نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال پنجم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷

صفحات ۵۹ تا ۷۴

# ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به منظور پایش بیابان‌زایی

**سیده نگار هاشمی نسب[۱]، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قروه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قروه، قروه، ایران.**

**رضا جعفری، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.**

**دریافت مقاله : ۱۳۹۶/۱۱/۲۳ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۵/۰۴**

**چکیده**

**روند روز افزون تخریب منابع طبیعی در بسیاری از نقاط جهان، تهدیدی جدی برای بشریت محسوب می‌شود. بیابان‌زایی یکی از مظاهر این تخریب می‌باشد که در حال حاضر به عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه می باشد. در حال حاضر سنجش از دور یکی از فن‌آوری‌هایی است که با داده‌های بهنگام و دقت مناسب برای پایش تغییر کاربری اراضی در عرصه های منابع طبیعی می‌باشد. هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به منظور پایش بیابان‌زایی با استفاده از تکنیک سنجش از دور در منطقه شرق اصفهان- اراضی کشاورزی اطراف زاینده رود می‌باشد. در این مطالعه از تصویر سنجنده‌های TM به تاریخ ۱۳۶۶،۱۳۷۷، $ETM^+$ به تاریخ ۱۳۸۱و OLI به تاریخ ۱۳۹۳ مربوط به ماهواره لندست۵،۷ و ۸ جهت بدست آوردن نقشه کاربری اراضی استفاده و بعد تصحیح هندسی و رادیومتریک انجام گرفت. سپس از ترکیب رنگی کاذب، آنالیز مولفه اصلی، شاخص گیاهی و روش طبقه‌بندی نظارت شده جهت بارزسازی عوارض و از الگوریتم حداکثر احتمال به عنوان مناسب‌ترین روش در طبقه‌بندی نظارت شده در ۹ طبقه از پوشش اراضی استفاده گردید. پس از تولید نقشه کاربری اراضی عملیات ارزیابی صحت با محاسبه ماتریس خطا و سپس عملیات آشکارسازی برای این نقشه‌ها انجام گرفت. در نهایت جهت پایش بیابان‌زایی، تغییرات ۲۷ ساله کاربری اراضی اطراف زاینده رود با استفاده از روش مقایسه به شناسایی تغییرات پرداخته و مساحت هر کاربری بدست آمد. نتایج نشان داد که در دوره زمانی ۲۷ ساله، حاشیه رودخانه زاینده رود تغییرات چشمگیری داشته، به طوری ۸۶/۴۳ درصد حاشیه رودخانه به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی در حریم رودخانه و خشک شدن رودخانه، تخریب شده است. از دیگرتغییرات بارز، کاهش قابل توجه اراضی کشاورزی می‌باشد به طوری که ۶۴ درصد این اراضی نسبت به سال ۱۳۶۶ کاهش یافته است. از دلایل کاهش اراضی کشاورزی می‌توان به خشکسالی حاکم بر منطقه و خشک شدن رودخانه زاینده رود و همچنین کاهش نزولات جوی وتغییر کاربری اراضی و همجواری این منطقه با کویر اشاره کرد. همچنین حدود ۳۲۴/۹۹ هکتار از اراضی شوره‌زار به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. علاوه بر این، مناطق شهری هم توسعه یافته که درتوسعه آن اراضی کشاورزی و مرتع نقش داشته‌اند. اراضی بایر اطراف زاینده رود نیزافزایش و همچنین در منطقه از اراضی مرتعی کم و به اراضی بایر وتا حدودی به کشاورزی افزوده شده که استفاده نامناسب از این اراضی را به منظور کشاورزی نشان می‌دهد. که این بیانگر پیشرفت بیابان‌زایی در منطقه است. به طور کلی روند بیابان‌زایی در این دوره ۲۷ ساله یک روند رو به رشد داشته است. بنابراین داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه و چند طیفی جهت بارزسازی خصوصا در مورد پایش بیابان‌زایی دارای قابلیت وسیعی می‌باشد و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای مشخص شدن نوع و جهت تغییرات رخ داده مفید است.**

**واژگان کلیدی: پایش بیابان‌زایی، کاربری اراضی، سنجش از دور، شرق اصفهان.**

[۱] - نویسنده مسئول : Email:hsayedenegar@yahoo.com

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**مقدمه**

روند روز افزون تخریب منابع طبیعی در بسیاری از نقاط جهان، تهدیدی جدی برای بشریت محسوب می شود. لذا بیابان‌زایی یکی از مظاهر این تخریب می‌باشد که در حال حاضر به عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه می باشد(پروانه، ۱۳۸۸). پایش به معنی اندازه‌گیری عواملی که در یک سیستم در زمان و مکان تغییر می‌کنند، می‌باشد. پایش در منابع طبیعی اطلاعاتی را که برای تصمیم گیری‌های مناسب بر روی مدیریت منابع طبیعی لازم است، تهیه می‌نماید و بدین ترتیب پایش، جمع آوری اطلاعات برای یک موضوع از طریق تکرار شدن یا مشاهدات پیوسته به منظور تعیین تغییرات ممکن می‌باشد. پایش بیابان‌زایی یعنی پیگیری و تعقیب تغییرات بیابان‌زایی که این تغییرات می‌تواند به هر دلیلی باشد(James et al., ۲۰۰۳) و همچنین جمع آوری و تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات از فعالیت‌ها، پروژه‌ها، طرح‌ها و برنامه‌های بیابان‌زایی که امکان ارزیابی و گزارش شرایط کلی محدوده مورد نظر را فراهم می‌نماید، می‌باشد. از اهداف پایش بیابان‌زایی، فراهم نمودن امکان اندازه‌گیری فعالیتهای انجام شده حاصل از بیابان‌زایی و نتایج به دست آمده از آنهاست، نتایجی که ممکن است مستقیم و یا غیر مستقیم حاصل شوند و رابطه نتایج بیابان‌زایی و فعالیت آنها در مرحله ارزیابی مورد آزمون قرار گیرد(مسعودی، ۱۳۸۹). تغییرات در روند افزایش و یا کاهش فاکتورهایی نظیر فرسایش‌پذیری، ظرفیت نفوذ و ذخیره آب و توانایی برگشت مواد به سیستم را می‌توان جهت ارزیابی و پایش بیابان‌زایی استفاده نمود(Tongway and Hindley, ۲۰۰۰). کاربری اراضی می تواند به عنوان مفهومی ترکیبی از نظر فیزیکی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و اطلاعاتی از هر کشوری مورد توجه قرار گیرد(لطفی و همکاران، ۱۳۸۹). در حال حاضر تکنولوژی سنجش از دور با بیشترین سرعت و دقت، ابزار مناسبی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به منظور پایش بیابان‌زایی می‌باشد. با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام نموده (آرخی و همکاران، ۱۳۹۰) و سپس با استفاده از روشهای مختلف بازیابی تغییرات نظیر روی‌هم اندازی تصاویر، تفریق تصاویر، تقسیم تصاویر، تحلیل و آنالیز مولفه‌های اصلی و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، نسبت تغییرات را در دوره‌های زمانی مختلف ارزیابی نمود(علوی پناه، ۱۳۸۳). طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای یکی از مهمترین روشها برای استخراج اطلاعات کاربردی محسوب می‌شود، لذا تکنولوژی سنجش از راه دور یک ابزار ضروری و با ارزش در ارزیابی تغییرات پدیده‌های بیابانی طی دوره‌های متوالی و حتی کوتاه مدت می‌باشد (شفیعی، ۱۳۸۹).

سیف (۱۳۸۶) در بررسی روند بیابان‌زایی کویر سگزی اصفهان با تصاویر سنجنده MSS و لندست $ETM^+$ به این نتیجه رسید که در برخی مکان‌ها به ویژه مرکز کویر روند بیابان زایی و ظهور رخساره‌های گچی و ماسه‌ای نسبت به تصاویر قدیم از روند افزایشی حکایت می‌نماید. خواجه الدین و پورمنافی (۱۳۸۷) روند بیابان‌زایی در شمال اصفهان را با استفاده از داده های TM سپتامبر ۱۹۹۰ و $ETM^+$ سپتامبر ۲۰۰۱ (شهریور ۱۳۶۹و۱۳۸۰) بررسی کردند. نقشه کاربری اراضی در دوتصویر مقایسه شد و تغییرات کلاس‌های کاربری در دوره ۱۱ ساله با روش فازی و مقایسه پس از طبقه‌بندی تهیه شد. روش فازی ۵۳٪ منطقه را تغییر یافته و ۴۷٪ را بدون تغییر نشان داد. در کل نتایج، پیشرفت بیابان‌زایی را در منطقه نشان دادند. اکبری و همکاران(۱۳۸۳) کاربرد RS وGIS در بررسی روند تغییرات بیابان زایی منطقه خشک شمال استان اصفهان را مورد بررسی قرار دادند. تصاویر رقومی مورد استفاده در این تحقیق لندست TM سال ۱۹۹۰ و ETM سال ۲۰۰۱ می باشد. نتایج نشان می دهد که بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل اراضی مرتعی و کشاورزی به اراضی تخریب

