

بررسی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه بم

صالح سنجری^۱

مربی گروه خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه جیرفت، slsanjari@yahoo.com

دریافت: آبان ۱۳۹۴ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۵

چکیده

در حال حاضر، تغییرات کاربری اراضی به یک مشکل عمده زیست محیطی تبدیل شده زیرا بدون برنامه‌ریزی اصولی و با توجه اندک به اثرات مخرب زیست محیطی آن‌ها صورت می‌گیرد. از آن‌جا که تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، بنابراین تکنولوژی سنجش از راه دور ابزاری ضروری برای ارزیابی وسعت و میزان تغییرات پوشش اراضی است. در تحقیق حاضر تغییرات کاربری اراضی منطقه بم در یک دوره زمانی ۱۸ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام تحقیق از تصاویر سنجنده TM (Thematic Mapper) ماهواره لندست سال ۱۹۸۷ و همچنین تصاویر سنجنده ETM⁺ (Enhancement Thematic Mapper Plus) سال ۲۰۰۵ استفاده شد. پس از اقدامات مورد نیاز در مرحله پیش‌پردازش، با طبقه‌بندی نظارت شده در محیط نرم‌افزار ENVI 4.3 نقشه آشکارسازی تغییرات تهیه و نتایج نهایی ارائه گردید. به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که گرایش غالب روند تغییرات کاربری اراضی منطقه بم افزایش سه درصدی باغات خرما می‌باشد. صحت کلی نقشه سال ۲۰۰۵، برابر ۹۹/۹۸ درصد و ضریب کاپای آن ۹۹/۸۶ درصد ارزیابی گردید. بر مبنای یافته‌های این پژوهش می‌توان اذعان داشت که هر چه توان تولید و یا ارزش اقتصادی یک محصول افزایش یابد تمایل به استفاده از آن بیشتر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، سنجش از دور، ENVI 4.3، بم.

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: گروه خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه جیرفت.

مقدمه

کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین عواملی است که انسان از طریق آن منابع طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (لائوسچ و هرزوک، ۲۰۰۲). ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی، فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط زیست می‌شود. این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی از اهمیت بیشتری برخوردار است (لامبین و گیس، ۲۰۰۶). سرعت تغییر اکوسیستم‌ها در سال‌های اخیر چنان شتاب زده صورت گرفته که امکان سازگاری موجودات زنده با تغییرات محیطی به سختی صورت می‌گیرد. و این عارضه ناشی از عدم توجه به مقیاس زمان در بهره‌برداری از منابع پایه محیطی بوده است (شیخ حسنی، ۱۳۸۰). کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیاز-های گوناگون انسان است. یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی و دانستن تغییرات هر کدام از کاربردها در طول زمان است (فیضی زاده و حاج میررحیمی، ۱۳۸۶). با اطلاع از نسبت تغییرات کاربری‌ها در گذر زمان، می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نموده و اقدامات مقتضی را انجام داد.

در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور (RS) بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد (لامبین و گیس، ۲۰۰۶). با عطف به هزینه بالا و بهنگام نبودن تهیه این نقشه‌ها به وسیله عملیات زمینی، در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان روشی برای این کار مطرح شده است. به طوری که، با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام نموده و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف، نسبت تغییرات را ارزیابی نمود (کچاوها، ۱۹۸۵). پس طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای یکی از

مهمترین روش‌ها برای استخراج اطلاعات کاربری محسوب می‌شود.

بررسی‌های زیادی توسط متخصصان سنجش از دور در زمینه تعیین کاربری و پوشش اراضی به عمل آمده است. گوماراسکا (۱۹۹۳)، تغییرات کاربری اراضی را از سال ۱۸۸۸ تا ۱۹۹۰ در منطقه‌ای از میلان ایتالیا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و داده‌های رقومی TM بررسی و نتیجه گرفت که در طول یک قرن، اراضی مسکونی از ۲/۶ درصد به ۳۲ درصد افزایش یافته و برعکس سطح چمن‌زارها و مراتع کاهش یافته و به مناطق مسکونی تبدیل شده‌اند. در حالی که اراضی جنگلی تغییر چندانی پیدا نکرده بود. راجش بهادر و مورایاما (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای در دره کاتماندو نپال وضعیت تغییرات در کاربری‌های مختلف را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۵ مطالعه و بیان نمودند که تغییرات در اراضی کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها بسیار زیاد بوده است.

در سال ۱۹۸۹ مناطق مسکونی ۲۳ درصد کل حوزه را تشکیل می‌دادند در حالی که در سال ۲۰۰۵ این مقدار ۱۷ درصد افزایش داشته است و سطح اراضی کشاورزی در طول این سال از ۳۶ درصد کل حوزه در سال ۱۹۸۹ به ۲۲ درصد کاهش یافته است. فان و همکاران (۲۰۰۷)، آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی را برای پنج شهر در منطقه کوانگ ژو^۱ چین انجام دادند و از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی برای نشان دادن نرخ، نوع و الگوی تغییرات استفاده نمودند.

