

## ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی در شهرستان دامغان با استفاده از داده‌های سنجش از دور

علی‌اکبر شمس‌پور<sup>۱\*</sup>، فاطمه ربانی<sup>۱</sup>

۱. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۵/۰۸

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۲/۱۳

### چکیده

ارزیابی تغییرات پوشش اراضی برای دستیابی به اطلاعات صحیح و بهنگام از سکونت‌گاه‌های بشری و پدیده‌های مختلف زمینی، اساس برنامه‌ریزی‌های گوناگون است. فناوری سنجش از دور ابزاری مناسب در بررسی تغییرات پدیده‌های زمینی شناخته شده است. هدف از این مطالعه، بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در شهرستان دامغان می‌باشد. بدین منظور از تصاویر ماهواره لندست TM مربوط به سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۱ میلادی و نقشه رقومی پوشش اراضی استفاده شده است. با استفاده از نقشه پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه ۶ نوع پوشش سطحی کلی (جنگل، مرتع، زراعی، زمین بایر، نمکزار و زمین شهر) مشخص گردید. پس از انجام تصحیحات هندسی و رادیومتری بر تصاویر، با استفاده از روش Tessleddcap و طبقه‌بندی نظارت شده به روش بیشینه احتمال و انجام پردازش پس از طبقه‌بندی، تغییرات واحدهای پوشش اراضی برای دوره‌ی ۲۵ ساله مورد مقایسه قرار گرفتند. دقت کلی و ضریب کاپا (۰/۹) به دست آمده برای هر دو تصویر جهت ارزیابی دقت قابل قبول بود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که وسعت اراضی زمین شهری، زراعی و بایر افزایش و وسعت اراضی جنگلی، مراتع و نمکزارها در مقایسه دو تصویر کاهش یافته است. در بین این سطوح بیشترین افزایش مربوط به محدوده زمین شهری در حدود ۹/۵۹ درصد و بیشترین کاهش مربوط به پوشش جنگلی در حدود ۱۶/۴۸ درصد است. با توجه به یافته‌های تحقیق بخش وسیعی از تغییرات در فاصله ۲۵ سال مربوط به کاهش اراضی جنگلی و تبدیل آن به مراتع و افزایش سطح زمین شهری از تبدیل اراضی مرتعی به زمین شهری بوده است.

**کلیدواژه‌ها:** پوشش اراضی، زمین شهری، طبقه‌بندی نظارت شده، لندست TM، دامغان.

## مقدمه

آگاهی از نحوه استفاده از زمین و تغییراتی که در هر بخش از زمین صورت می‌گیرد، برای دستیابی به اطلاعات صحیح و بهنگام از جوامع و پدیده‌های مختلف زمینی، اساس برنامه‌ریزی‌های گوناگون است (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). در بسیاری از فعالیت‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی داشتن اطلاعاتی درباره پوشش زمینی و کاربری اراضی حائز اهمیت بسیاری بوده و برای مدل‌سازی و شناخت زمین به‌عنوان یک سیستم امری ضروری محسوب می‌گردد. تغییرات اقلیمی، عوامل فنآوری و اقتصادی مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در تغییر پوشش اراضی در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی می‌باشند (Koomen and Stillwell, 2007). از نیمه دوم قرن بیستم بر اثر گسترش بی‌برنامه شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، نابسامانی‌هایی در ویژگی‌های پوشش اراضی به وجود آمده است (سیف‌الدینی، ۱۳۸۵). افزایش جمعیت و رشد فزاینده شهرها، مناطق مسکونی و توسعه صنعتی، اراضی کشاورزی زیادی را به کام خود فرو برد. کشور ایران از جمله مناطقی است که در نقاط مختلف آن تغییرات کاربری زمین به دلایل گوناگون طبیعی و انسانی همچون افزایش خشکسالی‌ها، فرسایش خاک، توسعه صنعتی، افزایش جمعیت، توسعه شهرها و ... به وجود آمده است. برای مطالعه و درک ویژگی‌های منطقه‌ای که بر روی آن زندگی می‌کنیم، به کارگیری تمام رشته‌های علمی به درک محیط و عوامل مؤثر بر تغییرات آن کمک می‌کند. یکی از ابزارهای مؤثر در زمینه مطالعات محیط‌زیست و علوم زمین استفاده از فناوری دورسنجی و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است. امروزه اطلاعات و تصاویر ماهواره‌ای که با ویژگی تکرارپذیری و دسترسی آسان و ارزان با قدرت تفکیک‌های مکانی و طیفی مختلف، امکان بررسی تغییرات در پدیده‌های زمینی و کنترل آن‌ها را به خوبی فراهم کرده، به عنوان ابزاری با کارایی زیاد، جهت شناسایی و بررسی پدیده‌های زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته پوشش اراضی توسط روش‌های

