

## طبقه‌بندی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست

### (مطالعه موردی: دشت ری)

پگاه محمدپور<sup>۱</sup>

رضا ارجمندی<sup>۲\*</sup>

[hrezaarjmandi@gmail.com](mailto:hrezaarjmandi@gmail.com)

امیرحسام حسنی<sup>۳</sup>

جمال قدوسی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۸

#### چکیده

**زمینه و هدف:** تغییرات کاربری اراضی در اثر فعالیت‌های انسانی یکی از موضوعات مهم در برنامه ریزی‌های منطقه ایی و توسعه ایی می‌باشد. عدم توجه به تغییرات کاربری اراضی در چند دهه اخیر مشکلات محیط زیستی فراوانی از قبیل آلودگی منابع آب، خاک و... را بوجود آورده است. بر همین اساس بررسی و تجزیه و تحلیل کاربری اراضی در مقیاس‌های مختلف با هدف توسعه پایدار مدیریت صحیح محیط زیست و منابع طبیعی امری ضروری می‌باشد. سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکانات لازم و کافی را جهت استخراج و به روز رسانی نقشه‌های کاربری اراضی و تعیین مقدار آنها در اختیار کاربران قرار می‌دهد این پژوهش با هدف بررسی تغییرات تبدیل کاربری‌ها با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای برای چهار دوره زمانی ۳ ساله، از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ در سطح دشت ری انجام شده است.

**روش بررسی:** جهت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای TM و OLI ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ استفاده شد سپس طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای پس از انجام تصحیحات مورد نیاز با استفاده از ۵۴ نقطه تعلیمی که معرف کاربری‌های مختلف در منطقه بودند از طریق برداشت‌های میدانی با دستگاه GPS به صورت تصادفی و به گونه‌ای که این نمونه‌ها سطح منطقه تحقیق را پوشش دهند انجام پذیرفت. در مرحله بعد تصاویر ماهواره‌ای به روش طبقه‌بندی نظارت شده و با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی با صحت کلی ۸۷/۳۹ تا ۹۵/۷۸ درصد و ضریب کاپا ۸۵ تا ۹۳ درصد در چهار کلاس کاربری، طبقه‌بندی گردیدند. سپس نقشه‌های کاربری اراضی بایکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** بر اساس تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته مشخص شد در بازه زمانی مورد مطالعه ۲۶/۰۷ کیلومتر مربع از اراضی بایر این محدوده به اراضی کشاورزی، صنعتی و مسکونی تغییر کاربری داده است در نتیجه مساحت اراضی بایر در طول سال‌های مورد مطالعه روند کاهشی و سایر کاربری‌ها روند افزایشی را طی نموده است، بطوریکه وسعت اراضی با کاربری کشاورزی، صنعتی و مسکونی به ترتیب به میزان ۱۴/۶۶ کیلومتر مربع، ۹/۷۷ کیلومتر مربع، ۱/۶۴ کیلومتر مربع، افزایش یافته است.

**بحث و نتیجه گیری:** نتایج تحقیق انجام شده گویای این مطلب است که مهم ترین عامل تغییرات کاربری اراضی در منطقه، فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در کاربری اراضی شده است، تجزیه و تحلیل مساحت این کاربری‌ها نشان داد که سطح اراضی کشاورزی افزایش چشمگیری پیدا کرده که عمدتاً این افزایش نتیجه تبدیل کاربری بایر به کشاورزی می‌باشد. در نهایت نتایج این مطالعه گویای این است که تلفیق فن‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اجرای مدل‌های ارزیابی تغییرات مکانی - زمانی کاربری اراضی، به منظور آگاهی از نوع و درصد کاربری اراضی و میزان تغییرات آن‌ها، بسیار کارآمد می‌باشد و به عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه ریزان بخش‌های مختلف اجرایی را در پایش و مدیریت محیط زیست یاری نماید.

**واژگان کلیدی:** سنجش از دور، الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی، طبقه‌بندی نظارت شده، کاربری اراضی، دشت ری

۱- دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (مسئول مکاتبات)

۳- استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- دانشیار، عضو هیئت علمی موسسه مدیریت خاک و آب‌خیزداری، تهران، ایران.

## Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Rey Plain)

Pegah Mohammadpour<sup>1</sup>  
Reza Arjmandi<sup>2\*</sup>  
[hrezaarjmandi@gmail.com](mailto:hrezaarjmandi@gmail.com)  
Amirhessam Hassani<sup>3</sup>  
Jamal Ghodusi<sup>4</sup>

Received: April 17, 2022

Accepted: June 29, 2022

### Abstract

**Background and Purpose :**Land use change due to human activities is one of the important issues in regional and development planning. Lack of attention to land use changes in recent decades has created many environmental problems such as pollution of water resources, soil, etc. Therefore, the study and analysis of land use at different scales with the aim of sustainable development in the proper management of the environment and natural resources is essential. Remote sensing and GIS provide the necessary and sufficient facilities for extracting and updating land use maps and determining its amount. This study aims to investigate changes in land use conversion using remote sensing technology and satellite images for four periods It has been done for 3 years, from 2008 to 2020 in Rey plain.

**Material and Methodology:** TM and OLI satellite images of Landsat 5 and 8 satellites were used to prepare land use maps for the studied years. Then the satellite images were monitored by classification method and were classified using the maximum neighborhood probability algorithm with an overall accuracy of 87.39 to 95.78% and a kappa coefficient of 85 to 93% in four user classes.. In the next step, land use maps were compared.

**Results:** Based on the analysis, it was found that in the period under study, 26.07 square kilometers of Barren lands in this area has changed to agricultural, industrial and residential lands. As a result, the area of Barren lands has decreased and other uses have increased during the studied years. , So that the area of land with agricultural, industrial and residential use has increased by 14.66 square kilometers, 9.77 square kilometers, 1.64 square kilometers, respectively.

**Discussion and Conclusion:** The results of the research show that the most important factor in land use change in the region is human activities that have caused many changes in land use. Analysis of the area of these uses showed that the level of agricultural land has increased significantly, mainly this increase. The result is the conversion of agricultural land use. Finally, the results of this study indicate that the combination of remote sensing techniques and GIS in the implementation of models for assessing spatial-temporal changes in land use, in order to know the type and percentage of land use and the extent of their changes, is very effective. The title of a management parameter can help planners of different executive departments in monitoring and managing the environment.

**Keyword:** Remote Sensing, Maximum likelihood Algorithm, Supervised Classification, Land Use, Rey Plain

---

1-PH. D Student Department of Environmental Management, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Environmental Management, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran .\*(Corresponding Author)

3- Professor of Environmental Engineering, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Associate Professor, Faculty Member of Soil and Watershed Management Institute. Tehran, Iran

## مقدمه

کاربری اراضی به شیوه‌ای اطلاق می‌شود که زمین توسط انسان‌ها و زیستگاه آن‌ها با تأکید بر نقش عملکردی زمین در فعالیت‌های اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالی که پوشش زمین به ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین و توزیع پوشش گیاهی، آب، خاک و سایر ویژگی‌های فیزیکی آن اشاره دارد (۱). به عبارتی دیگر منظور از کاربری زمین، فعالیتی است که انسان با هدف استفاده از منابع طبیعی، سبب رشد و توسعه اقتصادی - اجتماعی خود شده و در عین حال، ساختارها و فرآیندهای حاکم بر محیط زیست را تغییر می‌دهد (۲). در تعریف دیگر کاربری اراضی به نوع استفاده انسان از زمین اشاره دارد و این نوع استفاده در ارتباط با ارزش زمین با توجه به مشخصات طبیعی آن می‌باشد کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون می‌باشد (۳).

در قسمت‌های مختلف زمین و استفاده از اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی نیاز به الگوها و مدل‌های منطقه دارد تا ضمن رعایت دستورالعمل‌های مدل‌های اکولوژیک، بهره‌برداری پایدار را نیز مدنظر قرار دهد. بنابراین یکی از پیش شرط‌های اساسی در راستای استفاده مطلوب از زمین، آگاهی از الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان است (۴). به دلیل افزایش تغییرات کاربری اراضی آن هم عمدتاً به وسیله فعالیت‌های انسانی، پایش تغییرات پوشش گیاهی، ارزیابی روند و بررسی اثرات محیط‌زیستی آن‌ها برای برنامه‌ریزی آینده و مدیریت منابع امری ضروری می‌باشد. پایش تغییر، فرآیند تعیین تفاوت در وضعیت یا حالت یک شیء یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف می‌باشد. کاربری یکی از عظیم‌ترین و محسوس‌ترین دگرگونی‌های سطح زمین بوده است و ارزیابی این تغییرات در مقیاس‌های فضایی متنوع در طیف وسیعی از دیدگاه‌ها مانند حفاظت از محیط‌زیست، مدیریت منابع، برنامه‌ریزی کاربری زمین و توسعه پایدار امری ضروری است (۵).

نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش زمین که در آن نوع والگوی مکانی استفاده از سرزمین مشخص شده است برای برنامه ریزی در سطح محلی و منطقه‌ای حایز اهمیت هستند. در این خصوص برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی بروز، استفاده از روش‌های سنتی مانند نقشه‌برداری زمینی عموماً وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشند. به همین دلیل امروزه استفاده از فناوری سنجنش از دور و بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای به دلایلی مانند صرفه‌جویی در زمان، کاهش هزینه‌ها نسبت به روش سنتی، بروز بودن اطلاعات، افزایش دقت و سرعت می‌تواند در شناسایی محیط و شناخت و استخراج کاربری‌های آن در جهت تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی‌ها، کارآمد و مفید باشد (۶). بنابراین آشکارسازی و مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجنش از دور در محیط GIS می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات کاربری اراضی داده و در مدیریت آن راهکارهای مناسبی ارائه دهد (۷).

