بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش از دور (دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴)

سوسن براتی قهفرخی[1*]، سعید سلطانی کوپایی[2]، سید جمال‌الدین خواجه‌الدین[2] و بهزاد رایگانی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۴/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۸)

چکیده

در این تحقیق، جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی، حوزه آبخیز قلعه شاهرخ با مساحت ۱۵۰۹۸۰/۱ هکتار انتخاب گردید. داده سنجنده‌های MSS، TM و +ETM از ماهواره لندست برای این منظور استفاده شد. برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی حوزه، پس از انجام تصحیحات و آنالیزهای مختلف بارزسازی شامل PCA، FCC روی تصاویر، منطقه با استفاده از GPS، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و اطلاعات جانبی دیگر مورد بازدید صحرایی قرار گرفت. واحدهای کاربری اراضی مختلف با انجام نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده بررسی شد. پس از اعمال روش‌های مختلف طبقه‌بندی ، صحت نقشه‌های تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفت و نقشه‌های نهایی کاربری اراضی حوزه در سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ به روش هیبرید و با دقت قابل قبول تولید گردید. سپس روند تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در دوره اول مطالعه (سال ۱۳۵۴) بیشترین وسعت کاربری اراضی مربوط به مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده با ۴۱/۶ درصد و کمترین وسعت مربوط به کشاورزی آبی با ۱/۵ درصد بوده است. هم‌چنین در دوره دوم (۱۳۶۹-۱۳۵۴) بیشترین وسعت کاربری مربوط به مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده با ۴۳/۴ درصد و کمترین وسعت مربوط به کشاورزی آبی با ۴/۱ درصد است. در دوره سوم مطالعه (۱۳۸۱-۱۳۶۹) بیشترین وسعت کاربری با ۳۵/۶ درصد مربوط به کشاورزی دیم و کمترین وسعت مربوط به کشاورزی آبی با ۷ درصد می‌باشد. طی سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹ بیشترین تغییر کاربری شامل تبدیل مراتع با پوشش نیمه انبوه به دیم‌زارها و اراضی زراعی آبی و در درجه دوم تبدیل این مراتع به مراتع تخریب یافته با پوشش پراکنده است. در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱ بیشترین تغییر کاربری در مراتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده است که به همراه بخشی از مراتع نیمه انبوه به دیم‌زارها و زراعت آبی تبدیل شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، قلعه شاهرخ، تصاویر ماهواره‌ای ، MSS ، TM ،ETM+

مقدمه

سال‌ها پیش، توجه زیادی به موضوع تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین (Land Cover) و ارتباط مستقیم و غیرمستقیم آن با دگرگونی‌های مشاهده شده در نواحی اطراف دریای مدیترانه شده است. این تغییرات نتیجه فعالیت‌هایی مانند مهاجرت مردم به کناره‌های ساحلی، افزایش فعالیت‌های کشاورزی، چرای

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. به ترتیب استادیار و دانشیار آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. دانش آموخته کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: s_barati@na.iut.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

اراضی، فعالیت‌های گسترده وابسته به توریسم و غیره بوده است (۲۳). در اروپا تغییرات کاربری اراضی محلی به‌علت سیاست‌های تجاری اروپائیان، نتایج دور از انتظاری برای ساختار زمین و مناظر گوناگون ایجاد کرده است (۱۴). به‌منظور حفظ جنگل‌ها و مراتع، مدیریت و توسعه این منابع ارزشمند، شناخت و مطالعه مستمر آنها ضروری است. اطلاع از تغییر کاربری اراضی جهت بررسی عوامل و علل آنها در یک دوره زمانی می‌تواند مورد توجه برنامه ریزان ومدیران باشد (۳). استفاده از روش‌های سنتی جهت بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی و پوشش اراضی مانند نقشه‌برداری زمینی، عموماً وقت‌گیر و پرهزینه است اما استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌هایی مانند دید وسیع و یک‌پارچه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف گسترده انرژی الکترومغناطیسی جهت ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش تکراری و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها ، در دنیا با استقبال زیادی روبه‌رو بوده است (۸). از جمله کاربرد تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای تهیه نقشه کاربری اراضی وبررسی تغییرات کاربری اراضی طی دوره‌های مختلف می‌باشد. در زمینه تعیین کاربری و پوشش اراضی و بررسی تغییرات کاربری‌ها مطالعات زیادی صورت گرفته است.

کارلسون و همکاران، طی تحقیقی که در شمال شرق آمریکا انجام دادند از داده‌های TM(Thematic Mapper) و AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) استفاده کرده و تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی را در اثر توسعه شهری، تغییرات میکروکلیما و هیدرولوژی بررسی کردند. در این مطالعه از طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده بود و اراضی منطقه را به ۴ طبقه: ۱–مناطق شهری ومسکونی ۲– اراضی جنگلی۳– اراضی کشاورزی (چراگاه و مناطق عاری از پوشش) و ۴– آب، تقسیم‌بندی کردند. نقشه‌های تهیه شده نشان داد که اراضی مسکونی افزایش یافته و اراضی کشاورزی کاهش یافته‌اند (۱۳). گوماراسکا و همکاران، 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 کردند. آنها در این مطالعه نتیجه گرفتند که در طول یک قرن، اراضی مسکونی از ۲/۶ درصد به ۳۲ درصد افزایش یافته و سطح چمن‌زارها و مراتع کاهش یافته و به مناطق مسکونی تبدیل شده‌اند. هم‌چنین اراضی جنگلی تغییر چندانی نکرده بود (۱۵).

در سال ۲۰۰۰، تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز زالو (Xalo) در جنوب شرقی اسپانیا با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) مربوط به سال ۲۰۰۰ و MSS سال ۱۹۷۵ بررسی شد . نتایج تحقیق نشان داد که تغییرات مهمی در کاربری اراضی به شکل رهاسازی زمین‌های کشاورزی و تغییر پوشش زمین به‌دلیل آتش‌سوزی جنگل در منطقه صورت گرفته است (۲۴) .کارلسون و همکاران، با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای TM از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۹ در منطقه کاستاریکا، اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی نموده و تغییرات کاربری اراضی را بررسی نمودند. با استفاده از اطلاعات TM، طبقه‌بندی نظارت شده انجام دادند و کاربری‌ها را به ۴ گروه شامل: ۱- جنگل ۲- زمین‌های زراعی ۳- چراگاه ۴- اراضی شهری طبقه‌بندی کردند که دقت تفکیک جنگل ۹۱ درصد بوده است (۱۲).

با توجه به این که هدف نهایی در حوزه آبخیز اعمال مدیریت جامع، هماهنگ و یک‌پارچه بر کلیه منابع آبخیز است به نحوی که ضمن بهره‌برداری مناسب و منطقی و بهینه از منابع طبیعی، کشاورزی و انسانی، میزان فرسایش و هدر رفت خاک به حداقل ممکن تقلیل یابد، تحقیق حاضر در صدد تعیین انواع کاربری اراضی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی دربخشی از حوزه زاینده رود می‌باشد. حوزه آبخیز مورد مطالعه (حوزه قلعه شاهرخ) با مساحت ۱۵۰۹۸۰/۱ هکتار با کاربری‌های مختلف مرتع، کشاورزی آبی و دیم به‌دلیل تغییرات به‌وجود آمده در کاربری‌ها ، وجود تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دوره‌های مختلف و اطلاعات قابل دسترس برای مطالعه و بررسی انتخاب شد .لازم به ذکر است که چون

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

تصاویر ماهواره‌ای موجود مربوط به سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۶۹ و۱۳۸۱می‌باشد، دوره زمانی ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ برای مطالعه انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز قلعه شاهرخ (یکی از زیر حوزه‌های سد زاینده رود) با مساحت ۱۵۰۹۸۰/۱ هکتار می‌باشدکه در محدوده ″۴۴ ′۲ °۵۰ تا ″۵۶ ′۳۶ °۵۰ طول شرقی و ″۵۹ ′۱۷ °۳۲ تا ″۴۳ ′۴۶ °۳۲ عرض شمالی واقع شده است. براساس مطالعات ارزیابی و قابلیت اراضی، اراضی حوزه آبخیز قلعه شاهرخ از ۵ تیپ اصلی اراضی، ۸ واحد اراضی و ۱۴ جزء واحد اراضی تشکیل شده است.تیپ‌های اصلی شامل کوه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها، دشت‌های رودخانه‌ای و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگ‌ریزه‌دار می‌باشد. هم‌چنین از لحاظ پوشش گیاهی منطقه دارای ۵ تیپ است (۱۰). شکل (۱) موقعیت زیرحوزه قلعه شاهرخ نسبت به کل حوزه سد زاینده رود و ایران را نشان می‌دهد.

