دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

پایش تغییرات ناشی از احداث سد البرز بر پوشش گیاهی و کاربری اراضی به کمک سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی

درسا دریکنده[۱]، دانیال قربانی[۲] و علی شاهنظری[۳]

۱- دانشجوی دکتری، آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی زراعی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشجوی دکتری، هواشناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد، دانشکده مهندسی زراعی، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: Aliponh@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۱۶
صفحه: ۲۴ تا ۳۵

چکیده

احداث سدهای بزرگی مانند سد مخزنی البرز علاوه بر تامین آب در بخش‌های شرب و کشاورزی، بدون شک با تغییرات فراوان بر اکوسیستم‌های طبیعی همراه است. شناخت و آگاهی از این تغییرات به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار مناطق تحت‌تاثیر سد، امری ضروری است. استفاده همزمان از فناوری‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، یکی از روش‌های رایج در امر پایش تغییرات منطقه به‌شمار می‌رود. در این راستا، هدف این مطالعه بررسی اثر احداث و آبگیری سد البرز بر تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی به کمک سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. بدین‌منظور، دو تصویر ماهواره‌ای لندست در دوره ۲۲ ساله (مربوط به سال‌های ۱۹۹٤ و ۲۰۱٦ میلادی) با اعمال تصحیح رادیومتریک و اتمسفری به‌کار گرفته شد؛ به‌گونه‌ای که گویای تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی پیش و پس از احداث و آبگیری سد باشد. سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده ماشین بردار پشتیبان، نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی تهیه و دقت طبقه‌بندی‌ها نیز ارزیابی گردید و تحلیل تغییرات زمانی پوشش گیاهی و کاربری اراضی با تولید نقشه آشکارسازی تغییرات، انجام شد. همین‌طور، به‌منظور بررسی تغییرات مکانی انواع کلاس‌های پوشش گیاهی و کاربری، از شاخص آماری LQ استفاده شد. مطابق نتایج، طی گذشت دو دهه، مساحت پوشش گیاهی جنگلی در منطقه ۲۲/۷ هکتار (۱/۹ درصد) افزایش، مساحت کاربری کشاورزی و مرتع و همین‌طور نواحی ساخت و ساز به‌ترتیب ۷۳۵/٦٦ هکتار (٦/۸۳ درصد) و ۱۷/۸۲ هکتار (۰/۱ درصد) کاهش داشته و مساحت پوشش آبی که با آبگیری سد و شبکه، طبقات مذکور را به زیر آب برده، ۵۳۰/۳۷ هکتار (۵/٤ درصد) به‌دست آمد. بررسی تغییرات الگوی مکانی پوشش گیاهی و کاربری‌های اراضی نیز نشان داد که بیشترین تغییرات در بخش بالادست (محل مخزن سد) با LQ معادل با ۱/٦۸ رخ داده که متعلق به پوشش آبی است که این امر به‌وضوح نشانگر تاثیر احداث و آبگیری سد البرز در تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در بخش بالادست این سد است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات زمانی و مکانی، تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی نظارت‌شده، ماشین بردار پشتیبان، شاخص آماری LQ

مقدمه

پروژه‌های سدسازی از همان مراحل آغازین خود، منابع محیط زیست را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. ایجاد دریاچه‌های بزرگ در پشت سد می‌تواند موجب از دست‌رفتن منابع زیستی با ارزش در منطقه، تخریب زیستگاه جانوران و گیاهان بومی، از بین‌رفتن ارزش‌های طبیعی و آلودگی آب و خاک شود (۱). از طرفی، احداث سد خود موجب تغییر در الگوی کاربری در زمین‌های اطراف سد می‌شود. تغییر کاربری سرزمین نتیجه تعامل میان جوامع انسانی و محیط طبیعی، همچنین بروز تغییرات اکولوژی محیط زیست در سطح زمین می‌باشد (۱۴). در مقیاس جهانی، استفاده از سرزمین و تغییر پوشش گیاهی، منجر به کاهش و یا تغییر تنوع زیستی و همچنین کاهش خدمات اکوسیستم و منافع آن‌ها برای جامعه می‌شود (۱۹). شناسایی، نظارت و پایش تغییرات پوشش سطح زمین، یک فرآیند پیچیده است (۲۳)؛ اما آشنایی با میزان تغییرات کاربری اراضی طی گذشت زمان می‌تواند زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق برای آینده را فراهم آورد (۱۶)؛ زیرا تنها با اعمال مدیریت صحیح کاربری زمین می‌توان از تخریب بیشتر منطقه بر اثر دخالت‌های انسانی، چرای بی‌رویه دام و توسعه کشاورزی جلوگیری کرده و به حفظ تنوع زیستی آن در آینده امیدوار بود (۹). در این راستا، فناوری‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان یک فناوری برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع است که اطلاعات به‌روز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌کند (۱۶). روش‌های سنتی جهت بررسی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی مانند نقشه‌برداری زمینی، به‌طور معمول وقت‌گیر و پرهزینه است. اما استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌هایی نظیر دید وسیع و یکپارچه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف گسترده انرژی الکترومغناطیسی جهت ثبت ویژگی‌های پدیده‌ها، پوشش تکراری و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها، در دنیا با استقبال زیادی روبرو بوده است (۵). تاکنون، مطالعات بسیاری در زمینه استفاده از علم سنجش از دور، در خارج از کشور و ایران انجام شده است. از جمله مطالعات انجام‌شده، می‌توان به مطالعه روتلا و همکاران (۲۱) اشاره کرد. آن‌ها با کمک روش‌های GIS پایه و استفاده از نقشه‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی تهیه‌شده توسط ابزارهای سنجش از دور تصاویر ماهواره‌ای، به بررسی آثار سد بر کاربری‌های اراضی حوزه آبخیز Tehri در هند پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که سد مخزنی Tehri که بر حوزه بالادست رودخانه گانگا احداث‌شده، به‌طور مستقیم بر ۲۶۸۹ هکتار از زمین‌های کشاورزی تاثیر گذاشته و منجر به تغییر ۳۳۴۷

