



پایش تغییرات سیلاب دشت‌های رودخانه کرخه بر اثر احداث سد مخزنی کرخه با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

پروین سلحشوری^{۱*}، علی‌رضا وفایی‌نژاد^۲

۱. سازمان آب و برق خوزستان

۲. استادیار دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۴ آذر ۱۳۹۰

پذیرش: ۶ تیر ۱۳۹۱

دسترسی اینترنتی: ۲۰ دی ۱۳۹۱

واژه‌های کلیدی:

تغییرات کاربری اراضی

رودخانه کرخه

لندست

سیستم اطلاعات جغرافیایی

سنجش از دور

روش حداکثر شباهت

چکیده

سد مخزنی کرخه به عنوان بزرگترین سد خاکی خاورمیانه تأثیرات مثبت در افزایش سطح کشاورزی در منطقه داشته و به علاوه سیلاب‌های مخرب منطقه را تحت کنترل درآورده است. مقاله حاضر سعی دارد تا با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، به بررسی تأثیرات احداث سد در منطقه پرداخته و بر این اساس پیشنهادهایی را جهت بهبود رونق اقتصادی منطقه ارائه نماید. جهت نیل به این هدف، ابتدا سه دوره تصویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸، مربوط به قبل و بعد از ساخت سد، تهیه گردید. از تکنیک‌های فیوژن، بهینه‌سازی و ثبت هندسی تصاویر بهره گرفته شد و شاخص پوشش گیاهی نرمال (NDVI) بر روی تصاویر یاد شده اعمال گردید. پس از آن جهت آشکارسازی پوشش گیاهی، طبقه‌بندی نظارت نشده در دو مرحله بر روی تصاویر اعمال شد. جهت ایجاد نقشه تغییرات کاربری اراضی پایین دست سد نیز، از طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر شباهت استفاده گردید. در نهایت میزان و نوع تغییرات منطقه، محاسبه شد. نتایج نشان داد که زمین‌های زراعی در سال ۲۰۰۸ حدود ۳۹۰ کیلومتر مربع نسبت به سال ۱۹۹۱ افزایش داشته است. کاهش ۵۰ درصدی نیز در سطح اراضی فاقد پوشش گیاهی، رودخانه، اراضی بایر و ماسه‌زارها، دیده شد. همچنین در اراضی دارای پوشش گیاهی، مناطق مسکونی و تأسیسات نیز، افزایشی بیش از ۱۰۰٪ داشت که این نتایج به‌خوبی چگونگی، نرخ و نوع ایجاد تغییرات در منطقه با احداث سد را نشان می‌دهند.

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: psalahshouri@gmail.com

مقدمه

کاربری اراضی بیشترین تأثیر را بر روی منابع طبیعی از جمله پوشش گیاهی، آب، مواد غذایی و خاک دارد. بنابراین اطلاعات کاربری اراضی می‌تواند مشکلات مدیریتی منابع طبیعی را حل کند (۶). در این ارتباط، به دلیل گستردگی و وسعت رودخانه‌ها، همچنین فراوانی نوع اطلاعات مورد نیاز (شکل رودخانه، توپوگرافی بستر، میزان رسوب و ...) و دشوار بودن فعالیت‌های صحرایی، اغلب برداشت میدانی اطلاعات بسیار زمان‌بر و پرهزینه بوده و مقرون به صرفه نیست. این در حالی است که معمولاً اکثر چنین اطلاعاتی، در یک تصویر ماهواره‌ای نهفته بوده و می‌توان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، بر روی آنها پردازش انجام داده و بدین وسیله به اطلاعات تحلیلی مناسبی دست یافت.

در ارتباط با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از راه دور جهت پایش تغییرات (به جای انجام عملیات صحرایی)، پیچان دی یو و همکاران (۱۰) در مطالعه‌ای در شهرستان Xuzhou چین، تغییرات پوشش و کاربری اراضی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست مورد بررسی قرار دادند. نتیجه این مطالعه نشان داد که طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ رشد شهری به وفور افزایش داشته و در مقابل، زمین‌های کشاورزی کاهش بسیاری داشته‌اند. گرچه توقف استخراج زغال سنگ زیرزمینی از سال ۱۹۹۰ و برخی اقدامات مصوب، باعث محافظت و حفظ پوشش گیاهی شهری شده است، لکن در طول این ۲۰ سال، رشد شهری، به نیروی محرک اصلی در از دست دادن پوشش گیاهی، تبدیل شده است.

کرمی (۴) با داده‌های TM و ETM⁺ در مقطع زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ در سطح ۶۲۹۰ هکتار واقع در شهر ایلام به بررسی روند تخریب جنگل‌های زاگرس پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که سالانه به‌طور متوسط حدود ۶/۸ هکتار (۰/۱ درصد) از سطح جنگل‌های این منطقه کاهش یافته است. چاودری و همکاران (۸) در سال ۲۰۰۸ در مطالعه حوزه مایوراکشی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS به منظور مدیریت یکپارچه حوزه با توجه به طرح‌های توسعه‌ای پرداخته و با استفاده از تکنیک‌های مزبور به تهیه نقشه زهکشی

استان خوزستان با برخورداری از جریان رودخانه‌های دائمی و بزرگ، نقش مهمی را در چرخه حیات آب کشور ایفا نموده و سهم قابل توجهی از اهداف توسعه پایدار در بخش آب و کشاورزی را به خود اختصاص داده است. این منابع عظیم آبی از سویی دارای حجم آبی مطمئن و قابل ملاحظه‌ای بوده و از سوی دیگر، مخاطراتی نظیر وقوع سیلاب‌های مخرب و بزرگ را به دنبال دارند که برای مدیریت هر چه بهتر این منابع، احداث سد به عنوان راه‌حلی قابل قبول، مورد توجه قرار گرفته است (۲).

از رودخانه‌های مهم استان، می‌توان رودخانه کرخه را به عنوان سومین رودخانه بزرگ ایران نام برد که همه ساله حجم آب وسیعی را به سمت دشت خوزستان روانه می‌سازد. در این میان، ایجاد سد مخزنی کرخه، با اینکه به عنوان یک عامل کنترلی مناسب تا حدود زیادی از پیدایش سیلاب در سال‌های اخیر جلوگیری نموده، اما خود به عنوان یک عامل غیر طبیعی در تغییرات مورفولوژیک رودخانه تأثیرگذار بوده است و بررسی و آشکارسازی این تغییرات نیازمند داشتن مشخصات دقیق مورفولوژیکی، شامل اطلاعات هندسی و توپوگرافی بستر آن رودخانه می‌باشد.

تغییرات کاربری اراضی، نتیجه تبدیل اراضی طبیعی، به کاربری‌های کشاورزی، صنعتی، شهری و بالعکس می‌باشد (۱۸، ۱۹، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۸). آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۱ و ۱۲). نقشه پوشش اراضی، کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS اهمیت ویژه‌ای برای برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و غیره دارد. تخریب ناشی از تغییرات کاربری و پوشش اراضی بر روی چرخه کربن تأثیر می‌گذارد و این امر باعث کاهش یا افزایش دی اکسید کربن در اتمسفر می‌شود (۶). همچنین تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی که عامل تبدیل رویشگاه‌های طبیعی به دیگر کاربری‌هاست، باعث از دست رفتن زیستگاه، تخریب و چند تکه شدن آن می‌شود (۱۳ و ۱۴). نیز شیوه‌های مدیریت

داده‌ها و محاسبه حداکثر احتمال از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده کردند. برخورداری (۱) در تحقیقی که با هدف تهیه نقشه پوشش اراضی حوزه سد استقلال میناب انجام شد، از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۸۸ و ۲۰۰۲) استفاده نمود. او پس از بررسی روش‌های مختلف تهیه نقشه پوشش اراضی از روی تصاویر ماهواره‌ای، از تلفیق دو روش شاخص گیاهی و روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که سطح اراضی مرتعی (مرتع خوب و متوسط) و بیشه‌زارهای جنگلی از ۴۵٪ سطح حوزه در سال ۱۹۷۶ به ۸٪ در سال ۲۰۰۲ کاهش یافته است.