تجزیه و تحلیل این داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند بینش‌های صحیح جهت تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند. به خصوص استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر چندطیفی می‌تواند به انسان جهت شناسایی پوشش زمین کمک کند (۸).

استفاده از روش‌های سنتی در دهه‌های گذشته از قبیل نقشه‌های کاغذی، اجرای عملیات صحرایی و داده‌های آماری در دسترس جهت شناسایی کاربری اراضی و تغییرات آن، زمان‌بر و مقرون به صرفه نبود (۹). سنجنش از دور (RS)<sup>۱</sup> و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)<sup>۲</sup> ابزارهای ضروری در به دست آوردن داده‌های مکانی دقیق و به موقع از کاربری زمین و تجزیه و تحلیل آن تغییرات در یک منطقه مورد مطالعه هستند (۱۰).

امروزه تکنولوژی سنجنش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای مناسب و موثری برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری اراضی است و دارای بیشترین سرعت و دقت در

<sup>1</sup> Remote Sensing

<sup>2</sup> Geographic Information System

درصد به ترتیب رتبه‌های اول و دوم بیشترین نرخ افزایش وسعت را داشته‌اند. این در حالی است که مراتع کاهش ۸/۵ درصدی را در دوره مطالعاتی نشان دادند (۱۲).

در مطالعه‌ای دیگر رودریگوز و همکاران در سال ۲۰۱۸ به تأثیر تغییر کاربری زمین بر تنوع زیستی و اکوسیستم در جنگل‌های معتدل شیلی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری زمین بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم که به طور ذاتی با یکدیگر مرتبط اند تأثیر می‌گذارد (۱۳).

کیانی سالمی و همکاران در سال ۲۰۱۸ در تحقیقی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های ETM<sup>+</sup> و OIL لندست ۷ و ۸ در فاصله زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه اقدام به شناسایی تغییرات کاربری اراضی شهر کرد کردند، تغییرات نشان می‌دهد میزان اراضی شهری از ۱۶۳۲ هکتار در سال ۱۳۸۲ به ۲۲۲۰ هکتار در سال ۱۳۹۵ توسعه یافته است. میزان فضای سبز شهری نیز از ۵۷۷ هکتار در سال ۱۳۸۲ به ۶۶۴ هکتار در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که میزان اراضی شهری در سال ۱۳۹۵، به میزان ۱۳ درصد نسبت به سال ۱۳۸۲ افزایش یافته است، در حالی که فضای سبز شهری ۱۱/۶ درصد افزایش یافته است (۱۴).

در تحقیقی سبزیبایی و همکاران در سال ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲ به روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه، تغییرات کاربری اراضی بخش جنوبی شهر اندیمشک را طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده است. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که به میزان ۱۷۹۰۵/۰۹ هکتار کاهش داشته است و کمترین تغییر مربوط به مناطق شهری می‌باشد که به میزان ۲۸۴۰/۹۷ هکتار افزایش داشته است (۱۵).

این زمینه می‌باشند که می‌توان با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور در کوتاه‌ترین زمان و کمترین هزینه نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی نمود. سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدلسازی تغییرات کاربری اراضی نقش فراوانی در تجزیه و تحلیل هر یک از کلاس‌های کاربری‌ها دارد به طوری که با پردازش تصاویر وصحت طبقه بندی و انتخاب مناسب باندها می‌توان به نتایج قابل قبولی در امر مدیریت سرزمین و پیش بینی تغییرات آینده دست پیدا کرد. تصاویر سنجش از دور با وضوح متغیر در ترکیب با مدل‌های توصیفی، چشم انداز فوق العاده‌ای را برای مشخص کردن اراضی نشان می‌دهند (۱۰).

#### سوابق پژوهش‌های انجام شده در ایران و جهان

در چند دهه اخیر مطالعات متعددی در زمینه به کارگیری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات ایجاد شده در پوشش زمین انجام گرفته است که به چند مورد از آنها اشاره شده است. حسینی و همکاران در مطالعه سال ۲۰۱۹ تغییرات کاربری منطقه طارم، واقع در شمال غرب ایران را مورد بررسی قرار دادند، سپس با استفاده از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ انواع کاربری‌های منطقه به روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال تشابه استخراج شد. نتایج نشان داد، بیشترین مساحت محدوده مطالعاتی، متعلق به پهنه کوهستانی است و مشخص گردید که بیشترین تغییرات در کاربری اراضی مربوط به زمین‌های بایر و مراتعی است که در طی سه سال، تبدیل به باغات گردیده و در آنها درخت کاری انجام شده است (۱۱).

فرخ نیا و همکاران در سال ۲۰۱۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های طبقه‌بندی در خصوص تغییر کاربری اراضی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی بازه ۱۳۶۶-۱۳۸۶ نشان دادند که اراضی زیرکشت آبی با ۳۲ درصد و اراضی دیم با ۳۰

نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه در مساحت مناطق شهری و همچنین کاهش معنی‌دار در مناطق کشاورزی و جنگلی در طی دوره‌ی مورد مطالعه است (۱۹).

آلدوسکی و همکاران در سال ۲۰۱۳ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و روش طبقه‌بندی نظارت شده تغییرات پوشش اراضی در حلبچه عراق راطی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۶ بررسی نمودند. نتایج تحقیق در منطقه مورد مطالعه کاهش ۴۰/۸٪ اراضی کشاورزی و افزایش ۵۷/۹٪ مناطق شهری و ۱۴٪ پوشش گیاهی را مشخص نمود (۲۰). هاگو و همکاران در سال ۲۰۱۷ با کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در بنگلادش گزارش نمودند تغییر قابل ملاحظه کاربری اراضی و توسعه بی‌رویه اراضی کشاورزی در طول ۳۰ سال موجب تخریب گسترده جنگل‌ها و مراتع شده است (۲۱).

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ ارنو همکاران، به بررسی ویژگی‌های زمانی و مکانی گسترش شهری در خلیج گوک ترکیه به منظور حمایت از مفهوم توسعه پایدار با استفاده از سنجش از دور (RS) و تصاویر ماهواره‌ای و ترکیب آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. نتایج حاصل از تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا نشان داد که در منطقه مورد مطالعه نرخ ساخت و ساز ۱۳۵،۷۲ درصد افزایش و پوشش گیاهی ۲۹،۳۸ درصد کاهش داشته است (۲۲).

رفیع شریف آباد و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به بررسی روند تغییرات کاهش کیفیت آب زیرزمینی دشت اردکان یزد پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان دهنده افزایش وسعت کاربری شهری و مسکونی و نیز کاهش اراضی مرتع طی سال‌های مطالعاتی بود که در نتیجه این تغییرات کاهش کیفیت در منابع آب رخ داده است (۲۳). در تحقیقی در سال ۲۰۱۷ سبزقبایی و همکاران با استفاده از تصاویر ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲ به روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه، تغییرات کاربری اراضی بخش جنوبی شهر اندیمشک را طی

مظاهری و همکاران در سال ۲۰۱۴ در پژوهشی به بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی منطقه‌ی جیرفت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM و ETM<sup>+</sup>) در بازه‌ی زمانی ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۰ پرداختند. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی تصاویر نشان داد که در طی ۲۳ سال در منطقه‌ی تحقیق، مناطق مسکونی ۷/۹ درصد و مناطق زراعی ۴۲/۱۰ درصد افزایش یافته‌اند و از سوی دیگر مناطق باغی و بایر نیز هر کدام به ترتیب ۱۷/۹۳ و ۳۲/۰۷ درصد کاهش یافته‌اند (۱۶).

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پانیدیان و همکاران در سال ۲۰۱۴ تغییرات کاربری اراضی منطقه تامیل نادو کشور هند را در دو بازه زمانی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در بازه‌های زمانی مورد نظر در پژوهش، تغییرات عمده در کاربری اراضی ایجاد شده است، که از آن جمله می‌توان به تغییرات اراضی با کاربری کشاورزی که از ۳۳/۹ درصد به ۲۶/۳ درصد کاهش یافته و درصد زمین‌های بایر که از ۴۳/۹ درصد به ۵۴ درصد افزایش یافته است، اشاره نمود (۱۷).

یوسفی و همکاران در سال ۲۰۱۴ تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از الگوریتم حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ استفاده گردید. نتایج بیانگر تغییرات گسترده‌ای در منطقه مورد مطالعه بوده است. اراضی دیم و مراتع روندی کاهشی را در بازه زمانی مورد مطالعه داشته است. اراضی کشاورزی آبی و باغات نیز تا سال ۱۳۸۵ روند کاهشی و در بازه بعدی تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است اراضی شهری و انسان ساخت نیز از ۱۷/۷ درصد کل منطقه در سال ۱۳۷۷ به ۳۰/۲ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۳۶/۴۸ درصد در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است (۱۸).