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

هکتار از سایر اراضی اطراف مخزن شده است. بوت و همکاران (۶) در مطالعه خود از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به‌منظور تعیین تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در حوزه آبریز Simly در پاکستان استفاده نمودند. بررسی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی، تبدیل عمده پوشش‌های گیاهی و آبی را به کشاورزی و اراضی بایر و بدون پوشش نشان داد که این تبدیل کاربری‌ها، تهدیدی جدی برای منابع حوزه آبخیز به‌حساب می‌آید. تاکار و همکاران (۲۴) به ارزیابی تاثیر اقدامات مدیریتی حوزه و تعیین دینامیک پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور چندزمانه و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. منطقه مورد مطالعه، بخشی از اراضی حوزه Khan-Kali و رودخانه Anas واقع در هند را در بر می‌گرفت که دارای اقلیم نیمه‌خشک بود و طی ده سال اخیر توسط سازمان‌های دولتی و غیردولتی در حال احیا بود. نتایج اقدامات مدیریتی در سطح حوزه با افزایش مساحت پیکره‌های آبی و جنگل‌های تنک و کاهش مساحت اراضی بایر و زمین‌های شنی ساحل رودخانه همراه بوده است. احمد و همکاران (۲) جهت مدیریت یکپارچه اراضی ساحلی، به نظارت و ارزیابی دینامیک این مناطق با ابزارهای سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنها از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۳۰ سال اخیر برای ارزیابی تغییرات نواحی ساحلی غربی، مرکزی و شرقی بنگلادش که در برگیرنده کل اراضی ساحلی آن کشور است، استفاده کردند. نتایج نشان داد که نرخ رسوب‌گذاری اندکی بالاتر از نرخ فرسایش بوده است. همین‌طور نرخ رسوب‌گذاری و فرسایش در نواحی ساحلی مرکزی، بالاتر از نواحی غربی و شرقی بوده است. متکان و همکاران (۱۸) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، تغییرات کاربری اراضی را در حوزه سد طالقان در یک بازه زمانی ۲۰ ساله با استفاده از سه تصویر در قبل، همزمان و چند سال بعد از احداث سد بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که سدسازی موجب تخریب پوشش گیاهی منطقه شده است و سطح اراضی کشاورزی و دیم به‌دلیل مهاجرت و بازگشت مردم دارای نوسان بوده، اما افزایش قابل توجهی در مناطق مسکونی به‌دلیل ساخت تفرجگاه‌ها در اطراف سد مذکور ایجاد شده است. هادیان و همکاران (۱۳) از قابلیت تصاویر ماهواره‌ای لندست در طبقه‌بندی کاربری‌ها و پوشش سرزمین به‌منظور بررسی تاثیر احداث سد حنا در اصفهان بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی استفاده نمودند. به‌دلیل احداث سد در سال ۱۹۹۶ و در سال‌های شروع آبگیری سد (۱۹۹۸)، زمین‌های کشت آبی در اطراف سد افزایش یافت ولی پس از ۱۵ سال یک کاهش شدید در سطح این اراضی مشاهده شد که دلیل آن افزایش جمعیت و مصرف آب در بخش مسکونی، تجاری و صنعتی در منطقه بود. پرور و همکاران (۲۰) از تصاویر ماهواره لندست ۸، ۷و ۵ به‌همراه سنجنده‌های به‌ترتیب OL[1]، ETM[2] و TM[3] برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی قبل و بعد احداث سد استفاده کردند. مشاهده و مقایسه نقشه‌های تهیه‌شده نشان داد که در طول دوره مطالعه، مساحت کاربری باغ و کشاورزی کاهش داشته و در مقابل سطح کاربری اراضی کشاورزی دیم افزایش یافته و بسیاری از زمین‌های پایین‌دست حوزه، از کاربری باغ و کشاورزی به زراعت دیم تغییر کاربری دادند. اکبری و همکاران (۳) به بررسی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی منطقه نیشابور پرداختند. در این پژوهش، پس از انجام مراحل پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور استخراج اطلاعات دقیق، سه روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از ضریب کاپا ارزیابی شد. طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده مشخص شد که روش حداکثر احتمال نسبت به دو روش دیگر از دقت بیشتری برای تهیه نقشه کاربری اراضی برخوردار بود. در نهایت، آن‌ها با طبقه‌بندی تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۸۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ با روش حداکثر احتمال، نشان دادند که افزایش سطح زیر کشت اراضی بایر و شور، گسترش باغات منطقه تحت تاثیر احداث سدهای بالادست و افزایش محدوده شهری طی این ۲۷ سال از مهم‌ترین تغییرات رخ داده در منطقه بوده است.

با توجه به بررسی منابع، به‌نظر می‌رسد که تاکنون مطالعه جامعی در یک دوره زمانی بلندمدت در محدوده اراضی سد البرز و تغییرات کاربری منطقه مزبور، پیش و پس از احداث سد انجام نشده است. از طرفی، باتوجه به اینکه تلفیق فناوری‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ با نمایش و ارائه طبقات پوشش زمین طی فرآیند طبقه‌بندی، امکان تحلیل تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی را فراهم می‌آورد؛ از این‌رو در پژوهش حاضر، هدف، تعیین وسعت تغییرات زمانی و مکانی پوشش گیاهی و کاربری اراضی (پهنه آبی، کاربری‌های کشاورزی و مرتع، پوشش جنگلی، نواحی ساخت و ساز) محدوده سد البرز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در دوره پیش و پس از احداث سد می‌باشد.

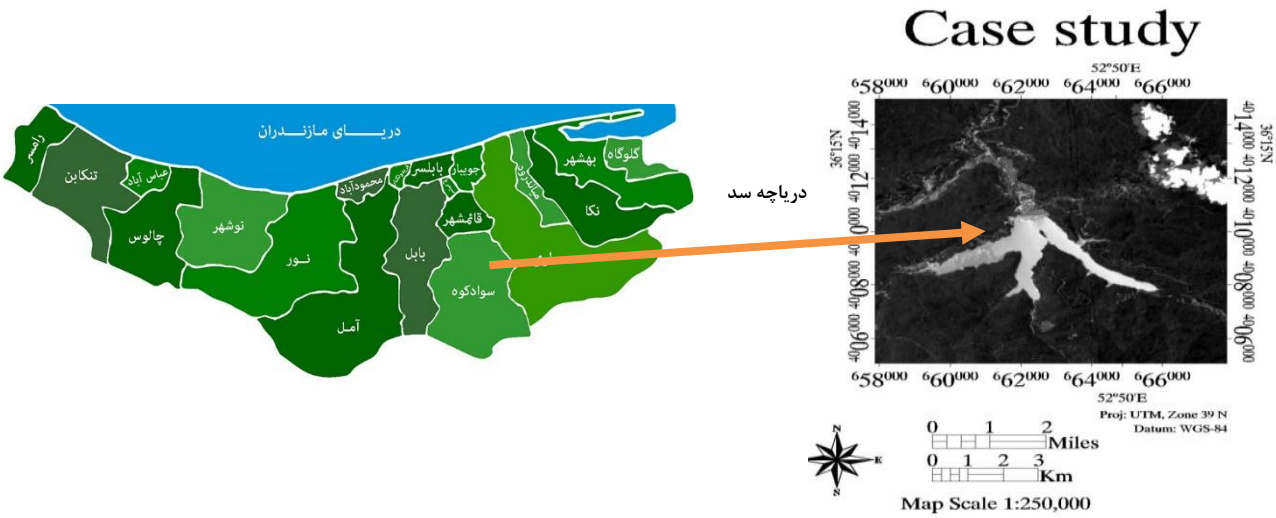
مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه شامل اراضی اطراف سد البرز در محدوده تقریبی بین طول جغرافیایی ′۴۵ °۵۲ تا ′۵۰ °۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱۱ °۳۶ تا ′۱۳ °۳۶ شمالی است (شکل ۱). سد پاشاکلا که بعدها به سد البرز تغییر نام داد، در ناحیه پاشاکلای لفور واقع در استان مازندران در جنوب شهر بابل قرار دارد. این سد از نوع سنگریزه‌ای با هسته رسی است و حجم مخزن آن، ۱۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. عملیات ساختمانی احداث سد و شبکه آبیاری و زهکشی سد در سال ۱۳۷۸ آغاز گردید و در سال ۱۳۸۹ سد آبگیری شد.

1- Operational Land Imager 2- Enhanced Thematic Mapper 3- Thematic Mapper

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]



شکل ۱- محدوده تقریبی منطقه مورد مطالعه (دریاچه سد البرز در مرکز تصویر مشخص می‌باشد)
Figur 1. Approximate area of case study (Lake of Alborz Dam is located at the center of the image)

هدف اصلی احداث سد، تامین آب آشامیدنی مناطق پایین دست و آبیاری ۵۴۰۰۰ هکتار اراضی مابین کوهستان البرز و دریای خزر است (۸). محدوده بالادست این سد شامل جنگل‌هایی با درجه‌های گوناگونی از دست‌نخوردگی و تخریب‌یافتگی است که این جنگل‌ها به‌واسطه دارابودن برخی از گونه‌های کمیاب دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای هستند. اراضی پایین‌دست در اغلب موارد به فعالیت‌های کشاورزی و استخرهای پرورش ماهی اختصاص دارد؛ در حالی که اراضی میان‌دست، شامل مناظرتپه‌ای است که بر روی دامنه های آن، جنگل (اغلب احیا شده) وجود دارد و در شیب‌های کمتر، فعالیت‌های کشاورزی صورت می‌گیرد و نواحی دشتی نیز شامل آبندان‌ها است.