آن‌ها از تصاویر TM^۲ و ETM⁺ ماهواره لندست به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۰۳ برای تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی استفاده کردند. آنان در این تحقیق کاربری اراضی با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال تهیه کردند. هم‌چنین

^۱Guangzhou

^۲Thematic Mapper

^۳Enhancement Thematic Mapper Plus

وی و همکاران (۲۰۰۶) به پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در پکن با استفاده از سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. الگوی کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۱، ۱۹۹۶ و ۲۰۰۱ با استفاده از تصاویر TM نقشه‌برداری شد. آنان در این مطالعه از روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال استفاده کردند. شالابی و تاتشی (۲۰۰۷)، بارزسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی در مناطق ساحلی (شمال غربی) مصر را با استفاده از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی و تلفیق مقایسه‌ای جدولی (Cross-tabulation) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ استفاده کردند.

کریمی (۱۳۸۳) با داده‌های TM و ETM⁺ در دو مقطع زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ در سطح ۶۲۹۰ هکتار واقع در شهر ایلام به بررسی روند تخریب جنگل‌های زاگرس پرداخت و بیان کرد که سالیانه به طور متوسط ۶/۸ هکتار برابر با ۰/۱ درصد از سطح جنگل‌های این منطقه تخریب شده است. ایشان جاده سازی را مهم‌ترین دلیل تخریب جنگل‌های منطقه ایلام بیان کرده است. برخورداری و همکاران (۱۳۸۴) در تحقیقی به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی حوزه سد استقلال میناب از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۸ و ۲۰۰۲) استفاده کرد. آن‌ها پس از بررسی روش‌های مختلف تهیه نقشه پوشش اراضی از روی تصاویر ماهواره‌ای بیان کردند بهترین روش، استفاده از تلفیق دو روش شاخص گیاهی و روش طبقه‌بندی نظارت شده بوده است. هم‌چنین نتایج مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی حوزه از ۲۵ سال گذشته نشان می‌دهد که سطح اراضی مرتعی (مرتع خوب و متوسط) و بیشه زارهای جنگلی از ۴۵ درصد سطح حوزه در سال ۱۹۷۶ به هشت درصد در سال ۲۰۰۲ کاهش یافته است. جلودارزاده و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی که در خصوص تغییرات کاربری اراضی در حوضه لاجیم رود

ساری انجام دادند، بیان نمودند که در فاصله سال‌های ۱۹۶۷ تا ۱۹۹۴، هفت درصد اراضی جنگلی در این حوزه از بین رفته و دچار تغییر کاربری شده است. هم‌چنین بیشترین تغییرات مربوط به اراضی با شیب کمتر از ۲۰ درصد اتفاق افتاده است. زاهدی فرد (۱۳۸۱)، با استفاده از داده‌های سنجنده TM، نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز بازفت در استان چهارمحال و بختیاری را تهیه نموده است. ایشان در روش طبقه‌بندی نظارت شده، بالاترین دقت کلی و ضریب کاپا مربوط به صحت طبقه‌بندی را به ترتیب برابر ۸۹/۱ و ۸۷ درصد به دست آورد. هم‌چنین برای افزایش دقت نقشه، از روش هیبرید و GIS استفاده نمود و در نهایت با تلفیق لایه‌های مختلف، نقشه نهایی را تولید نمود. یوسفی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر میوان با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM⁺ ماهواره لندست طی یک دوره ۱۶ ساله پرداختند. نتایج آنان نشان داد که منطقه مورد مطالعه ۲۴/۱۱ درصد اراضی‌اش دارای تغییر بوده است که بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگل می‌باشد.

