منبع: نگارنده)

درنهایت، نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده (پنج طبقه بودند)، ضریب کاپای برای هر نقشه محاسبه شد؛ بر حسب دقت ارزیابی بر حسب درصد ۹۴٫۴۵ بوده است.

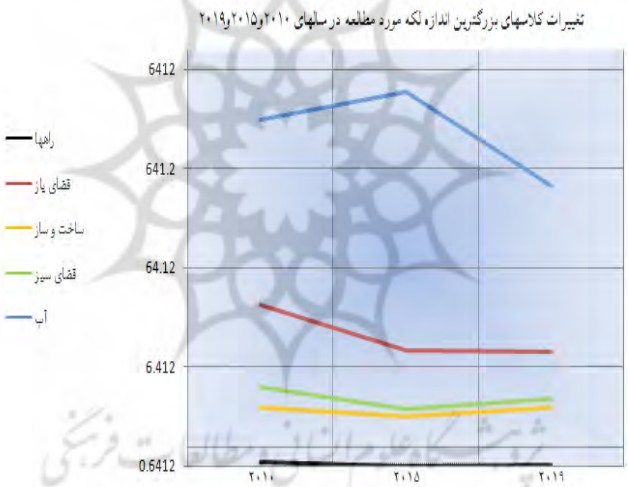
کمی‌سازی ساختاری- عملکردی سیمای سرزمین و بررسی نتایج حاصل از ساختار و سنجه‌های لنداسکیپ شهر شیراز

متریک مساحت کل کلاس[1]**:** همان‌طورکه درمجموع شکل‌های بالا کلاس مساحت قابل مشاهده است، همزمان با افزایش مساحت کلاس ساخت و ساز در بازهٔ سال ۲۰۱۵ و سپس افزایش زمین‌های کشاورزی در این بازه، ابتدا، با شیب تند و بعد با شیبی ملایم از فضای باز کاسته می‌شود و همچنین منابع آبی در سرزمین در حال ناپدیدشدن است که به‌خوبی نشان‌دهندهٔ گسستگی سرزمین است و در شکل زیر به‌طور جامع این تغییر نشان داده می‌شود:

1. Class Total Area (CA/TA) Metric

شکل ۵. تغییرات مساحت کلاس‌های مورد مطالعه (منبع: نگارنده)

متریک میانگین اندازهٔ لکه[1]: این متریک در سطح کلاس برای سال مورد مطالعه محاسبه شده است که در شکل‌های زیر جداگانه و در شکل تجمیع این شاخص تغییرات آن مشاهده می‌شود:

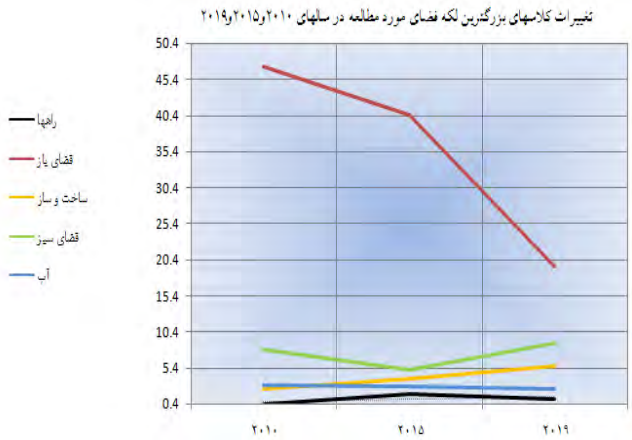


شکل ۶. تغییرات میانگین اندازهٔ لکه‌ها (منبع: نگارنده)

همان‌گونه‌که در شکل تجمیع‌شدهٔ حاصل از این متغیر به‌طور جامع تغییرات لکه‌های سیمای سرزمین در پنج کلاس تعریف‌شده مشاهده می‌شود، کلاس‌های آب و فضای سبز، ساخت و ساز و فضای باز تغییرات بسیاری را در طول دو سال اولیه متحمل شده و سال‌های آتی را با روند ملایم‌تری از سال‌های قبل می‌گذرانند. مقایسهٔ دودویی تغییرات در این شکل نشان می‌دهد که سرزمین در حال تبدیل‌شدن به لکه‌های کوچک و خُردشدن به قطعات ریزتر است.

متریک بزرگ‌ترین اندازهٔ لکه[2]: این متریک در سطح کلاس محاسبه شد و به‌صورت درصد ذخیره شد. در شکل‌های این قسمت از تغییرات کمی سیمای سرزمین منطقهٔ مورد مطالعه نرخ تغییرات آن برای کلاس‌های مختلف و کل سیما محاسبه و به‌صورت نمودار تغییرات نشان داده شد.

1. Mean Patch Size
2. Largest Patch Size [LPI]

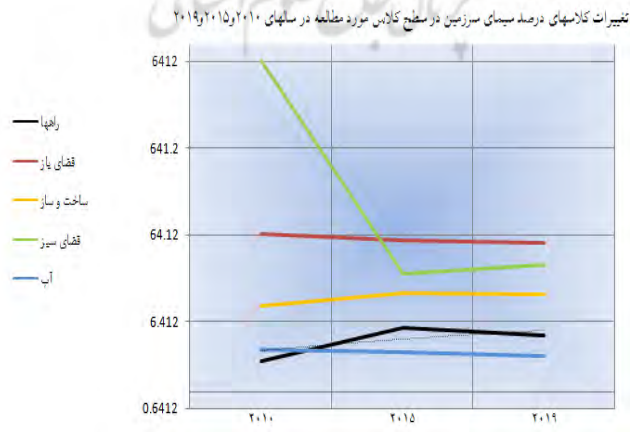


شکل ۷. تغییرات بزرگ‌ترین لکه در هر کلاس (منبع: نگارنده)

در بررسی دو دورهٔ زمانی اول سیمای سرزمینی شهر شیراز به‌خوبی مشهود است که تغییرات سرزمین در مرحلهٔ بسیار شدید است، و در حال تبدیل‌شدن سرزمین، به‌خصوص در فضای باز و بایر به‌خوبی نمایان است. در شکل تجمیع‌شده تغییرات بزرگ‌ترین لکه‌های سرزمین که به عبارت دیگر یک‌پارچه‌ترین لکهٔ سرزمین را نشان می‌دهد، هم‌زمان در درون کلاس‌ها علاوه بر تبدیل پوشش اراضی به کلاس‌های دیگر، قطعه‌قطعه‌شدن سرزمین در حال افزایش است. تغییرات بزرگ‌ترین لکهٔ ساخت و ساز و کاهش فضاهای باز و زمین‌های بایر حکایت از توسعهٔ شهر شیراز به‌صورت شدید و افزایش زمین‌های کشاورزی به‌صورت پراکنده در نقاط خوش آب و هوای شیراز دارد.

تحلیل ساختار کمی سیمای سرزمین شهر شیراز

متریک درصد سیمای سرزمین[1]: این متریک یکی از متریک‌های مهم ترکیب سیمای سرزمین است و در بسیاری از تحلیل‌های سیمای سرزمین در راستای تغییرات کمی آن به‌کار گرفته شده است. البته از آن جهت که متریک درصد سیمای سرزمین یک سنجهٔ نسبی است، احتمالاً برای سنجش ترکیب سیمای سرزمین نسبت به مساحت کلاس مفیدتر باشد. این متریک در سطح کلاس محاسبه شد که به‌طور کاملاً واضح روند رو به رشد تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین را نشان می‌دهد و در شکل‌های زیر نرخ تغییر آن را برای کلاس‌های مختلف در طول دورهٔ زمانی مختلف مورد مطالعه در محدودهٔ شهر شیراز مطالعه می‌کنیم.