ویژگی‌های تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

به‌منظور مطالعه تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی سد البرز از دو تصویر ماهواره‌ای لندست ۵ (مربوط به پیش از احداث سد) و لندست ۸ (مربوط به پس از احداث سد) استفاده شد. شرایط انتخاب دو تصویر به‌گونه‌ای در نظرگرفته شد که از نقطه نظر فصلی به‌هم نزدیک باشند تا بنا بر نظریه سنسمن و همکاران (۲۲) شاهد کمترین تغییرات در بازتاب گیاهان ناشی از تغییرات دوره رشدشان (شرایط فنولوژیکی) باشیم. در جدول ۱ اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این مطالعه ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده (منبع اطلاعات: سایت USGS)
Table 1. Satellite imagery information (source: USGS website)

ماهواره	سنجنده	زمان تصویربرداری (میلادی)	شماره گذر و مسیر	قدرت تفکیک مکانی (متر)	قدرت تفکیک زمانی (روز)	تعداد باندها
لندست ۵	TM	۱۹۹۴/۰۶/۰۸	۱۶۴/۳۵	۳۰	۱۶	۷
لندست ۸	OLI	۲۰۱۶/۰۶/۲۰	۱۶۴/۳۵	۳۰	۱۶	۱۱

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

پیش از کار کردن بر روی تصاویر ماهواره‌ای لازم است تا فرایندهای پیش‌پردازش بر روی تصاویر انجام گردد. در این مطالعه، همزمان با برش محدوده منتخب در تصویر، به‌منظور حذف آن دسته از خطاهای موجود در تصویر که ناشی از خطای آشکارسازی پدیده‌ها در ثبت انرژی توسط سنجنده است، تصحیح رادیومتریک انجام شد. همین‌طور به‌منظور حذف تاثیرات اتمسفری ناشی از پراکندگی ذرات در جو، اثر اتمسفر بر روی تصاویر با الگوریتم FLAASH تعدیل شد (۱۰). کلیه عملیات بر روی تصاویر چندطیفی[1] مزبور در محیط نرم‌افزاری ENVI5.3[2] انجام شد.

تولید نقشه‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی

در این مطالعه، انتخاب کلاس‌های کاربری بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، نقشه‌های ارزیابی منابع و قابلیت اراضی و نرم‌افزار google earth انجام شد. سپس برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی تصاویر ماهواره‌ای، از طبقه‌بندی نظارت‌شده با روش ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. در روش نظارت‌شده که بر پایه انتخاب نمونه‌های تعلیمی توسط کاربر استوار است (۱۶)، کاربری و تیپ‌های پوششی در سطح منطقه، بر روی تصاویر شناسایی شد و محدوده‌هایی از هر یک از عوارض به‌صورت پلیگون انتخاب شد، سپس اثر منحصر بفرد طیفی مربوط به هر نمونه تعلیمی ساخته شد. در نهایت، طبقه‌بندی نظارت‌شده به‌روش ماشین بردار پشتیبان در نرم‌افزار E NVI 5.3 انجام شد و نقشه‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی دو تصویر مورد نظر تولید شد.

1- Multi-Spectral
2- The Environment for Visualizing Images

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

روش ماشین بردار پشتیبان[1]

روش ماشین بردار پشتیبان که اولین بار توسط وینپیک (۲۵) معرفی شد، یک طبقه‌بندی دودوئی مربوط به دو کلاس است (۲۵)؛ بنابراین، در حالتی که مانند مطالعه حاضر بیش از دو کلاس وجود داشته باشد، نمی‌توان مستقیماً از آن استفاده کرد. برای استفاده از طبقه‌کننده‌های دودوئی در حالت چندکلاسه، باید ابتدا چند طبقه‌بندی‌کننده دودوئی طراحی شود. طبقه‌بندی نهایی با استفاده از ادغام اطلاعات طبقه‌بندی‌کننده‌های دودوئی انجام می‌گردد. برای استفاده از ماشین بردار پشتیبان در حالت چند کلاسه، این تکنیک کلی با دو روش متفاوت اجرا شده است (۱۲). در روش اول که آن را روش یکی در مقابل بقیه[2] می‌نامند، برای آموزش هر طبقه‌بندی‌کننده از تمام نقاط آموزشی k تعداد کلاس استفاده شد. هر داده آزمایشی با تمام k طبقه‌بندی‌کننده حاصل، طبقه‌بندی شد. در نهایت، داده مورد نظر با شماره طبقه‌بندی‌کننده‌ای که دارای بیشترین مقدار w.x+b است؛ برچسب زده شد که x یک نقطه روی مرز تصمیم‌گیری و w یک بردار n بعدی عمود بر مرز تصمیم‌گیری است. b عرض از مبدا و w.x بیانگر ضرب داخلی دو بردار w و x است. چون در این حالت از تمام نقاط آموزشی برای آموزش هر طبقه‌بندی‌کننده یا n ماشین بردار پشتیبان استفاده شده، بنابراین زمان آموزش هر طبقه‌بندی‌کننده بسیار زیاد است و در عمل به‌ندرت از آن استفاده می‌شود (۱۵). روش دوم که آن را دسته‌بندی زوج–زوج[3] می‌نامند، $\binom{K}{2} = \frac{K(K-1)}{2}$ طبقه‌بندی‌کننده دودوئی که در واقع برابر با تمامی جفت‌های مختلف k کلاس می‌باشد، طراحی شده است (۷). هر داده آزمایشی با تمام این طبقه‌بندی‌کننده‌ها، طبقه‌بندی شده و در هر طبقه‌بندی به کلاس برنده یک رای داده شد. کلاسی که حداکثر آرا را آورده است، به‌عنوان کلاس آزمایشی در نظر گرفته شد. در این روش، چون هر طبقه‌بندی با نقاط آموزشی کمتری آموزش داده می‌شود، زمان آموزش آن بسیار کمتر از روش اول و در عین حال میزان اطلاعاتی که از مرز بین کلاس‌ها نیز استخراج می‌شود، بیشتر از اطلاعات روش اول است (۴). با توجه به دلایل ذکر شده، استفاده از طبقه‌بندی زوج–زوج برای تفکیک پوشش گیاهی و کاربری‌های تصاویر ماهواره‌ای مناسب‌تر از روش یکی در مقابل بقیه است. لازم به ذکر است که در این مطالعه، طبقه‌بندی بر روی هر یک از تصاویر، با روش‌های دیگر مانند حداکثر احتمال و حداقل فاصله نیز انجام شد، ولی به‌دلیل آن که نتایج حاصل از طبقه‌بندی با روش SVM[4] تطابق بیشتری با نقشه‌های موجود داشت، این روش برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری برگزیده شد.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

از آنجا که ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولیدی به میزان صحت آن بستگی دارد (۸)؛ بدین منظور در نرم‌افزار ENVI5.3 نقاط موجود در نمونه‌های تعلیمی تصاویر طبقه‌بندی‌شده با تعدادی نقطه کنترل زمینی برای هر کلاس، مقایسه و نتیجه میزان تطابق نقاط با دو معیار ضریب کاپا[5] و دقت کلی[6] سنجیده شد.

تولید نقشه آشکارسازی تغییرات

آشکارسازی تغییرات از طریق برنامه change detection در نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام شد. بدین‌صورت که با مقایسه دو نقشه طبقه‌بندی‌شده، تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در دوره زمانی ۲۲ ساله (۲۰۱۶-۱۹۹۴) به‌طور بصری نمایش داده شد و مساحت هر یک از کلاس‌ها، در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10.3 به‌دست آمد که نشان داد چه سطحی از هر یک از کلاس‌های کاربری، پس از احداث سد به زیر آب رفته است (تبدیل کاربری‌ها به پهنه آبی).

