پژوهش و فناوری محیط زیست، ۱۳۹۹ ۵(۸)، ۳۷-۴۶

پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

بررسی تخریب کاربری اراضی جنگلی در اثر احداث سد با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای

ماندانا عزیزی[1*]، محمد پناهنده[2]

۱- دانش آموخته محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- عضو هیئت علمی گروه پژوهشی فراوری پسماند، پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران

چکیده

شناسایی کاربری‌ها و تغییرات کاربری اراضی جهت بررسی و پایش مناطق حساس به منظور طرح‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین امری ضروری می‌باشد. هدف اصلی از این مطالعه بررسی تغییرات کاربری اراضی ناشی از احداث سد شفارود در عرصه جنگل‌های هیرکانی شمال کشور طی یک دوره ۱۷ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره لندست می‌باشد. برای این کار ۳ تصویر ماهواره‌ای متعلق به سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و۲۰۱۷ استفاده شد و تصحیح‌های (هندسی و اتمسفری) بر روی تصاویر اعمال و با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نقشه کاربری اراضی منطقه برای هر مقطع تهیه شد که به ترتیب دارای صحت کاربری و ضریب کاپای بالاتر از ۸۶٪ و ۰/۸۳ بودند. روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای پایش تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد بیش‌ترین پوشش اراضی حوزه شفارود در هر سه سال متعلق به طبقه جنگل و در رتبه بعدی طبقه مرتع می‌باشد. نتایج تحقیق کاهش مستمر کلاس جنگل از ۶۳.۰۵ درصد در مقطع نخست به ترتیب به مقادیر ۵۷.۲۷ و ۵۷.۲۲ برای سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ کاهش یافته است که شواهد تأیید کننده این موضوع افزایش مستمر کلاس‌هاس صخره (۸.۱۵-۹.۱۰-۱۰.۴۵) و بدون پوشش (۳.۵- ۴.۴۷-۵.۰۸ درصد) می‌باشد. چالش‌های محیط‌زیستی ساخت سد مورد بررسی تأکیدی دیگر بر اهمیت انجام مطالعات تخصصی مبتنی بر دانش اکولوژی و ارتقای نوع نگرش تصمیم‌گیران به جنگل به عنوان یک زیستگاه پیچیده و شکل گرفته در مقیاس زمانی طولانی‌مدت می‌باشد.

کلید واژه‌ها: حوزه آبخیز شفارود، پوشش جنگلی، ماهواره لندست، طبقه بندی حداکثر احتمال

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: azizi_mandana@yahoo.com

Journal of Environmental Research and Technology, 5(8)2020. 37-46

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Online ISSN: 3060-2676

Environmental Research institute

Investigation of forest land use degradation due to dam construction using satellite images processing

Mandana Azizi[1*], Mohammad Panahandeh[2]

1- Graduated Student of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran
2-Assistant Professor of Environmental Research Institute, The Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Rasht, Iran

Abstract

Identify land uses and land use changes to investigate and monitor sensitive areas is essential for sustainable land planning and management. The main objective of this study is to investigate the land use changes caused by the construction of Shafarood Dam in the Hyrcanian forests in the north of Iran during a 17-year period using Landsat satellite imagery. To do this, three satellite imagery of the years 2000, 2013 and 2017 were used, and the corrections (geometric and atmospheric) were applied on the images and the map of the land use for each section in the region was prepared using the classification method of the maximum likelihood that the produced map have Kappa coefficient more than 86% and usage accuracy of 0.83. After classification, the comparison method was used to monitor the land use changes. The results revealed that in every three years, the most land cover of Shafarood watershed belongs to the forest class and in the next rank belongs to the rangeland class. As a result, the continuous decline of the forest class accured from 63.05 percent to 57.27 and 57.22 percent in the first section for the years 2013 and 2017 respectively. The continuous increase of the rock class (8.15-9.10-10.45) and bare lands (3.5- 4.47-5.08%) confirms it in the study area. Environmental challenges of constructing the Shafaroud dam is another emphasis on the importance of conducting advanced and specialized studies based on ecological methodologies and also increasing the decision makers awareness of Hyrcanian forests complexity which has formed in a very long-time period.

Keywords: Shafarood watershed, Forest Cover, Landsat satlitte, Classification method of the maximum likelihood