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

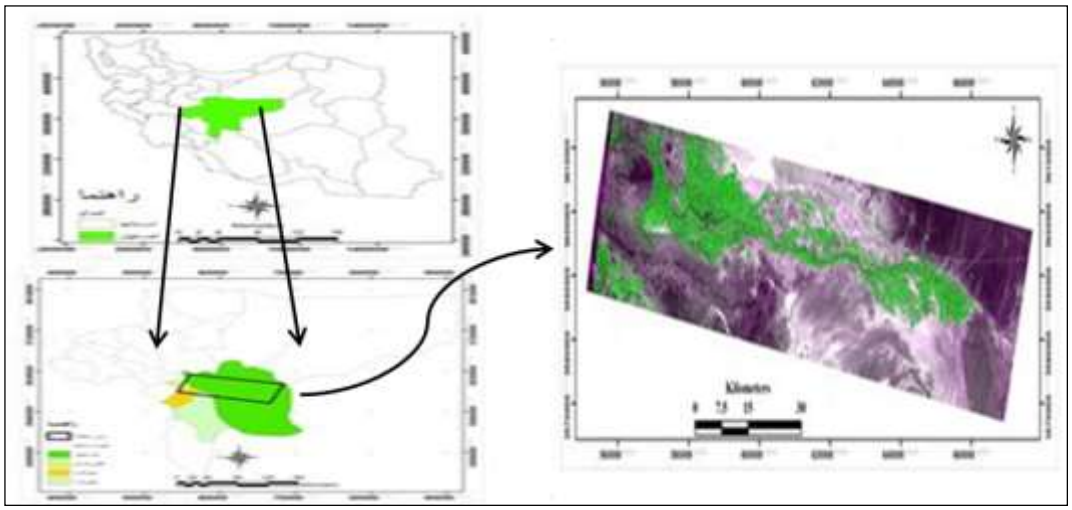
شده می باشد و بعد از آن تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی و سپس توسعه اراضی شهری و تاسیسات دارای بیشترین تغییرات موجود در منطقه می باشند. فتاحی (۱۳۸۸) به بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم با استفاده از داده‌های سنجش از دور با تاکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب پرداخت. مقایسه دو نقشه اراضی سالهای ۱۳۶۴ و ۱۳۸۱ نشان داد که مساحت اراضی کشاورزی، مراتع، بیشه زارهای جنگلی، تپه های ماسه‌ای و دریاچه‌های نمکی به ترتیب ۱۲/۵، ۴/۶، ۷۰/۴، ۲۴/۲ و ۱۵،۸ درصد کاهش یافته است در حالی که سایر طبقه‌ها مانند اراضی شور، اراضی شهری و اراضی روستایی به ترتیب ۲۶/۶، ۱۲/۷۸ و ۳۵/۶ درصد افزایش یافته است. گیویی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و تصاویر ماهوارهای با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالا به بررسی پایش کاربری اراضی به منظور ارزیابی بیابان زایی در دشت مروستان یزد پرداختند. در این تحقیق از نرم افراز سنجش از دورERDAS و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، سنجنده $ETM^{+}$ مربوط به سالهای ۲۰۰۲ و ۲۰۱۰ میلادی استفاده شده است. نتایج حاصله نشان داد در دوره زمانی ۸ ساله میزان اراضی بیابانی در مروستان که از جمله مناطق خشک و نیمه-خشک است، حدود ۳۰ ٪ افزایش وکویر مرطوب حدود ۵۰ ٪ کاهش یافته است که این بیانگر پیشرفت بیابان‌زایی در منطقه است. آرخی و همکاران (۱۳۹۱) کاربرد فناوری‌های نوین سنجش از دور وGIS را در پایش تغییرات کاربری اراضی و بیابان‌زایی مناطق بیابانی کاشان، آران و بیدگل مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از ارزیابی دقت تصاویر طبقه بندی شده نشان داد که روش طبقه بندی حداکثر احتمال با دقت کل متوسط ۹۳ و ضریب کاپای ۰/۹۱ نتایج قابل قبولی در تهیه نقشه کاربری اراضی ارائه می‌دهد. جعفری و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات اراضی بیابانی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در منطقه کاشان پرداختند. برای انجام این تحقیق از تصاویر سال ۱۹۹۰ سنجنده TM و ۲۰۰۲ سنجنده +ETM ماهواره لندست استفاده شده است. نتایج نشان داد که ۳۵/۱۸ درصد منطقه تغییر کرده است و بیشترین درصد تغییرات مربوط به کلاس اراضی کشاورزی و مالچپاشی می‌باشد. (Liu et al., ۲۰۰۷) به بررسی مدیریت روند بیابان‌زایی بر اساس کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های TM سال ۱۹۸۷ و +ETM سال ۲۰۰۰ و CCD (Charge Coupled Device) سال ۲۰۰۶ استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در کل دوره تپه شنی فعال، نیمه فعال و ثابت افزایش یافته است. مرتع در طول این دوره روند کاهشی را نشان دادکه باعث افزایش روند بیابان زایی در منطقه شده است. ( ., Dawelbait et al ۲۰۱۰) به بررسی فرآیند بیابان‌زایی با استفاده از تصاویر لندست پرداخته‌اند. در این تحقیق سنجنده‌های TM سال ۱۹۸۷ و ETM سال ۲۰۰۸ مورد تجزیه و تحیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین فرآیند بیابان‌زایی در کلاس کم ۱۷ کیلومترمربع و کلاس شدید ۷۰/۹۴ کیلومترمربع می‌باشد. در نتیجه بیابان‌زایی در سال ۲۰۰۸ نسبت به ۱۹۸۷ در حال افزایش می‌باشد. (Li et al ., ۲۰۱۳) پایش و آنالیز دینامیک بیابان‌زایی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در ningxia چین را بررسی کردند. درجه بیابان‌زایی از ۳۵۷۳ کیلومتر مربع مراتع به شدت بیابانی شده درسال ۱۹۹۳ تا ۱۴۵۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۱ به تدریج کاهش یافته است. هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به منظور پایش بیابان‌زایی با استفاده از تکنیک سنجش از دور در منطقه شرق اصفهان می‌باشد.

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**داده ها و روش کار**

منطقه مورد مطالعه( اراضی کشاورزی اطراف زاینده رود- شرق اصفهان) در موقعیت "۱ ´۳۹ ˚۵۱ تا "۲۲ ´۵۶ ˚۵۲ طول شرقی و"۰۰ ´۲۴ ˚۳۲ تا "۲۷ ´۴۴ ˚۳۲ عرض شمالی در زون ۳۹ شمالی و با مساحت ۳۴۷۴۰۰/۸ هکتار در شرق اصفهان واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه ۱۵۶۳/۵۴ متر و حداکثر آن ۲۶۱۴/۹۰ متر از سطح دریا می‌باشد. جنس رسوبات در شرق اصفهان( سه ایستگاه ورزنه، کبوترآباد و اصفهان) از شیل، ماسه سنگ و آهک به رنگ قرمز و سفید است. بیشترین و کمترین میانگین فصلی دمای هوا مربوط به تابستان با ۲۶/۳۰ درجه سانتی‌گراد و زمستان با ۶/۱۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین میانگین دما متعلق به فصل زمستان و بیشترین میانگین دما متعلق به فصل تابستان می‌باشد. میانگین دمای سالانه ۱۴/۹۷ درجه سانتی‌گراد، میانگین سالانه بارندگی ۱۰۵/۴۰ میلی متر، میانگین رطوبت نسبی سالیانه ۳۹ درصد، میانگین سرعت باد۲/۰۳ متر بر ثانیه و باد غالب منطق شرق اصفهان غربی و جنوب غربی می‌باشد. خاک منطقه رسی و شور و قلیایی و بافت خاک ریز و سنگین از نوع رسی لومی می‌باشد. شکل۱موقعیت منطقه مورد مطالعه درکشور، استان و شهرستان اصفهان را نشان می‌دهد.



**شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در کشور، استان و شهرستان اصفهان و تصویر ماهواره‌ای منطقه**

در این مطالعه از تصویر سنجنده‌های TM به تاریخهای ۱۳۶۶/۳/۸ و ۱۳۷۷/۳/۲۲ و $ETM^{+}$ به تاریخ ۱۳۸۱/۲/۲۴و OLI به تاریخ ۱۳۹۳/۳/۲مربوط به ماهواره لندست۵،۷ و ۸ جهت بدست آوردن نقشه کاربری اراضی(سالهای۱۳۷۷-۱۳۶۶ و ۱۳۹۳-۱۳۸۱) و جهت محاسبه ضریب کاپا و پی بردن به دقت کلی نقشه از نقشه‌های توپوگرافی سال‌های ۱۳۸۱و۱۳۷۷ با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه توپوگرافی سال ۱۳۵۵ با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰برای انتخاب نقاط کنترل زمینی استفاده و از دستگاه GPS در بازیدهای میدانی برای تعیین موقعیت نمونه‌های تعلیم و نقاط کنترلی و اندازه‌گیری‌های میدانی جهت بررسی صحت نقشه کاربری استفاده شده است. به منظور حذف خطاهای موجود و داشتن تصاویری با کیفیت مطلوب جهت بدست آوردن نقشه پوشش/کاربری اراضی اقدام به عملیات پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای گردید. در مرحله پیش پردازش، قبل از انجام تصحیحات هندسی، باند حرارتی به ابعاد باندهای انعکاسی با روش نزدیکترین همسایه تبدیل گشته است. سپس تصحیح هندسی و رادیومتریک بر مبنای تکنیک کاهش ارزش عدد پیکسل‌های تیره که بر این فرض استوار است که کمترینDN یک پیکسل در هر باند بایستی صفر باشد و ارزش رادیومتریDN نتیجه‌ای است که از خطای

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

اتمسفری حاصل شده انجام گرفت. برای تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای از ۲۰ شیت نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مربوط به بلوک ۶۸ اصفهان سال۱۳۸۱و از روش چاوز که در نرم افزارENVI به راحتی قابل اجرا است و از ترکیب رنگی کاذب، آنالیز مولفه اصلی، شاخص گیاهی و روش طبقه‌بندی نظارت شده جهت بارزسازی عوارض استفاده شده است. نتایج حاصل از اعمال تصحیح هندسی با استفاده از معادله چند جمله‌ای درجه اول در تمام تصاویر مورد استفاده با توجه به میزان RMSe مورد بررسی قرار گرفت که در جدول ۱ نشان داده شده است. جدول ۲ نیز تصاویر مورد استفاده برای تغییرات کاربری اراضی را نشان می‌دهد.

