

پایش تغییرات کاربری زمین در شهر شه میرزاد با استفاده از داده های سنجش از

دور و سیستم اطلاعات مکانی

امیر کمالی فرد^۱، بهروز ارسطو^۲ علی سلطانیپور^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۳

صفحات: ۳۰ تا ۵۲

چکیده

به منظور بررسی توسعه یافتن شهری و تغییرات کاربری اراضی در دوره های بعدی، ما نیز با استفاده از داده های سنجش از دور و تصاویر ماهواره لندست و با مطالعات میدانی و کتابخانه ای نقشه های کاربری اراضی شهر شه میرزاد را به دست آوردیم، برای رسیدن به این مهم از نرم افزار های ENVI 5.3, ARC.GIS10.5 و Terrset استفاده شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که با گذشت زمان در طی سالهای مورد مطالعه از مساحت کاربری های باغی و زراعی، و زمین بایر کاسته شده و کاربری های مسکونی و انسان ساز افزایش یافته اند. مساحت کاربری باغی و زراعی در سال ۱۹۹۹ برابر ۳۸۳۰۳۱۷ متر مربع بوده که در سال ۲۰۰۹ به مقدار ۲۸۵۵۰۹۴ متر مربع و در سال ۲۰۱۹ به ۲۴۲۹۱۴۴ متر مربع رسیده است که روند کاهشی را دنبال می کند. همچنین اراضی مسکونی و انسان ساخت در سال ۱۹۹۹ مساحتی برابر ۳۶۰۶۲۳ متر مربع، در سال ۲۰۰۹ برابر ۱۲۶۴۹۷۶ متر مربع و در سال ۲۰۱۹ مقدار ۲۴۹۵۳۵۷ متر مربع داشته که نشان دهنده روند به شدت افزایشی می باشد. با استفاده از آشکار سازی تغییرات مشخص گردید بیشترین تبدیل کاربری ها در سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ مربوط به تبدیل اراضی باغی و زراعی به زمین های بایر با حدود ۲۰ درصد تغییر و در بازه زمانی سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ مربوط به تبدیل اراضی باغی و زراعی به اراضی مسکونی با حدود ۱۶ درصد می باشد. بررسی نتایج حاصل از آشکار سازی نشان می دهد در بازه زمانی ۱۰ سال اول حدود ۲۰ درصد از اراضی باغی به زمین های بایر و در بازه ۱۰ سال دوم حدود ۷ درصد از اراضی بایر به اراضی مسکونی و انسان ساخت تبدیل شده است.

اعتبار سنجی مدل با ضریب کاپا ۰.۷۶ درصد نشان می دهد با توجه به اینکه ممکن است این مدل دارای نقاط ضعفی باشد ولی از توان قابل قبولی در پیش بین تغییرات برای این منطقه برخوردار است.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، کاربری اراضی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل مارکوف، شهر شه میرزاد.

^۱ کارشناس ارشد سنجش از دور، کارشناس سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان سمنان؛ amir.kamalifard@gmail.com
^۲ دکتری سنجش از دور و GIS، پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان؛ beharas2@gmail.com
^۳ دکتری ژئودزی، مدیر آبنگاری و امور جزر و مدی سازمان نقشه برداری؛

مقدمه

آگاهی از انواع کاربری های زمین و فعالیت انسانی در قسمتهای مختلف زمین به عنوان اطلاعات پایه در برنامه ریزی، دارای اهمیت است و نقشه هایی که نشانگر چنین فعالیتهایی در سطوح آگاهی از انواع کاربری زمین و فعالیتهای انسانی در قسمتهای مختلف زمین به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه مختلف زمین باشد، نقشه کاربری اراضی نامیده می شوند، به عبارت دیگر، این نقشه ها شرایط فعلی سطح زمین را نشان می دهد. تصاویر ماهواره ای و فناوری سنجش از دور این امکان را فراهم می کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه بهتری جهت مدیریت محیط زیست دست یافت (زبیری و مجد، ۱۳۷۵)

استفاده از داده های ماهواره ای با توجه به ویژگی های آن ها و پیشرفت های سریع فناوری سنجش از دور و سامانه اطلاعات مکانی می تواند در زمینه برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست و نیز پایش وضعیت منابع طبیعی، مفید و موثر باشد و اطلاعات ارزشمندی در اختیار مدیران و تصمیم گیران قرار دهد (بالی و همکاران، ۱۳۷۱)

از سوی دیگر پیشبینی و مدل سازی تغییرات آینده برای آگاهی از تغییرات احتمالی آینده حائز اهمیت خواهد بود. بنابراین آشکار سازی و پیش بینی تغییرات، لازمه حفاظت از زمین می باشد. پیش بینی مکانی کاربری و کاربری اراضی را میتوان به وسیله مدل های تجربی بر اساس برون یابی الگو های تغییری که در گذشته نزدیک مشاهده شده اند، باارایه ای محدود از عوامل موثر بر این تغییرات صورت داد. (استفان و لامبین، ۲۰۰۱)

فعالیت های مربوط به کاربری اراضی موضوع و چالش عمده برنامه ریزان شهری و همچنین برنامه ریزان محیط زیست در جهت ایجاد محیطی سالم و رشد

اقتصادی پایدار می باشد. فعالیت های بشری در غالب موارد به عنوان تهدیدی علیه محیط زیست بوده که نتایجی همچون گرم شدن کره زمین و انواع آلودگی ها را در پی داشته است. (عسگری و همکاران، ۱۳۸۱)

مبانی نظری تحقیق

(شمس گوارا، ۱۳۸۵) به منظور استخراج تغییرات کاربری شهری از تصاویر SPOT سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۶۵ استفاده کرد و اقدام به ارزیابی و بررسی روش های کمی و کیفی تغییرات کرد و از روشهای تحلیل مولفه های اصلی و تفریق تصاویر جهت استخراج تغییرات استفاده کرد. (محمود زاده، ۱۳۸۳) برای مدلسازی توسعه شهر تبریز از تغییرات کاربری تصاویر ETM+ و TM در سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰ به همراه نقشه های رقومی استفاده نموده و به این نتیجه رسید که سالهای اخیر شهر تبریز رشد سریعی داشته و در نتیجه تغییرات قابل ملاحظه ای در کاربری اراضی ایجاد شده است. این ارزیابی با استفاده از روش های تفریق باند، نسبت باند، تحلیل مولفه ی اصلی صورت گرفته. تغییرات حادث شده با مقدار ۴۲/۶۶ درصد از زیر ساخت رفتن اراضی خالی و تخریب فضای سبز شهری ناشی شده است. (وارسته مرادی، ۱۳۷۶)، با استفاده از تصاویر ماهواره ای ضمن بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی، با استفاده از مدل زنجیره مارکوف اقدام به پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شهر رشت در استان گیلان نمود. (ظاهری، ۱۳۸۷) در مقاله خود با عنوان نقش روند گسترش کالبدی شهر تبریز در ایجاد تغییرات کاربری اراضی حومه شهر و روستاهای حوزه ی نفوذ مطالعه موردی روستاهای الوار سفلی، باغ معروف، شاد آباد مشایخ و کند رود، با استفاده از مطالعات میدانی و بهره گیری از داده ها و تصاویر ماهواره ای، به بررسی کلان شهر تبریز پرداخته و معتقد است تغییر دیدگاههای اقتصادی از

بندی، شبکه های عصبی مصنوعی، تفسیر چند زمانه چشمی، فیلترها و سایر موارد را بررسی نموده است. در نهایت به نقش تکنولوژی سنجش از راه دور در شناسایی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی پرداخته شده است

(محمدی جو، مینو؛ مهرداد خانمحمدی و سیدمحمد هاشمی، ۱۳۹۶) با هدف پیش بینی تغییرات کاربری و مدل سازی تغییرات برای آینده جهت توسعه هر چه پایدارتر شهر لاهیجان صورت پذیرفته است. در راستای این هدف از تصاویر ماهواره ای سنجنده های OLI و ETM (+) سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰ برای تهیه نقشه های پوشش اراضی استفاده گردید. برای پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۳۰ از مدل ترکیبی زنجیره مارکوف وسلول های خودکار استفاده شده است.

(محمد رحیم؛ محمد اجزاشکوهی و بهنام عطا، ۱۳۹۶) مدل سازی تغییرات کاربری اراضی شهر گنبد کاووس با استفاده از LCM انجام شد داده و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست متعلق به سال های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ انجام شد.

(جوکار ارسنجانی و همکاران، ۲۰۱۳) با استفاده از ادغام مدل های رگرسیون لجستیک، زنجیره مارکوف و سلول های خودکار به شبیه سازی توسعه کلانشهر تهران پرداختند. جهت این منظور عوامل زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی مؤثر بر گسترش شهر را با استفاده از رگرسیون لجستیک مورد بررسی قرار داده و نقشه کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال و با استفاده از تصاویر لندست تهیه و برای پیش بینی مورد استفاده قرار گرفت.

(احمدی و همکاران، ۲۰۱۵) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست نقشه کاربری اراضی شهرستان اراک

بخش کشاورزی به صنعت و خدمات که منبعث از تغییر مناسبات شهر و روستا بوده است به صورت مجموعه ای مرتبط با یکدیگر در شکل گیری تغییرات کاربری موثر بوده است. (ارسطو، ۲۰۱۳) استفاده از شاخص NDVI برای طبقه بندی پوشش اراضی جنگل و مرتع به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. (ارسطو، ۲۰۱۵) با استفاده از روش سلولی می توان نسبت به آشکار سازی تغییرات منابع طبیعی و پیش بینی آن اقدام کرد. (هاشمی، نسیم و اطهره نژادی، ۱۳۹۵) کاربرد داده های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در استخراج نقشه های کاربری اراضی منطقه حفاظت شده جاجرود را بررسی نموده است.

(رومیانی، احمد؛ حیدر صالحی میثانی؛ لیلا وثوقی راد و بهمن قادری، ۱۳۹۵) کاربرد مدل های RS-GIS در بهینه سازی گسترش شهری با تاکید بر حفظ محیط زیست را برای شهر همدان بررسی نموده است.