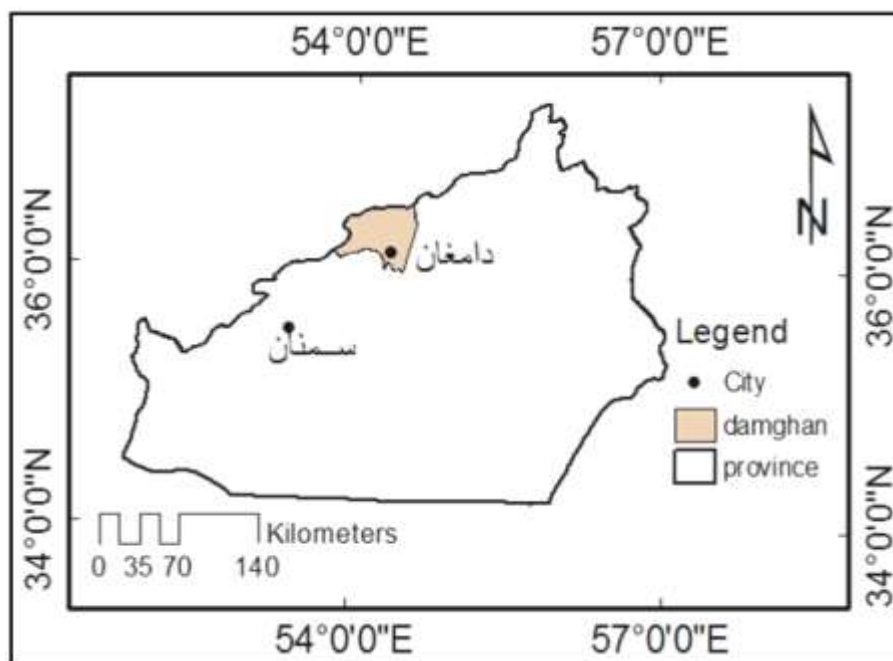
معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است. در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده را فراهم می‌سازد (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). داده‌های ماهواره IRS و Landsat از جمله پرکاربردترین منابع اطلاعاتی در مطالعات پوشش اراضی هستند (احمدپور، ۱۳۸۹). کاربرد تفسیر تصاویر لندست در بسیاری از زمینه‌ها نظیر کشاورزی، گیاه‌شناسی، کارتوگرافی، جنگل‌داری، جغرافیایی، زمین‌شناسی و ... به اثبات رسیده است (اولادی، ۱۳۸۷). به دلیل ویژگی‌های خاص تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های سنجش از دور در دسترسی به داده‌ها بدون ملاحظات سیاسی و اداری، محققان بسیاری به بررسی و مطالعه تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های سنجش از دور پرداخته‌اند: سوسنی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای تغییرات پوشش جنگلی در بخشی از جنگل‌های زاگرس را به مساحت ۷۴۱ هکتار نامسازی کردند. نتایج نشان دهنده کاهش قابل ملاحظه سطح جنگل‌ها (۳۷ درصد) در پنجاه سال گذشته است که بیشترین میزان کاهش تاج پوشش گیاهی به میزان ۴۵ درصد بین سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۴ رخ داده است. زبردست و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در منطقه ارسباران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان دادند که در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ کاهش سطح اراضی جنگلی کند و آرام و در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸ روند تغییر کاربری اراضی از جنگلی به سطوح مرتع و زراعی شدت گرفته است. احمدپور و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای IRS LIS و Landsat ETM+ به بررسی ماهیت جوامع گیاهی در منطقه حفاظت شده گلول و سرانی در محدوده استان خراسان شمالی براساس شاخص تفکیک‌پذیری و ماتریس خطا پرداختند. قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان با استفاده از سنجش از دور نشان دادند که در این منطقه اراضی رها شده از ۸ درصد به ۱۶ درصد افزایش داشته و اراضی مرتعی با کاهش ۱۱ درصدی بیشترین تغییرات

اراضی و ارزیابی روند آن‌ها را ضروری می‌سازد. منطقه مورد مطالعه شهرستان دامغان است که دارای پوشش گیاهی متنوعی است. تفاوت‌های آب و هوایی و محیطی بین نواحی پست و دشتی جنوب استان سمنان با آب‌وهوای گرم و خشک و گستره‌های کویری و بیابانی وسیع و مناطق شمالی با ویژگی کوهستانی و آب‌وهوای معتدل و نیمه‌خشک شرایط تغییر کاربری و فعالیتی را تشدید نموده است. در حالی که مناطق جنوبی استان امکان توسعه شهرنشینی و فعالیتی را فراهم نمی‌سازد، مناطق شمالی با قابلیت‌ها و فرصت‌های فراوان در گسترش فعالیت‌های عمرانی و سکونتی، باعث افزایش تغییرات کاربری به ضرر منابع طبیعی و با توسعه محدود تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی شده است. هدف از این پژوهش بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در این منطقه می‌باشد.

#### محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه یعنی شهرستان دامغان در شمال استان سمنان واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۲۴۸۵/۶ کیلومترمربع است. ارتفاعات عمده منطقه بخشی از پیش‌کوه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز است که چهره منطقه را کوهستانی نموده است. این منطقه در زمستان دارای آب‌وهوای نسبتاً سرد و نیمه‌خشک و در تابستان‌ها دارای اقلیم معتدل است (سازمان هواشناسی، ۱۳۸۰). شرایط جوی با متوسط بارش نسبتاً مناسب، تبخیر و تعرق پایین و کاهش نیاز آبی منابع اکولوژی گیاهی در این منطقه اجازه توسعه پوشش متنوع اراضی را داده است (علیها، ۱۳۸۲). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

را داشته‌اند. میچنر و هولیس (۱۹۹۷) روش‌های متعدد پایش تغییر پوشش گیاهی را با استفاده از داده‌های HRV و SPOT مورد استفاده قرار دادند و مشخص گردید که روش تفاضل‌گیری NDVI با صحت ۷۷٪ از دقت بیشتری برخوردار است. راید و لیو (۱۹۹۸) با استفاده از داده‌های TM و روش‌های تفاضل تصاویر، رگرسیون، Tessled-cap و K2 به بررسی تغییرات در منطقه سالت‌لیک<sup>۱</sup> بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ پرداختند. این بررسی نشان داد که روش رگرسیون کانال ۳ از سنجنده TM بیشترین دقت را برای جدا کردن تغییرات از عدم تغییرات در منطقه مورد مطالعه داشته است. راید و لیو (۱۹۹۸) روش تفاضل تصویر، روش رگرسیون، تبدیل Tessled-cap و روش k2 را برای پایش تغییر کاربری اراضی شهری با استفاده از داده‌های TM با هم مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که تفاضل و رگرسیون باند TM3 جزء بهترین روش‌ها برای پایش تغییرات اراضی هستند. مس و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مکزیک با استفاده از بانک اطلاعاتی تغییرات کاربری اراضی به این نتیجه رسیدند که جنگل‌های معتدله و گرمسیری در طول سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۰ به ترتیب با نرخ ۰/۲۵ و ۰/۷۶ درصد در سال کاهش داشته‌اند. لوپز و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی رابطه بین مهاجرت روستایی و تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز مناطق مرکزی مکزیک مشخص ساختند که در طول سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ در اثر رها شدن دیم‌زارها به دلیل خاک ضعیف، وسعت اراضی مرتعی و جنگلی افزایش یافته است. افزایش تغییرات کاربری اراضی آن‌هم به‌طور عمده به‌وسیله فعالیت‌های انسانی، پایش تغییرات پوشش



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

نسبت به سنجنده MSS اصلاحاتی به عمل آمده است. این اصلاحات عبارتند از: جمع‌آوری داده‌ها در هفت باند به جای ۴ باند MSS که باندهای جدید در بخش مرئی (آبی)، مادون قرمز متوسط و بخش حرارتی طیف قرار دارند. همچنین دامنه طول موجی و موقعیت باندهای TM به گونه‌ای انتخاب گردیدند که قدرت تمایز طیفی هر یک از پدیده‌های مهم سطح زمین را افزایش دهند. داده‌های TM به جز باند حرارتی که قدرت تفکیک زمینی آن ۱۲۰ متر است، دارای قدرت تفکیک زمینی ۳۰ متری است (اولادی، ۱۳۸۷). جدول ۱ ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از باندهای سنجنده TM را نشان می‌دهد. با توجه به محدودیت‌های دسترسی به تصاویر از جمله وجود پوشش ابر در تصاویر مورد نیاز و نیز عدم هم‌پوشانی کامل تصاویر متناظر، طول دوره آماری این مطالعه ۲۵ ساله انتخاب گردید. از آنجائی که در فصل بهار شرایط جوی و محیطی اجازه رشد مناسب پوشش گیاهی را می‌دهد، بهترین زمان برای اخذ تصاویر انتخاب شده مربوط به فصل بهار می‌باشند.

#### مواد و روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده جهت بررسی تغییر سطح پوشش اراضی در شمال شهرستان دامغان شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱) نقشه‌های رقومی پوشش اراضی سال ۱۹۹۸ استان سمنان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده از سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.
  - ۲) تصاویر ماهواره‌ای لندست TM مربوط به ماه خرداد سال ۱۳۶۵ (۱۹۸۶/۰۶/۱۱) شامل ۷ باند طیفی از مسیر ۱۶۳ ردیف ۳۵.
  - ۳) تصاویر ماهواره‌ای لندست TM مربوط به ماه اردیبهشت سال ۱۳۹۰ (۲۰۱۱/۰۴/۲۹) شامل ۷ باند طیفی از مسیر ۱۶۳ ردیف ۳۵.
  - ۴) نرم‌افزار ENVI و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای انجام پردازش و طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده.
- تصاویر ماهواره‌ای لندست TM از وب‌نگار USGS تهیه شده است. سنجنده TM سنجنده بسیار پیشرفته‌ای است که در برنامه طیفی رادیومتری و هندسی آن