همان‌گونه که ملاحظه شد، تمامی تحقیقات بالا از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان منبعی مناسب برای پایش تغییرات زمین استفاده کرده‌اند. این موضوع، به خوبی مطلوبیت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی و کشف تغییرات در مناطق مختلف را مورد تأیید قرار می‌دهد. با عنایت به این مهم و نیز توجه به اینکه تاکنون چنین بررسی‌هایی جهت کشف تغییرات زمین با احداث سد‌های بزرگ و ملی در کشور صورت پذیرفته است، تحقیق حاضر قصد دارد تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تکنیک‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نرخ و نوع ایجاد تغییرات پس از ایجاد یک سد بزرگ و ملی در کشور (سد مخزنی کرخه) را بررسی کرده و بر این اساس، پیشنهادهایی را جهت بهبود رونق اقتصادی مناطق تحت پوشش سد ارائه نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

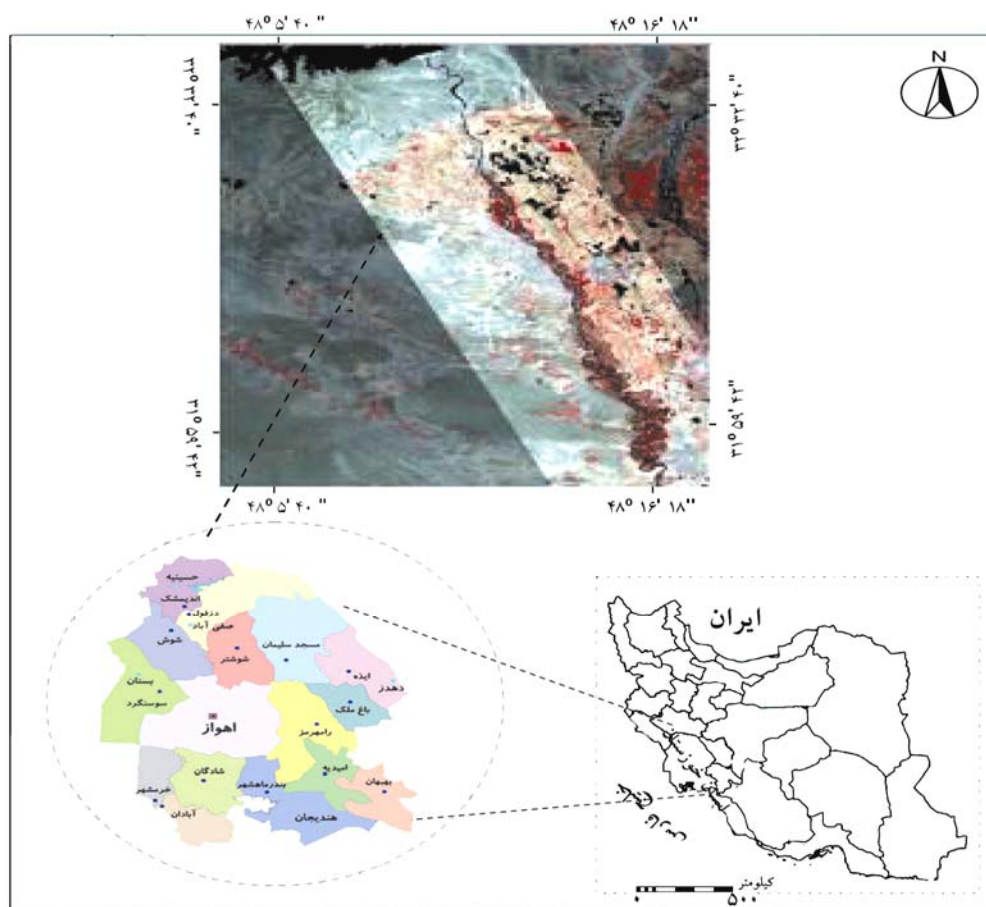
منطقه مورد مطالعه حوزه دشت‌های پایین دست سد کرخه می‌باشد. برای بررسی اثر ساخت سد روی عوارض پوششی موجود در این حوزه، منطقه‌ای به طول تقریبی ۷۰ کیلومتر در امتداد رودخانه و حدود ۲۵ کیلومتر در عرض دو طرف رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به مناطق اطراف را نشان می‌دهد. این منطقه به وسعت حدود ۱۷۰۰ کیلومتر مربع، بین مختصات‌های جغرافیایی $48^{\circ} 5' 40''$ تا $48^{\circ} 16' 18''$ طول

و تعیین شیب منطقه و مطالعه ژئومورفولوژی آن نیز پرداختند. تاپا و مورایاما (۲۶) از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور استفاده نمود و در مطالعه‌ای که در دره کاتماندوی نپال انجام داد، وضعیت تغییرات در کاربری‌های مختلف را بررسی کرد. او با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۵ بیان نمود که تغییرات در اراضی کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها بسیار زیاد بوده است. نتایج تحقیق او نشان داد که در سال ۱۹۸۹ مناطق مسکونی ۲۳٪ کل حوزه را تشکیل می‌دادند، در حالی که در سال ۲۰۰۵ این مقدار ۱۷٪ افزایش داشته و نیز سطح اراضی کشاورزی در طول این سال از ۳۶٪ کل حوزه در سال ۱۹۸۹، به ۲۲٪ کاهش یافته است.

یوسفی و همکاران (۵) با پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های TM و ETM^+ ماهواره لندست طی یک دوره ۱۶ ساله نشان دادند که طی دوره مورد مطالعه ۲۴/۱۱ درصد اراضی دارای تغییر بوده‌اند. بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگلی و به صورت کاهشی می‌باشد. جین و همکاران (۱۱) با استفاده از تکنیک سنجش از دور و GIS به مدل سازی تغییرات در حوزه آبریز جامو هیمالیا در هند پرداخته و مقادیر فرسایش حاصله را محاسبه نمودند. سری و استا و گوپتا (۲۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور، در مطالعه‌ای در هند، تغییرات نواحی مسکونی را بررسی و بر این اساس مشخص نمودند که در فاصله سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۰، نواحی مسکونی حدود ۸ کیلومتر مربع افزایش داشته‌اند، در حالی که در طول این سال‌ها، اراضی کشاورزی ۲/۵ کیلومتر مربع کاهش سطح را تجربه کرده‌اند. سروستانی و همکاران (۲۱) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور به مطالعه الگوی رشد شهر شیراز پرداختند. ایشان با طبقه‌بندی تصاویر بین سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ و استفاده از سرشماری جمعیت این شهر، ۴ لایه اصلی برای شهر شامل آب، مستحذات، پوشش گیاهی و زمین‌های خالی، استخراج کرده و سپس این داده‌ها را با داده‌های جمعیت تلفیق نمودند. روی و جوشی (۲۰) برای تهیه نقشه پوشش جنگل‌های شمال غربی هند با استفاده از داده‌های سنجنده WiFS پس از تهیه شاخص NDVI برای سری زمانی

شهرهای اندیمشک و دزفول نیز در این منطقه واقع شده‌اند.