بررسی تغییرات الگوی مکانی پوشش گیاهی و کاربری اراضی

علاوه بر بررسی تغییرات زمانی مساحت پوشش گیاهی و کاربری‌های مختلف، به‌منظور بررسی دقیق‌تر، تغییرات مکانی آن‌ها نیز با استفاده از تحلیل‌های آمار مکانی برآورد شد. بدین‌منظور برای محاسبه تمرکز فضایی از تحلیل آماری IQ[7] استفاده شد (رابطه ۱). با این روش می‌توان به‌میزان توزیع مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی مورد نظر در بخش‌های مختلف منطقه پی برد. این روش، معیاری طراحی‌شده برای تعیین سهم نسبی مساحت یک پوشش گیاهی و کاربری اراضی ویژه در یک بخش نسبت به بخش‌های دیگر منطقه است. در این مطالعه به‌منظور بررسی توزیع مساحت هر یک از طبقات پوشش گیاهی و کاربری اراضی، تصاویر طبقه‌بندی‌شده سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶ به دو بخش بالادست و پایین‌دست تقسیم شد. به این صورت که در نرم‌افزار ENVI 5.3 هر بخش به کمک لایه وکتوری آن، از تصویر اصلی طبقه‌بندی‌شده (کل منطقه) برش داده شد و زیرمجموعه به‌دست آمده به‌عنوان یک لایه طبقه‌بندی‌شده مجزا مورد استفاده قرار گرفت. سپس هر لایه وکتوری تبدیل‌شده به shapefile به محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10.3 انتقال داده شد و مساحت هر طبقه به‌دست آمد. در نهایت، شاخص آماری LQ در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶ (پیش و پس از احداث سد) برای کلیه پوشش/کاربری‌ها در هر بخش (بالادست و پایین‌دست سد) به‌طور جداگانه محاسبه شد. در این مطالعه، شاخص LQ نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی از نظر مکانی در کدام بخش، بالادست یا پایین‌دست، رخ داده است. بدین‌ترتیب، با تعیین ضریب مکانی یک کاربری می‌توان سهم و وزن مساحت یک کاربری در یک بخش را با سهم و وزن همان کاربری در کل منطقه مقایسه کرد. در رابطه شماره ۱، روش محاسبه شاخص LQ ارائه شده است.

$$LQ = \frac{\left({}^{A_i}/_{A_t}\right)}{\left({}^{B_i}/_{B_t}\right)} \qquad (۱)$$

A_i: مساحت کاربری i در هر بخش
A_t: مساحت کاربری i در کل منطقه
B_i: مساحت کل هر بخش
B_t: مساحت کل منطقه

1- Support Vector Machine(SVM) 2- One against all 3- One against one 4- Support Vector Machine
5- Kappa coeficien 6- Overall accuracy 7- Location quotient

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

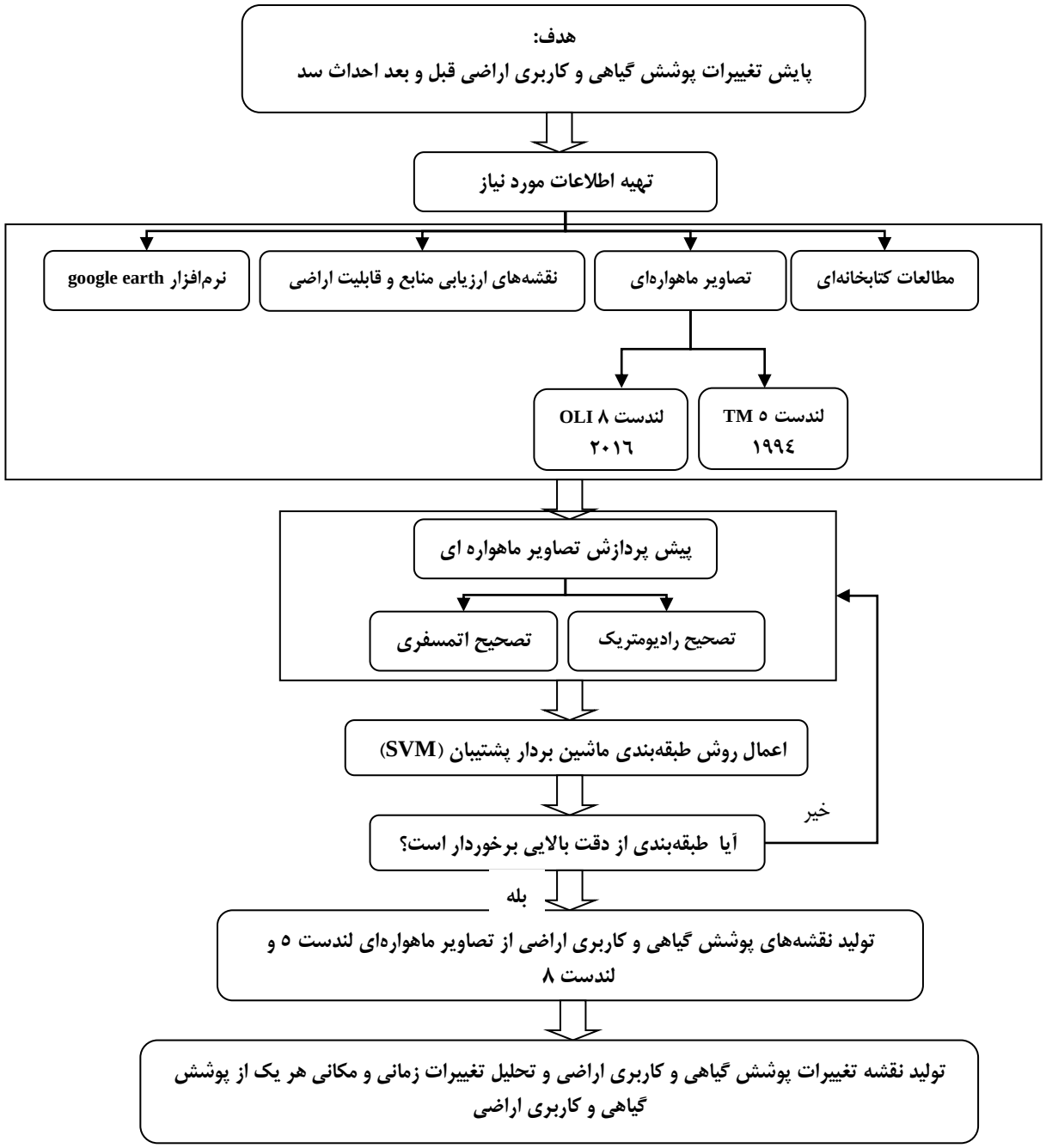
در رابطه بالا، ضریب مکانی کوچکتر از یک به این معناست که تمرکز کاربری مورد نظر در یک بخش ویژه، کمتر از بخش‌های دیگر منطقه است. ضریب مکانی مساوی یا نزدیک به یک، گویای تعادل در سطح کاربری مورد نظر در یک بخش نسبت به بخش‌های دیگر منطقه است. ضریب مکانی بزرگتر از یک نشان‌دهنده تمرکز کاربری مورد نظر در یک بخش، نسبت به بخش‌های دیگر منطقه است (۱۳). در شکل ۲- مراحل و روند اجرایی این مطالعه به‌همراه ابزارها و روش‌های به‌کار گرفته‌شده نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی و ارزیابی دقت طبقه‌بندی

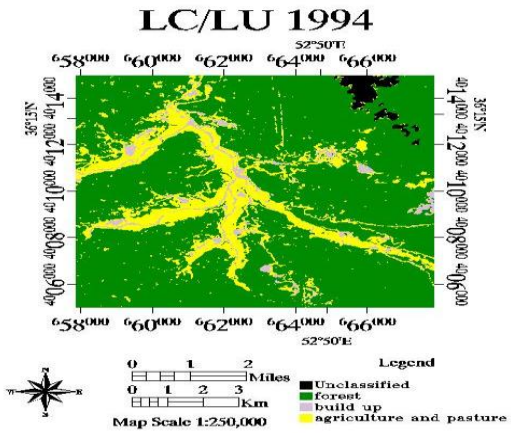
تعداد طبقات پوشش گیاهی و کاربری اراضی، با توجه به هدف مطالعه برای سال ۱۹۹۴ به ۳ طبقه شامل: پوشش جنگلی، کاربری کشاورزی و مرتع، نواحی ساخت و ساز کلاسه‌بندی شد. بعد از احداث و آبگیری سد، یک کاربری جدید (پوشش آبی) در منطقه ایجاد شد. بنابراین تعداد طبقات پوشش گیاهی و کاربری اراضی برای سال ۲۰۱۶ به ۴ طبقه شامل: پوشش جنگلی، کاربری کشاورزی و مرتع، نواحی ساخت و ساز و پهنه آبی کلاسه‌بندی شد. لازم به ذکر است که در هر دو نقشه، یک پوشش (طبقه‌بندی‌نشده) نیز وجود دارد که مربوط به شکل‌گیری ابر در منطقه می‌باشد. علیرغم تصحیح اتمسفری اعمال‌شده بر روی تصاویر، به‌دلیل حضور قطرک‌ها در آن بخش از منطقه، پوشش ابری به‌طور کامل از بین نرفت. بنابراین در کلاس طبقه‌بندی‌نشده قرار گرفت تا تداخلی با دیگر کلاس‌ها پیدا نکند و دقت طبقه‌بندی افزایش یابد. در شکل ۳ و ۴ نقشه‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی با طبقه‌بندی به‌روش ماشین بردار پشتیبان نمایش داده شده است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