در منطقه‌ی شهری تیری پاتی در هند در بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳ مالاپاتو و همکاران در سال ۲۰۱۳ اقدام به تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی زمین با استفاده از سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای کردند، نتایج این مطالعه

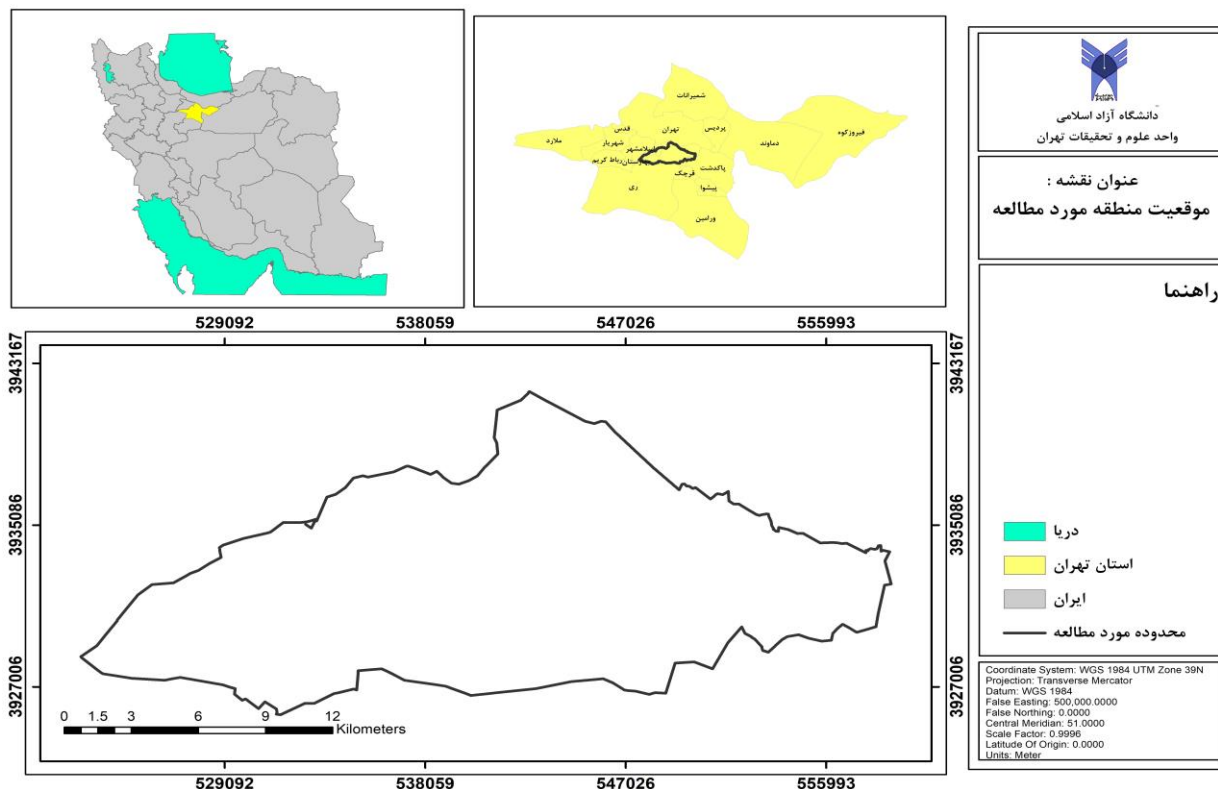
### منطقه مورد مطالعه

استان تهران با وسعتی حدود ۱۲۹۸۱ کیلومتر مربع بین طول‌های شرقی ۵۰°۲۰' و ۵۳°۰۹' و عرض‌های شمالی ۳۴°۰۷' و ۳۶° جغرافیایی، دربخش شمال کشور قرار گرفته است. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود می‌شود. محدوده مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۰۴۴۶ هکتار، از شمال به تهران، از جنوب به شهرستان قم، از شرق به شهرستان ورامین و شهرستان پاکدشت، از غرب به شهرستان‌های اسلامشهر، رباط کریم محدود می‌شود.

منطقه تحقیق بخشی از حوضه فلات مرکزی را شامل می‌باشد که از نقطه نظر تقسیم‌بندی هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز کشور در حوضه آبریز دریاچه نمک قرار گرفته است (شکل ۱).

سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده است. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که به میزان ۱۷۹۰۵/۰۹ هکتار کاهش داشته است و کمترین تغییر مربوط به مناطق شهری می‌باشد که به میزان ۲۸۴۰/۹۷ هکتار افزایش داشته است (۲۴).

نصرالهی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تاثیر روند تغییرات کاربری اراضی بر منابع آب زیرزمینی در دشت گیلانغرب را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مورد ارزیابی قرار دادند و پی بردند که در اثر جایگزینی کاربری مرتع با کاربری‌های کشاورزی دیم و کشاورزی آبی بر میزان افت آب زیرزمینی افزوده شده است (۲۵).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعاتی  
Figure 1- Geographical location of study area

## روش شناسی تحقیق

## داده‌ها و نرم افزارهای مورد استفاده

به جهت مشخص کردن تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS)<sup>۱</sup> دانلود گردید. تصاویر ارائه شده توسط ماهواره لندست ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۹ جهت شناسایی کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت. یک تصویر در شماره گذر (مسیر) ۱۶۴ و شماره ردیف ۰۳۵ منطقه تحقیق را در بر می‌گیرد. داده‌های تصاویر طوری انتخاب شدند که تا حد امکان دارای فصل مشابه از نظر پوشش گیاهی باشند با انجام تصحیحات اتمسفری مورد نیاز، بر اساس ورودی‌های مدل (FLAASH)<sup>۲</sup> در جدول (۱) و تایید زمین مرجع بودن تصاویر با استفاده از روش تصویر- وکتور (همه تصاویر اخذ شده دارای سیستم مختصات جهانی جغرافیایی مرکاتور معکوس و زون ۳۹ می‌باشند تصاویر با یکدیگر موزاییک و ادغام شدند و سپس براساس مرزهای محدوده مورد مطالعه تصاویر حاصل از مرحله قبل برش داده شده و به عنوان تصاویر نهایی برای انجام پژوهش انتخاب شدند. از آنجایی که هدف مطالعه‌ی حاضر، بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت ری است، تصاویر مورد نیاز به گونه‌ای از میان تصاویر در دسترس انتخاب شدند که دارای شرایط تشابه فصل از نظر پوشش گیاهی، نزدیک بودن تاریخ تصاویر از نظر ماه، حداکثر میزان سبز بودن گیاهان، درختان، زمین‌های کشاورزی و مزارع موجود در منطقه و دارای حداقل پوشش ابر باشند. همچنین جهت پردازش و رقومی‌سازی این تصاویر از نرم‌افزارهای ENVI ۵.۳ که قابلیت بالایی در تحلیل سامانه اطلاعات جغرافیایی دارد و نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۶ که برای تهیه نقشه‌های چندزمانه کاربری اراضی کاربرد دارد برای پهنه بندی الگوی تغییرات اراضی استفاده شده است.

## آماده‌سازی، پیش‌پردازش و پردازش تصاویر ماهواره‌ای

به طور کلی مراحل کار سنجش از دور شامل: پیش پردازش، پردازش و پس پردازش تصاویر می‌باشد (۲۶). مرحله پیش پردازش در واقع تصحیح و پهنه سازی اطلاعات می‌باشد که سعی می‌شود خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک موجود در تصاویر تصحیح گردد. به عبارتی دیگر پیش پردازش داده‌ها به منظور آماده سازی آن‌ها برای ورود به طبقه‌بندی صورت می‌گیرد. از جمله مراحل پیش پردازش تصحیحات هندسی و رادیو متریکی هستند که قبل از هرگونه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای باید توسط کاربران کنترل شوند (۲۷).

پیش از شروع تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های سنجش از دور باید تصحیحاتی بر روی این داده‌های خام انجام شود. از مهمترین مراحل در پردازش تصاویر ماهواره‌ای، مرحله پیش‌پردازش این تصاویر است، به دلیل اینکه تمامی محاسبات بعدی بر اساس تصویر تولیدی در این مرحله انجام می‌گیرد در این مرحله بایستی خطاها شناسایی شوند (۲۸). به عبارت دیگر داده‌های ماهواره‌ای دارای یکسری خطاها می‌باشند که باید نسبت به برطرف کردن آن‌ها اقدام کرد. تصاویر ماهواره‌ای گاهی با خطاهای سیستماتیک رادیومتریک مواجه می‌شوند که ارزش آن‌ها را برای بررسی‌های بعدی و پردازش‌هایی که به منظور استخراج اطلاعات ارزشمند انجام می‌شوند، از بین می‌برد. به همین منظور لازم است تا این خطاها تا حد امکان از روی تصاویر ماهواره‌ای برداشته شوند (۲۹). این خطاها را می‌توان به دو گروه خطاهای ژئومتریک و خطاهای رادیومتریک دسته‌بندی کرد (۳۰). هر عامل یا پارامتری که امواج الکترومغناطیس (EMR)<sup>۳</sup> رسیده به سنجنده را تحت تاثیر قرار دهد به گونه‌ای که ماهیت اولیه آن را تغییر دهد به عنوان یک عامل اثرگذار و خطای رادیومتریکی شناخته می‌شود. تصحیح اتمسفری نیز در راستای تصحیح رادیومتریکی بوده و برای برطرف‌سازی اثرات اتمسفر، که به وسیله پراکنش و جذب مولکولی ذرات موجود در اتمسفر در هنگام تابش و در حسگر در هنگام بازتاب از سطح ایجاد می‌شود

<sup>1</sup> United States Geological Survey<sup>2</sup> Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercube<sup>3</sup> Electro Magnetic Radiation

به کار می‌رود، مهمترین عوامل ایجادکننده خطاهای رادیومتریکی زمین، اتمسفر و سنجنده است (۳۱).

معمولاً تصاویر ماهواره‌ای دارای انحرافات هستند و نمی‌توان از این تصاویر به عنوان نقشه‌های مسطح بطور مستقیم استفاده کرد. هدف از تصحیحات هندسی جبران خطاهایی است که لایه‌ی رقومی تصحیح شده قابلیت انطباق با موقعیت‌های سطح زمین را داشته باشد (۳۲).