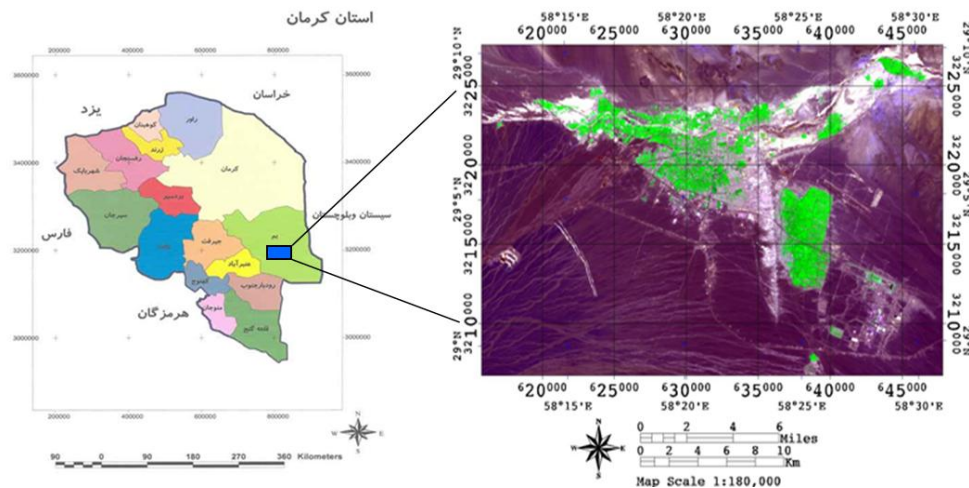
در حال حاضر به دلیل کمبود داده‌ها، هزینه بالای جمع‌آوری داده‌های مکانی و نیز کیفیت و میزان تغییرات کاربری اراضی بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای در این زمینه رو به افزایش است. از مزایای تکنیک سنجش از دور برداشت داده‌ها برای مقاطع زمانی گوناگون و برای سطوح وسیع می‌باشد که در مدت زمان کوتاهی مورد پردازش و تفسیر سیستماتیک قرار گرفته سپس با تکنیک‌های مدلسازی مکانی در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی روند تغییرات کاربری اراضی نشان داده می‌شود. بنابراین با در دست داشتن میزان و جهت تغییرات کاربری اراضی در منطقه می‌توان اقدامات مدیریتی لازم را جهت کاهش تخریب خاک‌های منطقه اعمال نمود و هم‌چنین امکان بررسی تغییرات ایجاد شده در محیط زیست را فراهم می‌کنند. هدف اصلی پژوهش حاضر در راستای بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده TM

پژوهش حاضر در منطقه‌ای با وسعت تقریبی ۶۶۹۶۲ هکتار در بم (استان کرمان) انجام گرفت. این منطقه در ایران مرکزی قرار داشته و در محدوده عرض جغرافیایی $28^{\circ} 51' 2''$ تا $29^{\circ} 10' 29''$ شمالی و طول جغرافیایی $58^{\circ} 10' 14''$ تا $58^{\circ} 31' 10''$ شرقی با ارتفاع متوسط ۱۱۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل (۱) نشان داده شده است.

ماهواره لندست سال ۱۹۸۷ و تصاویر سنجنده ETM^+ ماهواره‌ای لندست سال ۲۰۰۵ در منطقه‌ی بم- استان کرمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه



شکل ۱- محدوده منطقه‌ی مورد مطالعه

روش تحقیق

در این تحقیق برای پردازش تصاویر و پایش تغییرات از ترکیب باندهای هفت، چهار و سه مربوط به ماهواره‌های TM و ETM^+ به ترتیب در (RGB) استفاده شد. براتی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ، باندهای سه، چهار، پنج و هفت ماهواره‌های TM و ETM^+ را به عنوان بهترین ترکیب باندی انتخاب کردند. در این مطالعه از نرم افزار $ENVI^{\circledR} 4.3$ برای تفسیر و پردازش داده‌های ماهواره‌ای استفاده گردید. برای طبقه‌بندی تصویر با توجه به تعداد کاربری‌ها، در هر نوع کاربری ۳۰ نمونه تعلیمی انتخاب گردید. محل نمونه‌های تعلیمی بر اساس اطلاعات حاصل از بازدید صحرایی (برداشت نقاط با استفاده از دستگاه GPS، نقشه کاربری اراضی ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران ۱:۲۵۰۰۰۰ (بنایی، ۱۳۸۰) و تصاویر عوارض زمینی ارائه شده در سایت گوگل که

داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از داده‌های سنجنده TM (سال ۱۹۸۷) و ETM^+ (سال ۲۰۰۵) در یک بازه زمانی ۱۸ ساله برای پایش تغییرات کاربری اراضی منطقه بم استفاده شد. تصاویر زمین مرجع بوده، عاری از هرگونه خطای رادیومتریک و پوشش ابر بودند. با استفاده از روی هم-اندازی (Overlaying) لایه‌های نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه و تصاویر ماهواره‌ای، از زمین مرجع بودن دقیق داده‌ها اطمینان حاصل شد. منطقه مورد مطالعه در تمامی داده‌های مورد استفاده، در یک شیت تصویر قرار داشته و به علاوه تمامی این داده‌ها در تاریخی نزدیک به هم (اواسط تابستان) اخذ شده‌اند و پتانسیل بالایی برای مقایسه با یکدیگر دارند.

