

## ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر شیراز و تأثیر شرایط فیزیوگرافیک بر روی روند تغییرات کاربری اراضی

زهرا روستا: کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران\*  
سید مسعود منسوری: استادیار مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
مهدی درویشی: کارشناس ارشد سنجش از دور، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
فاطمه فلاحی: کارشناسی ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
مریم مروتی: دانشجوی دکتری علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

وصول: ۱۳۹۰/۷/۴ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰، صص ۲۰۰-۱۸۳

### چکیده

محیط طبیعی معمولاً با توسعه شهرها و سکونتگاه‌های بشر، سازگار نیست. بسیاری از شهرهای تاریخی که بر اثر همین ناسازگاری محیط طبیعی متروکه شده‌اند. مهمترین عوامل طبیعی تأثیر گذار بر توسعه شهرها وضعیت توپوگرافی، شیب اراضی، آب و هوا، زمین شناسی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی می‌باشند. با توجه به افزایش گرایش به شهرنشینی، شهرها برای پذیرش جمعیت، نیاز به زمین‌های وسیع و گسترده‌ای دارند. هراندازه که شهرها توسعه یابند، برخورد آنها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوعات مربوط به آنها زیادتر می‌شود. باید جهت‌یابی توسعه فیزیکی با توجه به عوامل تأثیرگذار به گونه‌ای باشد که همراه با توسعه فیزیکی شهر، کمترین میزان خسارت به محیط زیست وارد گشته و بتوان با حفظ محیط زیست به توسعه پایدار همه جانبه شهر نیز دست یافت. روش سنجش از دور به صورت گسترده‌ای برای بررسی گسترش شهرنشینی و شهرها مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا این روش مقرون به صرفه بوده و از تکنولوژی‌های مناسبی بهره‌مند است. در این تحقیق با استفاده از نقشه رقومی ارتفاعی منطقه، نقشه شیب و جهت بدست آمد. سپس با استفاده از نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۹ که از روی تصاویر ماهواره‌ای مربوطه استخراج شده بود نقشه تغییرات کاربری اراضی مربوط به فاصله‌ی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ استخراج شد و در مرحله بعد با استفاده از تابع tabulation نقشه تغییرات با نقشه‌های شیب و جهت و ارتفاع مورد مقایسه قرار گرفتند و نمودار تغییرات مربوط به هر مورد استخراج شد. نتایج نشان می‌دهد که زمین‌های کشاورزی، آبی و باغ به طور پیوسته با نرخ‌های ۳۷.۸٪، ۵.۸٪ و ۴۵.۷٪ از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ در مدت ۱۹ سال کاهش یافته است در حالی که مناطق دارای ساخت و ساز شهری دارای نرخ رشد افزایشی ۳۷٪ درصدی بوده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، شرایط فیزیوگرافیک، توسعه شهری، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی

### مقدمه

حاشیه نشینی و ایجاد شهرک‌ها در پیرامون

کلان‌شهرها و شهرهای بزرگ می‌شود. در این شرایط

توسعه فیزیکی معمولاً بدون توجه به پارامترهای

افزایش جمعیت به نوبه‌ی خود باعث توسعه

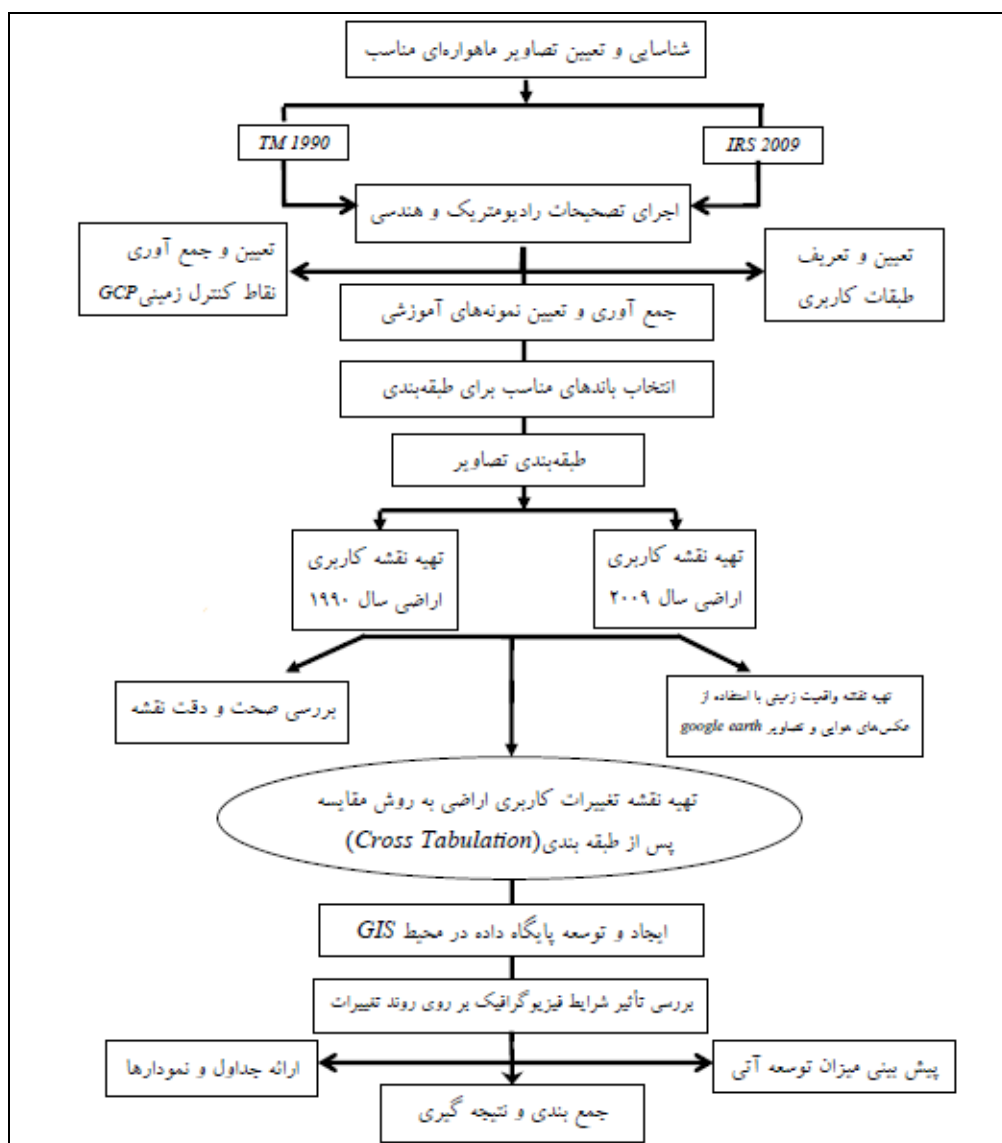
فیزیکی و کالبدی بدون برنامه و لجام گسیخته، افزایش

هدایت کند. احد نژاد روشتی (۱۳۸۶) در قسمتی از مقاله‌ی خود با عنوان تلفیق داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برآورد اثرات انسانی بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی، مطالعه موردی حوضه‌ی استحفاظی شهر زنجان (۱۳۸۵-۱۳۶۸) به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه‌ی استحفاظی شهر زنجان طی دوره‌ی مذکور پرداخته و با استفاده از روش جداول متعامد کاربری‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌نماید، وی همچنین کمترین و بیشترین تغییرات را بررسی نموده تا میزان تأثیر آن‌ها را در ساخت و سازهای این دوره زمانی بررسی نماید. طبق بررسی‌های انجام شده در شهرستان تبریز (محمودزاده، ۱۳۸۳)، برای مدل‌سازی توسعه فیزیکی این شهر از نظر تغییرات کاربری تصاویر چند زمانه سنجنده TM و ETM+ در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰ به همراه نقشه‌های رقومی بکار گرفته شد. گسترش فیزیکی شهر تبریز از لحاظ کاربری مسکونی با تکوین و توسعه شهرک‌های متعدد باعث کاهش ۳۷/۴۹ درصدی فضای سبز شهری تبریز طی دوره ۱۲ ساله ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰ شده است. در پژوهش دیگر در ایالت مونتانا در امریکا (Richard, 2003) تغییرات کاربری اراضی در این منطقه در طی سال‌های ۱۸۶۰ تا ۲۰۰۰ به صورت خطی مدل‌سازی گردید. پایگاه داده‌ی ایجاد شده جهت این مدل‌سازی شامل پارامترهای زیست محیطی، اقتصادی اجتماعی و اطلاعات تغییرات مکانی بود که تلفیق این مجموعه عظیم داده‌ها تغییرات پیوسته اراضی کشاورزی و جنگلی به کاربری‌های