(محمدی، ایوب، ۱۳۹۲) کاربرد سنجش از دور و سیستم های اطلاعات مکانی در شبیه سازی روند گسترش و تغییرات کاربری های شهری، نشست تخصصی مدیریت شهری و توسعه پایدار، اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

(نظم فر، حسین، ۱۳۹۱) کاربرد فن آوری های نوین (RS&GIS) در استخراج کاربری های اراضی، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران

(وجدی، ربابه؛ الهه ساداتی پور؛ امیر هوشنگ احسانی و زهرا اسدی سنگاچینی، ۱۳۹۶) به بررسی مهمترین کاربردهای سنجش از دور، مطالعات تغییرات اکوسیستم ها در دوره های زمانی معین پرداخته است و روش های مختلف آنالیز تغییرات نظیر آنالیز مولفه های اصلی، مقایسه پس از طبقه

استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال متوازی السطوح و حداقل فاصله از میانگین انجام شد. نتایج نشان داد که تفکیک و طبقه بندی اراضی جنگلی از سایر طبقات کاربری منطقه با صحت بالایی صورت گرفت.

(نشاط، ۱۳۸۱) با استفاده از روش زنجیره مارکوف برای نشان دادن تبدیل اراضی جنگلی به شهری و کشاورزی استفاده نموده است، ایشان در این تحقیق نشان داده است که بخش وسیعی از اراضی جنگلی استان گلستان به اراضی شهری تبدیل شده است.

مفاهیم پایه

تغییر کاربری زمین

تغییر کاربری زمین فرآیندی پویا و پیچیده ای است که سیستم های طبیعی و انسانی را به هم مرتبط می کند. (کومن و همکاران، ۲۰۰۷) تغییر کاربری زمین می تواند شامل تبدیل از یک نوع کاربری به نوع دیگر و یا اصلاح یک نوع خاص کاربری زمین باشد.

رابطه انسان و طبیعت در تغییر زمین

از جمله مباحث مهم در مدیریت اراضی، شناخت پوشش یا کاربری اراضی و روند تغییرات آنها است. عواملی که باعث دگرگونی می شوند شامل تغییرات طولانی مدت طبیعی در شرایط آب و هوایی، فرآیند های ژئومورفولوژی و اکولوژی همچون فرسایش خاک و توالی پوشش گیاهی، تغییرات انسان ساز و تخریب اراضی و تاثیرات گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت های بشر می باشد (رضانی و همکاران ۱۳۹۰). کاربری اراضی بیانگر یک رابطه دینامیکی بین انسان و اراضی با ابعاد مکانی و زمانی است. هر نوع مداخله بشر برای تامین نیاز های انسانی اعم از مادی و معنوی در منابع طبیعی، مجموعه بیانگر کاربری اراضی به شمار می

را با روش طبقه بندی شبکه عصبی برای چهار کلاس کاربری اراضی با دقت بیش از ۹۵ درصد تهیه کردند. به منظور پیش بینی تغییرات، زنجیره مارکوف و سولول های خودکار استفاده شد و شبیه سازی برای ۲۰۲۵ انجام شد.

(مهرابی، ۱۳۹۱) نقشه کاربری اراضی سرزمین سال های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۷ را با استفاده از تصاویر ماهواره ای TM و IRS تهیه کرد و سپس با استفاده از روش پیمایشی، نیروهای محرک انسانی مؤثر بر تغییرات کاربری زمین در روستای سیدمحل و دراسرا در استان مازندران را بررسی کرد. براساس نتایج به دست آمده، درصد زیادی از جنگلها در این روستا تخریب شده و به اراضی مسکونی و کشاورزی تبدیل شده است.

(رضانی و جعفری، ۱۳۹۳) مدل سازی تغییرات کاربری اراضی را برای سال ۱۴۰۴، شهرستان اسفراین استان خراسان شمالی با استفاده از مدل مارکوف و CA-Markov و تصاویر ماهواره ای لندست انجام دادند.

(عبدی و شتایی، ۱۳۸۴)، به منظور بررسی قابلیت داده های سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ در تفکیک و تهیه نقشه اراضی جنگلی زاگرس، داده های رقومی این سنجنده را در حوزه سرخاب خرم آباد در استان لرستان مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. تطابق هندسی با نقشه های رقومی توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و به روش نقاط کنترل زمینی با استفاده از ۱۶ نقطه و دقت ۰/۳۹ پیکسل انجام گردید. پردازش های مختلف نظیر ایجاد تصاویر رنگی، نسبت گیری، تجزیه مؤلفه های اصلی بر روی باندهای اصلی با هدف بارزسازی تصویر و ایجاد تصاویر جدید انجام گردید. بهترین مجموعه باندی برای طبقه بندی ها با استفاده از شاخص آماری واگرایی تعیین گردید. سپس طبقه بندی تصاویر به روش نظارت شده و با

استفاده از زمین و کارکردی است که به آن تعلق می گیرد، این کارکرد ممکن است در مقیاس منطقه یا در مقیاس سکونت گاههای انسانی و شهری باشد. (امیران، ۱۳۸۴)

سیستم اطلاعات مکانی

سامانه اطلاعات مکانی مجموعه ای از روش ها و دستورهای است که به واسطه آنها و در راستای پشتیبانی از فعالیت های مبتنی بر تصمیم گیری می توان هم در داده های فضایی و هم در داده های توصیفی، تسهیلاتی را در ورود، پردازش و تحلیل و در نهایت خروجی گرفتن از داده ها ایجاد کرد. (مالچفسکی، ۲۰۱۰).

سنجش از دور

سنجش از دور فن به دست آوردن اطلاعات درباره یک شیء عارضه یا پدیده ای مربوط به یک منطقه جغرافیایی خاص است که از طریق تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده به وسیله ابزاری است که در تماس فیزیکی با شیء عارضه یا پدیده تحت بررسی نباشد (لیساندو، ۱۳۷۹).

سنجش از دور به عنوان تکنولوژی و علمی تعریف می شود که به وسیله آن می توان بدون تماس مستقیم، مشخصه های یک شیء یا پدیده را تعیین، اندازه گیری یا تجزیه و تحلیل نمود. این تکنیک به عنوان یکی از راههای استاندارد تولید داده های زمین مرجع جای خود را در میان علوم مختلف باز نموده است (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۳).

سنجش از دور و کاربری اراضی

در بین ابزار های مدیریت منابع، سنجش از دور هم از نظر زمان و هزینه بهترین گزینه می باشد. روش های سنجش از دور به دلایل زیر نقش مهمی دارند:

رود. در سال های اخیر کاربری اراضی جنبه رقابتی پیدا کرده است که نتیجه فشار های افزایش جمعیت و کوچکتر شدن نسبت زمین به انسان است (سیاح و همکاران، ۱۳۹۳)

برنامه ریزی کاربری زمین

برنامه ریزی کاربری زمین به معنای چگونگی استفاده و حفاظت از اراضی گفته می شود. این برنامه ریزی باید چارچوبی برای استفاده بهینه از زمین فراهم آورد تا بر اساس این چارچوب از استفاده نامناسب زمین جلوگیری شود (احد نژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۰). بدون برنامه ریزی نمی توان به الگویی بهینه در شهر ها دست یافت، بنابراین برنامه ریزی کاربری اراضی شهری از جنبه های اصلی ساخت شهر است که به کمک آن می توان مشکلات و مسائل شهر ها را حل نمود و نوع استفاده از سرزمین در شهر ها را در راستای ساماندهی مناسب فضایی و ساخت شهر مهیا نمود (روستا و همکاران، ۱۳۹۲).

توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی

توسعه شهری نقش بسیار مهمی در تغییرات کاربری اراضی شهر و کاربری های زمین های اطراف شهر ایفا می کند، مشخص است شهر به هر صورتی که توسعه یابد همراه با تغییر در کاربری اراضی بوده و این تغییرات هم می توانند در جهت مثبت و هم در جهت منفی باشند. هر چقدر میزان گسترش و توسعه شهر بیشتر باشد تغییرات که در کاربری ها ایجاد می شود نیز بیشتر می باشد.

کاربری اراضی و به تبع آن فضا های شهری یکی از مباحث مهم در توسعه کالبدی شهر محسوب می شود، به خاطر اینکه کاربری اراضی شهر و نحوه

ادغام سنجش از دور و GIS می تواند یک روش موثر برای تجزیه و تحلیل الگو های مکانی، زمانی کاربری پوشش اراضی باشد (مویی، ۲۰۱۰). روش های رقومی استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای متنوع اند، عمدتاً روش ها به چهار دسته اصلی برش گذاری، محاسبات تصویری، قطعه بندی و طبقه بندی تقسیم می شوند (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۵). در این تحقیق از روش طبقه بندی استفاده شده است.

طبقه بندی تصاویر ماهواره ای

طبقه بندی یکی از مهمترین اهداف اصلی پردازش تصاویر ماهواره ای است که نتیجه نهایی آن معمولاً ایجاد نقشه ای موضوعی از پوشش زمین با دارا بودن ویژگی کاربری اراضی مشخصی است (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹)

طبقه بندی تصویر تبدیل داده ها به اطلاعات قابل درک است (مونتراکیس و همکاران، ۲۰۱۱). در واقع طبقه بندی یک تصویر فرآیندی اجرایی برای شناسایی کلاس های طیفی مختلف و ارتباط بین انواع پوشش زمینی خاص است (لیلسند و همکاران، ۲۰۰۴). طبقه بندی داده های ماهواره ای به دو صورت کلی نظارت شده و نظارت نشده می باشد.

آشکار سازی پس از طبقه بندی

معروف ترین روش آشکار سازی تغییرات روش آشکار سازی تغییرات پس از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای می باشد. در این روش تصاویر ماهواره ای به صورت موضوعی طبقه بندی شده و سپس اختلاف دو تصویر به دست می آید. این ویژگی ها و سادگی محاسباتی، آنالیز تغییر پس از طبقه بندی را بسیار کاربردی ساخته و متداول ترین روش آشکار سازی تغییرات می باشد. (مدنیان و همکاران، ۱۳۹۱)

مدل و مدل سازی

۱. منطقه وسیعی را پوشش می دهند.
۲. مشکل دستیابی به مناطقی که دسترسی به آنها امکانپذیر نیست حل می کنند.
۳. تفسیر و پردازش تصویر نسبت به نقشه برداری زمینی به مراتب سریع تر و ارزانتر می باشد.
۴. می توان مجموعه ای از داده های موضوعی را برای یک دامنه وسیع از کاربری ها و پوشش زمین مانند جنگل، کشاورزی، مناطق شهری و ... استخراج نمود.