* Corresponding author E-mail address: azizi_mandana@yahoo.com

مقدمه

اثرات اکولوژیک سدها می‌تواند بر اساس معیارهای مختلفی بر طبق اثرات کوتاه‌مدت و درازمدت، اثرات بر سطح منطقه و نواحی که تحت تأثیر تأسیسات سد قرار دارد و اثرات اجتماعی و مزایا و خسارات طبقه‌بندی شود (پیرستانی و شفقتی، ۱۳۸۸). با توجه به نقش منابع طبیعی در زندگی بشر، لازم است اطلاع دقیقی از چگونگی منابع طبیعی و روند تغییرات آنها به دست آید. از طرفی نظارت بر روند تغییرات و دسترسی به آمار و اطلاعات بهنگام شده، از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت می‌باشد (زهتابیان و طباطبایی[۱]، ۱۹۹۹). تغییر کاربری موضوعی است که ممکن است در اثر عواملی طبیعی نظیر خشکسالی، آتش‌سوزی، سیلاب، فعالیت‌های آتشفشانی و فعالیت‌های انسانی نظیر چرای دام، گسترش شهرها و اراضی کشاورزی و نحوه مدیریت منابع طبیعی ایجاد شود (اوستین[۲]، ۲۰۰۴). کاربری سرزمین همواره یکی از مهم‌ترین عواملی بوده است که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است و از نظر تاریخی مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی که انسان انجام داده است، از میان بردن جنگل‌ها و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌ها بوده است (لائوچ و هرزوگ[۳]، ۲۰۰۲). تغییرات در کاربری سرزمین یک حوزه آبخیز می‌تواند بر کیفیت آب و ذخایر آب تأثیر بگذارد. برای مثال، تغییرات الگوی کاربری سرزمین به دلیل توسعه آبخیز، باعث افزایش سطح رواناب، کاهش سطح تغذیه آب‌های زیرزمینی و انتقال آلاینده‌ها می‌شود (بات[۴] و همکاران، ۲۰۱۵). شناسایی، نظارت و پایش تغییرات پوشش سطح زمین یک فرایند پیچیده است (سان و ژو[۵]، ۲۰۱۶). اما، آشنایی با میزان تغییرات کاربری اراضی طی گذشت زمان می‌تواند زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق برای آینده را فراهم آورد (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۳). در حال حاضر در جهان و به خصوص در کشورهای در حال توسعه با توجه به رشد جمعیت و نیازهای متفاوت بشر، منابع طبیعی از جمله جنگل‌ها با تخریب و نابودی روبه رو هستند که این عامل منجر به برهم خوردن اکوسیستم طبیعی در بلندمدت می‌شود (جوان و حسنی مقدم، ۱۳۹۶). بنابراین تهیه نقشه‌های کاربری به روز از مناطق مختلف و بررسی تغییرات صورت گرفته در خصوص کاربری و پوشش زمین در سال‌های گذشته، برای مدیران و برنامه‌ریزان مناطق جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی بسیار حایز اهمیت است. پایش تغییرات در سال‌های گذشته اطلاعات با ارزشی را از مکانیزم تغییرات مکانی برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کند (شیان[۶] و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای بررسی تغییرات کاربری‌ها، استفاده از داده‌های حاصل از سنجش از دور و GIS می‌باشد. داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای به دلیل به‌روز بودن، امکان مقایسه آن با داده‌های گذشته و نهایتاً سهولت دسترسی آن از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (پل، ۱۳۸۷). تاکنون، مطالعات بسیاری در دنیا به بررسی و تحلیل تغییرات در حوزه آبخیز با روش‌های مختلف پرداخته‌اند که تمامی این مطالعات استراتژی‌های مؤثر و مناسبی جهت مدیریت حوزه‌های آبخیز سراسر دنیا ارایه می‌کنند (بات و همکاران، ۲۰۱۵; بازگرا[۷]، ۲۰۰۸ ; کارسو[۸]، ۲۰۰۵; دایتزل[۹]، ۲۰۰۵; گاجهیو و شارما[۱۰]، ۲۰۱۲ ; استووارت[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۴ ; وانگ[۱۲] و همکاران، ۲۰۰۴ ; هو[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۲ ;پارکر و مترسکی[۱۴]، ۲۰۰۴).

در ایران نیز هادیان و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای تغییرات کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی در محدوده سد ملاصدرا (استان فارس) را طی یک دوره ۲۴ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره لندست بررسی کردند و سپس مشخص شد که در اثر احداث سد ملاصدرا سطح وسیعی از زمین‌های کشاورزی و مراتع از بین رفته‌اند و بیشتر زمین‌های دارای پوشش گیاهی و نیز اراضی قابل کشت به مخزن سد تبدیل شده‌اند، به طوری که ۹۹٪ درصد حجم مخزن در اثر تخریب پوشش به وجود آمده‌اند و تنها ۱٪ حجم مخزن حاصل تغییرات کاربری خاک بدون پوشش می‌باشد. در مطالعه دیگری که توسط متکان و همکاران (۱۳۸۹) انجام گرفته با استفاده از تصاویر ماهواره لندست تغییرات کاربری اراضی را در حوزه سد طالقان در یک دوره زمانی ۲۰ ساله با استفاده از ۳ تصویر لندست در زمان قبل، هم‌زمان و

---

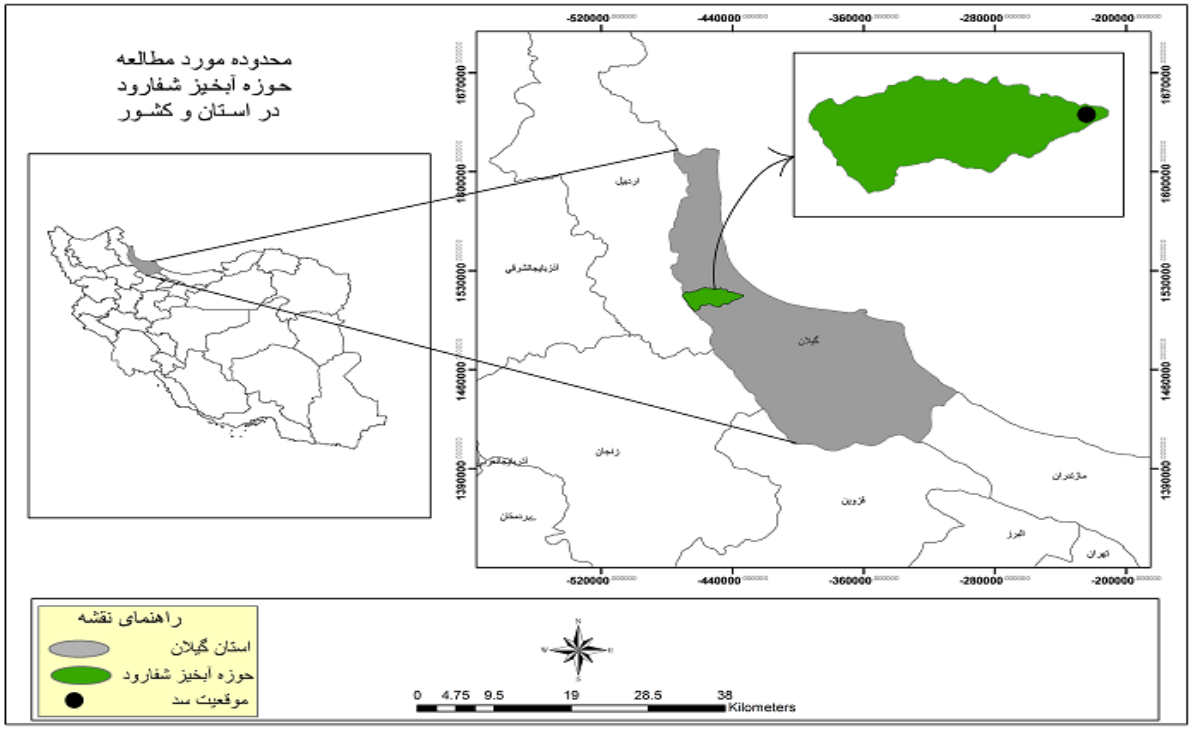
1. Zehtabian, & Tabatabai
2. Ustine
3. Lausch & Herzog
4. Butt
5. Sun & Zhou
6. Xian
7. Bazgeera
8. Caruso
9. Dietzel
10. Gajbhiye & Sharma
11. Stewart
12. Wang
13. Hu
14. Parker& Meretsky