به طور کلی منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه‌های نظریویا تصویری است که قبلاً بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته است (۲۳).

در این تحقیق تصاویر ماهواره‌ای از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) دانلود گردید. جهت پردازش تصاویر ماهواره‌ای ابتدا خطاهای هندسی و رادیومتریکی داده‌های خام شناسایی و برطرف شدند. برای تصحیح هندسی تصاویر با توجه به زمین مرجع بودن تصاویر، از روش تصویر به تصویر استفاده شده است. برای انطباق دقیق موقعیت پدیده‌ها با مختصات جغرافیایی آن‌ها در سطح زمین، تصویر سال ۱۳۹۹ به دلیل نزدیک بودن به زمان تحقیق و شناخت بهتر پدیده‌ها بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ و ۲۷ نقطه کنترل زمینی برداشت شده با GPS، با پراکنش مناسب از تقاطع جاده‌ها و خیابان هاونقاط مشخص و... با خطای (RMS)<sup>۱</sup> ۰/۳۶ پیکسل تصحیح هندسی شد و به عنوان مرجع، برای تصحیح تصاویر سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۳، ۱۳۹۰ و ۱۳۷۸ با استفاده از معادله درجه اول مورد استفاده قرار گرفت. پس از تصحیح هندسی، برای ایجاد تصویر جدید، نمونه‌برداری مجدد با روش نزدیکترین همسایه انجام گرفت. در این روش برای محاسبه درجه روشنایی پیکسل تصویر جدید، از درجه روشنایی پیکسل‌های مجاور استفاده می‌شود و ارزش طیفی پیکسلی که به پیکسل جدید

نزدیک‌تر است به آن تعلق می‌گیرد. این روش از تغییر ارزش پیکسل‌های اولیه جلوگیری می‌کند (۳۳).

در نهایت تصویر سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۳، ۱۳۹۰ و ۱۳۸۷ نسبت به تصویر سال ۱۳۹۹ با خطای RMS کمتر از ۰/۳۹ پیکسل تصحیح هندسی شدند. به منظور انجام تصحیح اتمسفری از الگوریتم FLAASH در محیط نرم‌افزار ENVI ۵,۳ استفاده شد. از آنجایی که این الگوریتم از مدل انتقال تابش ۴ MODTRAN استفاده می‌کند دارای دقت تصحیح اتمسفری بالایی است (۳۴).

الگوریتم تصحیح اتمسفری FLAASH با فرض حضور پیکسل‌های تیره که می‌توان به عنوان پیکسل مرجع با بازتاب سطحی مشخص در نظر گرفته شود، انجام می‌شود (۳۵). نسخه ENVI ۵,۳ محیطی برای بصری‌سازی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای است که با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان تصاویر حاصل از سنجنده‌های هواپرد و فضاپرد را به انجام رساند. همچنین، امکان پردازش انواع داده‌های سنجش ازدوردریک محیط کاربرپسند بصورت جامع فراهم شده است. تصحیح اتمسفری، به میزان قابل ملاحظه‌ای وضوح تصویر را افزایش می‌دهد. در جدول ۱ پارامترهای ورودی مدل FLAASH ارائه شده است.

#### طبقه‌بندی تصاویر

یکی از تحلیل‌های مهمی که بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌گیرد، طبقه‌بندی این تصاویر می‌باشد. در حقیقت فرآیند طبقه‌بندی تصویر، تبدیل داده‌ها به اطلاعات قابل درک است (۳۶). طبقه‌بندی رقومی تصاویر کمک می‌کند تا فرآیند طبقه‌بندی به واقعیت نزدیک‌تر باشد (۳۷). طبقه‌بندی تصاویر به عنوان اصلی‌ترین مرحله پردازش تصاویر محسوب می‌شود در این روش، امکان تبدیل فضای تصویر (بازتاب‌های ثبت شده در باندهای مختلف) به فضای واقعی (نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی) ممکن می‌شود. اصولاً، طبقه‌بندی فرآیند دسته‌بندی

<sup>1</sup> Root Mean Square Error



منطقه و تصاویر ماهواره‌ای نرم افزار Google Earth با بزرگ‌نمایی بالا و بازدیدهای میدانی جهت تایید صحت نمونه‌های برداشت شده از طریق Google Earth که روش توصیه شده توسط محققین مختلف است، تهیه شده است (۳۹) شکل (۲). پس از جمع‌آوری نمونه‌های تعلیمی و پیاده‌سازی بر روی تصاویر در نرم‌افزار ENVI ۵.۳ الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد. در نهایت نقشه کاربری اراضی اولیه برای هر تصویر بر اساس نمونه‌های آموزشی برداشت شده و الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی تهیه گردید.

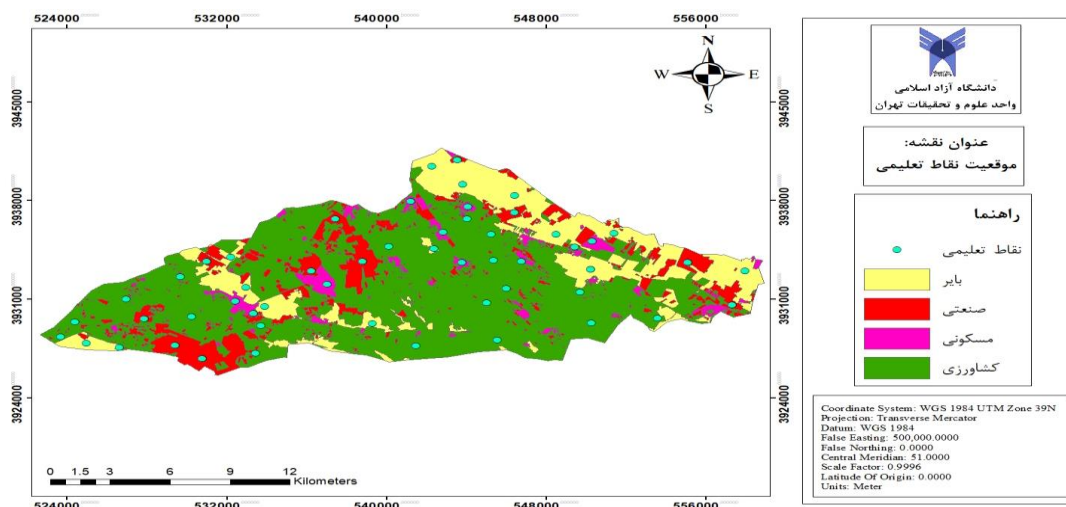
پیکسل‌ها در تعداد مشخصی از دسته‌بندی بر اساس ارزش‌های بازتابی ثبت شده در فضای هر تصویر ماهواره‌ای است (۳۸). به طور کلی می‌توان روشهای طبقه‌بندی رابه دو روش نظارت شده و نظارت نشده تقسیم بندی نمود (۳۷).

جهت طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر ماهواره‌ای، پس از تعیین کلاس‌های کاربری اراضی ابتدا باید برداشت نمونه های تعلیمی یا آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها با دقت انجام شود. انتخاب این نمونه‌ها باید به صورتی انجام شود تا این نمونه‌ها سطح منطقه تحقیق با کاربری‌های مختلف را پوشش داده و دارای پراکنش مناسبی در سطح تصویر باشند. نمونه‌های آموزشی مورد نیاز بر اساس بازدیدهای صحرایی به صورت تصادفی با استفاده از دستگاه<sup>۱</sup> (GPS) برای هر یک از کاربری‌های شناسایی شده در

جدول ۱- پارامترهای ورودی مدل FLAASH برای هر تصویر

Table 1- FLAASH model input parameters for each image

پارامترهای ورودی الگوریتم FLAASH	پارامترهای ورودی الگوریتم FLAASH
اطلاعات مربوط به تاریخ و زمان اخذتصویر	معرفی تصویر حاصل از دستور
ارتفاع ماهواره	تعیین محل خروجی مدل
مختصات جغرافیایی مرکز تصویر	تعیین نوع سنجنده تصویر
انتخاب مدل اتمسفری جهت تصحیح	ارتفاع متوسط منطقه
انتخاب آتروسل مدل جهت حذف اثرات آتروسل ها	اندازه پیکسل سایز تصویر



شکل ۲ - نقشه موقعیت نقاط تعلیمی برداشت شده  
Figure 2- Map of the location of educational points

<sup>1</sup> Global positioning System

رابطه ۱

$$gi(x) = \ln p(wi) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma i| - \frac{1}{2} (x - mi)^T \Sigma xi^{-1} (x - mi)$$

در رابطه فوق  $i$  نشانگر هر کلاس کاربری می‌باشد.  $X$  داده  $n$  بعدی است ( $n$  تعداد باندها می‌باشد). پارامتر  $p(wi)$  احتمال اینکه کلاس  $wi$  در تصویر وجود داشته باشد را محاسبه می‌کند و فرض شده است که مقدار آن برای همه کلاس‌ها یکسان است.  $|\Sigma i|$  دترمینان ماتریس کوواریانس داده‌ها در کلاس  $wi$ ،  $\Sigma xi^{-1}$  ماتریس معکوس آن و  $mi$  نیز، بردار میانگین است.

#### تعیین روش پایش تغییرات

آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که وضعیت تغییرات پدیده‌ها را از روی تصاویر به دست آمده در زمان‌های مختلف مشخص می‌کند. روش‌های مختلفی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از داده‌های سنجنش از دور ایجاد شده‌اند. این روش‌ها به‌طور کلی در دو طبقه قرار می‌گیرند، دسته اول روش پیش‌طبقه‌بندی است، روش‌هایی که آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند و سپس طبقات را مشخص می‌کنند (۴۶).