سنجش کمی و رقومی پدیده های سطح زمین، در ارزیابی منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بهترین وسیله در تهیه نقشه های کاربری اراضی محسوب می شود. این تکنولوژی در جهان به گستردگی در تهیه نقشه های کاربری اراضی مورد استفاده قرار می گیرد. (یان، ۲۰۰۳)

تصاویر ماهواره ای

داده های سنجش از دور، داده های چند زمانه ی گرانبهایی درباره فرآیندها و الگوهای تغییر پوشش زمین و کاربری اراضی فراهم میکند. علاوه بر این، گذشته نگری و پوشش سینوپتیک سازگار ماهواره ها، بویژه در مناطقی با تغییرات سریع مفید است. (دیوان و همکاران، ۲۰۰۹)

تکراری بودن تصاویر ماهواره ای از جمله مزایایی است که کاربرد داده های ماهواره ای را در سنجش از دور وسعت می بخشد (علیزاده ربیعی، ۱۳۸۷)

تصاویری که قدرت تفکیک مکانی متوسطی دارند برای استفاده در بحث کاربری اراضی قابل استفاده می باشند.

استخراج اطلاعات از داده های سنجش از دور

مدل CA-Markov یک مدل شبیه سازی پویا است که ترکیبی از مدل زنجیره مارکوف و مدل سلول های خودکار می باشد .

مدل زنجیره مارکوف تغییرات کاربری زمین از یک دوره به دوره دیگر را بیان می کند و از آن به عنوان پایه ای برای نقشه سازی تغییرات آینده استفاده می کند. (ایستمن ۲۰۱۲) مدل مارکوف این امکان را به پژوهشگر می دهد که نسبت به پیش بینی کاربری های آینده با استفاده از داده های موجود اقدام کند .

هر زنجیره مارکوف به وسیله تعدادی از وضعیت ها و احتمالات تغییر بین وضعیت ها مشخص می شود. فرآیند تصادفی $X=[X, t \in \mathbb{N}]$ یک زنجیره مارکوف نامیده می شود، اگر برای هر $t \in \mathbb{N}$ ، $j \in S$ که در آن، S یک مجموعه قابل شمارش است، شرط زیر صادق باشد (حکیم پور، ۱۹۹۷):

$$P[X_{t+1}=j|X_t=i, X_{t-1}=j_1, X_{t-2}=j_2, \dots, X_1=j_1] = P[X_{t+1}=j|X_t=i]$$

در رابطه فوق، P احتمال شرطی است و بیان می کند که نتیجه هر فرآیند در زمان $t+1$ تنها به شرایط در زمان t بستگی دارد . احتمال شرطی

$P_{ij} = P[X_{t+1}=j|X_t=i]$ برای $i, j \in S$ احتمال تغییر وضعیت سیستم از حالت i به j نامیده می شود که به صورت زیر تعریف می گردد (حکیم پور، ۱۹۹۷)

در رابطه فوق $N[X_t=i, X_{t+1}=j]$ ، تعداد تغییرات از وضعیت i به وضعیت j و $N[X_t=i]$ تعداد کل دوره های قرار گرفته در وضعیت i می باشد. معمولاً P_{ij} را با توجه به وضعیت های یک سیستم با یک آرایش مربعی مرتب می کنند و نتیجه آن ماتریس مربع P است که ماتریس تغییر وضعیت زنجیره مارکوف X نامیده می شود:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ P=2 \\ \vdots \\ n \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \dots & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{n0} & P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

مدل تصمیم گیری تجلی ارتباط بین کمیت ها و کیفیت های بخشی از جهان هستی به صورت فیزیکی یا ریاضی است (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰).

در مدل سازی با سیستم اطلاعات مکانی دو هدف اصلی مد نظر است، فهم و پیشبینی.

ساده سازی محیط اطراف جهت تبیین ساده تر برخی مسائل را مدل سازی می نامند . مدل های پیش تغییرات کاربری اراضی، یک ابزار قوی در دسترس برنامه ریزان و سیاستمداران است که اجازه ارزیابی بلند مدت فضایی را می دهد و میتواند عوامل محیطی دخیل در تصمیم گیری هایش را به خوبی بشناسد. به عبارتی این مدل ها باید بتوانند یک خروجی واقعی و منطبق با عوامل دخیل را ارائه دهند. (وردی و همکاران، ۲۰۱۶)

مدل های گسترش شهری تلاش دارند تا بتوانند فاکتور های تبدیلات زمینی و نمایان سازی تغییرات آینده در فضا ها ی شهری بر پایه سیر وقایع تاریخ و نمایان سازی تغییرات فضایی در کاربری اراضی را تشخیص دهند (محمدی و همکاران، ۲۰۱۶)

مدل تلفیقی سلول های خودکار و زنجیره مارکوف

مدل زنجیره های مارکوف به صورت یک فرآیند تصادفی است که وضعیت پیکسل های آینده را بر اساس وضعیت همان پیکسل در گذشته پیش بینی می کند . نتیجه مستقیم حاصل از این مدل، ماتریس احتمال انتقال است، اما در این مدل هیچ درک نقشه ای از وضعیت آینده به دست نمی آید و در پایان مدلسازی نقشه واحدی که نشان دهنده توزیع مکانی کلاسها باشد، تولید نمی گردد. برای رفع این مشکل در دهه ۱۹۵۰ مدل CA مارکوف توسط جان وان نیومن برای اضافه کردن مشخصه مکانی به مدل مارکوف طراحی شد (فان، ۲۰۰۳)

درجه زیر صفر سردترین و ۳۴ درجه بالای صفر گرمترین ماه سال متغیر است. شه میرزاد در مجموع بهار و تابستانی معتدل دارد و سرمای آن از اواخر آبان آغاز تا پایان فروردین ادامه می یابد.

شه میرزاد از نظر آب و هوایی زمستانی سرد و تابستانی معتدل دارد و از لحاظ پوشش گیاهی بسیار سبز و خرم است. همچنین نسبت به شهرهای همسایه اش معمولاً خنک تر است. شرکت کشت و صنعت شه میرزاد به همت جمعی از اهالی شهر در سال ۱۳۶۷ تحت عنوان بزرگترین باغ گردوی جهان به مساحت حدود ۷۵۰ هکتار تاسیس شد. اقتصاد شهر شه میرزاد بر کشاورزی آن تکیه دارد. بطوری که شه میرزاد از اصلی ترین تولیدکنندگان گردو در منطقه است و محصولات گردوی این شهر توان صادراتی بالایی دارد. از دیگر فراورده های منحصر به فرد شه میرزاد میوه آلو است بطوری که از ۱۶۵ هکتار باغات آلوی شهرستان مهدیشهر، ۱۳۵ هکتار آن در شهر شه میرزاد قرار دارد. محصولات زراعی آن شامل گندم، جو، یونجه، شبدر، سیب زمینی، چغندر، حبوبات، سبزیجات و صیفی است. اما محصولات باغی و سردرختی آن از اهمیت و اعتبار بیشتری برخوردار است. مهمترین محصولات باغی و سردرختی شه میرزاد گردو و آلو است. ضمن اینکه سیب، گلابی، آلبالو، به، بادام، آلوچه، گوجه سبز، قطره طلا و برگانی، غوره انگور سنجد، زردآلو، بیدمشک نیز از محصولات دیگر این سرزمین است. فاصله شهر شه میرزاد از مرکز استان حدود ۲۵ کیلومتر می باشد. جمعیت شهر شه میرزاد طبق سرشماری سال ۱۳۸۵، برابر با ۷,۲۳۸ نفر بوده که در سال ۱۳۹۰ به ۸,۸۸۲ نفر افزایش یافته و طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، برابر با ۱۹۱,۱۱ نفر می باشد. ارتفاع مرکز شه میرزاد از سطح دریا ۱۹۳۵ متر می باشد. البته شایان ذکر است که به دلیل بیلاقی بودن منطقه جمعیت آن در فصل

ماتریس احتمال انتقال بیان گر احتمال تغییر هر طبقه کاربری اراضی سرزمین به دیگر طبقات نقشه های مربوط به سال هایی است که به زنجیره مارکوف وارد شده اند. ماتریس مناطق تبدیل بیان گر تعداد سلول هایی است که انتظار می رود از هر طبقه کاربری به انواع دیگر آن تغییر یابد (ایستمن، ۲۰۰۶).

مدل ساز تغییرات زمین

مدل ساز تغییر زمین با اجرای خودکار و کاربر پسند، تحلیل های پیچیده مربوط به تغییرات کاربری، مدیریت منابع و ارزیابی زیستگاه را به شکل ساده ای میسر کرده است (وفایی، ۱۳۹۱)

قابلیت های مدل ساز تغییر زمین به شرح زیر می باشد:

- ۱- مدل اسزی و پیش بینی محیط به منظور تهیه سناریو آینده
- ۲- پایش و تجزیه و تحلیل تغییرات زمین

داده ها و روش ها

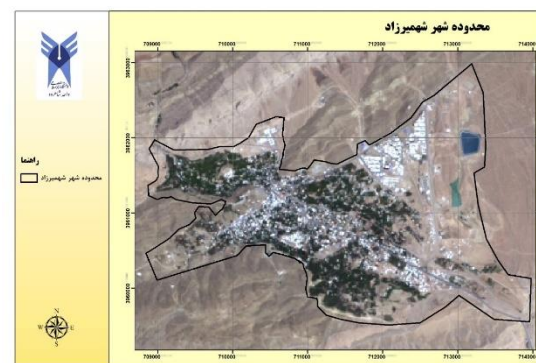
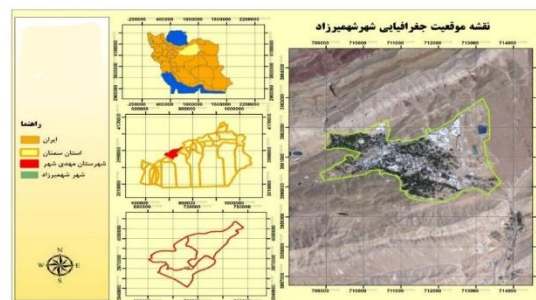
منطقه مورد مطالعه