چند سال بعد از احداث بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که سدسازی موجب تخریب پوشش گیاهی منطقه شده است و سطح اراضی کشاورزی و دیم به دلیل مهاجرت و بازگشت مردم دارای نوسان بوده اما افزایش قابل‌توجهی در مناطق مسکونی به دلیل ساخت تفرجگاه‌ها در اطراف سد نام برده ایجاد شده است. همچنین در مطالعه دیگری پرور و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از سه بازه زمانی با توجه به زمان احداث سد به طوری که گویای تغییرات کاربری‌های اراضی قبل و بعد احداث و آبگیری سد باشد؛ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست شناسایی و پایش تغییرات پوشش/کاربری سرزمین در حوزه آبریز سد شیرین دره را بررسی کردند و نشان دادند که وضعیت کنونی حوزه با توجه به اینکه تنها ده سال از ساخت سد می‌گذرد، دستخوش تغییرات بسیاری شده است. کاهش محسوس در سطح کاربری‌های کشاورزی و زراعت دیم و جنگل‌ها و روند تغییرات بیانگر تهدید منطقه به تخریب در آینده‌ای نه چندان دور است. بات و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به منظور تعیین تغییرات پوشش و کاربری اراضی در حوزه آبریز سد Simly در پاکستان استفاده نمودند. پنج طبقه کاربری عمده با استفاده از تصاویر ماهواره‌های اسپات و لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۱۲ تهیه شد. بررسی تغییرات پوشش و کاربری و تبدیل عمده پوشش‌های گیاهی و آبی را به کشاورزی و اراضی بایر و بدون پوشش نشان می‌دهد که این تبدیل کاربری‌ها تهدیدی جدی برای منابع حوزه آبخیز به حساب می‌آید. بررسی‌های فوق بیانگر تأثیرات جدی احداث سد بر منابع محیط زیستی بویژه پوشش‌های زمینی می‌باشد، بنابراین پیش‌بینی زود هنگام تغییرات احتمالی احداث سدها بر منابع محیط زیستی پیرامونی، رویکردی فعال و مبتنی بر پیشگیری در فرایند برنامه‌ریزی محیط‌زیست می‌باشد. با در نظر گرفتن این رویکرد، هدف این تحقیق، بررسی تغییرات کاربری ناشی از احداث سد شفارود می‌باشد که که در عرصه جنگل‌های هیرکانی شمال کشور در حال انجام است. لایه تغییرات کاربری اراضی مهم‌ترین لایه اطلاعاتی در کاربرد روش‌های شبیه‌سازی تغییرات می‌باشد که با تلفیق آن با عوامل محرک تغییر، می‌توان جهت‌گیری آتی پوشش‌های منطقه را تجزیه و تحلیل نمود.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

