



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال شانزدهم، شماره‌ی ۵۳

بهار ۱۳۹۵، صفحات ۷۶-۵۷

اکبر اصغری زمانی<sup>۱</sup>

محسن احدنژاد روشتی<sup>۲</sup>

عبدالله خداوندی<sup>۳</sup>

## ارزیابی تحلیلی گسترگی فضایی-کالبدی مناطق شهری و تاثیر آن بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از GIS و RS (مطالعه موردی: شیراز طی دوره زمانی ۱۳۶۶-۱۳۹۲)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۰

### چکیده

رشد و گسترش فیزیکی شهر فرآیندی پویا و مداوم است و امروزه به یکی از معضلات فضاهای شهری تبدیل شده است که طی آن محدوده‌های شهری و فضای‌های کالبدی آن‌ها در جهات عمودی و افقی باعث گسترده شدن شهرها به خارج از محدوده شهر می‌شود و اراضی اطراف شهرها تسخیر شده و تبدیل به سکونتگاه‌های جدید می‌شود. روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی استفاده گردیده است. در این مقاله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست ۵ و ۸ و با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای تغییرات کاربری زمین در مقاطع زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ با تاکید بر گسترش فضایی-کالبدی شهر شیراز مورد ارزیابی تحلیلی قرار گرفته و با استفاده از فنون پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین از جمله روش تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره‌های مارکوف روند احتمالی گسترش شهر شیراز تا سال ۱۴۰۲ مورد پیش‌بینی قرار گرفته است. شهر شیراز به‌عنوان مهم‌ترین مرکز جمعیتی و

E-mail: azamani@tabrizu.ac.ir

E-mail: Ahadnejad@gmail.com

E-mail: Khodavandia@yahoo.com

۱- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

۲- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان.

۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان.

کلان‌شهر جنوب ایران در سال‌های اخیر مواجه با رشد بی‌رویه شهری بوده است؛ نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مقدار مساحت ساخته شده شهر شیراز از ۷۳۲۷ هکتار در سال ۱۳۶۶ به ۱۹۴۵۱/۶۱ هکتار در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است. نتایج حاصل از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن نشان می‌دهد که مقدار آنتروپی شهر شیراز در سال ۱۳۶۶ برابر با ۲/۴۷۷۷ بوده است، درحالی‌که ارزش  $\ln(9) = 2/1972$  است. این مقدار در سال ۱۳۹۲، برابر ۲/۶۹۵۷ بوده است. بر اساس مدل زنجیره مارکوف-سلول‌های خودکار، کاربری ساخته شده در سال ۱۴۰۲ در حدود ۲۳۰۹۶/۶۱ افزایش داشته است که نسبت به سال ۱۳۹۲ حدود ۳۶۴۵ هکتار افزایش داشته است یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که گسترش کالبدی-فضایی شهر شیراز در امتداد جنوب شرقی و شمال غربی می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** گسترده‌گی، آنتروپی، زنجیره مارکوف-سلول‌های خودکار، شیراز، GIS.

#### مقدمه

امروزه گسترش فیزیکی و بدون برنامه‌ریزی شهرها به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به‌عنوان یکی از مشکلات و چالش‌های فراروی دولت‌ها و برنامه‌ریزان مطرح می‌باشد این رشد که حاصل رشد و توسعه‌ی اقتصادی، مهاجرت‌های روستا-شهر می‌باشد با خود مشکلات و مخاطرات زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی به همراه داشته است. از بین رفتن فضاهای سبز، باغ‌ها و اراضی کشاورزی، تغییرات شدید کاربری‌ها، آلودگی هوا، خاک و منابع آب، فشار بر اکوسیستم و محیط‌زیست از جمله بارزترین و مهم‌ترین مشکلات رشد و گسترش فیزیکی شهرها می‌باشد. (تقوایی، ۱۳۷۹: ۸۸). رشد و گسترش شهر نه تنها باعث تخریب فضاهای پیرامون می‌شود، بلکه شهر را از شکل متقارن خود خارج می‌نماید. تعارض موجود در مقدار زمین بین ساکنان مناطق مزروعی اطراف شهر و ساکنان محدوده شهری از نتایج بارز این مسأله است. از سویی دیگر رشد ناموزون و گسترش فزاینده‌ی شهرها از جمله مسایل و مشکلات شهرهای امروزی در زمینه‌ی مدیریت یکپارچه آن را فراهم می‌آورد (زیاری، ۱۳۷۸: ۱۲). احتکار و بورس بازی زمین؛ تورم لجام گسیخته در قیمت مسکن؛ حاشیه‌نشینی و اسکان غیررسمی؛ نقض مکرر قوانین و ضوابط شهری و مدیریت شهری؛ تفکیک‌های غیرقانونی زمین؛ رانت‌های بساز و بفروشی و فروش تراکم‌های هدف‌دار؛ ناتوانی در ارائه خدمات شهری یکدست و یک وزن به تمامی مناطق شهری؛ تخریب و زیرساخت و ساز بردن اراضی زراعی با ارزش و سرسبز داخل و پیرامون شهرها؛ ساختمان و بساز و بفروشی آن؛ ادغام سکونتگاه‌های روستایی در اندام کالبدی شهرها و.. اگرچه هر یک از موارد یاد شده به تنهایی و یا یک جا عاملی اثرگذار در روند گسترش فضایی-کالبدی شهرها بوده است و به طبع خود، بازخوردهای مثبت یا منفی اقتصادی-اجتماعی، سیاسی-

فرهنگی و یا کالبدی-اکولوژیکی به همراه داشته و لیکن در شهر شیراز مجموعه این عوامل در کنار هم گاه به صورت علت و گاه به صورت معلول شکل دهنده ماهیت و ساختاری بوده‌اند که نتیجه‌ی آن شیراز امروز است. تحقیقات نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از نامطلوب بودن استانداردهای خدمات‌رسانی شهری، مدیریت ناکارآمد شهری، توسعه مهارناپذیر و غیراصولی کالبد داخلی و حواشی شهری، صرف هزینه‌های سنگین و گاه ناخواسته و تحمیلی جاری و زیربنایی شهری، عدم موازنه عرضه و تقاضای منطقی در بازار زمین و مسکن و مواردی از این دست ریشه در مسائل اقتصاد کلان و خرد ملی - شهری و نیز عدم شناخت صحیح فرایندها، جریانها، توالی و تسلسل‌های اجتماعی-اکولوژیکی و نهایتاً سیکل سرمایه و تمرکز بخشی آن داشته و دارد. در ارزیابی گسترش فضایی-کالبدی شهرها هرگز نمی‌توان نقش اساسی مهاجرت‌های روستا-شهری را انکار کرد. اهلرس<sup>۴</sup> بر این اساس معتقد است که روستائیان برای تأمین ساده‌ترین نیاز خود ملزم به جابجایی هستند. این جابجایی‌های الزامی در نهایت موجب انباشت سرمایه در شهرها می‌شود (اهلرس، ۱۳۸۰: ۲۶۲-۲۶۴). مشکلات محیطی و زیست‌محیطی و برخی نارسایی در شهرسازی جدید، متخصصان امر برنامه‌ریزی شهری را بر آن داشته است که فرم مطلوبی را برای شهری با ثبات و پایدار ارائه دهند. (وحیدی، ۱۳۸۹: ۷) و همین مسئله بحران زیست‌محیطی است که موضوع توسعه پایدار شهری را به‌وجود می‌آورد. در نتیجه وظیفه برنامه‌ریزان شهری و شهرسازان می‌باشد که راهی برای برون رفت این مسئله فراگیر بیابند و الگویی مناسب شکل‌دهی کالبدی شهرها را برگزینند (حسینیون، ۱۳۸۵: ۹). در برنامه‌ریزی کاربری زمین، به چگونگی استفاده، توزیع و حفاظت اراضی، توجه می‌شود (مهدی‌زاده، ۱۳۷۹: ۱)؛ این برنامه‌ریزی باید چارچوبی را برای طرح کاربری بهینه زمین به‌وجود آورد تا براساس این چارچوب از استفاده نامناسب زمین جلوگیری شود و اهداف اجتماعی-اقتصادی، محدودیت‌های فیزیکی و سیاست‌های زیست‌محیطی رعایت گردد (رضوانیان، ۱۳۸۱: ۳۲). برنامه ریزی کاربری زمین شهری، الگویی توزیع فضایی یا جغرافیایی عملکردهای مختلف شهر می‌باشد. عملکردهای چون نواحی مسکونی، صنعتی، تجاری، اداری، موسسات و گذران اوقات فراغت (عابدین درکوش، ۱۳۷۲: ۵۲)؛ به عبارت دیگر، این برنامه‌ریزی به مثابه سلسله اقداماتی نظام یافته که برای رفع نیازهای مادی و فرهنگی انسان که به نوعی با زمین در ارتباطاند، صورت می‌گیرد (پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۳). پراکنش افقی شهری واژه‌ای است که در نیم قرن در متون پژوهش‌های اخیر در قالب اصطلاح شهری (اسپرال) وارد شده است و امروزه موضوع محوری اکثر سمینارهای شهری در کشورهای توسعه یافته است. سابقه کاربرد این اصطلاح به اواسط قرن بیستم برمی‌گردد، زمانی که در اثر استفاده بیش از حد از اتومبیل شخصی و توسعه بزرگراه‌ها، بسط فضاهای شهری در