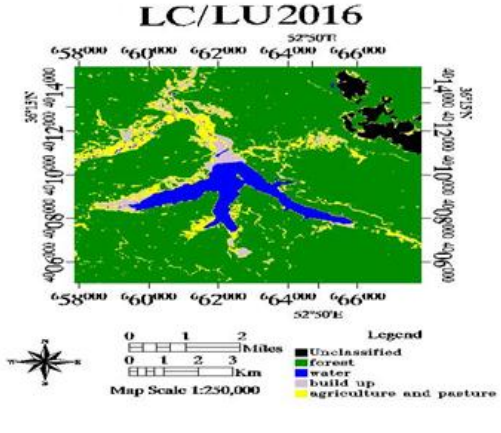


شکل ۲- مراحل و روند اجرایی گام به گام مطالعه
Figure 2. Implementation process of the study

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]



شکل ۳- نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی (Land Cover/Land Use) سال ۱۹۹۴
Figure 3. (Land Cover/Land Use) map in 1994



شکل ۴- نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی (LC/LU) سال ۲۰۱۶
Figure 4. (LC/ Land Cover/Land Use() map in 2016

جدول ۲- مقادیر معیارهای ضریب کاپا و دقت کلی برای دو تصویر طبقه‌بندی‌شده
Table 2. Kappa coefficient and overall accuracy values for two classified images

سال	معیار	
	ضریب کاپا	دقت کلی (درصد)
۱۹۹۴	۰/۹۹	۹۹/۷۷
۲۰۱۶	۰/۹۸	۹۹/۲۴

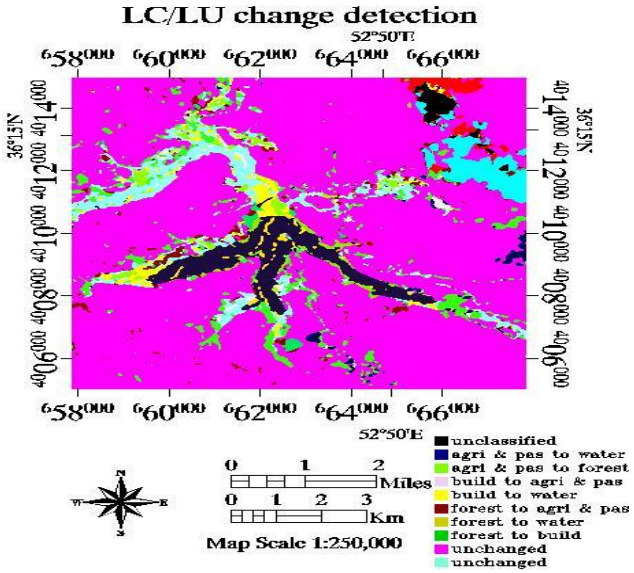
همان گونه که در جدول۲ مشاهده می‌شود، مقادیر هر دو معیارکه در محدوده بالای ۰/۹۵ (نزدیک به ۱) برای ضریب کاپا و ۹۵٪ (نزدیک به ۱۰۰٪) برای دقت کلی هستند، حاکی از دقت بسیار بالای طبقه‌بندی‌هاست.

آشکارسازی تغییرات مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی

به‌منظور بررسی تغییرات مساحت هر یک از طبقه‌ها طی سال‌های پیش و پس از احداث سد، عملیات آشکارسازی بر روی نقشه‌های تولیدشده انجام شد. در شکل ۵ نقشه آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری که شامل: طبقه‌بندی‌نشده[1]، تغییرنیافته در پوشش گیاهی و کاربری[2] و تبدیل پوشش گیاهی و کاربری‌ها به یکدیگر می‌باشد، ارائه شده است. در جدول ۳ نتایج به‌دست‌آمده از مساحت و درصد مساحت هر یک از پوشش گیاهی و کاربری‌های مذکور به‌همراه تغییرات مساحت هر کدام در دوره مطالعه ارائه شده است. بر اساس نتایج، علی‌رغم آن که بیشترین سطح در هر یک از سال‌های پیش و پس از احداث سد مربوط به پوشش جنگلی بوده، وسعت آن نیز در طول دوره مطالعه دارای روند افزایشی ۲۲/۷۷ هکتار (۱/۹ درصد) بوده که به‌دلیل احیای پوشش‌های جنگلی پس از سال‌های ساخت سد می‌باشد؛ در حالی که وسعت کاربری‌های کشاورزی و مرتع و ساخت و ساز، به‌دلیل تخریب و زیر آب رفتن بخشی از این کاربری‌ها بعد از احداث و آبگیری سد به‌ترتیب دارای روند کاهشی ۷۳۵/۶۶ هکتار (۶/۸۳ درصد) و ۱۷/۸۲ هکتار (۰/۱ درصد) بوده است. در مطالعات اولیه مشخص شد که با به زیر آب‌رفتن بخشی از اراضی، سطح وسیعی از کاربری‌های کشاورزی به‌دلیل حاصل‌خیزی فراوان ناشی از مجاورت در حاشیه رودخانه‌های لفور (آزر رود، چاخنی، اسکلیم‌رود) از حیز انتفاع خارج شدند. این مسئله کوچ اجباری بومیان منطقه را در پی داشت که موجب شد بسیاری از کشاورزان، کشت و کار در اراضی کشاورزی را رها کرده و در نتیجه سطح این اراضی در منطقه کاهش یافت. مشابه با نتیجه به‌دست‌آمده از این مطالعه، در مطالعه‌ای که متکان و همکاران (۱۸) در مورد ارزیابی تغییر پوشش اراضی سد طالقان در یک دوره ۲۰ ساله داشتند، دلیل کاهش وسعت اراضی کشاورزی به‌ویژه دیمزارها را مهاجرت کشاورزان و بومیان منطقه به شهرهای اطراف عنوان کردند. همچنین، در مورد کاهش سطح کاربری‌های کشاورزی و مرتع، در مطالعه‌ای که هادیان و همکاران (۱۲) در مورد آثار سد حنا بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی طی دوره ۳۵ ساله داشتند؛ وسعت کاربری‌های کشاورزی و مرتع طی این بازه زمانی کاهش داشت که به‌دلیل تبدیل زمین‌های کشاورزی و مرتع به مخزن سد بود. ویجساندرا و دایاوانسا (۲۶) نیز در مطالعه خود بیان نمودند که تاسیس سد باعث تغییرات کاربری، تخریب سطح مراتع و مناطق کشاورزی می‌گردد. در جدول ۴ مساحت پوشش گیاهی و کاربری‌هایی که پس از احداث و آبگیری سد به زیر آب رفته‌اند، ارائه شده است. همان‌طور که از مقادیر جدول پیداست، آبگیری سد طی دوره مطالعه منجر به زیر آب‌رفتن ۶۰/۰۳ هکتار (۰/۶۱ درصد) پوشش جنگلی، ۴۲۷/۹۵ هکتار (۴/۳۵ درصد) کاربری کشاورزی و مرتع، ۴۲/۳۹ هکتار (۰/۴۳ درصد) نواحی ساخت و ساز شده است که در مجموع پوشش آبی که کلیه طبقات مذکور را مستغرق کرده، دارای مساحت ۵۳۰/۳۷ هکتار برآورد شد.