حوزه شفارود در طول جغرافیایی"۳۰ ´۶ ˝۴۸ الی "۰۰ ´۴۱ ˝۴۸ شرقی و "۰۰ ´۲۵ ˝۳۷ الی "۳۰ ´۳۴ ˝۳۷ عرض شمالی قرار گرفته است. حوزه شفارود با مساحتی معادل ۳۹۴ کیلومتر مربع در غرب استان گیلان بین شهرستان‌های رضوانشهر و پره‌سر و شرق ارتفاعات تالش قرار گرفته است شکل (۱). این حوزه از سمت شمال به حوزه رودخانه پیلمبرا، از شرق به دریای خزر، از جنوب و جنوب غرب به حوزه چاف رود، از سمت غرب به حوزه آبریز شاهرود در استان اردبیل محدود می‌گردد. حوزه موردنظر در دو دهستان خوشابر و ارده واقع شده است. این حوزه جزء واحد مورفوتکتونیکی البرز– تالش است. حوزه‌های منطقه تالش عموماً کشیدگی غربی– شرقی دارند و حوزه شفارود نیز چنین وضعیتی دارد. حداکثر ارتفاع آن ۲۹۰۳ متر و حداقل آن ۶۰ متر است. این حوزه براساس تقسیم‌بندی سازمان جنگل‌ها و مراتع، به‌عنوان حوزه شفارود نامگذاری گردیده است. این حوزه دارای اقلیم مرطوب با بارندگی سالیانه ۱۴۳۱/۷۶ میلی‌متر بوده و دارای رژیم پرآبی پاییزه است. بالای ۷۰٪ از مساحت حوزه پوشیده از جنگل و مرتع بوده و مابقی زمین‌های زراعی و آبادی می‌باشد. پوشش جنگلی از ارتفاع ۱۰۰ متری شروع شده و تا ارتفاع ۲۷۰۰ متری گسترش می‌یابد و از گونه‌های فراوانی مانند افرا، بلوط، ممرز، آزاد، راش تشکیل شد که برخی از گونه‌ها مثل راش در سطح دنیا بی‌نظیر و منحصر به فرد می‌باشد. با تلاش وزارت نیرو عملیات اجرایی ساخت بدنه سد مخزنی شفارود با استفاده از تسهیلات بین‌المللی فاینانس خارجی از نیمه دوم سال ۹۲ آغاز شد. سد مخزنی شفارود با هدف تأمین آب شرب شهرستان‌های رضوانشهر و پره سر به میزان ۷/۵ میلیون متر مکعب در سال ۲- تامین آب کشاورزی قریب ۱۰۸۳۰ هکتار از اراضی منطقه طرح (۶۹۰۰ هکتار اراضی بهبود و ۳۹۳۰ هکتار اراضی توسعه) به میزان ۹۸ میلیون متر مکعب در سال ۳- تامین آب صنعتی (صنایع چوکا) به میزان ۱۲ میلیون متر مکعب در سال ۴- تولید انرژی برق آبی (دو واحد نیروگاهی هرکدام به توان ۳/۸ مگاوات ساعت) ۵- کنترل سیلاب‌های فصلی ۶- توسعه آبزی‌پروری ایجاد شد. سابقه مطالعاتی- اجرایی طرح در قالب توسعه منابع آب از سال ۱۳۵۳ آغاز شده است و مطالعات فاز ۱ و ۲ به ترتیب در سال ۱۳۶۰ و ۱۳۶۹ و مطالعات فاز سوم با شروع عملیات اجرایی انجام شد. پیشرفت فیزیکی طرح تا دی ماه سال ۹۷ به میزان ۴۰٪ می‌باشد (شرکت آب منطقه‌ای گیلان، ۱۳۹۳).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ (ETM+) به تاریخ 13 MAY سال 2000 و لندست ۸ (OLI) به تاریخ 25 MAY سال 2013 و 20 MAY سال2017، استفاده شده است. در انتخاب تصاویر، فصل اوج رشد پوشش گیاهی، نبود ابر و یکسان بودن ماه برداشت در سه سال مختلف مورد توجه قرار گرفت. 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 درنیمه دوم سال ۱۳۹۲ انجام گرفته است، مقطع زمانی دوم با فاصله کمی قبل از شروع عملیات در نیمه اول سال ۱۳۹۲ انتخاب شده است.

روش تحقیق

پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای برای منطقه مورد مطالعه از نرم‌افزار ENVI 5.1 به منظور آماده‌سازی داده‌ها و پردازش اطلاعات استفاده شده است. قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای لازم است، تصحیحاتی بر روی تصاویر خام صورت گیرد (عبدالهی، ۱۳۹۶). مرحله پیش‌پردازش داده‌ها شامل دو مرحله کلی، تصحیحات رادیومتریکی و تصحیحات هندسی است. به منظور استخراج اطلاعات مفید، عملیات تطابق هندسی برای تصویر ۲۰۱۷ با ۱۵ نقطه با پراکنش مناسب روی نرم‌افزار Google Earth گرفته شد و با معادله درجه اول و عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه)[۱] (NN اقدام به کنترل تصحیح مکانی تصویر شد. در مرحله بعد، دو تصویر بعدی با تصویر مبنا مورد مطابقت قرار گرفتند. در گام بعدی تصحیح طیفی تصاویر به منظور بارز ساختن پدیده‌ها و حذف تاثیرات نامطلوب نور و اتمسفر با استفاده از الگوریتم FLAASH صورت گرفت. پس از اعمال تصحیح اتمسفریک، وضوح تصویر به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. سپس ترکیب رنگی کاذب ۲-۳-۴ برای سال‌های موردنظر ایجاد و طبقه‌بندی حداکثر[۲] احتمال انجام شد. با توجه به هدف تحقیق و نوع پوشش‌های موجود در منطقه، بررسی مطالعات قبلی و استفاده از نقشه‌های موجود شش طبقه شامل پوشش جنگل، مرتع، مناطق بدون پوشش، مناطق صخره‌ای، مناطق آبی و کشاورزی مورد شناسایی و طبقه‌بندی قرار گرفت جدول (۱). به منظور بررسی دقت طبقه‌بندی تصویرها، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، نسبت به محاسبه صحت با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه

15. Nearest neibrhood
16. Maximum likelihood

پارامترهای آماری صحت کل و ضریب کاپا اقدام شد که نتایج مربوط به آن در جدول ۲ آورده شده است. سپس، فیلتر حداکثر برای به دست آوردن تصویر یکنواخت و حذف پیکسل‌های پراکنده بر تصویرهای حاصل از طبقه‌بندی اعمال شد.