طبیعی و بوم شناختی اتفاق می‌افتد. تخریب باغ‌ها و زمین‌های زراعی به نفع ساخت و سازها، دست اندازی به ارزش‌های زیست‌محیطی، توسعه در شیب‌های تند، همجواری‌های نامناسب در کاربری‌ها از جمله تبعات این نوع توسعه‌های فیزیکی است. گسترش فیزیکی شهر شیراز در سال‌های اخیر باعث بروز مسائلی مانند از میان رفتن اراضی مرتعی و کشاورزی، باغات و حتی دامنه‌های با شیب نامناسب کوه‌ها برای توسعه مسکونی، توسعه حاشیه نشینی در اراضی نامناسب پیرامون شهرها و بسیاری موارد دیگر شده است. این امر خود گواه بر مدیریت ضعیف و غیر اصولی در استفاده از سرزمین است. برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی حاصل از چنین فرایندی، لازم است (علاوه بر سایر فاکتورهای اقتصادی-اجتماعی و سیاسی) به فاکتورهای طبیعی و خصوصیات زمین به عنوان پایه و عناصر اصلی توسعه فیزیکی توجه کافی و لازم مبذول گردد. از لحاظ سابقه اجرایی چنین مطالعاتی باید عنوان کرد که مطالعات شهری متعددی در کشورهای مختلف صورت گرفته است، در اینجا می‌توان به مطالعه مسینا (۲۰۰۳) با عنوان برنامه‌ریزی توسعه حومه شهر مانزینی، در سوئیس اشاره کرد. با توسعه سریع شهر مانزینی، حومه‌های اطراف به شهر پیوستند که نشان می‌دهد توسعه بدون برنامه‌ریزی این سکونتگاه‌ها پایدار نیست. مسینا در این تحقیق از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی برای کنترل توسعه شهر کمک گرفته است تا آن را به طرف توسعه پایدار

ساماندهی مناسب فضایی و ساخت شهر مهیا نمود. نقشه کاربری و پوشش اراضی که در آن نوع و الگوی مکانی استفاده از سرزمین مشخص شده باشد، برای برنامه ریزی‌های فعلی و آتی اراضی شهری بسیار مهم است. در این بررسی اهداف و سئوالاتی چند مدنظر قرار گرفته است، از جمله: پیش‌بینی و ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست شهری شیراز، پیش‌بینی میزان توسعه آتی شهر در ۱۰ سال آینده، آیا تعیین شدت میزان تغییرات در کاربری‌های مختلف می‌تواند نقاط قوت و ضعف مدیریت اعمال شده را نشان دهد؟ آیا شهر مورد مطالعه پتانسیل توسعه را دارد؟ چه تغییری در منطقه اتفاق افتاده است و آیا این تغییر بهینه بوده است؟ همچنین مراحل اجرای تحقیق نیز به صورت نمودار (شکل ۱) آورده شده است، عدم سازگاری محیط طبیعی در توسعه شهرها می‌تواند زمینه‌های ایجاد مخاطرات گوناگون طبیعی را فراهم سازد، از آنجایی که بستر طبیعی قادر است در رابطه با عوامل آب و خاک، شیب، آب و هوا و .. محدودیت‌هایی را در برابر توسعه فیزیکی شهرها ایجاد نماید. بنابراین، در اینجا جنبه‌های مختلف عدم توسعه شهری و پدیده‌های مختلف طبیعی و امکان ایجاد محدودیت‌های ناشی از آنها در رابطه با توسعه شهر شیراز بررسی شده و توان محیط طبیعی از نظر گنجایش جهت توسعه فیزیکی شهر معلوم می‌گردد.

شهری و یا سایر انواع کاربری‌های کشاورزی را بیان نمود. مطالعات نشان می‌دهد که برای شناسایی توان و همچنین تحلیل سازگاری انواع کاربری‌ها با توان مناطق، استفاده از تکنیک‌ها و علوم سنجش از دور در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به منظور تولید و تحلیل داده‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. جلودارزاده و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی که در خصوص تغییرات کاربری اراضی در حوزه لاجیم رود ساری انجام دادند بیان نمودند که در فاصله سال‌های ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۴، ۷ درصد اراضی جنگلی در این حوزه از بین رفته و دچار تغییر کاربری شده است. همچنین بیشتر تغییرات مربوط به اراضی با شیب کمتر از ۲۰٪ اتفاق افتاده است. توسعه فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن‌ها در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد، اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، ترکیب فیزیکی مناسبی برای فضاهای شهری بوجود نخواهد آمد، در نتیجه سیستم‌های شهری را با مشکلات عدیده ای مواجه خواهد ساخت. بدون برنامه ریزی کاربری اراضی نمی‌توان به الگوی بهینه زیست در شهرها دست یافت، بنابراین برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری از جنبه‌های اصلی ساخت شهر است که به کمک آن می‌توان مشکلات و مسائل شهرها را حل نموده و نوع استفاده از سرزمین در شهر را در راستای



شکل ۱- نمودار مراحل انجام تحقیق

## مواد و روش‌ها

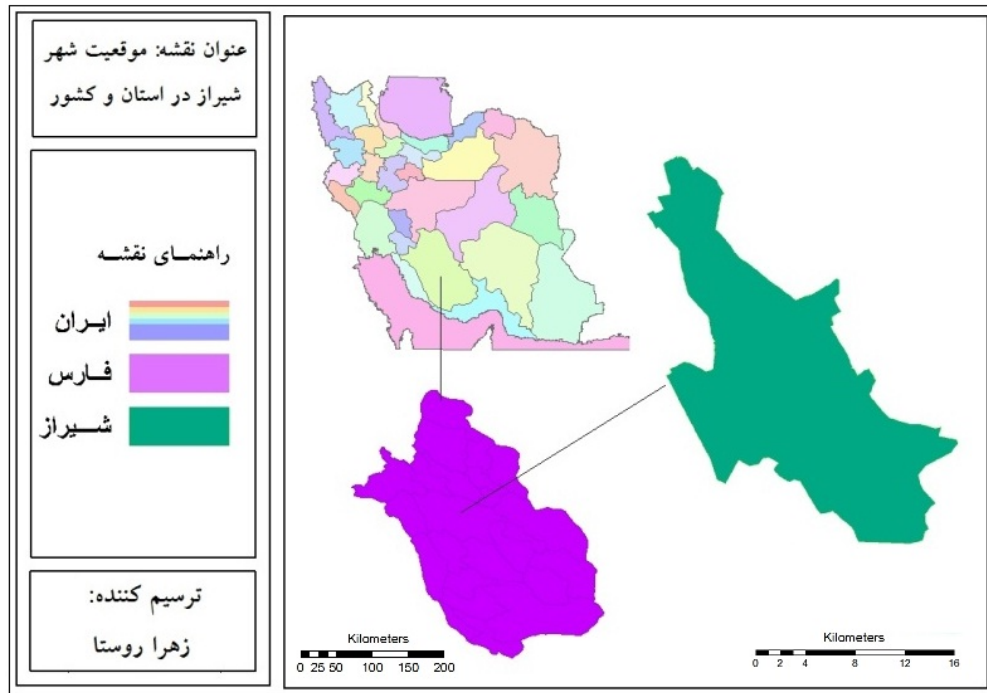
## معرفی محدوده مورد مطالعه

درجه و ۴۱ دقیقه واقع شده است. ارتفاع شیراز از سطح دریا ۱۴۸۸ متر در منتهی الیه شرقی شهر و حدود ۱۷۰۰ متر در غرب آن متغیر است. شهر شیراز در بخش مرکزی شهرستان شیراز در حدود ۷۱/۱ درصد مساحت شهرستان شیراز و حدود ۱۵/۰ درصد از کل مساحت استان فارس را شامل می‌شود. این شهر در منطقه کوهستانی زاگرس واقع شده و آب و

شیراز، مرکز استان فارس بزرگ‌ترین نقطه جمعیتی در نیمه جنوبی کشور است و بر روی جلگه طویلی به طول ۱۲۰ کیلومتر و عرض ۱۵ کیلومتر در طول شرقی ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۲۹ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۲۹

فصل زمستان و بهار آب دارد. این رود به دریاچه مهارلو واقع در جنوب شرقی شیراز می‌ریزد.