1- Unclassified
2- Unchanged

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]



شکل ۵- نقشه آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی (۲۰۱۶-۱۹۹۴)
Figure 5. (Land Cover/Land Use) change detection map (1994-2016)

جدول ۳- مساحت و درصد مساحت هر یک از طبقات همراه با تغییرات مساحت‌های ایجادشده همان طبقات در طول دوره مطالعه
Table 3. Area and percentage area of each classes with changes in the areas during the study period

نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی	سال ۱۹۹۴		سال ۲۰۱۶		تغییرات ۱۹۹۴-۲۰۱۶	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
جنگل	۷۸۰۷/۴۱	۷۹/۷۵	۷۸۳۰/۱۸	۸۱/۶۵	+۲۲/۷۷	+۱/۹
کشاورزی و مرتع	۱۶۲۵/۱۳	۱۶/۱	۸۸۹/۴۷	۹/۲۷	-۷۳۵/۶۶	-۶/۸۳
نواحی ساخت و ساز	۳۵۷/۱۲	۳/۶۴	۳۳۹/۳	۳/۵۴	-۱۷/۸۲	-۰/۱
پهنه آبی	۰	۰	۵۳۰/۶۴	۵/۵۴	+۵۳۰/۶۴	+۵/۵۴

اعداد + به معنای افزایش مساحت و اعداد – به معنای کاهش مساحت می‌باشد.

جدول ۴- مساحت پوشش‌های گیاهی و کاربری‌های مبدل به پهنه آبی پس از آبگیری سد
Table 4. (LC/LU) areas converted to water after submerging

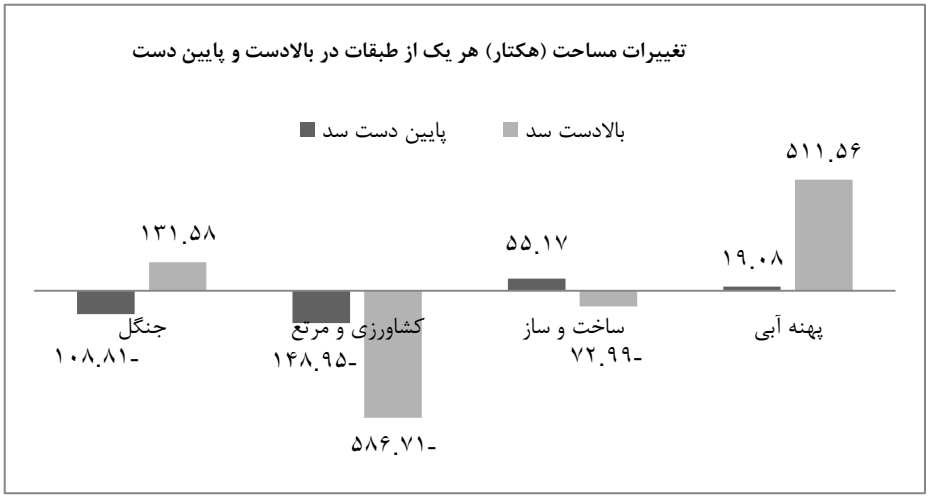
سال ۱۹۹۴	نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی محل دریاچه سد پس از آبگیری سال ۲۰۱۶	مساحت پهنه آبی رفته پس از احداث سد و شبکه (هکتار)
جنگل	پوشش آبی	۶۰/۰۳
کشاورزی و مرتع	پوشش آبی	۴۲۷/۹۵
نواحی ساخت و ساز	پوشش آبی	۴۲/۳۹
	مجموع	۵۳۰/۳۷

در نهایت، به‌منظور برآورد سهم تغییرات مکانی در سطح هر یک از طبقات مذکور، به برآورد شاخص آماری LQ در دو بخش بالادست و پایین‌دست منطقه طی سال‌های پیش و پس از احداث سد پرداخته شد. پیش از ارائه مقادیر شاخص LQ، ابتدا مساحت هر یک از طبقات، به تفکیک در بخش‌های بالادست و پایین‌دست به‌همراه تغییرات مساحت هر یک در جدول ۵ و شکل ۶ ارائه شده است.

جدول ۵- مساحت و تغییرات مکانی پوشش گیاهی و کاربری اراضی در دو بخش بالادست و پایین‌دست در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶
Table 5. Area and spatial changes of (LC/LU) in upstream and downstream areas in 1994 and 2016

مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی (هکتار) در ۱۹۹۴			شاخص LQ در۱۹۹۴	
نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی	بالادست (مخزن سد)	پایین‌دست	بالادست (مخزن سد)	پایین‌دست
جنگل	۴۳۸۷/۹۵	۳۴۱۹/۴۶	۰/۹۸	۰/۹۸
کشاورزی و مرتع	۹۳۷/۱۷	۶۸۷/۹۶	۱/۰۲	۰/۹۶
نواحی ساخت و ساز	۱۸۹/۳۶	۱۶۷/۷۶	۰/۹۴	۱/۰۷
مجموع	۵۵۱۴/۴۸	۴۲۷۵/۱۸		
مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی (هکتار) در ۲۰۱۶			شاخص LQ در ۲۰۱۶	
جنگل	۴۵۱۹/۵۳	۳۳۱۰/۶۵	۰/۹۹	۰/۹۹
کشاورزی و مرتع	۳۵۰/۴۶	۵۳۹/۰۱	۰/۶۸	۱/۴۲
نواحی ساخت و ساز	۱۱۶/۳۷	۲۲۲/۹۳	۰/۶	۱/۵۴
پهنه آبی	۵۱۱/۵۶	۱۹/۰۸	۱/۶۸	۰/۰۸
مجموع	۵۴۹۷/۹۲	۴۰۹۱/۶۷		

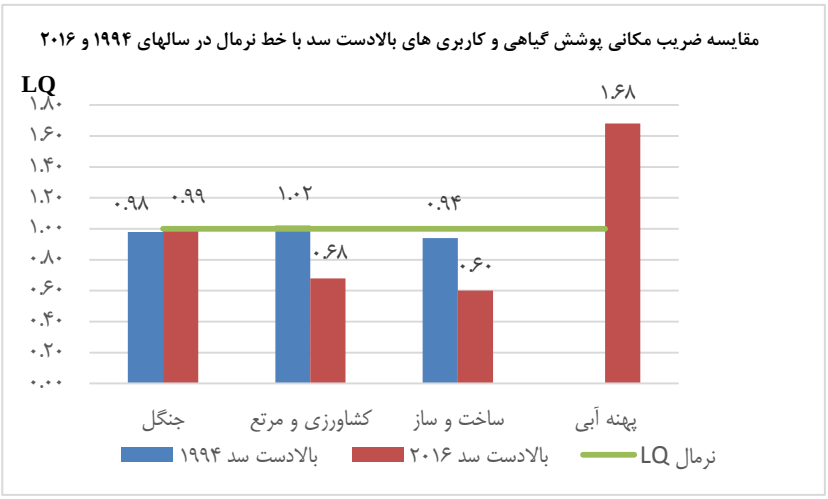
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]



شکل ۶- تغییرات مساحت پوشش گیاهی و کاربری اراضی در دو بخش بالادست و پایین‌دست (۱۹۹۴-۲۰۱۶)
Figure 6. Area changes of (LC/LU) in upstream and downstream sides in 1994 and 2016