جدول ۱- مفاهیم طبقات پوشش/کاربری اراضی در این پژوهش

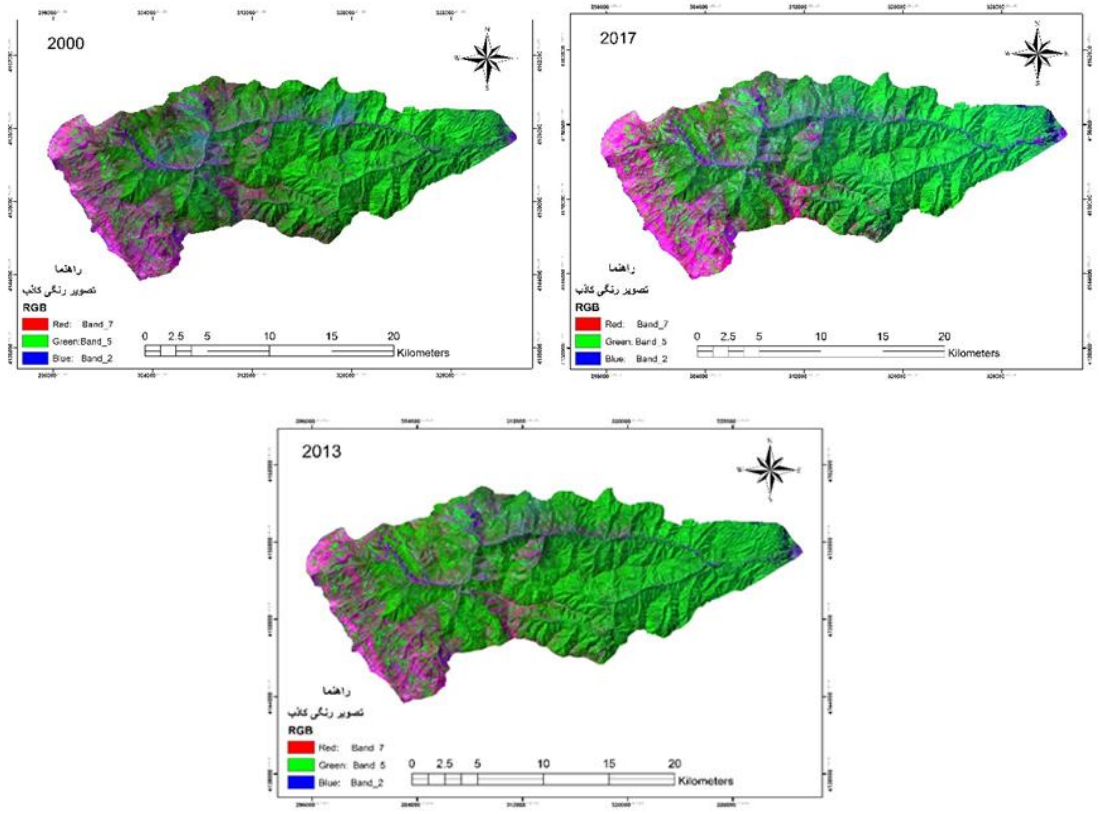
طبقه سرزمین	جزئیات
جنگل	جنگل‌های متراکم و کم تراکم
مرتع	مراتع غنی، ضعیف، بوته ای، علفی و مخلوط
پیکره آب	رودخانه
صخره	مناطق با رخنمون‌های سنگی
بدون پوشش	مناطق انسان ساخت، اراضی بایر و مناطق خاکی و رسوبات رودخانه ای بدون پوشش
کشاورزی	کشتزارها، باغات و دیمزارها

یافته‌های پژوهش

نقشه پوشش/ کاربری سرزمین با طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال تهیه شد که نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی‌ها در شکل‌های (۴،۳و۵) ارائه شده است و جهت افزایش اعتبار و درستی نقشه‌ها مورد ارزیابی صحت قرار گرفت که مبین هم‌خوانی نقشهٔ تولید شده با واقعیت زمینی است. نتایج تصاویر کاذب رنگی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ به‌منظور تهیه دید کلی از محدودهٔ مورد مطالعه در شکل (۲) نشان داده شده است. پس از انجام پیش پردازش‌ها و اصلاحات اولیه بر روی تصاویر، برای آشکارسازی و تعیین دقیق میزان تغییرات کاربری حوزه شفارود طی دوره مطالعه، پس از تهیه نقشه‌های کاربری/ پوشش اراضی برای هرسال، مساحت مربوط به هر کاربری در هر سال در نرم‌افزار Arc GIS 10/3 محاسبه شد. جدول (۳) مساحت هر طبقه در سه سال مورد بررسی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از نقشه‌های کاربری اراضی بیش‌ترین پوشش اراضی حوزه شفارود در هر سه سال متعلق به طبقه جنگل می‌باشد و در رتبه بعدی طبقه مرتع در منطقه به ترتیب با ۹۱۷۶/۱۱، ۹۲۴۰/۶۶ و ۸۸۶۷/۴۳ در سال‌های ۲۰۱۷، ۲۰۱۳ و ۲۰۰۰ بیش‌ترین مساحت این حوزه را پوشش می‌دهد. درصد تغییرات کاربری‌ها نیز نشان‌دهندهٔ کاهش پوشش جنگلی و آب و افزایش مرتع، مناطق صخره‌ای، بدون پوشش و 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) همزمان با احداث سد، مناطق صخره و بدون پوشش به‌دلیل پاک‌تراشی جنگل‌ها و ایجاد تأسیسات سد افزایش و بقیه کاهش یافته‌اند که بیش‌ترین کاهش مربوط به کشاورزی و بیش‌ترین افزایش مربوط به مناطق صخره‌ای بوده است. به‌طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به جز پوشش جنگل و پهنه آبی همه کاربری‌ها افزایش یافته‌اند که بیش‌ترین افزایش را پوشش صخره‌ای به سبب رانش زمین به خود اختصاص داده و بعد از آن به ترتیب کاربری بدون پوشش، مرتع و کشاورزی روندی افزایشی را نشان می‌دهند (جدول۴).