فرض اساسی در این روش‌ها این است که تغییرات کاربری زمین، در نتیجه تفاوت‌های مقادیر بازتاب پیکسل‌ها بین تاریخ‌های مورد نظر است (۴۷). دسته دوم، رویکرد پس‌طبقه‌بندی است، روش‌هایی هستند که اول طبقات را مشخص می‌کنند و سپس آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند (۴۶). برای محاسبه و تعیین تغییرات در این تحقیق از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد و تغییرات کاربری اراضی در مقاطع زمانی مورد مطالعه تعیین گردید جدول (۳ و ۴). این روش جهت تعیین تغییرات نیاز به نقشه‌های کلاس‌بندی شده‌ای دارد که به‌طور مستقل تهیه شده‌اند. از مزایای این روش این است که می‌تواند داده‌های پایه‌ای سازگار با محیط GIS ایجاد کند که به عنوان کلاس یا گروه تعریف می‌شود و مقادیر کمی هر کلاس را تعیین نماید (۴۸). این محاسبه عددی با مقایسه دو نقشه طبقه‌بندی

جهت بهبود نتایج حاصله و حذف پیکسل نویزهای تصاویر طبقه‌بندی شده از فیلتر اکثریت با ابعاد  $3 \times 3$  استفاده شده است. الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی، از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و از پرکاربردترین الگوریتم‌ها در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است. این الگوریتم از دسته الگوریتم‌های یادگیری برپایه مثال بوده و جزء ۱۰ الگوریتم برتر داده‌کاوی محسوب می‌شود (۴۰). در این روش کلاسی به پیکسل مورد نظر تعلق می‌گیرد که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد. در فرآیند طبقه بندی بالگوریتم نزدیک‌ترین همسایه پیکسل‌ها براساس وزنشان به کلاس‌های مختلف نسبت داده می‌شوند (طبقه‌بندی نرم) در این روش طبقه‌بندی، پیکسل آمیخته از یک درجه عضویت برای هر کلاس برخوردار است و بر اساس منطق فازی متناسب با بیشترین درجه عضویت در یک کلاس خاص طبقه بندی می‌شوند (۴۱). به هنگام استفاده از طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه، بالاترین درجه عضویت، نزدیک ترین فاصله از یک نمونه معین را نشان می‌دهد. برای هر کدام از شیء‌های تصویری افزایش شیب تابع نزدیک‌ترین همسایه می‌تواند باعث افزایش نتیجه بهترین طبقه‌بندی گردد (۴۲).

این روش پارامتریک کلاس‌بندی، از واریانس و کوواریانس داده‌ها برای تفکیک طبقات استفاده می‌کند (۴۳). الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی یک روش پارامتری مورد استفاده برای طبقه‌بندی ورگرسیون است. در هر مورد، ورودی شامل نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی در فضای ویژگی می‌باشد. در هر مورد طبقه‌بندی ورگرسیون، می‌توان به کمک همسایگان وزن‌دهی را انجام داد، به طوری که همسایه نزدیک‌تر اهمیت بیشتری نسبت به همسایه دورتر دارد (۴۴).

در این روش، از پارامترهای آماری برای هر دسته (کلاس) از کاربری اراضی استفاده می‌شود و فرض می‌شود که هر کلاس کاربری در هر باند، دارای تابع توزیع نرمال می‌باشد. در این روش، احتمال تعلق یک پیکسل مشخص، به یک کلاس مورد نظر بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود (۴۵).

شده مورد ارزیابی قرار نگرفته و تایید نشود، به نتایج آن نمی‌توان اعتماد کرد. بنابراین، باید صحت تصاویر تولید شده مورد سنجش قرار گیرد. بدین منظور، آماره دقت کلی کلاس‌بندی و ضریب کاپا، با استفاده از ماتریس خطا محاسبه شد. دقت کلی طبقه‌بندی، درصد سلول‌هایی را که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند را نشان می‌دهد و از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا، تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها به دست می‌آید. در نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای، این مقدار باید بالاتر از ۸۵ درصد باشد که از طریق رابطه (۴) محاسبه می‌شود (۷).

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ij} \quad \text{رابطه (۴)}$$

در رابطه (۴)،  $OA$  بیانگر دقت کلی،  $N$  تعداد کل پیکسل‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی و  $P_{ij}$  جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. ضریب کاپا نیز تطابق بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت زمینی را نشان می‌دهد که از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود (۵۱).

$$Kappa = \frac{PO - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad \text{رابطه (۵)}$$

در رابطه (۵)،  $PO$  بیانگر درستی مشاهده شده و  $P_c$  بیانگر توافق مورد انتظار است. حالت ایده‌آل برای مقدار ضریب کاپا عدد یک می‌باشد و چنانچه این مقدار برابر صفر باشد طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به دست بیاید نشان‌دهنده خطا در طبقه‌بندی است. در جدول (۲) نتایج حاصل از محاسبات دقت کلی و ضریب کاپا برای هر یک از طبقه‌بندی‌های انجام شده نشان داده شده است.

#### یافته‌های تحقیق

پس از اعمال روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال همسایگی با استفاده از نمونه‌های آموزشی در نرم‌افزار ENVI، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. بدین ترتیب نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۹ در ۴

شده کاربری اراضی، با استفاده از جفت کلاس‌های مشخص شده توسط تحلیل گر انجام می‌شود (۴۹). برای محاسبه و اندازه‌گیری بزرگی تغییرات هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی در هر دوره زمانی، از تفاضل مساحت محدوده هر کلاس در سال دوم از مساحت سال اول بر اساس رابطه (۲) محاسبه شده است.

$$MC = A_{i2} - A_{i1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه فوق،  $MC$  بزرگی تغییرات،  $A_{i1}$  و  $A_{i2}$  نیز به ترتیب مساحت کلاس  $i$  در سال دوم و مساحت آن کلاس در تصویر سال قبل است. با تقسیم نتیجه رابطه (۲) بر مقدار مساحت آن کلاس در سال اول و ضرب در ۱۰۰، بر طبق رابطه (۳)، روند یا درصد تغییر ( $PC$ ) هر کلاس محاسبه می‌شود.

$$PC = (MC / A_{i1}) \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

#### ارزیابی صحت طبقه‌بندی

در طبقه‌بندی نظارت شده، اساس کار طبقه‌بندی روی نمونه‌های تعلیمی و خصوصیات طیفی آنها استوار می‌باشد. در مطالعات دورسنجی به منظور ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده، نقشه واقعیت زمینی (نقشه مبنا) را میتوان به صورت بصری از روی تصاویر هوایی بزرگ مقیاس و یا از روش میدانی تهیه کرد برای تهیه نقشه واقعیت زمینی دقیق از تمام کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از GPS، نمونه‌های تعلیمی به صورت پراکنده و تصادفی برداشت شد و در حین برداشت موقعیت این نقاط بر روی تصویر منطقه مورد مطالعه، نیز مشخص گردید. از طریق معیار تفکیک واگرایی جفریز- ماتوسیتا بهترین مجموعه کلاس‌ها برای طبقه‌بندی تعیین شد حد تفکیک معیار واگرایی و فاصله جفریز- ماتوسیتا بین ۲-۰ می‌باشد اگر در کلاس‌ها حد تفکیک پذیری بیش از ۱/۹ باشد نشان دهنده این است که کلاس‌ها تفکیک پذیری خوبی دارند و در صورتی که حد تفکیک‌پذیری کمتر از ۱ باشد، نشان دهنده این است که تفکیک پذیری پایین دارند (۵۰).

در فرایند طبقه‌بندی تصاویر، تا زمانی که دقت تصاویر تولید

خروجی و ساخت نقشه، از نرم‌افزار Arc Map ۱۰٫۶ استفاده شده است. پس از به دست آوردن خروجی مدنظر، بر اساس نقشه‌های تولیدی، مساحت هر کلاس و شناسایی تغییرات کلاس‌های مختلف در طول دوره‌های زمانی مورد مطالعه بر اساس روش مقایسه پس از طبقه بندی در جدول‌های (۳ و ۴) محاسبه گردید.

کلاس کاربری اراضی شامل اراضی زراعی آبی، بایر، مسکونی و صنعتی، مطابق شکل‌های (۳ تا ۷) استخراج شد. در مرحله بعد، با انجام بازدید میدانی و نمونه‌برداری تصادفی با دستگاه GPS از کاربری‌های مختلف در سطح منطقه، پارامترهای صحت کلی و ضریب کاپا بر طبق جدول (۲) بدست آمد. سپس به منظور گرفتن

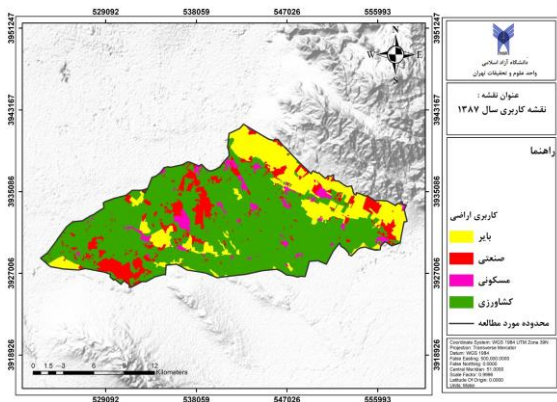
جدول ۲- نتایج حاصل از صحت طبقه بندی تصاویر