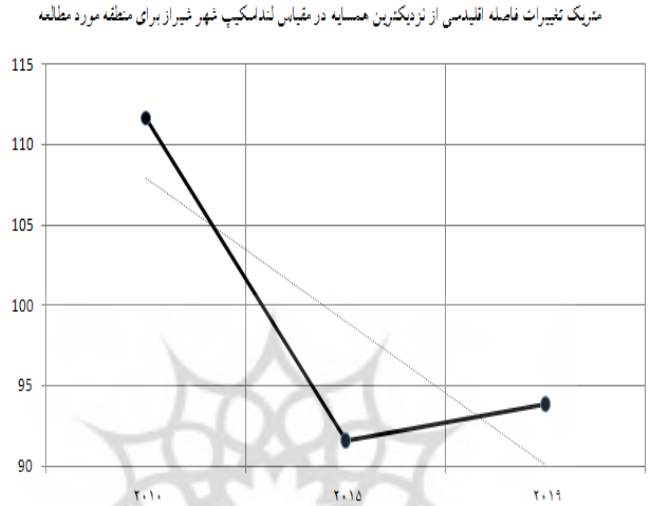


شکل ۸. تغییرات درصد سیمای سرزمین (منبع: نگارنده)

1. Percentage of Landscape Metric (PLAND)

این متریک به‌صورت درصدی از سرزمین تعریف می‌شود که در شکل ۸ به‌خوبی توزیع کلاس‌های تعریف‌شده را به‌صورت درصدی از سیمای سرزمین نمایش می‌دهد. درصد فضای سبز به‌صورت مشهودی رو به کاهش است که حکایت از تغییرات عمدهٔ سرزمین دارد و این تغییرات در مقطع اکولوژیک بسیار مهم و قابل توجه است که به زوال سرزمینی در سال‌های آتی تبدیل می‌شود.

متریک فاصلهٔ اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه: این متریک به‌طور کاملاً واضح روند رو به رشد تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین را نشان می‌دهد:

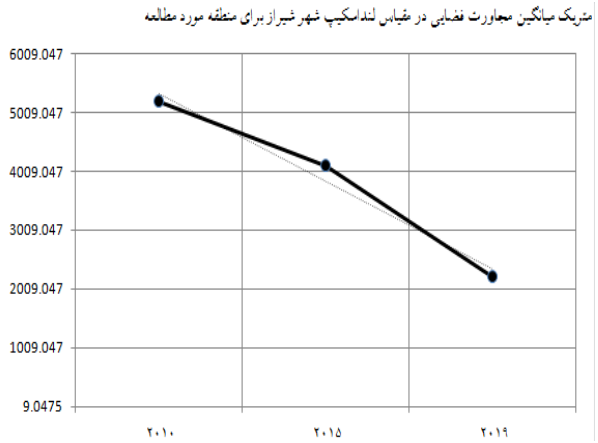


شکل ۹. تغییرات فاصلهٔ اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایهٔ کلاس‌ها (منبع: نگارنده)

روند تغییرات مشاهده‌شده در شکل ۹ همانند تغییرات دیگر متریک‌های سرزمین نمایانگر تکه‌تکه‌شدگی سرزمین و تبدیل دیگر پوشش اراضی است، هرچند در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ مقدار تغییرات به‌صورت خیلی شدید ناشی از تغییرات فضای سبز است، تکه‌تکه‌شدن ساختار سرزمین نشان از افزایش قطعات و ساختارها در منطقهٔ مورد مطالعه دارد که حکایت از گسیختگی و ریز لکه گی سرزمین است.

شاخص نزدیکی/ مجاورت[1]: این متریک برابر است با مجموع مساحت لکه‌ها (واحد متر مربع) تقسیم بر نزدیک‌ترین فاصلهٔ لکه هم نوع (متر) در یک همسایگی از پیش تعیین‌شده (متر مربع). هنگامی که محدودهٔ همسایگی جست‌وجوی الگوریتم از مرز سیمای سرزمین خارج می‌شود، تنها لکه‌هایی که در درون سیمای سرزمین قرار دارند در محاسبات شرکت داده می‌شوند. این متریک واحدی ندارد. بنابراین، محاسبه و تفسیر آن به‌تنهایی مشکل است؛ اما تفسیر آن به‌طور نسبی و در ارتباط با دیگر متریک‌های سیمای سرزمین، که دارای واحد کمی‌اند، بسیار مفید است؛ در شکل‌های زیر سیمای سرزمین شهر شیراز به‌وضوح قابل درک است.

1. Proximity Index



شکل ۱۰. تغییرات متریک مجاورت (منبع: نگارنده)

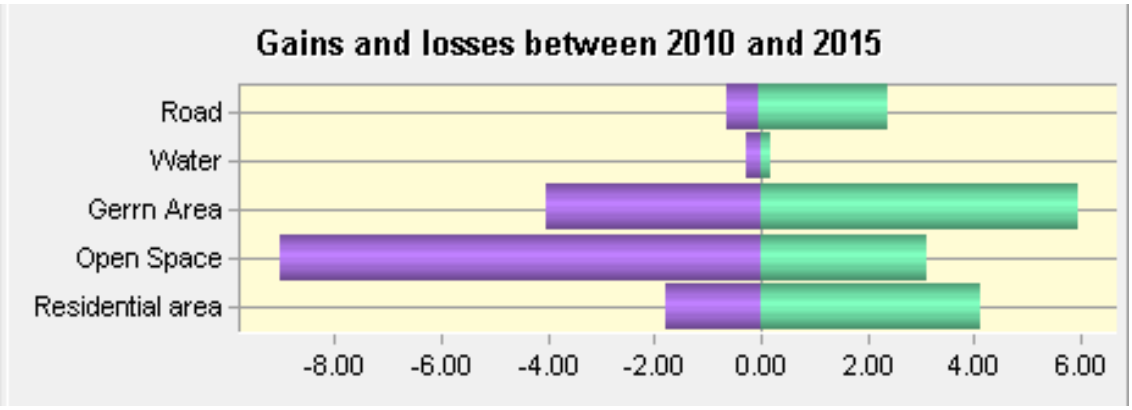
این متریک نشان می‌دهد که سیمای کلی سرزمین به‌صورت سریع و آنی در حال تغییر است و جابه‌جایی لکه‌های مجاور در سیمای سرزمینی حکایت از این دارد که سیمای سرزمین به‌طور مرتب نسبت به هم، در حال تغییر بوده است. اما این تغییرات در طول سال‌های متوالی به‌شدت در حال اجرا و تغییر است.

بررسی تغییرات سیمای سرزمینی شهر شیراز و تغییرات آن

سیمای سرزمین شیراز در دهه‌های گذشته به‌سرعت در حال تغییر بوده است. بنابراین، برای دست‌یابی به توسعهٔ پایدار و کاربست خردمندانهٔ منابع به اطلاعاتی از تغییرات آن در این بازهٔ زمانی نیاز هست.