اطلاعات و ابزارهای مورد استفاده

در این مطالعه داده‌های سنجنده چند طیفی (Multi spectral scanner) MSS سال ۱۹۷۵، TMسال ۱۹۹۰ و ETM^{+} سال ۲۰۰۲ از ماهواره لندست، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ و۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰سال ۱۳۷۰ جهت شناسایی منطقه، نقشه DEM (Digital Elevation Model) منطقه به‌منظور انجام تصحیح توپوگرافی بر روی داده‌های ماهواره‌ای ،اطلاعات پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (۱۰) ،GPS مدل Etrex برای تعیین مختصات نقاط نمونه‌برداری و نرم افزارهای تفسیر و پردازش داده‌های ماهواره‌ای شامل IDRISI و ERDAS استفاده شدند. جدول ۱ مشخصات داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده را نشان می‌دهد. این داده‌ها مربوط به مسیر (Path) ۱۶۴ و ردیف‌های(Row) ۳۷ و ۳۸ می‌باشد.

لازم به‌ذکر است که چون هدف مطالعه مورد نظر، بررسی روند تغییرات کاربری اراضی زیرحوزه قلعه شاهرخ است داده‌ها به گونه‌ای از میان تصاویر قابل دسترس انتخاب شد که تقریباً تاریخ تصاویر از نظر ماه به هم نزدیک باشد .

پیش پردازش و پردازش اطلاعات ماهواره‌ای برای تهیه نقشه کاربری اراضی

تصحیح رادیومتریک

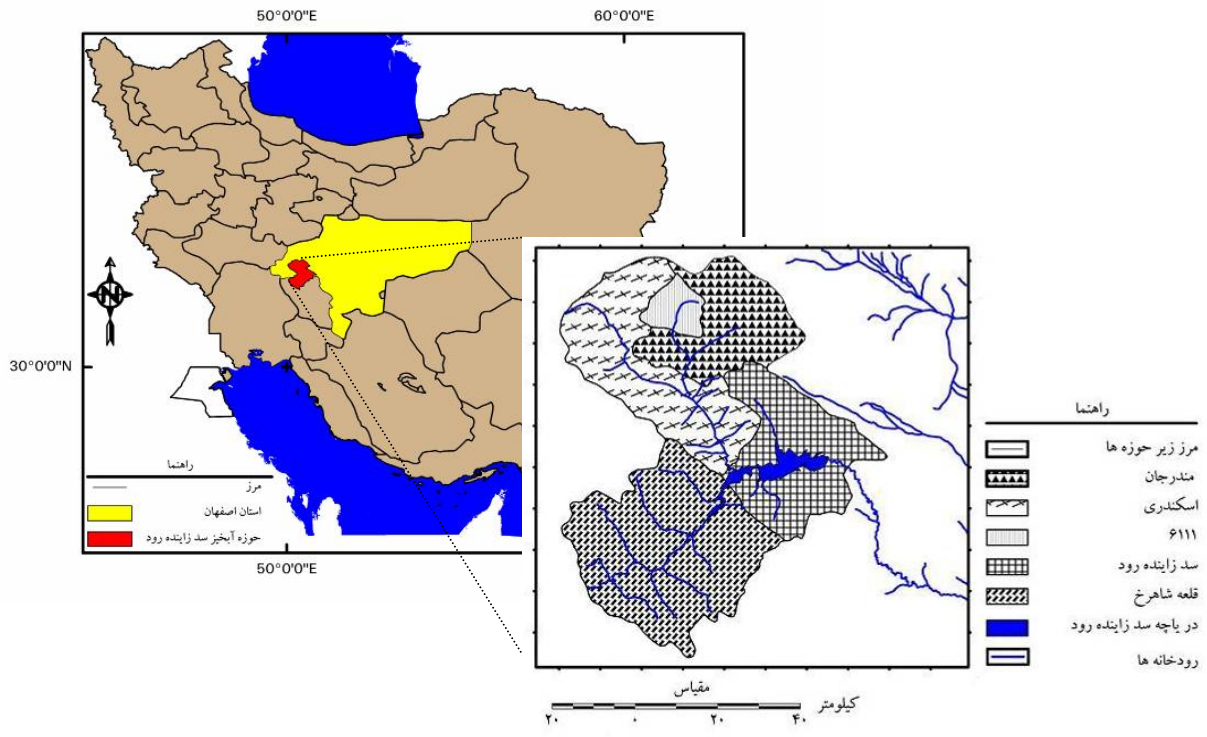
اعمال تصحیح رادیومتریک روی داده‌های چندزمانه ضروری است. با استفاده از این تصحیح اثر اختلاف زاویه خورشید و ارتفاع در داده‌های چندزمانه بر طرف گردیده و آثار اتمسفر، توپوگرافی وخطاهای سنجنده روی داده‌های رقومی بر طرف می‌گردد (۲۰ و۲۵). در این راستا با توجه به اطلاعات موجود در فرا داده (Meta data) تصاویر ،کلیه تصاویر تصحیح و دارای مختصات یکسان گردیدند.

تصحیح هندسی

تصاویر اولیه و خام داده‌های ماهواره‌ای بنا به دلایل مختلف مانند گردش زمین و تغییر در ارتفاع ماهواره دارای هندسه ناصحیح بوده و در این حالت قابل استفاده با سایر داده‌های ماهواره‌ای و مقایسه با یکدیگر نیستند (۷). بنابراین برای این‌که بتوان داده‌های مختلف را پردازش وتفسیر کرد ابتدا تصاویر چند طیفی و چندزمانه به یک سیستم مختصات واحد تبدیل شدند. در این تحقیق با برداشت نقاط کنترل زمینی (۲۰ نقطه) از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) اقدام به تصحیح هندسی تصاویر در محیط نرم افزار ERDAS گردید.خطاهای به‌دست آمده برای سنجنده +ETM، TM و MSS به‌ترتیب برابر با ۰/۵۱، ۰/۵۵ و ۰/۶۱ پیکسل بود که بسیار مطلوب می‌باشد. در مرحله بعد با کمک نمونه‌برداری مجدد (Resample) به روش نزدیک‌ترین همسایه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]



شکل۱. موقعیت زیر حوزه قلعه شاهرخ در حوزه آبخیز سد زاینده رود و ایران

(Nearest neighbor) تصاویر در جهت شمال توجیه و گردانده شدند. لازم به توضیح است که ابتدا تصویر +ETM تصحیح گردید و سپس دو تصویر TM و MSS به تصویر +ETM ثبت داده شد.

تصحیح توپوگرافی

پس از تصحیح اتمسفریک، با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه و کوهستانی بودن بخش اعظمی از منطقه، تصحیح توپوگرافی روی داده‌ها صورت گرفت. برای انجام این کار از عملگرهای موجود در نرم افزار ERDAS برای نرمال کردن توپوگرافی، از اعداد زاویه و ارتفاع خورشید و هم‌چنین نقشه DEM منطقه استفاده گردید.لازم به توضیح است که نقشه DEM از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه با فاصله خطوط ۱۰ متر تهیه گردید.

پس از جداسازی منطقه مورد مطالعه، جهت افزایش وضوح تصاویر پردازش‌های زیر بر روی آنها اعمال گردید :

جهت افزایش کنتراست و وضوح داده‌های اولیه ماهواره‌ای و تشخیص بهتر پدیده‌های مختلف زمینی از روش‌های مختلف بارزسازی تصویر استفاده می‌گردد. در طبقه‌بندی، برای ایجاد تضاد اطلاعاتی بیشتر و بارزتر شدن پدیده‌ها از باندهایی که با هم همبستگی کمتری دارند، استفاده می‌شود (۲۳).

الف) انتخاب باندها جهت طبقه‌بندی و ساختن تصاویر رنگی کاذب:

سنجنده‌های MSS ، TM و +ETM به‌ترتیب به‌دلیل داشتن ۴، ۷ و ۸ باند مختلف، تصاویر رنگی کاذب زیادی را ارائه می‌دهند و این تصاویر قابلیت زیادی در شناخت عوارض و پدیده‌های مختلف زمینی دارند. بهترین ترکیبات باندی در MSS، ۴۳۲ ، در TM، ۴۵۷ ، ۳۴۷ و ۱۴۶ و در +ETM، ۳۴۷ ، ۴۵۷ و ۴۳۲ می‌باشد که به‌ترتیب درRGB قرار داده شدند (۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جدول۱. مشخصات داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده

سنجنده	لندست	شماره باند	گستره طیفی(µm)	قدرت تفکیک مکانی(m)	زمان اخذ داده
MSS	۱	۴	۰/۵–۰/۶	۷۹/۸۲	۴ اکتبر سال ۱۹۷۵
		۵	۰/۶–۰/۷		
		۶	۰/۷–۰/۸		
		۷	۰/۸–۱/۱		
TM	۵	۱	۰/۴۵–۰/۵۲	۳۰	۱۷ سپتامبر سال ۱۹۹۰
		۲	۰/۵۲–۰/۶		
		۳	۰/۶۳–۰/۶۹		
		۴	۰/۷۶–۰/۹۰		
		۵	۱/۵۵–۱/۷۵		
		۶	۱۰/۴–۱۲/۵	۱۲۰	
		۷	۲/۰۸–۲/۳۵	۳۰	
ETM+	۷	۱	۰/۴۵–۰/۵۲		۹ آگوست ۲۰۰۲
		۲	۰/۵۲–۰/۶		
		۳	۰/۶۳–۰/۶۹	۳۰	
		۴	۰/۷۶–۰/۹۰		
		۵	۱/۵۵–۱/۷۵		
		۶	۱۰/۴–۱۲/۵	۶۰	
		۷	۲/۰۸–۲/۳۵	۳۰	
		۸	۰/۵–۰/۹	۱۵	

ب) آنالیز مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) : PCA

یکی از روش‌هایی است که با متراکم کردن اطلاعات در تصویر به تفسیر داده‌های ماهواره‌ای کمک می‌کند. استفاده از این دستور به خاطر متأثر بودن آن از عوامل اتمسفری و زمان تصویربرداری در صورت چندزمانه بودن تصاویر، کارایی بیشتری خواهد داشت. در این تحقیق بر ترکیب باندی داده‌های مربوط به هر تصویر، PCA اعمال شده و در ادامه از نتایج آنها برای تشخیص عوارض مختلف سطح زمین استفاده شد.