دقت طبقه بندی نقشه ها

در بین معیارهای بیان صحت، معیار صحت کلی ساده، گویا و بسیار متداول است اما توافق اتفاقی می تواند در آن نقش داشته باشد. به منظور حذف توافق اتفاقی از صحت کلی و فراهم آوردن امکان مقایسه طبقه بندی های مختلف با یکدیگر، ضریب کاپا به عنوان یک معیار مناسب پیشنهاد شده است. در محاسبه ضریب کاپا پیکسل هایی که درست طبقه بندی نشده اند نیز دخالت داده می شوند، از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه بندی های مختلف می باشد. دقت طبقه بندی نقشه ها از طریق ضریب کاپا (رابطه ۱) محاسبه گردید (بنیاد و قادری، ۱۳۸۶).

$$\text{ضریب کاپا} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})} \quad (1)$$

که در آن:

r تعداد ردیفها در ماتریس، X_{ii} تعداد مشاهدات در ردیف i و ستون i و X_{i+} و X_{+i} به ترتیب معرف مجموع سطر i ام و مجموع ستون i ام ماتریس خطا هستند؛ و N تعداد عناصر ماتریس خطا است.

نتایج و بحث

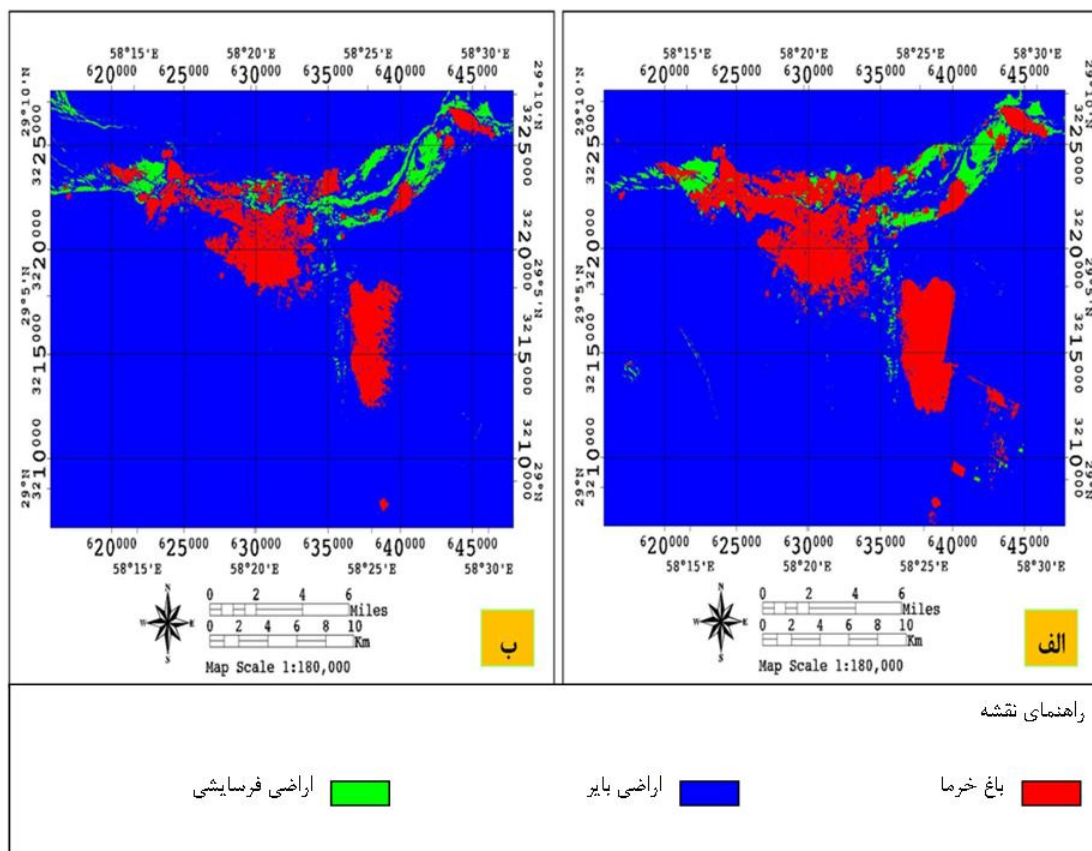
استفاده از تصاویر ماهواره ای به عنوان یکی از منابع مهم برای نمایش تغییرات محیطی و مدیریت عرصه های زیست محیطی مطرح می باشد. بررسی این داده ها در شرایط مختلف محیطی با تنوع کاربری ها و پوشش های گیاهی ضروری به نظر می رسد. نظر به اینکه از بین الگوریتم های مختلف استفاده شده توسط محققین دیگر (شتابی و عبدی، ۱۳۸۶؛ اشرف و یاسوشی، ۲۰۰۹) روش طبقه بندی نظارت شده را در طبقه بندی کاربری های مورد نظر در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. پس از اعمال پردازش های مذکور طبقه بندی اراضی به روش نظارت شده انجام و کاربری اراضی در کلاس باغ های خرما، اراضی بایر و اراضی فرسایشی استخراج گردید. شکل شماره ۲ نقشه کاربری اراضی منطقه را در کلاس های مذکور نشان می دهد. بر اساس نتایج حاصله، اراضی