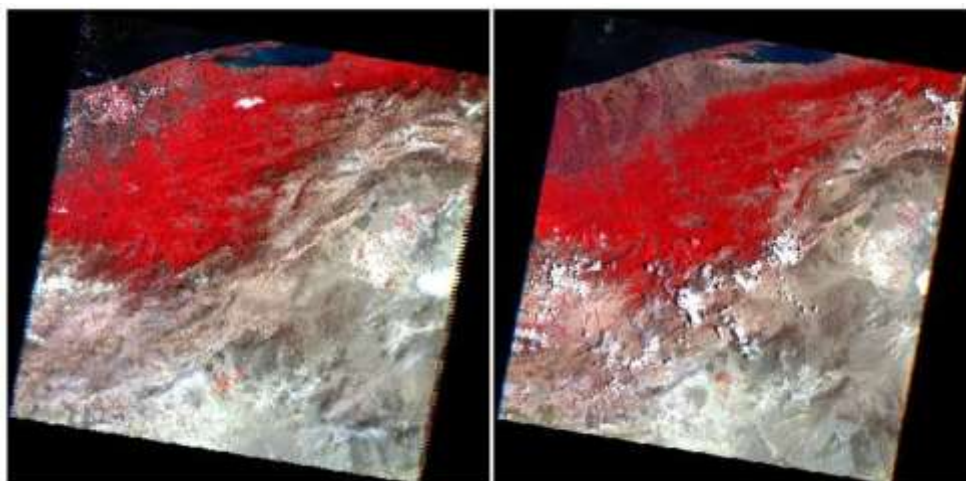
جدول ۱: ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از باندهای سنجنده TM

کاربرد	گروه طیفی (میکرومتر)	باند	سنجنده
نقشه برداری ساحلی، تشخیص گونه گیاهی و جنگلی	۰/۴۵-۰/۵۲	۱	TM
بازتاب سبز از گیاه سالم	۰/۵۲-۰/۶۰	۲	
جذب کلروفیل برای تعیین گونه‌های گیاهی	۰/۶۳-۰/۶۹	۳	
زیست‌توده، تعیین مقدار آب	۰/۷۶-۰/۹۰	۴	
گیاهان و رطوبت	۱/۵۵-۱/۷۵	۵	
نقشه برداری هیدروترمال	۱۰/۴-۱۲/۵	۶	
نقشه برداری حرارتی، تنش گرمایی گیاه	۲/۰۸-۲/۳۵	۷	

مأخذ: (علوی پناه، ۱۳۸۹)

انجام گردید. تبدیل یک تصویر سنجش از دور به طوری که مقیاس و ویژگی‌های سیستم تصویر یک نقشه داده شده را داشته باشد، تصحیح هندسی یا هم مرجع کردن نامیده می‌شود ( Mather & Koch, 2011). شکل‌های ۲ و ۳ تصاویر ماهواره‌ای TM را برای سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۱ میلادی از منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند.

جهت بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه ابتدا با استفاده از نقشه‌های رقومی پوشش اراضی در محیط Arc/GIS لایه‌های مختلف پوشش اراضی استخراج گردید. در مرحله پیش‌پردازش، تصاویر ماهواره‌ای براساس نقشه رقومی منطقه در محیط ENVI زمین مرجع شدند. تصحیح هندسی با انتخاب ۶۵ نقطه کنترل زمینی صورت پذیرفت. عمل نمونه برداری مجدد<sup>۲</sup> براساس نزدیک‌ترین همسایه<sup>۳</sup>



شکل ۳: تصویر ماهواره‌ای TM سال ۲۰۱۱

کاربرد است. در تصحیح رادیومتریکی ابتدا ارزش‌های رقومی به تابش طیفی (رابطه ۱) و سپس تابش طیفی به بازتاب طیفی (رابطه ۲) تبدیل گردید ( Tso and Tso, 2009).

شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای TM سال ۱۹۸۶

از آنجائی که تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف هستند با استفاده از تصحیح رادیومتریکی و تبدیل مقادیر تابش طیفی به بازتاب طیفی<sup>۴</sup> تصاویر استاندارد شدند که جهت مقایسه بازتاب پدیده‌ها در تصاویر قابل

محدوده مورد مطالعه در هر دو تصویر تعریف و جدا گردید<sup>۵</sup>. جهت پردازش تصاویر از تبدیل Tessleddcap استفاده گردید. تبدیل تسلدکپ یک نوع تبدیل خطی ساده است. محورهای این سامانه مختصات چهاربعدی، درخشندگی، سبزی، زردی و سایر نامیده می شود (Tso and Mather, 2001). تابع روشنایی یک میانگین وزن دار از شش باند TM است و تابع سبزینگی شامل کنتراست مادون قرمز نزدیک و مرئی است که سهم کمی از باندهای ۵ و ۷ دارد. رطوبت کنتراست بین باندهای مادون قرمز میانی (باند ۵ و ۷) و باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک (۳ و ۴) را تعریف می کند. سه تابع Tessleddcap یک فضایی سه بعدی را تعریف می کند به طوری که وضعیت هر پیکسل با استفاده از ضرایب جدول ۲ محاسبه می شوند (Mather & Koch, 2011).