**جدول ۱- نتایج تصحیح هندسی تصاویر مورد استفاده**

| تصاویر ماهواره ای | تاریخ تصویر | داده مرجع | تعداد نقاط کنترل زمینی | RMSE |
|---|---|---|---|---|
| تصویر TM | ۱۳۶۶/۳/۸ | تصویر $ETM^+$ | ۲۱ | ۰/۲۷ |
| تصویر TM | ۱۳۷۷/۳/۲۲ | تصویر $ETM^+$ | ۲۰ | ۰/۲۵ |
| تصویر $ETM^+$ | ۱۳۸۰/۳/۶ | تصویر TM | ۲۲ | ۰/۲۶ |
| تصویر $ETM^+$ | ۱۳۸۱/۲/۲۴ | تصویر TM | ۲۰ | ۰/۲۴ |
| تصویر TM | ۱۳۸۸/۳/۴ | تصویر TM | ۲۳ | ۰/۲۳ |
| تصویر TM | ۱۳۸۹/۳/۷ | نقشه های توپوگرافی | ۲۵ | ۰,۲۴ |
| تصویر TM | ۱۳۹۰/۳/۱۰ | تصویر $ETM^+$ | ۲۳ | ۰/۲۴ |
| تصویر OLI | ۱۳۹۳/۳/۲ | تصویر $ETM^+$ | ۲۴ | ۰/۲۱ |

**جدول ۲- تصاویر مورد استفاده برای تغییرات کاربری اراضی**

| تارخ تصویر به شمسی | تاریخ تصویربه میلادی | تعداد باندها | قدرت تفکیک | ماهواره و سنجنده |
|---|---|---|---|---|
| ۱۳۶۶/۳/۸ | ۱۹۸۷/۵/۲۹ | ۶ | ۳۰ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۷۷/۳/۲۲ | ۱۹۹۸/۶/۱۲ | ۶ | ۳۰ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۸۰/۳/۶ | ۲۰۰۱/۵/۲۷ | ۶ | ۳۰ | لندست ۷-ETM+ |
| ۱۳۸۱/۲/۲۴ | ۲۰۰۲/۵/۱۴ | ۶ | ۳۰ | لندست ۷-ETM+ |
| ۱۳۸۸/۳/۴ | ۲۰۰۹/۵/۲۵ | ۶ | ۳۰ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۸۹/۳/۷ | ۲۰۱۰/۵/۲۸ | ۶ | ۳۰ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۹۰/۳/۱۰ | ۲۰۱۱/۵/۳۱ | ۶ | ۳۰ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۹۳/۳/۲ | ۲۰۱۴/۵/۲۳ | ۶ | ۳۰ | لندست ۸- سنجنده OLI |

جهت انجام طبقه‌بندی نظارت شده بر روی تصاویر نیاز به تهیه نمونه‌های تعلیمی مناسب و با پراکنش مناسب می‌باشد تا نماینده کاملی از پوشش اراضی مختلف باشد. بنابراین برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی مناسب از تصویر رنگی کاذب TM، ETM+ وOLI، نقشه توپوگرافی، نقاط برداشت شده و نقشه تهیه شده از طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده گردید. بدلیل ماهیت متفاوت باندهای حرارتی با باندهای انعکاسی در تصاویر مورد استفاده، باندهای حرارتی کنار گذاشته شد و تنها ۶ باند از این تصاویر استفاده گردید. با استفاده از شاخص فاکتور بهینه(OIF) بهترین ترکیب باندی با کمترین ضریب همبستگی و بیشترین واریانس در بین ترکیبات باندی مختلف استخراج گردید. پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی برای تمامی طبقات، جهت ارزیابی آنها ابتدا پروفیل طیفی نمونه‌ها در تمامی باندهای طیفی بررسی و جهت ارزیابی کمی تفکیک پذیری طبقات از شاخص واگرایی استفاده و از روش حداکثر احتمال به عنوان مناسب ترین روش در طبقه‌بندی نظارت شده در نرم افزار ERDAS Imagine ۹,۱ استفاده گردید و نه طبقه از پوشش اراضی شامل اراضی شور، پوشش سبز، آب، اراضی لخت، تپه‌های ماسه‌ای، پهنه‌های ماسه‌ای، مناطق مسکونی و یا اراضی شهری و مرتع در تصویر TM،

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

+ETM+وOLI با استفاده از این طبقه‌بندی تهیه گردید. به منظور تولید نقشه‌های نهایی، تصاویر حاصل از انجام طبقه-بندی نظارت شده بر روی تمامی تصاویر هم پوشانی و ادغام گردید. پیکسل‌های مشترک بین دو کاربری هم با استفاده از روش ماسک در نرم افزار ارداس از تصویر جدا و جزو کلاسی قرار داده شد که کاربری غالب در آن قسمت بود. نقشه نهایی با ۹ طبقه کاربری تولید گردید. در این مطالعه پس از تولید نقشه کاربری اراضی با روش نظارت شده با استفاده از نقاط کنترل زمینی که از بازدید صحرایی(خرداد ۱۳۹۳) و نقشه‌های توپوگرافی به طور تصادفی برداشت گردیده بود، عملیات ارزیابی صحت با روش محاسبه ماتریس خطا در نرم افزارIdrisi Kilimanjaro انجام و صحت کلی، ضریب کاپا، خطای امیژن، خطای کومیژن، صحت کاربر و صحت تولید کننده محاسبه شد. سپس عملیات آشکارسازی برای این نقشه‌ها انجام گرفت. پس از این که تمامی لایه‌های کاربری از از طریق سنجنده بدست آمد با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی به شناسایی تغییرات پرداخته و مساحت هر کاربری بدست آمده است.

## شرح و تفسیر نتایج

برای بررسی روند بیابان‌زایی، تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی ۲۷ ساله انجام گرفت. به منظور انتخاب باندهای مناسب در تهیه بهترین ترکیب رنگی کاذب به منظور بازسازی تصاویر ماهواره‌ای و انجام عملیات طبقه‌بندی تصاویر، شاخص فاکتور بهینه به کار گرفته شد. جدول ۳ انحراف معیار باند های تصویر TMسال ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸، $ETM^+$ سال ۲۰۰۲، OLI سال ۲۰۱۴ و جدول ۴ میزان فاکتور مطلوبیت برای ترکیب‌های سه باندی تصویر TMسال ۱۹۹۸ و ۱۹۸۷ را نشان می‌دهد. براساس این جداول مشخص شد که ترکیب باندی۱۳۵ در سنجنده TM سال ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸و ترکیب باندی ۳۵۷ در سنجنده $ETM^+$ سال ۲۰۰۲و ترکیب باندی ۵۶۷ در سنجنده OLI سال ۲۰۱۴بهترین ترکیبات باندی جهت ساخت FCC است.

**جدول ۳- انحراف معیار باند های تصویر TMسال ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸، $ETM^+$ سال ۲۰۰۲، OLI سال ۲۰۱۴**

| باند | انحراف معیار(سال ۱۹۸۷) | انحراف معیار(سال ۱۹۹۸) | انحراف معیار(سال ۲۰۰۲) | باند | انحراف معیار(سال ۲۰۱۴) |
|---|---|---|---|---|---|
| باند ۱ | ۳۷/۷۷۲۸ | ۶۳/۲۲۴۲ | ۴۶/۶۰۸۶ | باند ۲ | ۳۴۷۶/۷۸۹ |
| باند ۲ | ۲۰/۸۹۵۶ | ۳۶/۶۸۴۶ | ۴۸/۴۹۲۴ | باند ۳ | ۳۷۸۲/۵۳۴ |
| باند ۳ | ۲۵/۳۹۳۰ | ۴۹/۷۱۳۸ | ۶۱/۴۷۱۴ | باند ۴ | ۴۲۸۰/۶۷۶ |
| باند ۴ | ۲۶/۴۱۲۸ | ۵۰/۳۱۳۵ | ۵۰/۳۱۷۲ | باند ۵ | ۵۱۰۱/۹۱۳ |
| باند ۵ | ۴۱/۲۱۵۲ | ۷۹/۱۸۱۵ | ۵۸/۸۲۹۷ | باند ۶ | ۵۴۵۱/۹۱۵ |
| باند ۷ | ۲۵/۳۷۵۰ | ۴۹/۰۷۳۶ | ۱۰۰/۳۱۲ | باند ۷ | ۴۸۲۲/۵۲۱ |

**جدول ۴- میزان فاکتور مطلوبیت برای ترکیب‌های سه باندی تصویر TMسال ۱۹۹۸ و ۱۹۸۷، $ETM^+$ سال ۲۰۰۲، OLI سال ۲۰۱۴**

| شاخص فاکتور بهینه(۱۹۹۸) | مجموع انحراف معیار(۱۹۹۸) | مجموع همبستگی(۱۹۹۸) | ترکیب باندی(۱۹۹۸) | شاخص فاکتور بهینه(۱۹۸۷) | مجموع انحراف معیار(۱۹۸۷) | مجموع همبستگی(۱۹۸۷) | ترکیب باندی(۱۹۸۷) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶۵/۳۸۵۱ | ۱۹۲/۱۱۹۶ | ۲/۹۳۸۲ | ۵، ۳، ۱ | ۳۵/۳۵۲۴ | ۱۰۴/۳۸۱۱ | ۲/۹۵۲۵ | ۵، ۳، ۱ |
| شاخص فاکتور بهینه(۲۰۰۲) | مجموع انحراف معیار(۲۰۰۲) | مجموع همبستگی(۲۰۰۲) | ترکیب باندی(۲۰۰۲) | شاخص فاکتور بهینه(۲۰۱۴) | مجموع انحراف معیار(۲۰۱۴) | مجموع همبستگی(۲۰۱۴) | ترکیب باندی(۲۰۱۴) |
| ۷۵/۸۴۷۶ | ۲۲۰/۶۱۳۰ | ۲/۹۰۸۶ | ۷، ۵، ۳ | ۵۲۴۹/۴۲۳۶ | ۱۵۳۷۶/۳۴۹۱ | ۲/۹۲۹۱ | ۷، ۶، ۵ |

درجدول ۵ مقادیر صحت کلی و ضریب کاپای کلی ارائه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی صحت نشان می‌دهد که برای تمام تصاویر صحت کلی بالاتر از ۸۰ درصد و ضریب کاپا تقریبا ۸۰ درصد است و نشان دهنده این است که به طور کلی توافق خوبی بین طبقه‌بندی و انواع طبقات کاربری موجود در زمین وجود دارد.