تغییرات سال‌های ۲۰۱۰–۲۰۱۵

پس از تهیهٔ نقشه‌های کاربری اراضی، آشکارسازی تغییرات و بررسی تغییرات اتفاق‌افتاده در طی دورهٔ زمانی مورد مطالعه انجام شد. این تغییرات شامل کاهش‌ها، افزایش‌ها، و تغییرات خالص برای هر کلاس و انتقال از یک کلاس به کلاس‌های دیگر است. در این تحقیق، به‌منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی و به‌طور خاص از روش جدول‌بندی افقی استفاده شد. ارزیابی تغییرات کاربری زمین بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ به‌عنوان سال پایه نشان داد که در سال ۲۰۱۰، کلاس اراضی باز و بایر در محدودهٔ شهر شیراز با ۳۷ درصد از کل مساحت منطقهٔ مورد مطالعه وسیع‌ترین کلاس است. پس از آن به‌ترتیب کلاس‌های مناطق سبز، اراضی مسکونی و ساخت و ساز شده، مناطق آبی و رطوبت و در آخر شبکهٔ دسترسی و راه‌هاست. در این سال، کلاس مناطق سبز شامل سبز شهری و فضای سبز توسعه‌یافته شامل کشاورزی و باغات با ۱۹ درصد در ردهٔ دومین کلاس است و سه کلاس اراضی مسکونی، مناطق آبی و شبکهٔ راه‌ها به‌ترتیب ۹، ۳، و ۲ درصد از مساحت کل را دربر گرفته‌اند. طی دورهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ بیشترین کاهش مربوط به کلاس مناطق باز و بایر است که از ۶۵ به ۵۵ درصد رسیده است و سپس کلاس اراضی ساخت و ساز شهر شیراز و محدوده‌های آن است که از ۹ به ۱۴ درصد افزایش یافته است. درمقابل کلاس مناطق سبز از ۱۹ به ۲۲ درصد ارتقا یافته و تغییرات در این کلاس رخ داده است. البته کلاس منابع و مناطق آبی نیز از ۳ به ۲ درصد کاهش رسیده است که روند رو به پایین را نشان می‌دهد. در این دوره کلاس مناطق مختلف شهر شیراز تغییرات محسوسی داشته است که روند ناهمگون و منظم در کلاس کاربری آن ملموس نیست. بنابراین، بیشتر تبدیل‌های انجام‌گرفته را می‌توان ناشی از گسترش مناطق مسکونی در محدودهٔ مناطق اراضی بایر دانست. با دقت در تصاویر پهنه‌بندی‌شده در شکل می‌توان تغییرات را مشاهده کرد. دلیل رقم بالای رشد مناطق سبز در این بازه را می‌توان ناشی از عامل مهم، افزایش کشاورزی، و اینکه استان فارس به‌عنوان قطب کشاورزی شناخته شده دانست.



شکل ۱۱. تغییرات پوشش اراضی ۲۰۱۰–۲۰۱۵

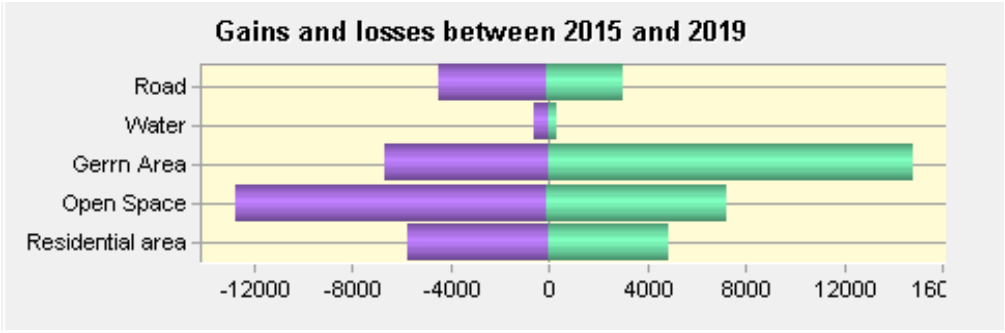
در این بخش، نتایج مقایسهٔ تغییرات حاصل از نقشهٔ پوشش اراضی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ محدودهٔ مطالعه، که از آنالیز تغییرات در مدل‌ساز تغییرات زمین منطقه به‌دست آمده‌ـ مشاهده می‌شود. شکل ۱۳ بیانگر آن است که در روند تبدیل پوشش اراضی، تبدیل اراضی فضای سبز و فضای باز به ساخت و ساز، عملکرد قابل توجهی داشته است و در جدول‌های زیر مشهود می‌باشند.

جدول ۱. نرخ تغییرات عددی سال‌های ۲۰۱۰- ۲۰۱۵ (منبع: نگارنده)

		(هکتار) سال ۲۰۱۰				
		ساخت و ساز	فضای باز	فضای سبز	منابع آبی	راه‌ها
سال ۲۰۱۵ (هکتار)	ساخت و ساز	۰	−۱۵۰۰	+۱۸۰۰	−۱۰۰	−۱۵۰۰
	فضای باز	−۵۵۰۰	۰	−۷۵۰۰	+۲۰۰	−۲۰۰۰
	فضای سبز	−۱۸۰۰	۷۸۰۰	۰	−۱۰۰	−۱۲۰۰
	منابع آبی	−۱۰۰	−۳۰۰	۶۰	۰	−۲۰۰
	راهها	+۱۳۵۰	+۱۸۰۰	+۱۱۵۰	+۵۰	۰

تغییرات ۲۰۱۵–۲۰۱۹

طی دورهٔ ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ نیز کلاس مناطق باز و بایر با بیشترین افزایش به همان میزان اما با کاهش محسوس بسیار کمی در حد ۴ درصد است. مناطق سبز نیز با ۶ درصد افزایش از ۲۲ درصد به ۲۸ درصد افزایش یافته است. کلاس آب تغییر محسوسی نداشته و دو کلاس اراضی راه‌ها و مناطق ساخت و ساز به‌ترتیب با ۱ درصد کاهش روندی کاهشی یا به‌طور کلی تقریباً ثابت داشته‌اند.



