

# گسترش بی‌رویه باغداری و چالش مدیریت منابع آبی در حوضه‌های بالادستی سدها

## مطالعه موردی: حوضه آبریز سد علویان

دکتر رسول قربانی<sup>۱</sup>، پوران کرباسی<sup>۲\*</sup>

### چکیده

اطلاعات پوشش اراضی، برای بسیاری از فعالیت‌های برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین دارای اهمیت است. امروزه تغییرات کاربری اراضی، یکی از عوامل مهم در تغییر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی در یک منطقه است. سدها به‌عنوان یکی از سازه‌های ذخیره آب، نقش بسزایی در این تغییرات دارند. حوضه بالادست سدها در طی سال‌ها با گسترش باغداری و ویلاسازی بی‌رویه، تداوم حیات و پایداری کشور را تهدید می‌کند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر احداث سد علویان بر تغییرات کاربری و پوشش اراضی در حوضه بالادست سد و گسترش بی‌رویه باغداری در فاصله زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ انجام شد. برای این منظور، ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای Landsat، بهترین ترکیب باندی انتخاب و نقشه کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم «ماشین بردار پشتیبان» طبقه‌بندی نظارت‌شده تهیه شد. صحت کاربری و ضریب کاپا برای تمامی نقشه‌ها به ترتیب بالاتر از ۰.۹۴٪ و ۰.۹۳٪ به‌دست‌آمد. نتایج نشان می‌دهد که در طی دوره ۲۶ ساله، مساحت باغات از ۱۳۷۵/۲۰ هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۲۶۷۰/۰۶ هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است و میزان مصرف آب برای این باغات براساس نرم‌افزار NETWAT نشانگر آن است که در حدود ۱۱۸۳۶۱۷۴/۲ مترمکعب در هکتار، هرساله مصرف آب در قسمت حوضه بالادست علویان افزایش می‌یابد. همچنین شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار نشان‌دهنده این است که در صورت نبود مدیریت، باغات از ۲۶۷۰/۰۶ هکتار در سال ۲۰۱۶، به ۳۰۴۱/۵۵ هکتار در سال ۲۰۲۱ خواهد رسید که افزایشی ۳۷۱/۴۹ هکتاری خواهد داشت. درنهایت برآورد این تغییرات، حاکی از آن است که اگرچه احداث سد و تغییر کاربری به‌سمت کشاورزی ممکن است به لحاظ اقتصادی سودمند باشد، ولی به‌دلیل کاهش مستمر ورودی آب به مخزن سد، باعث اضمحلال کارکرد آن در تأمین آب شرب، صنعتی و کشاورزی منطقه خواهد شد؛ از این‌رو مدیران ذی‌ربط باید ضمن حفظ تعادل بین نیازهای جامعه و ارجحیت‌ها، اثرات مخرب درازمدت سدها در حوضه بالادست‌ها را نیز مدنظر قرار دهند.

جغرافیا و توسعه، شماره ۵۷، زمستان ۱۳۹۸  
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۱  
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۵  
صفحات: ۲۳۲ - ۲۱۹



### واژه‌های کلیدی:

گسترش باغداری، تغییرات کاربری اراضی، تشدید کم‌آبی، حوضه آبریز سد علویان.

ابتدای نیمه دوم قرن بیستم از ترکیه آغاز شد  
(Zarfi et al, 2014: 162).

مطالعه و ساخت سازه‌های مهندسی مدرن در ایران از دهه ۱۳۳۰ آغاز شده است و از دهه ۱۳۷۰ ساخت سازه‌های آبی در ایران ابعاد گسترده‌تری پیدا کرد و تاکنون تعداد قابل توجهی از این سازه‌ها به بهره‌برداری رسیده است (کدیور، ۱۳۸۸: ۳۴). احداث سدها، تأثیرات بیولوژیکی، بهداشتی و اثرات اجتماعی و اقتصادی در محیط اطراف خود دارند (Duan et al, 2012: 127).

### مقدمه

کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و توزیع ناموزون بارش‌ها و جریان آب‌های سطحی، محدودیت‌های عمده‌ای را در استفاده از آب، این عنصر حیاتی به‌وجود آورده است؛ بنابراین مهار سیلاب‌ها و آب‌های جاری از طریق احداث سد، از کارهای اساسی و زیربنایی محسوب شده و برای نیل به خودکفایی اقتصادی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (رضایی، ۱۳۹۳: ۳). ساخت سدها به‌صورت مدرن از

۱- استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

Ghorbani.Rasoul@gmail.com

Poorankarbas@gmail.com

۱۹۸۸ تا ۱۹۹۲ افزایش یافته بود. در طول همین دوره‌ها، نواحی پایدار جنگل‌های متراکم نیز به جنگل‌های تخریب یافته تبدیل شده بود.