پراکنش مناسبی در منطقه داشتند تعیین گردید. همچنین در هر منطقه شرایط و وضعیت پوشش گیاهی و خاک از نظر ظاهری با توجه به نوع کاربری بررسی شد و در نهایت این نقاط تعلیمی وارد محیط نرم افزار ENVI[®] 4.3 گردید. سپس با استفاده از روش آشکارسازی (Enhancement) خطی تمایز بیشتری بین کلاس های مختلف ایجاد شد و با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood)، که بنابر نتایج محققین پیشین از صحت و دقت بالاتری نسبت به سایر الگوریتم ها برخوردار بود، تصاویر پردازش شدند (کولهاون و همکاران، ۲۰۰۵؛ پاکپور و همکاران، ۲۰۱۲).

طبقه بندی و پردازش تصاویر

طبقه بندی تصاویر به دو روش نظارت شده و نظارت نشده انجام گرفت. در این تحقیق برای طبقه بندی تصاویر از روش نظارت شده (Supervised) استفاده گردید. در این روش تعدادی از پیکسل ها به عنوان معرف و نمونه انتخاب می شود. در این مرحله پردازش تصاویر با استفاده از GPS، بازدید صحرائی، تصاویر گوگل ارث، پرسش از بومیان منطقه و همچنین ترکیب باندهای مختلف به دست آمد. الگوریتم های طبقه بندی موجود در نرم افزار ENVI[®] 4.3، با استفاده از این پیکسل های معلوم در مورد باقی پیکسل های تصویر تصمیم گیری می کنند. پیکسل های معلوم به آن دسته از پیکسل هایی گفته می شود که متناسب به یک کلاس مشخص در منطقه هستند. بنابراین همیشه قبل از انجام طبقه بندی نظارت شده به تعدادی پیکسل معلوم نیاز است (علوه پناه، ۱۳۸۹؛ کوین و همکاران، ۲۰۱۰). در این تحقیق از ماتریس خطا و نقاط کنترل زمینی برای بررسی صحت طبقه بندی استفاده شد.

بایر بیشترین و اراضی فرسایشی کمترین وسعت از سطح منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۲- نقشه‌های کاربری اراضی منطقه بم در سال‌های (الف) ۲۰۰۵ و (ب) ۱۹۸۷

صورت استفاده از محاسبات باندی و تفسیر چشمی میسر نبود، بنابراین کاربری این اراضی در طبقه اراضی بایر قرار گرفت. در این زمینه نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (وحدتخواه و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول شماره ۱ میزان سطح پوشش‌های مختلف اراضی برحسب هکتار در منطقه بم واقع در استان کرمان را نشان می‌دهد. مقایسه داده‌های حاصل از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۵ نشان می‌دهد که سطح تغییرات باغ‌های خرما حدود ۳/۵۸ درصد افزایش نشان داده است. همچنین سطح اراضی فرسایشی تغییرات ۰/۲ درصد را نشان می‌دهد. از طرفی تغییرات اراضی بایر روند کاهشی (حدود ۳/۷ درصد) را نشان می‌دهد. دشتکیان و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه تغییرات منطقه مروست یزد

به دلیل غالب بودن کشت درخت خرما در منطقه جداسازی این محصول به راحتی و با صحت و دقت بالایی انجام شد. جهت حصول اطمینان از عدم وجود سایر محصولات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه علاوه بر بازدید میدانی، استفاده از تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث و پرسش از بومیان منطقه از محاسبات باندی مختلف (تقسیم باند سه بر باند یک و باند هفت بر باند یک) استفاده شد. اما با توجه به این که سایر محصولات کشاورزی تنها در پارک‌های شهر و حوالی روستاها در سطح بسیار ناچیز وجود داشت از جداسازی آن صرف نظر گردید. مناطق مسکونی در منطقه مورد مطالعه با پوشش درختی کاملاً در هم آمیخته بود و لذا امکان جداسازی آن‌ها با استفاده از سنجش از دور حتی در

بیان داشتند که اراضی کشاورزی ۷/۸ درصد افزایش یافته‌اند.