ج) شاخص گیاهی NDVI

این شاخص وضعیت پوشش گیاهی را بر روی سطح زمین در مناطق وسیع نشان می‌دهد. پوشش گیاهی متراکم و نیز مناطق با لاشبرگ و یا مناطقی که عاری از پوشش گیاهی هستند نیز به خوبی از طریق این شاخص قابل شناسایی هستند. ارزش عددی شاخص NDVI بین ۱- تا ۱ متغیر می‌باشد. ارزش‌های عددی مثبت مربوط به پوشش گیاهی متراکم و ارزش عددی صفر و مقادیر نزدیک به آن مربوط به مناطق بدون پوشش گیاهی است و محل‌های خیس وآب ارقام نزدیک به ۱- را دارا هستند و از طریق معادله

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

NDVI=(NIR-RED/NIR+RED) محاسبه گردید (۲۲).

بازدید صحرایی

در بازدیدهایی که در مردادماه سال ۱۳۸۴ انجام شد، انواع کاربری‌های مختلف مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت و به شرح زیر تعیین شد:۱- کشاورزی آبی ۲- کشاورزی دیم ۳- مرتع نیمه انبوه ۴- مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده ۵- رخنمون سنگی ۶- رودخانه. در منطقه، کاربری‌های اراضی با طبقه‌بندی اولیه به گروه‌های کوچک‌تر تقسیم گردید، سپس با قرارگرفتن در وسط آن گروه، نمونه‌برداری تصادفی اجرا شد که آن را نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده می‌نامند (۳). در هریک از نقاط نوع کاربری و مختصات جغرافیایی (با استفاده از دستگاه GPS) ثبت گردید.

طبقه‌بندی نظارت شده و ایجاد لایه‌های اطلاعاتی

تفسیر تصاویر به معنی تبدیل داده‌های خام به اطلاعات قابل استفاده است که شامل تشخیص، شناسایی و طبقه‌بندی عوارض مختلف سطح زمین می‌شود. در این مطالعه معیار انتخاب ترکیب باندها برای تهیه لایه‌های مختلف کاربری براین مبنا بود که طبقه‌بندی‌های رقومی بر پایه اختلاف‌های طیفی پدیده‌های گوناگون بر روی باندهای مختلف استوار است و تفکیک پذیری طیفی کلاس‌ها از طریق تفاوت در میزان متوسط بازتاب‌های کلاس‌ها امکان‌پذیر می‌گردد، لذا بایستی باندهایی را در ترکیب باندی انتخاب نمود که با یکدیگر هم‌بستگی کمتری داشته و در ترکیب بتوانند اطلاعات را با تضاد بیشتری نمایان کنند. با توجه به این‌که انتخاب بهترین ترکیب باندی از طریق مقایسه چشمی مشکل و وقت‌گیر است لذا برای این کار از شاخص کمی OIF (Optimum Index Factor) استفاده گردید. این شاخص بر اساس هم‌بستگی و واریانس بین باندها به انتخاب بهترین ترکیب سه تایی باندها می‌پردازد. در واقع ترکیب‌های باندی که OIF بالاتری دارند نشان‌دهنده این است که دارای اطلاعات (انحراف معیار) و تکرار کم (هم‌بستگی کم بین باندها) می‌باشند. مقدار OIF از رابطه ۱ به‌دست آمد (۵) که نتایج آن در جدول‌های ۲ تا۴ ارائه شده است.

$$OIF = \frac{\sum_{i=1}^{3} SD_i}{\sum_{j=1}^{3} |CC_j|} \qquad [1]$$

$\sum_{i=1}^{3} SD_i$: مجموع انحراف معیارهای سه باند

$\sum_{j=1}^{3} |CC_j|$: مجموع قدر مطلق ضرایب هم‌بستگی بین ۲ باند از ۳ باند

بر اساس این نتایج بهترین ترکیبات باندی که دارای OIF بالاتری بودند برای تصویر MSS، باندهای ۲، ۳ و۴ و برای تصاویر TM و +ETM ، باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ به‌دست آمد. پس از انتخاب بهترین ترکیب باندی با توجه به اطلاعات قبلی و شناخت پدیده‌های موجود در داده‌های مورد استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردید. در مرحله نخست مختصات نقاط نمونه‌برداری شده روی تصویر +ETM سال ۲۰۰۲ منتقل گردید و با استفاده از این نقاط و یادداشت‌برداری‌هایی که در صحرا از کاربری‌های اطراف این نقاط انجام شده بود و هم‌چنین نقشه‌های تهیه شده از طبقه‌بندی نظارت نشده که بیانگر خصوصیات طیفی سطح زمین با کاربری معلوم است، روی تصویر پلی‌گون‌های نمونه‌برداری به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی ایجاد گردید.

به‌منظور تهیه نمونه‌های تعلیمی روی تصاویر سال‌های ۱۹۷۵ و۱۹۹۰ با توجه به این‌که اطلاعات زمینی مربوط به این سال‌ها در دسترس نبود با تفسیر چشمی تصویر رنگی کاذب تهیه شده برای تصویر هر سنجنده و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی موجود و سعی و خطا، نمونه‌هایی که معرف بازتاب کاربری و پوشش‌های مورد نظر بودند، انتخاب گردیدند (۳ و ۴). سپس با معرفی نمونه‌های تعلیمی به نرم افزار ERDAS طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال روی تصاویر انجام شد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جدول۲. مقادیر OIF برای ۴ ترکیب باندی با استفاده از ۴ باند MSS

ترکیب باندی	$\sum_{j=1}^{3}\lvert CC_j\rvert$	$\sum_{i=1}^{3} SD_i$	OIF
۴-۳-۲	۲/۶۶۴۹۸۳	۳۹/۷۶۷	۱۴/۹۲۲۰۴
۳-۲-۱	۲/۷۴۴۱۴	۳۹/۱۲۶	۱۴/۲۵۸۰۲
۴-۲-۱	۲/۵۴۶۵۶۵	۳۶/۲۹۴	۱۴/۲۵۲۱۴
۴-۳-۱	۲/۶۳۸۶۹۷	۳۵/۸۷۵	۱۳/۵۹۵۷۲

جدول۳. مقادیر OIF برای ۲۰ ترکیب باندی با استفاده از ۶ باند TM

ترکیب باندی	$\sum_{j=1}^{3}\lvert CC_j\rvert$	$\sum_{i=1}^{3} SD_i$	OIF	ترکیب باندی	$\sum_{j=1}^{3}\lvert CC_j\rvert$	$\sum_{i=1}^{3} SD_i$	OIF
۴-۵-۷	۲/۷۰۰۷۲۸	۷۰/۴۲۷	۲۶/۰۷۷۰۴	۱-۲-۵	۲/۷۳۰۹۳۸	۵۸/۹۹۹	۲۱/۶۰۳۹۳
۳-۴-۵	۲/۶۷۹۴۴۳	۶۹/۸	۲۶/۰۵۰۱۹	۱-۴-۷	۲/۵۰۷۷۵۲	۵۱/۸۳۲	۲۰/۶۶۸۷۱
۳-۵-۷	۲/۸۲۵۸۲۴	۷۳/۰۸۲	۲۵/۸۶۲۱۹	۱-۳-۷	۲/۷۱۴۳۰۷	۵۴/۴۸۷	۲۰/۰۷۴
۱-۵-۷	۲/۶۷۰۲۶۸	۶۸/۰۵۸	۲۵/۴۸۷۳۳	۱-۳-۴	۲/۶۱۲۸۶۶	۵۱/۲۰۵	۱۹/۵۹۷۲۵
۱-۴-۵	۲/۵۷۶۰۱	۶۴/۷۷۶	۲۵/۱۴۵۸۷	۲-۴-۷	۲/۶۰۵۲۲۳	۴۸/۴۲۴	۱۸/۵۸۷۲۸
۱-۳-۵	۲/۷۰۸۷۳۹	۶۷/۴۳۱	۲۴/۸۹۳۸۷	۲-۳-۷	۲/۸۱۸۴۸۹	۵۱/۰۷۹	۱۸/۱۲۲۸۳
۲-۵-۷	۲/۷۷۴۵۲۷	۶۴/۶۵	۲۳/۳۰۱۲۷	۲-۳-۴	۲/۷۰۳۴۳۶	۴۷/۷۹۷	۱۷/۶۸۰۰۹
۲-۴-۵	۲/۶۶۶۶۵۸	۶۱/۳۶۸	۲۳/۰۱۳۰۸	۱-۲-۷	۲/۷۲۶۶۴۷	۴۶/۰۵۵	۱۶/۸۹۰۷۱
۲-۳-۵	۲/۸۰۶۰۹۷	۶۴/۰۲۳	۲۲/۸۱۵۶۸	۱-۲-۴	۲/۶۶۳۷۱۷	۴۲/۷۷۳	۱۶/۰۵۷۶۴
۳-۴-۷	۲/۶۲۷۸۶۹	۵۶/۸۵۶	۲۱/۶۳۵۷۹	۱-۲-۳	۲/۸۸۴۶۱۶	۴۵/۴۲۸	۱۵/۷۴۸۳۷