آمریکا رونق گرفت (هس<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱: ۴). اسپرال یا پراکنش افقی اصطلاحی است به معنای رشد سریع و پراکنده نواحی کلان‌شهرها و حتی شهرهای کوچک که در برخی موارد تا نواحی روستایی کشیده شده است (عباس زاده، ۱۳۸۴: ۱۹). همچنین به گسترش شهر در اطراف و حاشیه شهرها و به سمت روستاها، یا در طول بزرگراه‌ها و یا گسترش بی‌برنامه و کنترل نشده در سطح شهر نیز گفته می‌شود (هس، ۲۰۰۱: ۲۵). پراکنش شهری الگوی نسبتاً جدیدی در سکونتگاه‌های انسانی است که گردهم آمدن اتفاقی مسکن با تراکم کم و توسعه‌های نواری شکل تجاری است و معلول کاربرد وسیع اتومبیل است (اوینگ<sup>۶</sup>، ۱۹۹۷: ۴۰۷). برخی محققان پراکنش شهری را ناشی از توسعه کم تراکم، پراکنده، تنک و جسته و گریخته، توسعه ناپیوسته و گسترش به طرف عرصه‌های خارج از محدوده و نواحی کم تراکم حومه شهری همراه با تسلط اتومبیل‌های شخصی در حمل‌ونقل دانسته‌اند (وازمر<sup>۷</sup>، ۲۰۰۳: ۳).

رشد جمعیت شهرها یکی از موارد اجتناب‌ناپذیر در شهرهای ایران محسوب می‌شود؛ این جمعیت نیازمند فضاهای شهری می‌باشند که در نتیجه با محدودیت فضایی در کلان‌شهرها مواجه شده‌اند. امروزه کم‌تر شهری از شهرهای ایران را می‌توان یافت که با مسائل و مشکلات توسعه فیزیکی درگیر نباشد. تغییر غیراصولی کاربری زمین به‌ویژه در مناطق شهری یکی از معضلات شهرهای ایران محسوب می‌شود. شهر شیراز به‌عنوان مهم‌ترین مرکز جمعیتی و کلان‌شهری در جنوب ایران در سال‌های اخیر موجب رشد بی‌رویه شهری گردیده است؛ باغات و زمین‌های کشاورزی اطراف شیراز در این چند دهه کاربری خود را به کاربری‌های گوناگون اختصاص داده‌اند که باعث رشد بی‌قواره شهر شده است؛ و نتیجه نهایی آن برهم خوردن تعادل اکولوژیکی منطقه می‌باشد.

### پیشینه پژوهش

پورمحمدی و دیگران (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی گسترش فضایی کالبدی شهر زنجان با تاکید بر تغییر کاربری زمین طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۵»، در این مقاله چارچوبی برای تهیه نقشه و تحلیل الگوهای قابل پیش‌بینی از گسترش شهر در مقیاس‌های فضایی-کالبدی با استفاده از دو مدل رگرسیون خطی و مدل کراس تب تهیه شده است. نتایج نشان می‌دهد که همبستگی، شدت، وسعت و مکانیزم تبدیل و تغییر کاربری اراضی شهری زنجان به‌عنوان برآیند و تجسم گسترش فضایی-کالبدی است؛ و در چه ابعاد و مقیاسی کاربری شهری به ترتیب شدت عمل، کاربری‌های اراضی دیم، بایر، باغ و اراضی کشت آبی پیرامون خود را تحت گسترش فضایی-کالبدی

5- Hess

6- Ewing

7- Wassmer

قرار داده است. شیرکلای، ایوب (۱۳۸۷)، در تحقیق خود با عنوان "سنجش گستردگی شهری و تاثیر آن بر تغییر کاربری اراضی سواحل جنوبی دریای مازندران با استفاده از GIS مورد مطالعه: محور چالوس-نور بین سال‌های (۱۳۶۷ تا ۱۳۸۵)"، ارزیابی تغییرات کاربری اراضی را با تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و طبقه‌بندی تصاویر و روش تحلیل سری‌های زمانی مثل روش کراس تب انجام داده و با استفاده از روش زنجیره‌ای مارکوف و سلول‌های خودکار به پیش‌بینی پهنه‌بندی کاربری اراضی و تغییرات آن در سال ۱۳۹۱ پرداخته است. نتایج نشان داده که در منطقه مورد مطالعه تغییرات کاربری گسترده‌ای انجام گرفته که بیش‌تر این تغییرات، تغییر از اراضی کشاورزی به اراضی ساخته شده می‌باشد و این تغییرات سبب ایجاد الگوی گستردگی شهری در منطقه شده است. عبدالامیر با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری<sup>۸</sup> در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>۹</sup> و با هدف شناخت نواحی اولویت‌دار و مناسب جهت توسعه کالبدی برای استفاده برنامه‌ریزان شهری و تصمیم‌گیرندگان فضایی، به بررسی و تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال‌غرب شیراز پرداخت (عبدالامیر، ۱۳۸۴: ۹۳-۱۰۶).

در سال (۲۰۰۴)، در مقاله‌ای ساده‌یرا، روماکاندرا و جاگادیش<sup>۱۰</sup> تحت عنوان «گستردگی شهری: اندازه‌گیری‌ها، پویایی‌ها و مدل‌سازی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی» به مفهوم گستردگی و پیامدهای آن اشاره کرده و بیان می‌کند که گستردگی شهری به گسترش شهرنشینی برمی‌گردد و محصول رشد جمعیت و مهاجرت در مقیاس گسترده است. این پدیده الگوهای تغییر در کاربری اراضی را جهت می‌بخشد. این مقاله میزان گستردگی در هند را با استفاده از GIS و مدل آنتروپی شانون ارائه می‌نماید. در نهایت جهت ارزیابی اثرات فرآیند عوامل علی، تحلیل رگرسیون نمایی به صورت چند متغیر انجام گرفت که بالاترین ضریب همبستگی را نشان داد. نتایج نشان داد که در دوره‌ی تحت مطالعه درصد افزایش ساخت ساز ۱۴۵ درصد بوده است در حالی که رشد جمعیت کم‌تر از ۵۵ درصد بوده که این امر نشان دهنده‌ی لجام گسیختگی ساخت‌وساز و تصرف و تخریب بیش از حد نیاز منابع بوده است. جنرت و همکاران (۲۰۰۱) به منظور درک چگونگی تغییر چشم‌انداز بیابان‌ها در مرکز آریزونا به‌واسطه گسترش مناطق شهری، به آنالیز مکانی مجموعه‌هایی از الگوی کاربری زمین از سال ۱۹۱۲ تا ۱۹۹۵ پرداختند. نتایج گسترش مناطق شهری با نتایج افزایش جمعیت در این دوره مطابق بوده است. در این تحقیق، به‌منظور شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی، از مدل اتوماسیون سلولی مارکوف<sup>۱۱</sup> استفاده شده است (ژنرت و سایرین<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۱). ژانگ<sup>۱۳</sup> در سال