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**جدول۵- مقادیر صحت کلی و ضریب کاپای کلی**

| تارخ تصویر به شمسی | تاریخ تصویربه میلادی | صحت کلی(درصد) | کاپای کلی(درصد) | ماهواره و سنجنده |
|---|---|---|---|---|
| ۱۳۶۶/۳/۸ | ۱۹۸۷/۵/۲۹ | ۸۳/۴۰ | ۷۷/۰۸ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۷۷/۳/۲۲ | ۱۹۹۸/۶/۱۲ | ۸۲/۱۴ | ۷۹/۴۸ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۸۰/۳/۶ | ۲۰۰۱/۵/۲۷ | ۸۶/۵۵ | ۸۱/۲۵ | لندست ۷-$ETM^+$ |
| ۱۳۸۱/۲/۲۴ | ۲۰۰۲/۵/۱۴ | ۸۸/۴۳ | ۸۱/۶۵ | لندست ۷-$ETM^+$ |
| ۱۳۸۸/۳/۴ | ۲۰۰۹/۵/۲۵ | ۸۹/۸۷ | ۸۴/۲۶ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۸۹/۳/۷ | ۲۰۱۰/۵/۲۸ | ۹۱/۵۵ | ۸۷/۷۶ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۹۰/۳/۱۰ | ۲۰۱۱/۵/۳۱ | ۹۱/۸۴ | ۸۹/۳۹ | لندست ۵-TM |
| ۱۳۹۳/۳/۲ | ۲۰۱۴/۵/۲۳ | ۹۲ | ۹۰/۶۸ | لندست ۸- سنجنده OLI |

نقشه‌های تولیدی کاربری اراضی حاصل از سه سنجنده TM، $ETM^+$ و OLI به منظور آشکارسازی تغییرات در طی دوره ۲۷ ساله مورد استفاده قرار گرفت و تغییرات ایجادشده در دوره‌های زمانی ۱۱ ساله(۱۹۸۷-۱۹۹۸)، ۴ ساله (۱۹۹۸-۲۰۰۲) و ۱۲ ساله (۲۰۰۲-۲۰۱۴) بررسی شد. با توجه به این که نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی دارای تبدیلات زیادی در کاربری‌ها بود بنابراین در راهنمای این نقشه‌ها فقط به صورت اعداد نشان داده شده و در جدول۶هر کدام از اعداد مربوط به چه کاربری است نشان داده شده است.

**جدول ۶- کدهای مربوط به کاربرها در نقشه های کاربری برای تغییرات کاربری اراضی**

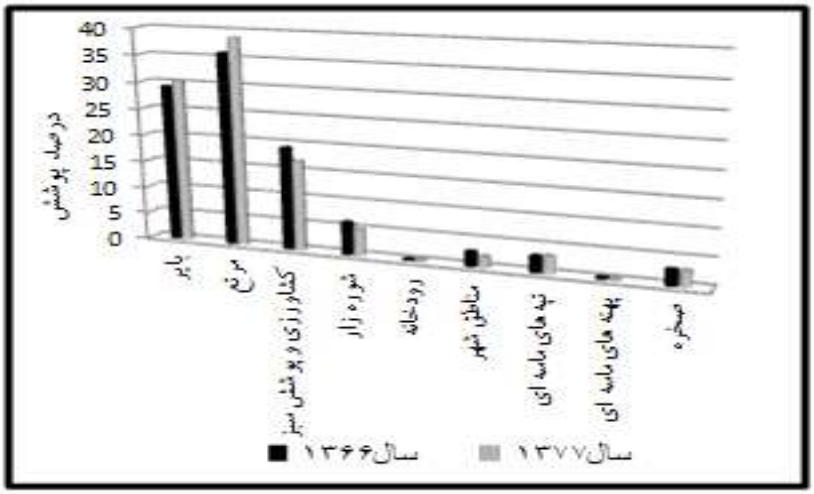
| کاربری | اراضی بایر | مرتع | اراضی کشاورزی | شوره زار | آب | مناطق شهری | تپه های ماسه ای | پهنه های ماسه ای | صخره |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کد | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ |

- **تغییرات پوشش اراضی در دوره زمانی ۱۱ سال تصاویرTM (۱۳۶۶-۱۳۷۷)**

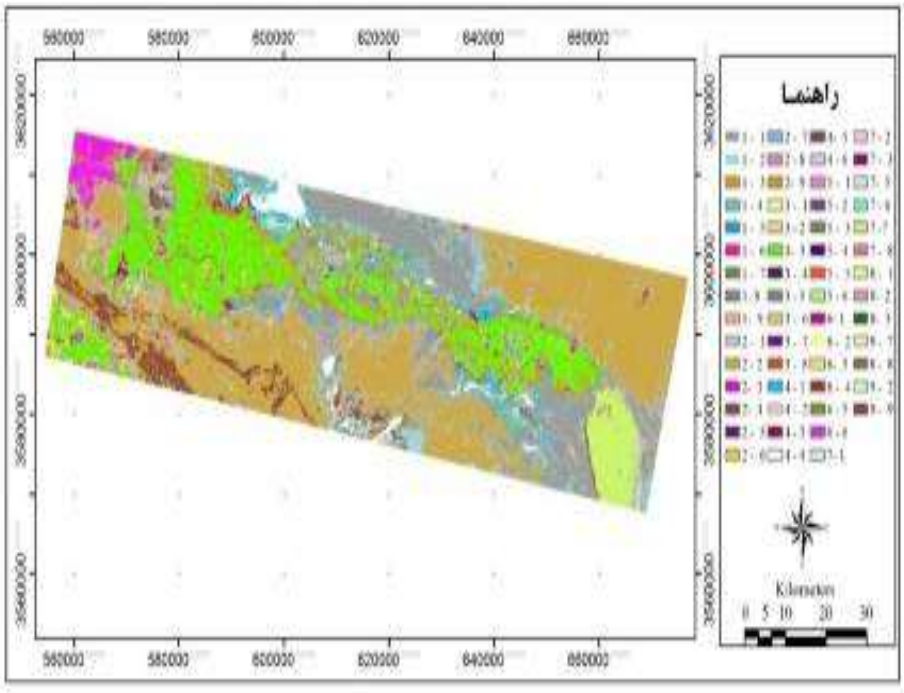
همان طور که در جدول ۷ نشان داه شده است تغییرات حاشیه رودخانه در این دوره قابل توجه بوده و۰/۵۱ درصد از حاشیه رودخانه معادل مساحتی حدود ۵۸/ ۷۱۶ هکتار به اراضی کشاورزی(۳۱/۵ درصد) و بایر(۲۰ درصد) تبدیل شده است. در طی این دوره ۶۰/۹۰ درصد از اراضی بایر به همان صورت باقی مانده است و بیشترین تغییرات اراضی بایر در این دوره تبدیل آن به اراضی کشاورزی و مرتع است که به ترتیب حدود ۱۴/۹۱و۱۰/۲۵درصد می‌باشد. در این دوره عمده تغییرات اراضی کشاورزی مربوط به تخریب این اراضی به مناطق شهری است که مساحتی حدود ۱۱۹۹/۹۱ هکتار را در بر می‌گیرد. در طی این دوره ۱۱ ساله اراضی کشاورزی روند رو به رشد داشته به طوری که مساحت این طبقه از ۵۸۵۰۹/۸۱ هکتار در سال ۱۳۶۶ به ۶۶۸۲۵/۵ در سال ۱۳۷۷ افزایش داشته است و این افزایش معادل ۱۴/۲۱ درصد می‌باشد. دلیل افزایش ۱۴ درصدی اراضی کشاورزی در این دوره بهره‌برداری از سد زاینده رود در سال ۱۳۴۹ می‌باشد. این سد با هدف استفاده از آب‌ها و تامین آب مورد نیاز کشاورزی حاشیه زاینده رود و شهرهای استان با ظرفیت ۱۲۵۰ میلیون متر مکعب در سال ۱۳۴۹ به بهره‌برداری رسید و دلیل دیگر این تغییر کاربری افزایش جمعیت می‌باشد. از دیگر تغییرات سال ۱۳۶۶ در این دوره زمانی ۱۱ ساله، تخریب ۱۸/۳۴ درصدی اراضی کشاورزی می‌باشدکه ۱۵/۴۶ درصد آن معادل ۴۳/ ۹۰۴۷ به اراضی بایر تبدیل شده است. البته از ۵۸۵۰۹/۸۱ هکتار اراضی کشاورزی در سال ۱۳۶۶حدود ۸۱/۶۵ درصد اراضی این طبقه یعنی۴۷۷۷۶/۸۷ هکتار در سال ۱۳۷۷به همان صورت باقی مانده است. در این دوره حدود ۳۲/۵۰ درصد اراضی شوره زار به بایر و ۱۰/۴۷ درصد به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. مساحت مناطق شهری در این بازه افزایش یافته به طوری که از وسعت ۷۲۰۸/۱۹ هکتار در سال ۱۳۶۶ به ۹۵۶۰/۲۷ هکتار در سال ۱۳۷۷ تبدیل شده است و نسبت به سال ۱۳۶۶، ۱۳ درصد افزایش یافته است. در این دوره حدود ۱۰ درصد از مراتع به

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

اراضی بایر و ۰/۵ درصد از اراضی مرتعی معادل ۶۸۶/۱۶ هکتار به اراضی کشاورزی و حدود۲۸۹۴/۰۴ هکتار به شوره زار تبدیل شده است و درصد کمی از اراضی مرتع معادل با ۶۲۲/۰۸ هکتار به مناطق شهری تبدیل شده است. در شکل۲ هیستوگرام مساحت پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۶۶و۱۳۷۷ و در شکل ۳ نقشه تغییرات پوشش اراضی در طی این دوره زمانی ۱۱ ساله نشان داده شده است.




