Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۷ شماره ۱، صفحه ۱-۱۳، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfrpr.2019.125968.1380
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0859.1398.17.1.33.1.1576.1606

بررسی پیامدهای ساختاری احداث سد شفارود بر پوشش جنگلی حوزه آبخیز شفارود با استفاده از محاسبه سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین

ماندانا عزیزی[۱*]، مهرداد خانمحمدی[۲] و محمد پناهنده[۳]

۱*-نویسنده مسئول، دانش‌آموخته محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

پست الکترونیک: azizi_mandana@yahoo.com

۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران

۳- استادیار، پژوهشکده محیط‌زیست، جهاد دانشگاهی، گیلان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۳

چکیده

پروژه‌های سدسازی می‌تواند از طریق کاهش یکپارچگی و افزایش ازهم‌گسیختگی منطقه بر عملکرد سیمای سرزمین تأثیر بگذارد و در پی آن ساختار محیط‌زیست منطقه را متأثر کند. کمی‌سازی این تغییرات با استفاده از سنجه‌ها انجام می‌شود و گوناگونی آنها باعث کاربرد گسترده آنها در مطالعات اکولوژیکی و حل مسائل کاربردی زیست‌محیطی می‌شود. هدف این تحقیق بررسی روند تغییرات ساختاری پوشش جنگلی در حوزه آبخیز شفارود با توجه به احداث سد شفارود است. به این منظور سه تصویر ماهواره لندست در فصل اوج رشد پوشش گیاهی متعلق به سال‌های ۲۰۱۳، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ استفاده شد و تصحیح‌های هندسی و اتمسفری اعمال و با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، نقشه کاربری اراضی منطقه برای هر مقطع زمانی تهیه شد. نقشه‌های کاربری به‌ترتیب دارای صحت کلی و ضریب کاپای بالاتر از ۸۶٪ و ۰/۸۳ بودند. سپس تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها شامل مساحت کلاس (CA)، تعداد لکه، حاشیه کل، تراکم حاشیه و میانگین اندازه لکه در سطح کلاس جنگل انجام شد. نتایج بیانگر افزایش ازهم‌گسیختگی و نامساعد شدن شرایط زیستگاهی و جایگزینی گسترده پوشش‌های جنگلی با مناطق بدون پوشش است. نتایج همچنین نشان داد که کاهش تعداد لکه‌های جنگلی مابین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷، تخریب متمرکز در کوتاه‌مدت در محل احداث پروژه را ایجاد کرده، این در حالی است که هنوز ساختمان سد و نیازمندی‌های آن مانند دسترسی‌ها کامل نشده است. برای حفظ منابع طبیعی باید روند توسعه را با محدودیت‌ها و قابلیت‌های اکوسیستم از طریق مطالعات دقیق محیطی، ارزیابی و توضیح پروژه‌ها بر محیط‌زیست و ارائه روش‌های کاهش و جبران آثار مخرب پروژه‌های توسعه‌ای هماهنگ نمود.

واژه‌های کلیدی: اکولوژی سیمای سرزمین، پوشش جنگلی، سنجه‌های سیمای سرزمین، سد شفارود، ماهواره لندست.

مقدمه

سدسازی فعالیتی عمرانی و نسبتا پرسابقه است که بشر از دیرباز تاکنون برای تأمین منابع آبی و کنترل و هدایت منابع آب بدان توجه داشته است Sharifi kia & Mozafari, (2013). پروژه‌های سدسازی با بهره‌برداری از منابع اساسی طبیعت به‌ویژه انجام فعالیت‌های گودبرداری و خاک‌برداری در محل احداث خود علاوه بر ایجاد تغییرات در شکل زمین، اثرهای زیست‌محیطی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی مهمی را در اطراف خود به وجود می‌آورند (Anoshe *et al*., 2011). یکی از مهمترین و محسوس‌ترین

www.SID.ir

Archive of SID

اثرهایی که سدها بر طبیعت می‌گذارند، تغییر در نوع کاربری زمین‌های اطراف آن می‌باشد (Ramezani *et al*., 2011). ایجاد دریاچه‌های بزرگ در پشت سد می‌تواند موجب از بین رفتن منابع زیستی باارزش در منطقه، تخریب زیستگاه جانوران و گیاهان بومی، از بین رفتن ارزش‌های طبیعی و آلودگی آب و خاک شود (Abedi *et al*., 2011).

جنگل‌های هیرکانی از جنگل‌های منحصربه فرد در دنیا هستند. این جنگل‌ها که از دوران ژوراسیک به جای مانده‌اند و به‌دلیل خصوصیاتی که در ارائه خدمات اکوسیستمی مانند ذخیره آب، خاک‌سازی، جلوگیری از سیل دارند بسیار مورد توجه بوده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Javan & Hasani moghadam, 2017). از بین رفتن پیوستگی و تکه‌تکه شدن زیستگاه به علت فعالیت‌های توسعه، تجاوز به عرصه‌های جنگلی، تبدیل کاربری‌ها و ساخت سد از مهمترین تهدیدات پوشش جنگلی محسوب می‌شود (Firouz, .2005). از نظر شرایط طبیعی در بیشتر اوقات، احیاء و بازسازی این جنگل‌ها به سادگی میسر نیست و برای آن باید بهای گزاف و زمان زیادی را هزینه کرد (Rezvani & Hashemi, 2013).

در دهه ۱۹۹۰ بحث‌های علمی اکولوژی سیمای سرزمین که در مقیاس فضایی مطرح می‌شدند به سرعت گسترش یافتند و تمرکز آنها بر ایجاد انسجام میان انسان و طبیعت بود (Eskandari *et al*., 2011). ساختار، عملکرد و تغییرات به عنوان سه اصل پایه در مطالعات بوم‌شناسی سیمای سرزمین هستند که دارای ارتباط متقابل با همدیگر می‌باشند (Forman & Godron, 1986). کاربرد این اصول در هر نوع سیمای سرزمین از شهر تا جنگل و مرتع و توندرا قابل اجرا است و ضمن سادگی می‌تواند منجر به طراحی‌ها و برنامه‌ریزی‌های منسجم شود (Dramstad *et al*., 2007). اکولوژی سیمای سرزمین به‌عنوان دانش بین رشته‌ای، بستر مشترکی را در حل اصل‌های به ظاهر متضاد بین انسان و طبیعت ایجاد می‌کند (Cook & Vanlier, 1994; Brett, 2003; Hugget & Cheesman, 2002) و برمبنای این تفکر شکل گرفته است که تغییر در الگوهای سیمای سرزمین به شدت ویژگی‌های بوم‌شناسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Schindler *et al*., 2008).