شرقی و $31^{\circ}59'42''$ تا $32^{\circ}32'40''$ عرض شمالی واقع شده است. ملاحظه می‌شود که شهر شوش و بخش‌هایی از



شکل ۱. موقعیت حوضه آبریز سد کرخه نسبت به شهرهای مجاور

روش تحقیق

می‌شوند که شامل تغییرات طیفی وسیع است (۱۶ و ۳۰). در روش طبقه‌بندی مجدد، بررسی پیکسل به پیکسل تغییر کاربری انجام خواهد شد که طی آن نقشه آشکارسازی تغییرات تهیه خواهد شد. این است که تصاویر دو تاریخ مختلف، جداگانه طبقه‌بندی می‌شوند، در نتیجه کمترین مشکل تصحیح رادیومتریک بین دو تاریخ را خواهند داشت. در این روش ارزیابی، مقایسه پس از طبقه‌بندی کلاً به دقت طبقه‌بندی اولیه وابسته است (۹). بدین منظور جهت دستیابی به اهداف تحقیق، به ترتیب، مراحل انتخاب تصاویر، انجام عملیات فیوژن (Pan Sharpening) و ثبت هندسی تصاویر، بررسی تغییرات پوشش گیاهی بر اساس شاخص پوشش گیاهی نرمال (NDVI)، طبقه‌بندی نظارت نشده Isodata و بررسی تغییرات کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش

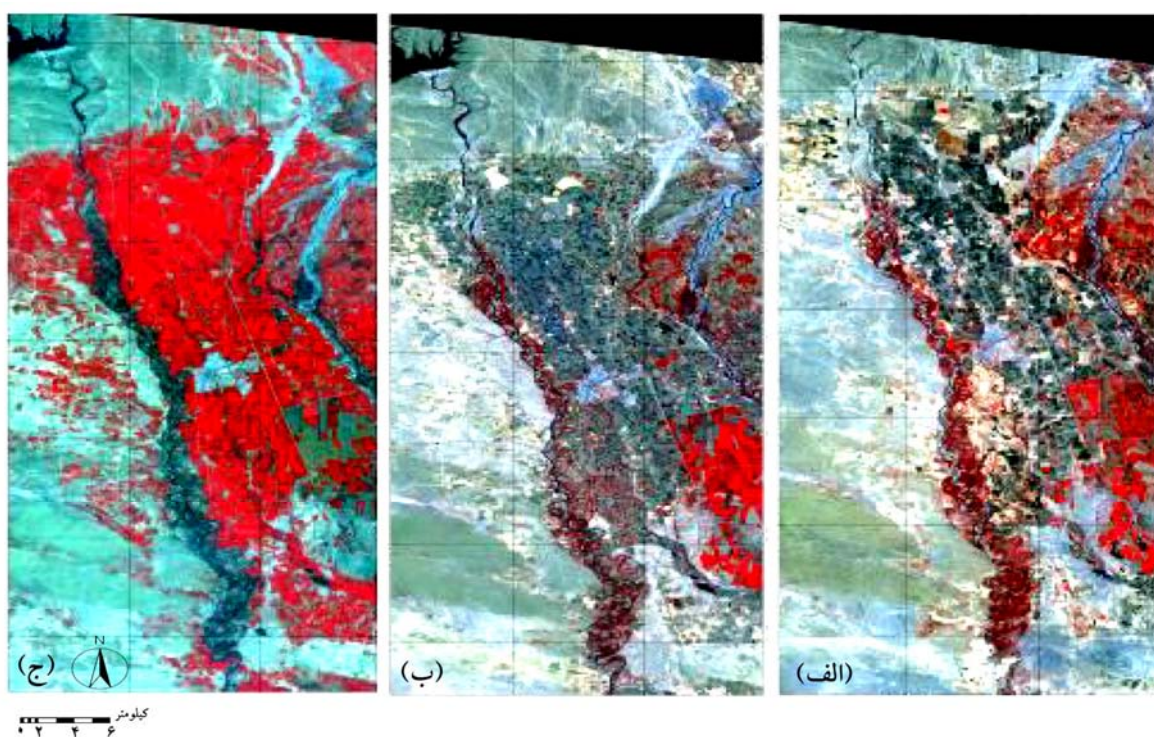
آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلاف سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند (۷ و ۲۹). امروزه با افزایش انواع مختلف سنجنده‌ها برای استفاده در سنجش از دور، تلاش برای دستیابی به اطلاعات استاندارد از سنجنده‌های مختلف در دسترس، ضروری و مهم به شمار می‌آید (۳). با این وجود، روش‌ها در دو طبقه وسیع طبقه‌بندی شده‌اند. در روش اول ابتدا آشکارسازی تغییرات انجام شده و سپس طبقات مشخص می‌گردد. در دومین سری روش‌ها، ابتدا طبقات مشخص شده و سپس آشکارسازی تغییرات انجام می‌گیرد. نظیر روش طبقه‌بندی مجدد (۱۷ و ۲۷). در روش اول، تصاویر دو تاریخ مختلف به یک تصویر جدید تبدیل

ساخت سد است. مجموعه داده دوم مربوط به تصویر سنجنده ETM^+ از ماهواره لندست ۷ می‌باشد که در تاریخ ۷ آگوست سال ۲۰۰۲ اخذ شده و مربوط به یک سال پس از بهره‌برداری از سد است. مجموعه داده سوم نیز مربوط به تصویر سنجنده ETM^+ از ماهواره لندست ۷ می‌باشد که در تاریخ ۵ مارس سال ۲۰۰۸ اخذ شده است. در این تاریخ ۷ سال از افتتاح سد مخزنی گذشته و چندین شبکه آبیاری و زهکشی نیز در پایین دست سد به بهره‌برداری رسیده است (شکل ۲).

طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر شباهت (Maximum Likelihood) انجام گردید.

داده‌های مورد استفاده

برای بررسی اثر ساخت سد کرخه بر روی عوارض پوششی منطقه، سه مجموعه داده، قبل و بعد از ساخت سد مورد استفاده قرار گرفت. مجموعه داده اول تصویر سنجنده TM از ماهواره لندست ۵ می‌باشد که در تاریخ ۳۰ ژوئن سال ۱۹۹۱ از منطقه مورد مطالعه اخذ شده و مربوط به قبل از



شکل ۲. (الف) تصویر TM سال ۱۹۹۱، (ب) تصویر ETM^+ سال ۲۰۰۲ و (ج) تصویر ETM^+ سال ۲۰۰۸

پردازش تصاویر

بررسی تغییرات پوشش گیاهی بر اساس شاخص NDVI تاکنون روش‌های مختلفی از الگوریتم‌های رقومی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجنش از دور ایجاد شده‌اند (۱۵ و ۱۶). در این تحقیق، برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی در محدوده حوزه آبریز، ابتدا مناطق دارای پوشش گیاهی در هر یک از سه تصویر استخراج شد. سپس تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر یاد شده، بررسی گردید. ابتدا، با استفاده از شاخص

تصویر ETM^+ به دلیل دارا بودن باند پانکروماتیک ۱۵ متری، وضوح مکانی بالاتری نسبت به تصویر TM دارد. لذا به عنوان تصویر مرجع انتخاب شده و سپس جهت بالا بردن وضوح هندسی و طیفی تصویر، عملیات Pan sharpening بر روی تصاویر انجام گرفت. در همین زمینه، تصویر ETM^+ حاصله با استفاده از نقاط کنترل (حداقل ۳۰ نقطه) و پارامترهای مداری ماهواره، زمین مرجع و سپس تصویر TM نسبت به آن، ثبت هندسی گردید.

امکان‌پذیر است. در این تحقیق، شاخص NDVI برای هر سه تصویر، محاسبه و شاخص گیاهی مطابق رابطه ۲ محاسبه گردید.