**شکل۲- هیستوگرام مساحت طبقات پوشش اراضی سال ۱۳۶۶-۱۳۷۷**




**شکل۳- نقشه تغییرات کاربری اراضی در طی سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷**

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**جدول ۷- تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در سالهای ۱۳۶۶(ستون) ۱۳۷۷(ردیف) بر حسب هکتار**

| کاربری | اراضی بایر | مرتع | اراضی کشاورزی و پوشش سبز | شوره زار | رودخانه | شهر | تپه های ماسه ای | پهنه های ماسه ای | صخره | ابر | جمع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراضی بایر | ۶۸۵/۹۸۰۹ | ۱۶۸/۹۷۵۰ | ۹۰۴۷/۴۳ | ۵/۳۲۷۱۱ | ۲/۳۳۸۲ | ۲/۲۷۷۰ | ۵۸۵ | ۴۰۲/۸۴ | ۰ | ۰ | ۱۰۱/۱۶۶۰ |
| مرتع | ۱۰۸/۵۳۲۸ | ۱۱۲/۶۶۷۰۵ | ۲۳۴/۹ | ۳/۷۷۴۶ | ۶/۳۹ | ۱۵/۳ | ۵۳۴/۰۶ | ۳۸/۸۸ | ۰ | ۱/۷۶۹۶ | ۱۲۴/۳۹۰۷ |
| اراضی کشاورزی | ۱۵۷/۴۷۳۹ | ۶۸۶/۱۶ | ۴۷۷۷۶/۸۷ | ۱/۲۳۸۴۰ | ۴/۲۵۳۴ | ۳/۴۸۴۸ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۲۷ | ۰ | ۰ | ۶۶۸/۵۲۵ |
| شوره زار | ۸۵۵/۹۴۵ | ۲۸۹/۰۴۴ | ۱۴۴/۹ | ۹/۷۴۶۷۳ | ۷/۶۱۴ | ۰/۰۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۱/۳۲۳۴۳ |
| رودخانه | ۱۱۵/۱۱ | ۸/۷۳ | ۱۰۵/۷۵ | ۰/۷۲ | ۵/۷۷۷۴ | ۲/۴۶ | ۰/۰۳۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۸۰۷/۶ |
| شهر | ۱۱۶/۱۹۰ | ۶۲۲/۰۸ | ۱۱۹۹/۹۱ | ۰/۰۸ | ۶/۰۳ | ۶/۸۹۵۷۱ | ۰/۰۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۹۵/۲۷۶۰ |
| تپه | ۱۴۰/۳۱ | ۴۵۰/۹۹ | ۰/۰۱۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۱۳/۶۳۴ | ۲۵/۲۹ | ۰ | ۰ | ۱۰/۲۴۷۵۱ |
| پهنه | ۵۰۵/۳۵ | ۱۰۴/۹۴ | ۰/۰۲۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۵۰/۸۴ | ۴۸۷/۹۸ | ۰ | ۰ | ۱/۱۳۷۲۴۹ |
| صخره | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰/۴۲۹۶ | ۰ | ۱۰/۳۶۲۹۶ |
| جمع | ۱۰۵/۸۸۵۵۴ | ۱۳۴/۵۷۳۲۳ | ۵۸۵۰۹/۸۱ | ۱۷/۹۵۷۲ | ۱/۳۸۳۷۸ | ۷/۴۹۲۰۸ | ۱۱۴۰/۶۷۴ | ۹۵۵/۰۱۷ | ۱۰/۴۲۹۶ | ۱/۷۶۹۶ | ۳۴۷/۸۴۰۰ |

- **تغییرات پوشش اراضی در دوره زمانی ۴ سال تصاویرTM و $ETM^+$ (۱۳۷۷-۱۳۸۱)**

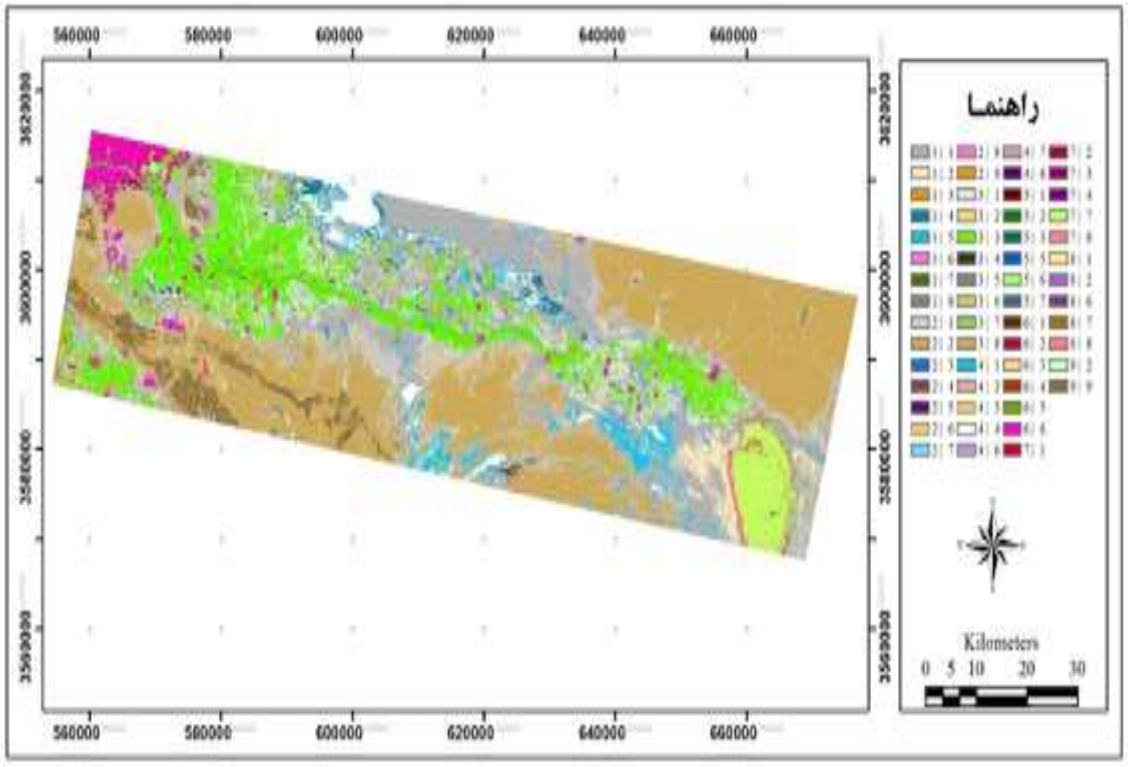
در این بازه زمانی از تصاویر سنجنده ها TM و$ETM^+$ بهره گرفته شد. با توجه به جدول۸ همانند دوره قبل تخریب حاشیه رودخانه بیشتر مربوط به توسعه اراضی کشاورزی می‌باشد که حدود ۳۲ درصد از کاربری را به خود اختصاص داده‌اند. و کمترین این تبدیلات به طبقه مناطق شهری تعلق داشته است. در سال ۱۳۷۷ اراضی بایر مساحتی حدود ۱۰۱۶۴۴/۷ هکتار از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند و بیشترین تغییرات کاربری بایر تبدیل به اراضی مرتع در حدود۱۵ درصد و حدود ۱/۲ درصد به مناطق شهری می‌باشد. در این دوره ۶۰ درصد اراضی کشاورزی حفظ گردیده با این وجود در این ۴ سال مساحت اراضی کشاورزی روند نزولی داشته به طوری که مساحت این طبقه از ۰۶/ ۶۶۸۳۰ هکتار در سال ۱۳۷۷ به۴۹۱۴۱/۳۳ هکتار در سال ۱۳۸۱ کاهش یافته است و این کاهش معادل ۴۰ درصد تخریب اراضی کشاورزی می‌باشدکه در حدود ۳۶ درصد این اراضی به اراضی بایر تبدیل شده‌اند که بیشتر در قسمتهای حاشیه زاینده رود و بخش‌های مرکزی منطقه دیده می‌شود. در این دوره مناطق شهری تقریبا ۴ درصد معادل ۴۸۴ هکتار افزایش یافته است که بیشتر اراضی کشاورزی و بایر در گسترش مناطق شهری نقش داشته‌اند. تپه‌های ماسه‌ای و پهنه‌های ماسه‌ای هم در طول این دوره تغییرات ناچیزی داشته‌اند. در این دوره ۳۸ درصد اراضی شوره‌زار به اراضی بایر و حدود ۵ درصد آن به کشاورزی تبدیل شده است. از دیگر تغییرات این دوره تبدیل مرتع به اراضی بایر در حدود ۱۴/۸ درصد و به مناطق شهری در حدود ۳ درصد می باشد. در شکل ۴ نقشه تغییرات پوشش اراضی در طی این دوره زمانی و در شکل۵هیستوگرام مساحت پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۷۷تا۱۳۸۱ نشان داده شده است.

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**جدول ۸- تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در سالهای ۱۳۷۷(ستون) ۱۳۸۱(ردیف) بر حسب هکتار**