رابطه (۱)  
 $L = A_i \cdot DN + B_i$   
 $L =$  تابش طیفی ( $Wem^{-2} Stwr^{-1} \mu m^{-1}$ )  
 $DN =$  ارزش رقومی پیکسل  
 $A_i, B_i =$  ضرایب کالیبراسیون سنجنده  
 رابطه (۲)  

$$P = \frac{\pi d^2}{ESUN \cdot \cos(SZ)}$$
 $P =$  بازتاب طیفی بدون واحد بین صفر تا یک  
 $I =$  تابش طیفی در دریچه سنجنده  
 $D^2 =$  مجذور فاصله زمین تا خورشید براساس واحدهای ستاره شناسی  
 $ESUN =$  ارتفاع خورشید  
 $SZ =$  زاویه خورشید در هنگام تابش در زمان ضبط تصویر ماهواره ای

جدول ۲: ضرایب برای توابع Tasseled cap

باند TM	۱	۲	۳	۴	۵	۶
درخشندگی	-۰.۳۰۳۷	-۰.۲۷۹۳	+۰.۴۳۴۳	+۰.۵۵۸۵	+۰.۵۵۸۵	+۰.۱۸۶۳
سبزی	-۰.۲۸۴۸	-۰.۲۴۳۵	-۰.۵۴۳۶	+۰.۷۲۴۳	+۰.۷۲۴۳	-۰.۱۸۰۰
رطوبت	+۰.۱۵۰۹	+۰.۱۷۹۳	+۰.۳۲۹۹	-۰.۳۴۰۶	-۰.۳۴۰۶	-۰.۴۵۷۲

تعدادی پیکسل منفرد در یک طبقه خاص مشاهده می شود که در اصطلاح سنجش از دور Island theme گفته می شوند و بدلیل عدم قرارگیری درست در طبقه مورد نظر است (زبیری، ۱۳۸۵)؛ بدین جهت با استفاده از Sieve Classes حذف پیکسل های منفرد با توجه به همسایگان آن به کار گرفته شده است. جهت ارزیابی صحت، میزان دقت کلی<sup>۷</sup> و ضریب کاپا در تصاویر محاسبه گردید. برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده حائز اهمیت است (رابطه ۳).

رابطه (۳)

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii}$$

در این رابطه:

$OA =$  دقت کلی

$N =$  تعداد پیکسل های آزمایشی

در تصاویر به دست آمده، انواع واحدهای پوشش اراضی تعیین گردید و براساس واحدهای تعیین شده طبقه بندی تصاویر به صورت نظارت شده و به روش حداکثر احتمال<sup>۶</sup> صورت پذیرفت. روش حداکثر احتمال یکی از دقیق ترین و پر استفاده ترین روش های طبقه بندی در سنجش از دور است (De Jong and van der Meer, 2004). روش طبقه بندی به صورت پیشینه احتمال طی سه مرحله زیر صورت می گیرد: الف) محاسبه بردار میانگین، واریانس و همبستگی برای کلاس ها، ب) لحاظ کردن پراکندگی پیکسل های اطراف بردار میانگین از طریق تابع احتمالات، ج) معرفی کل داده ها به کلاس هایی که حداکثر احتمال عضویت در آن کلاس ها را داشته باشد (علوی پناه، ۱۳۸۲). پس از طبقه بندی و مشاهده تصویر حاصله،

### یافته‌های تحقیق

شکل ۴ لایه‌های مختلف پوشش اراضی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با استفاده از نقشه پوشش اراضی، ۶ کلاس در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شد که عبارتند از:

- پوشش جنگلی: شامل پوشش جنگلی متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم
- مراتع: شامل مراتع متراکم، نیمه متراکم و کم تراکم
- کشاورزی: کشاورزی آبی و باغات
- زمین شهر: شهر و ساخت‌وسازهای شهری
- اراضی بایر: مناطق فاقد پوشش
- نمکزار

$\sum p_{ii}$  = مجموع عناصر اصلی ماتریس خطا

بدلیل ایرادات وارده بر دقت کلی اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص کاپا استفاده می‌شود. این شاخص از رابطه ۴ محاسبه می‌شود (آرخی و همکاران، ۱۳۹۰).