الف) تهیه لایه کاربری اراضی رخنمون سنگی

با در اختیار داشتن تصاویر رنگی کاذب از تصویر +ETM سال ۲۰۰۲ و با استفاده از مختصات نقاط برداشت شده با GPS و نیز آنالیز PCA که بر روی باندهای هفتگانه صورت گرفت، رخنمون‌های سنگی قابل تشخیص شدند. پس از شناسایی، با انتخاب نمونه‌های تعلیمی و تطابق هندسی منحنی‌های بازتاب روی باندهای مناسب با روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی صورت گرفت و در نهایت لایه کاربری اراضی رخنمون سنگی منطقه تهیه گردید.

لازم به یاداوری است که چون طی دوره مورد بررسی در این تحقیق (حدود ۳۰ سال) احتمال تغییر در رخنمون‌های سنگی بسیار کم است لایه تهیه شده تحت عنوان رخنمون سنگی از تصویر +ETM سال ۲۰۰۲ برای دو تصویر دیگر نیز عیناً به‌کار برده شد.

ب) تهیه لایه کاربری اراضی کشاورزی آبی

محل نمونه‌های تعلیمی این لایه با استفاده از تصاویر رنگی کاذب داده‌های MSS، TM و +ETM و با توجه به نقاطی که

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جدول۴. مقادیر OIF برای ۳۵ ترکیب باندی با استفاده از ۷ باند +ETM

ترکیب باندی	$\sum_{j=1}^{3}\lvert CC_j\rvert$	$\sum_{i=1}^{3} SD_i$	OIF	ترکیب باندی	$\sum_{j=1}^{3}\lvert CC_j\rvert$	$\sum_{i=1}^{3} SD_i$	OIF
۷-۴-۳	۲/۰۵۶۹۹۱	۶۶/۶۷۱	۳۲/۴۱۱۹	۵-۷-۸	۲/۶۳۸۸۱۷	۶۶/۷۰۵	۲۵/۲۷۸۳۷
۵-۴-۳	۲/۱۸۸۱۴۷	۶۸/۲۰۵	۳۱/۱۷۰۲۲	۴-۷-۸	۲/۲۳۴۲۷۳	۵۳/۱۹۵	۲۳/۸۰۸۶۴
۷-۵-۴	۲/۲۴۹۰۰۴	۶۷/۰۸۱	۲۹/۸۲۶۹۸	۳-۴-۸	۲/۳۰۰۷۵۷	۵۴/۳۱۹	۲۳/۶۰۹۱۹
۷-۵-۳	۲/۷۳۰۲۷۴	۸۰/۱۸۱	۲۹/۳۶۷۳۸	۴-۵-۸	۲/۴۶۲۴۶	۵۴/۷۲۹	۲۲/۲۲۵۳۴
۷-۴-۱	۱/۸۶۴۶۹	۵۱/۴۴۲	۲۷/۵۸۷۴۳	۲-۵-۸	۲/۵۷۲۹۷	۵۷/۱۲	۲۲/۲۰۰۰۳
۷-۴-۲	۲/۰۲۹۵۱۵	۵۵/۹۶۲	۲۷/۵۷۴۰۸	۲-۷-۸	۲/۵۱۲۰۵۸	۵۵/۵۸۶	۲۲/۱۲۷۶۷
۴-۳-۲	۲/۱۵۳۷۷	۵۷/۰۸۶	۲۶/۵۰۵۱۵	۱-۵-۸	۲/۴۰۶۸۸۳	۵۲/۶	۲۱/۸۵۳۹۹
۵-۴-۱	۱/۹۹۹۹۶۶	۵۲/۹۷۶	۲۶/۴۸۸۴۵	۱-۲-۵	۲/۵۴۶۳۳۴	۵۵/۳۶۷	۲۱/۷۴۳۸۱
۵-۳-۲	۲/۶۶۵۵۹۶	۷۰/۵۹۶	۲۶/۴۸۴۱۴	۱-۷-۸	۲/۳۵۴۰۷۷	۵۱/۰۶۶	۲۱/۶۹۲۵۸
۵-۴-۲	۲/۱۷۲۸۹۶	۵۷/۴۹۶	۲۶/۴۶۰۵۴	۲-۳-۸	۲/۶۶۳۵۴۸	۵۶/۷۱	۲۱/۲۹۱۱۵
۵-۳-۱	۲/۵۰۰۳۳۲	۶۶/۰۷۶	۲۶/۴۲۶۸۹	۱-۲-۷	۲/۵۷۸۳۳۳	۵۳/۸۳۳	۲۰/۸۷۹
۴-۳-۱	۱/۹۹۶۳۹۶	۵۲/۵۶۶	۲۶/۳۳۰۴۵	۱-۳-۸	۲/۵۱۳۰۱۸	۵۲/۱۹	۲۰/۷۶۷۸۶
۷-۵-۱	۲/۴۶۸۷۳۳	۶۴/۹۵۲	۲۶/۳۰۹۸۵	۱-۲-۴	۲/۱۰۳۷۴۸	۴۱/۸۵۷	۱۹/۸۹۶۴
۷-۵-۲	۲/۶۴۱۴۴۷	۶۹/۴۷۲	۲۶/۳۰۰۷۳	۱-۲-۳	۲/۷۹۵۰۴۵	۵۴/۹۵۷	۱۹/۶۶۲۲۹
۸-۵-۳	۲/۶۰۵۱۹۴	۶۷/۸۲۹	۲۶/۰۳۶۰۶	۲-۴-۸	۲/۳۲۹۸۸۲	۴۳/۶۱	۱۸/۷۱۷۶۸
۸-۷-۳	۲/۵۵۶۵۰۹	۶۶/۲۹۵	۲۵/۹۳۱۸۵	۱-۴-۸	۲/۱۷۱۶۸۵	۳۹/۰۹	۱۷/۹۹۹۸۵
۷-۳-۲	۲/۷۰۱۷۱۵	۶۹/۰۶۲	۲۵/۵۶۲۲۸	۱-۲-۸	۲/۶۰۳۳۹۵	۴۱/۴۸۱	۱۵/۹۳۳۴۲
۷-۳-۱	۲/۵۴۴۵۵۷	۶۴/۵۴۲	۲۵/۳۶۴۷۳				

GPS زده شده بود انتخاب و پس از تصحیح منحنی‌های بازتابی، طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال با استفاده از باندهای ۲، ۳ و۴ MSS و باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ TM و +ETM صورت گرفت و بدین ترتیب کاربری اراضی کشاورزی آبی، بادقت بالا در سه دوره زمانی ۱۹۷۵، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ تهیه شد.

ج) تهیه لایه‌های کاربری اراضی کشاورزی دیم، مرتع نیمه انبوه و مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده

نمونه‌های تعلیمی این سه کاربری با استفاده از شاخص گیاهی NDVI و ترکیبات رنگی کاذب مختلف و استفاده از نقاطی که GPS زده شده بود انتخاب گردید. پس از آن منحنی‌های بازتابی روی باندهای مناسب شامل ۳، ۴، و۷ TM و ۳، ۴، و ۵ +ETM و۲، ۳ و ۴ MSS تصحیح گردید و روش طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال صورت گرفت.

در دیم‌زارهای منطقه چندین عامل باعث تغییر اعداد رقومی (DN) در اراضی مشابه می‌گردد که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: ارتفاع قطع محصول پس از برداشت، استفاده از زمین به‌عنوان چراگاه، آیش نگه‌داشتن زمین و رشد گیاهان مهاجم و یک‌ساله، زمان و عمق شخم و... مجموعه این عوامل وضعیت‌های بسیار متنوعی را ایجاد می‌کند که تشخیص این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

اراضی از اراضی مرتعی تنک را حتی در بازدیدهای صحرایی مشکل می‌سازد. وجود اشکالات فراوان در تطابق دیم‌زارها در طبیعت و تصویر ماهواره‌ای موجود (۲۰۰۲) باعث گردید تا بسیاری از نقاطی را که در بازدید صحرایی مرتع تعیین شده، در روش تفسیر نظارت شده به‌صورت دیم طبقه‌بندی شود و بالعکس، که علت آن پوشش ناچیز در مراتع تخریب شده و دیم‌زارهای برداشت شده یا آیش گذاشته شده است، لذا برای تفکیک این سه کاربری آنالیزهای مختلف بارزسازی دوباره صورت گرفت و محل نمونه‌ها برای طبقه‌بندی، پس از مراجعه مجدد به منطقه، با دقت بیشتر تعیین گردید و نهایتاً طبقه‌بندی و جداسازی این سه لایه کاربری اراضی انجام شد.