گراف<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) تأثیر سدهای بزرگ را در هیدرولوژی و ژئومورفولوژی پایین دست رودخانه‌ها در ایالت متحده آمریکا مورد بررسی قرار داده است. مقایسه جریان رودخانه‌ها در زمان‌های قبل و بعد از احداث سدها با روش IHA<sup>۳</sup> نشان می‌دهد که بسیاری از سدهای بزرگ، حداکثر جریان سالانه را تا ۶۷ و در بعضی موارد تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهند.

ژائو<sup>۴</sup> و همکارانش (۲۰۱۰)، تأثیرات ساخت و ساز سد بر تغییرات کاربری اراضی حوضه منوان، رودخانه لاتانگ، از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که کاربری اراضی در طول و پس از ساخت سد به شدت تغییر کرده است. جنگل‌های که بیش از ۷۹٫۷۰٪ کل مساحت را تشکیل می‌دادند، به زمین‌های زراعی و مزارع تبدیل شده‌اند. آیوجی<sup>۵</sup> و همکارانش (۲۰۱۷) به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات ساخت سد بر رودخانه مبا در نیجریه را با استفاده از روش‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه، تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه را با تخریب زمین و فرسایش در هر دو منطقه بالادست و پایین دست نشان می‌دهد که باید اقدام فوری برای احیای زمین‌های تخریب شده صورت گیرد. جعفری و هاشمی (۲۰۱۷) اثرات سد زاینده رود بر میزان بیابان‌زایی را با استفاده از دینامیک فضایی-زمانی کاربری از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج

علاوه بر این احداث سد، تأثیرات مختلفی را در اراضی بالادست و پایین دست آن ایجاد می‌کند که یکی از مهم‌ترین این تأثیرات، تغییرات پوشش اراضی به دنبال ایجاد سد است (Vanrampaey, 2002: 488). این تغییرات در مناطق مختلف به دلایل طبیعی یا انسانی صورت می‌گیرد و اثراتی را به دنبال دارد که نسبت به نوع اثرات، برخی از این تغییرات موجب برهم خوردن تعادل طبیعی منطقه می‌شود (Zhou, 2008: 483). بنابراین این عوامل سبب شده که اجرای سدسازی در برخی کشورها همچون آمریکا متوقف شود. به طور کلی، زمانی که در یک حوضه آبخیز با شبکه زهکشی و هیدروگرافی نسبتاً تکامل یافته، سد احداث می‌شود، سطح حوضه به دو دسته اراضی بالادست و پایین دست تقسیم می‌شود (طیبیان و همکاران، ۱۳۸۵: ۸۳). یکی از مهم‌ترین و محسوس‌ترین اثراتی که سدها بر طبیعت بالادست خود می‌گذارند، تغییر در نوع کاربری زمین‌ها است که تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی و تبدیل کشت‌های دیم به کشت آبی از جمله این تغییرات است (Iwuji et al, 2017: 2). این موارد باعث می‌شود که در پایین دست سدها، دسترسی به منابع آبی محدودتر شده و استفاده مفرط از آب‌های زیرزمینی موجب افت سطح آب و افزایش روند بیابان‌زایی در منطقه شود (رضائی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۲).

مطالعاتی در زمینه استفاده از سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه کاربری اراضی انجام شده است. از جمله آن‌ها در تحقیقی رای و شارما<sup>۱</sup> (۱۹۹۸)، تغییرات کاربری اراضی و خصوصیات هیدرولوژیکی آبخیزهای سیکما در هند را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد تغییرات کاربری اراضی از جنگل به اراضی کشاورزی ۱۱ درصد از سال

2-Graf

3-The Indicators of Hydrologic Alteration

4-ZHAO

5- Iwuji

1-Rai and Sharma

افزایش رواناب یا به عبارتی سیل خیزش در حوضه بر اثر تغییر کاربری است. تغییر کاربری زمین به صورت غیراصولی از مهم‌ترین معضلات کشور است، چراکه تغییر اکثر کاربری‌ها غالباً بدون برنامه اصولی و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست‌محیطی صورت می‌گیرد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۸). بهره‌برداری بی‌رویه، تغییر نادرست کاربری اراضی و دخالت بشر در عرصه‌های منابع طبیعی، باعث برهم خوردن تعادل اکولوژیک منطقه‌ای می‌شود (Han et al, 2017: 129). از مهم‌ترین این مشکلات، کاهش جریان ورودی آب به حوضه‌های پایین دست است.