شه میرزاد در منطقه ای کوهستانی، در ۲۵ کیلومتری شمال سمنان و در دامنه کوه های البرز شمالی واقع شده و دارای طول و عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۰۵۰ متر می باشد. رشته کوه البرز مانند سدی شمال محدوده را در می گیرد با توجه به اینکه ارتفاع رشته کوه های البرز از مرکز به سمت شرق کاهش می یابد در نتیجه کوه های نسبتاً مرتفعی شمال منطقه را در بر گرفته است. بلندترین قله شه میرزاد با ارتفاع ۳۹۶۵ متر نیزوا نام دارد که در منطقه دهستان چاشم قرار گرفته است. میانگین دما سالیانه ۳/۸ درجه سانتیگراد می باشد که بین ۱۶

سرد و گرم متغیر است. بطوری که در فصل های بهار و تابستان جمعیت شهیرزاد افزایش چشمگیری می یابد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره ای

ماهواره	سنجنده	تاریخ تصویر میلادی	تاریخ تصویر شمسی	دقت مکانی
لندست ۴-۵	TM	June/15/1999	۱۳۷۸/خرداد/۲۵	۳۰
لندست ۴-۵	TM	June/26/2009	۱۳۸۸/تیر/۵	۳۰
لندست ۸	OLI	June/22/2019	۱۴۰۰/تیر/۱۱	۳۰



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه



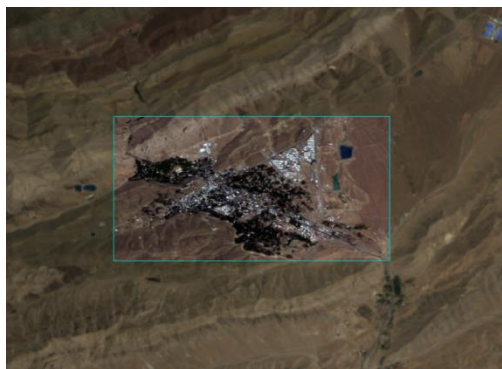
شکل ۲-

تصاویر ماهواره لندست از محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش از نرم افزارهای سنجش از دور و پردازش رقومی تصاویر و همچنین اطلاعات مکانی مانند Arc GIS 10.5، Google Earth، Envi و 5.3 Terrset استفاده شده است. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه شهری می باشد از نقشه های طرح تفصیلی جهت شناسایی کاربری ها استفاده شده است که کمک شایانی به شناسایی

لایه های اطلاعاتی مورد نیاز و جمع آوری داده ها در این پژوهش برای تهیه نقشه های کاربری اراضی از تصاویر ماهواره ای استفاده می شود، تصاویر ماهواره ای به دلیل در دسترس بودن، رایگان بودن و موجود بودن برای زمان های مختلف مناسب می باشند. نقشه های استفاده شده در این پژوهش از سایت USGS.GOV به صورت رایگان دانلود شده استفاده گردیده است. تصاویر دانلود شده مربوط به ماهواره لندست می باشد که در جدول زیر مشخصات زمانی و نوع سنسورهای دریافتی این تصاویر آمده است.

استفاده از دستور Quick Atmospheric Correction بر روی تصویر اعمال می شود.



شکل ۳- تصویر برش خورده و تصحیح اتمسفری و رادیومتریک شده ماهواره لندست

عملیات طبقه بندی تصاویر ماهواره ای

طبقه بندی تصاویر ماهواره ای به دو دسته کلی نظارت شده (Supervised Classification) و نظارت نشده (Unsupervised Classification) تقسیم می نمایند. در روش نظارت نشده طبقه بندی تصاویر به صورت اتوماتیک صورت می گیرد ولی در روش نظارت شده طبقه بندی با استفاده از اطلاعات اولیه که شامل نمونه های معلوم و کلاس های مشخص انجام می شود. در این تحقیق طبقه بندی بر اساس روش نظارت شده انجام گرفته است.

قبل از انجام عملیات طبقه بندی تصاویر با استفاده از روش نظارت شده نیاز است که کلاس های مورد نظر تعریف شوند.

تعریف کلاس های طبقه بندی

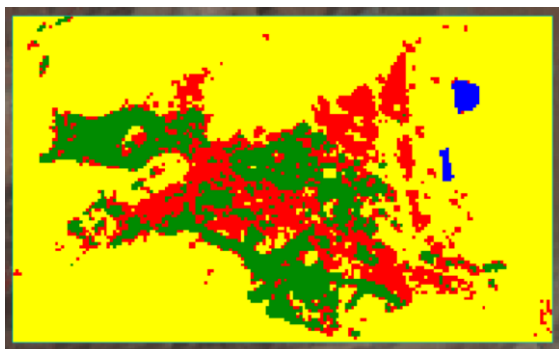
از مهم ترین و اولین اقداماتی که در عملیات طبقه بندی انجام می شود و در مراحل بعدی نتایج طبقه بندی بسیار موثر خواهد بود تعریف کلاس ها می

کاربری ها و طبقه بندی تصاویر شده است. علاوه بر این بر اساس بازدید میدانی اطلاعات مربوط به مناطق و کاربری ها به وسیله GPS برداشت شده است. از داده های زمینی برداشت شده می توان جهت تخمین دقت کلاس های طبقه بندی و فرایند اعتبار سنجی نتایج استفاده کرد.

پیش پردازش تصاویر ماهواره ای

پیش پردازش تصاویر ماهواره ای برای آماده نمودن تصاویر برای انجام سایر پردازش ها می باشد در این تحقیق تصاویر ماهواره ای برای ورود به عملیات طبقه بندی آماده می شوند. نوع پردازش هایی که بر روی تصاویر انجام می شود کاملاً به نحوه استفاده از تصاویر بستگی دارد. عمده ترین پیش پردازش های لازم برای طبقه بندی عبارتند از: تصحیح رادیو متریکی، تصحیح هندسی، تقلیل باندها، انجام محاسبات تصویری، اعمال فیلتر (اکبری و همکاران، ۱۳۹۲)

تصاویر سنجش از دور همیشه دارای خطا می باشند خطاهایی که برای مقادیر ثبت شده برای پیکسل ها رخ می دهد و همچنین خطاهایی که در هندسه تصویر ایجاد می شود. خطای اول را خطاهای رادیومتریکی و خطای دوم را خطای هندسی می گویند. تصاویر سنجنده های ماهواره لندست قبل از انتشار تصحیح هندسی می شود و دیگر نیازی به انجام تصحیحات هندسی بر روی این تصاویر نمی باشد. تصحیحات رادیومتریکی بر روی تصاویر منتخب با استفاده از دستور Radiometric Calibration در نرم افزار ENVI صورت گرفت. این دستور علاوه بر این که تصحیحات رادیومتریکی را بر روی تصاویر اعمال می کند امکان برش تصاویر را هم به کاربر می دهد که با استفاده از این دستور میتوان منطقه مورد نظر را برش زد و تصحیحات رادیومتریکی را بر روی آن اعمال کرد. در مرحله بعد تصحیحات اتمسفری با



شکل ۴- شکل ۳-۱۰. تصویر طبقه بندی شده ماهواره لندنست به روش SVM

بررسی میزان خطای طبقه بندی

برای محاسبه ضریب کاپا و میزان صحت کلی طبقه بندی باید نمونه های آموزشی به عنوان نمونه های تست شده تهیه شود. منظور از نمونه های تست شده نمونه هایی هستند که نوع آنها بر روی زمین و تصاویر کاملا مشخص باشد و برای این منظور برداشت می شوند که نرم افزار این نمونه ها را با نتایج حاصل از طبقه بندی مقایسه و دقت طبقه بندی مشخص می شود.

نتایج مربوط به طبقه بندی تصاویر سال ۱۹۹۹ نشان از صحت ۹۵.۷۷ درصدی و ضریب کاپا ۰.۹۲۳ است، که بیانگر قابل قبول بودن فرآیند طبقه بندی می باشد.

Class Confusion Matrix				
Confusion Matrix: E:\pors\RS\2000\landst_1999_class.dat				
Overall Accuracy = (204/213) 95.7746%				
Kappa Coefficient = 0.9234				
	Ground Truth (Pixels)			
Class	Garden	Residential	Aride	Total
Unclassified	0	0	0	0
garden	16	8	1	43
residential	0	16	0	16
aridland	0	4	132	136
Total	36	24	133	213
	Ground Truth (Percent)			
Class	Garden	Residential	Aride	Total
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
garden	100.00	15.20	0.75	19.25
water	0.00	0.00	0.00	0.00
residential	0.00	66.67	0.00	3.21
aridland	0.00	16.67	99.25	63.85
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
	Commission (Percent)		Omission (Pixels)	
Class	Commission (Percent)	Omission (Pixels)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)
garden	12.20	0.00	8.41	0.26
water	0.00	0.00	0.20	0.20
residential	0.00	33.33	0.16	9.24
aridland	2.94	0.75	4.136	1.133
	Prod. Acc. (Percent)		User Acc. (Pixels)	
Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Pixels)	Prod. Acc. (Pixels)	User Acc. (Pixels)
garden	100.00	87.50	16.24	36.81
water	100.00	100.00	20.20	20.20
residential	95.62	100.00	16.24	15.16
aridland	99.25	97.06	132.133	132.136

شکل ۵. محاسبه دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به سال ۱۹۹۹

باشد. کلاس های طبقه بندی بر اساس هدف پروژه و خواست کاربر مشخص می شود، که عبارتند از اراضی باغی، مسکونی، آبی و اراضی بایر

انتخاب و اعمال الگوریتم طبقه بندی

بر اساس نیاز و هدف ما از طبقه بندی تصاویر میتوان از روش های ساده یا پیشرفته طبقه بندی تصاویر استفاده کرد. واضح است که روش های ساده از زمان کمتر پردازش همچنین دقت کمتر و روش های پیشرفته از زمان بیشتر پردازش و دقت بیشتری برخوردار هستند. الگوریتم انتخابی برای انجام این تحقیق الگوریتم طبقه بندی کننده ماشین بردار پشتیبان می باشد که یک روش طبقه بندی کننده دودویی که دو کلاس را با استفاده از یک مرز خطی از هم جدا می کند (کشاورز و قاسمیان، ۱۳۸۴)، به عبارت دیگر تعدادی از نقاط آموزشی که کمترین فاصله تا مرز تصمیم گیری را دارند به عنوان بردار پشتیبان می باشند.