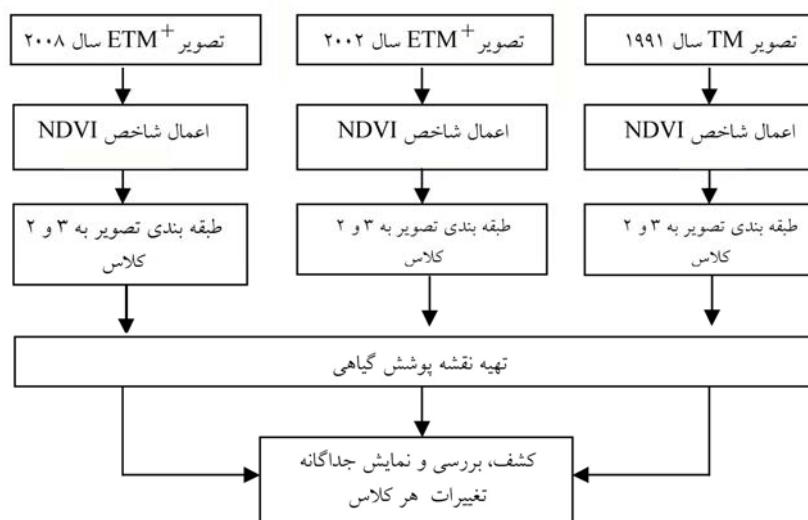
$$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3) \quad [۲]$$

در مرحله بعد، تصاویر حاصله طبقه‌بندی و در نهایت تغییرات پوشش گیاهی در آنها، با استفاده از آنالیز طبقه‌بندی پس از آشکارسازی تغییرات (Post Classification Change Detection) استخراج گردید. شکل ۳ مراحل انجام شده برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

گیاهی NDVI، پوشش گیاهی در هر سه تصویر استخراج شد. شاخص NDVI ترانسفورماسیونی است که از نسبت مقدار بازتاب در باند قرمز و مادون قرمز نزدیک و از طریق رابطه ۱ تعیین می‌گردد.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad [۱]$$

که در این رابطه؛ Red مادون قرمز، NIR مادون قرمز نزدیک، NDVI شاخص پوشش گیاهی نرمال. مقدار NDVI برای هر سلول، بیانگر نوع، مقدار و وضعیت پوشش گیاهی است. ماهواره‌های زیادی قابلیت ثبت اطلاعات در باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک را دارند و بدین ترتیب قابلیت محاسبه شاخص NDVI از تصاویر آنها

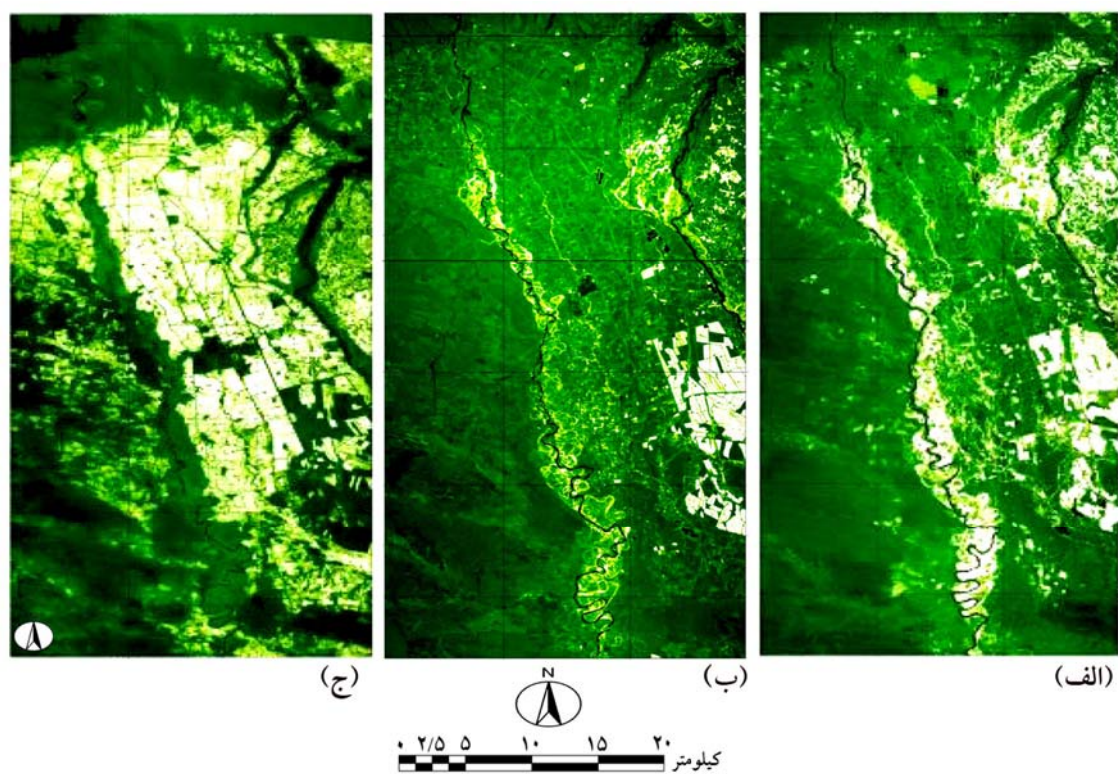


شکل ۳. مراحل انجام تحقیق در ارزیابی تغییرات کاربری/ پوشش و پایش تغییرات پوشش گیاهی

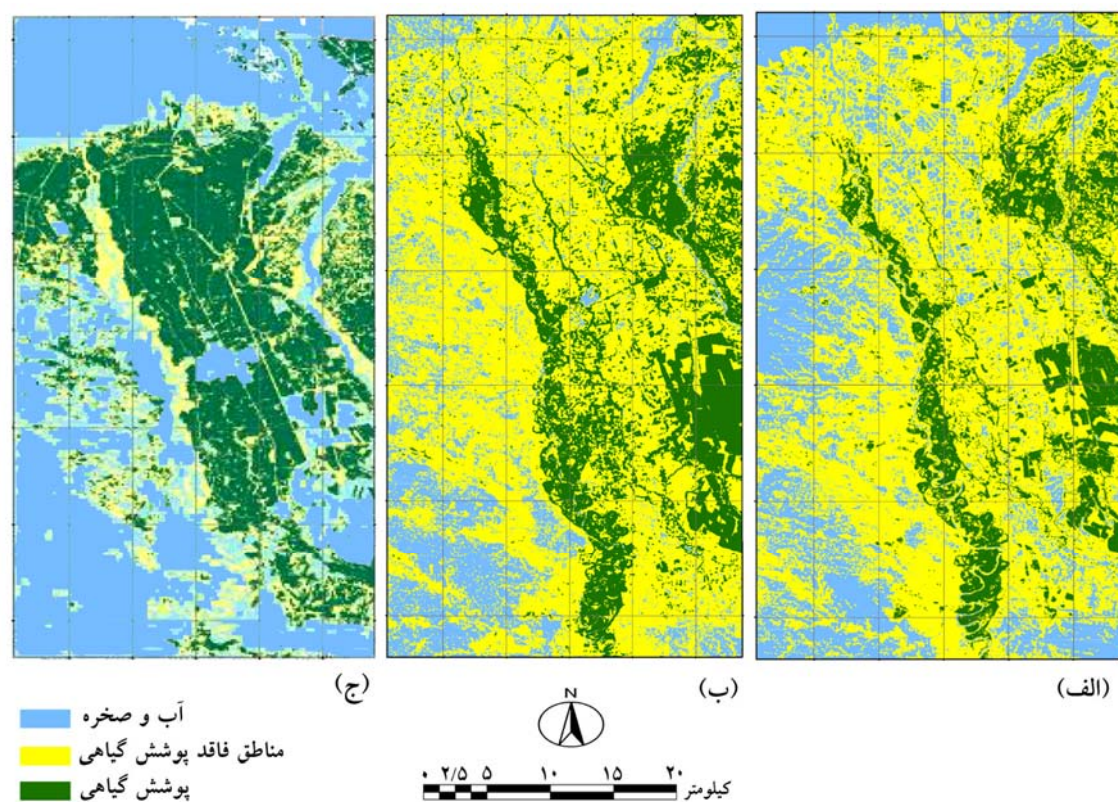
تهیه تصویر TM سال ۱۹۹۱ و ETM+ سال ۲۰۰۲ دانست. در این زمینه، تصویر ETM+ مربوط به سال ۲۰۰۲ در اواخر مرداد ماه اخذ شده در حالیکه تصویر TM مربوط به سال ۱۹۹۱، در اوایل تیرماه گرفته شده است. بدیهی است که پوشش گیاهی در اواخر مرداد ماه در این منطقه رو به خزان می‌رود که این امر توجیه کننده کاهش پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۲ نسبت به سال ۱۹۹۱ است.