هوای معتدلی دارد. یک رود فصلی از وسط شهر عبور می‌کند که به رودخانه خشک معروف است و تنها در



شکل ۲- موقعیت شهر شیراز در استان و کشور

و طبقه‌بندی تصاویر از نرم‌افزارهای ERDAS IMAGINE و Geomatica PCI و ArcGIS استفاده گردید. همچنین به منظور تعیین میزان تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های زمانی مورد بررسی، از توابع موجود در نرم‌افزار Andes IDRISI بهره برده شد.

#### داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش از نقشه رقومی ارتفاع، نقشه شیب، نقشه جهت، تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سنجنده TM سال ۱۹۹۰ و IRS سال ۲۰۰۹ و داده‌های بدست آمده از GPS<sup>۱</sup> در طی عملیات میدانی استفاده شده است. به طور کلی در مراحل مختلف انجام این پژوهش از مجموعه نرم‌افزارهای کاربردی مختلفی استفاده گردیده است. به این صورت که به منظور آماده سازی اولیه تصاویر در مرحله‌ی پیش‌پردازش داده‌های ماهواره‌ای که شامل اجرای تصحیحات اتمسفری و هندسی است، همچنین در مرحله پردازش

1 Global Position System

## روش‌ها، مراحل انجام کار و تکنیک‌های مورد استفاده

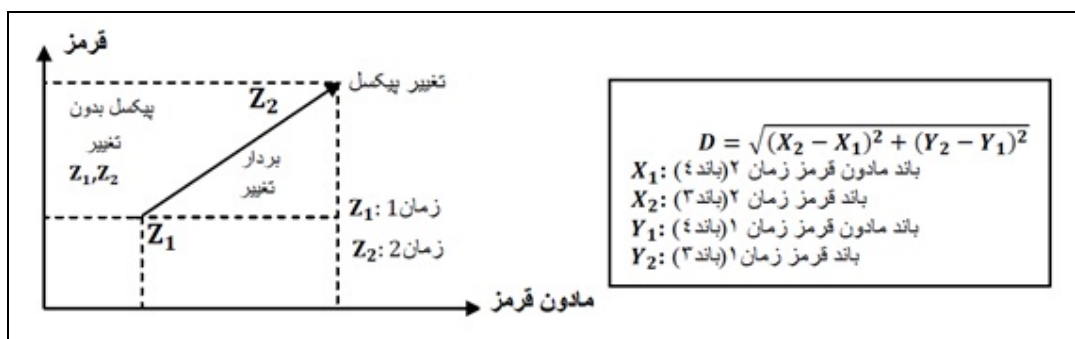
### زمین مرجع کردن تصاویر

تصاویر به طور هندسی در سیستم مختصات مرکاتور معکوس جهانی (UTM) بوسیله یک تصویر مرجع تصحیح و زمین مرجع شد. حداقل ۱۷ نقطه کنترل زمینی (GCPs) توزیع شده از تصویر انتخاب شد. نمونه برداری مجدد بوسیله الگوریتم نزدیک ترین همسایه انجام شد. خطای جذر میانگین مربعات (RMS) 0.2 در پیکسل‌ها بود که نشان داد که تصویر در درون یک پیکسل دارای دقت مناسبی است.

### پیش پردازش تصاویر

چهار تکنیک تشخیص تغییر، تفاضل تفاسیر، رگرسیون تصویر و تحلیل بردار تغییر (CVA) به طور گسترده در حوزه سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگوریتم‌ها همگی دارای یک ویژگی مشترکی هستند که همه آنها دارای یک حد آستانه برای تعیین مناطق تغییر یافته می‌باشند. تفاضل تصویر عموماً یک روش تشخیص تغییر برای مناطق کشاورزی و جنگلی است. تأثیرات نامطلوب ناشی از واگرایی یا پراکنش شرایط جوی و یا زوایای خورشید بوسیله روش رگرسیون کاهش می‌یابد. CVA یک تکنیک رادیومتری است که کاربرد مفید و اولیه آن تشخیص همه تغییرات موجود در ورودی داده‌های چند طیفی است. روش تفاضل تصویر منجر به یک تصویر باقیمانده می‌شود، که تغییر حاصله از تفاضل دو تصویر در دو زمان متفاوت را نشان می‌دهد.

پیکسل‌های تغییر تابشی کوچک در اطراف میانگین توزیع می‌شوند، در حالی که پیکسل‌های دارای تغییرات تابشی بزرگ در دنباله توزیع پخش می‌شوند. این روش رگرسیون اختلاف میانگین و واریانس بین ارزشهای پیکسل را برای زمان‌های متفاوت در نظر می‌گیرد و فرض می‌شود که دو تاریخ (زمان) یک تابع یک زمانه است و یک رابطه خطی بین این دو تصویر ایجاد می‌شود. تصویر محاسبه شده و تصویر پایه (برای مثال تصویر اول) از هر کدام از دیگر تصاویر، با بکار بردن تابع رگرسیون خطی، کم می‌شود. CVA یک تکنیک چند متغیره است که چندین باند مناسب را بعنوان ورودی یا مشخصه‌های طیفی از هر جفت تصویر می‌پذیرد. برای هر جفت تصویر، این باندها در محورهای  $n$  بعدی مکانی با هم مقایسه می‌شوند. این تکنیک الگوریتم نیرومندی است که برای ماهیت و تعداد باندهای ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حیاتی‌ترین نیاز پیش پردازشی لازم برای CVA رجیستر هندسی دقیق و نرمال سازی رادیومتری داده‌های ورودی است. CVA اقدام به ایجاد دو کانال اطلاعات تغییر در خروجی می‌کند: - جهت بردار تغییر - دامنه تغییر چند طیفی. آسانترین اندازه گیری‌ها برای بدست آوردن دامنه تغییر چند بعدی در CVA، فاصله اقلیدوسی بین نقاط انتهایی بردار در فضای تغییر است. باند ۳ و ۴ تصاویر لندست برای محاسبه فاصله اقلیدوسی برای تخمین دامنه و مقدار تغییر بکار گرفته شد (شکل ۳).



شکل ۳- بردار تغییر در دو بانده مکانی رادیومتری و فاصله اقلیدوسی

بهترین باندها برای اخذ نتیجه بهینه انتخاب گردید. نسبت طیفی بانده ۴ به ۳،  $PCA_1$  و نسبت طیفی بانده ۷ به ۳ به دست آورده شد و برای تصویر IRS، نسبت طیفی ۴ به ۳،  $PCA_1$  و نسبت طیفی ۳ به ۲ انتخاب گردید. تمامی داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از نیمرخ-های مکانی و طیفی برای تشخیص عدد پیکسل (DNs) طبقات مختلف تغییرات کاربری اراضی برای طبقه‌بندی بکار گرفته شدند.