طبقه بندی SVM یک روش طبقه بندی باینری است که با تعیین یک صفحه تفکیک کننده بهینه در فضای ویژگی داده های آموزشی، کلاسهای مختلف را با حداکثر جدایی بین آنها، تفکیک می نماید. فرا صفحه که حداکثر حاشیه را بین دو کلاس فراهم می نماید، فرا صفحه بهینه و داده های نزدیکتر به فرا صفحه، بردارهای پشتیبان نامیده میشوند. (پتروپولوس و همکاران، ۲۰۱۰)

انجام پردازش طبقه بندی

پس از تهیه نمونه های آموزشی و مشخص کردن آنها در نرم افزار طبقه بندی تصاویر برای هر سه تصویر به صورت جدا گانه با استفاده از روش SVM انجام گردید.

پایش تغییرات کاربری اراضی و شبیه سازی توسعه شهری

با استفاده از ابزار مدل ساز این امکان وجود دارد که تغییرات کاربری اراضی رخ داده در طول یک دوره زمانی را تحلیل و نقشه آن را تهیه کرد. برای این کار لازم است نقشه کاربری اراضی مربوط به دو دوره وارد نرم افزار ENVI شده و مدل آینده برای آنها ایجاد شود. برای این کار ابتدا نقشه کاربری تهیه شده که دارای ساختار برداری هستند به نرم افزار Terrset وارد و ساختار آنها با اندازه سلول ۳۰ متر به رستر تبدیل می شود. سپس با استفاده از این نقشه ها تغییرات رخ داده ابتدا در بازه زمانی سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ مدل سازی سپس از مدل تغییر کاربری اراضی برای سال ۲۰۲۹ تهیه می شود.

برای تحلیل تغییرات و شبیه سازی توسعه شهری با استفاده از نقشه های طبقه بندی شده از تصاویر ماهواره لندست سال های ۱۹۹۹، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹ استفاده می شود. اما نقشه ای که به عنوان نقشه پایه برای شبیه سازی سال ۲۰۲۹ مورد استفاده قرار می گیرد تصویر سال ۲۰۱۹ می باشد. اما برای اینکه بدانیم پیش بینی ما درست است یا نه یک اعتبار سنجی از روی تصویر سال ۲۰۰۹ انجام می گیرد تا تغییرات در سال ۲۰۱۹ را نشان دهد و اگر این اعتبار سنجی ما درست باشد در مرحله دوم اقدام به شبیه سازی نقشه کاربری اراضی و توسعه شهری مربوط به سال ۲۰۲۹ می کنیم. از آنجا که فاصله زمانی تصاویر مورد استفاده در این تحقیق ۱۰ سال بوده، بنابراین فاصله زمانی پیش بینی شده نیز همان ۱۰ سال است. در این قسمت از مدل CA-MARKOV در محیط نرم افزار Terrset استفاده می شود.

به صورت کلی فرآیند شبیه سازی توسعه شهری در سه مرحله انجام می شود.

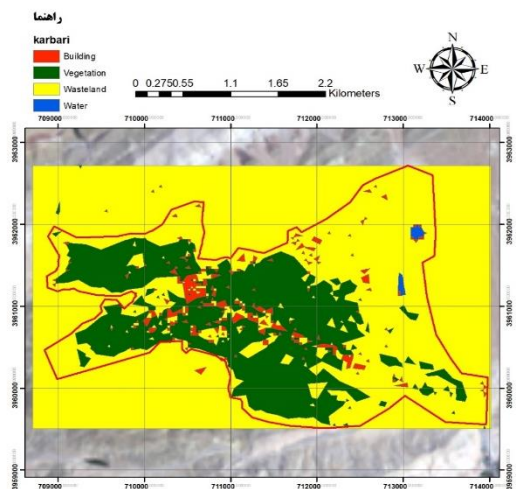
Class	Ground Truth (Pixels)	Water	Aride	Total
Unclassified	0	0	0	0
residential	63	0	0	63
garden	0	51	0	51
water	0	0	44	44
aridland	0	0	0	0
Total	75	55	44	235

شکل ۶. محاسبه دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به سال ۱۹۹۹

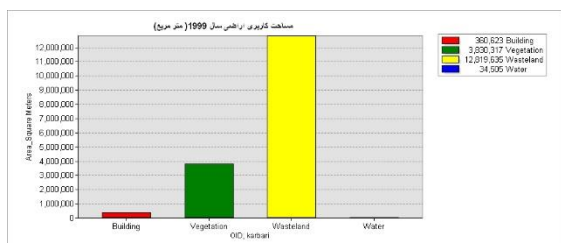
Class	Ground Truth (Pixels)	Water	Aride	Total
Unclassified	0	0	0	0
residential	129	0	2	130
garden	3	48	3	54
water	0	0	132	132
aridland	0	0	0	0
Total	136	48	134	450

شکل ۷. محاسبه دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به سال ۱۹۹۹

بیشترین دقت مربوط به مناطق باغی و آبی بوده در مقابل مناطق مسکونی نسبت به سایر طبقات دقت کمتری دارند. نتایج مربوط به طبقه بندی تصاویر سال ۲۰۰۹ نشان از صحت ۹۳.۱۹ درصدی و ضریب کاپا ۰.۹۰ است، که بیانگر قابل قبول بودن فرآیند طبقه بندی می باشد. بیشترین دقت مربوط به مناطق بایر و آبی بوده در مقابل مناطق مسکونی نسبت به سایر طبقات دقت کمتری دارند. میزان دقت کلی برای تصویر سال ۲۰۱۹ برابر ۹۷.۱۱ درصد و ضریب کاپا برابر ۰.۹۶ به دست آمد که مقدار مناسبی می باشد. پهنه های آبی و باغی از دقت بالاتری نسبت به اراضی مسکونی و بایر برخوردار هستند.



شکل ۸. نقشه تصویر طبقه بندی شده شهر شه میرزاد در سال ۱۹۹۹



شکل ۹. مساحت کاربری های استخراج شده سال ۱۹۹۹

بیشترین کاربری مربوط به اراضی بایر با مساحت ۱۲۸۱۹۶۳۵ متر مربع و پس از آن کاربری اراضی باغی و گیاهی با مساحت ۳۸۳۰۳۱۷ متر مربع باشد. همچنین میزان کاربری مسکونی برای سال ۱۹۹۹ برابر ۳۶۰۶۲۳ متر مربع می باشد، کاربری آبی هم محدود می باشد که آن هم به صورت مصنوعی ایجاد شده است.

- ایجاد ماتریس گذار با استفاده از تحلیل زنجیره مارکوف
- ایجاد نقشه های تناسب مکانی یا نقشه های شایستگی
- استفاده از ماتریس گذار حاصل از تحلیل زنجیره مارکوف و نقشه های تناسب مکانی کلاس های کاربری اراضی و نقشه های پایداری

ایجاد ماتریس گذار با استفاده از زنجیره مارکوف

برای به دست آوردن و محاسبه ماتریس احتمال گذار از نقشه کاربری اراضی حاصل از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای ۲۰۰۹-۲۰۱۹ استفاده می شود. این کار در محیط نرم افزار Terrset با استفاده از تابع مارکوف انجام می گیرد. این ماتریس به صورت جدول متقاطع می باشد. برای پیش بینی تصاویر آینده ۱۰ سال را مد نظر قرار می دهیم.

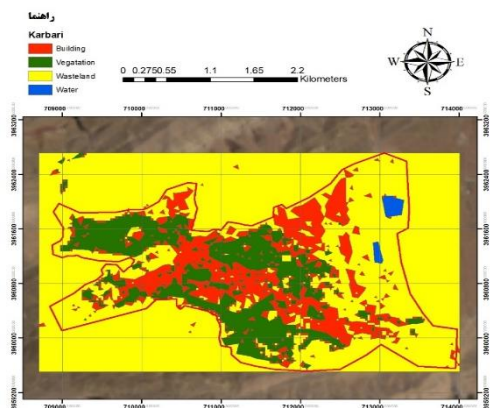
۲۰۱۹				سال
Wasteland	water	Vegetation	Building	
0.0979	0.0000	0.0527	0.8493	Building
0.0533	0.0000	0.7848	0.1619	Vegetation
0.0096	0.9904	0.0000	0.0000	water
0.9142	0.0001	0.0091	0.0766	Wasteland

جدول ۲. ماتریس احتمال گذار بین کاربری های سال ۲۰۰۹-۲۰۱۹

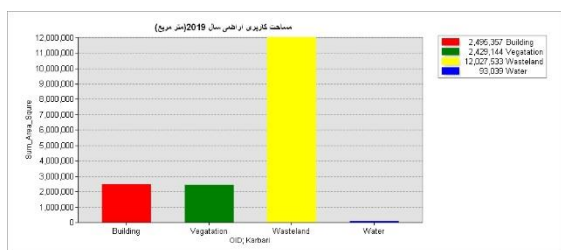
نتایج و یافته ها

تصاویر طبقه بندی شده

پس از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و سنجش دقت آنها با استفاده از ضریب کاپا و دقت کلی در این مرحله تحلیل تغییرات کاربری اراضی شهر شه میرزاد در سه مقطع سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹ انجام شد.

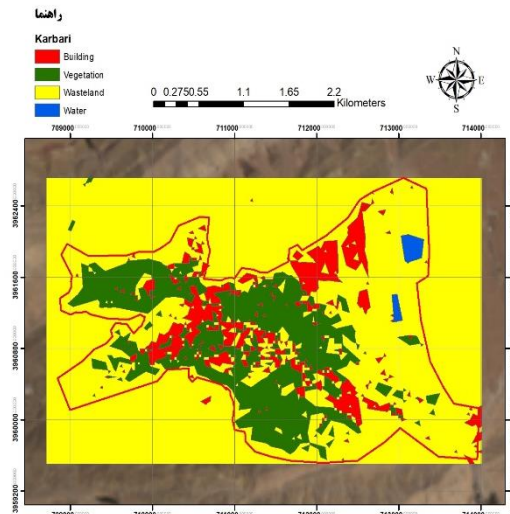


شکل ۱۱. نقشه تصویر طبقه بندی شده شهر شه میرزاد در سال ۲۰۱۹

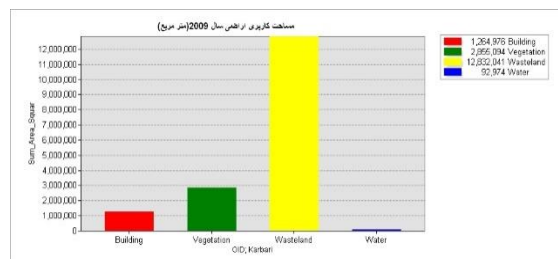


شکل ۱۲. مساحت کاربری های استخراج شده سال ۲۰۱۹

در سال ۲۰۱۹ کاربری زمین های بایر بیشترین سهم را داشته با مساحت حدود ۱۲۰۲۷۵۳۳ متر مربع و نواحی مسکونی و انسان ساخت با مساحت حدود ۲۴۹۵۳۵۷ متر مربع در جایگاه بعدی قرار دارند. اراضی باغی و پوشش گیاهی نیز به مساحت ۲۴۲۹۱۴۴ متر مربع می باشد. اراضی آبی هم مانند دهه های قبل به صورت اندک و آن هم به صورت مصنوعی ایجاد شده اند.