د) تهیه لایه کاربری اراضی آب (رودخانه)

برای جدا کردن رودخانه از دیگر کاربری‌ها روش‌های مختلف طبقه‌بندی نظارت شده به‌کار گرفته شد ولی به‌دلیل بازتاب‌های مشابه کناره‌های رودخانه با پوشش گیاهی اطراف در بعضی از قسمت‌های تصاویر، رودخانه به خوبی از دیگر لایه‌ها تفکیک نمی‌شد. بنابراین با ماسک کردن پوشش گیاهی حاشیه رودخانه، آب با استفاده از باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک در هر سه تصویر تفکیک گردید.

ارزیابی صحت نقشه‌های ایجاد شده

در مرحله نهایی بااستفاده از مختصات نقاطی که در بازدیدهای صحرایی بااستفاده از GPS نمونه‌برداری شدند و دستورالعمل Ermat ماتریس خطا محاسبه و دقت کلی، شاخص کاپای کلی، خطای امیسیون (Omission) و خطای کمیسیون (Commission) محاسبه گردید.

لازم به‌ذکر است که چون تصویر ماهواره‌ای MSS مربوط به سال ۱۹۷۵ و داده‌های ماهواره‌ای TM مربوط به سال ۱۹۹۰می‌باشند بنابراین ماتریس خطا فقط برای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۲ محاسبه گردید چرا که تاریخ بازدیدهای صحرایی مربوط به سال ۱۳۸۴ (۲۰۰۵) و اوایل سال ۱۳۸۵ می‌باشد و فقط تصویر سال ۲۰۰۲ نزدیک‌ترین تاریخ به زمان کنترل صحرایی است. با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات کافی از وضعیت گذشته منطقه، صحت نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۹۷۵ و ۱۹۹۰ با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی منطقه، اطلاعات مردم محلی و تفسیر چشمی مورد بررسی قرار گرفت.

تهیه نقشه کاربری اراضی

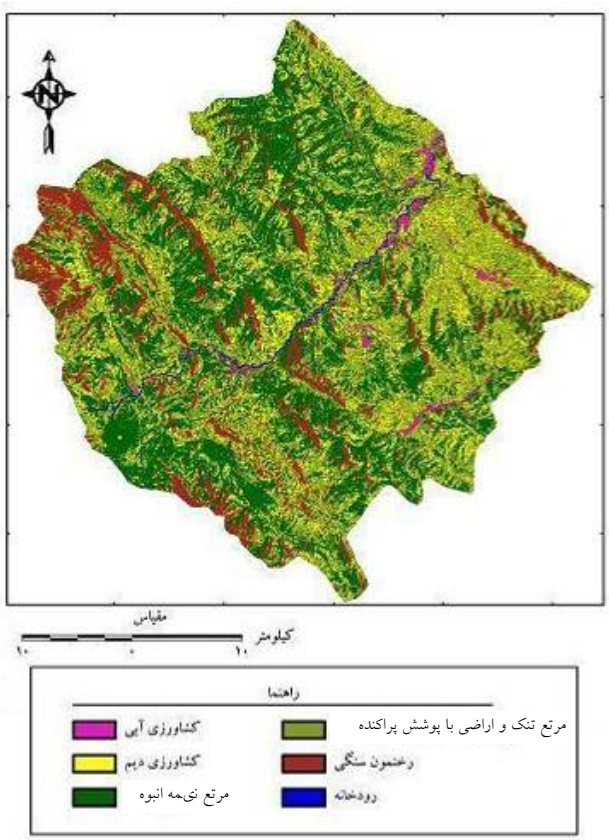
برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه از روش طبقه‌بندی ترکیبی (هیبرید) استفاده گردید. این روش ترکیبی از دو روش طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده است و به همین دلیل از دقت بیشتری نیز برخوردار است(۱۱). در این روش لایه‌های اطلاعاتی مربوط به کاربری‌ها و پوشش‌های اراضی که به روش‌های مختلف از تصاویر ماهواره‌ای به‌دست آمده‌اند با هم ترکیب می‌شوند(۱۷ و ۲۱). یکی از طرح‌های طبقه‌بندی ترکیبی، طرح طبقه‌بندی آندرسون است. این طرح بر اساس کلاس‌های غالب کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه و با توجه به تعاریف کلاس‌های کاربری و پوشش اراضی، ایجاد می‌شود. این روش بیشتر در مواردی استفاده می‌شود که داده‌های مورد استفاده دارای قدرت تفکیک متفاوت مانند MSS و +ETM باشند(۱۷). با استفاده از این روش کلیه لایه‌های اطلاعاتی (شش کاربری مختلف) به‌دست آمده از هر تصویر ماهواره‌ای با یکدیگر تلفیق شدند و در نهایت سه نقشه کاربری اراضی زیر حوزه قلعه شاهرخ مربوط به سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ به‌دست آمد. در ادامه پس از تهیه نقشه کاربری اراضی هریک از تصاویر ماهواره‌ای مساحت هریک از کاربری‌ها محاسبه و در جداول مربوطه آورده شد.

آشکارسازی تغییرات

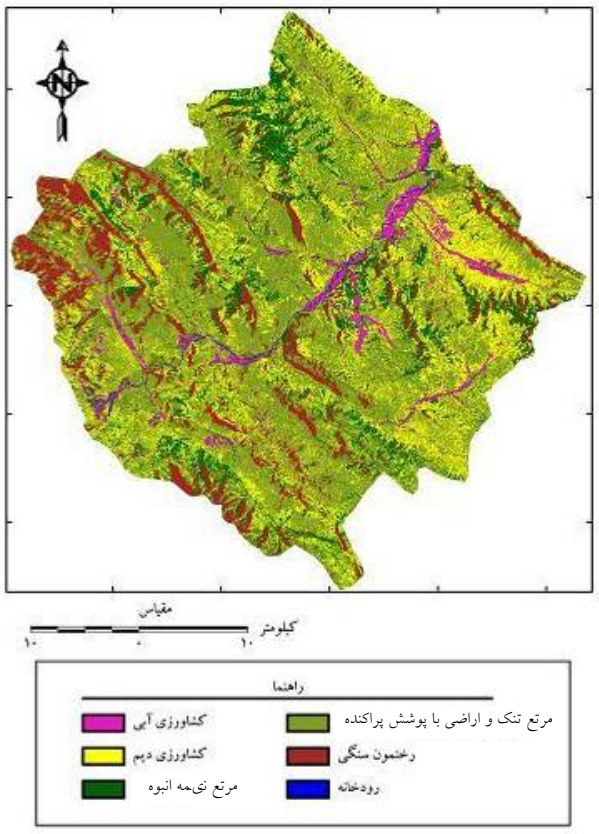
جهت پایش تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ از دستور Change Detection استفاده گردید و روند تغییرات کاربری‌های کشاورزی آبی، کشاورزی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

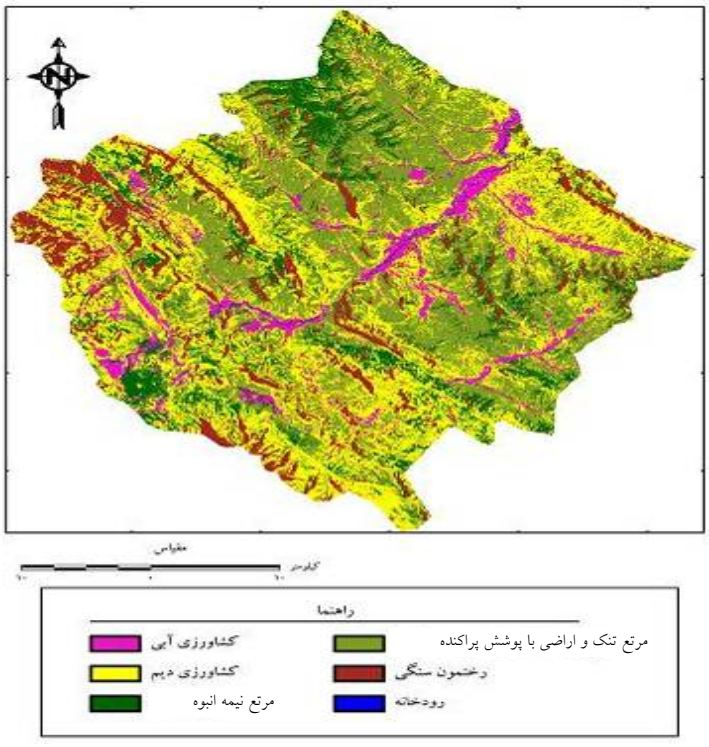
[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]



شکل۲. نقشه کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ در سال ۱۳۵۴



شکل۳. نقشه کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ در سال ۱۳۶۹



شکل۴. نقشه کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ در سال ۱۳۸۱

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

دیم، مرتع نیمه انبوه، مرتع با پوشش ضعیف و اراضی با پوشش پراکنده طی سه دوره ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹ ، ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱ و ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ مشخص شد.