8- MCE

9- GIS

10- H.S. Sudhira, T.V. Romachandra, V.S Jagadish

11- Markov Cellular Automata

12- Jenerette et al

13- T. Zhang

(۲۰۰۰)، با مقاله‌ای تحت عنوان «نقش نیروهای بازاری زمین و دولت در گستردگی» موضوع گستردگی شهری در کشور چین را به روش مقایسه‌ای تحلیل کرده و نتیجه گرفته است که عوامل اصلی گستردگی در چین بازار زمین، تمایل دولت بر اجاره زمین، مقررات جدید درآمد مالیات، فرآیند تمرکز زدایی پس از اصلاحات اقتصادی می‌باشد.

#### فرضیه پژوهش

گستردگی فضایی - کالبدی شهر شیراز از الگوی گسسته و چند لکه‌ای تبعیت می‌کند.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش بر اساس بر بهره‌گیری از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای (تصاویر چندزمانه سنجنده لندست ۵ و ۸) مربوط به سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ می‌باشد و از نرم‌افزارهای ادریسی و آرک جی‌آی‌اس<sup>۱۴</sup> و روش‌ها و مدل‌های ال سی‌ام، فازی آرت مپ<sup>۱۵</sup> زنجیره‌ای مارکوف-سلول‌های خودکار<sup>۱۶</sup> و جداول متعامد<sup>۱۷</sup> استفاده شده است. در روش جداول متعامد نقشه‌های کاربری زمین تهیه شده به صورت دوبه‌دو و به شکل ماتریسی مورد مقایسه قرار می‌گیرند و نقشه تغییرات با این روش به دست می‌آید و جداول ماتریسی از آن استخراج می‌گردد که با استفاده از نقشه‌ی تغییرات و جداول ماتریسی، تجزیه و تحلیل نهایی از تغییرات حادث شده صورت می‌گیرد. زنجیره مارکوف یک روش برای مدل‌سازی فرآیندهای احتمالی که احتمال تغییر هر کدام از مشاهدات از حالتی به حالت دیگر مشخص می‌شود. در زنجیره مارکوف احتمال وقوع یک تغییر (مثل کاربری زمین) در زمان  $t$  بستگی به وضعیت آن در زمان قبل از  $(t+1)$  دارد. یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن رشد بی‌قواره شهری استفاده از روش هلدرن است که جان هلدرن در سال ۱۹۹۱ روشی را برای تعیین نسبت رشد افقی شهر و رشد جمعیت به کار برد. همچنین مدل آنتروپی شانون نیز برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری استفاده می‌گردد. در این تحقیق با توجه به موضوع تحقیق از دو روش کلی استفاده شده است که در زیر مختصر توضیح داده خواهد شد. مطالعات کتابخانه‌ای: فیش‌برداری و جمع‌آوری اطلاعات از منابع و مآخذ موجود در کتابخانه‌ها و مراکز پژوهشی و مؤسسات مرتبط در وزارتخانه‌ها سازمان‌ها و ادارات مختلف انجام گرفته است. مطالعات میدانی: روش میدانی به روش‌هایی اطلاق می‌شود که محقق برای گردآوری اطلاعات ناگزیر است به محیط بیرون برود و با مراجعه به افراد یا محیط و ارتباط

14- Idrisi, GIS Arc

15- Lcm, Fuzzy Artmap

16- Ca-Markov

17- Cross Tab

مستقیم با واحد تحلیل اعم از انسان، مؤسسات، سکونتگاه‌ها و غیره، اطلاعات مورد نظر خود را گردآوری نماید. در روش میدانی ابزار سنجش شامل پرسشگری، مصاحبه، مشاهده و تصویربرداری می‌شود (حافظ نیا، ۱۳۸۵: ۱۵۱). در این تحقیق برای بررسی پراکندگی شهری کاربری‌های کشاورزی، باغات، ساخته شده و... از روش مشاهده میدانی و مراجعه به شهر شیراز صورت گرفته است. علاوه بر روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی، برای بررسی میزان پراکنش شهر شیراز و شناخت الگوی توسعه فیزیکی این شهر، روش‌ها و مدل‌هایی مانند فازی آرت مپ برای طبقه‌بندی‌های نظارت شده کاربری‌ها می‌پردازد، ال سی ام مدل بررسی تغییرات کاربری زمین و روش جداول متعامد برای مقایسه دوه‌دویی بین سال‌های مورد نظر به کار برده شده است.

#### موقعیت شهر شیراز

شهر شیراز مرکز استان فارس در محدوده شیراز در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه واقع شده بر روی جلگه‌ای به عرض ۱۵ کیلومتر و طول ۱۲۰ کیلومتر و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۵۵۰ متر می‌باشد. شیراز به دلیل موقعیت خاص خود و قرارگیری بر سر راه یکی از محورهای توسعه، در سطح کشور موقعیت و شرایط خاصی برای جذب سرریزهای جمعیت، فعالیت و سرمایه دارد. جمعیتی این شهر نشان می‌دهد که جمعیت آن طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۲ همواره رو به افزایش بوده است.

#### بحث و یافته‌ها

در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ استفاده شده، نقشه‌ها و جداول و سایر اطلاعات به دست آمده از این تصاویر، با هدف ارزیابی گسترده‌گی فیزیکی شهر شیراز در دوره‌های مختلف و همچنین بررسی وضعیت توزیع کاربری اراضی در سطح کلان (اراضی ساخته شده شهری، کشاورزی، باغات، بایر و...) در پیرامون شهر، استفاده شده است. برای طبقه‌بندی تصاویر ابتدا باید نوع طبقه‌بندی مشخص گردد. در این تحقیق برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است. در این طبقه‌بندی نمونه‌برداری و آشنایی با منطقه مورد مطالعه از ضروریات است. در این روش نمونه‌های انتخابی از نوع کاربری یا پوشش اراضی مشخص می‌شود و با کدهای مورد نظر به سیستم معرفی شده است. برای انجام طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بعد از تصحیح هندسی و بارز سازی تصاویر، کلاس‌های طبقه‌بندی تعیین می‌شود. کلاس‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با توجه به نوع تصاویر ماهواره‌ای با هم فرق دارد برای انتخاب باندهای مناسب جهت

تعیین کلاس‌های طبقه‌بندی تصاویر از اطلاعات کمکی نظیر نقشه‌های کاربری زمین منطقه‌ی مورد نظر و تصاویر ماهواره‌ای لندست تی ام<sup>۱۸</sup> استفاده شده است و منطقه به ۶ کلاس یا کد بر اساس اهداف تحقیق طبقه‌بندی شده و به سیستم معرفی می‌شود.

جدول ۱- طبقه‌بندی کاربری زمین

کد	طبقه‌بندی کاربری اراضی	سطوح طبقه‌بندی
۱	زمین‌های ساخته شده	شامل مناطق شهری، روستایی، صنعتی، حمل‌ونقل و ...
۲	باغ‌ها	شامل پارک‌ها، فضا‌های سبز، جنگل‌ها
۳	زمین‌های بایر	شامل زمین‌های ساخته نشده و رها شده
۴	زمین‌های کشاورزی	شامل زمین‌های کشاورزی (آبی و دیم)
۵	برون‌زدگی‌های سنگی	شامل تپه‌ها و کوه‌های اطراف
۶	پهنه‌های آبی	شامل رودخانه‌ها، نهرها و ...