رابطه ۴)

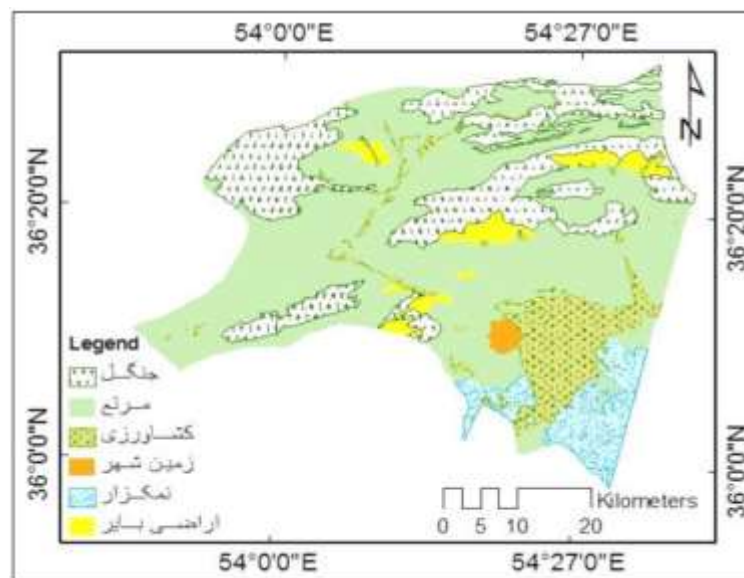
$$KIA = (p_o - p_c / 1 - p_c) \cdot 100$$

KIA = شاخص کاپا<sup>۱</sup>

$p_o$  = درستی مشاهده شده

$p_c$  = توافق مورد انتظار

پس از برآورد صحت، با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی<sup>۱</sup> واحدهای مختلف پوشش اراضی در تصاویر طبقه‌بندی شده مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند.



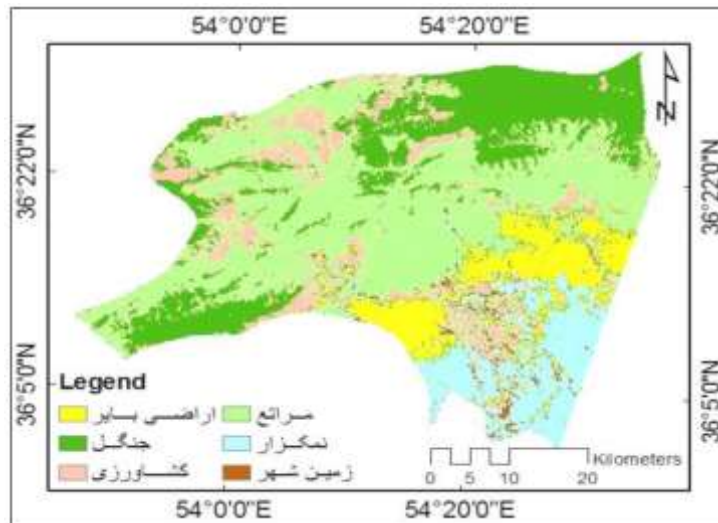
شکل ۴: نقشه پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه

تعیین‌شده طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال صورت پذیرفت. شکل ۵ و شکل ۶ تصاویر به دست آمده از طبقه‌بندی نظارت شده مربوط به سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۱ را نشان می‌دهد. پس از طبقه‌بندی جهت ارزیابی صحت، میزان دقت کلی در تصویر سال ۱۹۸۶ برابر با ۹۵/۱ و ضریب کاپا برابر با ۰/۹ و در تصویر سال ۲۰۱۱ دقت کلی برابر با ۹۷/۸ و ضریب کاپا ۰/۹۶ به دست آمد. بررسی نتایج حاصل از

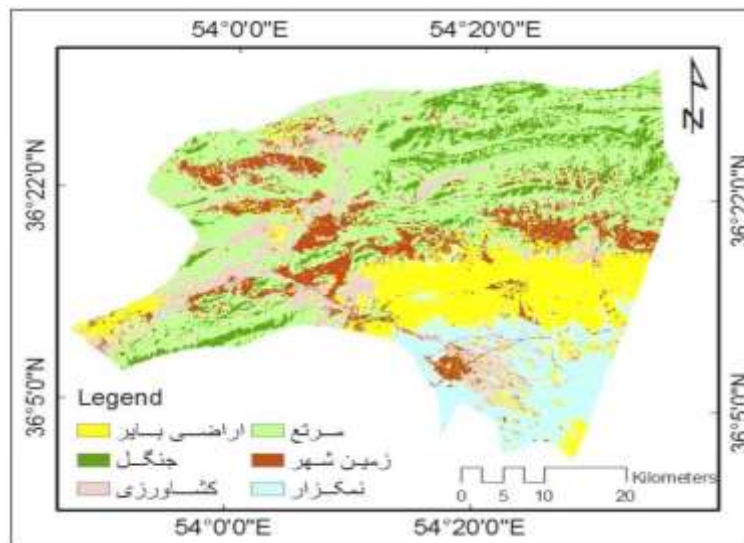
پس از انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریک بر تصاویر ماهواره‌ای، در مرحله پردازش تصاویر، جهت بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقه از روش تبدیل Tessledcap استفاده گردید. با به کارگیری تبدیل Tessledcap برای هر دو تصویر شاخص روشنایی برای بازتاب خاک و شاخص سبزیگی برای نمایش پوشش گیاهی سبز موجود در محیط استخراج شدند. در تصاویر به دست آمده براساس کلاس‌های

Tessledcap و طبقه‌بندی نظارت شده به واقعیت‌های زمینی و نقشه رقومی منطقه نزدیک بوده و از صحت قابل قبولی برخوردار هستند.