نتایج

تعیین بهترین ترکیب باندی

برای انتخاب بهترین ترکیب باندی از شاخص کمی OIF استفاده گردید. جدول‌های ۲ تا ۴ مقادیر OIF را برای ترکیبات سه باندی حاصل از ۴ باند MSS، ۶ باند TM و ۷ باند+ETM نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج بهترین ترکیب باندی برای تصویر MSS، باندهای ۲، ۳ و۴ و برای تصاویر TM و +ETM، باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ به‌دست آمد.

نقشه کاربری اراضی

پس از تهیه کلیه لایه‌های اطلاعاتی شامل: ۱- کشاورزی آبی، ۲- کشاورزی دیم، ۳- مرتع نیمه انبوه، ۴-مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده، ۵- رخنمون سنگی و ۶- رودخانه، نقشه‌های کاربری اراضی حوزه آبخیز قلعه شاهرخ در سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ به‌دست آمد. شکل‌های ۲تا ۴ نقشه‌های کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ طی این سال‌ها می‌باشد. مساحت انواع کاربری اراضی در جدول‌های ۵ تا ۷ ارائه شده است.

ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

در بسیاری از مطالعات انجام شده در تهیه نقشه کاربری اراضی (متقی و همکاران (۹)، علوی پناه و همکاران (۶)، لانگفورد و همکاران (۱۹) ، گوماراسکا (۱۵) و...) از روش حداکثر احتمال به‌علت دقت مناسب استفاده نمودند. دقت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای طبق نظریات آندرسون به نقل از هوارد، ۸۵ درصد می‌باشد (۱۶). در جدول خطا، خطای کمیسیون و امیسیون مورد بررسی قرار گرفت. خطای کمیسیون نشان‌دهنده مساحت اراضی یک کلاس است که واقعاً به آن تعلق ندارند و خطای امیسیون نشان‌دهنده میزان مساحت اراضی یک کلاس است که جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند (۶). بیشترین و کمترین خطای امیسیون به‌ترتیب برای کاربری‌های مراتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده و کشاورزی آبی می‌باشد. جدول ۸ ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی مربوط به سال ۱۳۸۱ می‌باشد.

صحت نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۶۹ نیز با مقایسه نقشه‌های توپوگرافی موجود از منطقه در این سال‌ها،تفسیر عکس‌های هوایی، اطلاعات مردم محلی و تفسیر چشمی تصاویر در حد قابل قبول به‌دست آمد.

آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی

روند گسترش اراضی کشاورزی آبی و دیم‌زارها و کاهش مراتع در طول سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ با استفاده از دستور Change Detection تهیه گردید که در شکل‌های ۵ تا ۸ نشان داده شده است.

با مقایسه جدول‌های ۵ تا ۷، میزان تغییر کاربری اراضی طی دوره‌های مورد بررسی مشخص می‌گردد. جدول ۹ تغییرات یاد شده را برحسب درصد نشان می‌دهد. در این جدول افزایش مساحت هر کاربری با عدد مثبت و کاهش مساحت با عدد منفی نمایش داده شده است.

تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱

شایان ذکر است به‌دلیل وسعت کم کاربری اراضی رودخانه نسبت به‌کاربری‌های کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، مرتع نیمه انبوه و مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده و رخنمون سنگی ، مساحت آن در دوره‌های مورد مطالعه تقریبا ثابت درنظر گرفته شده و تغییر این کاربری در سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ صفر در نظر گرفته شده است.

با توجه به جدول‌های ۵ تا ۷، در دوره اول مطالعه (سال ۱۳۵۴) بیشترین وسعت کاربری اراضی مربوط به مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده با ۴۱/۶ درصد و کمترین وسعت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جدول۵. مساحت انواع کاربری اراضی در سال ۱۳۵۴

نوع کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
کشاورزی آبی	۲۲۸۵/۹	۱/۶
کشاورزی دیم	۱۹۵۹۱/۲	۱۳
مرتع نیمه انبوه	۴۸۶۵۴/۷	۳۲/۲
مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده	۶۲۸۲۰/۷	۴۱/۶
رخنمون سنگی	۱۷۰۹۴/۴	۱۱/۳
رودخانه	۵۳۳/۱	۰/۳
جمع کل	۱۵۰۹۸۰/۱	۱۰۰

جدول۶. مساحت انواع کاربری اراضی در سال ۱۳۶۹

نوع کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
کشاورزی آبی	۶۲۹۹/۴	۴/۲
کشاورزی دیم	۳۸۵۹۲/۹	۲۵/۶
مرتع نیمه انبوه	۲۳۱۰۱/۶	۱۵/۳
مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده	۶۵۵۴۸/۵	۴۳/۴
رخنمون سنگی	۱۷۰۹۴/۴	۱۱/۳
رودخانه	۳۳۴/۴	۰/۲
جمع کل	۱۵۰۹۸۰/۱	۱۰۰

جدول۷. مساحت انواع کاربری اراضی در سال ۱۳۸۱

نوع کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
کشاورزی آبی	۱۰۶۳۱/۱	۷
کشاورزی دیم	۵۳۸۳۷/۴	۳۵/۷
مرتع نیمه انبوه	۲۰۳۱۹/۱	۱۳/۵
مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده	۴۸۷۹۱/۴	۳۲/۳
رخنمون سنگی	۱۷۰۹۴/۴	۱۱/۳
رودخانه	۲۹۰/۱	۰/۲
جمع کل	۱۵۰۹۸۰/۱	۱۰۰

مربوط به کشاورزی آبی با ۱/۵ درصد بوده است. هم‌چنین در دوره دوم (۱۳۶۹-۱۳۵۴) بیشترین وسعت کاربری مربوط به مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده با ۴۳/۴ درصد و کمترین وسعت مربوط به کشاورزی آبی با ۴/۱ درصد می‌باشد. در دوره سوم مطالعه (۱۳۸۱-۱۳۶۹) بیشترین وسعت کاربری با ۳۵/۶ درصد مربوط به کشاورزی دیم و کمترین وسعت مربوط به

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جدول۸ . ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۱

کلاس‌های طبقه‌بندی شده	علامت اختصاری کلاس‌های مرجع						
کاربری اراضی	I	D	R_1	R_2	Ro	جمع	خطای کمیسیون
کشاورزی آبی	۵۷۴	۱	۰	۰	۰	۵۷۵	۰/۰۰۱۷
کشاورزی دیم	۵	۸۲۲	۰	۱۷۲	۰	۹۹۹	۱/۱۷۷۲
مرتع نیمه انبوه	۵	۱۵۸	۷۳۳	۲	۴	۹۰۲	۰/۱۸۷۴
مرتع تنک واراضی با پوشش پراکنده	۱	۲۹	۶۵	۵۱۲	۸	۶۱۵	۰/۱۶۷۵
رخنمون سنگی	۰	۱	۳	۴	۵۲۴	۵۳۲	۰/۰۱۵
جمع	۵۸۵	۱۰۱۱	۸۰۱	۶۹۰	۵۳۹		
خطای امیسیون	۰/۰۱۸۸	۰/۱۸۶۹	۰/۰۸۴۹	۰/۲۵۸	۰/۰۲۲۴		

(I:کشاورزی آبی ، D :کشاورزی دیم ،R_1 : مرتع نیمه انبوه ، R_2 :مرتع تنک ، Ro : رخنمون سنگی)

جمع پیکسل‌ها = ۳۶۲۳ دقت کلی = ۸۷/۳۵ ٪ کاپای کلی = ۸۳/۹۶ ٪

جدول۹. تغییرات درصد مساحت هریک از کاربری‌های اراضی در دوره‌های مورد مطالعه

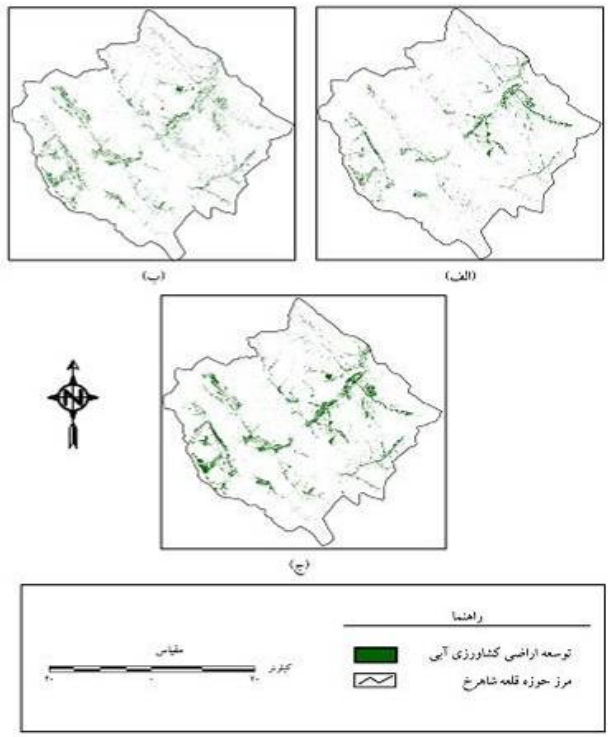
دوره	کاربری اراضی	تغییرمساحت (درصد)
تغییرات دوره دوم نسبت به دوره اول (۱۳۵۴-۱۳۶۹)	کشاورزی آبی	+۲/۶۵۸
	کشاورزی دیم	+۱۲/۵۸۵
	مرتع نیمه انبوه	-۱۶/۹۲۴
	مرتع تنک واراضی با پوشش پراکنده	+۱/۸۰۷
تغییرات دوره سوم نسبت به دوره دوم (۱۳۶۹-۱۳۸۱)	کشاورزی آبی	+۲/۸۶۹
	کشاورزی دیم	+۱۰/۰۹۷
	مرتع نیمه انبوه	-۱/۸۴۳
	مرتع تنک واراضی با پوشش پراکنده	-۱۱/۰۹۹
تغییرات دوره سوم نسبت به دوره اول (۱۳۵۴-۱۳۸۱)	کشاورزی آبی	+۵/۵۲۷
	کشاورزی دیم	+۲۲/۶۸۲
	مرتع نیمه انبوه	-۱۸/۷۶۷
	مرتع تنک واراضی با پوشش پراکنده	-۹/۲۹۲