Table 2- The results of the accuracy of image classification

سال	سنجنده	ضریب کاپا Kappa coefficient	صحت کلی Overall accuracy
۲۰۰۸	TM	٪۰٫۸۶	٪۸۸٫۴۲
۲۰۱۱	TM	٪۰٫۸۵	٪۸۷٫۳۹
۲۰۱۴	OLI	٪۰٫۹۰	٪۹۴٫۱۸
۲۰۱۷	OLI	٪۰٫۸۸	٪۹۱٫۲۶
۲۰۲۰	OLI	٪۰٫۹۳	٪۹۵٫۷۸

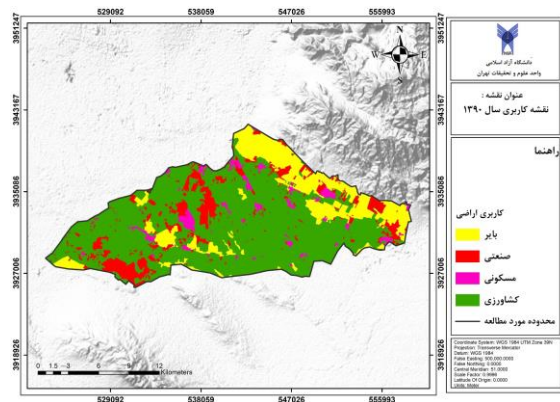
مأخذ: محاسبات نگارندگان، ۱۴۰۰

Source: Authors' calculations, 1400



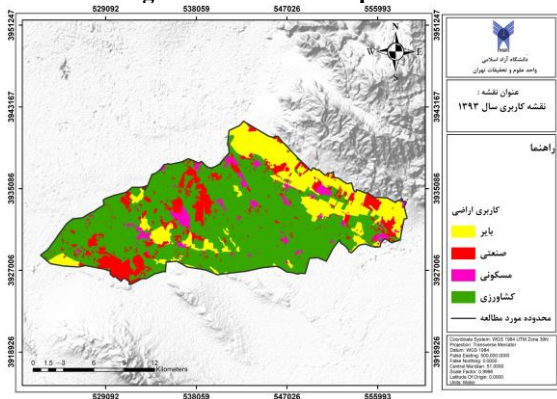
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۰

Figure 4 - Land use map of 2011



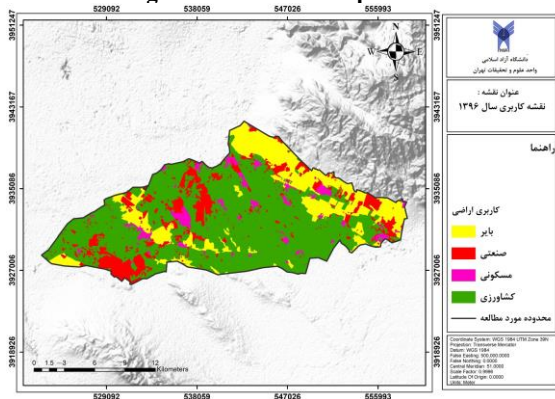
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی ۱۳۸۷

Figure 3- Land use map of 2008



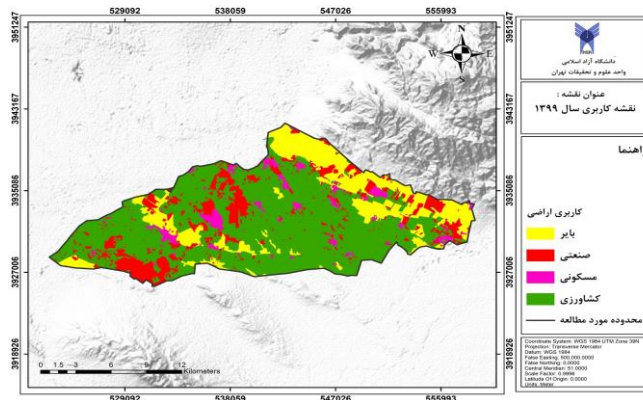
شکل ۶- نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۶

Figure 6- Land use map of 2017



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۳

Figure 5- Land use map of 2014



شکل ۷- نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۹  
Figure 7- Land use map of 2020

جدول ۳- مساحت و درصد انواع کاربری‌ها در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق و تغییرات آنها

Table 3- The area and percentage of land use types in the studied time periods in the research area and their changes

تغییرات در مقطع زمانی ۹۰-۹۳	سال ۱۳۹۳		تغییرات در مقطع زمانی ۸۷-۹۰		سال ۱۳۹۰		سال ۱۳۸۷		دوره	کاربری
	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد		
افزایشی	۲.۹۸	۱۲.۸۴	۳۸.۷۰	افزایشی	۱.۲۷	۱۱.۷۳	۳۵.۷۲	۱۱.۳۲	۳۴.۴۵	صنعتی
کاهشی	-۸.۲۳	۱۴.۹۳	۴۴.۸۶	کاهشی	-۳.۷۰	۱۷.۴۴	۵۳.۰۹	۱۸.۶۵	۵۶.۷۹	بایر
افزایشی	۳.۳۳	۶۸.۲۱	۲۰۷.۶۸	افزایشی	۲.۲۵	۶۷.۱۲	۲۰۴.۳۵	۶۶.۳۸	۲۰۲.۱۰	کشاورزی
افزایشی	۰.۹۲	۴.۰۲	۱۲.۲۳	افزایشی	۰.۲۰	۳.۷۲	۱۱.۳۲	۳.۶۵	۱۱.۱۲	مسکونی

جدول ۴- مساحت و درصد انواع کاربری‌ها در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق و تغییرات آنها

Table 4- The area and percentage of land use types in the studied time periods in the research area and their changes

تغییرات در مقطع زمانی ۸۷-۹۹		تغییرات در مقطع زمانی ۹۶-۹۹		سال ۱۳۹۹		تغییرات در مقطع زمانی ۹۳-۹۶		سال ۱۳۹۶		دوره	کاربری
وضعیت	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد		
افزایشی	۳.۲۱	۹.۷۷	افزایشی	۲.۵۰	۱۴.۵۲	۴۴.۲۲	افزایشی	۳.۰۲	۱۳.۷۰	۴۱.۷۲	صنعتی
کاهشی	-۸.۵۶	-۲۶.۰۷	کاهشی	-۷.۹۹	۱۰.۰۹	۳۰.۷۲	کاهشی	-۶.۱۵	۱۲.۷۲	۳۸.۷۱	بایر
افزایشی	۴.۸۲	۱۴.۶۶	افزایشی	۵.۰۹	۷۱.۲۰	۲۱۶.۷۶	افزایشی	۴.۰۰	۶۹.۵۲	۲۱۱.۶۸	کشاورزی
افزایشی	۰.۵۴	۱.۶۴	افزایشی	۰.۴۰	۴.۱۹	۱۲.۷۶	افزایشی	۰.۱۳	۴.۰۶	۱۲.۳۶	مسکونی

این اراضی به صورت کشت آبی شامل زراعت آبی و باغات است و در نقشه‌های کاربری اراضی مشخص شده‌اند. مساحت این اراضی در فاصله زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ به میزان ۴/۸۲ درصد افزایش یافته است. بر اساس نتایج مشخص شد که سطح این اراضی از ۲۰۲/۱۰ کیلومترمربع (۶۶/۳۸ درصد) در سال ۱۳۸۷ به ۲۰۴/۳۵

بر اساس نتایج حاصل، تغییرات انواع کاربری‌های اراضی برای سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۹ به شرح زیر بوده است:

اراضی با کاربری کشاورزی

درصد) در سال ۱۳۹۹ رسیده است. دلیل این امر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و صنعتی و چرای بی رویه در طی سالیان اخیر بوده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

آشکارسازی و بررسی تغییرات یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجش از دور است. قابلیت تکرار دوره‌ای در طی زمان، باعث شده است که بتوان از این داده‌ها جهت شناسایی و بررسی پدیده‌های متغیر و پویا در محیط استفاده کرد. در این راستا روش‌های رقومی متعددی برای آشکارسازی و کشف تغییرات و تحولات پدیده‌های سطح زمین در سنجش از دور توسعه یافته است. تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی برای چهار دوره زمانی ۳ ساله، از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ در سطح دشت ری انجام شد. برای انجام تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه سنجش از دور استفاده شده است و پس از تهیه نقشه کاربری اراضی هر دوره، میزان تغییرات کاربری اراضی هر کدام از دوره‌ها استخراج شد. شکل (۸) مساحت کاربری‌های اراضی سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۹ و شکل‌های (۱۰) و (۹) درصد کاربری‌ها در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ را نشان می‌دهند.

براساس این نمودارها و نتایج حاصل از بررسی تغییر کاربری اراضی در منطقه، طی فاصله زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹، مساحت اراضی بایر در بازه زمانی مورد مطالعه روند کاهشی و سایر کاربری‌ها روند افزایشی را طی نموده است، بطوری‌که وسعت اراضی با کاربری کشاورزی، صنعتی و مسکونی به ترتیب به میزان ۱۴/۶۶ کیلومتر مربع، ۹/۷۷ و ۱/۶۴ کیلومتر مربع و بر حسب درصد این کاربری‌ها به میزان ۴/۸۲ درصد برای کشاورزی، ۳/۲ درصد برای صنعتی و ۰/۵۴ برای مسکونی دارای روند افزایشی می‌باشد که در نتیجه آن اراضی با کاربری بایر به میزان ۲۶/۰۷ کیلومتر مربع معادل ۸/۵۶ درصد کاهش یافته است.

کیلومتر مربع (۶۷،۱۲) درصد در سال ۱۳۹۰ و از ۲۰۷/۶۸ کیلومتر مربع (۶۸/۲۱) درصد در سال ۱۳۹۳ به ۲۱۱/۶۸ کیلومتر مربع (۶۹/۵۲) درصد در سال ۱۳۹۶ و ۲۱۶/۷۶ کیلومتر مربع (۷۱/۲۰) درصد در سال ۱۳۹۹ افزایش یافته‌اند.