انتخاب نمونه‌های آموزشی<sup>۱۹</sup>

بعد از تعیین کلاس‌های طبقه‌بندی، نمونه‌های آموزشی انتخاب می‌شود. با توجه به اینکه ترکیب‌های رنگی تصاویر هرکدام در آشکارسازی پدیده‌های مختلف قابلیت دارند بنابراین برای انتخاب نمونه‌های آموزشی تصویر ترکیب رنگی<sup>۲۰</sup> قرمز، سبز و آبی<sup>۲۱</sup> تهیه می‌شود، ترکیب رنگی ۱، ۴، ۷ (قرمز، سبز، آبی) مناسب‌ترین ترکیب رنگی برای نمونه‌های آموزشی و کلاس‌ها می‌باشد... پس از آن نمونه‌برداری از تصویر انجام شد. در انتخاب نمونه‌ها سعی بر آن شد که نمونه‌ها در سطح کل تصاویر پراکنده گردد و همین‌طور از نظر تعداد مناسب باشد (فرخی صومعه، ۱۳۹۰: ۱۰۰-۱۰۱).

عملیات پس از پردازش

بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ی در ۶ کلاس و استفاده از مدل فازی مبتنی بر نظریه شدت انطباق، در تصویر طبقه‌بندی شده معمولاً با دقت کافی تعدادی از پیکسل‌ها، به‌صورت ناشناخته باقی می‌مانند و ارزش‌های کوچک و پراکنده بر اثر نویزها و خطاها به وجود می‌آید، در چنین مواردی با استفاده از امکانات نرم‌افزاری تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای مانند اجرای فیلتر مد بر روی تصویر می‌توان تا حد زیادی اشکالات تصاویر طبقه‌بندی شده را

18- TM

19- Training site

20- Colour composite

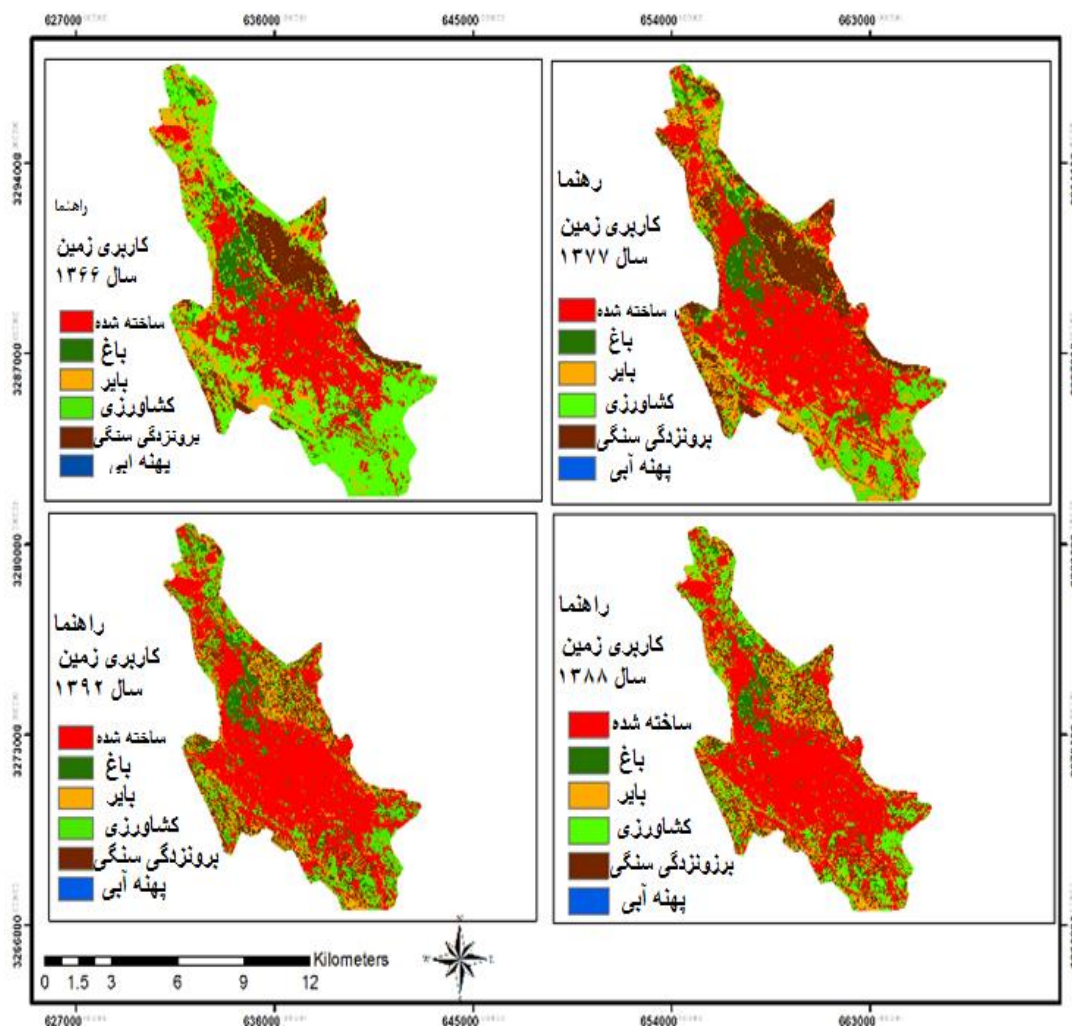
21- RGB



بر طرف کرد؛ که از روش فیلتر مدال  $3 \times 3$  برای از بین بردن خطاها استفاده شده و با این روش مقادیر فراوان کلاس‌های طبقه‌بندی شده انتخاب و به ارزش‌های کوچک و پراکنده تصاویر طبقه‌بندی شده نسبت داده شده است و این خطاها از تصاویر برطرف شده و به کلاس‌های اطراف تعلق می‌گیرد.

تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی

بعد از انجام مراحل ذکر شده در بالا به تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی از منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. نقشه‌های شماره (۱) مربوط به نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ است. جدول شماره (۲) توزیع مساحت کاربری‌ها در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ و نیز درصد و مقدار توزیع مساحت کاربری‌ها را نشان می‌دهد.



نقشه ۱: کاربری زمین و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه برای سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲

جدول ۲- مساحت کاربری و پوشش زمین منطقه برای سال‌های مورد نظر

کلاس	سال نوع کاربری و پوشش زمین	۱۳۶۶ درصد		۱۳۷۷ درصد		۱۳۸۸ درصد		۱۳۹۲ درصد	
		درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت
۱	ساخته شده	۱۹/۴۰	۷۳۲۷	۳۱/۸۹	۱۲۰۴۴/۳۴	۴۴/۲۶	۱۶۷۲۱/۶۱	۵۱/۴۹	۱۹۴۵۱/۶۱
۲	باغ	۸/۲۸	۳۱۲۹	۶	۲۲۶۴/۶۷	۶/۵۱	۲۴۶۱/۹۵	۵/۵۲	۲۰۸۵/۲۱
۳	بایر	۲۵/۱۱	۹۴۸۶	۱۱/۳۶	۴۲۹۲/۶۴	۱۵/۲۲	۵۷۵۱/۳۶	۱۱/۷۱	۴۴۲۶/۴۷
۴	زمین‌های کشاورزی	۲۹/۸۵	۱۱۲۶۱	۳۷/۴۳	۱۴۱۳۹/۱۸	۱۶/۹۲	۶۳۹۱/۵۳	۱۷/۶۷	۶۶۷۵/۶۳
۵	برون‌زدگی‌های سنگی	۱۷/۳۷	۶۵۶۳	۱۳/۳۰	۵۰۲۶/۶۸	۱۷/۰۶	۶۴۴۶/۹۷	۱۳/۵۹	۵۱۳۴/۳۲
۶	پهنه‌های آبی	۰/۰۲	۸/۵	۰/۰۱	۶/۵۷	۰/۰۳	۱/۲۶	۰/۰۳	۱/۱۷
کل	-	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵

جدول ۳- نتایج حاصل از مقایسه کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ (به هکتار)

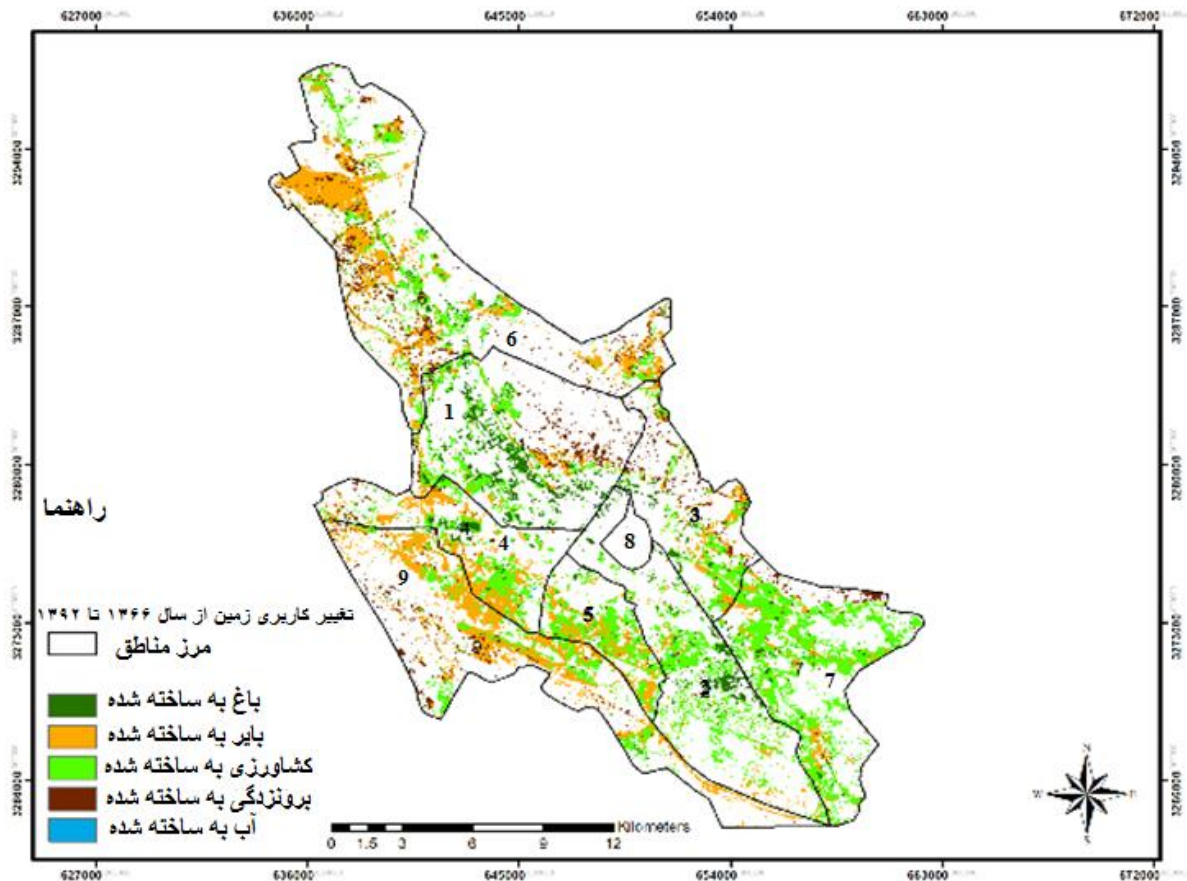
کد کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	کل
۱	۷۳۲۷	۰	۰	۰	۰	۰	۷۳۲۷
۲	۱۰۶۸	۱۴۱۹	۳۹	۵۰۶	۹۸	۰	۳۱۳۰
۳	۴۳۸۰	۵۸	۱۶۷۸	۱۹۱۵	۱۴۵۴	۰	۹۴۸۵
۴	۵۴۲۹	۵۵۹	۸۲۶	۳۱۵۸	۱۲۸۸	۰	۱۱۲۶۰
۵	۱۲۴۱	۴۹	۱۸۸۳	۱۰۹۶	۲۲۹۴	۰	۶۵۶۳
۶	۶/۰۳	۰/۰۹	۰/۳۶	۰/۶۳	۰/۲۷	۱/۱۷	۸/۵
کل	۱۹۴۵۱/۰۳	۲۰۸۵/۰۹	۴۴۲۶/۳۶	۶۶۷۵/۶۳	۵۳۱۴/۲۷	۱/۱۷	۳۷۷۷۴

در جدول بالا ردیف‌ها بیانگر سال ۱۳۶۶ و ستون‌ها بیانگر سال ۱۳۹۲ می‌باشد.

روش مقایسه نتایج طبقه‌بندی جداول متعامد

بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی به ۶ کلاس، سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۷۷ و ۱۳۷۷-۱۳۸۸ و ۱۳۸۸-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۶۶ با همدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است. بعد از تهیه نقشه‌های تغییرات کاربری زمین نتیجه آن به صورت یک جدول ماتریسی از تغییرات که ستون‌های آن نشان‌دهنده تصویر طبقه‌بندی شده سال اول و ردیف‌های آن نشان‌دهنده تصویر طبقه‌بندی شده سال دوم است تهیه شده است. در این روش هم شناسایی پیکسل‌هایی که در بین دو تاریخ تصویربرداری تغییر یافته است امکان پذیر شده و هم

می‌توان ماهیت تغییرات کاربری زمین را مشخص کرد. نقشه شماره (۲) و جدول شماره (۳) نیز نتایج و نقشه تغییرات کاربری زمین را در سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ به صورت جدول مقایسه‌ای نشان می‌دهد.



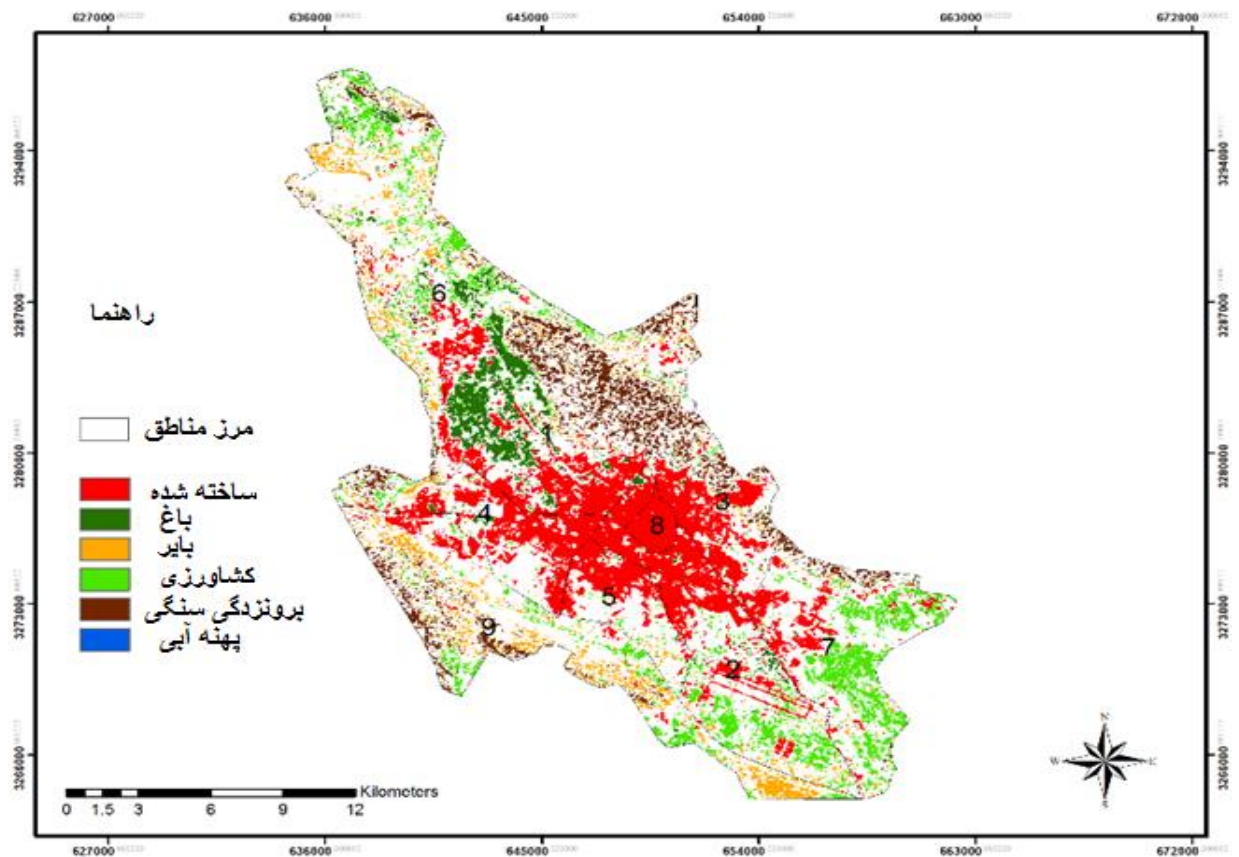
نقشه ۲: نقشه تغییرات کاربری زمین بین سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۲ شهر شیراز