جدول ۱- میزان سطح پوشش‌های مختلف اراضی برحسب هکتار

کلاس	نوع کاربری	درصد	مساحت (هکتار)
میزان سطح پوشش‌های مختلف اراضی برحسب هکتار در سال ۱۹۸۷			
۱	باغ خرما	۷/۱۱	۴۷۶۰/۳۷
۲	اراضی بایر	۸۹/۸۸	۶۰۱۸۶/۵۱
۳	اراضی فرسایشی	۳/۰۱	۲۰۱۵/۲۸
میزان سطح پوشش‌های مختلف اراضی برحسب هکتار در سال ۲۰۰۵			
۱	باغ خرما	۱۰/۶۹	۷۱۵۶/۴۶
۲	اراضی بایر	۸۶/۱۱	۵۷۸۰۲/۶
۳	اراضی فرسایشی	۳/۲	۲۱۳۵/۸

ارزش اقتصادی محصول خرما می‌باشد، در نتیجه تمایل به سمت آن بیشتر است. با توجه به شرایط آب و هوای مناسب منطقه بم، این منطقه جهت توسعه و رشد باغات خرما مناسب می‌باشد. بنابراین با شناخت و مدیریت اصولی کاربری اراضی در جهت کشت محصول مناسب، می‌توان از تخریب و گسترش اراضی بایر (بیابانی) جلوگیری کرد. سنجری و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای در زرنده، به بررسی روند بیابانزائی پرداختند و بیان داشتند وسعت مناطق بیابانی طی ۲۹ سال به میزان ۱۵۸۲/۷ هکتار کاهش یافته است.

نتایج حاصل از بررسی شکل (۳) نشان می‌دهد که در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ کاربری باغی (خرما) دارای بیشترین سطح تغییرات بوده است، به طوری که در طی ۱۸ سال در منطقه مورد مطالعه مقدار سطح تغییرات ۲۳۹۶۷۰۹ هکتار بوده است. همچنین اراضی فرسایشی دارای تغییرات افزایشی ۱۲۰/۵ هکتار می‌باشند. در حالی که از کاربری‌های اراضی بایر به میزان ۲۳۸۱/۹۱ هکتار کاسته شده است. قسمت عمده این تغییرات مربوط به تبدیل اراضی بایر به اراضی باغی (خرما) بوده است. به نظر می‌رسد افزایش سطح زیر کشت باغ‌های خرما به دلیل



شکل ۳- میزان تغییرات کاربری اراضی بم در دوره زمانی سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۵

های متفاوتی جهت ارزیابی صحت طبقه‌بندی وجود دارد. در این پژوهش از الگوریتم‌های Confusion Matrix

بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی، اطمینان از صحت نقشه‌های به دست آمده، ضروری می‌باشد. روش -

لندست، صحت تولیدکننده در کاربری‌های اراضی باغ خرما، اراضی بایر و اراضی فرسایشی به ترتیب ۹۹/۸۸، ۹۹/۹۹ و ۹۹/۹۵ درصد به دست آمد. همچنین صحت کاربر این تصویر برای کاربری‌های اراضی باغ خرما، اراضی بایر و اراضی فرسایشی به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰ و ۹۹/۳۷ درصد به دست آمد (جدول ۲).

و Using Ground Truth ROIs که بر مبنای مقایسه نقشه استخراج شده از داده‌های ماهواره‌ای با اطلاعات واقعی زمین، استفاده گردید. به‌طور کلی میزان صحت طبقه‌بندی تصاویر TM و ETM⁺ ماهواره‌های لندست با استفاده از نرم‌افزار ENVI 4.3 محاسبه گردید. به عنوان مثال برای سال ۲۰۰۵ مربوط به تصویر ETM⁺ ماهواره

جدول ۲- میزان صحت طبقه‌بندی تصاویر TM و ETM⁺ ماهواره لندست

کلاس	نوع کاربری	صحت تولید کننده (درصد)	صحت کاربری (درصد)
صحت طبقه‌بندی تصویر TM ماهواره لندست (سال ۱۹۸۷)			
۱	باغ خرما	۹۹/۴۴	۱۰۰/۰۰
۲	اراضی بایر	۹۹/۹۹	۹۹/۹۹
۳	اراضی فرسایشی	۹۹/۷۷	۹۹/۴۲
صحت طبقه‌بندی تصویر ETM ⁺ ماهواره لندست (سال ۲۰۰۵)			
۱	باغ خرما	۹۹/۸۸	۱۰۰/۰۰
۲	اراضی بایر	۹۹/۹۹	۱۰۰/۰۰
۳	اراضی فرسایشی	۹۹/۹۵	۹۹/۳۷

پارامترهای آماری، ضریب کاپا و صحت کلی برای هر یک از نقشه‌ها استخراج شد که در جدول (۳) آورده شده است. ضریب کاپا نشان دهنده صحت بالای نقشه‌های تولیدی می‌باشد. به دلیل غالب بودن محصول خرما در منطقه و استفاده از داده‌های ماهواره لندست، نقشه‌هایی با صحت بالا به دست آمد.