### اراضی با کاربری صنعتی

سطح این اراضی در فاصله زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ به میزان ۳،۲۱ درصد افزایش یافته است. سطح این اراضی از ۳۴/۴۵ کیلومتر مربع (۱۱/۳۲) درصد در سال ۱۳۸۷ به ۳۵/۷۲ کیلومتر مربع (۱۱/۷۳) درصد در سال ۱۳۹۰ و از ۳۸/۷۰ کیلومتر مربع (۱۲/۸۴) درصد در سال ۱۳۹۳ به ۴۱/۷۲ کیلومتر مربع (۱۳/۷۰) درصد در سال ۱۳۹۶ و ۴۴/۲۲ کیلومتر مربع (۱۴/۵۲) درصد در سال ۱۳۹۹ افزایش یافته‌اند.

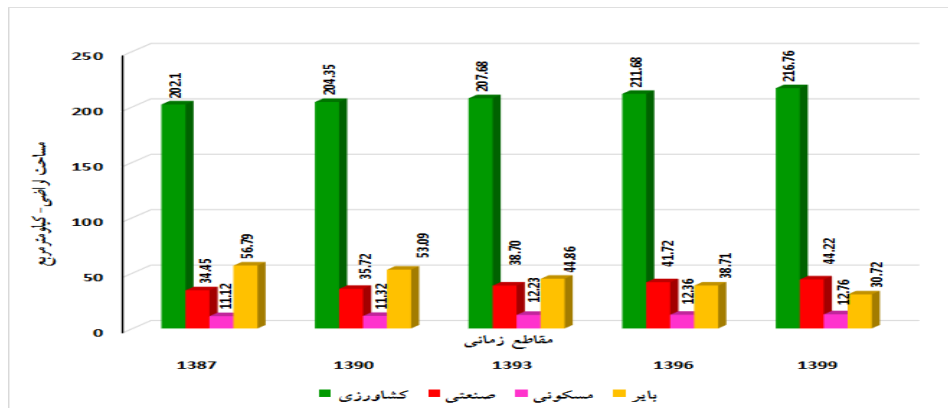
### اراضی با کاربری مسکونی

مساحت این اراضی نیز در فاصله زمانی مذکور به میزان ۰/۵۴ درصد افزایش یافته است. سطح این اراضی از ۱۱/۱۲ کیلومتر مربع (۳/۶۵) درصد در سال ۱۳۸۷ به ۱۱/۳۲ کیلومتر مربع (۳/۷۲) درصد در سال ۱۳۹۰ و از ۱۲/۲۳ کیلومتر مربع (۴/۰۲) درصد در سال ۱۳۹۳ به ۱۲/۳۶ کیلومتر مربع (۴/۰۶) درصد در سال ۱۳۹۶ و ۱۲/۷۶ کیلومتر مربع (۴/۱۹) درصد در سال ۱۳۹۹ افزایش یافته‌اند.

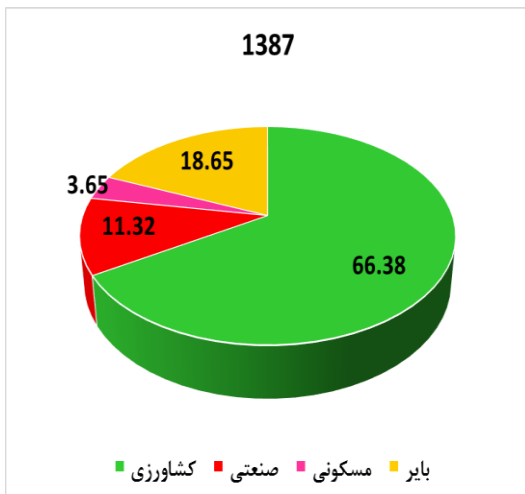
### اراضی با کاربری بایر

مساحت اراضی با کاربری مرتع و بایر طی فاصله زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ به میزان ۸/۵۶ درصد کاهش یافته است. سطح این اراضی از ۵۶/۷۹ کیلومتر مربع (۱۸/۶۵) درصد در سال ۱۳۸۷ به ۵۳/۰۹ کیلومتر مربع (۱۷/۴۴) درصد در سال ۱۳۹۰ و از ۴۴/۸۶ کیلومتر مربع (۱۴/۹۳) درصد در سال ۱۳۹۳ به ۳۸/۷۱ کیلومتر مربع (۱۲/۷۲) درصد در سال ۱۳۹۶ و ۳۰/۷۲ کیلومتر مربع (۱۰/۰۹)

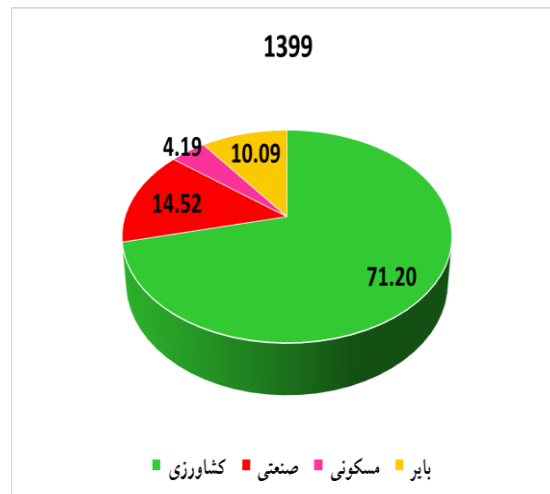




شکل ۸- مساحت کاربری اراضی در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق  
Figure 8- Land use area in the studied time periods in the research area



شکل ۹- درصد کاربری اراضی سال ۱۳۸۷ در منطقه تحقیق  
Figure 9- Percentage of land use in 2008 in the research area



شکل ۱۰- درصد کاربری اراضی سال ۱۳۹۹ در منطقه تحقیق  
Figure 10- Percentage of land use in 2020 in the research

بررسی دقت طبقه‌بندی نقشه‌های تولیدی، نشان دهنده دقت بالای آنها است که علت آن استفاده از نمونه‌های آموزشی برداشت شده با دستگاه GPS و تصاویر ماهواره‌ای نرم‌افزار گوگل‌ارت با بزرگ‌نمایی بالا، انجام عملیات میدانی برای بررسی صحت نمونه‌های آموزشی انتخاب شده، سطح زیاد و دقت در انتخاب نمونه‌های آموزشی است. این نتیجه با نظریه جانسن که صحت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای را بالاتر از ۸۵ درصد می‌داند مطابقت دارد (۵۲). نتایج حاصل از جدول ۲ نشان دهنده این است که طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال همسایگی در سال ۱۳۹۹ با صحت

کلی ۹۵/۷۸ درصد و ضریب کاپا ۹۳ درصد نسبت به سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۹۰، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶ دقت بالاتری است. یکی از دلایل مهم دستیابی به صحت بالاتر این روش این است که علاوه بر اطلاعات طیفی، از اطلاعات مربوط به بافت، شکل، موقعیت و محتوای زردفرآیند طبقه بندی استفاده می‌شود. نتایج تحقیق انجام شده گویای این مطلب است که مهم‌ترین عامل تغییرات کاربری اراضی در منطقه، فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در کاربری اراضی شده است. تجزیه و تحلیل مساحت این کاربری‌ها نشان داد که سطح اراضی کشاورزی افزایش چشمگیری پیدا کرده که عمدتاً این افزایش

- the School of Graduate Studies of Addis Ababa University for the Degree of Master of Science in Environmental Science, pp. 5-18
- 5- Akhtar Alam, M., Sultan Bhat, M., 2020. Using Landsat satellite data for assessing the land use and land cover change in Kashmir valley. *GeoJournal*, vol. 85, pp. 1529-1543
  - 6- Feizizadeh, B., 2017. Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of Hydrogeomorphology*, Vol. 3(11), pp.21-38
  - 7- Coppin, P., 2014. Review Article Digital change detection methods in ecosystem monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, pp. 1565-1596
  - 8- Brian, W., Michael, B., 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, vol. 31, pp. 525-532
  - 9- Shanani Hoveyzeh, S., Zarei, H., 2017. Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). *Journal of Watershed Management Research*, vol. 7 (14), pp. 237-244
  - 10- Singh, SK., Mustak, S., Srivastava, PK., Szabó, S., Islam, T., 2015. Predicting spatial and decadal LULC changes through cellular automata Markov chain models using earth observation datasets and geo-information. *Journal of Environmental Processes*, vol. 2(1), pp. 107-115
  - 11- Hosseini, S.B., Saremi, A., Noori Gheydari, M., Sedghi, H., Firoozfar, A., Nikbakht, J., 2019. Pixel Based Classification Analysis of Land Use Land Cover in Tarom Basin. *Journal of Soil and Water Resources Conservation*, Vol. 8(4), pp. 135-151
  - 12- Farokhnia, A., Morid, S., Delavar, M., 2018. Study of Land Use Change in the Urmia Lake Water Shed Based on Landsat-TM Images and

نتیجه تبدیل کاربری بایر به کشاورزی می‌باشد. افزایش جمعیت و گسترش فیزیکی شهرهای نزدیک منطقه مورد تحقیق (از جمله تهران وری) و نیاز به منابع غذایی بیشتر باعث تبدیل این منطقه به عنوان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی استان تهران گردیده است. درحقیقت یکی از اهداف این تحقیق، مطالعه کاربری اراضی به منظور کمی کردن مساحت کاربری‌ها در منطقه است تا بتوان باتکیه بر این اعداد کمی در تحقیقات و پژوهش‌های بعدی رابطه بین تغییرات کاربریها و علت افزایش آلودگی‌های خاک و آب در منطقه را بررسی نمود. در نهایت نتایج این مطالعه گویای این است که تلفیق فن‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اجرای مدل‌های ارزیابی تغییرات مکانی-زمانی کاربری اراضی، به منظور آگاهی از نوع و درصد کاربری اراضی و میزان تغییرات آن‌ها، بسیار کارآمد می‌باشد و به عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه ریزان بخش‌های مختلف اجرایی را در پایش و مدیریت محیط زیست یاری نماید.