نتایج و بحث

در شکل ۴ نقشه‌های حاصل از اعمال شاخص NDVI برای هر سه تصویر نشان داده شده است. مقایسه اشکال الف، ب و ج نشان می‌دهد که پوشش گیاهی اطراف رودخانه (شامل درختان و کشتزارها) در سال ۲۰۰۸ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده ولی در سال ۲۰۰۲ نسبت به ۱۹۹۱ کاهش داشته است. علت این کاهش را می‌توان در متفاوت بودن زمان



شکل ۴. شاخص NDVI تولید شده بوسیله (الف) تصویر TM سال ۱۹۹۱، (ب) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲ و (ج) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۸



شکل ۵. نقشه طبقه‌بندی تصویر NDVI به ۳ کلاس، تولید شده از: (الف) تصویر TM سال ۱۹۹۱، (ب) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲ و (ج) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۸

طبقه‌بندی نظارت نشده (Isodata)

مناطقى که در فصل زراعى پوشش گیاهى داشته و در این فصل فاقد پوشش هستند، را تحت پوشش قرار مى‌دهد. کلاس ۳ نیز، مناطق پوشش گیاهى شامل زمین‌های زراعى و درخت‌زارهای حاشیه رودخانه را شامل مى‌شود. در این زمینه، پس از طبقه‌بندی تصاویر NDVI به کلاس‌های فوق، تغییرات هر مجموعه داده به طور جداگانه برای هر کلاس بر حسب مساحت، محاسبه شد که در جدول ۱ نمایش داده شده است.

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهى در منطقه، قبل و بعد از ساخت سد، ابتدا تصویر NDVI برای هر دوره زمانى به طور جداگانه تولید و سپس هر تصویر در سه کلاس طبقه‌بندی گردید (شکل ۵). به دلیل نداشتن نمونه آزمایشى منطقه، الگوریتم نظارت نشده Isodata مدنظر قرار گرفت. در این راستا، کلاس ۱، عوارض غیرگیاهى نظیر زمین‌های با پوشش خاک، صخره، آب و مناطق شهری را شامل مى‌شود. کلاس ۲،

جدول ۱. تغییرات مساحت هر یک از کلاس‌های تصاویر، قبل و بعد از ساخت سد

کلاس	موضوع	سال ۱۹۹۱	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۰۸
۱	عوارض غیرگیاهى	۷۱۷/۸۷	۵۹۵/۷۶	۴۷۲/۳۰
۲	مناطق فاقد پوشش گیاهى	۶۹۱/۶۶	۸۱۴/۹۵	۵۱۹/۲۱
۳	مناطق دارای پوشش گیاهى	۲۳۱/۲۳	۲۳۰/۸۶	۶۲۱/۹۷

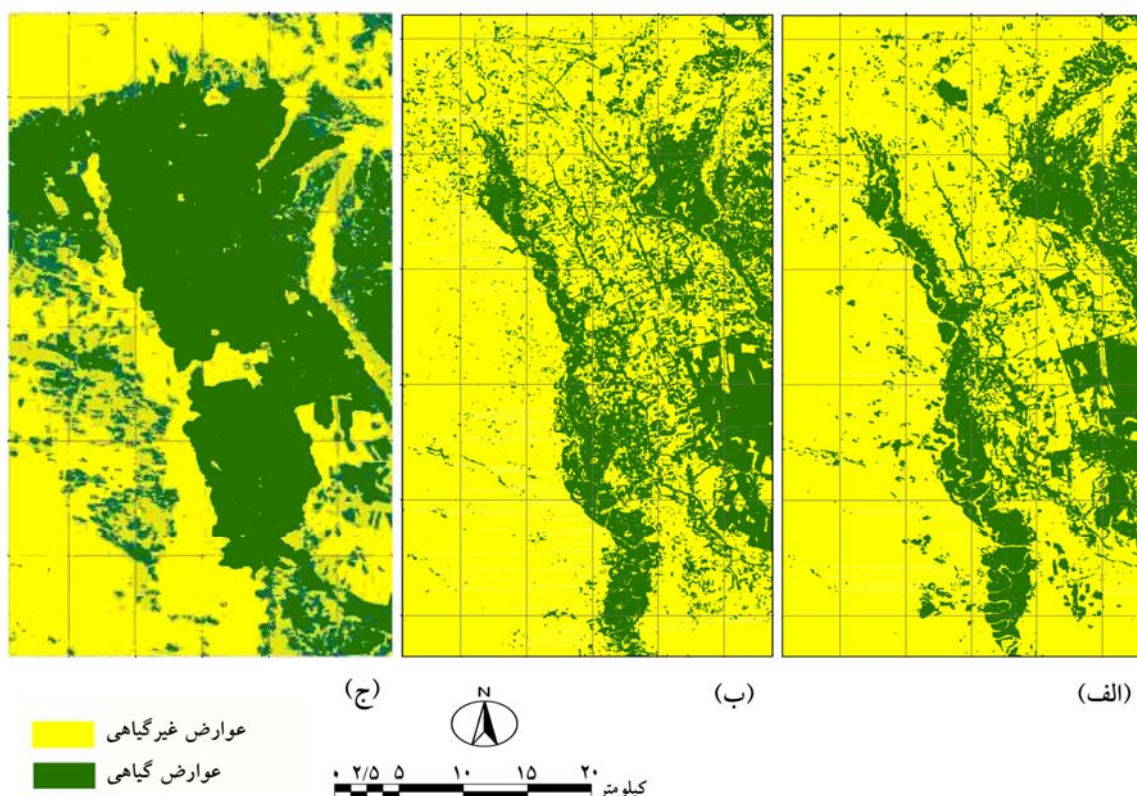
تجربه مى‌کند. همچنین در مقایسه تصاویر سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ منطقه نیز، همین حدود افزایش پوشش گیاهى دیده مى‌شود. در این زمینه، با مقایسه دو به دوی این تصاویر، مى‌توان اینگونه استنباط نمود که اولاً کاهش ۰/۳۶ کیلومتر مربعى در پوشش گیاهى در تصویر ETM⁺ به احتمال قریب به یقین مربوط به تاریخ اخذ آن تصویر، یعنی اواخر مرداد ماه بوده است. ثانیاً مقادیر یکسان بدست آمده برای پوشش گیاهى در مقایسه سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۲ با سال ۲۰۰۸ صحت انجام طبقه‌بندی را تأیید مى‌نماید. برای بررسی تغییرات سطح زمین‌های زراعى اعم از زمین‌های زیر کشت و زمین‌هایی که زیر کشت نمی‌باشند، لازم بود تغییرات NDVI بر اساس دو کلاس عوارض گیاهى و غیرگیاهى محاسبه شود. بدین منظور دو کلاس ۲ و ۳ در بخش قبل، تلفیق و تبدیل به یک کلاس عوارض پوشش گیاهى شد و طبقه‌بندی با دو کلاس انجام گردید (شکل ۶).

همانطور که جدول ۱ نشان مى‌دهد، در سال ۲۰۰۲ پوشش کشاورزی در منطقه، ۰/۳۶ کیلومتر مربع نسبت به سال ۱۹۹۱ کم شده است. یکی از دلایل توجیه این امر، همان‌طور که قبلاً به طور مختصر اشاره شد، این است که تصویر ETM⁺ مربوط به اواخر مرداد ماه سال ۲۰۰۲ بوده، در حالی که تصویر TM مربوط به اوایل تیرماه مى‌باشد. بدیهی است که در این منطقه در اوایل تیرماه زمین‌های زراعى در فصل رشد خود هستند، لذا پوشش گیاهى غنی‌تر است. بنابراین مقدار ۰/۳۶ کیلومتر مربع کاهش در زمین‌های زراعى، نشان‌دهنده کاهش سطح زیر کشت نمی‌باشد. چرا که برای برآورد کاهش سطح زیر کشت، بایستی تاریخ اخذ هر یک از مجموعه داده‌ها یکسان باشد.