#### مرحله طبقه‌بندی و پردازش اطلاعات

هدف اصلی در فرایند طبقه‌بندی تصویر، کلاس‌بندی همه پیکسل‌های یک تصویر درون کلاس‌های کاربری اراضی است. به عبارت دیگر تبدیل ارزش‌های طیفی به اطلاعات مفید و قابل استفاده و با استخراج اطلاعات کمی در مورد عوامل زیست محیطی و منابع طبیعی از داده‌های ماهواره‌ای است. روش‌های مختلفی در این رابطه وجود دارند. که با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised) این کار انجام گرفت. پس از مرحله نمونه برداری و با حصول اطمینان از صحت نمونه‌ها، طبقه‌بندی کل تصویر انجام شد. الگوریتم‌های مختلفی برای این مرحله وجود داشت که روش مناسب، با توجه به امکانات موجود در نرم افزار و با

#### بهترین باندهای انتخاب شده در تصاویر

نتیجه تقسیم مقادیر درجه روشنایی یک بانده طیفی به بانده طیفی قابل انطباق دیگر را نسبت گیری طیفی گویند. نسبت گیری طیفی برای متمایز ساختن تغییراتی که توسط تغییرات روشنایی در تک باندها ممکن نیست، به کار می‌رود. با این عمل بسیاری از پدیده‌هایی که در حالت تک باندهی قابل تفکیک نیستند را می‌توان متمایز ساخت، نسبت گیری، تغییرات شیب منحنی بازتاب‌های طیفی بین دو بانده را به تصویر می‌کشد. تجزیه مولفه‌های اصلی PCA در تفسیر داده‌های رقومی سنجش از دور اهمیت زیادی برخوردار است. PCA می‌تواند برای متراکم کردن اطلاعات موجود در تعدادی از باندها (مثلاً باندهای هفتگانه TM) به ۲ یا ۳ بانده تبدیل شده، به کار رود. کم کردن داده‌ها و باندهایی که برای تولید نتایج قابل استفاده تجزیه می‌شوند، از نظر وقت و هزینه حائز اهمیت است به ویژه اگر قابلیت استخراج اطلاعات از مؤلفه‌های جدید بالاتر از قابلیت استخراج اطلاعات از داده‌های اولیه و خام باشد.  $PCA_1$  نشان دهنده بازتاب‌های مادون قرمز نزدیک و میانی است. مناسبترین ترکیبات باندهی برای تشخیص طبقات پوشش زمین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و

بندی بکار می‌رود. مقادیر خطا Kappa و میزان صحت سنجی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ارزیابی دقت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده

نقشه کاربری اراضی	دقت تعیین شده	ضریب کاپا
TM 1990	۹۱/۵	۹۱/۰
IRS 2009	۹۴/۸	۹۲/۰

### نقشه تغییرات کاربری اراضی

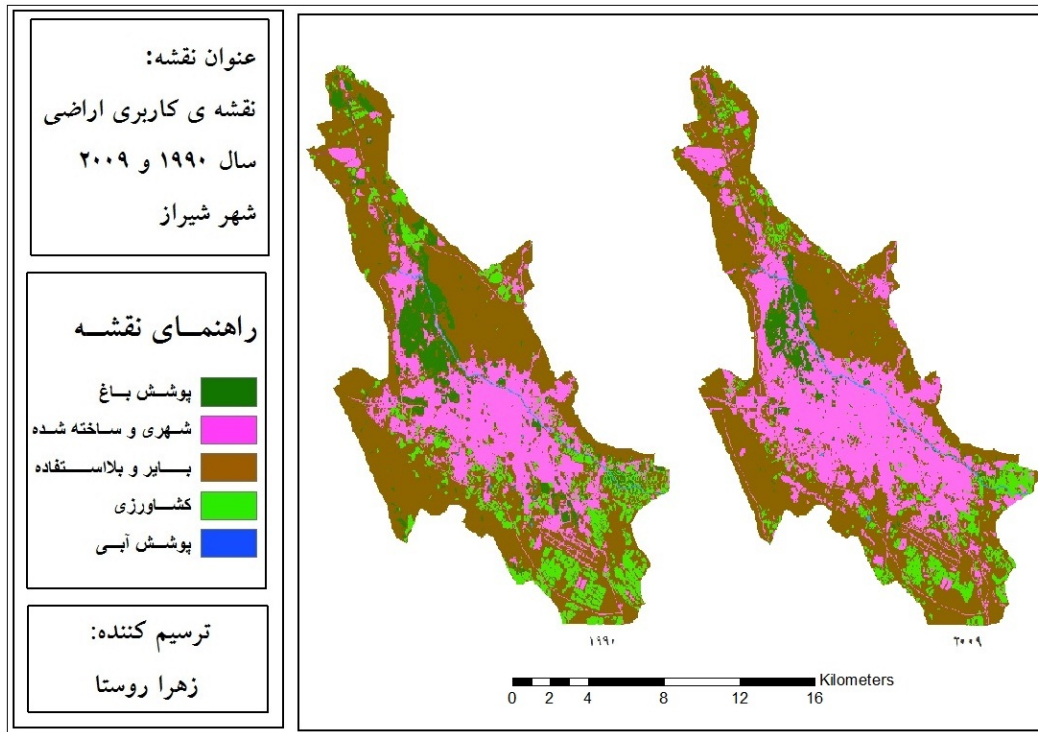
پس از تهیه نقشه‌های نهایی کاربری اراضی، با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی که عمومی-ترین روش آشکارسازی تغییرات برای مقایسه مستقل تصاویر است، لایه‌های کاربری اراضی تهیه شده، مورد مقایسه قرار گرفتند. این روش به خاطر استفاده از دو تصویر به صورت مستقل و نیز کاهش مشکل نرمالیزه کردن تفاوت بین سنسورها و شرایط اتمسفری دو دوره زمانی مؤثرترین تکنیک ثابت شده است. در پایان کار با استفاده از روش Tabulation Cross که در واقع یکی از بهترین روش‌های مقایسه پس از طبقه‌بندی در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی است لایه‌های کاربری اراضی تهیه شده، به صورت ماتریسی و دو به دو در محیط نرم‌افزار IDRISI مورد مقایسه قرار گرفتند و نقشه تغییرات کاربری اراضی به دست آمد (تصویر ۵)

در نظر گرفتن کمترین خطا انتخاب شد. در این تحقیق از روش طبقه‌بندی براساس بیشترین شباهت (Maximum Likelihood) و با در نظر گرفتن احتمالات اولیه مساوی، به دلیل تئوری قوی آماری آن استفاده شد. طبقه‌بندی نظارت شده برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۹ برای تصاویر و با استفاده از داده‌های زمینی به کار گرفته شد. در مرحله اول، جداسازی و تفکیک برای ایجاد مرز داده‌های مناطق انجام گرفت، در مرحله دوم، طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه بر روی یک ناحیه انجام گرفت. به هر زمینه و ناحیه‌ی یک کلاس کاربری اراضی، عددی بین ۱ تا ۵ که شامل (۱) اراضی پوشش طبیعی شامل باغات (۲) اراضی شهری و ساخته‌شده (۳) اراضی بایر و بلااستفاده (۴) اراضی کشاورزی (۵) پوشش آبی (شکل ۴)، اختصاص داده شد.