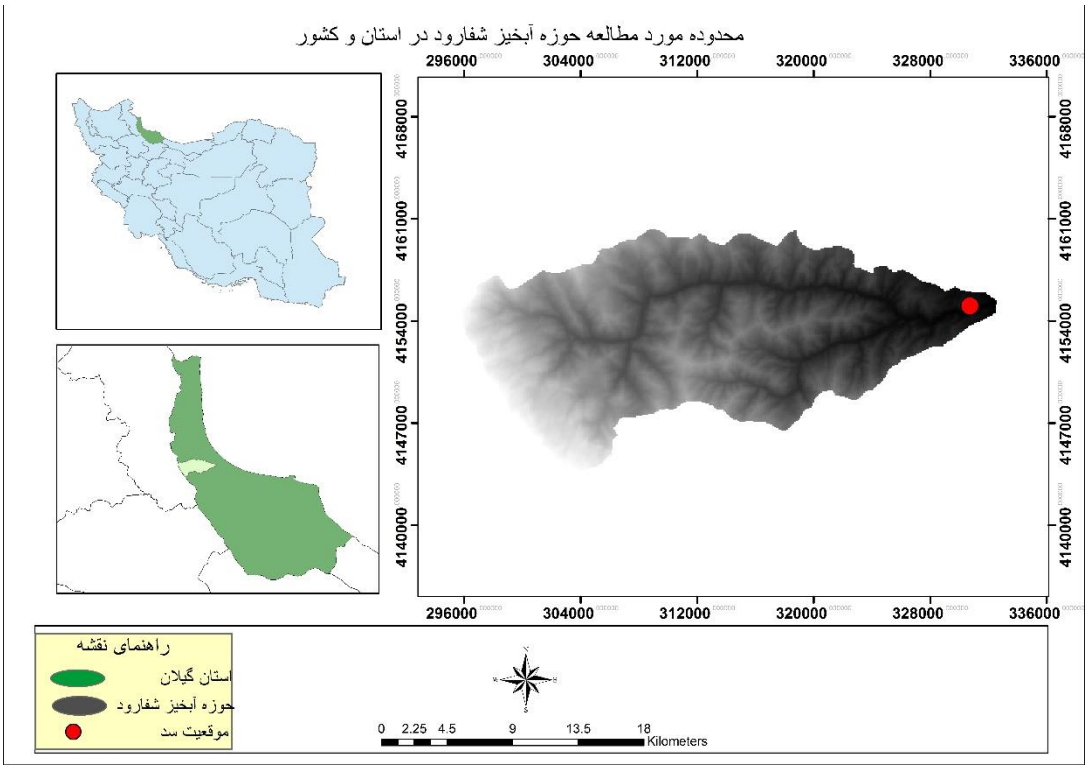
اکولوژی سیمای سرزمین به بررسی تأثیرات الگوهای فضایی بر فرایندهای اکولوژیکی با در نظر گرفتن موقعیت فضایی پدیده‌ها، ارتباط آنها با یکدیگر و نحوه وابستگی این ارتباطات و تأثیرات بر ویژگی‌های موزائیک سرزمین در مقیاس‌های مختلف فضایی و زمانی می‌پردازد (Wathern, 1990).

یکی از اهداف اصلی اکولوژی سیمای سرزمین، مطالعه ساختار موزاییک سرزمین و تأثیرات آن بر فرایندهای اکولوژیکی است (Farina, 1998; Uuemma, *et al*., 2009) و از نقاط قوت این رشته، امکان کمی کردن این ساختارها و فرایندهاست. با استفاده مناسب از این امکان می‌توان تفاوت‌های ساختاری، تغییر در الگوها در طول زمان و نشانه‌های مربوط به فرایندهای اکولوژیکی را بخوبی در سیمای سرزمین متفاوت نشان داد و امکان مقایسه آنها را با هم فراهم کرد (Collinge, 2009). سنجه‌های سیمای سرزمین ابزاری برای اندازه‌گیری، کمی‌سازی و بیان وجهه-های مختلف از الگوی سیمای سرزمین در یک لحظه از زمان هستند (Herold *et al*., 2002). به‌طور کلی شکل فضایی سیمای سرزمین به موقعیت اجزای سیمای سرزمین، مشخصات و ترتیب فضایی اجزاء در سطح سیمای سرزمین اشاره دارد (Leitao *et al*., 2006). در این راستا استفاده از فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان فناوری‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع هستند که اطلاعات بروز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌کنند (Mohammad pour *et al*., 2014). استفاده از تصاویری با توان تفکیک مشابه در سنجش تغییرات ساختاری سیمای سرزمین با استفاده از متریک‌ها متداول بوده و می‌توان مثال‌های بسیاری در این زمینه ارائه کرد (Zeng & Wu, 2005; Honnay *et al*., 2003; Southworth *et al*., 2004). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی از مزایای سنجه‌های سیمای سرزمین برای برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین بهره برده‌اند که از این قبیل

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان به مطالعه Zebardast و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد که از اکولوژی سیمای سرزمین برای کمی کردن تغییرات ساختاری پارک ملی گلستان در اثر وجود جاده در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده افزایش ازهم‌گسیختگی در سطح سیمای سرزمین و طبقه جنگل متراکم است. در مطالعه‌ای دیگر، Azari dehkordi و Khazaei در سال ۲۰۰۹ از سنجه‌های سیمای سرزمین و پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای ارزیابی پیامدهای فعالیت‌های انسانی در حوزه آبخیز شفارود بهره جستند و دریافتند که با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان وضعیت و میزان شدت تخریب در سیمای سرزمین جنگل را در کمترین زمان ممکن و با کمک حداقل داده رقومی و هزینه تعیین کرد. Barati و همکاران (۲۰۱۷) نیز ازهم‌گسیختگی پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش کلاه قاضی را مابین سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ با به‌کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین (CA، CAP، TE، MSI، NP، MPS و MNN) در سطح کلاس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در منطقه لکه‌های مرتع خوب یکپارچه‌تر شده و کاربری‌های ناسازگار سرزمین در منطقه باعث افزایش فاصله بین لکه‌ها و عدم ارتباط بین زیستگاه‌ها در ساختار سیمای سرزمین شده است. در این تحقیق روند تغییرات ساختاری پوشش جنگل حوزه آبخیز شفارود با توجه به احداث سد شفارود با بهره‌گیری از سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی می‌شود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحتی برابر ۳۹۴ کیلومتر مربع بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی و عرض‌های ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه و ۰۰ ثانیه شمالی و ۳۷ درجه و ۳۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی در استان گیلان بین