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به روش حداکثر احتمال و مقایسه اطلاعات آن با نقشه کاربری اراضی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ نشان می‌دهد که روش



شکل ۵: تصویر طبقه‌بندی نظارت شده سال ۱۹۸۶



شکل ۶: تصویر طبقه‌بندی نظارت شده سال ۲۰۱۱

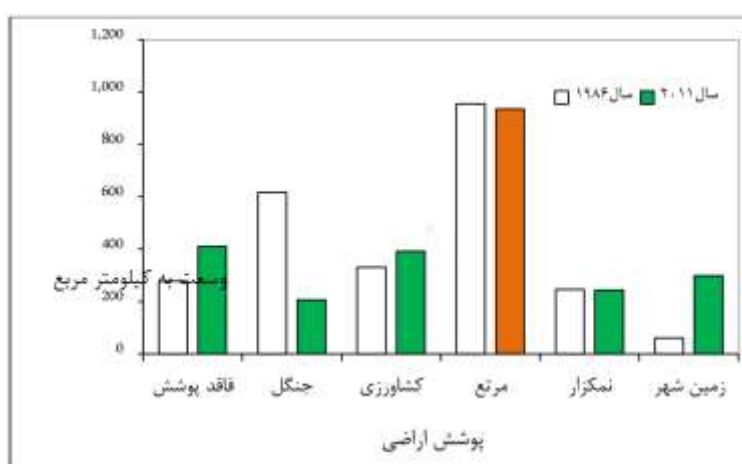
سطح زمین شهر در حدود ۹/۵۹ درصد می‌باشد. همچنین وسعت اراضی پوشش جنگلی، مراتع و نمکزارها در طول این سال‌ها کاهش یافته است که بیشترین کاهش مربوط به پوشش جنگلی و در حدود ۱۶/۴۸ درصد در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۳ و شکل ۷ تغییر وسعت واحدهای پوشش اراضی را در فاصله بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در طی این سال‌ها وسعت مناطق فاقد پوشش، اراضی کشاورزی و زمین شهر در منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است. در بین این سطوح بیشترین سهم مربوط به افزایش



جدول ۳: وسعت واحدهای پوشش اراضی در سالهای ۱۹۸۶ و ۲۰۱۱

نوع واحد اراضی	سال ۱۳۶۵ وسعت به $km^2$	وسعت به درصد	سال ۱۳۹۰ وسعت به $km^2$	وسعت به درصد
پوشش جنگلی	۶۱۶/۳۸	۲۴/۸۰	۲۰۶/۶۴	۸/۳۱
مراتع	۹۵۴/۳۵	۳۸/۳۹	۹۳۴/۷۰	۳۷/۶۱
کشاورزی	۳۳۰/۶۱	۱۳/۳۰	۳۹۱/۵۱	۱۵/۷۵
زمین شهر	۶۰/۲۸	۹/۹۱	۲۹۸/۷۰	۱۲/۰۲
اراضی بایر	۲۷۷/۹۳	۱۱/۱۸	۴۰۹/۹۸	۱۶/۵۰
نمکزار	۲۴۶/۲۵	۲/۴۳	۲۴۳/۷۹	۹/۸۱



شکل ۷: مقایسه وسعت انواع واحدهای پوشش اراضی در طبقه‌بندی نظارت‌شده‌ی سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۱

است که با توجه به افزایش جمعیت و توسعه صنعتی در منطقه طی این سال‌ها قابل توجه می‌باشد. افزایش سطح زمین شهر بیشتر اراضی مرتعی را تحت تأثیر قرار داده که در واقع مهم‌ترین عامل در کاهش وسعت مراتع بوده است. همچنین وسعت پوشش جنگلی، مراتع و نمکزارها در طول این سال‌ها کاهش یافته است. در بین تغییرات به وجود آمده در طی این سال‌ها بیشترین تغییرات در منطقه مربوط به کاهش پوشش جنگلی در حدود ۱۶/۴۸ درصد می‌باشد. به عبارتی وسعت قابل ملاحظه‌ای از مناطق پوشیده از جنگل تبدیل به اراضی مرتعی گردیده است. به نظر می‌رسد که اگر در مناطق جنگلی چنین تغییری وجود نمی‌داشت، وسعت مراتع به وسیله افزایش سطح زمین شهر کاهش چشمگیری را در منطقه نشان می‌داد.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای TM و مقایسه اطلاعات آن با نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که روش Tesselcap و طبقه‌بندی نظارت شده به واقعیت‌های زمینی و نقشه رقومی منطقه نزدیک بوده و از صحت قابل قبولی جهت بررسی تغییرات برخوردار هستند. نتایج حاصل از بررسی و مقایسه تصاویر نشان می‌دهد که در طول این سال‌ها تغییرات قابل ملاحظه در وسعت و نوع پوشش اراضی به وجود آمده است. در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه وسعت مناطقی چون اراضی فاقد پوشش، اراضی کشاورزی و زمین شهر در منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است. بیش‌ترین سهم افزایش مربوط به سطح زمین شهر در حدود ۹/۵۹ درصد بوده