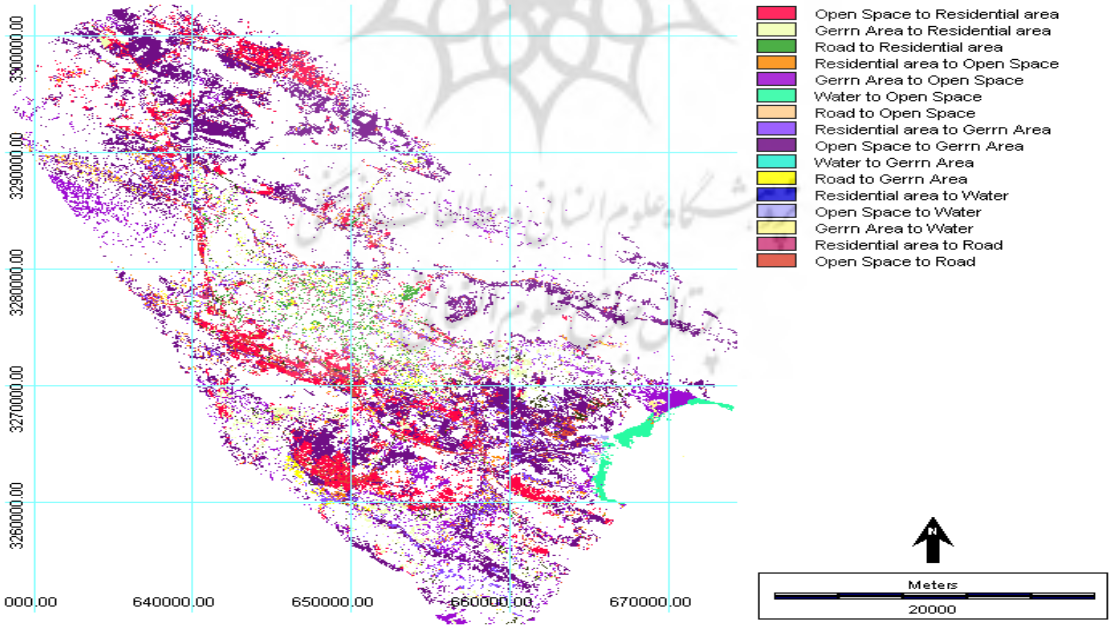
شکل ۱۲. تغییرات پوشش اراضی ۲۰۱۵–۲۰۱۹

در این بخش، نتایج مقایسهٔ تغییرات حاصل از نقشهٔ پوشش اراضی در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹ محدودهٔ مطالعه را که از آنالیز تغییرات کاربری زمین منطقهٔ دو سال متوالی بدست آمده در جدول زیر مشاهده می‌کنید. جدول ۲ بیانگر آن است که در روند تبدیل پوشش اراضی همچنان تبدیل اراضی فضای سبز و فضای باز به ساخت و ساز عملکرد قابل توجهی داشته است که در شکل ۱۱ تا ۱۴ و جدول ۱ و ۲ مشهود است.

جدول ۲. نرخ تغییرات عددی سال‌های ۲۰۱۵–۲۰۱۹ (منبع: نگارنده)

		(هکتار) سال ۲۰۱۵				
		ساخت و ساز	فضای باز	فضای سبز	منابع آبی	راه‌ها
سال ۲۰۱۹ (هکتار)	ساخت و ساز	۰	−۵۵۰۰	−۸۰۰۰	−۱۰۰	−۱۰۰۰
	فضای باز	−۵۰۰	۰	−۵۰۰۰	+۵۰۰	−۲۰۰
	فضای سبز	+۱۶۰۰	+۵۳۰۰	۰	+۱۰	+۱۳۰۰
	منابع آبی	+۲۰۰	−۲۸۰	−۳۰	۰	+۲۰۰
	راه‌ها	−۲۱۰	+۱۸۰	−۱۳۵۰	۰	۰

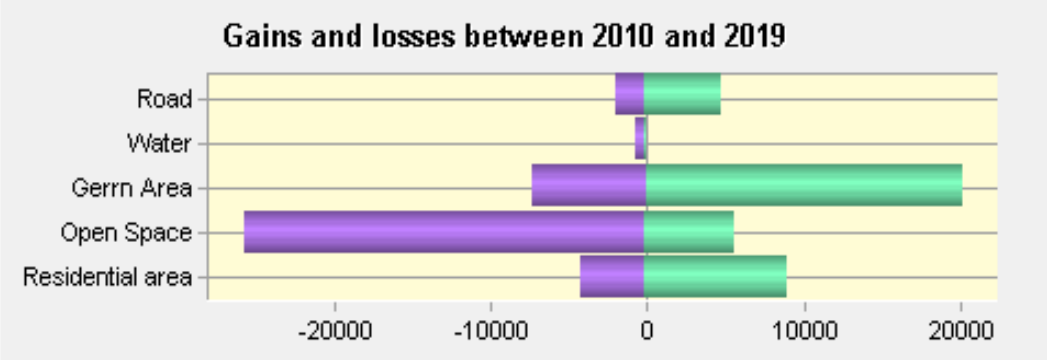
همان‌طورکه در تحلیل سیمای سرزمینی و تغییرات شهر شیراز در بازهٔ زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ مشاهده می‌شود، سرزمین قدیمی شهر شیراز به‌صورت گسیخته و بدقواره در حال رشد و تکه‌تکه‌شدن است که این مسئله زنگ خطری است بر وضعیت سیمای سرزمین در سطوح بالاتر (شهر شیراز و اطراف آن). با توجه به عوامل آشکارشده و به‌کاررفته در این پژوهش و نقشه‌های حاصل از سیمای سرزمین به‌دست‌آمده در پژوهش، شهر شیراز توسعهٔ ناهمگون و گسیخته (شکل ۵ تا ۱۰) خواهد داشت.



شکل ۱۳. انتقال تغییرات کاربری سال‌های ۲۰۱۰–۲۰۱۹ (منبع: نگارنده)

از آنجا که در این پژوهش سعی شده است با عملکرد طبیعی، مبنی بر شهرگرایی و گسترش شهری به‌صورت تغییرات پوشش اراضی و رشد کلان‌شهر شیراز درنظر گرفته شود، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و مدل‌سازی سیما در بازهٔ ده‌ساله که رشد ساخت و ساز در آن مشهود است، روند رشد در راستای تبدیل

اراضی فضای سبز به ساخت و ساز و نابودی شبکهٔ سبز باقی‌مانده در شهر شیراز است. بنابراین، به تعریف و اجرای سیاست‌های مفید و کاربردی در زمینهٔ حفظ و احیای شبکه و کریدورهای حیاتی برای سیمای سرزمین کلان‌شهر شیراز نیاز هست. همان‌طورکه در تصویر زیر مشاهده می‌شود، فضای باز به‌شدت رو به کاهش و راه‌ها و مناطق ساخت و ساز رو به افزایش است. افزایش فضای سبز ناشی از توسعهٔ کشاورزی در حومه و اطراف شهر شیراز است.