www.SID.ir

Archive of SID

شهرستانهای رضوانشهر و پره‌سر و شرق ارتفاعات تالش قرار گرفته است. این حوزه براساس تقسیم‌بندی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور به‌عنوان حوزه شفارود (حوزه شماره ۹ استان گیلان) نام‌گذاری شده است (شکل ۱). حداکثر ارتفاع آن ۲۹۰۳ متر و حداقل آن ۶۰ متر است. بیش از ۷۰٪ از مساحت حوزه پوشیده از جنگل و مرتع بوده و بقیه زمین-های زراعی و آبادی می‌باشد. دامنه‌های شرقی کوه‌های تالش به محدوده جنگل‌های انبوه هیرکانی (خزری) تعلق دارند اما دامنه‌های غربی این منطقه در میان استپ‌زارها گسترش یافته-اند. حوزه شفارود از نظر منابع آب از توانمندی بالایی برخوردار است. سازندهای آهکی در سطح حوزه منجر به پیدایش چشمه‌های متعدد شده است. مهمترین منبع آبی حوزه، رودخانه شفارود با طول ۴۸ کیلومتر، به‌عنوان دومین رود پرآب ناحیه غرب گیلان می‌باشد که به دریای خزر می‌ریزد. سد شفارود با هدف ذخیره سازی، تنظیم و توزیع آب رودخانه شفارود برای تأمین نیازهای آبی اراضی زیر کشت، افزایش سطح زیر کشت و بهره‌برداری توأم از آب سایر رودخانه‌های موجود در منطقه طرح، از نیمه دوم سال ۱۳۹۲ با اجرای سد و سازه‌های جانبی احداث گردید (Consulting Engineering Mahab Ghodss, 2000).

تهیه نقشه‌های پوشش اراضی

به‌منظور بررسی تغییرات ساختاری در منطقه مورد مطالعه، ابتدا نقشه پوشش اراضی از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دوره‌های زمانی منتخب استخراج شد تا در تحلیل ساختاری با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده شود.

در این تحقیق، به‌منظور تهیه نقشه کاربری منطقه نخست تصاویر ماهواره لندست (ETM+) به تاریخ ۱۳ می سال ۲۰۰۰ و لندست (OLI) به تاریخ ۲۵ می سال ۲۰۱۳ و ۲۰ می سال ۲۰۱۷ مربوط به استان گیلان تهیه شدند که مشخصات آن در جدول ۱ ذکر شده است. لازم به یادآوری است، با توجه به هدف این تحقیق که بررسی روند تغییرات ساختاری همگام با احداث سد است، به دلیل اینکه شروع عملیات اجرایی ساخت بدنه سد و قطع درختان در نیمه دوم سال ۱۳۹۲ (Regional water company of Guilan, 2014) انجام شده است، مقطع زمانی دوم با فاصله کمی قبل از شروع عملیات در نیمه اول سال ۱۳۹۲ انتخاب شده است و یک تصویر حد وسط گرفته نشد. تصاویر اولیه دارای خطاهایی ازجمله خطاهای هندسی و رادیومتری است که نیاز به تصحیح قبل از استفاده دارد (Alavi Panah, 2003). منظور از تصحیح هندسی جبران انحراف می‌باشد (Izad Por *et al.*, 2015). برای تصحیح هندسی تصویر سال ۲۰۱۷ از ۲۰ نقطه کنترل زمینی در سطح منطقه در GoogleEarth استفاده شد و دو تصویر دیگر نیز به صورت تصویر به تصویر با انجام نمونه‌گیری دوباره با استفاده از روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه (Nearest neighborhood) تصحیح هندسی شدند. یکی از شرایط انجام تصحیح اتمسفری، دارا بودن تصحیح خطای رادیومتری می‌باشد (Hasani Tababar & Jafarzadeh, 2016). بدین‌منظور، تصاویر در محیط ENVI بر روی صفحه مانیتور به صورت تک باند و ترکیب‌های مختلف رنگی نمایش داده شدند و به کمک بزرگنمایی در قسمت‌های مختلف، داده‌ها از نظر خطاهای رادیومتری مورد بررسی قرار گرفتند. تصحیح اتمسفری، اثرهای جذب و پراکندگی تابش توسط ذرات جوی را در تصاویر ماهواره‌ای حذف می‌کند و اختلالات انعکاس با دقت می‌تواند کشف شود (Beinaghi *et al.*, 2014). در این مطالعه از روش FLAASH برای اصلاح اثرهای جوی استفاده گردید. در فرایند بعدی، از شاخص NDVI، معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص پوشش گیاهی که حساسیت زیادی به تغییرات پوشش گیاهی دارد (Kasa, 1990)، استفاده گردید و برای هر سه تصویر محاسبه و به‌همراه باندها Layer stack شد. در پایان لایه تهیه شده برای انجام برش محدوده مطالعاتی با مرز حوزه آبخیز شفارود معرفی گردید. در مرحله بعد یک فرایند ترکیبی چند مرحله‌ای همراه با بهره‌گیری از منابع متعدد شامل تصاویر رنگی مجازی Google earth، نقشه‌های طبقه‌بندی، روش‌های تفسیر و مقایسه چشمی،

www.SID.ir

Archive of SID

طبقه‌بندی نظارت‌نشده مشخص شده که شش نوع پوشش شامل طبقه جنگل، مرتع، کشاورزی، پیکره آب، صخره و مناطق بدون پوشش در منطقه قابل تعیین و جداسازی هستند (جدول۲). برای طبقه‌بندی تصاویر از طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال در محیط نرم‌افزار ENVI ۵/۱ استفاده گردید. به‌منظور بررسی صحت طبقه‌بندی نیز، از نقشه‌های کاربری موجود و روش نمونه‌برداری تصادفی با استفاده از نمونه‌های آزمایشی استفاده شد. با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه پارامترهای آماری صحت کلی (Overall accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) دقت طبقه‌بندی‌ها محاسبه شد. سپس فیلتر حداکثر برای به دست آوردن تصویر یکنواخت و حذف پیکسل‌های پراکنده در نقش‌های حاصل از طبقه‌بندی اعمال شد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

ماهواره	نوع سنجنده	تاریخ هجری شمسی	خط مسیر	خط برداشت	منبع
Landsat 7	+ETM	۱۳۷۹/۲/۲۴	۱۶۶	۳۴	USGS
Landsat 8	OLI	۱۳۹۲/۳/۴	۱۶۶	۳۴	USGS
Landsat 8	OLI	۱۳۹۶/۲/۳۰	۱۶۶	۳۴	USGS