جدول ۲- نتایج کلی دقت طبقه‌بندی

تصویر	صحت کلی٪	ضریب کاپا
ETM+ 2000	89.39	0.87
OLI 2013	86.89	0.83
OLI 2017	88.52	0.85



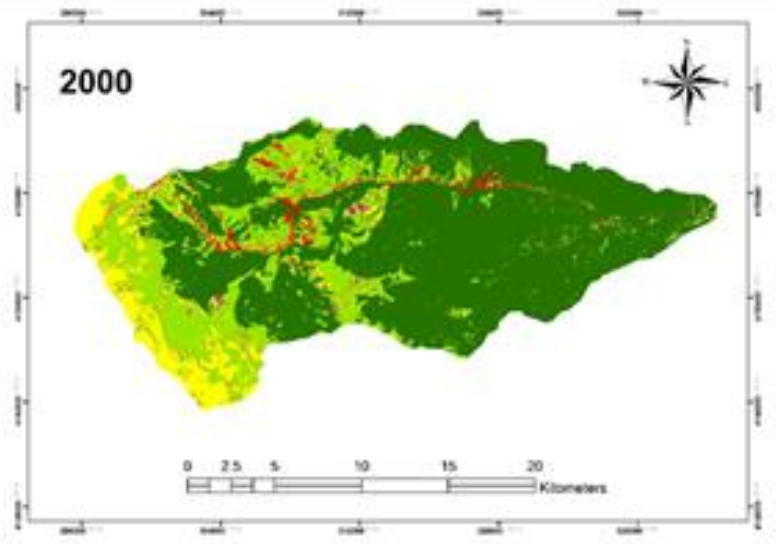
شکل ۲- تصویر کاذب رنگی تولیدی برای سال‌های۲۰۰۰،۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ (R=7, G=5 ,B=2)

جدول۳- مساحت کاربری‌های منطقه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷

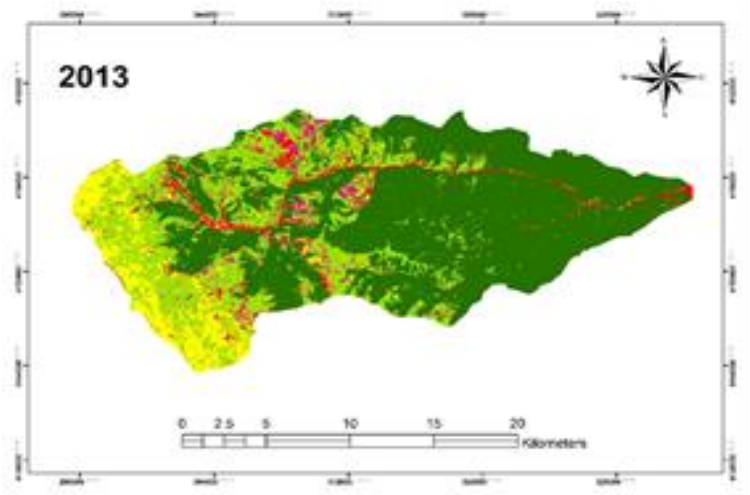
سال / کاربری	۲۰۰۰	درصد کاربری سال ۲۰۰۰	۲۰۱۳	درصد کاربری سال ۲۰۱۳	۲۰۱۷	درصد کاربری سال ۲۰۱۷
جنگل	۲۲۱۷۰/۷۹	۶۳/۰۵	۲۰۱۴۷/۵۱	۵۷/۲۷	۲۰۱۳۲/۳۳	۵۷/۲۲
مرتع	۸۸۶۷/۴۳	۲۵/۲۱	۹۲۴۰/۶۶	۲۶/۲۶	۹۱۷۶/۱۱	۲۶/۰۸
پیکره آب	۵۰/۷۶	۰/۰۹	۷/۹۹	۰/۰۲	۳/۸۵	۰/۰۱
صخره	۲۸۶۸/۹۹	۸/۱۵	۳۱۷۱/۸۵	۹/۰۲	۳۶۷۵/۰۲	۱۰/۴۵
بدون پوشش	۱۰۷۲/۶۲	۳/۰۵	۱۵۷۱/۸۸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

جدول۴- تغییرات مساحت کاربری‌ها در دوره‌های مورد مطالعه

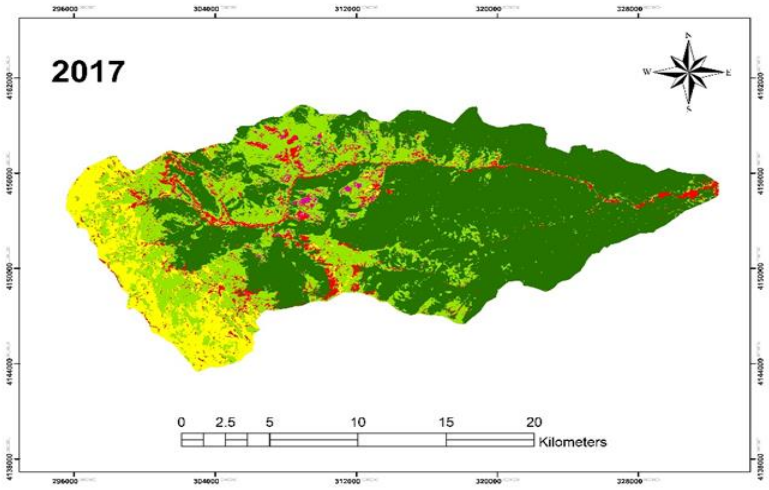
سال / نوع کاربری	۲۰۱۳-۲۰۰۰		۲۰۱۷-۲۰۱۳		۲۰۱۷-۲۰۰۰	
	مساحت(هکتار)	مساحت(درصد)	مساحت(هکتار)	مساحت(درصد)	مساحت(هکتار)	مساحت(درصد)
جنگل	-۲۰۲۳/۲۷۲۵	-۵/۷۸	-۱۵/۱۸۷۵	-۰/۰۵	-۲۰۳۸/۴۶	-۵/۸۳
مرتع	+۳۷۳/۲۳	+۱/۰۵	-۶۴/۵۵۲۵	-۰/۱۸	+۳۰۸/۶۷۷۵	+۰/۸۷
پیکره آبی	-۴۲/۷۷۲۵	-۰/۰۷	-۴/۱۴	-۰/۰۱	-۴۶/۹۱۲۵	-۰/۰۸
صخره	+۳۰۲/۸۵	+۰/۸۷	+۵۰۳/۱۶۷۵	+۱/۴۳	+۸۰۶/۰۱۷۵	+۲/۳
بدون پوشش	+۴۹۹/۲۵۲۵	+۱/۴۲	+۲۱۲/۹۶۲۵	+۰/۶۱	+۷۱۲/۲۱۵	+۲/۰۳
کشاورزی	+۸۸۹/۲۹	+۲/۵۱	-۶۳۱/۱۴۷۵	-۱/۸	+۲۵۸/۱۴۲۵	+۰/۷۱