همان‌گونه که اعداد جدول (۲) صحت طبقه‌بندی نشان می‌دهد در این مطالعه نتایجی با صحت بسیار بالا نسبت به تحقیقات مشابه (تیبادور و کزنووا، ۲۰۰۳، با دقت کلی ۸۸/۷ درصد، ارزانی و همکاران، ۱۳۸۸ با صحت کلی ۷۰/۶۵ درصد، شتایی و عبدی، ۱۳۸۶ با صحت کلی ۸۷ درصد) به دست آمده است. ارزیابی دقت

جدول ۳- پارامترهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پارامتر آماری	تصویر سنجنده TM	تصویر سنجنده ETM ⁺
ضریب کاپا	۹۹/۶۶	۹۹/۸۶
صحت کلی طبقه‌بندی	۹۹/۹۷	۹۹/۹۸

همکاران، ۱۳۹۰؛ بیلاه و رحمان، ۲۰۰۴؛ کوبین و همکاران، ۲۰۱۲) و نتایج این مطالعه از صحت و دقت بالاتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار می‌باشد. همان‌گونه که اعداد جدول صحت طبقه‌بندی نشان می‌دهد در این مطالعه نتایجی با صحت بسیار بالا نسبت به تحقیقات مشابه به دست آمده است (ارزانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ هاگر، ۱۹۸۷). این نتیجه با نظریه جانسن (۲۰۰۴) که صحت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی را با

از تفسیر نقشه‌های کاربری تهیه شده به روش طبقه‌بندی نظارت شده مشخص گردید که روش طبقه‌بندی نظارت شده در تفکیک انواع پوشش اراضی و کاربری اراضی، نتایج مناسبی را حاصل و انواع کاربری اراضی به راحتی تفکیک می‌نماید (یغمایان و همکاران، ۱۳۹۰). از بین الگوریتم‌های متفاوت این طبقه‌بندی، الگوریتم حداکثر احتمال به عنوان بهترین الگوریتم انتخاب گردید. که بنابر نتایج تحقیقات (یغمایان و

رسد به دلیل توان تولید و ارزش اقتصادی این محصول باشد.

۳) نتایج این تحقیق نشان داد که سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌تواند موجب کاهش هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای جمع‌آوری اطلاعات و آمار گردد و همچنین داده‌های سنجش از دور از توانایی بالایی در استخراج انواع نقشه‌های کاربری اراضی دارند. بنابراین با در دست داشتن میزان و جهت تغییرات کاربری اراضی در منطقه می‌توان اقدامات مدیریتی لازم را جهت کاهش تخریب اراضی منطقه اعمال نمود.

استفاده از تصاویر ماهواره‌های ۸۵ درصد می‌داند، مطابقت دارد (سنجری و برومند، ۱۳۹۲).

رهیافت ترویجی

۱) نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از داده‌های سنجنده‌های مختلف ماهواره لندست قابلیت بالایی در بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه دارد.

۲) روند توسعه اراضی باغ‌های خرما از جمله تغییرات قابل مشاهده در منطقه مورد مطالعه است، که به نظر می‌-

فهرست منابع

۱. ارزانی ح.، خ. میر آخورلو و س.ز. حسینی. ۱۳۸۸. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست هفت (مطالعه موردی قسمتی از مراتع حوزه آبخیز طالقان). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه ۱۵۰ تا ۱۶۰.
۲. براتی قهفرخی، س.، س. سلطانی کوپایی، س.ج. خواجه الدین و ب. رایگانی. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از سنجش از دور. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۷(۱): ۳۴۹-۳۶۵.
۳. برخوردار، ج.، م. زارع مهرجردی و م. خسروشاهی. ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات پوشش اراضی در حوزه آبخیز سد استقلال میناب با استفاده از GIS و RS. مجله علمی ترویجی حفاظت آب و خاک پژوهشگاه حفاظت خاک و آبخیزداری. جلد ۱، شماره ۲.
۴. بنایی، ح.م. ۱۳۸۰. نقشه منابع و استعداد خاک های ایران ۱:۲۵۰۰۰۰. مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران - ایران.
۵. بنیاد، ا.ا. و ط. حاجی قادری. ۱۳۸۶. تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۲(۱۱): ۶۳۸-۶۲۷.
۶. دشتکیان، ک.، م. پاک‌پرور و م.ه. راد. ۱۳۹۰. بررسی تغییر کاربری اراضی در ارتباط با شوری خاک سطحی در منطقه مروست یزد. فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۸ (۲): ۳۰۶-۲۹۲.
۷. زاهدی‌فرد، ن. ۱۳۸۱. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در حوزه آبخیز بازفت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
۸. سنجری ص.، ن. برومند و ق. جلالی. ۱۳۹۱. بررسی روند بیابانزائی به روش سنجش از دور در منطقه زرنند. همایش ملی بیابان، کرج، ۲۷ و ۲۸ خرداد.
۹. سنجری ص. و ن. برومند. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه زرنند استان کرمان). مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۴(۱): ۵۷-۶۷.