#### تحلیل پایداری کاربری و پوشش گیاهی

در این پژوهش برای تغییرات حادث در منطقه مورد مطالعه و برای نشان دادن کاربری‌ها و پوشش گیاهی که در طول سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ تغییری در آن‌ها صورت گرفته است از تحلیل ثبات و تغییرات کاربری‌ها در نرم‌افزار ادریسی سلوا<sup>۲۲</sup> و در قسمت مدلینگ و از مدل LCM استفاده شده است. با توجه به نتایج حاصل از منطقه مورد مطالعه در حدود ۲۱۸۹۵/۸۳ هکتار از کاربری و پوشش زمین تغییر یافته‌اند و در حدود ۱۵۸۷۸/۱۷ هکتار در کاربری و پوشش زمین در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ تغییر کاربری صورت نگرفته است. نقشه شماره (۳) و جدول شماره (۴) توزیع فضایی نقشه کاربری‌ها و ثبات و تغییرات آن را در این دوره نشان می‌دهد.

جدول ۴- پایداری کاربری‌ها و پوشش زمین بین سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۲

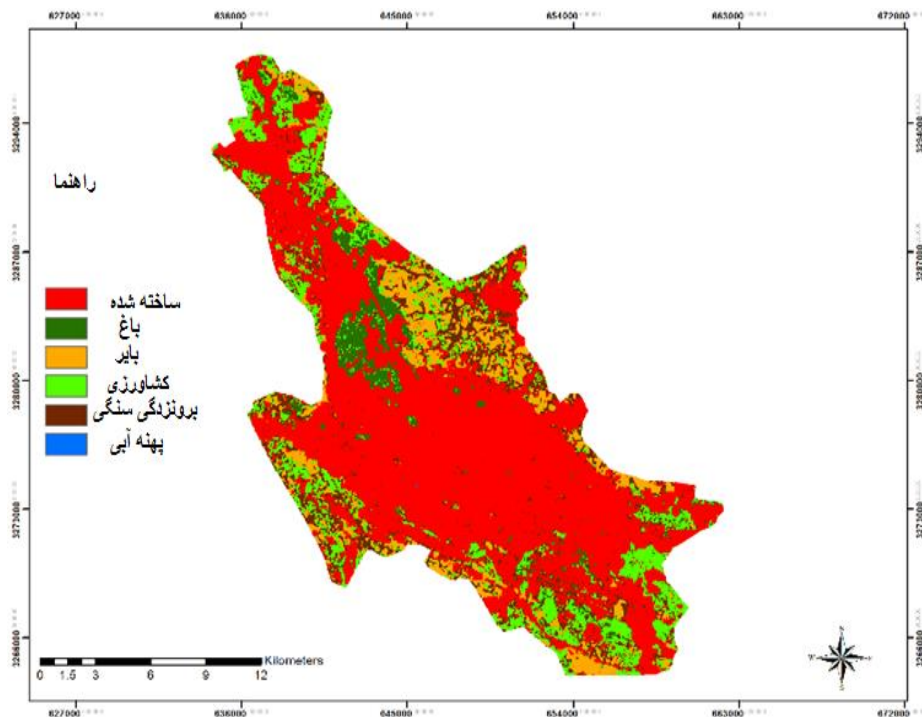
کلاس	کاربری‌ها	مساحت پایداری زمین (به هکتار)	درصد	سال ۱۳۶۶	درصد	سال ۱۳۹۲	درصد
۱	ساخته شده	۷۳۲۷	۴۶/۱۴	۷۳۲۷	۱۹/۴۰	۱۹۴۵۱/۶۱	۵۱/۴۶
۲	باغ	۱۴۱۹	۸/۹۳	۳۱۲۹	۲۸/۸	۲۰۸۵/۲۱	۵/۵۲
۳	زمین‌های بایر	۱۶۷۹	۱۰/۷۵	۹۴۸۶	۲۵/۱۱	۴۴۲۶/۴۷	۱۱/۷۱
۴	زمین‌های کشاورزی	۳۱۵۸	۱۹/۸۸	۱۱۲۶۱	۲۹/۸۵	۶۶۷۵/۳۰	۱۷/۶۷
۵	برون‌زدگی‌های سنگی	۲۲۹۴	۱۴/۴۴	۶۵۶۳	۳۵/۱۷	۵۱۳۴/۳۲	۱۳/۵۹
۶	پهنه‌های آبی	۱/۱۷	۰/۰۰۷	۸/۵	۲/۰۲	۱/۱۷	۰/۰۰۳
کل	-	۱۵۸۷۸/۱۷	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰



نقشه ۳: پایداری کاربری زمین سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۲

جدول ۵- مساحت احتمالی کاربری‌ها در مدل زنجیره‌ای مارکوف برای سال ۱۴۰۲ (به هکتار)

کلاس	کاربری	مساحت به هکتار	درصد
۱	ساخته شده	۲۳۰۹۶/۲۱	۶۱/۱۴
۲	باغ	۱۷۶۱/۲۱	۴/۶۶
۳	بایر	۳۴۹۴/۰۷	۹/۲۴
۴	اراضی کشاورزی	۵۱۴۳/۵۶	۱۳/۶۱
۵	برونزدگی سنگی	۴۲۷۷/۵۲	۱۱/۳۲
۶	پهنه‌های آبی	۱/۱۷	۱/۱۷
کل	-	۳۷۷۷۴/۵	۱۰۰



نقشه ۴: نقشه پیش‌بینی احتمالی با مدل تلفیقی زنجیره مارکوف - سلول‌های خودکار برای سال ۱۴۰۲

پیش‌بینی روند تغییرات کاربری و پوشش زمین با استفاده از مدل ترکیبی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار برای این منظور در نرم‌افزار IDRISI Selva با مقایسه کاربری زمین سال‌های ۱۳۶۶ با سال ۱۳۹۲ از روش زنجیره مارکوف به بیش‌بینی روند تغییرات پرداخته شده است و افق پیش‌بینی برای سال ۱۴۰۲ مد نظر قرار گرفته است. جدول شماره (۴) نتایج پیش‌بینی روند تغییرات برای سال ۱۴۰۲ را با استفاده از روش زنجیره مارکوف را نشان





$$H = \sum_{i=1}^n p_i * Ln (p_i)$$

در این رابطه: H: مقدار آنتروپی شانون،  $P_i$ : نسبت مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه  $i$  به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق و  $n$ : مجموع مناطق ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا  $Ln (n)$  مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است درحالی که مقدار  $Ln (n)$  بیانگر توسعه فیزیکی پراکنده شهری است زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار  $Ln (n)$  بیش تر باشد رشد بی قواره شهری<sup>۳۳</sup> اتفاق افتاده است.