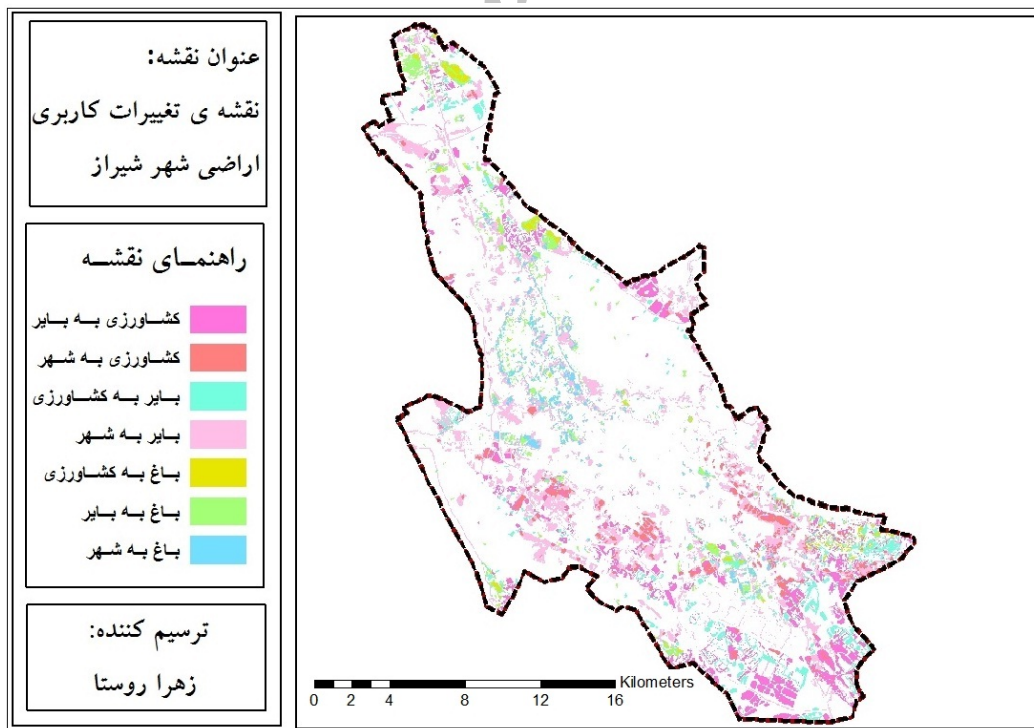
### دقت طبقه‌بندی

تفکیک پذیری نشانه‌های طبقه‌بندی کلاس‌های اولیه برای همه تصاویر بوسیله فاصله Bhattacharyya مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس این فاصله کلاسها بطور متوالی تا رسیدن به یک مقدار تفکیک پذیری بالا و قابل قبول ادامه پیدا کردند. ماتریس خطا و تحلیل Kappa برای ارزیابی دقت تشخیص تغییرات مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل Kappa یک تکنیک چند متغیره گسسته است که در ارزیابی دقت طبقه





شکل ۴- نقشه کاربری اراضی شهر شیراز سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۹

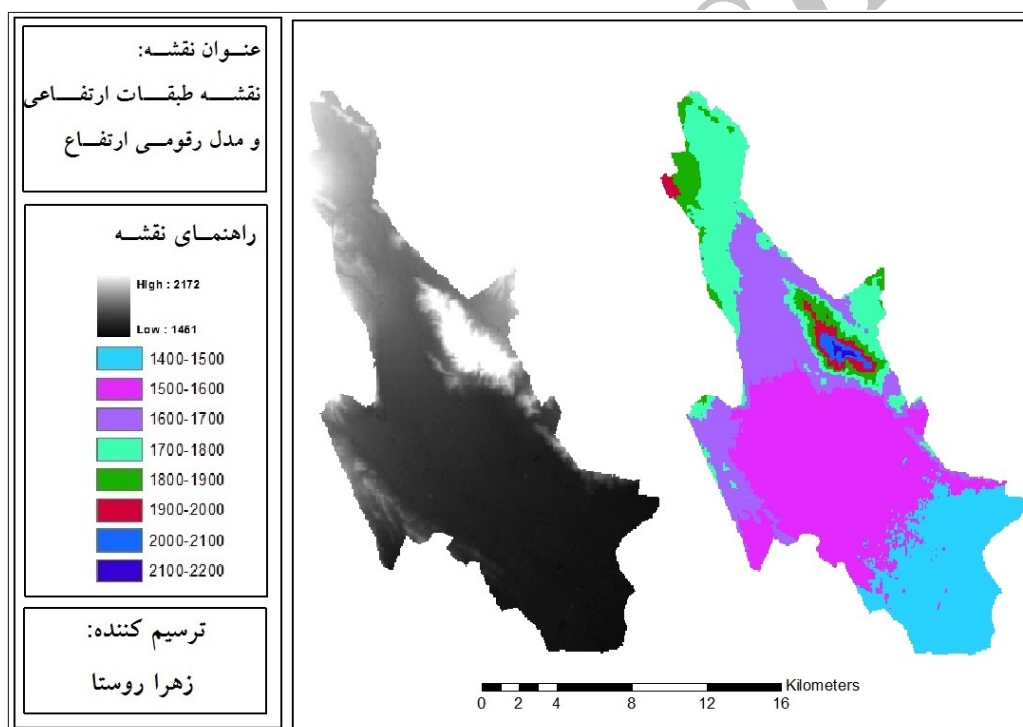


شکل ۵- نقشه تغییرات کاربری اراضی

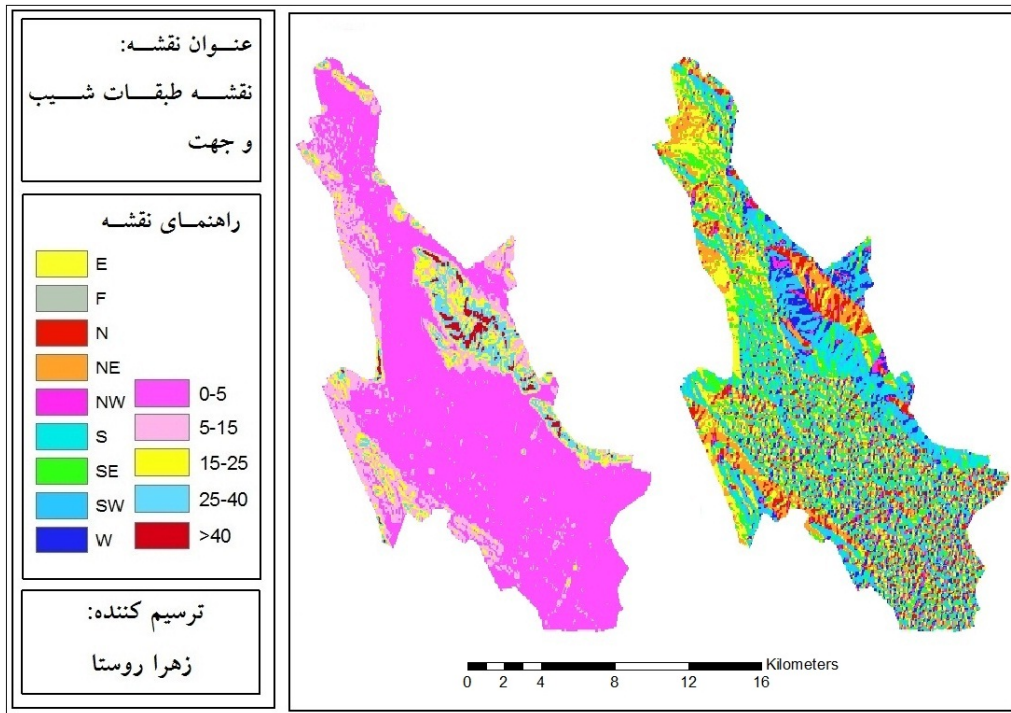
### آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی

مرحله بعد از مراحل اجرایی، تلفیق و یکپارچه‌سازی لایه‌های اطلاعاتی است. در این مرحله پس از تعیین کمی نوع کاربری اراضی اعمال شده در دوره‌های زمانی مورد بررسی مربوط به هر تصویر، با استفاده از توابع مربوطه نظیر تجزیه و تحلیل‌های پس از طبقه‌بندی نقشه تغییرات کاربری اراضی در طول دوره زمانی مورد بررسی تهیه خواهد گردید و میزان تغییر در هر کاربری به صورت اعداد و ارقام کمی

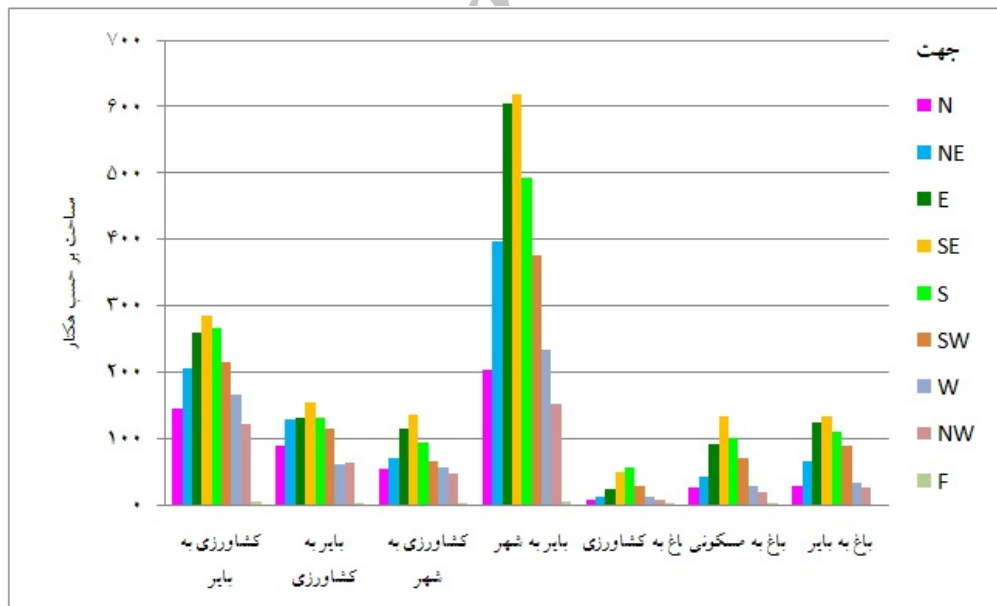
مشخص خواهد گردید. به این صورت که هر کاربری چند درصد و یا چند هکتار دچار تغییر گردیده است. سپس با استفاده از نقشه رقومی ارتفاع منطقه، نقشه شیب، جهت بدست آمد (شکل ۶ و ۷) و در مرحله بعد با استفاده از تابع tabulation نقشه تغییرات با نقشه‌های شیب و جهت و ارتفاع مورد مقایسه قرار گرفتند و نمودار تغییرات مربوط به هر مورد استخراج شد (نمودار ۱، ۲ و ۳)