دیگری مربوط به افزایش سطح زمین شهر از طریق تبدیل اراضی مرتعی به زمین شهر بوده است.

بدین ترتیب با توجه به یافته‌های تحقیق بخش اعظمی از تغییرات در این سال‌ها در منطقه مورد مطالعه مربوط به کاهش اراضی جنگلی و تبدیل آن به مراتع و

### پانوش

1-Salt Lake  
2-Resamplin Method  
3-Nearest Neighbor  
4-Reflectance  
5-Subset

6-Maximum likelihood  
7-Overall accuracy  
8-Kappa index of agreement  
9-Post classification

### منابع و مآخذ

-سوسنی، ج، زبیری، م. و فقهی، ج، ۱۳۸۸. کاربرد عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در نماسازی تغییرات پوشش جنگل در زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های منطقه کاکارضای استان لرستان)، فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۷، شماره ۲، صص ۲۳۷-۲۴۹.

-احمدپور، ا، شکری، م، سلیمانی، ک. و قربانی، ج، ۱۳۸۹. بررسی جوامع گیاهی با استفاده از روش‌های سنجش از دور (مطالعه موردی منطقه حفاظت‌شده گلول و سرانی)، مجله علمی پژوهشی مرتع، سال ۴، شماره ۳، صص ۳۵۹-۳۴۸.

-علوی پناه، س.ک، ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۹۶ص.

-آرخی، ص، نیازی، ی. و ارزانی، ح، ۱۳۹۰. مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی / پوشش گیاهی با استفاده از RS & GIS. علوم محیطی، سال هشتم، شماره ۳، صص ۸۱-۹۶.

-علوی پناه، س.ک، ۱۳۸۸. اصول سنجش از دور نوین و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۹۸ص.

-ولادی قادیکلایی، ج، ۱۳۸۷. سنجش از دور و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، چاپ اول، دانشگاه مازندران (بابلسر)، ۸۳۵ص.

-علیها، م. و شکویی، م، ۱۳۸۲. طرح شناخت مناطق اکولوژیک (تیپ‌های مرتعی منطقه سمنان)، چاپ اول، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۷۸ص.

-زبردست، ل، جعفری، ح.ر، باده‌یان، ض. و عاشق معلا، م، ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران در فاصله زمانی ۲۰۰۲، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱، شماره ۱، صص ۳۳-۲۳.

-قربانی، م، نظری سامانی، ع.ا، کوهبانی، ح.ر، اکبری، ف. و جلیلی پروانه، ز، ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام.

-زبیری، م. و مجد، ع.ر، ۱۳۸۵. آشنایی با فنون سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی (اطلاعات ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی، فضایی)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم، ۳۱۸ص.

-محمداسمائل، ز، ۱۳۸۹. پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۴، شماره ۱، صص ۸۱-۸۸.

-سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۰. اقلیم و گردشگری در استان سمنان.

- De Jong, S.M. and van der Meer, F., 2004. Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain: Including the Spatial Domain (v.5), Springer Science & Business Media.
- Koomen, E. and Stillwell, J., 2007. Modelling land-use change, Theories and methods, Modelling land-use change: progress and applications, Springer Verlag, p. 1-24.
- Lopez, E., Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A. and Aguirre-Rivera, J.R., 2006. Peasant emigration and land-use change at the watershed level: A GIS-based approach in Central Mexico, Agricultural systems, v. 90(1), p. 62-78.
- Mas, J.F., Velázquez, A., Díaz-Gallegos, J.R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, C., Bocco, G. and Pérez-Vega, A., 2004. Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 5(4), p. 249-261.
- Mather, P. and Koch, M., 2011. Computer processing of remotely-sensed images: an introduction, John Wiley & Sons.
- Mather, P. and Tso, B., 2009. Classification methods for remotely sensed data, CRC press.
- Michener, W.K. and Houhoulis, P.F., 1997. Detection of vegetation changes associated with extensive flooding in a forested ecosystem, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 63(12), p. 1363-1374.
- Ridd, M.K. and Liu, J., 1998. A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment, Remote sensing of environment, v. 63(2), p. 95-100.