همان‌طور که از نتایج شاخص LQ در جدول ۵ نمایان است، از نظر الگوی مکانی تغییرات پوشش جنگلی، میزان این تغییرات در هر دو بخش بالادست و پایین‌دست، تقریباً به یک اندازه بوده است؛ به‌عبارتی، مساحت پوشش جنگلی در هر دو بخش بالادست و پایین‌دست در سال‌های پیش و پس از احداث سد به‌هم نزدیک است و تفاوت چندانی ندارد. طبق الگوی مکانی تغییرات کاربری‌های کشاورزی و مرتع و ساخت و ساز، بیشترین تغییرات در پایین‌دست رخ داده است؛ به‌طوری که، سطح این کاربری‌ها در پایین‌دست در ۲۰۱۶ نسبت به ۱۹۹۴ افزایش داشته که نشان‌دهنده این است که با ساخت و ساز سد در منطقه، مساحت کشاورزی و مرتع در پایین‌دست سد افزایش یافت. با نگاهی دقیق‌تر به این آمار مشاهده می‌کنیم که در بالادست می‌توان ارتباط معنی‌داری میان کاهش درصد اراضی کشاورزی و مرتع و نواحی ساختمانی با افزایش درصد پوشش آبی پیدا کرد که گویای آن است که با احداث و آبگیری سد، درصدی از این اراضی درون پوشش آبی مستغرق‌شده و از بین رفتند. با بررسی بیشتر این تغییرات و مکان وقوع آن‌ها در سطح منطقه در می‌یابیم که در میان کلیه طبقات، بیشترین تغییرات در بالادست (محل مخزن سد رخ داده که متعلق به پوشش آبی است که این امر به‌وضوح نشانگر تاثیر احداث و آبگیری سد البرز در تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در بالادست این سد است. البته در پایین‌دست سد البرز نیز شاهد افزایش اندک پوشش آبی هستیم که با توجه به مطالعات انجام‌شده، دلیل آن توسعه بستر آبراهه‌های اصلی و فرعی و خاکبرداری از حاشیه بستر رودخانه به‌منظور ساخت بدنه سد مخزنی البرز می‌باشد.

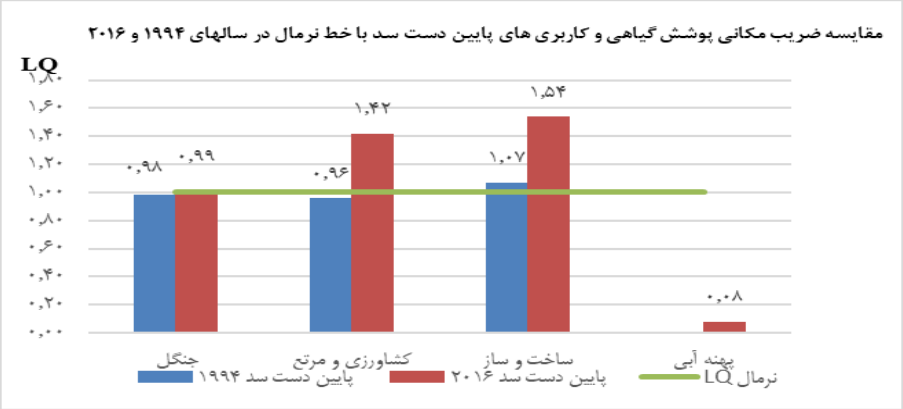
به‌منظور ارائه بهتر، مقادیر شاخص آماری LQ برای هر یک از طبقات طی سال‌های پیش و پس از احداث سد به‌تفکیک در بخش‌های بالادست و پایین‌دست در قالب اشکال ۷ و ۸ ارائه شده است.



شکل ۷- مقایسه ضرایب مکانی پوشش گیاهی و کاربری‌های بخش بالادست سد با خط نرمال LQ در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶
Figure 7. Comparison of LQs indices in upstream side to the normal line in 1994 and 2016

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

بررسی ضریب مکانی پوشش/کاربری‌های بالادست نشان می‌دهد که پوشش آبی در ۲۰۱۶ و کاربری کشاورزی و مرتع در ۱۹۹۴دارای ضریب مکانی بیشتر از یک (بالاتر از خط نرمال LQ) می‌باشند که نشان می‌دهد پیش از احداث سد در بالادست، بیشترین تمرکز سطح بر روی کاربری‌های کشاورزی و مرتع بوده و پس از احداث سد در همان بخش، بالاترین تمرکز سطح بر روی پوشش آبی (ایجاد دریاچه سد) بوده است. پوشش جنگلی در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶ دارای ضریب مکانی نزدیک به یک می‌باشد که نشان‌دهنده تعادل در مساحت پوشش جنگلی در دوره مطالعه است. کاربری ساخت و ساز در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶، همین‌طور کاربری کشاورزی و مرتع در ۲۰۱۶ دارای ضریب مکانی کمتر از یک (پایین‌تر از خط نرمال LQ) می‌باشند که گویای تمرکز پایین سطح این کاربری‌ها در بخش بالادست طی سال‌های مذکور می‌باشد. بالاترین وزن متعلق به پوشش آبی در ۲۰۱۶ با ضریب مکانی ۱/۶۸ است که نشان‌دهنده سهم بالای سطوح آبی به‌دلیل ساخت و آبگیری مخزن در بالادست است. بررسی ضریب مکانی پوشش/کاربری‌های پایین‌دست نشان می‌دهد که کاربری ساخت و ساز در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶، همین‌طور کشاورزی و مرتع در ۲۰۱۶ دارای ضریب مکانی بیشتر از یک می‌باشند که نشان می‌دهد پیش از احداث سد در پایین‌دست، بیشترین تمرکز سطح بر روی نواحی ساختمانی بوده و پس از احداث سد در همان بخش، بیشترین تمرکز سطح بر روی کاربری‌های کشاورزی و مرتع و ساخت و ساز بوده است.



شکل ۸- مقایسه ضریب مکانی پوشش گیاهی و کاربری‌های بخش پایین‌دست سد با خط نرمالLQ در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶
Figure 8. Comparison of LQs indices in downstream side to the normal line in 1994 and 2016

مشابه بخش بالادست، پوشش جنگلی در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۶ دارای ضریب مکانی نزدیک به یک می‌باشد که نشان‌دهنده تعادل در مساحت پوشش جنگلی طی دوره مطالعه است. بالاترین وزن‌ها متعلق به کاربری‌های ساخت و ساز و کشاورزی و مرتع در ۲۰۱۶ با ضریب مکانی به‌ترتیب ۱/۵۴ و ۱/۴۲ می‌باشد که نشان‌دهنده توسعه کشاورزی و مرتع در پایین‌دست به دلیل احداث سد و بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی است. نکته جالب توجه در هر دو نمودار ۲ و۳ این است که در کل منطقه (بخش‌های بالادست و پایین‌دست)، پیش از احداث سد مقادیر ضریب مکانی به خط نرمال LQ بسیار نزدیک است که گویای تعادل و پایداری منطقه از منظر سطوح پوشش/کاربری‌هاست؛ در حالی که پس از احداث و آبگیری سد، مقادیر ضریب مکانی از خط نرمال LQ دور شده (به‌جز در پوشش جنگلی) که نشان‌دهنده ازدیاد یا کاهش (عدم تعادل و پایداری) تمرکز سطوح پوشش/کاربری در یک بخش نسبت به بخش دیگر است.

سد بزرگ البرز علاوه بر تامین آب شرب و کشاورزی برای ساکنین و اراضی مجاور، تغییراتی را در اکوسیستم منطقه به‌همراه داشته است. بنابراین بررسی تغییرات منطقه تحت تاثیر سد در یک بازه زمانی بلندمدت به‌منظور مدیریت یکپارچه و هماهنگ منطقه امری ضروری است. در این مطالعه، تحلیل تغییرات بر اساس آشکارسازی تغییرات تصاویر طبقه‌بندی‌شده و همین‌طور سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی صورت گرفت. از مقایسه و بررسی یافته‌ها، این گونه می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت منطقه طی سال‌های پیش و پس از احداث سد دستخوش تغییرات زیادی شده است، به‌گونه‌ای که بیشترین تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی در بالادست سد رخ داد که مربوط به ایجاد دریاچه سد و به‌دنبال آن، زیر آب‌رفتن سطح وسیعی از اراضی کشاورزی و نواحی ساخت و ساز بود. در پایین‌دست سد، به‌دلیل تبدیل بخشی از اراضی کشاورزی به نواحی ساخت و ساز، تا حدی شاهد کاهش وسعت اراضی کشاورزی بودیم اما در قیاس با بالادست کاهش کمتری داشت. به‌علاوه در پایین‌دست از وسعت اراضی جنگلی نیز کاسته شده که نیازمند احیا پوشش جنگلی در این بخش از منطقه است. به‌طور کلی، با اجرای پروژه‌های سدسازی به‌منظور توسعه و آبادانی مناطق باید ابتدا پیامدهای مثبت و منفی آن پیش از راه‌اندازی این پروژه‌ها به‌طور دقیقی با شناخت اصولی از منطقه بررسی گردد و سپس بهترین راهکار گزینش شود.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