عدم یکپارچگی مدیریت منابع آب، حوضه‌های آبریز کشور را تشدید کرده و باعث افزایش مناقشات و تنش‌های سیاسی و اجتماعی ناشی از رقابت بر سر مصرف آب و کسب سهم بیشتر از منابع آب حوضه، در بالادست و پایین دست حوضه‌های آبریز شده است؛ از جمله زمانی که در منطقه‌ای از حوضه‌های بالادست مدیریت آب وجود نداشته باشد، نمی‌توان انتظار داشت که در پایین دست با روش‌های علمی برای حل مشکلات تلاش کرد و این مسئله امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین لازم است خط‌مشی مشخصی برای برداشت و مصرف آب در مواقع خشک‌سالی و کمبود آب در حوضه‌های بالادست و محدوده‌های مطالعاتی، برنامه‌ریزی شده و مورد اجرا گذاشته شود. با توجه به ارتباط هیدرولوژیک بالادست و پایین دست حوضه آبریز و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها از یکدیگر، محدود بودن بارش‌ها و ظرفیت پایین منابع آب در اغلب مناطق کشور، توزیع ناهمگون مراکز جمعیتی و صنعتی در سطح حوضه‌های آبریز و مصارف روبه‌رشد آن‌ها، مصارف بی‌ضابطه کشاورزی، صنعتی، شهری و آبی‌پروری و توسعه آن‌ها در دهه‌های اخیر بدون توجه به اصل اقتصادی مزیت

نشان می‌دهد که اراضی شور تا ۵۷۳۰۲ هکتار افزایش یافته، در حالی که زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل توجهی در این منطقه (۲۸،۲۷۵،۵۸ هکتار) کاهش یافته است. همچنین دمای متوسط به‌میزان ۵،۰۳ درجه سانتی‌گراد، دمای حداقل به‌میزان ۵،۶۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. علت اصلی این تغییرات شدید، عمدتاً خشک شدن رودخانه زاینده‌رود به دلیل ساخت سد و اختصاص آب به بخش‌های صنعتی است. عباسیان (۱۳۸۷)، تأثیر عناصر هیدرواقليمی را بر نوسانات دریاچه ارومیه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی قرار داده است. نتایج حاکی از آن است که رابطه معنی‌داری بین تغییرات عناصر هیدرواقليمی وجود دارد که این نوسانات در دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۷۰ برقرار است و بیشترین تغییرات به دلیل کاهش ارتفاع آب دریاچه به‌ویژه در سواحل جنوب شرق و شرقی آن اتفاق افتاده است. هادیان و همکارانش (۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر احداث سد حنا بر پوشش اراضی با استفاده از تصاویر لندست پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که حدود ۷۰۴ هکتار از مراتع و باغات در اثر احداث سد حنا تخریب شده‌اند و زمین‌های آبی در سال‌های شروع آبیگری سد افزایش یافته‌اند، ولی در سال ۲۰۱۱ سطح آن‌ها نسبت به ۱۹۹۸ کاهش یافته است. یاراحمدی و همکارانش (۱۳۹۱)، تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلاب‌ها در حوضه صوفی‌چای را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات کاربری منطقه به‌صورت تغییر در الگوی کشت و تبدیل کاربری اراضی در جهت مثبت آن بوده است. رضایی‌مقدم و همکارانش (۱۳۹۳)، به بررسی اثر تغییرات به‌وجودآمده در کاربری و پوشش اراضی حوضه آبریز سد علویان بر روی سیل‌خیزی حوضه و دبی رواناب پرداختند. نتایج پژوهش نشان از