کشاورزی آبی با ۷ درصد می‌باشد

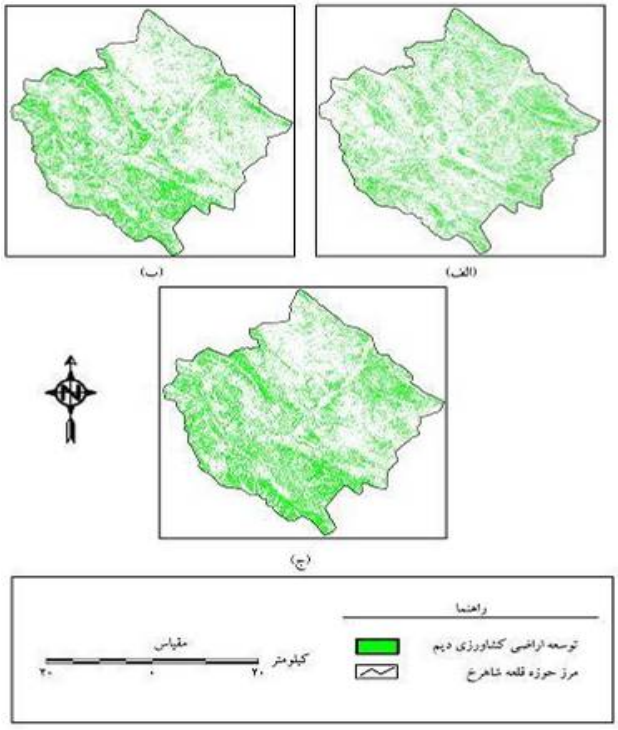
جدول ۹ و شکل‌های ۵ تا ۸، نشان می‌دهد طی سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹ بیشترین تغییر کاربری مربوط به تبدیل مراتع با پوشش نیمه انبوه به دیم‌زارها و اراضی زراعی آبی و در درجه دوم تبدیل این مراتع به مراتع تخریب یافته با پوشش گیاهی پراکنده است، به‌طوری‌که سطح اراضی کشاورزی آبی و دیم از ۲۱۸۷۷/۱ هکتار، در سال ۱۳۵۴ به ۴۴۸۹۲/۳ هکتار، در سال ۱۳۶۹ (۱۵/۲۴ درصد افزایش) و سطح مراتع از ۱۱۱۴۷۵/۴ هکتار در سال ۱۳۵۴ به ۸۸۶۵۰/۱ هکتار در سال ۱۳۶۹ (۱۵/۱۱ درصد کاهش) تغییر یافته است .در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱ بیشترین تغییر کاربری در مراتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده است که به همراه بخشی از مراتع نیمه انبوه به دیم‌زارها و زراعت آبی تبدیل شده‌اند. یعنی سطح اراضی کشاورزی آبی و دیم از ۴۴۸۹۲/۳ هکتار ،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

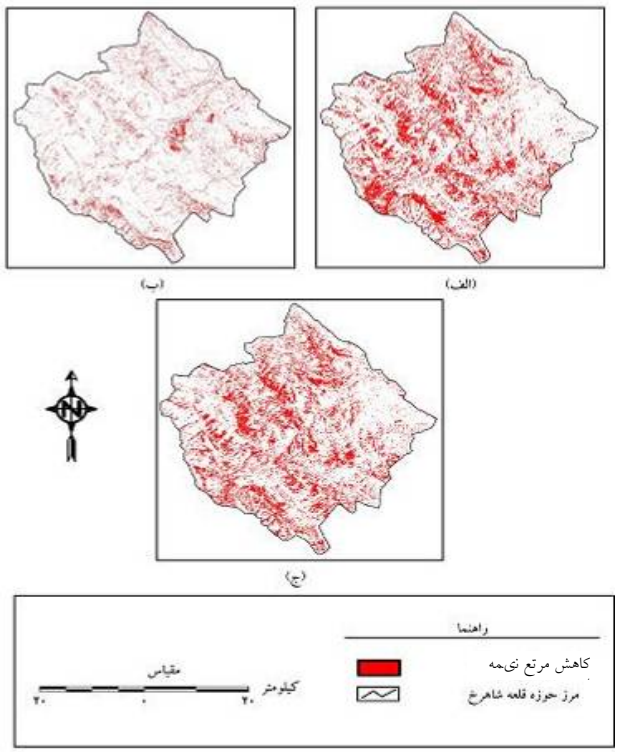
[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]



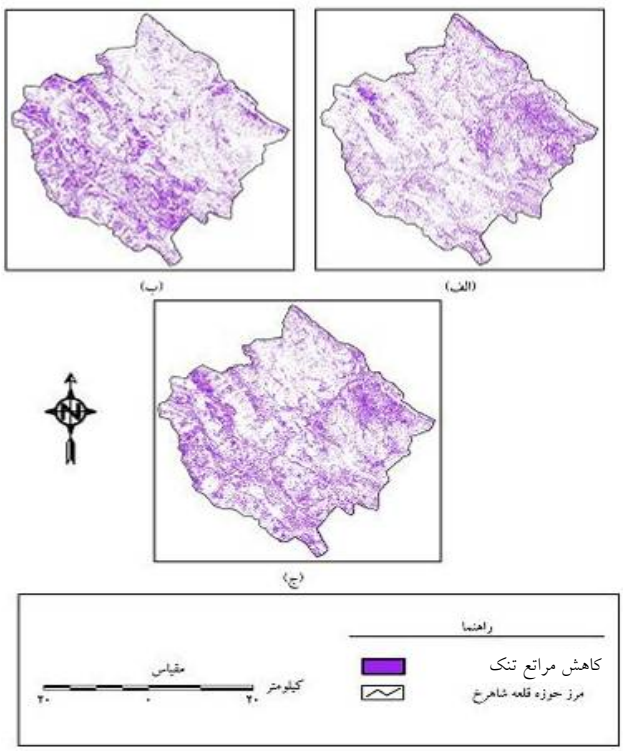
شکل۵. روند توسعه اراضی کشاورزی آبی طی سال‌های (الف)۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹،(ب)۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱،(ج)۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱



شکل۶. روند توسعه دیم‌زارها طی سال‌های (الف)۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹،(ب)۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱،(ج)۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱



شکل۷. روند کاهش مراتع نیمه انبوه طی سال‌های (الف)۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹،(ب)۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱،(ج)۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱



شکل۸. روند کاهش مراتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده طی سال‌های (الف)۱۳۵۴ تا ۱۳۶۹،(ب)۱۳۶۹ تا ۱۳۸۱،(ج)۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

در سال ۱۳۶۹ به ۶۴۴۶۸/۵ هکتار، در سال ۱۳۸۱ (۱۲/۹۶ درصد افزایش) و سطح مراتع از ۸۸۶۵۰/۱ هکتار در سال ۱۳۶۹ به ۶۹۱۱۰/۵ هکتار در سال ۱۳۸۱ (۱۲/۹۴ درصد کاهش) تغییر یافته است.