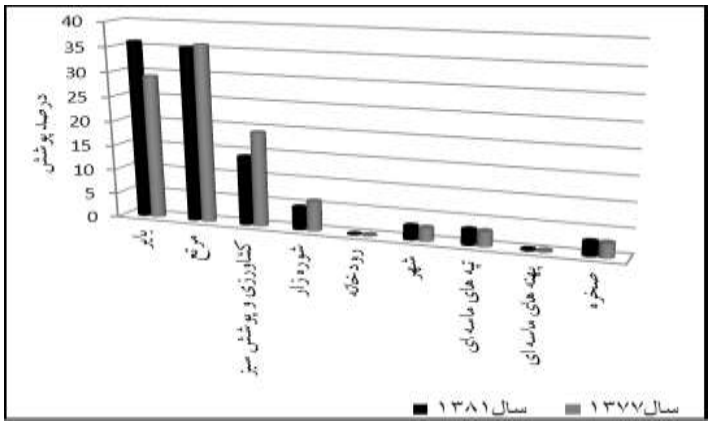
| کاربری | بایر | مرتع | کشاورزی و پوشش سبز | شوره زار | رودخانه | شهر | تپه های ماسه ای | پهنه های ماسه ای | صخره | جمع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بایر | ۷۱۷/۸۶۴۴ | ۱۷۶/۰۲۶۵ | ۲۴۰۷۵/۹۹ | ۹۲۶/۳۶۱ | ۱۶/۰۵۰ | ۱۴/۱۷۰۰ | ۴۹۲/۳۹ | ۴۸۶/۳۶ | ۰ | ۱۲۵۳/۷۱۳ |
| مرتع | ۱۵۳/۸۶۱۳ | ۱۰۴۴/۳۴۶ | ۲۸۸/۸۱ | ۲۳۷/۸۹۷ | ۶/۴۸ | ۰/۳۲ | ۵۲/۴۷ | ۱۲/۱۴ | ۰ | ۱۲۲۵/۳۱۶ |
| کشاورزی | ۷۳۷/۲۸۹ | ۲۵۴/۲۵ | ۴۰۵۴۰/۷۷ | ۱۲۲/۸۵ | ۲۶/۸۲۷ | ۵۷۶/۳۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴۹۱/۳۳۴۱ |
| شوره زار | ۵۰۰/۸۱۴ | ۵۶۸/۶۲ | ۱۰۷۵/۹۷ | ۹۵۸/۹۵۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۱۸ | ۰ | ۰ | ۱۶۲/۳۷۳۰ |
| رودخانه | ۴۲/۷۷ | ۰/۰۰۹ | ۹۱/۱۳ | ۰ | ۳۰/۷۴۸ | ۷/۶۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴۵/۳۰۹۰ |
| شهر | ۱۲۴/۰۴۷ | ۴۱۳/۰۱ | ۷۵۷/۵۲ | ۰ | ۶۴/۶۲ | ۷۵/۷۲۷۶ | ۰ | ۰/۰۹ | ۰ | ۱۰۰۵۹ |
| تپه های ماسه ای | ۲۷۴/۳۲ | ۶۴۲/۶۹ | ۰/۰۷ | ۰/۰۱۸ | ۰ | ۰ | ۱۰۰۱۱/۷۸ | ۲۰۷/۱ | ۰ | ۱۱۱/۹۸۳۵ |
| پهنه های ماسه ای | ۲۴۵/۲۵ | ۶۶/۴۲ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۹ | ۰ | ۰ | ۱۹۴/۵۸ | ۵۳۹/۱۹ | ۰ | ۱۰/۵۴۸۴۵ |
| صخره | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۲/۳۶۹۴ | ۱۰۲/۳۶۹۴ |
| ابر | ۳۹۴/۵۵ | ۸۵۰/۸۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۲۴/۴۲۵ |
| جمع | ۱۰۱۶/۷۴۶ | ۱۲۴۹/۲۰۷ | ۶۶۸۳۰/۲۸ | ۲۱۳/۱۶۴۳ | ۸۰/۷۱۷ | ۹۵/۲۳۷۵ | ۱۰۷۵۱/۲۴ | ۱۲۴۴/۸۸ | ۱۰۲/۳۶۹۴ | ۳۴۷۴/۸۰۰ |




**شکل۴- نقشه تغییرات پوشش اراضی در طی سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۱**

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]




**شکل۵- هیستوگرام مساحت طبقات پوشش اراضی سال ۱۳۷۷- ۱۳۸۱**

- **تغییرات پوشش اراضی در دوره ۱۲ سال تصاویرOLI و $ETM^+$ (۱۳۸۱-۱۳۹۳)**

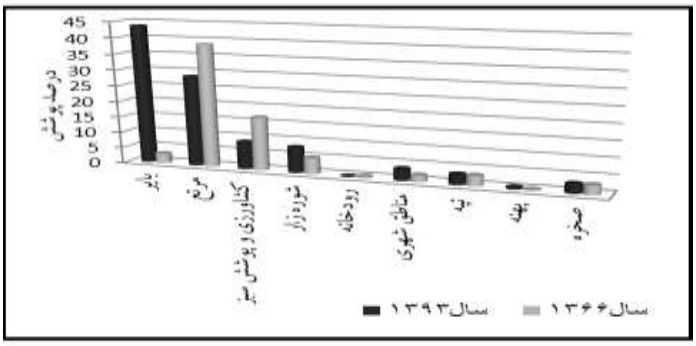
در این بازه زمانی از تصاویر سنجنده‌هایOLI و+ETM بهره گرفته شد. بر اساس جدول ۹ در این دوره ۱۲ ساله نیز تغییر حاشیه رودخانه، عمدتا مربوط به تبدیل ۳۳ درصدی حاشیه آن به اراضی کشاورزی بوده و ۳۶ درصد آن به اراضی بایر تبدیل شده است و تنها ۳۰ درصد از مساحت طبقه رودخانه زاینده رود بدون تغییر مانده است. در طی این دوره حدود ۳۹ درصد از ارضی بایر به اراضی دیگر تبدیل شده اندکه حدود ۱۸/۱۰ آن به مرتع، ۱۱/۲۹ درصد به شوره‌زار، ۲/۵ درصد به مناطق شهری و ۵ درصد به اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند. تبدیل اراضی بایر به کشاورزی شامل دو بخش می‌باشد: بخش اول، اراضی که در سال ۱۳۸۱ به عنوان بایر طبقه‌بندی شده‌اند، اراضی کشاورزی هستندکه در زمان تصویربرداری، محصولاتشان برداشت شده بود ولی در سال ۱۳۹۳ به علت این که زمان برداشت آنها فرا نرسیده بود دارای محصول بوده و به عنوان اراضی کشاورزی طبقه‌بندی شدند و بخش دیگر به تبدیل اراضی بایر به کشاورزی مربوط می‌شود. طبقه اراضی کشاورزی نیز تغییرات زیادی داشته به طوری که تنها ۴۴ درصد آن بدون تغییر مانده و نزدیک ۵۶ درصد آن تخریب شده است که قسمت عمده آن، به اراضی بایر(۴۶ درصد) تبدیل شده است که با نتایج جعفری و همکاران( ۱۳۹۲) که دراراضی بیابانی منطقه کاشان در یک دوره ۱۲ ساله به این نتیجه رسیدند که ۳۵/۱۸ درصد منطقه تغییر کرده است و بیشترین درصد تغییرات نیز مربوط به کلاس اراضی کشاورزی بوده مطابقت دارد. در دوره مورد بررسی اراضی مرتعی هم تغییر کرده است به طوری که ۳۷ درصد این اراضی به اراضی بایر و ۵۹ درصد آن به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. همچنین مساحت مناطق شهری تقریبا ۱۳ درصد افزایش و وسعت آن به مقدار ۳۰۸۳/۷۶ هکتار افزایش یافته است. البته حدود ۹/۱ درصد آن به پوشش سبز اختصاص یافته است. از دیگر تغییرات این دوره افزایش مساحت تپه‌های ماسه‌ای در حدود ۲۰۹ هکتار و در حدود ۱/۸ درصد نیز به پهنه‌های ماسه‌ای تبدیل شده است. پهنه‌های ماسه‌ای هم حدود ۸۸۹ هکتار افزایش یافته است. ازجمله طبقات دیگری که در این دوره تغییر یافته است اراضی شوره‌زار بوده که حدود ۲ درصد معادل۳۲۴/۹۶ هکتار به اراضی کشاورزی و ۲۶ درصد به اراضی بایر تبدیل شده است. در شکل ۶ هیستوگرام مساحت پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۸۱و ۱۳۹۳ و در شکل ۷ نقشه تغییرات پوشش اراضی در طی این دوره زمانی ۱۲ ساله به نمایش در آمده است.

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

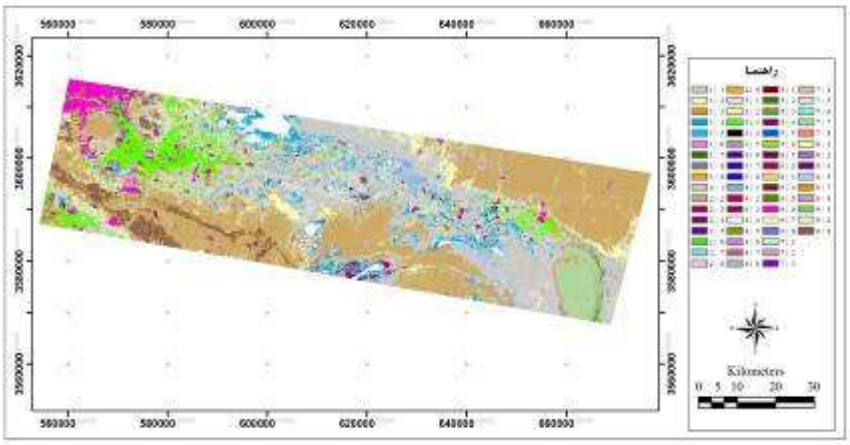
[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