منابع

1. Abedi, Z., N. Moharram Nejad, B. Riazi and M. Bayat. 2011. Damage estimation of vegetation cover located in the lake of Sazbon Dam. Environmental Science and Technology, 4(13): 67-80 (In Persian).
2. Ahmed, A., F. Drake, R. Nawaz and C. Woulds. 2018. Where is the coast? Monitoring coastal land dynamis in Bangeladesh: An integrated management approach using GIS and remote sensing techniques. Ocean and Coastal Management, 151: 10-24.
3. Akbari, A., M.A. Asadi and A. Taghavi Moghaddam. 2016. Monitoring of land use change using different methods of statistical education theory in Neishabour District. Journal of Geospatial planning, 6(20): 35-50 (In Persian).
4. Arkhi, S. and M. Adibnejad. 2011. Evaluation of the efficiency of supporting vector machine alghorithmes for land use classification using landsat satellite data (Case Study: Ilam Dam Basin). Quarterly of Iranian Pasture and Desert Researches, 3(28): b420-440 (In Persian).
5. Barati Ghahfarrokhi, S., S. Soltani Koupaei, S. Khajeholdin and B. Raigani. 2009. Investigation of land use change in Ghaleh Shahrokh Sub-basin using remote sensing technique (1974-1999). Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 13(47) (In Persian).
6. Butt, A., R. Shabbir, S. Saeed Ahmad and N. Aziz. 2015. Land use change mapping and analysis remote sensing and GIS: A case study of Simly Watershed, Islamabad, Pakistan. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 18: 251-259.
7. Crammer, K. and Y. Singer. 2000. On the learnibility and design of output codes for multiclass problems. In proceeding of the 13th Annual Conference on Computational Learning theory, 35-46.
8. Darvish sefat, A. 2009. Remote Sensing Lesson. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran, 164 pp.
9. Eskandari., S., A. Moradi and J. Oladi. 2011. Land use and territory analysis of the White Flower Village in environmental considerations using GIS and RS. Land Use Planning, 3(4): 133-144 (In Persian).
10. Fled, G.W., G.P. Anderson, D.W. Cooley, M.W. Matthew, S.M. Alder-Golden, A. Berk and J. Lee. 2003. Analysis of Hyperion data with the FLAASH atmospheric correction alghorithm. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 35(3): 675-686.
11. Goh, K., E. Chang and K.T. Cheng. 2001. SVM Binary classifier ensembles for image classification. ACM International Conference on Information and Knowledgment Management (CIKM), 395-402.
12. Hadian, F., R. Jafari, H. Bashari and N. Ramzani. 2013. Consideration of the effects of Henna dam on cultivation area and land use changes. Applied Ecology, 2(4): 101-113 (In Persian).
13. Haiwei, Y. and J. Xu. 2009. Measuring the accessibility of parks: A case study in Shangai, China.6th International Conference on Fuzzy System and Knowledge Discovery, 232-236.
14. Hu, H.B., H.Y. Liu, J.F. Hao and J. An. 2012. Analysis of land use change characteristics based on remote sensing and GIS in the Jiuxiang river watershed. International Journal for Smart Senses Intelligent Systems, 5: 811-823.
15. Huang, C., L.S. Davis and J.R.G. Townshend. 2002. An assessment of support vector machines for land cover classification. International Journal of Remote Sensing, 23: 725-749.
16. . Computer processing of remotely sensed images. 4th edn, John Wiley and Sons Pub., USA, 460 pp.
17. Mohammadpour, M., N. Abdi and S.A. Almodarresi. 2014. Detection of land use changesu satellite image processing and landscape Metrics: A Case Study of Urmia City. 1th National Conference on the Application of Advanced spatial analysis (Remote Sensing and GIS) in spatial planning, 1-10 pp., Yazd, Iran, (In Persian).
18. Motkan, A.A., K.H. Saeedi, A. Shakiba and A. Hoseini Asl. 2010. Evaluation of land cover changes in relation to Taleghan Dam using remote sensing techniques. Journal of Applied Geosciences Research, 16(19): 45-64 (In Persian).
19. Nahuelhaul, L., A. Carmona, M. Aguayo and C. Echeverria. 2013. Land use change and ecosystem services provision: a case study of recreation and ecotourism opportunities in Southern Chile . Landscape Ecology, 29(2): 329-344.
20. Parvar, Z., K. Shayesteh, M. Behzadfar and N. Azizkhani Shadisheh. 2016. Monitoring of changes caused by the construction of the Shirin valley dam on the land use and land cover at downstram of the basin. Environmental Researches, 7(14): 191-202 (In Persian).
21. Rautela, P., R. Rakshit, V.K. Jha, R. Kamur Gupta and A. Munshi. 2002. GIS and remote sensing based study on the reservoir induced land use/land cover changes in the catchment of Tehri dam in Garhwal Himalaya, Uttaranchal (India). Current Science, 83(3): 308-311.
22. Senseman, G.M., C.F. Bagleya and S.A. Tweddale. 1996. Correlation of rangeland cover measures to satellite imagery derived vegetation indices. Geocarto International, 11(3): 29-38.
23. Sun, B. and Q. Zhou. 2016. Expressing the spatio-temporal pattern of farmland change in arid lands using landscape metrics. Arid Environments, 124: 118-127.
24. Thakkar, A.K., V.R. Desai, A. Patel and M.B. Potdar. 2017. Impact assessment of watershed management programs on land use/land cover dynamics using remote sensing and GIS. Remote sensing Applications: Society and Environment, 5: 1-15.
25. Vapinc,V.N. 1995. The nature of statistical learning , 2nd Edn, Springer, USA, 334 pp.
26. Wijesundara, C.J. and N.D.K. Dayawansa. 2011. Construction of large dams and their impact on cultural landscape: A study in Victoria reservoir and the surrounding area. Tropical Agricultural Resaerch, 22(1): 211-219.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]

Monitoring of Changes Caused by the Construction of the Alborz Dam on Land Cover and Land Use Through Remote Sensing and Geographic Information Systems

Dorsa Darikandeh[1], Daniel Ghorbani[2] and Ali Shahnazari[3]

1- PhD Student, Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- PhD Student, Agricultural Meteorology, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
3- Professor, Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: Aliponh@yahoo.com)
Received: May 6, 2018 Accepted: August 7, 2018

Abstract

The construction of large dams such as the Alborz Reservoir Dam in spite of water supply in drinking and agricultural sectors is undoubtedly associated with large changes in natural ecosystems. Knowing and awareness of these changes is essential in order to plan and manage sustainable areas affected by the dam. simultaneous use of remote sensing and geographic information technology is one of the common methods for monitoring changes in the region. In this regard, the purpose of this study is to investigate the relationship between land cover / land use changes by constructing and dewatering of Alborz Dam using remote sensing and geographic information systems. To this end, two Landsat satellite images were used during the 22-year period (1994 and 2016) by applying radiometric and atmospheric correction as illustrating the changes in land cover / land use of the region before and after constructing. Then, , land cover/land use maps were produced by using the supervised classification method of the support vector machine and the accuracy of the classifications were evaluated and Analysis of time-varyings land cover / land use was also performed by producing of change detection map.In addition to, LQ index was used to study the spatial variations of different land cover / land use classes. According to the results, over two decades, the area of forest cover increased by 22.7 hectares, the area of agriculture and pasture, as well as construction areas decreased by 735.66 hectares and 17.82 hectares respectively and the area of water which has submerged the above classes, was 530.37 hectars. Investigating the changes in the spatial pattern of land cover / land use showed that the most changes in the upstream side (dam reservoir) with LQ equal to 1.68, belongs to the water, which clearly indicates the effect of Alborz dam construction and dewatering on land cover / land use changes at upstream side of the dam.

Keywords: LQ statistical index, Satellite images, Supervised classification, Support vector machine, Time and space variations

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.9.3]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.24]