جدول ۲- مفاهیم طبقات پوشش/کاربری اراضی در این پژوهش

طبقه سرزمین	جزئیات
جنگل	جنگل‌های متراکم و کم تراکم
مرتع	مراتع غنی، ضعیف، بوته‌ای، علفی و مخلوط
پیکره آب	رودخانه
صخره	مناطق با رخنمون‌های سنگی
بدون پوشش	مناطق انسان‌ساخت، اراضی بایر و مناطق خاکی و رسوبات رودخانه‌ای بدون پوشش
کشاورزی	کشتزارها، باغ‌ها و دیم‌زارها

معرفی و محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین

پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با توجه به هدف تحقیق کلاس کاربری جنگل از سایر کلاس‌های کاربری اراضی مجزا گردید و نقشه طبقه جنگل وارد نرم‌افزار ۵ patch analyst شد. این نرم‌افزار نوعی ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است که در نرم‌افزار ArcMap نصب می‌شود و مزیت آن نسبت به سایر نرم‌افزارهای محاسبه متریک‌های سرزمین این است که نخست به علت امکان استفاده از فایل‌های برداری، دقت بالاتری داشته و در ثانی به‌طور مستقیم به نقشه ارتباط دارد و می‌توان شاخص‌های کمی استخراج شده را به نقشه مورد نظر مرتبط کرد و نیاز به نرم‌افزار واسطه‌ای ندارد. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان تحلیل ساختار فضایی سیمای‌سرزمین را به نحو مؤثرتری انجام داد (Zebardast *et al*., 2011).

در این تحقیق از ۵ نوع سنجه پرکاربرد به شرح مندرج در جدول ۳ به‌منظور کمی‌سازی تغییرات ساختاری و

www.SID.ir

Archive of SID

ازهم‌گسیختگی منطقه استفاده شده است.

سنجه مساحت کلاس (CA): شامل مجموعه مساحت تمامی لکه‌های طبقه است که در آن a ij مساحت لکه‌های طبقه است.

$$\sum_{j=1}^{n} aij\left(\frac{1}{10000}\right)$$

سنجه تعداد لکه (NP): تعداد لکه در سیمای سرزمین و یا کل تعداد لکه‌ها را برای یک طبقه خاص محاسبه می‌کند. این سنجه نشان می‌دهد اگر تعداد لکه‌ها زیاد باشد، آن طبقه یا لکه بسیار تکه تکه شده است و در آن N برابر تعداد لکه-هاست.

NP=N

سنجه کل حاشیه (TE): بیانگر طول کل حاشیه‌ها و مرزهای موجود در درون یک سیمای سرزمین می‌باشد که در آن eik طول حاشیه بین لکه‌های i و k است.

$$\sum_{k=1}^{m'} eik$$

سنجه تراکم حاشیه (ED): مقدار حاشیه نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین است که در آن eik طول حاشیه لکه‌های i وk در سیمای سرزمین و A مساحت کل سیمای سرزمین مورد بررسی است.

$$\frac{\sum_{k=1}^{m'} eik}{A}$$

سنجه متوسط اندازه لکه (MPS): میانگین اندازه لکه یک طبقه از لکه‌ها را محاسبه می‌کند که در آن ai = مساحت لکه و m تعداد کل انواع لکه است.

$$\frac{\sum_{i=1}^{m}[ai]}{m}$$

جدول ۳- سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین در این تحقیق

سنجه‌ها	نوع (ترکیب/توزیع مکانی)	واحد	دامنه تغییرات
مساحت کلاس (CA)	توزیع مکانی	هکتار	CA > 0
تعداد لکه (NP)	توزیع مکانی	ندارد	NP ≥ 1
حاشیه کل (TE)	ترکیب	متر	TE ≥ 0
تراکم حاشیه (ED)	توزیع مکانی	متر در هکتار	ED > 0
متوسط اندازه لکه (MPS)	توزیع مکانی	هکتار	MPS > 0

نتایج

تغییرات کاربری اراضی در دوره مطالعه

پس از انجام پیش‌پردازش‌ها، تصاویر طبقه‌بندی شد. نقشه‌های پوشش/کاربری منطقه آماده شد و مورد ارزیابی صحت قرار گرفت که نشان‌دهنده هم‌خوانی نقشه تولید شده با واقعیت زمینی است که نتایج آن در جدول ۴ و شکل ۲ ارائه شده است. مساحت مربوط به هر کاربری در هر سال در نرم‌افزار Arc GIS۱۰/۳ محاسبه شد که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین پوشش اراضی حوزه شفارود در هر سه سال متعلق به طبقه جنگل می‌باشد و در رتبه بعدی طبقه مرتع در منطقه به‌ترتیب با ۹۱۷۶/۱۱ هکتار، ۹۲۴۰/۶۶ هکتار و ۸۸۶۷/۴۳ هکتار در سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۳ و

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۰ بیشترین مساحت این حوزه را پوشش می‌دهد (جدول ۵). درصد تغییرات کاربری‌ها نیز نشان‌دهنده کاهش پوشش جنگل و آب و افزایش مرتع، مناطق صخره‌ای، بدون پوشش، کشاورزی طی دوره اول بوده است. بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ بیشترین کاهش در پوشش اراضی مربوط به جنگل و بیشترین افزایش مربوط به کاربری کشاورزی است. اما طی دوره دوم (۲۰۱۳–۲۰۱۷) صخره و بدون پوشش افزایش و بقیه کاهش یافته‌اند که بیشترین کاهش مربوط به کشاورزی و بیشترین افزایش مربوط به مناطق صخره‌ایست. به‌طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به‌جز پوشش جنگل و پهنه آبی همه کاربری‌ها افزایش یافته‌اند که بیشترین افزایش را پوشش صخره‌ای به خود اختصاص داده و بعد از آن به‌ترتیب سطوح بدون پوشش، مرتع و کشاورزی روندی افزایشی را نشان می‌دهند (شکل ۳).