شکل۳- نقشه کاربری/پوشش اراضی برای سال ۲۰۰۰



شکل۴- نقشه کاربری/پوشش اراضی برای سال ۲۰۱۳



شکل۵- نقشه کاربری/پوشش اراضی برای سال ۲۰۱۷

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین و محسوس‌ترین اثراتی که سدها بر طبیعت می‌گذارند، تغییر در نوع کاربری زمین‌های اطراف آن می‌باشد. آشکارسازی و تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش/ کاربری اراضی مبنای شناخت مسائل و مشکلات محیط‌زیست می‌باشد. در میان تغییرات مختلف سرزمین، این مطالعه بیشتر بر تغییرات پوشش جنگلی متمرکز شده است. پوشش جنگلی یکی از مهم‌ترین اجزای پوشش زمین به شمار می‌آید و یکی از عوامل مؤثر در نفوذ آب به زمین و جلوگیری از سیل‌های مخرب به شمار می‌رود، بنابراین در مدیریت مناطق مختلف، پایش تغییرات پوشش گیاهی از اهمیت بسیاری برخوردار است. با توجه به اینکه اجرای سامانه تونل انحراف آب از سال ۱۳۷۵ آغاز شده تصویر اول مربوط به سال ۱۳۷۹(۲۰۰۰ میلادی) و تصویر بعدی مربوط به سال ۱۳۹۲(۲۰۱۳ میلادی) فعالیت اجرایی بدنه سد و قطع درختان در محدوده بلافصل سد است و تصویر آخر مربوط به ۱۳۹۶ می‌باشد. بنابراین شروع فعالیت سدسازی در خلال مطالعه اتفاق افتاده است. بررسی جدول تغییر کاربری‌ها در محدوده مورد بررسی بیانگر کاهش مستمر کلاس جنگل در طی مقاطع زمانی مورد بررسی می‌باشد. به طوری‌که از مقدار ۶۳/۰۵ درصد در مقطع نخست به ترتیب به مقادیر ۵۷/۲۷ و ۵۷/۲۲ برای سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۷ کاهش یافته است. روند عمومی کاهش کلاس جنگل در محدوده مورد بررسی بیانگر آن است که این کلاس پوشش در معرض تغییرات ناشی از عوامل طبیعی و انسانی بوده است. شواهد تایید کننده این موضوع افزایش مستمر کلاس‌هاس صخره (۸.۱۵-۹.۱۰-۱۰.۴۵) و بدون پوشش (۳.۵-۴.۴۷-۵/۰۸ درصد) می‌باشد. این نتایج تایید کننده کارهای انجام شده توسط هادیان و همکاران (۱۳۹۲) و متکیان و همکاران (۱۳۸۹) و پرور و همکاران (۱۳۹۵) می‌باشد که احداث سدها باعث تغییرات گسترده در پوشش زمینی می‌شوند. نکته حایز اهمیت در این بررسی آن است که کاهش کلاس جنگل در مقطع زمانی کوتاه مدت 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 حالیست 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. فرخزاده و رستم‌زاده (۱۳۸۶) بیان می‌کنند که احداث سد آثار مستقیم و غیرمستقیم زیان‌باری بر مناطق اطراف خود خواهد داشت. نتایج این تحقیق نیز تأییدی بر نتایج نامبردگان است. براساس نقشه‌های پوشش/کاربری اراضی، محل احداث این سد در میان جنگل‌های خزان کننده هیرکانی بوده که در حالت اوج توالی خود قرار دارند، و با توجه به تغییر اقلیم و افزایش بیابان‌زایی در منطقه، تخریب و بروز توالی ثانویه در آن‌ها منجر به ایجاد آثار برگشت‌ناپذیر در این اکوسیستم ارزشمند خواه شد.

چالش‌های محیط‌زیستی ساخت سد مورد بررسی تأکیدی بر اهمیت انجام مطالعات تخصصی مبتنی بر دانش اکولوژی و رهیافت‌های زیستگاهی در مکان‌هایی مانند مکان ساخت سد شفارود و ارتقای نوع نگرش تصمیم‌گیران به جنگل از یک سطح مکانی صرفاً دارای درخت به سطح یک فضای زیستگاهی پیچیده و شکل گرفته در مقیاس زمانی بسیار بلندمدت می‌باشد. توجه به این که تغییرات در کاربری اراضی می بایست به تدریج و برمبنای توجیهات منطقی صورت بگیرد، ضرورت استفاده از تکنیک‌های ارزیابی و آمایش سرزمین، در مورد تغییر کاربری اراضی به خوبی آشکار می‌گردد، لذا لازم است که کار تحلیل کاربری اراضی موجود با ابزارهای به روز مانند اکولوژی سیمای سرزمین انجام شود تا تغییرات در کاربری‌ها نمایان و از بروز عدم تناسب میان کاربری‌ها جلوگیری گردد.