بحث

تفسیر تصاویر ماهواره‌ای (MSS، TM و +ETM)

از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به روش طبقه‌بندی نظارت شده در تفکیک اراضی زراعی آبی و رخنمون سنگی نتایج مناسبی حاصل گردید و این دو کاربری اراضی در تصاویر به‌راحتی تفکیک شدند. ولی در کنترل صحرایی مشخص شد که دیم‌زارها در تصویر ماهواره‌ای سال۲۰۰۲ به‌طور کامل تفکیک نشده‌اند و بسیاری از نقاطی که در بازدید صحرایی مرتع تعیین شده، در روش تفسیر نظارت شده به‌صورت دیم طبقه‌بندی شده‌اند و بالعکس. علت این موضوع پوشش گیاهی ناچیز در مراتع تخریب شده و دیم‌زارهای برداشت شده یا آیش گذاشته شده می‌باشد که در هر دو بازتابش تاج پوشش گیاهی ضعیف بوده و بیشترین بازتاب از خاک لخت است. لذا برای تفکیک کاربری‌های مرتع و کشاورزی دیم، آنالیزهای بارزسازی مجددا انجام گرفت و با بازدید دوباره از منطقه و دقت بیشتر در تعیین محل نمونه‌ها روی تصویر، طبقه‌بندی با دقت قابل قبول به روش هیبرید انجام شد. در سال ۱۳۵۴ به‌علت پوشش گیاهی خوب مراتع، بازتاب‌ها بین مراتع نیمه انبوه و دیم‌زارها شباهت داشت و به هم نزدیک بود اما به‌علت بازتاب مناسب پوشش گیاهی ضعیف در بخش باند ۳ در مناطق خشک (۱۸)، تفکیک دیم‌زارها از این مراتع بهتر انجام گرفت. خلیقی در تفکیک مراتع از اراضی زراعی دیم با روش طبقه‌بندی نظارت شده در حوزه باراندوزچای آذربایجان غربی نتایج قابل قبولی نگرفت و با روش تفسیر چشمی این دو کاربری را طبقه‌بندی نمود (۲). لونا و همکاران در مطالعه خود برای تهیه نقشه کاربری اراضی بیان کردند که امکان تفکیک مناطق مسکونی از مناطق کشاورزی و پوشش‌های طبیعی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده تصویر وجود ندارد. آنها این مناطق را با استفاده از روش طبقه‌بندی هیبرید تفکیک کردند(۲۱). کامیوسوکو در مطالعه خود با استفاده از داده‌های MSS، TM و +ETM از روش هیبرید استفاده کرد و علت آن را عدم توانایی روش‌های نظارت شده و نظارت نشده به تنهایی برای تفکیک برخی کاربری‌ها بیان نمود(۱۷).

ارزیابی صحت نقشه‌های تولیدی

برای تعیین صحت نقشه‌های تولیدی از تصاویر MSS و TM، به‌علت نبود نقشه‌های بهنگام، از عکس‌های هوایی استفاده گردید. هم‌چنین نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیز تا حدودی به کنترل دقت نقشه‌ها کمک نمود لذا دقت این نقشه‌ها، پایین تر از نقشه حاصل از تصویر +ETM است. یانگ، نیز در مطالعه خود گزارش داد که با توجه به در اختیار نداشتن اطلاعات کامل از وضعیت گذشته منطقه، تنها به یک ارزیابی کلی از دقت نقشه اکتفا کرده است (۲۶).

اما به‌دلیل مشخص بودن بازتاب‌های منطقه در داده‌های MSS، کاربری‌های اراضی جدا شده دقت قابل قبولی دارد و فقط تفکیک بازتاب‌های مراتع نیمه انبوه و تنک به‌صورت دقیق امکان‌پذیر نشد و ممکن است در محل‌هایی که پوشش گیاهی روی خاک‌های نسبتاً روشن مستقر است ضعیف تفکیک شده باشد.

تغییرات کاربری اراضی

طی سال‌های ۱۳۵۴ تا سال ۱۳۸۱ تبدیل اراضی مرتعی به دیم‌زارها و زراعت آبی به وفور دیده می‌شود که این تغییر کاربری به‌علت فعالیت‌های کشاورزی شدید، شخم و شیار و عملیات زراعی است که در منطقه مطالعاتی به‌صورت گسترده و غیراصولی صورت گرفته است (۲ و ۲۴).

پیشنهادها

براساس نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، پیشنهادهای زیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

جهت لحاظ نمودن در تحقیقات آینده، ارائه می‌گردد.

۱- چون در تفکیک اراضی کشاورزی دیم از مراتع به وسیله روش طبقه‌بندی نظارت شده، اراضی مختلف در حد سلول متمایز می‌شوند بنابراین توصیه می‌شود اولاً این روش برای مناطق کوچک‌تر که تنوع اراضی و شباهت‌ها کمتر است، استفاده گردد ثانیاً از روش‌های هوشمندسازی سیستم GIS که سایر اطلاعات مفسر (مانند شکل زمین‌های زراعی و...) را نیز برای تفکیک به کار می‌برد، استفاده شود.

۲- برای جداسازی کاربری کشاورزی دیم، استفاده از داده دو زمانه موردنیاز است، به‌طوری‌که یک سری از داده‌ها مربوط به فصل کاشت و دیگری در فصل برداشت باشد.

۳- به‌منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در سال‌های مختلف در یک منطقه، پیشنهاد می‌گردد تصاویری که در فصول مناسب و تاریخ یکسان برداشت شده‌اند، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. اکبری، م. ۱۳۸۲ .ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان زایی با تکنیک RS و GIS در منطقه خشک شمال اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. خلیقی سیگارودی، ش.۱۳۸۳. بررسی میزان تاثیرتغییر کاربری اراضی بر مشخصات هیدرولوژیک آبهای سطحی (مطالعه موردی در حوزه باراندوز چای استان آذربایجان غربی). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران .

۳. زاهدی فرد، ن. ۱۳۸۱. کاربرد داده‌های رقومی TM در تهیه نقشه کاربری اراضی در حوزه آبخیز بازفت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. شبان، م. ۱۳۸۵. بررسی استفاده از داده‌های رقومی +ETM در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی جهت بهبود مدیریت مراتع در پناهگاه حیات وحش موته. نخستین کنفرانس مدیریت مراتع شهرکرد.

۵. علوی پناه، س. ک.۱۳۸۲. *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)*. انتشارات دانشگاه تهران.

۶. علوی پناه، س. ک. و م. مسعودی. ۱۳۷۵. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعه موردی منطقه موک استان فارس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۷(۱): ۶۵ – ۷۶.

۷. علوی پناه، س.ک. و همکاران.۱۳۸۳. بررسی بیابانزایی و تغییرات اراضی پلایای دامغان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چندزمانه و چند طیفی. مجله بیابان (۹): ۱۴۳ – ۱۵۴.

۸. غیاثوند، غ. ۱۳۷۷. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مطالعه موردی جنوب تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۹. متقی، م. ۱۳۷۹. کاربرد تصاویر رقومی سنجنده تی.ام. در پوشش گیاهی مرتعی در جهان نما. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۰. مهندسین مشاور یکم، ۱۳۷۶. مطالعات جامع احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های زاینده رود و اردستان. جمع بندی مطالعات، مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی.

۱۱. نصیری، ع. و. ۱۳۷۷. روش‌های طبقه‌بندی طیفی و فضایی در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی. وزارت کشاورزی معاونت برنامه‌ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات، شماره ۷۷/۲۶، تهران

12. Carlson, T.N. and G.A. Sanchez-Azofeifa. 1999. Satellite remote sensing of land use change in around Senjose, Costarica. Remote Sens. of Environ. 17: 247-256.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]

13. Carlson, T.N. 2000. The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. Global and Planetary Change 25: 49-65.
14. Fohrer, N., S. Haverkamp, K. Eckhardt and G. Frede. 2001. Hydrologic response to land use changes on the catchments scale. Phys. and Chem. of the Earth Part B, 26(7,8): 577-582.
15. Gomarasca, M.A. 1993.One century of land use changes in the metropolitan area of Milan (Italy). Int. J.R.S. 14(2): 211-223.
16. Howard, J.A. 1991. Remote Sensing of Forest Resource: Theory and Application. Chapman & Hall, London.
17. Kamusoko, C. and M. Aniya. 2006. Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe. Land Degrad. and Develop. 50: 122-133
18. Khajeddin, S. J. A. 1995. Survay of the Plant Communities of Jazmorian Iran Using landsat MSS data. PhD. Thesis, Univ. of Reading, Buston, USA.
19. Langford, M. 1997. Land cover mapping in a topical hillside in environment a case study in the Cauca region of Colombia. Int. J.R.S. 18 (6): 1289- 1306.
20. Lillesand, T. M. and R. W. Kiefer. 2000. Remote Sensing and Image Interpretation. 4th ed., John Wiley & Sons Pub., New York.
21. Luna, A. R. and A. R. Cesar. 2003. Land use, Land cover change and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in North West Mexico. Landscape Ecol. 18: 159-171.
22. Pandya, M.R. et al. 2000. Effect of WiFS viewing geometry on crop reflectance: asimulation study using SAIL model. Int. J. Remote Sens. 21(9):1931-1938.
23. Schmidt, H. and A. Karnicle. 2000. Remote sensing in the seasonal variability of vegetation in a semi-arid environment. J. Arid Environ. 45: 43-59.
24. Symeonakis, E. et al. 1999. A land use change and degradation study in Spain and Greece using remote sensing and GIS. http://www.isprs.org/istanbul2004/comm7 /papers/110.pdf .
25. United States Geological Survey Format Specification for Geometrically Corrected Landsat Level 1 Digital Data Products. 2002. National Land archive Production System. (NLAPS)Systemic Format description document, http;//Landsat.usgs.gor /document/NLAPSII.
26. Yuan, F., K.E. Sawya, B.C. Loeffelhoze and M.E. Bauer. 2005. Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) metropolitan area by multi temporal land sat remote sensing. Remote Sens. Environ. 98: 317-328.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1388.13.47.29.7]