**جدول ۹- تغییرات مساحت طبقات کاربری اراضی در سال‌های ۱۳۸۱(ستون) ۱۳۹۳(ردیف) بر حسب هکتار**

| کاربری | بایر | مرتع | کشاورزیو پوشش سبز | شوره زار | رودخانه | شهر | تپه های ماسه ای | پهنه های ماسه ای | صخره | ابر | جمع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بایر | ۷۶۸/۸۷۴۰ | ۴۵/۲۷۷۵۹۶۱ | ۲۳۰۶۶/۷۱ | ۴۳/۵۳۷۵ | ۱۵/۰۱۰ | ۱۱/۵۴۰۷ | ۱۵۹/۴۸ | ۱۶۰/۶۵ | ۰ | ۲/۵۵۹۴ | ۱۵۲/۶۱۶۳۲۱۶ |
| مرتع | ۲۲۸۶/۶۵ | ۷۳۱۸/۸۶۸ | ۱۷۰۶/۰۶ | ۷۷/۱۸۴ | ۰/۰۰۷ | ۰ | ۳۳۰/۳۹ | ۱۶/۲ | ۰ | ۸/۸۷۵۰ | ۹۹۷۳۱/۹۰ |
| کشاورزی | ۶۶/۳۱۹۴۷ | ۳۱۳/۹۶۵ | ۲۱۸۸۳/۶۸ | ۳۲/۹۹۴ | ۱۴/۰۴۰ | ۹۱۶/۳۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳۰/۳۷۶۲۵۲۲۶ |
| شوره زار | ۱۴/۹۷۲۵۳ | ۱۹/۳۹۷۵۹۰ | ۱۲۵۵/۳۲ | ۱۰/۵۷۷۵۲ | ۰/۲۷ | ۰ | ۳/۵۱ | ۰/۰۹ | ۰ | ۰ | ۲۸/۱۲۶۲۵۲۵۶ |
| رودخانه | ۰۹۸۷۵/۵۳ | ۰/۰۵۷۵ | ۲۸/۶۲ | ۰/۰۹ | ۱۲/۸۳۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۹ | ۰/۰۹ | ۰ | ۰ | ۲۰/۹۲۶۲۵۵ |
| شهر | ۳/۹۷۹۱۹۵ | ۶۰/۹۶۷۵۱ | ۱۳۱۰/۳۹ | ۰ | ۰/۰۶۶ | ۷۹۷۶/۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۳/۶۰۲۲۵۰۸۴ |
| تپه های ماسه ای | /۵۷۸۸۷۲۵ | ۴۵/۷۶۷۵ | ۰ | ۰/۰۵۴ | ۰ | ۰/۰۲۷ | ۱۰۳۳۹/۴۷ | ۱۳۸/۵ | ۰ | ۰ | ۱۱/۳۹۷۲۵۲۳۹ |
| پهنه‌های ماسه‌ای | /۷۹۸۸۵۳۲ | ۴۶/۸۰۷۵۴ | ۰ | ۰/۰۴۵ | ۰ | ۰/۰۴۵ | ۲۰۷/۰۹ | ۷۲۵/۱۳ | ۰ | ۰ | ۱۹/۹۱۶۲۵۲۹ |
| صخره | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰/۳۶۲۴۱ | ۰ | ۱۰۲۴۱/۳۶ |
| ابر | ۰ | ۲۰۰/۵۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵۶ | ۰ | ۲۵۶/۵۶ |
| جمع | ۱۲۵/۸۱۱۵ | ۱۲۲۷/۴۰۶۷ | ۴۹۲۵۰/۷۸ | ۱۶۲/۴۵۲۷ | ۴/۲۲۳۱۶ | ۱۰/۲۴۰۰۰ | ۱۱۰۴۰/۰۳ | ۱۰۴۰/۶۶ | ۱۰/۳۶۲۹۷ | ۲/۵۶۵۶ | ۳۴۷۴۰۰/۸ |




**شکل ۶-هیستوگرام مساحت طبقات پوشش اراضی سال ۱۳۸۱-۱۳۹۳**

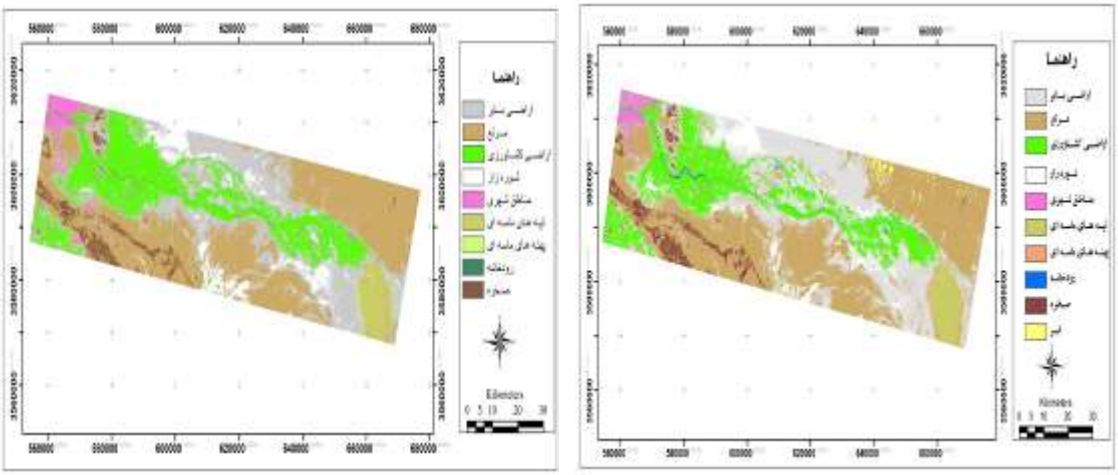



**شکل ۷- نقشه تغییرات پوشش اراضی در طی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳**

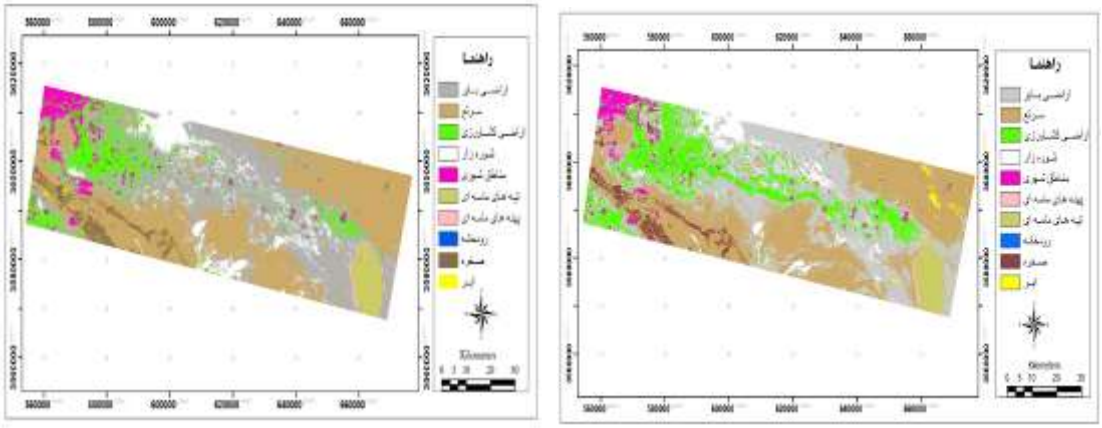
[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

شکل ۸ و۹ نقشه کاربری اراضی تصویر لندست TM سال ۱۳۶۶/۳/۸ و ۱۳۷۷/۳/۲۲، شکل ۱۰ نقشه کاربری اراضی تصویر لندست $ETM^+$ سال۱۳۸۱/۲/۲۴ و شکل ۱۱نقشه کاربری اراضی تصویر لندست OLI سال ۱۳۹۳/۳/۲ را نشان می‌دهد.



**شکل ۸-نقشه کاربری اراضی تصویر لندست TM سال۱۳۶۶/۳/۸ شکل ۹-نقشه کاربری اراضی تصویر لندست TM سال ۱۳۷۷/۳/۲۲**



**شکل ۱۰- نقشه کاربری اراضی تصویر لندست $ETM^+$ سال۱۳۸۱/۲/۲۴ شکل ۱۱-نقشه کاربری اراضی تصویر لندست OLI سال ۱۳۹۳/۳/۲**

با مقایسه کمی تصاویر تغییرات کاربری اراضی مشخص گردیده در دوره زمانی ۲۷ ساله، حاشیه رودخانه بیشترین تغییرات را در طی این دوره داشته است به طوری که ۳۷ درصد حاشیه آن به اراضی کشاورزی و ۴۰/۶۳ درصد به ارضی بایر تبدیل شده است و فقط ۱۳/۵۷ درصد این طبقه بدون تغییر مانده است. بنابراین در طول این ۲۷ سال رودخانه زاینده رود تخریب بالایی را داشته که می‌تواند به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی در حریم رودخانه باشد. این تخریب به طور کلی نشان دهنده خشک شدن تدریجی رودخانه و زیر کشت رفتن اطراف آن توسط کشاورزان می‌باشدکه این روند تخریب در حاشیه رودخانه و خشک شدن تدریجی رودخانه وضعیت منطقه را به سمت بیابان‌زایی نشان می‌دهد. در این راستا در بعضی مناطق نظیر پلایای دامغان (علوی پناه و همکاران،۱۳۸۳)در یک دوره ۲۳ ساله ۷۴ درصد تغییرات کاربری اراضی باعث افزایش بیابان‌زایی شد که بیشترین وسعت کاربری‌ها مربوط به مراتع تخریب یافته با ۴۰ درصد و کشاورزی با ۲۵ درصد می‌باشد. نتایج تحقیقات دادرسی سبزواری و پاکپرور(۱۳۸۶) در اراضی دشت سبزوار جهت بررسی

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

روند بیابان‌زایی با کاربریهای مختلف، افزایش بیش از ۳۶۰۰ هکتاری در سطح اراضی کشاورزی و افزایشی حدود ۷۰۰ هکتار به مناطق شهری که بیانگر افزایش بیابان‌زایی در منطقه بوده را نشان داد. اکبری و همکاران (۱۳۸۹) نیزدر بررسی کاربرد GIS وRS برای بررسی روند بیابان‌زایی در منطقه خشک شمال اصفهان در یک دوره ۱۱ ساله با استفاده از تصاویر TMسال ۱۹۹۰ و +ETM سال ۲۰۰۱ بیان کردند که بیشترین تغییرات مربوط به خشک شدن رودخانه و تبدیل اراضی مرتعی و کشاورزی به اراضی تخریب شده با ۷۱۰۱ هکتار و بعد از آن تبدیل اراضی مرتعی به اراضی بایر۵۲۵۷ هکتار و سپس توسعه اراضی شهری و تاسیسات با ۲۱۹۵ هکتار دارای بیشترین تغییرات موجود در منطقه می‌باشند که همه اینها دلیل بر تخریب اراضی و پیشرفت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه است.مساحت اراضی بایر حدود ۴۴ درصد معادل با ۴۶۶۵۶ هکتار افزایش یافته است که دلایل این افزایش، به خاطرتخریب اراضی کشاورزی، کمبود بارندگی و خشکسالی می‌باشد. ازتغییرات بارز این دوره کاهش قابل توجه اراضی کشاورزی می‌باشد به طوری که تنها ۳۶/۸۲ درصد آن بدون تغییر مانده است و ۶۴ درصد از اراضی کشاورزی سال ۱۳۶۶ تخریب شده است. در این دوره اراضی مرتعی کاهش و به بایر تبدیل شده که کمبود نزولات جوی، خشکسالی طولانی مدت حاکم بر منطقه و چرای دام و تبدیل این اراضی به مناطق شهری سبب کاهش این اراضی شده است. افزایش اراضی شوره زار در این منطقه نشان از وجود بیابان‌زایی در منطقه است که این افزایش به دلیل استفاده نادرست و تغییر کاربری این اراضی می‌باشد. و همچنین در منطقه از اراضی مرتعی کم شده است که استفاده نامناسب از این اراضی را به منظور کشاورزی و مناطق شهری نشان می دهد که در کل این تغییرات بیانگر پیشرفت بیابان‌زایی در منطقه می‌باشند.