جدول ۷- محاسبه آنتروپی شانون برای سال‌های مورد نظر

آنتروپی شانون ۱۳۹۲			آنتروپی شانون ۱۳۸۸			آنتروپی شانون ۱۳۷۷			آنتروپی شانون ۱۳۶۶			سال
H	Ln (pi)	Pi	H	Ln (pi)	Pi	H	Ln (pi)	Pi	H	Ln (pi)	Pi	مراحل آنتروپی مناطق
۰/۳۴۰۰	۱/۴۵۰۸	۰/۲۳۴۳	۰/۳۴۸۷	۱/۳۶۳۶	۰/۲۵۵۷	۰/۳۶۵۸	۱/۱۰۸۸	۰/۳۲۹۹	۰/۳۴۴۹	۱/۴۰۳۴	۰/۲۴۵۷	۱
۰/۳۴۴۶	۱/۴۰۶۱	۰/۲۴۵۰	۰/۳۵۵۴	۱/۲۸۶۰	۰/۲۷۶۳	۰/۳۶۷۸	۰/۹۸۷۷	۰/۳۷۲۴	۰/۳۶۵۸	۱/۱۰۷۷	۰/۳۳۰۳	۲
۰/۲۹۷۰	۱/۸۰۳۸	۰/۱۶۴۶	۱/۳۱۶۵	۱/۶۵۳۰	۰/۱۹۱۴	۰/۳۵۲۳	۱/۳۲۲۸	۰/۲۶۶۳	۰/۳۲۵۴	۱/۵۷۹۹	۰/۲۰۵۹	۳
۰/۳۲۰۶	۱/۶۱۹۵	۰/۱۹۷۹	۰/۳۴۰۹	۱/۴۴۲۵	۰/۲۳۶۳	۰/۳۶۲۷	۱/۱۷۷۹	۰/۳۰۷۸	۰/۳۳۹۲	۱/۴۵۱۹	۰/۲۳۴۱	۴
۰/۲۶۶۳	۲/۰۳۲۱	۰/۱۳۱۰	۰/۲۸۸۱	۱/۸۷۰۸	۰/۱۵۳۹	۰/۳۰۷۱	۱/۷۲۶۲	۰/۱۷۷۹	۰/۲۶۵۹	۲/۰۳۵۰	۰/۱۳۰۶	۵
۰/۳۵۹۱	۱/۲۳۵۹	۰/۲۹۰۵	۰/۳۶۰۴	۱/۲۱۵۴	۰/۲۹۶۵	۰/۳۵۷۶	۱/۲۵۶۱	۲/۲۸۴۷	۰/۲۱۷۱	۲/۴۰۴۱	۰/۰۹۰۳	۶
۰/۳۳۸۸	۱/۴۶۲۳	۰/۲۳۱۶	۰/۳۴۳۳	۱/۴۱۸۸	۰/۲۴۱۹	۰/۳۴۲۸	۱/۴۲۳۹	۰/۲۴۰۷	۰/۲۵۵۹	۲/۱۰۸۷	۰/۱۲۱۳	۷
۰/۱۱۲۸	۳/۴۰۷۹	۰/۰۳۳۱	۰/۱۳۲۷	۳/۱۷۴۴	۰/۰۴۱۸	۰/۱۸۲۵	۲/۶۹۰۷	۰/۰۶۷۸	۰/۱۹۵۹	۲/۵۷۶۱	۰/۰۷۶۰	۸
۰/۳۱۶۳	۱/۶۵۴۲	۰/۱۹۱۲	۰/۳۰۳۴	۱/۷۵۴۹	۰/۱۷۲۹	۰/۲۷۰۵	۲/۰۰۰۸	۰/۱۳۵۲	۰/۱۶۶۵	۲/۸۳۴۷	۰/۰۵۸۷	۹
۲/۶۹۵۷	نتیجه آنتروپی شانون ۱۳۹۲		۲/۷۸۹۶	نتیجه آنتروپی شانون ۱۳۸۸		۲/۹۰۹۵	نتیجه آنتروپی شانون ۱۳۷۷			۲/۴۷۷۷	نتیجه آنتروپی شانون ۱۳۶۶	

طبق جدول شماره (۷) مقدار آنتروپی شهر شیراز در سال ۱۳۶۶ برابر با  $2/7774$  بوده است، درحالی‌که ارزش  $Ln$   $2/1972=9$  است. بالا بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر نشانگر رشد پراکنده توسعه فیزیکی شهری است. این مقدار در سال ۱۳۹۲، برابر  $2/6957$  بوده است که نشان می‌دهد طی ۲۶ سال گذشته گستردگی شهری شیراز به صورت پراکنده و غیر متراکم بوده است.

میزان آنتروپی شانون برای سال ۱۴۰۲ محاسبه شده است که در آن مناطق ۳، ۵ و ۹ به ترتیب با  $0/3651$ ،  $0/3649$ ،  $0/3167$  دارای بیش‌ترین ضریب و مناطق ۶ و ۸ با  $0/0774$ ،  $0/1963$  درازای کم‌ترین میزان آنتروپی می‌باشند.

ارزیابی گستردگی شهری با مدل هلدرن

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن برای مشخص نمودن رشد بی‌قوارگی شهری<sup>۲۴</sup> استفاده از مدل هلدرن می‌باشد. با استفاد از این روش می‌توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره شهری بوده است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۳۳-۱۳۱).

$$Ln\left(\frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}}\right) = Ln\left(\frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص آغاز دوره}}\right) + Ln\left(\frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت آغاز دوره}}\right)$$

جدول ۹- محاسبه رشد فیزیکی شهر شیراز با استفاده مدل هلدرن

دوره‌ها	رشد ناشی از جمعیت (درصد)	رشد ناشی از گستردگی (درصد)
۱۳۶۶-۱۳۷۷	۴۲	۵۸
۱۳۷۷-۱۳۸۸	۸۴	۱۶
۱۳۸۸-۱۳۹۲	۴۸	۵۲
۱۳۶۶-۱۳۹۲	۵۷	۴۳

نتایج جدول شماره (۹) نشان می‌دهد که گستردگی شهری طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ حدود ۴۲ درصد ناشی از رشد جمعیت و ۵۸ درصد ناشی از رشد افقی و بی‌قواره شهری بوده است. این رقم طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۸



برای رشد جمعیت ۸۴ درصد و رشد افقی ۱۶ درصد محاسبه شده است. در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ رشد ناشی از جمعیت برابر با ۴۸ درصد که نسبت به دوره قبل با کاهش ۳۶ درصدی مواجه شده است و رشد ناشی از بی‌قواره شهری برابر با ۵۲ درصد که نسبت به دوره قبل، شهر از بی‌قوارگی بیش‌تری برخوردار گردیده است. در مجموع طی سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ حدود ۵۷ درصد شهر شیراز ناشی از رشد جمعیت و حدود ۴۳ درصد ناشی از رشد افقی و بی‌قواره شهری بوده است. با توجه به این روش و روش‌های دیگر که نشان داده شد شهر شیراز در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ به‌صورت گسترده رشد پیدا کرده است؛ و در سال ۱۳۹۲ نسبت به سال‌های دیگر این رشد کاسته شده است.