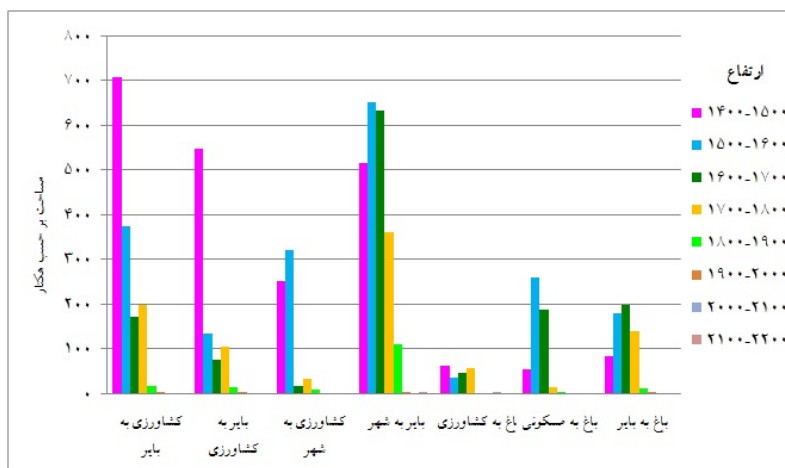
شکل ۶- نقشه مدل رقومی ارتفاع و طبقات ارتفاع محدوده مورد مطالعه



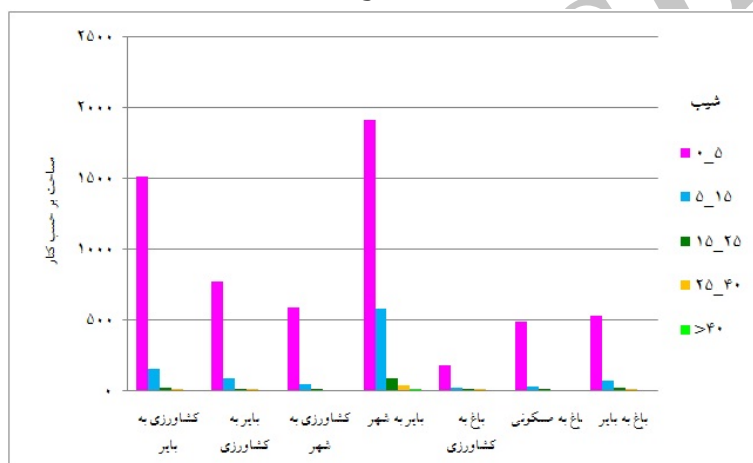
شکل ۷- نقشه شیب و جهت محدوده مورد مطالعه



نمودار ۱- تغییرات جهت سال ۱۹۹۰-۲۰۰۹



نمودار ۲- تغییرات ارتفاع سال ۱۹۹۰-۲۰۰۹



نمودار ۳- تغییرات شیب سال ۱۹۹۰-۲۰۰۹

### موقعیت طبیعی و ناهمواری‌های منطقه

شهر شیراز در موقعیتی با محدودیت‌های طبیعی ارتفاعات قرار گرفته است. در واقع شهر شیراز در یک دره توپوگرافیکی واقع شده است که از سمت شمال در دامنه ارتفاعات با شیب تند قرار گرفته و در ادامه گسترش آن به سمت شرق و غرب، میزان شیب نسبتاً کم می‌شود. در بخش جنوبی، به دریاچه مهارلو منتهی می‌شود که هر از چند گاهی سیلاب‌های خطرناک مشکلاتی را برای محلاتی که در پایین دست مکان‌گزینی شده‌اند به وجود می‌آورد. مجموعه این

عوامل باعث می‌گردند که شعاع دسترسی مطلوب و برخی دیگر از شعاع دسترسی بسیار نامتوازن برخوردار هستند. دشت شیراز قسمتی از محدوده سرزمینی زاگرس است و جهت آن هماهنگ با جهت زاگرس شمال غربی-جنوب شرقی است و از نظر ساختمان طبیعی به صورت یک ناودیس است. کوه‌های نسبتاً بلندی اطراف شیراز را احاطه نموده‌اند. استقرار شهر شیراز در میان ناهمواری‌ها باعث گردیده است که شهر از نظر توسعه فیزیکی با محدودیت‌های زیادی روبه‌رو گردد. مناسب‌ترین شیب برای

گسترش موج مهاجرین محلات جدیدی در اطراف شهر ایجاد شده‌اند. در مناطقی که محلات جدید شهر در آن گسترش یافته، به ویژه در مناطق شمالی و غربی از نظر شیب زمین در وضعیت مناسبی قرار ندارند و ارائه خدمات با مشکل روبرو است. بافت جدید شهر شیراز در موقعیتی قرار گرفته است که توسعه آن با محدودیت‌های طبیعی ارتفاعات مواجه است. توسعه شهری در بافت جدید شهر شیراز شکل خطی به خود گرفته و مکان‌گزینی کاربری‌های شهری در آن بیشتر به دلایل ذکر شده نامناسب و خارج از اصول علمی است و ناهماهنگی‌هایی را در توزیع خدمات شهری نمایان می‌سازد.

#### پیش‌بینی میزان توسعه آتی شهر

توسعه فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن‌ها در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد، اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، ترکیب فیزیکی مناسبی برای فضاهای شهری به وجود نخواهد آمد. در نتیجه سیستم‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد ساخت. بدون برنامه‌ریزی کاربری اراضی نمی‌توان به الگوی بهینه زیست در شهرها دست یافت. بنابراین، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری از جنبه‌های اصلی ساخت شهر است که به کمک آن می‌توان مشکلات و مسائل شهرها را حل نموده و نوع استفاده از سرزمین در شهر را در راستای ساماندهی مناسب فضایی و ساخت شهر مهیا نمود. عمدتاً توسعه فیزیکی شهرها در بسیاری از کشورها از جمله در ایران به صورت کاملاً سلیقه‌ای انجام گرفته است. به‌طور کلی شهر سازی فعلیتی است کاملاً پیچیده و با موضوعاتی سر