۱۰. شیخ حسینی، ح. ۱۳۸۰. مدل‌سازی برنامه‌ریزی محیطی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (مطالعه موردی منطقه طالقان)، رساله دوره دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۱۱. شتایی، ش. و ا. عبدی. ۱۳۸۶. تهیه نقشه کاربری اراضی در مناطق کوهستانی زاگرس با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ (منطقه مورد مطالعه: حوزه سرخاب خرم آباد لرستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۴، شماره ۱.
۱۲. علوی‌پناه، س.ک. ۱۳۸۹. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران. چاپ سوم. ۳۸۰ ص.
۱۳. فیضی‌زاده، ب. و م. حاج میررحیمی. ۱۳۸۶. آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهرک اندیشه با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا. همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری کشور.
۱۴. کرمی، ف. ۱۳۸۳. مطالعه قابلیت داده‌های ماهواره لندست جهت تعیین تخریب در جنگل‌های زاگرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی ساری دانشگاه مازندران. ۷۱ صفحه.
۱۵. یغماییان مهابادی، ن.، م. نادری خوراسگانی و ج. گیوی. ۱۳۹۰. رصد تغییرات تخریب اراضی منطقه اردستان استان اصفهان در سه دهه گذشته با استفاده از فناوری سنجش از دور. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۵(۵۸): ۷۱-۸۲.
۱۶. وحدت خواه، م.، م. فرپور و م. سرچشمه پور. ۱۳۹۲. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع کاربری/ پوشش‌های اراضی دشت ماهان -جوپار. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۷(۶۴): ۱۰۷-۱۱۷.
۱۷. یوسفی، ص.، ح.ر. مرادی، س.ح. حسینی و س. میرزایی. ۱۳۹۰. پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده های TM و ETM⁺ ماهواره Landsat. مجله کاربردی سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۳): ۹۷-۱۰۵.
18. Ashraf, M., and Y.D. Yasushi. 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*. 29: 390-401.
19. Billah, M., and G.A. Rahman. 2004. Land cover mapping of Khulna city applying remote sensing technique. 12th International Conference on Geoinformatics-Geospatial Information Research: Bridging the Pacific and Atlantic. PP. 707-714.
20. Fan, F., Q. Wang., and Y. Wang. 2007. Land use and land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery Sensors. 7: 1323-1342.
21. Gomasasca, M.A. 1993. One century of land use changes in the metropolitan area of Milan (Italy). *Int. J.R.S.* 14(2): 211-223.
22. Hager, W.H. 1987. Lateral outflow over side weirs. *Journal of Hydraulic Engineering*, 113(4): 491- 504.
23. Jeloudar, zadeh, J., P. Garaei., and A. Kelarestaghi. 2006. Landuse changes detection and spatial distribution with using GIS techniques, case study Lajim Rood Drainage Basin, Iran. *Map Asia conference*.
24. Jensen, J.R. 2004. Digital change detection. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*. New Jersey, Prentice-Hall. PP. 467-494.

25. Kachhwaha, T.S. 1985. Temporal Monitoring of forest land for change detectives and forest cover mapping through satellite remote sensing techniques, Proceedings of the 6th Asian Conference on Remote Sensing. November 21-26, 1985, Hyderabad, India. PP. 276-281
26. Kevin O'Donnell, T., K.W. Goynes., R.J. Miles., C. Baffaut., S.H. Anderson., and K.A. Sudduth. 2010. Identification and quantification of soil redoximorphic features by digital image processing. *Geoderma*. 157: 86-96.
27. Koolhoven, E., W. Hendrikse., W. Nieuwenhuis., B. Retsios., M. Schouernburg., L. Wang., P. Buelde., and R. Nijmeijer. 2005. ILWIS 3.3 Academic, TC, Netherland.
28. Lambin, E.F., and H. Geist. 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer.
29. Lausch, A., and F. Herzog. 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological Indicators*. 2(1): 3-15.
30. Pakparvar, M., D. Gabriels., K. Aarabi., M. Edraki., D. Raes., and W. Cornelis. 2012. Incorporating legacy soil data to minimize errors in salinity change detection: a case study of Darab Plain, Iran. *International Journal of Remote Sensing*, 33(19): 6215-6238.
31. Rajesh Bahadur, T., and Y. Murayama. 2006. Land use change analysis using remote sensing and GIS: A case study of Kathmandu metropolitan, Nepal. pp22.
32. Shalaby, A., and R. Tateishi. 2007. Remote sensing and for mapping and monitoring land cover and land use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*. 27: 28-41.
33. Tapiador, F.J., and L.J. Casanova. 2003. Land use mapping methodology using remote sensing for the regional planning directives in Segovia, Spain *Landscape and Urban Planning*. 62: 103-115.
34. Wu, Q., H.Q. Li., R.S. Wang., J. Paulussen., Y. He., M. Wang., B.H. Wang., and Z. Wang. 2006. Monitoring and predicting land use change in Beijing. *Landscape and Urban Plan*. 78: 322-333.