شکل ۱۰. نقشه تصویر طبقه بندی شده شهر شه میرزاد در سال ۲۰۰۹



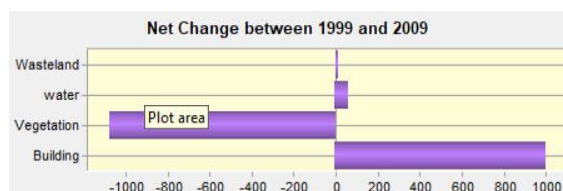
شکل ۱۱. مساحت کاربری های استخراج شده سال ۲۰۰۹

تصاویر طبقه بندی مربوط به سال ۲۰۰۹ نشانگر این موضوع است که بخش قابل توجهی از کاربری مربوط به اراضی بایر با مساحت ۱۲۸۳۲۰۴۱ متر مربع و بعد از آن کاربری باغی و گیاهی با مساحت ۲۸۵۵۰۹۴ متر مربع می باشد. اراضی مسکونی و انسان ساخت هم ۱۲۶۴۹۷۶ متر مربع را به خود اختصاص داده است. میزان کاربری آبی هم محدود می باشد که آن هم به صورت مصنوعی ایجاد شده است.

سنجش تبدیل کاربری ها

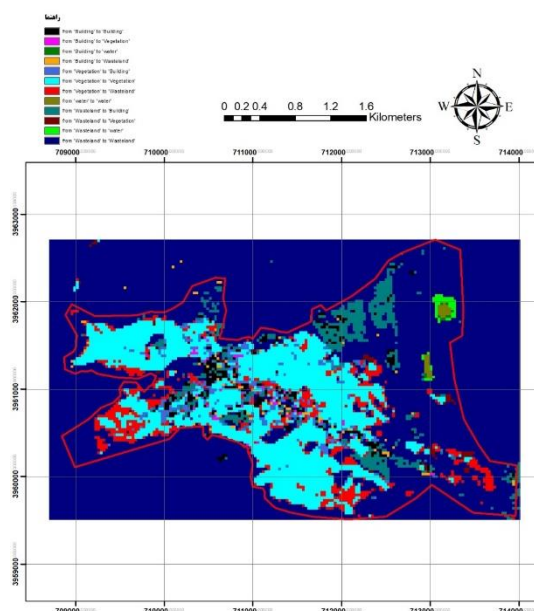
سنجش تغییرات اراضی دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۹

گیاهی می باشد و بیشترین کاربری به دست آمده و تغییرات مثبت داشته است کاربری مسکونی بوده است. رنگ سبز نشان دهنده افزایش و رنگ بنفش نشان دهنده کاهش و از دست دادن کاربری می باشد.



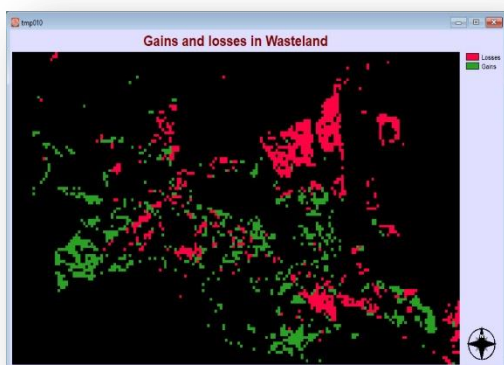
شکل ۱۴. نقشه تبدیل کاربری ها ، سال ۲۰۰۹-۱۹۹۹

بیشترین تغییرات در بین سالهای ۱۹۹۹-۲۰۰۹ در کاربری باغی و گیاهی به صورت منفی و کاربری مسکونی و انسان ساخت به صورت مثبت رخ داده است.



شکل ۱۳. نقشه تبدیل کاربری ها ، سال ۲۰۰۹-۱۹۹۹

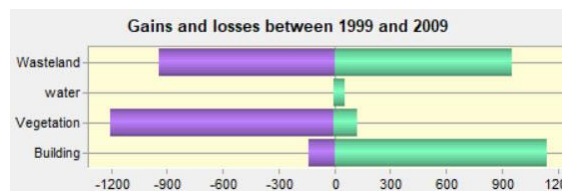
با بررسی نتایج طبقه بندی و آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ به صورت کلی حاکی از بیشترین تغییر در تبدیل کاربری باغی و گیاهی به اراضی بایر با حدود ۲۰ درصد می باشد که نشان دهنده تغییر کاربری اراضی باغی و گیاهی و از بین بردن پوشش گیاهی زمین ها باغی به جهت تفکیک و تغییر کاربری این زمین ها به اراضی مسکونی و انسان ساخت می باشد .



شکل ۱۴. نقشه تغییرات مثبت و منفی کاربری زمین های بایر ، سال ۲۰۰۹-۱۹۹۹



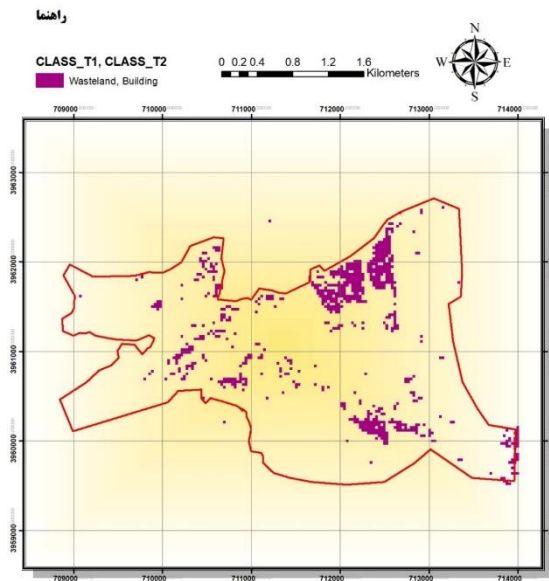
شکل ۱۵. نقشه تغییرات مثبت و منفی کاربری زمین های باغی ، سال ۲۰۰۹-۱۹۹۹



شکل ۱۴. نمودار تغییرات مثبت و منفی کاربری ها ، سال ۱۹۹۹-۲۰۰۹

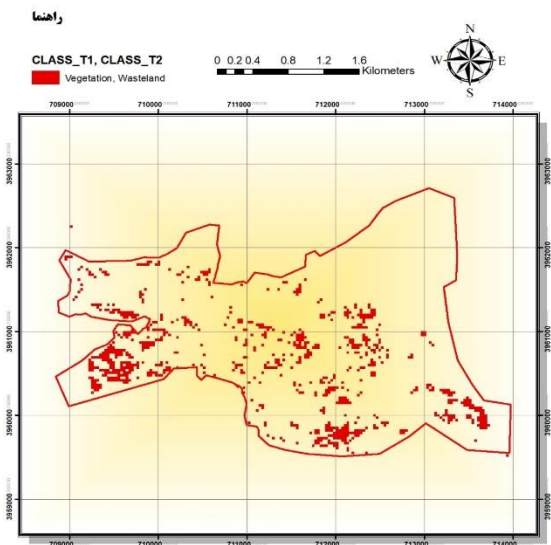
بررسی نمودار خروجی نرم افزار Terrset هم نشان دهنده این است که بیشترین کاربری که در بین سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ از بین رفته کاربری باغی و

شکل ۱۷. نقشه تغییر کاربری باغی و گیاهی به اراضی مسکونی و انسان ساخت، سال ۱۹۹۹-۲۰۰۹



شکل ۱۸. نقشه تغییر اراضی بایر به اراضی مسکونی و انسان ساخت سال ۱۹۹۹-۲۰۰۹

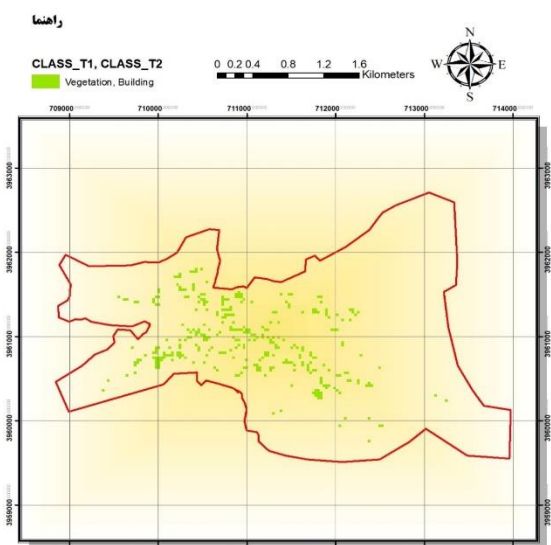
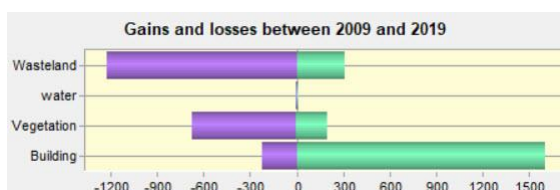
بررسی نقشه روجی نرم افزار Terrset هم نشان دهنده واقعیت است که در بین سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ چه حجمی از زمین های باغی و گیاهی از بین رفته و تبدیل به سایر کاربری ها شده اند (رنگ قرمز) در مقابل رنگ سبز که از سایر کاربری ها تبدیل به کاربری باغی و گیاهی شده اند که بسیار کم می باشد.