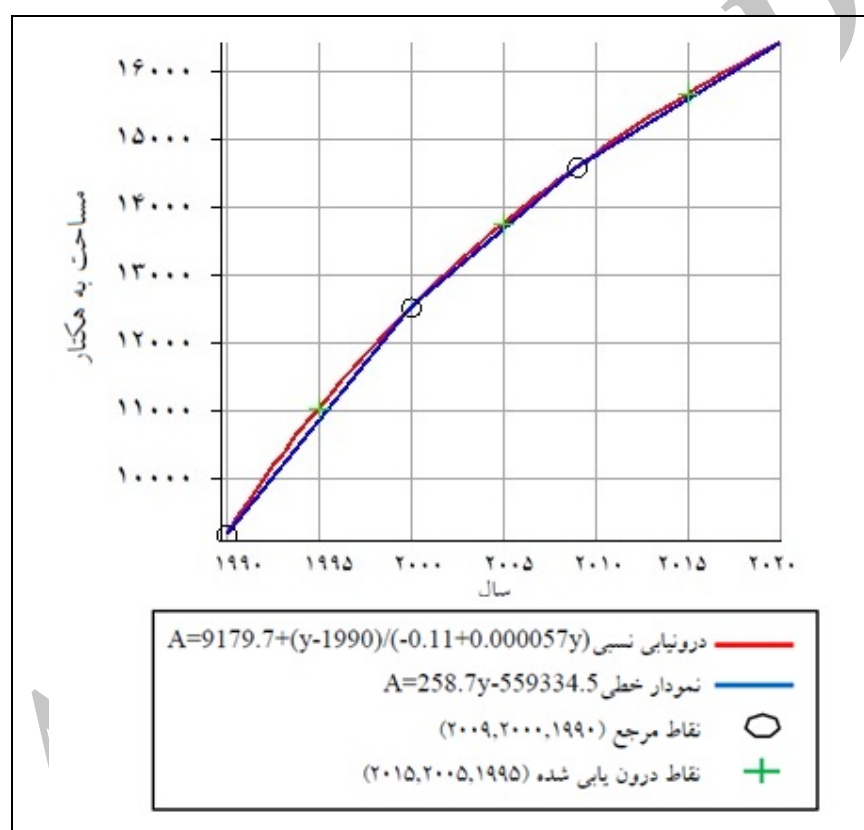
شهرسازی، شیب ۵ تا ۶ درصد است. اما در شیب‌های تا ۹ درصد نیز مجتمع‌های مسکونی و تجهیزات شهری ساخته می‌شود و در بالاتر از شیب ۹ درصد ساخت تأسیسات شهری همواره با مشکلات و خطرات زیادی روبرو خواهد بود. اما از نظر پایداری و ناپایداری زمین، شیب‌های کمتر از ۵ درصد شیب‌های ناپایدار محسوب می‌شوند، اما در شیب‌های بالاتر از ۵ درصد بسته به ساختمان و جنس سنگ‌ها به تدریج زمینه‌های ناپایداری شیب فراهم می‌آید.

#### نقش عوامل طبیعی در گسترش شهر شیراز

شیراز در مراحل مختلف گسترش خود از شکل هسته‌ای به سمت گسترش خطی حرکت کرده است. مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر این شکل رشد و گسترش، وجود ارتفاعات در دو طرف شهر بوده است. گسترش شیراز به سمت شمال و جنوب به همراه خود نوعی جدایی‌گزینی اجتماعی و اقتصادی به همراه داشته که همین مسأله نیز در کنار عوامل طبیعی در رشد گسترش خطی شهر مؤثر بوده است. اقشار متوسط و کم درآمد شهر در جنوب، جنوب غرب و شمال شرق گرایش به سکونت داشته‌اند و در مقابل اقشار متوسط به بالا در شمال و به ویژه شمال غرب استقرار یافته‌اند. میل به سکونت در سمت شمال و شمال غربی باعث شده این سمت شهر به سرعت رشد کند و ساخت و سازهای وسیعی در این سمت شهر اتفاق افتد. عمده‌ترین این ساخت و سازها در پیرامون محور شیراز-اردکان اتفاق افتاده است. در طی این مدت روستاهای قصرالدشت نیز گسترش شدیدی یافته‌اند. همین موضوع منجر شد که باغ‌های ارزشمند قصرالدشت آسیب جدی ببینند. قسمت‌های جدید شهر در اطراف محلات قدیم گسترش یافته‌اند، با

۲۰۰۹ نشان می‌دهد. برای ارزیابی سیر روند صعودی توسعه شهری با داشتن نقاط مرجع، به وسیله درون‌یابی نسبی اقدام به برازش منحنی برای دیگر نقاط (برای مثال سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵) شد و همچنین منحنی برازش جهت بررسی و پیش‌بینی روند رشد توسعه شهری در آینده توسط نرم‌افزار Maple 10 به دست آمد.

و کار پیدا می‌کند که قویاً مربوط به هم هستند و از طرفی روابط متقابل بین برنامه‌ریزی کاربری اراضی و توسعه شهری بسیار نزدیک به یکدیگر بوده و این دو می‌بایست در راستای یکدیگر و در جهت رسیدن به توسعه پایدار اجرا گردند. به منظور پیش‌بینی میزان توسعه آتی شهر، نمودار ۴، میزان رشد و توسعه مناطق شهری را بر حسب هکتار در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۹



نمودار ۴- پیش‌بینی توسعه شهری در آینده (در صورت ثابت بودن روند رشد و شرایط محیطی)

نشینی، تأمین زمین مورد نیاز برای احداث ساختمان‌های مسکونی و ملحقات شهری نیست، بلکه زمین مورد نیاز برای برآورده کردن نیازهای غذایی، پوشاک، کاغذ، آب، چوب، مصالح ساختمانی و سایر نیازهای جمعیت آن است. جلوگیری از گسترش

این مطالعه نشان می‌دهد که توسعه شهری در شیراز نسبتاً سریع است و نتیجه آن کاهش شدید منابع طبیعی و محیط زیست است. مساحت شهر شیراز به میزان ۵۴۱۲ هکتار در طی ۱۹ سال، از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ گسترش یافت. نکته اصلی در گسترش شهر

شهر در گذشته، آثار و پیامدهای سوء متعددی را در منطقه بر جای گذاشته است. بررسی و ریشه‌یابی این گونه پیامدها قطعاً در برنامه پیشگیری از تشدید آثار سوء موجود و طرح‌های بهسازی آتی محیط شهری شیراز مفید و مؤثر خواهد بود. با توجه به نقشه‌های موجود و تصاویر ماهواره‌ای، شهر به سمت شمال غربی روندی رو به رشد دارد. احداث شهرک‌هایی همچون شهرک گلستان و شهرک صدرا مبین این امر است. با توجه به اینکه شمال غرب شهر شیراز جزو نواحی خوش آب و هوا و دارای مناطق توریستی و گردشگری زیادی است، باید روند توسعه‌ی شهر با مدیریت صحیح و اهداف توسعه‌ی پایدار صورت گیرد. در طول سال‌های گذشته لاجرم بخشی از توسعه‌ی شهر شیراز به بهای تبدیل و تخریب اراضی کشاورزی شکل گرفته است. باید توجه داشت که تخریب اراضی کشاورزی درجه یک و تبدیل آنها به اراضی مسکونی باعث استفاده از اراضی مرتعی برای کشاورزی شده است. با توجه به اینکه در طی سال‌های آینده مقدار قابل توجهی از اراضی زراعی منطقه به اراضی مسکونی و یا صنعتی تبدیل می‌گردند، مسلماً اراضی زراعی و مرتعی به اراضی با شیب‌های بالاتر منتقل می‌شوند، که بدیهی است محصول قابل توجهی نخواهد داشت. همچنین وجود اراضی طبیعی که شامل باغ‌های قصرالدشت است باعث تلطیف هوای شیراز گشته و با توجه به تخریب این باغ‌ها به مقدار زیاد در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ باید با مدیریت جامع‌تر در جهت حفظ باغ‌های باقیمانده کوشید. وجود تراکم جمعیت بسیار بالا در منطقه و تداوم جریان یکسویه مهاجرت از روستا به شهر، به منظور اسکان و نیز ایجاد اشتغال این جمعیت از طریق

سطح اراضی مسکونی در پاسخ به افزایش جمعیت و رشد اقتصاد فرایندی غیر قابل اجتناب به نظر می‌رسد. اما با ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب و نیز مکان‌یابی نقاط جدید جهت گسترش شهرها می‌توان میزان تغییر غیر اصولی کاربری اراضی کشاورزی به اراضی مسکونی را به حداقل کاهش داد.