جدول ۴- نتایج کلی دقت طبقه‌بندی

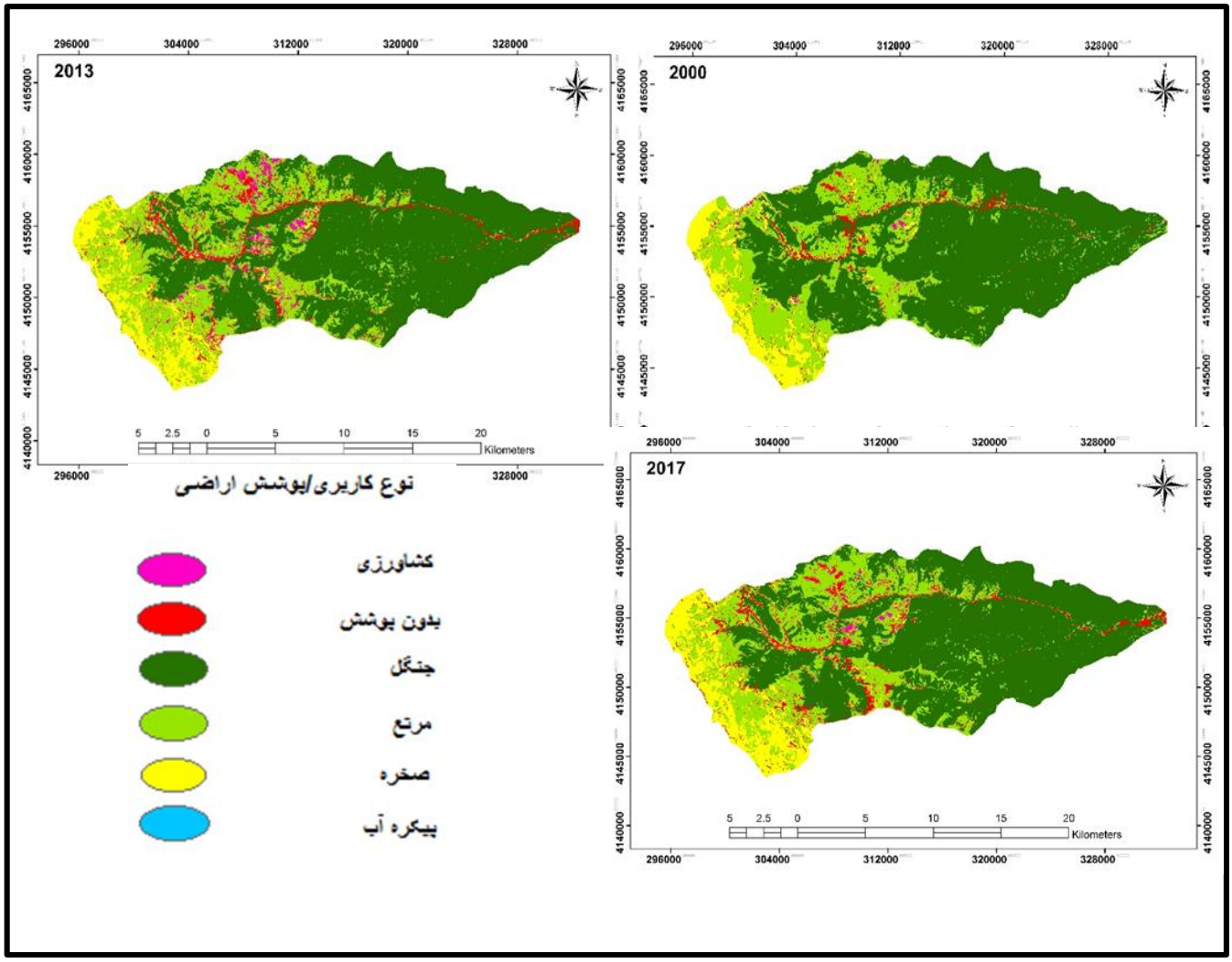
تصویر	صحت کلی ٪	ضریب کاپا
ETM+ 2000	۸۹/۳۹	۰/۸۷
OLI 2013	۸۶/۸۹	۰/۸۳
OLI 2017	۸۸/۵۲	۰/۸۵

جدول ۵- تغییرات مساحت کاربری‌های منطقه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷

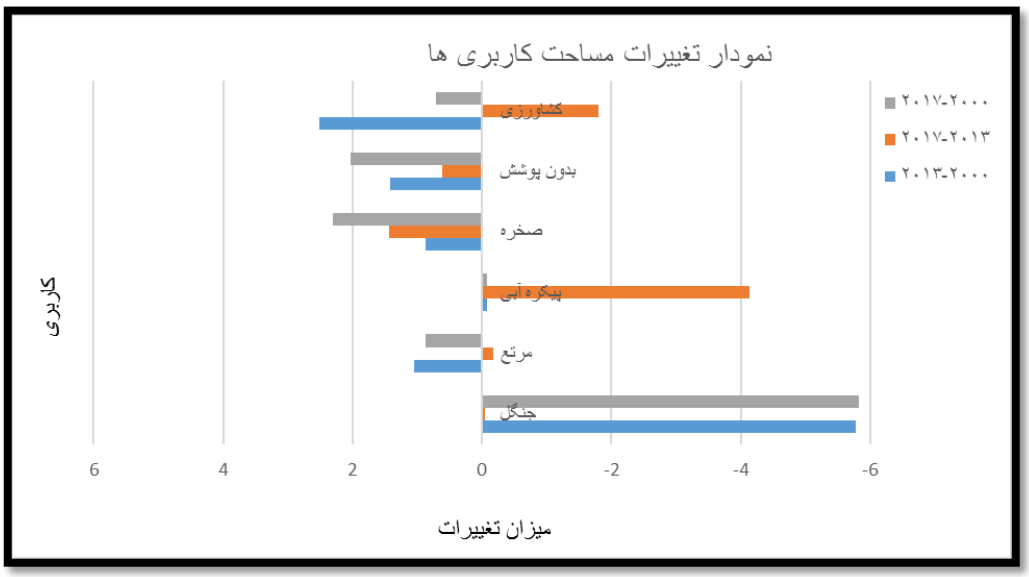
سال / کاربری	۲۰۰۰		۲۰۱۳		۲۰۱۷	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
جنگل	۲۲۱۷۰/۷۹	۶۳/۰۵	۲۰۱۴۷/۵۱	۵۷/۲۷	۲۰۱۳۲/۳۳	۵۷/۲۲
مرتع	۸۸۶۷/۴۳	۲۵/۲۱	۹۲۴۰/۶۶	۲۶/۲۶	۹۱۷۶/۱۱	۲۶/۰۸
پیکره آب	۵۰/۷۶	۰/۰۹	۷/۹۹	۰/۰۲	۳/۸۵	۰/۰۱
صخره	۲۸۶۸/۹۹	۸/۱۵	۳۱۷۱/۸۵	۹/۰۲	۳۶۷۵/۰۲	۱۰/۴۵
بدون پوشش	۱۰۷۲/۶۲	۳/۰۵	۱۵۷۱/۸۸	۴/۴۷	۱۷۸۴/۸۴	۵/۰۸
کشاورزی	۱۵۰/۸۹	۰/۴۵	۱۰۴۰/۱۸	۲/۹۶	۴۰۹/۰۳	۱/۱۶

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نقشه طبقات کاربری سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷



شکل ۳- نمودار تغییرات درصد کاربری‌های منطقه طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین اطلاعات قابل سنجشی از ساختار و ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمینی منطقه مورد مطالعه را فراهم می‌کند (Scariot *et al.*, 2015). روند تغییرات این سنجه‌ها در سطح کلاس برای پوشش جنگل مبنای تجزیه‌وتحلیل منطقه در سال‌های مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶- تغییرات سنجه‌های سیمای سرزمین طبقه جنگل از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ در منطقه مورد مطالعه

سال / سنجه	واحد	۲۰۰۰	۲۰۱۳	۲۰۱۷	میزان تغییرات ۲۰۱۳-۲۰۰۰	میزان تغییرات ۲۰۱۷-۲۰۱۳	میزان تغییرات ۲۰۱۷-۲۰۰۰
MPS	هکتار	۳۷/۴۰	۲۸/۷۰	۳۲/۵۳	-۸/۷	+۳/۸۳	-۴/۸۷
NP	-	۵۹۳	۷۰۲	۶۱۹	+۱۰۹	-۸۳	+۲۶
CA	هکتار	۲۲۱۷۰/۷۸	۲۰۱۴۷/۵۲	۲۰۱۳۲/۳۳	-۲۰۲۳/۲۶	-۱۵/۱۹	-۲۰۳۸/۴۵
TE	متر	۱۱۱۸۵۵۰	۱۳۵۲۴۶۰	۱۲۵۸۲۰۰	+۲۳۳۹۱۰	-۹۴۲۶۰	+۱۳۹۶۵۰
ED	متر بر هکتار	۳۱/۸۰	۳۸/۴۵	۳۵/۷۷	+۶/۶۵	-۲/۶۸	+۳/۹۷

سنجه مساحت کاربری (CA) یکی از گویاترین سنجه‌ها در بررسی تغییرات سیمای سرزمین است که در طی ۱۷ سال روندی را طی کرده است که می‌توان آن را به‌عنوان تخریب محیط‌زیست نام برد. به‌طوری‌که در طی دوره زمانی اول ۲۰۲۳/۲۶ هکتار از اراضی جنگل‌ها کاهش یافته است و در طی دوره زمانی دوم با توجه به کوتاه بودن دوره با شروع احداث سد شفارود و پاک‌تراشی جنگل‌ها به دلیل ساخت مخزن مربوطه به میزان ۱۵/۱۹ هکتار کاهش پوشش جنگلی مشاهده می‌شود. در طول ۱۷ سال نیز پوشش جنگل از ۲۲۱۷۰/۷۸ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۲۰۱۳۲/۳۳ هکتار در سال ۲۰۱۷ کاهش یافته است. سنجه تعداد لکه (NP) که برای اندازه‌گیری میزان گسستگی به‌کار می‌رود، در این پژوهش در سال ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ به ترتیب تعداد ۵۹۳، ۷۰۲ و ۶۱۹ لکه جنگلی مشاهده شد. افزایش تعداد لکه به میزان ۱۰۹ لکه در دوره زمانی اول اتفاق افتاده که بیانگر ازهم‌گسیختگی زیستگاهی در پوشش جنگلی است اما در دوره دوم، مصادف با احداث سد شفارود تعداد لکه‌های زیستگاهی به میزان ۸۳ لکه کاهش یافته که نشان‌دهنده پدیده حذف در کوتاه‌مدت در محل احداث پروژه است. همچنین در طول ۱۷ سال با افزایش تعداد لکه‌ها (۲۶ لکه) ناپیوستگی پوشش جنگلی به دلیل تخریب‌های پی‌درپی و ساخت و سازها در بلندمدت مشاهده می‌شود. سنجه میانگین اندازه لکه (MPS) از مناسب‌ترین سنجه‌ها برای بررسی ترکیب و ساختار سیمای سرزمین است و نسبت به تغییرات سیمای سرزمین حساس است. کاهش این سنجه در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ به میزان ۸/۷ هکتار در کنار افزایش تعداد لکه‌ها بیانگر وقوع ازهم‌گسیختگی زیستگاهی می‌باشد. افزایش این سنجه در فاصله زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ همزمان با شروع پروژه سد به میزان ۳/۸۳ هکتار در کنار کاهش سنجه CA بیانگر وقوع پدیده تخریب در لکه‌های جنگلی در محل بلافصل احداث سد می‌باشد. در طی سال‌های مطالعه، میانگین اندازه لکه‌ها ۴/۸۷ هکتار کاهش را نشان می‌دهد که بیانگر تخریب زیستگاه در بلندمدت بر اثر کم شدن مساحت زیستگاه‌هاست. سنجه تراکم حاشیه (ED) که مطابق با این سنجه در طی دوره زمانی اول افزایشی به میزان ۶/۶۵ متر بر هکتار برای پوشش جنگلی را نشان می‌دهد که بیانگر افزایش نواحی حاشیه‌ای و ازهم‌گسیختگی در سیمای

www.SID.ir

Archive of SID

سرزمین است. این سنجه در طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ کاهشی به میزان ۲/۶۸ متر بر هکتار را نشان می‌دهد که در نتیجه احداث مخزن سد است. همچنین طی ۱۷ سال این سنجه افزایش یافته است. سنجه حاشیه کل (TE) شاخصی از همگنی سیمای سرزمین است و مطابق این سنجه در دوره زمانی اول و دوم و طی ۱۷ سال به‌ترتیب ۲۳۳۹۱۰ متر افزایش، ۹۴۲۶۰ متر کاهش و ۱۳۹۶۵۰ متر افزایش را نشان می‌دهد که بیشترین افزایش مربوط به دوره اول و مبین افزایش ازهم‌گسیختگی در پوشش جنگلی است و کاهش در دوره دوم با توجه به پدیده حذف پوشش جنگلی بر اثر احداث پروژه سد شفارود توجیه‌پذیر است.

بحث

در این تحقیق، از سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین به منظور کمی‌سازی ازهم‌گسیختگی رخ داده در حوزه آبخیز شفارود با توجه به سد در دست احداث شفارود در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ استفاده شده است.

محاسبه تغییرات ساختاری سیمای سرزمین حوزه شفارود با استفاده از شاخص‌های کمی اکولوژی سیمای سرزمین بیانگر افزایش ازهم‌گسیختگی و نامساعد شدن شرایط زیستگاهی در جنگل‌های هیرکانی و جایگزینی گسترده پوشش‌های جنگلی با مناطق بدون پوشش است. نتایج بدست‌آمده همچنین نشان داد که کاهش تعداد لکه‌ها مابین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۷ تخریب متمرکز ایستگاهی را در کوتاه‌مدت در محل احداث پروژه ایجاد کرده است.