## Reference

- 1- Rawat, J., Manish Kumar, b., 2015. National Authority for Remote Sensing and Space Sciences. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, vol. 18, pp. 77-84
- 2- Mesbahzadeh, T., Soleimani Sardoo, F., 2019. Effects of land use change on agricultural water quality in Kerman Plain using remote sensing technique. *Environmental Sciences Journal*, vol.16, pp. 33-46
- 3- Lynn, I., Manderson, A., Page, M., Harmsworth, G., Eyles, G., Douglas, G., Mackay, A., 2009. *Land Use Capability Survey Handbook*. New Zealand handbook for the classification of land, pp. 8-12
- 4- Assefa, b., 2010. Analysis of Impact of Resettlement on Land Use and Land Cover Dynamics and Change Modeling: The Case of Selected Resettlement Kebeles in Gimbo Woreda, Kafa Zone. A Thesis Submitted to



- Pixel-Based and Object-Based Classification Techniques, *Iran J Irrig. Drain*, Vol.4(12), pp. 823-839
- 13-Rodríguez Echeverry, J., Echeverría, C., Oyarzún, C., Morales, L., 2018. Impact of land-use change on biodiversity and ecosystem services in the Chilean temperate forests. *Landscape Ecology*, Vol. 33, pp 439-453
- 14-Kiani salmi, E., Ebrahimi, A., 2018. cover changes in the city of Shahrekord, and predicting its future status, using remote-sensing data and CA-Markov. *Spatial Planning*, Vol. 8 (1), pp.71-88
- 15-Sabzghabaei, G., Raz, S., Dashti, S., Yousefi Khanghah, S., 2017. Study the Changes of Land Use by the Help of GIS & RS Case Study: AndimeshkCity. *Iranian Journal of Geography And Development*, vol. 15 (46), pp.35-42
- 16-Mazaheri, M.R., Esfandyari, M., Masihabadi, M. H., Kamali, A., 2014. Monitoring time changes in land use using remote sensing techniques and GIS (Case study: Jiroft, Kerman). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, Vol. 4 (2), pp. 25-39
- 17-Pandian, M., Rajagopal, N., Sakthivel, G., Amrutha, D.E., 2014. Land use and land cover change detection using remote sensing and GIS in parts of Coimbatore and Tiruppur districts, Tamil Nadu, India. *International Journal of Remote Sensing & Geoscience*, Vol. 3 (1), pp. 15-20
- 18-Yousefi, M., Farsi, J., 2014. Detection of land-use changes using remote sensing data (Case study: Bojnourd plain). *Journal of Geography and Environmental Studies*, vol. 2 (7), pp. 95-106
- 19-Mallupattu, P.K., Sreenivasula Reddy, J.R., 2013. Analysis of land use/land cover changes using remote sensing data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India. *The Scientific World Journal*, pp.1-6
- 20-Aldoski, J., Mansor, S.B., MohdShafri, H.Z., 2013. Monitoring Land Cover Changes in Halabja City Iraq. *International Journal of Sensor and Related Networks*, Vol.1, pp. 20-30
- 21-Haque, M.I., Basak, R., 2017. Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatiotemporal study on Tanguar Haor Bangladesh. *J.Rem. Sens Space Sci*, vol. 20(2), pp. 251-263
- 22-Erener, A., Düzgün, S., Yalciner, A.C., 2012. Evaluating land use/cover change with temporal satellite data and information systems. *Procedia Technology*, Vol. 1, pp. 385 – 389
- 23-Rafi sharif abad, J., 2015. Investigating the trend of land use changes on the quality of underground water in Yazd-Ardakan Plain. *Scientific Research Quarterly of Geography and Regional Planning*, Vol 7, Number 1, pp. 189-199. (In Persian)
- 24-Sabzghabaei, G., Raz, S., Dashti, S., Yousefi Khanghah, S., 2017. Study the Changes of Land Use by the Help of GIS & RS Case Study: AndimeshkCity. *Iranian Journal of Geography And Development*, vol. 15 (46), pp.35-42
- 25-Nasrollahi, M., Investigating the trend of changes in land use and land cover on the status of underground water using satellite images (case study: Dasht Gilangharb). *Quarterly Scientific Research Journal of Geographical Information (Sephr)*, Vol. 23, Number 91, Page 97-89 (In Persian)
- 26-Jensen, J.R., 2007. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. 2nd Edition. Prentice Hall: Saddle River
- 27-Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K.C., Lenney, M.P., Macomber, S.A., 2001. Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effect. *Remote Sensing of Environment*, vol.75, pp. 230-244

- 28-Chander, G., Markham, B.L., Helder, D.L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote sensing of environment*, Vol. 113, PP.893-903
- 29-Kerle, N., janssen. L., huurneman, c., 2004. Principles of remote sensing, 3th edition. issn 1567-5777, Netherland, 540
- 30-Shalaby, A., Tateishi, R., 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, vol. 27 (1), pp. 28-41
- 31-San, B. T., Suzan, M.L., 2010. Evaluation of different atmospheric correction algorithms for EO-1 Hyperion imagery. *International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Science*, Vol. 8, pp. 392-397
- 32-Shanani Hoveyzeh, S.M., Zarei, H., 2017. Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). *Journal of Watershed Management Research*, vol. 7 (14), pp. 237-244
- 33-Yang, X., Lo, C.P., 2002. Using A Time Series Of Satelite Imagery To Detect Land Use And Land Cover Change In The Atlanta, Georgia Metropolitan Area. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 29, pp.1775-1798
- 34-Matthew, M.W., Adler Golden, S.M., Berk, A., Felde, G., Anderson, G.P., Gorodetzky, D., Paswaters, S., Shippert, M., 2002. Atmospheric correction of spectral imagery: evaluation of the FLAASH algorithm with a Viris data.
- 35-20-Kaufman, Y.J., Wald, A.E., Remer, L.A., Gao, B.C., Li, R.R., Flynn, L., 1997. The Channel Correlation with Visible Reflectance for Use in Remote Sensing of Aerosol. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, Vol. 35, pp. 1286-1298
- 36-Mountrakis G., Im, J., Ogole, C., 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 66(3), pp. 247-259
- 37-Oommen, T., Misra, D., Twarakavi, N.K., Prakash, A., Sahoo, B., Bandopadhyay, S., 2008. An objective analysis of support vector machine based classification for remote sensing. *Mathematical Geosciences*, Vol. 40(4), pp. 409-424
- 38-Omidvar, K., Narangifard, M., Abbasi, H., 2015. Detecting the Changes of land uses and vegetation cover using remote sensing in Yasooj city. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*5, Vol. 16, pp. 111-126
- 39-Chen, J., Zhu, X., Vogelmann, J.E., Gao, F., Jin, S., 2011. A simple and effective method for filling gaps in Landsat ETM+ SLC-off images. *Remote sensing of environment*, Vol. 115, PP 1053-1064
- 40-Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J.R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., 2007. Top 10 algorithms in data mining. *J Knowl Inf Syst*, pp.1-37
- 41-Myint, S.W., Gober, P., Brazel, A., Grossman Clarke, S., Weng, Q., 2011. Per-pixel vs. objectbased classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote sensing of environment*1, Vol. 15(5), pp. 1145-1161
- 42-Wijaya, A., Budiharto, R.S., Tosiani, A., Murdiyarso, D., Verchot, L.V., 2015. Assessment of Large Scale Land Cover Change Classifications and Drivers of Deforestation in Indonesia. *The International Archives of Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 40(7),pp. 557-573
- 43-Rezaei Moghadam, M.H., Andaryani, S., Valizadeh, K., Almaspor, F., 2016. Determine the best algorithm for land use and land cover extraction and changes detecting from Landsat satellite images(Case Study: Sufi chay Basin

- of Maragheh). *Journal of Geographic Space*, Vol. 16 (55), pp. 65-85
- 44-Teixeira, L.A., Oliveira, A .L., 2010. A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification. *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, pp. 6885–6890
- 45-Fan, F., Weng, Q., Wang, Y., 2007. Land use and land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+imagery. *Sensors*, Vol. 7, pp.1323-1342
- 46-Dewan, A.M., Yamaguchi, Y., 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*, Vol. 29, PP. 390-401
- 47-OnateValdivieso, F., Sendra, J. B., 2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. *Journal of Hydrology*, Vol. 395(3-4), pp.256-263
- 48-Ward, D., Phinn, S.R., Murray, A.T., 2000. Monitoring growth in rapidly urbanizing areas using remotely sensed data. *Professional Geographer*, vol. 52(3), pp. 371-386
- 49-Lunetta, R.S., Elvidge, C.D., 1998. *Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI, pp. 318
- 50-Niyazi, Y., 2019. Comparison of two methods of maximum likelihood classification and artificial neural network in extracting land use map (case study of Sedailam area). *Journal of Geography and Development*, No. 20, pp. 119-133(In Persian)
- 51-Feizizadeh, B., 2017. Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of Hydrogeomorphology*, Vol. 3 (11) , pp.21-38
- 52-Jensen, J.R., 2004. Digital change detection. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*, pp.467-494