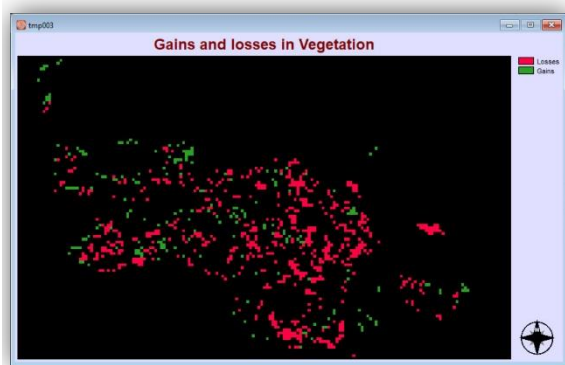
شکل ۱۶. نقشه تغییر کاربری باغی و گیاهی به اراضی بایر، سال ۱۹۹۹-۲۰۰۹

سنجش تغییرات اراضی دوره ۲۰۰۹-۲۰۱۹

بررسی این دوره زمانی نشان می دهد تغییرات قابل توجهی در بخش اراضی باغی و پوشش گیاهی اتفاق افتاده و تغییر آن هم به در جهت اراضی مسکونی و انسان ساخت بوده است. به طور مثال حدود ۱۶.۱۸ درصد از اراضی باغی و پوشش گیاهی از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ به مناطق انسان ساخت و مسکونی تبدیل شده است و همچنین حدود ۷.۶۶ درصد از اراضی بایر به اراضی انسان ساخت و مسکونی و ۵.۳۳ درصد از اراضی باغی به زمین های بایر تبدیل شده است.



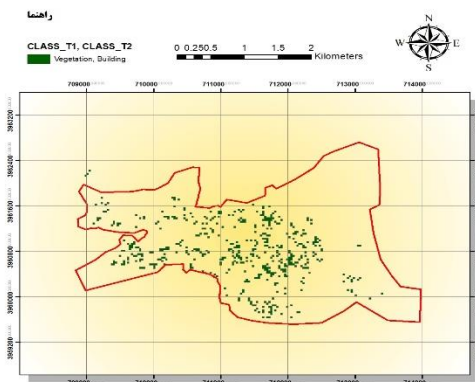
تبدیل به اراضی بایر شده بودند در این مرحله به سایر کاربری ها که عمدتاً مسکونی و انسان ساخت است تبدیل شده اند.



شکل ۲۳. نقشه تغییرات مثبت و منفی کاربری زمین های باغی ، سال ۲۰۱۹-۲۰۰۹

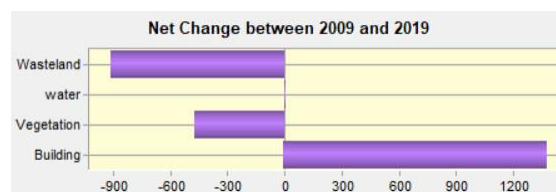
بررسی نقشه خروجی نرم افزار Terrset هم

نشان می دهد بین سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ چه حجمی از زمین های باغی و گیاهی از بین رفته و تبدیل به سایر کاربری ها شده اند (رنگ قرمز) در مقابل رنگ سبز که نشان از تبدیل سایر کاربری ها به کاربری باغی و گیاهی است که بسیار کم می باشد.



شکل ۲۴. نقشه تغییر اراضی باغی و گیاهی به مسکونی و انسان ساخت ، سال ۲۰۱۹-۲۰۰۹

بررسی نمودار خروجی نرم افزار Terrset هم نشان می دهد که بیشترین کاربری که در بین سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ از بین رفته کاربری زمین های بایر می باشد و بیشترین کاربری که تغییرات مثبت داشته است کاربری مسکونی بوده است. رنگ سبز نشان دهنده افزایش و رنگ بنفش نشان دهنده کاهش و از دست دادن کاربری می باشد.

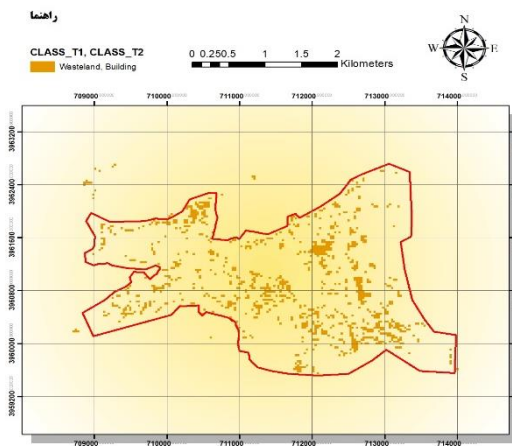


شکل ۲۱. نمودار بیشترین تغییرات کاربری ها ، سال ۲۰۱۹-۲۰۰۹



شکل ۲۲. شکل ۲۸-۴. نقشه تغییرات مثبت و منفی کاربری زمین های بایر ، سال ۲۰۱۹-۲۰۰۹

بررسی نقشه خروجی نرم افزار Terrset هم نشان دهنده این واقعیت است که در بین سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ چه حجمی از زمین های بایر تبدیل به سایر کاربری ها شده اند، (رنگ سبز) و چه مقدار هم از سایر کاربری ها به اراضی بایر (رنگ قرمز) تبدیل شده اند . البته همان گونه که در تصویر مشاهده می شود تغییرات کاربری زمین های بایر در دوره ده ساله ۱۹۹۹-۲۰۰۹ دقیقاً عکس این تصویر بود که نشان دهنده این موضع است که در این مرحله اراضی که در دهه های قبل تغییر کاربری داده شده بودند و



شکل ۲۶. نقشه تغییر اراضی بایر با اراضی مسکونی و انسان ساخت سال ۲۰۱۹-۲۰۰۹.

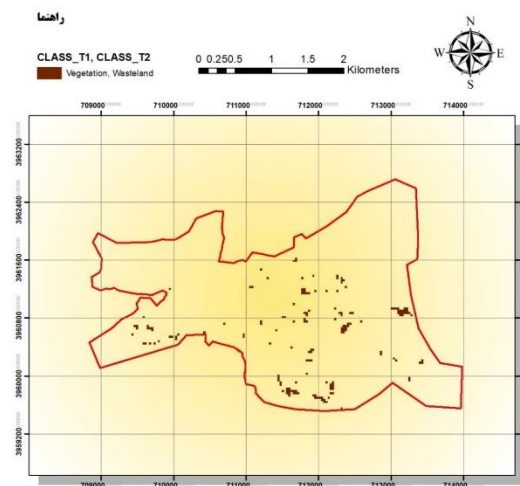
همانطور که نشان داده است و با بررسی نتایج طبقه بندی و آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ مساحتی بالغ بر ۹۸۱۰۰۰ متر مربع معادل ۸ درصد از اراضی بایر در محدوده شهر شه میرزاد به اراضی مسکونی و انسان ساخت تبدیل شده است.

مقایسه مساحت کاربری هادرسالهای ۱۹۹۹-۲۰۱۹

کلاس	سال	۱۹۹۹	۲۰۰۹	۲۰۱۹
Building (مسکونی و انسان ساخت)		۳۶۰۶۲۳	۱۲۶۴۹۷۶	۲۴۹۵۳۵۷
Vegetation (باغی و گیاهی)		۲۸۲۰۳۱۷	۲۸۵۵۰۹۴	۲۴۲۹۱۴۴
Wasteland (بایر)		۱۲۸۱۹۶۳۵	۱۲۸۲۲۰۴۱	۱۲۰۲۷۵۳۳
Water (آبی)		۳۴۵۰۵	۹۲۹۷۴	۹۳۰۳۹

همانطور که مشاهده می شود متأسفانه شاهد افزایش بی رویه کاربری مسکونی و انسان ساخت در طی سال های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۹ می باشیم ، افزایش بی رویه باعث تغییر کاربری ها

همانطور که نشان داده است و با بررسی نتایج طبقه بندی و آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ مساحتی بالغ بر ۴۵۹۰۰۰ متر مربع معادل ۱۶ درصد از اراضی باغی و گیاهی در محدوده شهر شه میرزاد به اراضی مسکونی و انسان ساخت تبدیل شده است.



شکل ۲۵. نقشه تغییر اراضی باغی و گیاهی به بایر ، سال ۲۰۰۹-۲۰۱۹

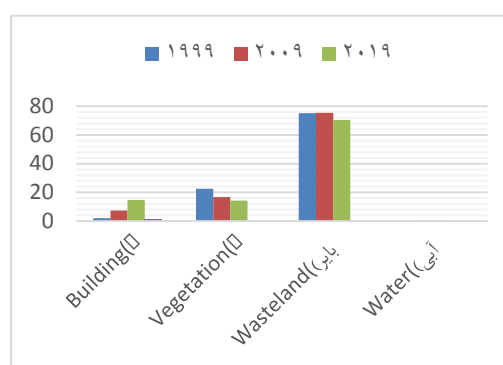
همانطور که نشان داده است و با بررسی نتایج طبقه بندی و آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ مساحتی بالغ بر ۱۵۱۲۰۰ متر مربع معادل ۵ درصد از اراضی باغی و گیاهی در محدوده شهر شه میرزاد به اراضی بایر تبدیل شده است.

تبدیل شده اند. بررسی این نتایج و تغییرات با واقعیت های روی زمین نیز منطبق می باشد و نشان دهنده این موضوع است که توسعه فیزیکی شهر متاسفانه باعث تخریب و از بین بردن بسیاری از اراضی باغی و کشاورزی به صورت گسترده در شهر شه میرزاد می باشد.

پیشنهادها

۱. استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک مکانی بالاتر برای دست یابی به نقشه های کاربری اراضی با دقت بیشتر
۲. ارائه الگویی برای مدیریت اراضی در راستای اهداف توسعه از طریق حذف یا کاهش دخالت های غیر اصولی انسان در تغییر دادن کاربری اراضی
۳. تحقیق دقیق تر و جلوگیری از بروز تغییرات مخرب در اراضی باغی و زراعی در منطقه مورد مطالعه
۴. با توجه به کاهش قابل توجه اراضی باغی و زراعی در منطقه مورد مطالعه برنامه ریزی جهت جبران بخشی از این تخریب صورت پذیرد.
۵. از سایر مدل های کاربری و پوشش اراضی مانند **Geomod** برای پیش بینی تغییرات رخ داده استفاده شود و توانایی سایر مدل ها نیز در برآورد تغییرات آتی سنجیده شود.

بدون برنامه ریزی شده و نیز کاهش شدید اراضی باغی و گیاهی شده است. پیش بینی می شود اگر با همین روند فعلی تغییر کاربری ها ادامه پیدا کند سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۱۹۹۹ حدود ۴۰ درصد از اراضی باغی و گیاهی تغییر کاربری داده خواهند شد.