شکل ۱۴. تغییرات پوشش اراضی ۲۰۱۰-۲۰۱۹

پهنه‌بندی مناسب محیطی توسعهٔ کالبدی در محدودهٔ مورد مطالعه

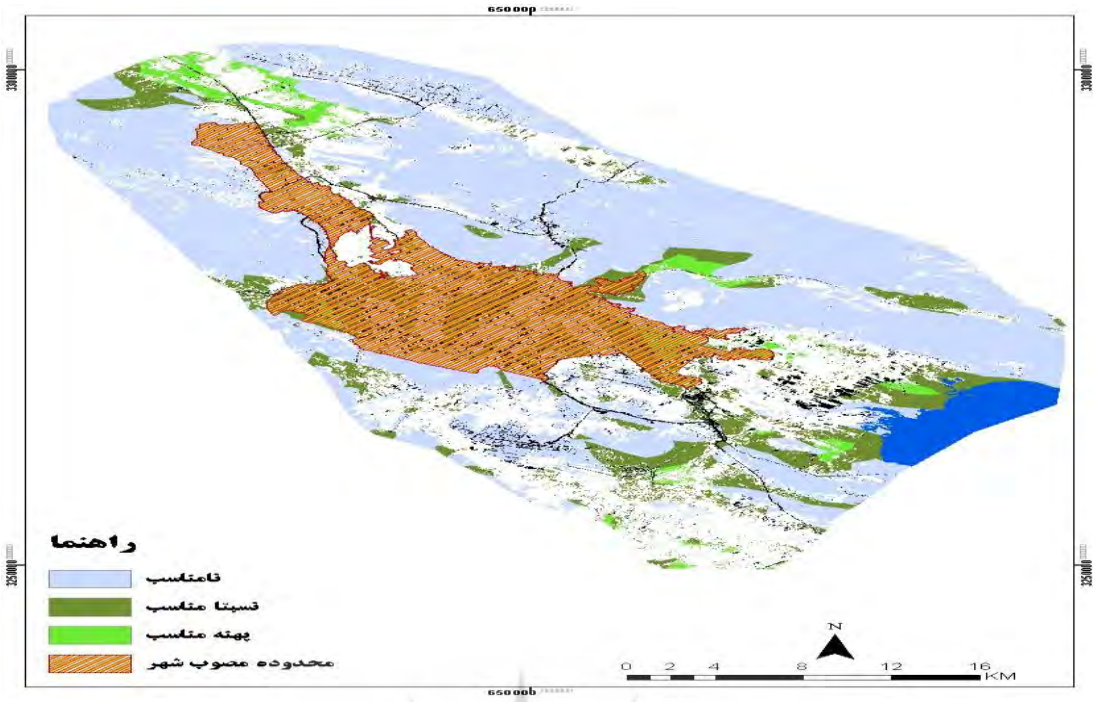
فرایند پهنه‌بندی نهایی شامل ترکیب‌های گوناگون از پهنه‌های بارگذاری‌شده مانند خطر زلزله، شیب، ارتفاع، حوضه‌های سیلابی، و ... است. ترکیب معیارهای گوناگون براساس مناسبت ذاتی معیارهای نهایی فرایند عمومی تحلیل مناسبت محیطی انجام می‌گیرد. در این قسمت پهنه‌های رتبه‌بندی‌شدهٔ معیارهای مختلف با هم ترکیب می‌شوند که از طریق رتبه‌های ارزش‌گذاری‌شده و جمع‌بندی بارهای آن‌ها پهنه‌بندی جدید و ترکیبی به‌دست می‌دهد. درواقع، از ترکیب پهنه‌های بارگذاری‌شدهٔ معیارهای گوناگون پهنه‌های جدید بارگذاری‌شده تولید می‌شود که بیانگر تقسیم گسترهٔ مطالعاتی به پهنه‌هایی است که برحسب گسترش فضایی درجه‌بندی مناسبت خواهند شد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۴). بدین‌ترتیب، براساس درجات سه‌گانهٔ مناسبت و دامنهٔ امتیازهای نهایی ترکیب نهایی پهنه‌بندی مناسبت محیطی در محدودهٔ مورد مطالعه انجام شد که گروه‌بندی امتیازهای به‌دست‌آمده در سه گروه پهنه‌بندی مناسبت محیطی به‌صورت زیر است:

گروه اول: پهنه‌هایی با بیشترین مناسبت گسترش فضایی با ۷٫۲درصد از کل منطقه؛

گروه دوم: پهنه‌هایی با مناسبت کمتر گسترش فضایی با ۲۵٫۱ درصد از کل منطقه؛

گروه سوم: پهنه‌های نامناسب گسترش فضایی با ۶۷٫۵ درصد از کل منطقه.

پس از هم‌پوشانی لایهٔ مناطق شهری بر روی نقشهٔ نهایی مناطق اکولوژیک و سبز مشاهده شد که بیشترین سهم توسعهٔ شهری در شیراز در منطقه کاملاً نامناسب توسعه قرار گرفته است که نشان می‌دهد توسعهٔ شهر شیراز در راستای از بین رفتن فضاهای سبز و باغات و مناطق اکولوژیک و در کل باعث ازهم‌گسیختگی و تکه‌تکه‌شدن سرزمین شده است. در این راستا پهنهٔ کامل متناسب برای شهر شیراز وجود ندارد؛ اما پهنهٔ نسبتاً مناسب هم به‌صورت محدود در قسمت شمال غربی در محدودهٔ شهرک صدرا و غرب شیراز در مسیر جادهٔ اصلی و به‌صورت پراکنده در اطراف شهرک‌ها قرار دارد که به‌صورت نقشهٔ نهایی (شکل ۱۵) محاسبه شده است.



شکل ۱۵. تدوین جهات گسترش شهر شیراز با توجه به اکولوژی سیمای سرزمینی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارنده)

می‌توان گفت اجرای فرایند تحلیل مناسبت محیطی وابستگی بسیار زیادی به اطلاعات مناسبت تحلیل دارد. اما به‌طور کلی فرایند مطالعاتی- تحلیلی عدم مناسبت گسترش فضایی را در پهنه‌هایی که در شرایط کنونی به‌شدت شاهد توسعهٔ بی‌رویه و بدون برنامهٔ شهر بوده نشان داد. با توجه به نقشهٔ فوق، مشاهده می‌شود ۴۰ درصد شهر بر روی پهنه‌های نامناسب از لحاظ توسعهٔ کالبدی قرار گرفته‌اند و ۳۸ درصد در پهنهٔ کمتر مناسب؛ در حالی که فقط ۲۳ درصد از مساحت شهر در پهنهٔ مناسب توسعهٔ کالبدی از نظر مخاطرات محیطی و پهنه‌های اکولوژیکی قرار گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به توسعه و توان شهری در راستای اکولوژیک و حفظ منابع پایدار در محدودهٔ شهر شیراز، که یکی از کلان‌شهرهای جنوب کشور است، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تغییرات و کاربری زمین ده‌سالهٔ اخیر آن مدل‌سازی شد و با استفاده از سیمای سرزمین وضعیت تغییرات آن بررسی و مطالعه شد و در همین راستا نسبت به شرایط اکولوژیک و توان توسعهٔ شهری، نسبت به حفظ فضای سبز و توسعهٔ متعارف شهر نیز مدل‌سازی و جهات توسعهٔ شهر تعیین شد. نتایج توان توسعه و تغییرات کاربری زمین با دیدگاه اکولوژیک سیمای سرزمین با اندازهٔ پیکسل سایز ۳۰ متر با تصاویر ماهواره‌ای تعیین و تدوین شد؛ نتایج مختلف با سنجه‌های مختلف محاسبه‌شده در طول سه دورهٔ ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹ در شهر شیراز و حومهٔ قابل توسعهٔ آن نشان از این دارد که ساختار یک‌پارچهٔ اکولوژیک منطقه از هم گسیخته و به‌صورت تکه‌تکه درآمده است و به همین دلیل توسعهٔ شهری و زیرساخت‌ها نیز به این گسیختگی در راستای کاهش اندازهٔ قطعات کاربری و افزایش تعداد قطعات و قطع کریدورهای اکولوژیک بستگی دارد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و مدل‌سازی سیمای سرزمین در بازهٔ ده‌ساله، که رشد ساخت و ساز در آن مشهود است، روند رشد در راستای تبدیل اراضی فضای سبز به ساخت و ساز و نابودی شبکهٔ سبز باقی‌مانده در این منطقه است. بنابراین، نیاز به تعریف و اجرای سیاست‌های مفید و کاربردی در زمینهٔ حفظ و احیای شبکه و کریدورهای حیاتی برای سیمای سرزمین کلان‌شهر شیراز وجود دارد. در شیراز فضاهای سبز و باغات به موازات رشد و توسعهٔ شهر به‌دلیل فقدان تفکر