با نگاهی به جدول شماره ۱ و مقایسه تصویر TM سال ۱۹۹۱ و تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۸، مى‌توان دریافت که پوشش گیاهى منطقه در سال ۲۰۰۸، افزایشى ۳۹۰ کیلومتر مربعى را

جدول ۲. تغییرات دو کلاس، قبل و بعد از ساخت سد

کلاس	سال ۱۹۹۱	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۰۸
۱	۱۳۳۵/۳۱	۱۳۲۵/۶۰	۱۰۱۴/۳۱
۲	۳۰۵/۴۵	۳۱۵/۹۸	۶۲۱/۹۷



شکل ۶. نقشه طبقه‌بندی تصویر NDVI به دو کلاس، تولید شده بوسیله: (الف) تصویر TM سال ۱۹۹۱، (ب) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲ و (ج) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۸

شده است. به عبارت دیگر افزایش زمین‌های زراعی در سال ۲۰۰۲ حدوداً ۱۱ کیلومتر مربع نسبت به سال ۱۹۹۱ بیشتر بوده و در سال ۲۰۰۸، این مقدار افزایش، به بیش از ۳۱۰ کیلومتر مربع رسیده است.

بررسی تغییرات کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه

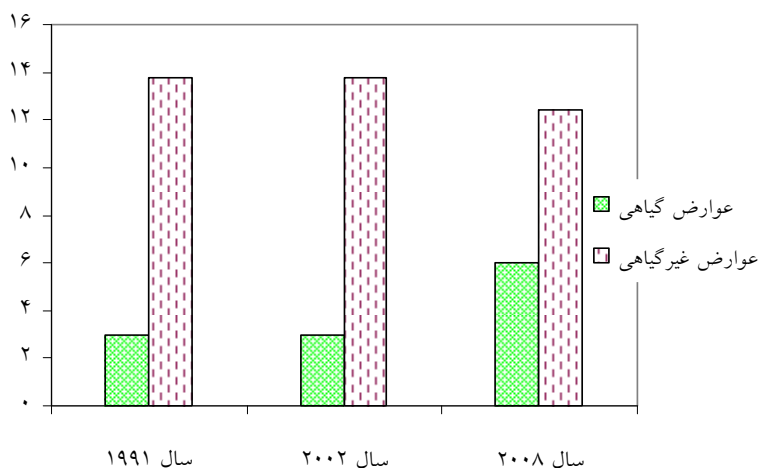
به منظور بررسی تغییرات، ابتدا مناطق آموزشی در سه تصویر انتخاب و سپس تصاویر یاد شده در هفت کلاس طبقه‌بندی شدند. کلاس‌های یاد شده به ترتیب شامل: کلاس ۱؛ رودخانه (که منظور رودخانه کرخه است)، کلاس ۲؛ پوشش گیاهی (که شامل مزارع سبز و پوشش گیاهی منطقه است)، کلاس ۳؛ اراضی خشک و فاقد پوشش گیاهی (که شامل مزارع آماده کشت و نیز مناطقی است که به دلیل نبود آب، در حال حاضر خشک و فاقد پوشش می‌باشند)، کلاس ۴؛ اراضی شنی و ماسه‌زار (که اغلب در سمت غرب منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود)، کلاس ۵؛ بستر رودخانه (که منظور رسوبات آورد و یا به جا مانده در بستر رودخانه است)، کلاس ۶؛ اراضی بایر

کلاس ۱، عوارض غیرگیاهی نظیر زمین‌های با پوشش خاک، صخره، شنزار و ماسه‌زار، آب و مناطق شهری را شامل می‌شود. کلاس ۲ نیز، عوارض گیاهی شامل زمین‌های زراعی با پوشش گیاهی، زمین‌های زراعی بدون پوشش گیاهی و درخت‌زارهای حاشیه رودخانه را تحت پوشش قرار می‌دهد. به ترتیب، جدول ۲، مقادیر تغییرات دو کلاس، قبل و بعد از ساخت سد برحسب مساحت هر کلاس (کیلومتر مربع) و نمودار ۱، تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

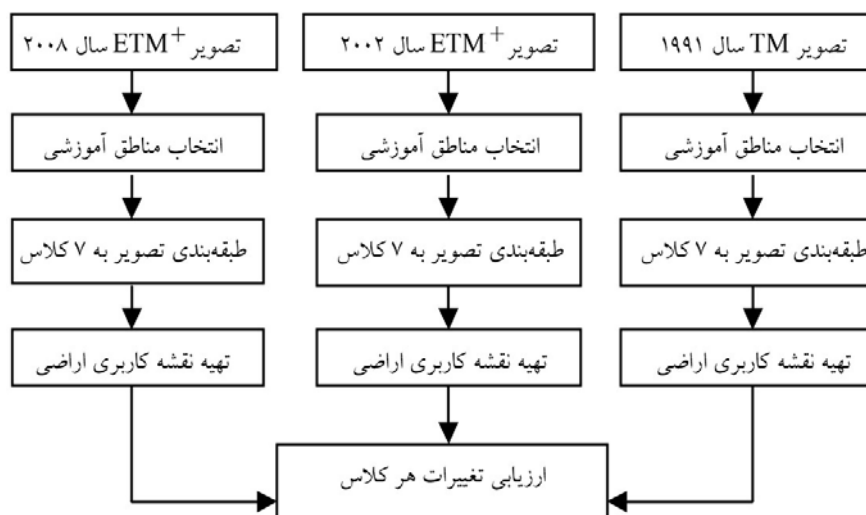
بر اساس مقادیر جدول ۲ و با توجه به شکل ۷، مساحت کل منطقه طبقه‌بندی شده، حدوداً ۱۶۴۰ کیلومتر مربع می‌باشد. از این مقدار مساحت، در تصویر TM سال ۱۹۹۱، حدوداً ۳۰۵ کیلومتر مربع، با عوارض گیاهی پوشانده شده و مابقی با عوارض غیرگیاهی پر شده است. این مقادیر در تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲، به ۳۱۶ کیلومتر مربع عوارض گیاهی (و مابقی عوارض غیرگیاهی) تغییر یافته و در سال ۲۰۰۸، به ۶۲۲ کیلومتر مربع پوشش گیاهی (و مابقی پوشش غیرگیاهی) تبدیل

دلیل آنکه نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در این سه تاریخ (یا زمان‌های مشابه)، تهیه نشده بود، کلاس‌ها از روی تصاویر انتخاب گردیدند. ۸ مراحل انجام شده و شکل ۹ نقشه حاصل از طبقه‌بندی تصاویر به هفت کلاس، برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

(که شامل پوشش اکثر منطقه می‌باشد) و کلاس ۷؛ مناطق مسکونی و تأسیسات (که در بر گیرنده مناطق شهری، روستایی و تأسیسات جاده‌ای نظیر راه‌ها است) می‌باشند. در این راستا، برای طبقه‌بندی تصاویر از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردید. در انتخاب مناطق آموزشی، به دلیل آنکه زمان زیادی از برداشت سه تصویر گذشته بود و نیز به



شکل ۷. تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ در منطقه مورد مطالعه



شکل ۸. الگوریتم مراحل انجام شده برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی

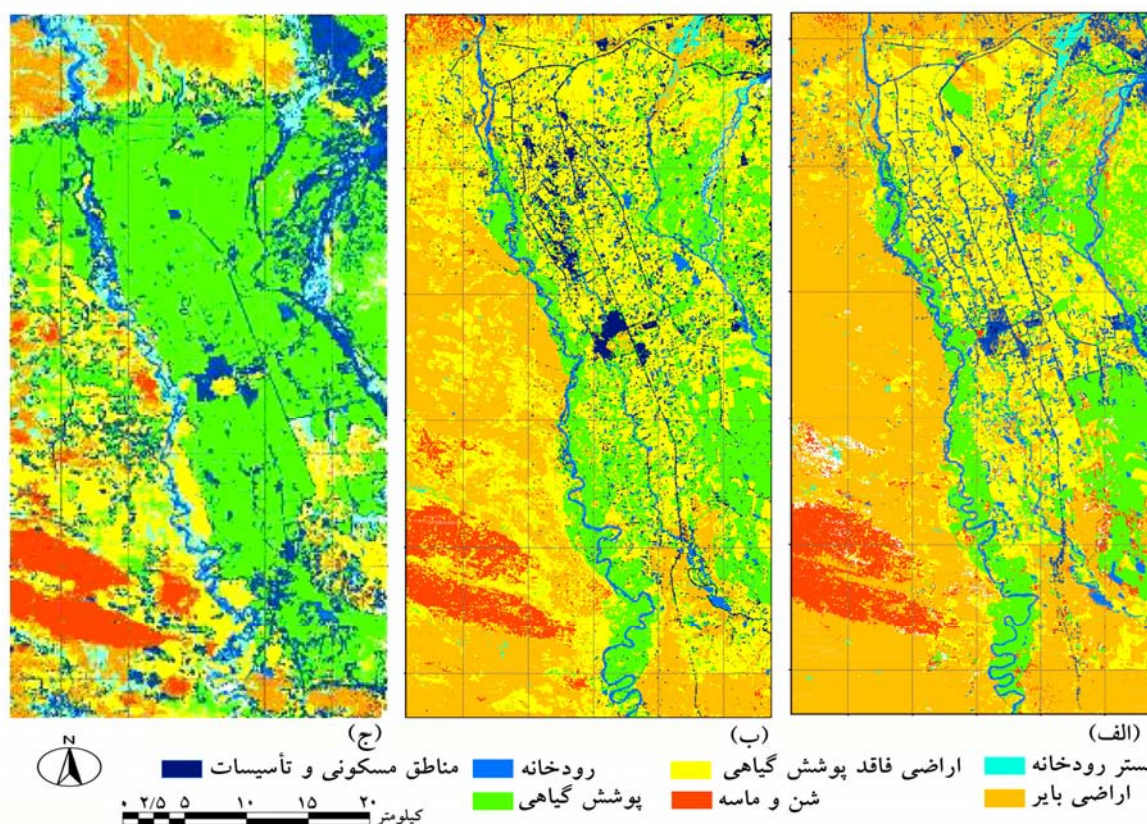
در شکل ۸ نشان می‌دهد که تغییرات افزایشی و یا کاهش‌ی کلاس‌های انتخابی، به‌خوبی مشاهده می‌شوند. به‌طور مثال می‌توان افزایش چشمگیری را در پوشش گیاهی و مناطق مسکونی و تأسیسات مشاهده نمود. همچنین کاهش در شن‌زارها و مناطق بایر نیز مشهود است. جهت کشف دقیق‌تر تغییرات و آگاهی از میزان آن‌ها لازم است که با توجه به

در شکل ۸ نشان می‌دهد که تغییرات افزایشی و یا کاهش‌ی کلاس‌های انتخابی، به‌خوبی مشاهده می‌شوند. به‌طور مثال می‌توان افزایش چشمگیری را در پوشش گیاهی و مناطق مسکونی و تأسیسات مشاهده نمود. همچنین کاهش در شن‌زارها و مناطق بایر نیز مشهود است. جهت کشف دقیق‌تر تغییرات و آگاهی از میزان آن‌ها لازم است که با توجه به

مثبت ایجاد سد در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. در این راستا، افزایش پوشش گیاهی منطقه، با مساحت دو شبکه آبیاری اوان (بالغ بر ۱۳۰) و شبکه آبیاری دوسالک (بالغ بر ۱۶۰ کیلومتر مربع) که بعد از بهره‌برداری از سد، اجرا شده‌اند، مطابقت خوبی دارد. افزایش چشمگیر مناطق مسکونی نیز با توجه به مسائلی نظیر رونق کشاورزی منطقه و رشد جمعیت، توجیه‌پذیر می‌باشد. سایر نتایج نشان دادند که کلاس‌های رودخانه در حدود ۴۲/۶٪، شن و ماسه ۷۳/۳٪، بستر رودخانه ۱۳/۶٪، اراضی بایر ۵۰/۳٪ و اراضی فاقد پوشش گیاهی ۵۱/۷٪ کاهش مساحت داشته‌اند. در این زمینه، کاهش رودخانه، ناشی از احداث سد مخزنی کرخه و در نتیجه تثبیت دبی جریان رودخانه بوده و تغییر در بستر رودخانه نیز، هشدارهای جهت تعرض به حریم رودخانه و تغییر کاربری آن به حساب می‌آید.

سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸ در منطقه مورد مطالعه آورده شده است.

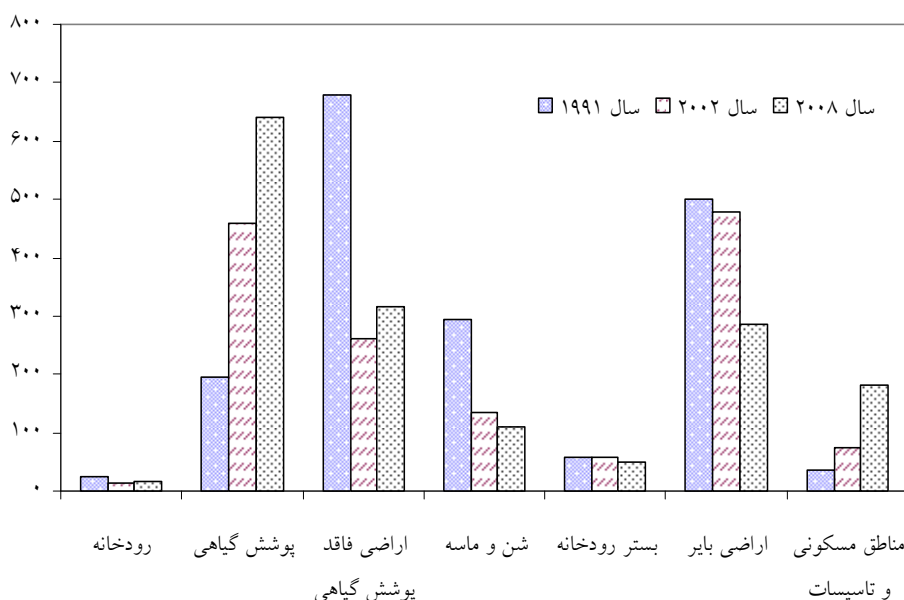
کاربری اراضی می‌تواند اطلاعات پایه‌ای برای کاربردهای مختلف از جمله؛ مدیریت اراضی، تغییر اقلیم و تنوع زیستی داشته باشد. مقاله حاضر درصدد بود تا با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تأثیرات تغییر کاربری اراضی بر اثر ایجاد سد مخزنی کرخه واقع در استان خوزستان را، برای اولین بار در ایران، به صورت علمی بررسی کرده و بر این اساس پیشنهادهایی را جهت بهبود رونق اقتصادی منطقه ارائه نماید. در این زمینه، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که سطح تغییرات پوشش گیاهی و مناطق مسکونی، در منطقه مورد مطالعه، در طول دوران مورد بررسی (بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۸)، افزایش چشمگیری داشته‌اند. این افزایش‌ها، برای پوشش گیاهی ۲۲۶٪ و مناطق مسکونی، حدوداً ۵۰٪ هستند که این نتایج به خوبی بیان‌کننده تأثیر



شکل ۹. نقشه طبقه‌بندی تصویر به هفت کلاس، تولید شده از؛ (الف) تصویر TM سال ۱۹۹۱، (ب) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۲ و (ج) تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۸

جدول ۳. مقادیر مساحت ۷ کلاس حاصل از طبقه‌بندی تصاویر قبل و بعد از ساخت سد (km²)

ردیف	عوارض	سال ۱۹۹۱	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۰۸
۱	رودخانه	۲۷/۲	۱۳/۷	۱۵/۶
۲	پوشش گیاهی	۱۹۹/۶	۴۴۵/۲	۶۵۱/۱
۳	اراضی فاقد پوشش گیاهی	۶۹۷/۴	۲۶۲/۳	۳۳۶/۶
۴	شن و ماسه	۳۲۰/۳	۱۳۴/۲	۸۵/۶
۵	بستر رودخانه	۷۰/۱	۷۱	۶۰/۵
۶	اراضی بایر	۵۴۱/۶	۵۲۲/۸	۲۶۹
۷	مناطق مسکونی و تأسیسات	۳۰/۷	۷۶/۱	۱۸۵



شکل ۱۰. مقایسه نتایج طبقه‌بندی تصاویر به ۷ کلاس کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۸

منابع مورد استفاده

ساله، ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز.