شکل ۲۶. نمودار سهم هر یک از کاربری ها از

مساحت کل کاربری ها (درصد)

نتایج و بحث

نتیجه گیری

در یک ارزیابی کلی از روند تغییر در کاربری ها در شهر شه میرزاد میتوان به مسئله رشد اراضی شهری و انسان ساخت به صورت قابل توجهی اشاره کرد. در واقع توسعه بخش مسکن در این ۲۰ سال مشهود بوده است، که این افزایش با تغییر و تخریب بخش قابل توجهی از اراضی باغی و مزروعی رخ داده است. بررسی ها نشان می دهد که طی ۱۰ سال اول یعنی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ بسیاری از اراضی باغی و مزروعی خشک شده و به اراضی بایر (بدون پوشش گیاهی) تبدیل شده و در سالهای بعد به مرور مجدداً تغییر کاربری داده و به اراضی مسکونی و انسان ساخت

[7]. -زبیری، محمد و علیرضا مجد (۱۳۸۰)، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، موششه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

[8]. -زبیری، محمود و احمد دالکی، (۱۳۹۰) اصول تفسیر عکس های هوایی با کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۳ص.

[9]. -ساسان، و، (۱۳۹۱) پایش و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور و GIS منطقه مورد مطالعه: منطقه مریوان، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

[10]. -سلیمان، س.، (۱۳۹۰) آشکارسازی تغییرات و پیش بینی رشد فیزیکی شهر با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: شهر اربیل، عراق)، دانشکده انسانی، دانشگاه علوم تحقیقات تهران

[11]. -صبح زاهدی، ش (۱۳۹۱) گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مقایسه ۴ روش طبقه بندی نقشه های اراضی و پوشش با استفاده از داده های سنجش از دور (۱۳۸۱-۱۳۸۳) پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، صفحه ۲۰.

[12]. -عزیزی قلاتی، سارا (۱۳۹۲)، مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیکهای سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی در منطقه کوهمره سرخی استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز

[13]. -فاطمی، سید باقر و رضایی یوسف. (۱۳۸۴) مبان یسنجش از دور، چاپ اول، انتشارات آزاده

[14]. -کاظم علوی پناه، سید کاظم، چاپ ۹۵، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین

[15]. -مباشری، محمد رضا. (۱۳۸۹) مبانی فیزیک در سنجش از دور و فناوری ماهواره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی.

منابع فارسی

[1]. -ارسطو، بهروز و منصور قدرتی، ۱۳۹۳، کارآمدی سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات و آینده پژوهی با رویکرد آمایش فضایی، اولین همایش ملی رویکردهای نوین آمایش سرزمین در ایران، سمنان، دانشگاه سمنان

[2]. -امامقلی، معروف، شاهدی، کاکا، فرهودی، خسروی، & خه بات. (۲۰۱۴). بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک های GIS و RS و ارزیابی اقتصادی آن در مقایسه با تغییرات هدررفت خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد آزاد). اکوسیستم های طبیعی ایران. (۳)۵، ۱۵-۲۸.

[3]. -آیانی حمیده، نورالهی یونس، & بابایی کفاکی ساسان. بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثر عوامل فیزیوگرافیک در توزیع تغییرات با استفاده از سنجش از دور و GIS، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰

[4]. -رجب زاده فائزه. تغییرات کاربری اراضی جنوب غرب تهران با استفاده از تکنیک سنجش از دور و زنجیره مارکوف. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۵

[5]. -روشن نژاد، ع.، آموزش GIS مفاهیم بنیادین در GIS، شهر نگار ۵ و ۶، تابستان و پاییز ۱۳۷۷.

[6]. -رهنما، محمد رحیم؛ محمد اجزاشکوهی و بهنام عطا، ۱۳۹۶، آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی شهر گنبدکاووس با استفاده از سنجش از دور، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی.

- [16]. -محمدی جو، مینو؛ مهرداد خانمحمدی و سیدمحمود هاشمی، ۱۳۹۶، پیش بینی و مدل سازی تغییرات کاربری اراضی سیمای شهر لاهیجان، اولین همایش اندیشه ها و فناوری
- [17]. های نوین در علوم جغرافیایی، زنجان، گروه جغرافیای دانشگاه زنجان.
- [18]. -میرزایی، ا.، بررسی تغییرات کاربری اراضی مرتعی در مقاطع زمانی مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی در شهرستان خلخال، (۱۳۹۰) کارشناسی ارشد، مرتع و آبخیزداری، دانشگاه محقق اردبیلی.
- [19]. -وجدی، ربابه؛ الهه ساداتی پور؛ امیرهوشنگ احسانی و زهرا اسدی سنگاچینی، ۱۳۹۶، بررسی پتانسیل تکنیک سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در بررسی و
- [20]. پیش بینی تغییر کاربری اراضی (مطالعه مروری)، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
- [21]. رئوفی، م.، بررسی روش های پردازش قومی تصاویر ماهواره ای به منظور تهیه نقشه و شناسایی فرسایش خاک ، دانشگاه تهران ، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۱.
- [22]. زاهدی فرد، ن.، کاربرد داده های رقومی TM در تهیه نقشه کاربری اراضی در حوزه آبخیز بازیافت، دانشگاه کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۱.
- [23]. فاضل ساعتچی .م. ۱۳۹۱، بررسی وضعیت تغییر کاربری اراضی منطقه غرب استان مازندران و عوامل موثر بر آن. پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور. دانشگاه تربیت مدرس.
- [24]. کاظمی محمد، مهدوی یداله، نوحه گر احمد، رضایی پیمان. برآورد تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (۱۳۹۰) (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تنگ بستانک شیراز).
- [25]. -گونزالز، رافائل - وودزف، ریچارد (۱۳۹۰)، پردازش دیجیتال تصاویر، مجتبی لطفی زاده-سعید میرقاسمی-پند نو
- [26]. محمود زاده، حسن. (۱۳۸۳) کاربرد داده های ماهواره ای چند زمانه در محیط GIS با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر تبریز ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- منابع لاتین
- [27]. Afify. H.A. (2011). Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area, Vol 50, No2, P 187–195.
- [28]. Afify. H.A. (2011). Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area, Vol 17, No2, P 187–195
- [29]. Arastoo Behrooz, Ghazaryan Sargis, An approach for land cover classification system by using NDVI data in arid and semiarid region, Elixir Remote Sensing International journal 60, 16327-16332.
- [30]. B Arastoo, S Ghazaryan (2013) Land cover changes detection in Semnan province by Remote Sensing Techniques - International Journal of Agronomy & Plant Production,
- [31]. Canty, M.J, (2006): Image Analysis, Classification and Change

- [39]. Gong P, Marceau DJ and Howarth PJ, 1992, A comparison of spatial feature extraction algorithms for land-use classification with SPOT HRV data, *Remote Sensing of Environment*, 40: 137–151.
- [40]. Melesse, A. M. and Jordan. J. D, (2003): Spatially distributed watershed mapping and modeling, Thermal maps and vegetation Indices to enhance land cover and surface mapping; Part I. *Journal of spatial hydrology & microclimate*, 3, 325–338.
- [41]. Mertens, B & Lambin, E.F, (2000): Land Cover Change Trajectories In Southern Cameroon/ Analysis of Association of American Geographers, 3, 467–494.
- [42]. Rawat, J.S. Biswas, Vivekanand, Kumar, Manish (2013). Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India, Vol 16, No 1, p 111–117.
- [43]. Roetter, R. C. Hoanh, A. Laborte (2005) Integration of Systems Network(SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia, *Environmental Modelling & Software* 20(3): 291–307
- [44]. Running SW, Loveland TR, Pierce LL, Nemani RR and Hunt ER Jr. 1995, A remote sensing based vegetation classification logic for global land cover analysis, *Remote Sensing of Environment*, 51: 39–48.
- [45]. Xiaolu, Song and Cheng Bo (2011). Change Detection Using Change Vector Analysis from Landsat TM Images in Wuhan, *Procedia Environmental Sciences*, No 11, p 238 – 244.
- Detection in Remote Sensing: with Algorithms f
- [32]. Carpenter GA, Gajja MN, Gopal S and Woodcock CE, 1997, ART neural networks for remote sensing: vegetation classification from Landsat TM and terrain data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35: 308–325.
- [33]. Cihlar J, Xiao Q, Beaubien J, Fung K and Latifovic R, 1998, Classification by Progressive Generalization: a new automated methodology for remote sensing multichannel data, *International Journal of Remote Sensing*, 19: 2685–2704.
- [34]. Cui, Wei, Jia, Zhenhong, Qin, Xizhong, Yang, Jie, Hu, Yingjie (2011). Multi-temporal Satellite Images Change Detection Algorithm Based on NSCT, *Procedia Engineering*, No. 24, p 252–256.
- [35]. De Boissezon H, Gonzales G, Pus B and Sharman M, 1993, Rapid estimation of crop acreage and production at a European scale using high resolution imagery—operational review, *Proceedings of the International Symposium 'Operationalization of Remote Sensing'*, ITC Enschede, The Netherlands, 94–105.
- [36]. DeFries RS, Bounoua L and Collatz GJ, 2002, Human modification of the landscape and surface climate in the next fifty
- [37]. Dietzel, C. and K. Clarke (2006) The effect of disaggregating land use categories in cellular automata during model calibration and forecasting, *Computers, environment and urban systems* 30(1): 78–101.
- [38].

Monitoring of land use changes in Shahmirzad city using remote sensing data and spatial information system

Abstract

In order to study urban development and land use changes in subsequent periods, we also obtained land use maps and land survey data from Landsat satellite imagery and land use studies in Shahmirzad city to achieve this. Important software is ENVI 5.3, ARC.GIS10.5 and Terrset.

. The results show that over the years studied, the area of horticultural, waste land has declined, and residential and human-made land use has increased. It was 2855094 square meters in 2009 and 2429144 square meters in 2019, following a downward trend. Residential and man-made land in 1999 was 360623 square meters, in 2009 it was 1264976 square meters and in 2019 it was 2495357 square meters, indicating a significant increase. . The change detection revealed that most land use conversions in 1999-2009 were related to conversion of arable land to wastewater by about 20% and from 2009 to 2019 related to conversion of arable land into residential land. With about 16%. Survey results show that in the first 10 years, about 20% of the horticultural land has become waste land and in the second 10 years about 7% of the land has become residential and human-made.

Validation of the model with a kappa coefficient of 0.76 indicates that the model may have weaknesses but has acceptable ability to predict changes in the region.

Key words: Remote Sensing, Land Use, Geographic Information System, Markov Model, Shahmirzad City.