برنامه‌ریزی‌شده و نقش حساس زیست‌محیطی و اکولوژیکی باغات، توسعه و گسترش شهر همواره به سمت آن‌ها بوده است. با توجه به اینکه باغ‌های قصرالدشت شیراز نقش بسیار مهمی در تصفیه و تلطیف هوای شهر دارد، به‌خوبی مستعد پذیرش فعالیت‌های گردشگری، تفرجی، فراغتی، و فرهنگی است که بخشی از هویت تاریخی شیراز محسوب می‌شود. اما توسعهٔ شتابان شهری این پهنهٔ عظیم زیست‌محیطی را به‌علت کارکردها و جاذبه‌های متنوع مورد تجاوز و تهاجم قرار داده است؛ به گونه‌ای که نقشه‌ها و روند توسعهٔ شهر نشان‌دهندهٔ گسترش شهر به سمت این پهنه بوده است. همچنین، نگارندگان با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از نقشه‌سازی پوشش زمین، هدایت رشد شهری به سمت فضای باز در جهت جنوب غربی و شمال شرقی، محدودهٔ مورد مطالعه را بهتر از فضای سبز در جهت مزارع و باغات شهر شیراز می‌دانند.

پیشنهادها

با توجه به پژوهش انجام‌شده، پیشنهاد می‌شود شیوه‌های مختلف ارزیابی سرزمین برای حوزه‌های دیگر نیز انجام شود و قابلیت هر یک از آن‌ها با توجه به نوع اکوسیستم برای مناطق مختلف کشور سنجیده شود. با توجه به اینکه توسعه و گسترش شهر و صنایع در منطقهٔ مطالعاتی به سمت اراضی کشاورزی، باغات سنتی، و مراتع است، ارزیابی توان کاربری‌های توسعهٔ شهری و صنعتی به‌صورت توأمان ضروری به‌نظر می‌رسد؛ در کنار همهٔ موارد فوق، تعریف و پایش وضعیت تغییرات پوشش و کاربری زمین با توجه به شبکهٔ حیاتی (اکولوژیک- سبز) سرزمینی شهر شیراز و حومه.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. ارگانی، م.؛ سراجیان، م. و همایونی، س.، ۱۳۸۸، *آشکارسازی زیر پیکسل تغییرات مناطق شهری به کمک آنالیز ترکیب طیفی*، Paper presented at the ژئوماتیک، تهران.

۲. امیرخانی، علی‌اکبر، ۱۳۹۶، *ارزیابی ماهیت رشد مناطق شهری با استفاده از مدل‌سازی و تحلیل داده‌های رقومی (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر کرج)*، پایان‌نامهٔ دانشگاه تهران

۳. بذرگر، محمدرضا، ۱۳۷۷، *بررسی و شناخت ساخت اصلی شهر (مورد شیراز)*، رسالهٔ دکتری شهرسازی، دانشگاه تهران.

۴. بنیادی، ناصر، ۱۳۷۱، تحول تاریخی ساختار شهری شیراز و فضاهای شهری آن، مجلهٔ *آبادی*، ش ۱۱، مرکز تحقیقات و شهرسازی، تهران.

۵. بهرام سلطانی، بهرام، ۱۳۷۱، *مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی- محیط زیست*، دانشگاه تهران.

۶. بی‌همتای طوسی، ن.؛ سفیانیان، ع. و فاخران، س.، ۱۳۹۲، ارزیابی الگوی سیمای سرزمین بخش مرکزی اصفهان با استفاده از آنالیز گرادیان، *نخستین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین*.

۷. توسلی، محمود و بنیادی، ناصر، ۱۳۷۱، *طراحی فضای شهری*، ج ۱، مرکز مطالعات و تحقیقات معماری و شهرسازی وزارت مسکن و شهرسازی.

۸. حبیبی، محسن، ۱۳۷۵، *از شار تا شهر*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۹. حسینی فسایی، میرزا حسن، ۱۳۴۷، *فارسنامهٔ ناصری*، شیراز: نوید شیراز.

۱۰. حق‌جو، محمدرضا، ۱۳۷۸، *امکان‌سنجی گسترش فضایی شهرهای بزرگ با روش‌های تحلیل مناسبت محیطی نمونهٔ موردی تهران*، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ شهرسازی.

۱۱. داسمن و همکاران، ۱۳۶۳، *محیط زیست جهانی در نقطه عطف*، گزارش سازمانی.

۱۲. رضایی و همکاران، ۱۳۸۴، *تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح*، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳. زبردست، لعبت، ۱۳۹۷، استفاده از رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین شهری در راستای برنامه‌ریزی شهر تاب‌آور در مقابل تغییرات اقلیمی و سیلاب، *ششمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب*، تهران.

۱۴. زبردست، اسفندیار، ۱۳۹۱، *کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای*، *هنرهای زیبا*، دورهٔ ۱۰، صص ۱۳-۲۱.

۱۵. زیاری، کرامت‌الله، ۱۳۸۱، *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*، دانشگاه یزد.

۱۶. سازمان مسکن و شهرسازی فارس، ۱۳۷۰، *طرح منطقهٔ تاریخی و فرهنگی شهر شیراز*، مهندسین مشاور نقش جهان پارس، شیراز.

۱۷. سالاری، م.: معاضد، ه. و رادمنش، ف.، ۱۳۹۱، مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل AHP_FUZZY در محیط GIS (مطالعهٔ موردی: شهر شیراز)، فصل‌نامهٔ *طلوع بهداشت*، ش ۱، صص ۹۶-۱۰۹.

۱۸. سلطان‌زاده، حسین، ۱۳۶۷، *مقدمه‌ای بر تاریخ شهر و شهرنشینی در ایران*، تهران: نشر نی.

۱۹. سلطانی، بهرام، ۱۳۷۵، پیشنهاد روش محاسبهٔ سرانهٔ فضای سبز شهری، مجلهٔ *آبادی*، ش ۱۷.

۲۰. سلطانی خلیفانی، ناصر، ۱۳۸۴، *رویکردی ژئوپلیتیکی به پدیدهٔ قومیت در ایران*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران.

۲۱. دژکام، ص، ۱۳۹۳، *مطالعهٔ روند الگوی تغییرات توسعهٔ شهری با رهیافت بوم‌شناسی سیمای سرزمین (مطالعهٔ موردی: شهرستان رشت)*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ منابع طبیعی محیط زیست، پردیس منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه تهران.

۲۲. سیاح‌نیا، رومینا، ۱۳۸۱، *ارزیابی توان اکولوژیکی حاشیه شهر تهران جهت توسعه شهری با بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.

۲۳. شیخ‌حسنی، ۱۳۸۰، تبیین اثرات برنامه‌ریزی کاربری زمین بر حمل و نقل شهری، *دهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران*.

۲۴. *طرح‌های کالبدی نقاط جمعیتی واقع در حریم جنوبی استحفاضی شهر تهران*، ۱۳۷۶، ج ۳، برنامه‌ریزی راهبردی، ادارهٔ کل طرح‌های شهرسازی شهرداری تهران.