**نتیجه گیری**

در این تحقیق از تصاویر چند زمانه ماهواره لندست، روش طبقه‌بندی نظارت شده و آشکارسازی تغییرات برای بررسی تغییرات کاربری اراضی در یک دوره ۲۷ ساله (۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳) در اراضی شرق شهرستان اصفهان- اراضی اطراف زاینده رود استفاده شد. صحت کلی برای تمامی تصاویر در همه سالها با روش طبقه‌بندی نظارت شده از محاسبه ماتریس خطا بالای ۸۰ درصد بدست آمد و تولید ترکیب رنگی مناسب از شاخص فاکتور بهینه دارای صحت بالایی بوده و با واقعیت زمینی مطابقت بیشتری دارد. در روند کلی ارزیابی تغییرات (۲۷ سال)، حاشیه رودخانه زاینده رود تغییرات چشمگیری داشته، به طوری ۸۶/۴۳ درصد حاشیه رودخانه به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی در حریم رودخانه و خشک شدن رودخانه، تخریب شده است. از دیگرتغییرات بارز این دوره کاهش قابل توجه اراضی کشاورزی می‌باشد به طوری که ۶۴ درصد این اراضی نسبت به سال ۱۳۶۶ کاهش یافته است. از دلایل کاهش اراضی کشاورزی در این دوره می‌توان به خشکسالی حاکم بر منطقه و خشک شدن رودخانه زاینده رود و همچنین کاهش نزولات جوی وتغییر کاربری اراضی و همجواری این منطقه با کویر اشاره کرد. همچنین حدود ۳۲۴/۹۹ هکتار از اراضی شوره‌زار به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. علاوه بر این مناطق شهری هم توسعه یافته که درتوسعه آن اراضی کشاورزی و مرتع نقش داشته‌اند. همچنین در منطقه از اراضی مرتعی کم و به اراضی بایر وتا حدودی به کشاورزی افزوده شده که استفاده نامناسب از این اراضی را به منظور کشاورزی نشان می‌دهد. آسیب به مراتع، افزایش سطوح کشاورزی با تخریب اراضی اطراف زاینده رود، استفاده از اراضی خارج از توانایی و استعداد آنها منجر به افزایش بیابان‌زایی شده است. بررسی‌های آشکارسازی تغییرات در ۳ مقطع زمانی نشان داد که حاشیه رودخانه زاینده رود، اراضی کشاورزی و اراضی بایر بیشترین تغییرات را در بین

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

کاربری‌های موجود داشتند، به طوری که در دوره زمانی ۱۳۷۷-۱۳۶۶ بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و حاشیه رودخانه بوده است. در دو مقطع زمانی ۱۳۸۱-۱۳۷۷ و ۱۳۹۳-۱۳۸۱ اراضی کشاورزی به ترتیب حدود ۴۰ و ۵۶ درصد کاهش یافته است که بیشترین تخریب این اراضی به اراضی بایر تغییر یافته است و تا حدودی هم برای توسعه شهری کاهش یافته است. از تغییرات دیگر مربوط به ۱۳۹۳-۱۳۸۱، تغییر ۲ درصد اراضی شوره زار به اراضی کشاورزی می‌باشد. علاوه بر این از اراضی مرتعی هم کاهش یافته است مطالعات صورت گرفته نشان دادند که روند بیابان‌زایی از سال۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ یک روند رو به رشد داشته است. بنابراین داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه و چند طیفی جهت بارزسازی خصوصا در مورد پایش بیابان‌زایی دارای قابلیت وسیعی می‌باشد و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای مشخص شدن نوع و جهت تغییرات رخ داده مفید است. با توجه به اینکه توسعه روند بیابان زایی، محدود به یک قسمت کوچک نمی گردد و دارای دامنه تاثیرگذار بیشتری است لذا پیشنهاد می گردد، علاوه بر شیت های کار شده، سایر شیت های اطراف منطقه مورد مطالعه نیز مورد ارزیابی و بررسی روند بیابان زایی قرار گیرد تا امکان بر نامه ریزی و مدیریت در زمینه مبارزه با بیابان زایی وجود داشته باشد.

## منابع


آرخی، صالح.، یعقوب نیازی و حسین ارزانی. ۱۳۹۰. مقایسه تکنیک‌های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی/پوشش گیاهی با استفاده ازRS,GIS. *فصلنامه علمی پژوهشی علوم محیطی*، **۸**(۳): ۸۱-۹۶.

آرخی، صالح؛ حسن فتحی زاد؛ سیده فاطمه موسوی و حمیدرضا ناصری. ۱۳۹۱. ارزیابی روند بیابان زایی و مدل سازی مکانی الگوی تغییرات کاربری اراضی در منطقه بیابانی دهلران استان ایلام با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست. اولین همایش ملی بیابان، تهران، ۱۲۸۹-۱۲۷۹.

اکبری، مسلم؛ حمیدرضا کریم زاده؛ سید جمال خواجه الدین و مصطفی کریمیان اقبال. ۱۳۸۳. کاربرد RS وGIS در بررسی روند تغییرات بیابان زایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال استان اصفهان). مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک، تهران، ۱۴.

اکبری، مسلم؛ کریم سلیمانی؛ محمود حبیب نژاد روشن و محسن رئیسی. ۱۳۸۹. کاربرد سنجش از دور و GIS در اثر تغییرات کاربری اراضی. مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک، تهران،۳۰-۲۳.

پروانه، حسین. ۱۳۸۸. *ارزیابی وضعیت فعلی بیابان زایی در خراسان جنوبی با استفاده از روش مدالوس-منطقه طبس مسینا-شهرستان در میان*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی،دانشگاه اصفهان

جعفری، محمد؛ غلامرضا زهتابیان و امیرهوشنگ احسانی. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات اراضی بیابانی با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: کاشان). *مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۲۰**(۳): ۶۴۴-۶۵۲.

خواجه الدین، سید جمال و سعید پورمنافی. ۱۳۸۷. روند بیابان‌زایی در شمال اصفهان با استفاده از داده های سنجش از دور. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، **۱۱**(۱): ۵۲۷-۵۱۳.

دادرسی سبزواری، ابوالقاسم و مجتبی پاکپرور. ۱۳۸۶. بررسی روند بیابان‌زایی به روش سنجش‌های از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزوار. *مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۱۴**(۱): ۵۲-۳۳.

سیف، عبدالله. ۱۳۸۶. بررسی روند بیابان‌زایی کویر سگزی اصفهان با تصاویر سنجنده MSS و لندست $ETM^+$. *همایش ژئوماتیک*، تهران، ۲۷-۳۶.


[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]

شفیعی، محمد. ۱۳۸۹. کاربرد فنآوری سنجش از دور در ارزیابی و مدلسازی تغییرات کاربری اراضی دشت قزوین. *همایش ژئوماتیک*، تهران، ۵۷-۴۹.

علوی پناه، سید کاظم؛ امیرهوشنگ احسانی و پرویز امیدی. ۱۳۸۳. بررسی بیابان‌زایی و تغییرات اراضی پلایای دامغان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چند زمانه و چند طیفی. *مجله بیابان*، **۹**(۵۱): ۱۴۵- ۱۴۴.

فتاحی، محمد مهدی. ۱۳۸۸. بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم با استفاده از داده‌های سنجش از دور با تاکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب. *مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۱۶**(۲): ۲۵۳-۲۳۴.

گیویی اشرف، زهرا و علی سرکارگر اردکانی. ۱۳۹۰. پایش کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور به منظور ارزیابی بیابان‌زایی. مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک، تهران، ۷-۱.

لطفی، صدیقه؛ حسن محمودزاده؛ مهدی عبداللهی و رقیه سالک فرخی. ۱۳۸۹. کاربرد تصاویر ماهواره ای اسپات برای تهیه نقشه کاربری اراضی شهرستان مرند با رویکرد شی گرا. *مجله کاربرد سنجش ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دربرنامه ریزی*، **۱**(۲): ۵۶-۴۷.

مرادی، حمیدرضا؛ محمد رضا فاضل پور؛ سیدحمیدرضا صادقی و سید زین العابدین حسینی. ۱۳۸۷. بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور. *مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، **۱۵**(۱): ۱۲-۱.

۱۶- مسعودی، ریحانه. ۱۳۸۹. سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی بر اساس دو فاکتور آب و اقلیم(مطالعه موردی: دشت کاشان). دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،۱۴۴.

Dawelbait, M and Morari, F. ۲۰۱۲ . Monitoring desertification in a Savannah region in Sudan using Landsat images and spectral mixture analysis. *Journal of Arid Environments*, ۸۰: ٤٥-٥٥.

James, L. F; Young, J. A and Sanders, K. ۲۰۰۳. A new approach to monitoring rangeland. *Arid Land Research and Management*, ۱۷:۳۱۹-۳۲۸.

Li, J; Yang, X; Jin, Y; Yang, Z; Huang, W; Zhao, L; Gao, T; Yo, H; Ma, H; Qin, Z and Xu, B. ۲۰۱۳. Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using landsat images in Ningxia China. *Remote Sensing of Environment*, ۱۳۸: ۱۹-۲٦.

Liu, H; Zhou, Ch; Cheng, W and Long, Li. ۲۰۰۸. Monitoring sandy desertification of Otindag Sandy Land based on multi-date remote sensing images. *Journal ActaEcological Sinica*, ۲۸: ٦۲۷–٦۳٥.

Tongway, D.J and Hindley, N. ۲۰۰۰. *Assessing and monitoring desertification with soil indicators*. Kulwar Academic Publisher, The Netherland, ۹۸.

[ Downloaded from jsaeh.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.5.3.67 ]