نکته حائز اهمیت در این بررسی آن است که کاهش کلاس جنگل در مقطع زمانی کوتاه‌مدت (۲۰۱۳–۲۰۱۷) نیز در مقیاس تصویر مورد استفاده قابل تشخیص می‌باشد که تطابق آن با سطح برداشت شده سد برای فعالیت‌های آماده‌سازی و ساختمانی بیانگر تبدیل کلاس جنگل به سطوح بدون پوشش می‌باشد. این در حالی است که هنوز ساختمان سد و نیازمندی‌های آن مانند دسترسی‌ها و کلیه تأسیسات سد کامل نشده است که در صورت انجام آنها روند کاهش سطوح جنگلی بلافصل بیشتر خواهد شد. همچنین قابل پیش‌بینی است که اثر القایی توسعه سد در مرحله بهره‌برداری با شدت بیشتری کلاس جنگل را تخریب خواهد کرد. تمام تخریب‌های اشاره شده در بالا مربوط به تخریب‌های مستقیم می‌باشند، چه‌بسا با تحلیل دقیق زیستگاهی، با در نظر گرفتن تغییرات ایجاد شده و تغییراتی که ایجاد خواهند شد، از سطوح زیستگاه قابل استفاده برای زیستمندان کاسته شود. اگر به منطقه مورد نظر در قالب یک زیستگاه نگریسته شود سطوح تناسب و مقاومت زیستگاهی با لحاظ پارامترهای زیستگاهی غذا، پناه و امنیت و جابجایی در مقیاس سیمای سرزمین دگرگون می‌شود. Barati و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مطالعه خود با سنجه‌ها در طی بیست سال اخیر نشان دادند که حفاظت در منطقه باعث افزایش یکپارچگی سرزمین و ارتقای کارکردهای رویشگاهی و زیستگاهی منطقه شده است و کاربری‌های ناسازگار سرزمین در منطقه باعث افزایش لکه‌ها و عدم ارتباط بین زیستگاه‌ها در ساختار سیمای سرزمین شده است. حذف و یا جابه‌جایی لکه‌ها بدون در نظر گرفتن اصول حاکم بر بوم‌شناسی سیمای‌سرزمین قادر است ساختار و تبادلات اکوسیستمی حاکم بر منطقه را تغییر دهد و چرخه مواد و انرژی را درون آن مختل کند (Botequilha & Ahern, 2002). بنابراین حذف این قطعات علاوه بر اینکه منجر به کاهش مساحت لکه‌های جنگلی می‌شود، امکان اتصال میان سایر لکه‌های (زیستگاه‌ها) بزرگ را کاهش می‌دهد و منجر به دورافتادگی (Isolation) لکه‌های طبیعی از هم خواهد شد، در نتیجه اتصال زیستگاهی که از عوامل مهم در کارکرد اکولوژیک زیستگاه‌های عمده می‌باشد، از بین رفته یا کارایی عملکردی نخواهد داشت. افزایش میانگین اندازه لکه و کاهش تعداد لکه‌ها نیز همزمان با احداث پروژه (۲۰۱۷–۲۰۱۳) بیانگر تخریب و حذف لکه‌ها است و تأییدکننده نتایج بالاست. همچنین این نتایج تأییدکننده مطالعه زبردست و همکاران (۲۰۱۱) می‌باشد، به‌طوری‌که افزایش تخریب‌های ساختاری مرتبط با احداث جاده در پارک ملی گلستان به معنی کاهش کیفیت زیستگاه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

درونی نواحی جنگلی و افزایش نواحی مرزی و آسیب‌پذیری بیشتر این اکوسیستم است. با مقایسه و بررسی یافته‌ها می‌توان جمع‌بندی نمود که وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی، به دلیل تخریب و تبدیلات، بیانگر روند توسعه تخریب و آثار فعالیت‌های انسانی بر تغییر سیمای سرزمین است.

برای حفظ منابع باید روند توسعه را با محدودیت‌ها و قابلیت‌های اکوسیستم هماهنگ کرد. به‌طوری‌که با ایجاد ارتباط بیشتر فرایندهای بومی و منطقه‌ای از مطالعات دقیق محیطی، ارزیابی و توضیح پروژه‌ها بر محیط‌زیست و ارائه روش‌های کاهش و جبران آثار مخرب پروژه‌های توسعه‌ای می‌توان به این هدف دست یافت و آینده‌ای پایدارتر را رقم زد. از سوی دیگر بدلیل قابلیت نتایج بدست‌آمده از بررسی روند تغییرات سیمای سرزمین در تفسیر و پیش‌بینی وضعیت پوشش/ کاربری اراضی، این نتایج می‌تواند در ارزیابی سرزمین، مطالعات محیط‌زیست و برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچه در حوزه به‌منظور بهره‌برداری مناسب و منطقی از منابع طبیعی و کاهش تخریب منابع مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

-Abedi, Z., Moharam Nezhad, N., Riyazi, B. and Bayat, M. 2011. Estimated damage to vegetation damage located within Lake Sazben dam. Journal of environmental science and technology, 13: 68-80 (In Persian).
-Alavi Panah, S.K. 2003. Application of Remote Sensing in Earth Sciences (Soil Science). Tehran University Press, 478p (In Persian).
-Anousheh, Z., Malmasi, S. and Jozi, S.A. 2011. Prioritization of Environmental Risks of Construction Phase of Roudbar Dam in Lorestan by ELECTRE and SAW Method. First International Conference and Third National Conference on Dam and Hydroelectric Power Plants, Tehran, Iran (In Persian).
-Azari dehkordi, F. and Khazaei, N. 2009. Rapid decision-making system to assess the consequences of activities in the destruction of landscape Shafarood watersheds. Journal of environmental studies, 35: 69-80 (In Persian).
-Barati, B., Jahani, A., Zebardast, L. and Raygani, B. 2017. Assessing the Conservation of Protected Areas Using the Landscape Ecology Approach (Case Study area: National Park and Wildlife Refuge of Kola Ghazi). Town and country planning, 9: 153-168 (In Persian).
-Beinaghi, M., Ali Abadi, K. and Amir Ahmadi, A. 2014. Identifying Environmental Objectives Using the MTMF and MNF Method (Case Study of the Southwest of Sabzevar)". Journal of Applied Geomorphology Iran, 3: 46 -32.
-Botequilha, A. and Ahern, J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Landscape and Urban Planning, 59(2): 65-93.
-Brett, A.B. 2003. Physical environmental modeling, visualization and query for supporting landscape planning decisions. Journal Landscape and Urban Planning, 65: 237-259.
-Collinge, S.K. 2009. Ecology of Fragmented Landscapes. Johns Hopkins University Press, 180p.
-Consulting Engineering Mahab Ghodss. 2000. Report on the status of environmental conditions in the Shafarood dam area (In Persian).
-Cook, E.A. and Vanlier, H.N. 1994. Landscape Planning and Ecological Network, Netherland: Elsevier Science.
-Dramstad, W.E., Olson, J.D. and Forman, R.T. 2007. Landscape Ecology Principles. Translated by Foroud Azeri Dehkordi, Tehran, Literature –Union Publishing, 200p.
-Eskandari, S., Moradi, A. and Oladi, J. 2011. Land use and landscape analysis of Gol-e-Sefid village from an environmental point of view, using RS and GIS. Town and country planning, 3: 137-162 (In Persian).
-Farina, A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology, London. Chapman and Hall, p: 235.
-Firouz, E. 2005. The complete fauna of Iran. T&AD Poyser.
-Forman, R. and Godron. M. 1986. Landscape Ecology. Chichester, New York, 151p.
-Hasani Tababar, S.M. and Jafarzadeh, J. 2016. A New Step in the Processing of Satellite Images (Basics and Applications), Tehran, Noghos Publishing.
-Herold, M., Scepan, J. and Clarke, K.C. 2002. The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. Environment and Planning, 34: 1443-1458.
-Honnay, O., Piessens, K., Van Landuyt, W., Hermy, M. and Gulinck, H. 2003. Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity. Landscape and Urban Planning, 63: 241– 250.
-Hugget, R.J. and Cheesman, J. 2002. Topography and the Environment. London: Liecencing Agency Ltd.