۲۵. عسگری، علی؛ رازانی، اسد و رخشانی، پدرام، ۱۳۸۱، *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*، همدان: نور علم.

۲۶. عبدالهی، مجید، ۱۳۷۸، *مدیریت بحران در نواحی شهری*، انتشارات شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، وزارت کشور.

۲۷. عزیزپور، ملکه، ۱۳۷۴، *توان‌سنجی محیط طبیعی و توسعهٔ فیزیکی شهر تبریز*، دانشگاه تربیت مدرس، رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، تهران.

۲۸. عزیزی، محمدمهدی، ۱۳۷۲، گسترش سریع شهری یک بحران، مجموعه *مقالات کنفرانس بین‌المللی توسعهٔ شهری و شهرهای جدید*، ج ۲، اصفهان: وزارت مسکن و شهرسازی (شرکت عمران شهرهای جدید).

۲۹. غلام‌علی فرد، مهدی، ۱۳۸۵، *ارائهٔ مدل مکانی- زمانی ارزیابی عرضه و تقاضای زمین برای محل‌های دفن مواد زاید جامد با استفاده از مدل‌سازی توسعهٔ شهری در محیط GIS (مطالعهٔ موردی: شهر گرگان)*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس.

۳۰. کامیابی، سعید و ذوالفقارخانیان، مهدیه، ۱۳۹۰، ارزیابی تاثیر عوامل محیطی بر ساماندهی نواحی شهری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): مطالعه موردی نواحی شهر سمنان، *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، دورهٔ ۱، ش ۱، صص ۲۰۳-۲۱۸.

۳۱. لیو، ی، ۱۳۹۱، *مدل‌سازی توسعهٔ شهری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سلول‌های خودکار*، ترجمهٔ م.م. جباری و س. احمدی، ناشر آذر کلک..

۳۲. محرم‌نژاد، ناصر، ۱۳۸۳، *برنامه‌ریزی محیط زیست*، تهران: نشر دی.

۳۳. مجنونیان، هنریک، ۱۳۷۴، تحلیلی از وضعیت مناطق چهارگانهٔ حفاظت‌شده در روند عمومی تخریب طبیعت، *محیط‌شناسی*، دانشگاه تهران.

۳۴. مخدوم، مجید؛ درویش‌صفت، علی‌اصغر؛ جعفرزاده، هورفر و مخدوم، عبدالرضا، ۱۳۸۳، *ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی*، انتشارات دانشگاه تهران.

۳۵. معتدل‌رو، یلدا، ۱۳۸۲، *ارزیابی توان اکولوژیکی حاشیهٔ شهر رشت جهت توسعهٔ شهری با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران.

36. A case Study Tehran Metropolis, Iran. *Landscape & Environment, Vol. 8, No.* 1, PP. 10-19.

37. A. Elliott, Jennifer, 1999, *An introduction to sustainable development*. Second edition. Routledge.

38. Azizi, Mohammad Mehdi, 1993, The Rapid Urban Spread of a Crisis, *Proceedings of the International Conference on Urban Development and New Cities*, Vol. 2, , Isfahan: Ministry of Housing and Urban Development.

39. Azizpour, Malake, 1995, *Physical Environmental Assessment and Physical Development in Tabriz*, Tarbiat Modarres University, Doctoral dissertation on Geography and Urban Planning, Tehran.

40. Bahram Soltani, Bahram, 1992, *A Collection of Topics and Methods of Urban Development*.

41. Bonyadi, Nasser, 1992, The Historical Evolution of Shiraz Urban Structure and Its Urban Spaces, *Abadi Journal*, No. 11, Research and Urban Development Center, Tehran.

42. Braman, S. K.; Latimer, J. G.; Oetting, R. D.; McQueen, R. D.; Eckberg, T. B. and Prinster, M., 2000, Management strategy, shade, and landscape composition effects on urban landscape plant quality and arthropod abundance. *J Econ Entomol, Vol. 93, No.* 5, PP. 1464-1472.

43. Byehamta Tusi, Safian and Fakhran, S., ۳۳۳۳, Evaluation of Isfahan Central Landscape Pattern Using Gradient Analysis. *The First International Conference on Landscape Ecology*.

44. Castells, Manuel, 1975, *The quotation urban*, Paris: Blackwell.

45. Cheng, J., 2003. *Modelling Spatial and Temporal Urban Growth.* Ph.D Thesis. International institute for geo-information science and earth observation (ITC). The Netherlands.

46. Costanza, R. and Ruth, M., 1998, Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus. *Environmental Management, Vol.* 22, PP. 183-195.

47. Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K. and Muys, B., 2004, Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review, *Int. J. Remote Sensing, Vol.* 9, PP. 1565-1596.

48. Daniel, B. Botkinet al., 2003, *Environmental Science*. University of California press. 4th edition. John Wwiley & Sons, INC.

49. Dewan, A.M. and Yamaguchi, Y., 2009, Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, *Applied Geography, Vol.* 29, PP. 390-401.

50. E. Manoli, P. K.; Arampatzis, G. and Assimacopoulos, D., 2005, *Comprehensive Water Mangement* Scenarios *for Strategic Planning. Paper presented at the Proceedings of the 9th International Conference on Environmental Science and Technology*, Rhodes island, Greece.

51. Ermer, K.; Mohrmann, R. and Sukopp, H., 1994, *Band 12 des Handbuches ''Umweltschutz – Grundlagen und Praxis''*. Verlag, Bonn: Economica.

52. Estman, R.J., 2001, *Idrisi32, Release 2. Tutorial*. Clark University, USA. 237 PP.

53. Eastman, R. J., 2006., *Guide to GIS and Image processing*. Clark University, USA. 328 PP.

54. Eastman, R. J. and Jiang, H., 1996, *Fuzzy measures in multi-Criteria evaluation*. *Proceeding of Second International Symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental studies*. Fort Collins, Colorado, 527-534.

55. Eastman, R. J.; Jin, W.; Kyem, P. A. K. and Toledano, J., 1995, Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. *Vol.* 61, No. 5, PP. 539-547.

56. Etingoff, K., 2016, *Urban Ecology, **Strategies** for Green Infrastructure and Land Use*, Apple Academic Press.

57. Ewing, R., 1997, Is Los Angeles-style sprawl desirable?, *Journal of the American Planning Association, Vol. 1, No.* 63, PP. 107-126.

58. Fan, Q. and Ding, S., 2016, Landscape pattern changes at a county scale: A case study in Fengqiu,Henan Province, China from 1990 to 2013. *Catena, Vol.* 137, PP. 152-160.

59. Farina, A., 2006, *Principles and methods in landscape ecology Toward a Science of Landscape Retrieved from* http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-3329-X

60. Fisher, W. B., 1968, *THE CAMBRIDGE HISTORY OF IRAN IN EIGHT VOLUMES*; Volume I. CAMBRIDGE: CAMBRIDGE AT THE UNIVERSITY PRESS.

61. Fars Housing and Urban Development Organization, 1991, *Shiraz Historical and Cultural Zone Design*, Raghani Jahan Pars Consulting Engineers, Shiraz.

62. Forman, R. T. T. and Godron, M., 1986, *Landscape ecology*. New York: Wiley.

63. Francis, R. A.; Millington, J. D. A. and Chadwick, M. A., 2016, *Urban landscape ecology:* science, *policy and practice*. London; New York: Routledge Taylor & Francis Group.