### نتیجه‌گیری

در پایان می‌توان نتایج تحقیق را در ابعاد مختلف بیان نمود که در زیر به آن اشاره می‌گردد:

ابعاد کالبدی: با توجه به یافته‌های تحقیق شهر شیراز با گسترده‌گی و رشد افقی در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ مواجه شده است که نتایج حاصل از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن نشان می‌دهد که مقدار آنتروپی شهر شیراز در سال ۱۳۶۶ برابر با  $2/4777$  بوده است، درحالی‌که ارزش  $Ln(9) = 2/1972$  است. این مقدار در سال ۱۳۹۲، برابر  $2/6957$  بوده است و در بین مناطق شهری شیراز بالاترین میزان آنتروپی در سال ۱۳۹۲ مربوط به منطقه ۶ با ضریب  $0/3591$  و کم‌ترین مربوط به منطقه ۸ با میزان  $0/1128$  می‌باشد. در پیش‌بینی که برای سال ۱۴۰۲ صورت گرفته است نشان می‌دهد که رشد شهر به سمت زمین‌های اطراف شیراز که زمین‌های کشاورزی و باغات در آنجا قرار گرفته شده‌اند، رفته است که نتیجه آن رشد بی‌قواره و لجام‌گسیخته شهر شیراز می‌باشد. در مدل هلدرن نتایج نشان می‌دهد که گسترده‌گی شهری طی سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۷۷ حدود ۴۲ درصد ناشی از رشد جمعیت و ۵۸ درصد ناشی از رشد افقی و بی‌قواره شهری بوده است. این رقم طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۸ برای رشد جمعیت ۸۴ درصد و رشد افقی ۱۶ درصد محاسبه شده است. در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۲ رشد ناشی از جمعیت برابر با ۴۸ درصد که نسبت به دوره قبل با کاهش ۳۶ درصدی مواجه شده است و رشد ناشی از بی‌قواره شهری برابر با ۵۲ درصد که نسبت به دوره قبل، شهر از بی‌قوارگی بیش‌تری برخوردار گردیده است. در مجموع طی سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ حدود ۵۷ درصد شهر شیراز ناشی از رشد جمعیت و حدود ۴۳ درصد ناشی از رشد افقی و بی‌قواره شهری بوده است.

ابعاد زمین‌آماری: طبق جداول ماتریسی می‌توان گفت که منطقه مورد مطالعه از لحاظ تغییر و دگرگونی کاربری‌ها در ۶ کلاس در طی این بازه زمانی چه مقدار تغییرات را داشته است که با توجه به نتایج این جدول (جدول متعامد برای دوره‌ی ۱۳۶۶-۱۳۹۲) بیش‌ترین تبدیل کاربری مربوط به کلاس ۴ که همان زمین‌های کشاورزی است می‌باشد

که در این تغییرات ۵۴۲۹ هکتار از زمین‌های کشاورزی به زیرساخت و ساز قرار گرفته است و بعد از آن بیش‌ترین میزان متعلق به زمین‌های بایر می‌باشد. کاربری باغات و فضای سبز شهری نیز به نسب وسعت خود مقدار زیادی از مساحت خود را به نفع کاربری ساخته شده از دست داده است که این مقدار معادل ۱۰۶۸ هکتار می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از مدل LCM، منطقه مورد مطالعه در حدود ۲۱۸۹۵/۸۳ هکتار از کاربری و پوشش زمین تغییر یافته و در حدود ۱۵۷۸۷/۱۷ هکتار در کاربری و پوشش زمین در طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ تغییر کاربری صورت نگرفته است. کاربری ساخته شده برای سال ۱۴۰۲ که بر اساس مدل زنجیره مارکوف پیش‌بینی شده است در حدود ۲۳۰۹۶/۶۱ افزایش داشته است که نسبت به سال ۱۳۹۲ حدود ۳۶۴۵ هکتار افزایش داشته است که با رشد ۶۱/۱۴ درصدی مواجه شده است. همچنین زمین‌های باغی ۱۷۶۱/۲۱ هکتار و زمین‌های کشاورزی تا حدود ۵۱۴۳/۵۶ و زمین‌های بایر تا حدود ۳۴۹۷/۰۷ هکتار کاهش داشته است. گسترش فضایی-کالبدی شهر شیراز در امتداد جنوب شرقی و شمال‌غربی می‌باشد؛ یعنی منطقه‌های که زمین‌های مرغوب کشاورزی و باغات اطراف شهر در آنجا قرار گرفته است. از مجموع بحث‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که پراکنش افقی، به علت آثار نامطلوب اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و تاثیر منفی آن بر زمین‌های کشاورزی، شهر را به سمت ناپایداری بیش‌تر سوق می‌دهد.

## منابع

- اهرس، ا (۱۳۸۰)، «دزفول و حوزه پیرامونی آن در ایران شهر-روستا-عشایر»، مجموعه مقالات، ترجمه عباس سعیدی، تهران، نشر منشی، صص ۲۶۲-۲۶۴.
- پورمحمدی، م (۱۳۸۲)، «برنامه ریزی کاربری اراضی شهری»، تهران، انتشارات سمت.
- پورمحمدی، م؛ جمالی، ف؛ زمانی، الف (۱۳۸۷)، «ارزیابی گسترش فضا-کالبدی شهر زنجان با تاکید بر تغییرات کاربری زمین»، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶۳، صص ۴۶-۲۹.
- تقوایی، م؛ سرایی، ح (۱۳۷۹)، «گسترش افقی شهرها و ظرفیت های موجود زمین»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره، صص ۲۱۰-۱۸۸.
- حافظ نیا، م (۱۳۸۶)، «مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی»، تهران، انتشارات سمت.
- رضویان، م (۱۳۸۱)، «برنامه ریزی کاربری اراضی شهری»، تهران، انتشارات منشی.
- زیاری، ک (۱۳۷۸)، «برنامه ریزی شهرهای جدید»، تهران، انتشارات سمت.
- شرقی، ع؛ محتشمی، م (۱۳۸۶)، «فضای سبز در ساختمان های بلند با رویکرد دوباره به طبیعت»، علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۴، صص ۶۰-۵۹.
- عباس زاده، غ (۱۳۸۴)، «الگوسازی رشد کالبدی بافت شهری در راستای توسعه پایدار (نمونه موردی: مشهد)»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- عابدین درکوش، س (۱۳۷۲)، «درآمدی بر اقتصاد شهر»، تهران، مرکز نشر دانشگاهی.
- عبدالامیر، ک (۱۳۸۴)، «بررسی تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری MCE در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۴، صص ۱۰۶-۹۳.
- فرخی صومعه، م (۱۳۹۰)، «سنجش گسترده فضا-کالبدی شهری و تاثیر آن بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه و مدل DPSIR (نمونه موردی: شهر ارومیه مقطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۶۳)»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان.
- مهدی زاده، ج (۱۳۷۹)، «برنامه ریزی کاربری زمین، تحول در دیدگاه ها و روش ها»، فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۴، صص ۸۴-۷۰.

- Hess, G.R., (2001), "Just what is Sprawl, Anyway"? ,[on line]: [www 4. ncsu.edu/ grhess.p 2-25](http://www4.ncsu.edu/grhess.p2-25).
- Ewing, R., (1997), "Is los Angeles-Style sprawl Desirable"? *Journal of the American planning Association*, 63 (1): 107-126
- Jenerette, G.D., Wu. J., (2001) "Analysis and simulation of Land use change in the central Arizon Phoenix region, USA", *Landscape Ecology*, 16: 611-626.
- Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V., (2113), "Urban Sprawl Pattern Recognition and Modeling Using GIS".
- Zhang, T., (2000), "Land market forces and government's role in sprawl: The case of China, Cities", 17 (2), pp 123-135.
- Wassmer, R.W., (2002), "Influences of the Fiscalization of Land use and Urban. An Economists Perspective on Urban Sprawl– Part II, California Senate Office of Research, p 8.