۳۵-۴۰

۳. کاظمی، ر.، ح. یگانه و ج. خواجه الدین. ۱۳۸۹. مقایسه

نقشه های کاربری اراضی تولیدی با داده‌های دو سنجنده MODIS و IRS-WiFS در منطقه سمیرم - بروجن. مجله علمی پژوهشی کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم

منابع طبیعی، (۱): ۱۵-۱.

۴. کرمی، ف. ۱۳۸۳. مطالعه قابلیت داده‌های ماهواره لندست

جهت تعیین تخریب در جنگل‌های زاگرس. پایان‌نامه

۱. برخورداری، ج.، م. محمد زارع 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 پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، (۲): ۲۳-۱۵.

۲. داورپناه، غ. ر. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات و مورفولوژی

پایاب زنجان رود و عوامل مؤثر در آن در یک دوره ۳۵

12. Radari V, Amiri F, Meleki S. 2010. Vegetation cover change monitoring applying satellite data during 1972 to 2007. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 2(3): 118-127.
 13. Reger B, Otte A, Waldhardt R. 2007. Identifying patterns of land-cover change and their physical attributes in a marginal European landscape. *Landscape and Urban Planning*, 81(1): 104-113.
 14. Rogan J, Chen D. 2004. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning*, 61(4): 301-325.
 15. Roy P, Joshi P. 2002. Forest cover assessment in northeast India the potential of temporal wide swath satellite sensor data (IRS-1C WiFS). *International Journal of Remote Sensing*, 23(22): 4881-4896.
 16. Sabet Sarvestani M, Ibrahim AL, Kanaroglou P. 2011. Three decades of urban growth in the city of Shiraz, Iran: A remote sensing and geographic information systems application. *Cities*, 28(4): 320-329.
 17. Serra P, Pons X, Sauri D. 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28(3): 189-209.
 18. Shalaby A, Tateishi R. 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1): 28-41.
 19. Sönmez N, Sari M. 2007. Monitoring land use change in the west Mediterranean region of Turkey: a case study on Antalya-Turkey coast. *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(11a): 1325-1330.
 20. Srivastava S, Gupta R. 2003. Monitoring of change in Land use/Land cover using multi-sensor satellite data, Map India conference, Remote Sensing Map India Conference 2003, pp. 1-6.
 21. Thapa RB, Murayama Y. 2006. Land use change analysis using remote sensing and GIS: a case study of Kathmandu Metropolitan, Nepal, Proceedings of the 9th Annual Symposium of Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, Tokyo, Japan (October 4-5, 2006). 22 pp.
 22. Treitz P. 2004. Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change-an introduction. *Progress in planning*, 61(4): 269-279.
 23. Van Oort P. 2007. Interpreting the change detection error matrix. *Remote Sensing of Environment*, 108(1): 1-8.
 24. Yang X, Lo C. 2002. Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, 23(9): 1775-1798.
 25. Yılmaz R. 2010. Monitoring land use/land cover changes using CORINE land cover data: a case study of Silivri coastal zone in Metropolitan Istanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 165(1-4): 603-615.
۵. یوسفی، ص، ح. مرادی، س. ح. حسینی و س. میرزایی. ۱۳۹۰. پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های TM و ETM⁺ ماهواره LandSat. *مجله کاربرد سنجنش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*. ۲(۳): ۱۱۵-۹۷.
 1. Abbas I, Muazu K, Ukoje J. 2010. Mapping land use-land cover and change detection in Kafur Local Government, Katsina, Nigeria (1995-2008) using remote sensing and GIS. *Research journal of environmental and Earth Sciences*, 2(1): 6-12.
 2. Chen J, Gong P, He C, Pu R, Shi P. 2003. Land-use/land-cover change detection using improved change-vector analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(4): 369-380.
 3. Chowdary V, Ramakrishnan D, Srivastava Y, Chandran V, Jeyaram A. 2009. Integrated water resource development plan for sustainable management of Mayurakshi watershed, India using remote sensing and GIS. *Water Resources Management*, 23(8): 1581-1602.
 4. Coppin PR, Bauer ME. 1996. Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery. *Remote Sensing Reviews*, 13(3-4): 207-234.
 5. Du P, Li X, Cao W, Luo Y, Zhang H. 2010. Monitoring urban land cover and vegetation change by multi-temporal remote sensing information. *Mining Science and Technology (China)*, 20(6): 922-932.
 6. Jain SK, Kumar S, Varghese J. 2001. Estimation of soil erosion for a Himalayan watershed using GIS technique. *Water Resources Management*, 15(1): 41-54.
 7. Jasrotia A, Majhi A, Singh S. 2009. Water balance approach for rainwater harvesting using remote sensing and GIS techniques, Jammu Himalaya, India. *Water Resources Management*, 23(14): 3035-3055.
 8. Kamusoko C, Aniya M. 2007. Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura District, Zimbabwe. *Land Degradation & Development*, 18(2): 221-233.
 9. Kelarestaghi A, Jeloudar ZJ. 2011. Land use/cover change and driving force analyses in parts of northern Iran using RS and GIS techniques. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(3-4): 401-411.
 10. Longley PA. 2002. Geographical information systems: will developments in urban remote sensing and GIS lead to better urban geography? *Progress in Human Geography*, 26(2): 231-239.
 11. Prenzel B. 2004. Remote sensing-based quantification of land-cover and land-use change for planning. *Progress in Planning*, 61(4): 281-299.



Change detection of Karkheh river floodplains of the Karkheh dam reservoir using remote sensing and GIS

P. Salahshouri ^{1*}, A. R. Vafaei Nezhad ²

1. Khouzestan Power and Water Organization

2. Assis. Prof. College of Water Engineering and Environment, Power and Water University of Technology, Shahid Abbaspour

ARTICLE INFO

Article history:

Received 5 December 2011

Accepted 26 June 2012

Available online 9 January 2013

Keywords:

Land use changes

Karkheh river

LandSat

Geographic Information System

Remote sensing

Maximum likelihood method

ABSTRACT

Karkheh reservoir dam as the biggest earth dam on the Middle East has influenced positively on its district in terms of plantation area and in addition has controlled devastating floods. This paper tries to evaluate the construction effects of this dam in the area by employing RS and GIS techniques and on this, basis presents some suggestions to economically improve the district. To reach this goal, three satellite images, which are dated to the periods of pre and post construction on the dam were acquired for the 1991, 2002 and 2008. Fusion, optimization and Geo referencing techniques were used and a normalized difference vegetation index (NDVI) was computed. Unsupervised classifications were utilized on the images two times to clarify the vegetation cover. In order to build a land use map in the downstream side of the dam, unsupervised classifications were also used in the method of maximum similarity. Finally, with utilizing the GIS software capabilities, the amount and the type of changes were calculated. The results have shown that agricultural areas in 2008 have increased about 390 km² in comparison to 1991. The 50 percent decline in bare land, river land and sand dunes have also seen. Furthermore, in vegetated, residential and industrial areas increase of over 100 percent is observed. These results clearly reveal type, rate and manner of changes to the area with dam construction.

* Corresponding author e-mail address: psalahshouri@gmail.com