64. Gallin, Aurthur, 1986, *The urban pattern*, London/ New York.

65. Garnier, Beaujeu and Chabot, Gorges, 1963, *Trait de geography urban*. A. Colin, paris.

66. Geneletti, D., 2004, A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley. *Land Use Policy*, *Vol. 21*, PP. 149-160.

67. Geo-Kommunikation, L. G. F., 2000-2002, *Lexikon der Geowissenschaften*. Band 5 *2000-2002*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

68. Giri, C. P., 2012, *Remote Sensing of Land Use and Land Cover: Principles and Applications*, CRC-Press.

69. Gupta, Aviji, 1998, *Ecological and development in the third world*. Second edition.

70. Habibi, Mohsen, 1996, *From Shar to Shahr*, Tehran: University of Tehran Publications.

71. Haghjoo, Mohammad Reza, 1999, *Feasibility Study of Spatial Development of Large Cities by Environmental Case Analysis Techniques Case Study*, Shahid Beheshti University, MA Thesis in Urban Planning.

72. Hartter, J.; Lucas, Ch.; Gaughan, A.E. and Aranda, L.L., 2008, Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Applied Geography*, *Vol.* 28, PP. 134-149.

73. Houte, T. and Hubert-Moy, L., 2006, Modeling and projecting land use and land cover change with a Cellular Automata in considering landscape trajectories: an improvement for simulation of plausible future states. *EARsel eProceedings*, *Vol.* 5, No. 1, PP. 63-76.

74. Howat, M., et al, 2006, The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling, *Remote Sensing of Environment*, *Vol.* 86, PP. 286-302.

75. Hosseini Fasaei, Mirza Hassan, 1995, *Farsnameh Naseri*, Shiraz: Navid Shiraz Publications.

76. Jenks, M.; Burton, E. and Williams, K., 2000, *Achieving Sustainable urban Form*, E & F Spon: London.

77. Johnson, E. A. J., 1998, *The organization of space in developing press*, Contries, Combridge, Harvard university.

78. Johnson, R.D. and Kasischke, E.S., 1998, Change vector analysis: a technique for the multi-spectral monitoring of land cover and condition, *Int. j, remote sensing*, *Vol.* 3, PP. 411-426.

79. Kok, K., Verburg, P., Veldkamp, T., 2007, Integrated Assessment of the land system: The future of land use. *Land use Policy*, *Vol.* 24, PP. 517-520.

80. Lee, D., 1994, Retrospective on large scale models, *Journal of the American Planning Association*, *Vol.* 60, No. 1, PP. 35-44.

81. Lu, D. and Weng, Q., 2007, A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, *International Journal of Remote Sensing*, *Vol.* 5, PP. 823-870.

82. Liang, Sh.; Member, S.; Fang H. and Chen, M., 2001, Atmospheric Correction of Landsat ETM+ Land Surface Imagery—Part I: Methods. *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*, *Vol.* 39, PP. 2490-2498.

83. Lu, D.; Mausel, P.; Brondizio, E. and Moran, E., 2004, Change detection techniques, *INT. J. Remote Sensing*, *Vol.* 12, PP. 2365-2407.

84. Makhdoom, M., 2004, *Environmental Assessment and Planning with GIS*. Tehran: University of Tehran.

85. Merlin, P., 2000, *Methods quantitative and space urban*, Publisher: University of Paris.

86. NASA., 2016, *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Retrieved from USA.

87. Netzband, M.; Stefanov, W. L. and Redman, C., 2007, *Applied Remote Sensing for Urban Planning, Governance and Sustainability*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

88. Organani, M.; Serajian, M. and Homayouni, S., 2009, *Sub-pixel detection of urban area changes by spectral composition analysis*. Paper presented at the Geomatics, Tehran.

89. Park, S.; Jeon, S.; Kim, Sh. and Choi, Ch., 2011, Prediction and comparison of urban growth by land suitability index mapping using GIS and RS in South Korea. *Landscape and Urban Planning*, *Vol.* 99, PP. 104-114.

90. Physical Plans of Population Areas Located in the South of Tehran Conservation Area, 1997, *General Directorate of Urban Planning of Tehran Municipality Volume 3 of Strategic Planning*.

91. Rashed, T. and Jürgens, C., 2010, *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*, Springer.

92. Richards, J. A., 2004, *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Berlin: Springer- Verlag.

93. Ridd, M.K, Liu, J., 1998. A Comparison of Four Algorithms for Change Detection in an Urban Environment, *Remote Sens. Environ, Vol.* 63, PP. 95-100.

94. Sakieh, Y. and Salmanmahiny, A., 2016, Performance assessment of geospatial simulation models of land-use change--a landscape metric-based approach. *Environ Monit Assess, Vol. 188, No.* 3, PP. 169. doi:10.1007/s10661-016-5179-5.

95. Sakieh, Y.; Salmanmahiny, A.; Jafarnezhad, J.; Mehri, A.; Kamyab, H. and Galdavi, S., 2015, Evaluating the strategy of decentralized urban land-use planning in a developing region. *Land Use Policy, Vol. 48*, PP. 534-551. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.07.004

96. Schneider, L. and Pontius Jr, R.G., 2001, Modeling land-use change: the case of the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agric. Ecosyst. Environ*. *Vol.* 85, PP. 83-94.

97. Seedgar, Mohammad Reza, 1998, *Investigation and Identification of the Main City Construction (Shiraz Case)*, Doctoral dissertation on Urban Planning, University of Tehran.

98. Shahraki, S. Z.; Seifolddini, F. and Pourahmad, A., 2012, Urban Sprawl and Fertile Agricultural Lands in Iranian Cities — Case Study: Tehran and Karaj. *Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol. 6*, No. 2, PP. 204-210.

99. Shetty, P. J.; Sudhira, H.S.; Shetty, P.J.; Gowda, S. and Gururaja, K.V., 2012, Effect of Landscape Metrics onVaried Spatial Extents of Bangalore, India. *Asian Journal of Geoinformatics, Vol. 12, No.* 1, PP. 1-11.

100. Singh, A., 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *Int. J. Remote Sensing, Vol.* 6, PP. 989-1003.

101. Sierra Club, 1999, *The dark side of the American Dream: The costs and consequences of suburban sprawl*. Retrieved from San Francisco, CA: http://www.sierraclub.org.

102. Soltanzadeh, Hossein, 1988, *An Introduction to the City of Erik and Urbanization in Iran*, Ney Publishing, Tehran

103. Tavassoli, M. and Bonyadi, Nasser , 1992, *Designing Urban Space*, Center for Architecture Urban Studies, Ministry of Housing and Urban Development, Vol. I.

104. Thenkabail, P. S., 2016, *Rrmote Sensing of Water Resources, Disasters, and Urban Studies* (Vol. 1), Taylor & Francis Group.

105. www.udroshiraz.org/historical

106. Zebaddast, Loabat,2004, Using the Urban Landscape Ecology Approach to Resilient City Planning Against Climate Change, *6th Comprehensive Conference on Flood Management and Engineering*, Tehran.

107. Ziyari, Kaaramtolah, 2002, *Urban Land Use Planning*, Yazd University.