#### - نتیجه‌گیری

بر طبق نتایج حاصله بیشترین تغییر کاربری اراضی در شیب ۵-۰ درصد مشاهده می‌شود. تغییرات در این مناطق به دلیل شیب کم و در دسترس بودن مردم است. بدلیل مستعد بودن برای استفاده‌هایی نظیر کشاورزی مستعد برای ساخت مناطق مسکونی است. روند و جهت ارتفاعات و ناهمواری‌های محدوده‌ی شیراز به تبعیت از ناهمواری‌های کلان زاگرس و تحت تأثیر عامل زمین ساخت، جهتی شمال غرب- جنوب شرق دارد. به عبارت دیگر تقریباً تمامی ناهمواری‌های پیرامون شهر، جهت شمال غربی جنوب شرقی و در برخی نواحی به صورت محلی جهتی غربی- شرقی دارند. همین ویژگی باعث شده دشت شیراز نیز جهتی طویل و کشیده با امتداد شمال غرب- جنوب شرق داشته باشد. تأثیر ناهمواری‌ها و عوارض بر توسعه‌ی کالبدی در قسمت‌های با شیب تند و در محل عارضه‌ها و ناهمواری‌های اصلی کوهستانی (نظیر کوه دراک و کوه‌های شمالی) به صورت مانع و محدودیت عمل کرده و می‌تواند توسعه فیزیکی شهر را با مشکل روبرو سازد. البته این محدودیت معمولاً از شیب‌های ۲۰ تا ۳۰ درصد به بالا به صورت جدی شروع می‌شود. بیشترین میزان تغییرات در ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر رخ داده است. کنش و واکنش بین محدودیت‌های طبیعی بستر شهر با توسعه ناموزون

متناسب با ملاحظات زیست محیطی، اجتماعی همواره مدنظر بوده باشد.

### منابع

بزرگ‌نیا، فرناز و همکاران، (۱۳۸۶)، برنامه‌ریزی شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی ناحیه لنجان)، اولین کنفرانس جی ای اس شهری، دانشگاه شمال، آمل

علیزاده ربیعی، حسن، (۱۳۸۹)، سنجش از دور (اصول و کاربرد)، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

میدر، پل ام، (۱۳۸۸)، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، امینی، جلال، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)

علوی پناه، کاظم، متین فر، حمیدرضا، رفیعی امام، عمار، (۱۳۸۸)، کاربرد فناوری اطلاعات در علوم زمین (خاک شناسی رقومی: رادار، سنجش از دور فراطیفی و چند طیفی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، شبکه‌های عصبی)، دانشگاه تهران  
زبیری، محمود، مجد، علیرضا، (۱۳۸۳)، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ ششم).

بابا احمدی، عباس، (۱۳۹۰)، کاربرد سنجش از دور در زمین شناسی، انتشارات آوای قلم

طیبیان، منوچهر و دادراست، محمدجواد، (۱۳۸۳)، پایش (نظارت) تغییرات کاربری اراضی در زیر حوضه دروغزن فارس با استفاده RS/GIS، مجله محیط‌شناسی، شماره ۲۹: ۷۹ - ۹۱.

ایجاد و توسعه شهرک‌های صنعتی، شناسایی و مکان‌یابی مناطق جدید جهت توسعه شهری و صنعتی امری کاملاً ضروری است. در سطح شهر شیراز مشکلات متعددی که در توسعه شهری مطرح هستند، جلوی توسعه شهری را گرفته‌اند. می‌توان گفت که مهمترین عامل در توسعه فیزیکی شهر عناصر طبیعی است. در این بین با توجه به این که شهر شیراز از کلان شهرهای کشور به شمار می‌آید و به لحاظ موقعیت و شرایط توپولوژیکی خود از اطراف به وسیله ناهمواری‌ها محصور است، توسعه شهری شکل خطی به خود گرفته و مکان‌گزینی کاربری‌های شهری در آن بیشتر به دلایل ذکر شده دارای توزیع نامناسب و خارج از اصول علمی است. عدم توجه به توزیع متعادل و متوازن کاربری‌ها و نبود دید علمی و منطقی از گذشته در خصوص توزیع اصولی کاربری‌ها در سطح شهر شیراز، ناهماهنگی‌هایی را در توزیع خدمات شهری نمایان ساخته است. بنابراین با توجه به نتایج مطالعات می‌توان گفت بهترین جهات مناسب برای رشد آتی شهر نواحی جنوبی و غربی خواهد بود که در این جهات به علت شیب کم، ناپایداری دامنه‌ها وجود نخواهد داشت و در ضمن زمینه‌های لازم برای شهرسازی به طور بارزی در این محدوده نمایان است، نواحی شمالی و شرقی شهر بنا به دلایل متعدد نه تنها مناسب نبوده بلکه، در صورت نادیده گرفتن نقش عوامل طبیعی، در محله‌های شهری باعث ایجاد مخاطرات طبیعی خواهد شد. ضمن آنکه شهر جدید صدرا نیز از جمله مکان‌هایی است که استعداد پذیرش سرریز جمعیتی شهر شیراز را داراست. لازم است نگرش علمی-کاربردی در توزیع خدمات و کاربری‌ها



- Elkin, T, et al. (1991). *Receiving the City : Towards Sustainable Urban development*, Friends of the Erath, London.
- GLCF Website (2008) at : <http://www.glcf.umiacs.umd.edu/>
- He .C., Okada .N, Zhang .Q., Shi .P., Zhang .J . (2006), *Modeling urban expansion scenarios by coupling cellular automata model and system dynamic model in Beijing, China*, *Applied Geography* 26 : 323–345.
- <http://www.leica-geosystems.com/corporate/en/monitoring/1855.htm>
- Jenks, M, Burton, E and Williams, K .(1996) . *The Compact City :A Sustainable Urban Form*, E and FN Spon, an imprint of Chapman and Hall, London.
- Jensen, J .R.,(1996), *Introductory Digital Image Processing :A remote sensing perspective*, 2nd Edition .NJ :Prentice–Hall.
- Leica–geosystems Website (2008) at:
- Li, X, Yeh, A.G.O, (1998) .Principal component analysis of stacked multitemporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta .*Int J .Remote Sens* .19, 1501–1518.
- NGDIR Website (2007) at: <http://www.ngdir.ir/Papers/PPapersDetail.asp?PID=135988>
- S .Berberoglu, A .Akin, (2009), *Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern*
- علوی پناه، سید کاظم، (۱۳۸۲)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران.
- فاطمی، سید باقر، رضایی، یوسف، (۱۳۸۴)، مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده.
- قراگوزلو، علیرضا، (۱۳۸۳)، GIS و ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور.
- المیریان، حمید، (۱۳۸۰)، پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- مخدوم، مجید و دیگران، (۱۳۸۳)، ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران.
- مخدوم، مجید، (۱۳۸۱)، *شالوده‌ی آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ ششم)*.
- Alig, R.J., Kline, J.D., Lichtenstein, M, (2004) *Urbanization on the US landscape: looking ahead in the 21st century*. *Landscape Urban. Plann.* 69, 219–234.
- Breheny, M. (1992). *Sustainable Development and Urban Form*, Pion, London.
- CEC Commission of European Communities (1990). *Green Paper on the Urban Environment*, COM 90218, CEC, Brussels.
- Christopher A .Legg, (1999), *Remote Sensing and Geographic Information Systems : Geological Mapping, Mineral Exploitation and Mining*, John Wiley & Sons, Published association with Praxis Publishing Chichester.

- in Beijing using remote sensing and GIS .  
Landscape and Urban Planning .78, 322–  
33.
- Zhang, J., Zhang, Y .(2007), Remote sensing  
research issues of the National Land Use  
Change Program of China .ISPRS Journal  
of Photogrammetry & Remote Sensing,  
doi:10.1016/j.isprsjprs.2007.07.002.
- Zhenjiang Shen,(2009), Geospatial Techniques  
in Urban Planning, Springer.
- Mediterranean, International Journal of  
Applied Earth Observation and  
Geoinformation, 11, 46–53.
- Tarek.Rashed, Carsten.Jürgens, (2010), Remote  
Sensing of Urban and Suburban Areas,  
Springer.
- Timothy L. Nyerges, Piotr Jankowski (2009).  
Regional and Urban GIS: A Decision  
Support Approach, The Guilford Press.
- USGS Website (2008) at :  
[http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/anthropogenic/population/las\\_vegas.htm](http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/anthropogenic/population/las_vegas.htm)
- Wu .Q., Li .H., Wang .R., Paulussen J., He .Y.,  
Wang .M., Wang .B., Wang Z .(2006),  
Monitoring and predicting land use change

Archive of SID