www.SID.ir

Archive of SID

Persian).
-Scariot, E.C., Almeida, D., and Santos, J.E.D. 2015. Connectivity dynamics of araucaria forest and grassland surrounding passo fundo national forest, southern Brazil. Natureza & Conservação, 13: 54-59.
-Schindler, S., Poirazidis, K. and Wrbka, T. 2008. Towards a core set of landscape metrics for biodiversity assessments: A case study from Dadia National Park, Greece. Ecological indicators, 8: 502-514.
-Sharifi kia, M. and Mozafari, Z. 2013. Extracting Physical Characteristics and Measuring the Efficiency of Binders in Water and Soil Management. Journal of Geographical Studies in Arid Regions, 16: 1-14 (In Persian).
-Southworth, J., Munroe, D. and Nagendra, H. 2004. Land cover change and landscape fragmentation comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region. Agriculture, Ecosystems and Environment, 101: 185– 205.
-Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R. and Mander, U. 2009. Landscape metrics and indices: An overview of their Use in landscape research. Living Reviews In Landscape Research, 3: 1- 28.
-Wathern, P. 1990. Environmental Impact Assessment: Theory and Practice. Routledge, London and New York, 288p.
-Zebardast, L., Yavary, A., Salehi, E. and Makhdom, M. 2011. Investigation of Road-Structural Changes in Golestan National Park Between 1986 and 2010 Using Landscape Ecology Metrics. Environmental researches, 2: 11-20 (In Persian).
-Zeng, H. and Wu, X.B. 2005. Utilities of edge-based metrics for studying landscape fragmentation. Computers, Environment and Urban Systems, 29: 159- 178.
-Izadpour, A., Akbari, B., Sharifi, A. and Pousafzadeh, M. 2015. Comparison of Direct and Indirect Geometric Correction Methods Using Satellite Linear Array Images. Journal of Space Science and Technology, 8: 1-10 (In Persian).
-Javan. F. and Hasani moghadam, H. 2017. Detection of Hirkani Forests Destruction Using Satellite Images and Support Vector Machines Algorithm (Case Study: Rezvanshahr City). Journal of forest strategical approchment, 2: 1-11 (In Persian).
-Kassa, A. 1990. Drought risk monitoring for Sudan using NDVI 1982-1993. Submitted to the University College London, In part fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science in Geographic Information Systems.
-Leitao, A.B., Miller, J., Ahern, J. and McGarigal, K. 2006. Measuring Landscapes: A Planners Handbook. Island Press, Washington D.C, 110p.
-Mohammad pour, M., Abdi, N. and Almodaresi, S.A. 2014. Detection of Land Use Change Using Satellite Image Processing and Landscape Metrics: A Case Study of Urmia City. First National Conference on the Application of Advanced Space Models (Remote Sensing and GIS) in Land Use planning, Yazd, Azad Islamic University of Yazd (In Persian).
-Ramezani, N., Jafari, R. and Izanlo, E. 2011. Detection of land use change from dam construction in Esfarayen watershed using remote sensing technology. 7th National Seminar on Watershed Management Sciences and Engineering, Isfahan University of Technology (In Persian).
-Regional water company of Guilan. 2014. Shafarood Reservoir Dam, http://www.glrw.ir.
-Rezvani, M. and Hashemi zade, F. 2013. Investigating the Factors Affecting Forest Degradation and Effect of Livestock Exit on the Basin of the Northern Forests of the North of Iran (Fouman).Wood and forest science and technology, 20:125-138 (In

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of Structural Consequences of Shafarood Dam Construction on Forest Cover of Shafarood Watershed Using Landscape Ecology

M. Azizi[1*], M. Khanmohammadi[2] and M. Panahandeh[3]

1*- Corresponding author, Faculty of Natural resources ,University of Guilan, Guilan, Iran E-mail: azizi_mandana@yahoo.com
2- Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Guilan, Iran
3- Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Guilan, Iran

Received: 22.04.2019 Accepted: 14.08.2019

Abstract

Dam construction projects can affect the functioning of the landscape by reducing the integrity and increasing distruption, and consequently, this change in the landscape could affect the function of the environment. Quantifying landscape changes is performed using landscape metrics and their variety makes them to be widely used in ecological studies and solving environmental problems. The purpose of this research was to investigate the trend of structural changes in forest cover in Shafarood watershed due to the construction of Shafarood dam. To ths end, three Landsat satellite images were used during the peak season of vegetation cover in 2000, 2013 and 2017. Geometric and atmospheric corrections were applied to these images. Using the maximum probabilistic classification method, the land use maps of the area for each year were prepared. Land cover maps had overall accuracy and Kappa coefficient higher than 86% and 83%, respectively. The results indicated an increase in the fragmentation and destruction of habitat conditions in the Hirkani forests and an extensive replacement of forest cover with no vegetation areas. The results also showed that the decline in the number of forest patches between 2013 and 2017 caused short-term centralized demolition at the project site, while the construction of dam and related facilities, such as roads and lateral installations have not yet been completed. To protect natural resources, the development process should be coordinated with the constraints and capabilities of the ecosystem through precise environmental studies, the assessment and explanation of the environmental impacts of the projects on the environment, and the presentation of approaches for reducing and mitigation of the destructive effects of development projects.

Key words: Landscape Ecology, Forest Cover, Landscape Metrics, Shafarood dam, Satellite Landsate.

www.SID.ir