منابع

پرور، زهرا؛ شایسته، کامران؛ بهزادفر، مرتضی (۱۳۹۵). پایش تغییرات ناشی از احداث سد شیرین دره بر پوشش و کاربری اراضی پایین دست حوزه آبخیز. فصلنامه پژوهش‌های محیط زیست، ۷(۱۴)، ۲۰۲-۱۹۱ .

پل، ماتر (۱۳۸۷). پردازش تصاویر ماهواره‌ای. محمد نجفی دیسفانی. تهران. انتشارات سمت

پیرستانی، محمدرضا و شفقتی، مهدی (۱۳۸۸). بررسی آثار زیست محیطی احداث سد. فصلنامه پژوهشی جغرافیای انسانی، ۱(۳)، ۳۹-۵۰

جوان، فرهاد؛ حسنی مقدم، حسن (۱۳۹۶). آشکارسازی میزان تخریب جنگل‌های هیرکانی با استفاده از تصاویر ماهوارهای و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (مورد مطالعه: شهرستان رضوانشهر). فصلنامه استرانژی راهبردی جنگل، ۲ (۵)، ۱۱-۱

عبداللهی، جلال؛ چراغی، سیدمحمدعلی؛ رحیمیان، محمدحسن (۱۳۹۶). مقایسه آثار زیست محیطی تغییر کاربری اراضی بر تغییر پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری و غیرشهری با به کارگیری سنجش از دور. فصلنامه محیط‌شناسی، ۳۴(۴۵): ۸۵-۹۶

فرجزاده، منوچهر و رستم‌زاده، هاشم (۱۳۸۶). ارزیابی اثر سدهای بزرگ در تغییر کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور وGIS. سد ستارخان اهر. فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۱(۱)، ۴۷-۶۶

متکیان، علی‌اکبر.؛ سعیدی. خاطره؛ شکیبا، علیرضا؛ حسینی اصل، امین (۱۳۸۹). ارزیابی تغییرات پوشش اراضی در ارتباط با سد طالقان با استفاده از تکنیک‌های سنجش ازدور. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۰(۱۳)، ۶۴-۴۵

محمدپور، مهدی؛ عبدی، ناصر؛ المدرسی، سیدعلی (۱۳۹۳). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و متریک‌های سیمای سرزمین: مطالعه موردی شهر ارومیه. نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی سنجش ازدور و GIS در آمایش سرزمین، (صص۱-۱۷). یزد: دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

هادیان، فاطمه.؛ جعفری، رضا؛ بشری، حسین؛ رمضانی، نفیسه (۱۳۹۲). بررسی آثار سد حنا بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی. مجله اکولوژی کاربردی، ۴ (۲)، ۱۱۳-۱۰۱.

10. Bazgeera, S ; Sharma, P.K ; Maheya, R.K.; Hundala, S.S. & Sood, A. (2008). Assessment of land use changes using remote sensing and GIS and their implications on climatic variability for Balachaur watershed in Punjab, India. Desert 12: 139–147.

11. Butt, A.; Shabbir, R.; Saeed Ahmad, S. & Aziz, N. 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 18: 251–259

12. Caruso, G.; Rounsevell, M.D.A. & Cojacarus, G. 2005. Exploring a spatiodynamic neighborhood-based model of residential behavior in the Brussels peri-urban area. Int. J. Geograph. Inf. Sci. 19: 103–123.

13. Dietzel, C.; Herold, M.; Hemphill, J.J. & Clarke, K.C. 2005. Spatialtemporal dynamics in Californias central Valley: empirical links to urban theory. Int. J. Geograph. Inf. Sci. 19: 175–195.

14. Gajbhiye, S. & Sharma, S.K. 2012. Land use and land cover change detection of Indra river watershed through remote sensing using multi-temporal satellite data. Int. J. Geomatics Geosci. 3: 89–96.

15. Hu, H.B.; Liu, H.Y.; Hao, J.F. & An, J. 2012. Analysis of land use change characteristics based on remote sensing and GIS in the Jiuxiang river watershed. Int. J. Smart Sens. Intell. Syst. 5: 811–823.

16. Lausch, A., Herzog, f. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators. Vol, 2. No, 1. Pp: 3-15.

17. Parker, D. & Meretsky, V. 2004. Measuring pattern outcomes in an agent-based model of edge-effect externalities using spatial metrics. Agric. Ecosyst. Environ. 101: 233–250.

18. Sun, B. & Zhou, Q. 2016. Expressing the spatio-temporal pattern of farmland change in arid lands using landscape metrics. Arid Environments. 124:118-127.

19. Stewart, T.J.; Janssen, R. & Van Herwijnen, M. 2004. A genetic algorithm approach to multiobjective land use planning. Comput. Oper. Res. 31: 2293–2313.

20. Ustine. S. L., 2004 , Remote Sensing for Natural Resource Management and Environmental Monitoring. 3rd Ed, Vol. 4,522p. John wiley & sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

21. Wang, X.; Yu, S. & Huang, G.H. 2004. Land allocation based on integrated GIS-optimization modeling at a watershed level. Landscape Urban Plann. 66: 61–74.

22. Xian, G., Homer, C., Fry, J., 2009. Updating the 2001 National Land Cover Data base land cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detection methods. Remote Sensing of Environment, 113: 1133–1147.

23. Zehtabian, Gh., & Tabatabai, M. R. 1999. The Study process of desertification using satellite images and Geographical Information System. Journal Desert, 4(2): 57-67.