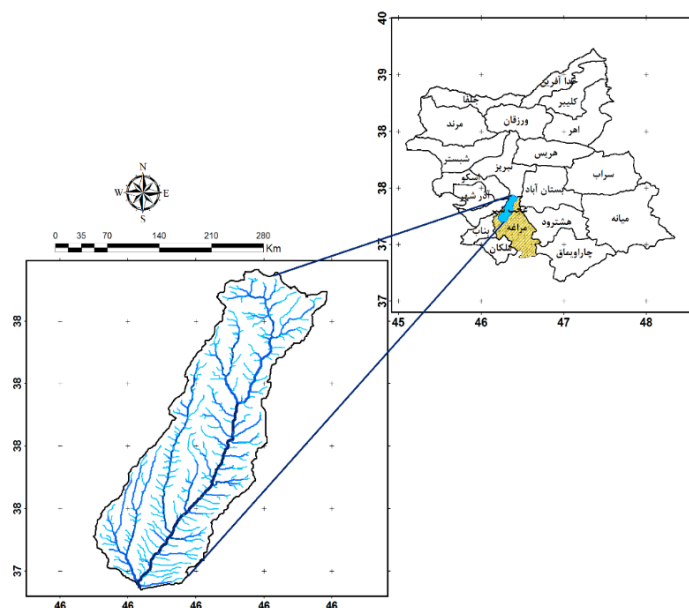
نه تنها سهم اکولوژیک پایین دست را کاهش می دهد، بلکه تهدیدی برای آب شرب و صنعتی در آینده نیز است.

### مواد و روش ها

سد علویان در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، بر روی رودخانه صوفی چای در ۳/۵ کیلومتری شمال غربی شهر مراغه و در نزدیکی روستای علویان احداث شده است. از اهداف اصلی سد مزبور، تأمین آب مورد نیاز کشاورزی در محدوده شهرستان مراغه و بناب، تأمین بخشی از آب شرب شهرستان مراغه، تأمین آب مورد نیاز صنایع منطقه و همچنین مهار کردن سیلاب رود صوفی چای است. عملیات احداث این سد در سال ۱۳۷۴ به اتمام رسیده است. ظرفیت گنجایش آن ۶۰ میلیون مترمکعب است. محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، حوضه بالادست سد علویان در حدود ۳۱۶ کیلومتر مربع است (مهندسین مشاور آشناب، ۱۳۷۶).

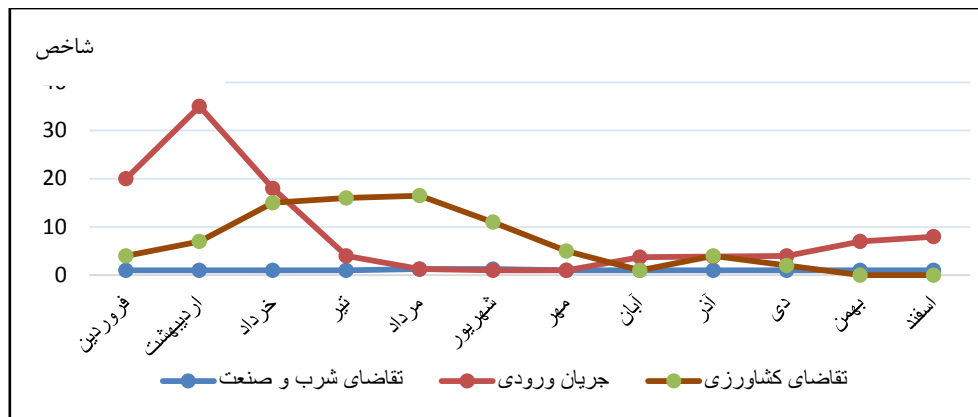
نسبی فعالیتها از منابع آب سطحی و عدم تمرکز بر مدیریت منابع آب و مسائل آن، مدیریت منابع آب در ایران را با چالش های جدی مواجه کرده است (یاسی، ۱۳۹۶: ۶۲). توسعه زمین های کشاورزی در بالادست حوضه ها و برداشت مصرف بی رویه آب باعث کاهش جریان های آب های سطحی و زیر سطحی به سمت دریاچه ارومیه شده است.

سه اقدام و تغییر اساسی در قالب اصلاح ساختار مدیریت منابع آب کشور، تغییر اساسی در نحوه توزیع آب کشاورزی و برنامه ریزی کلان برای تولید محصول بر اساس مقدار آب قابل برنامه ریزی، برای برون رفت از بحران کنونی منابع آب در کشور لازم و ضروری است و سایر برنامه ها و راهکارها همچون ارزش گذاری واقعی آب، نحوه حمایت از تولیدکنندگان و... باید در قالب این تغییرات بنیادی انجام شوند. هدف از مطالعه حاضر، بررسی گسترش باغداری و تغییرات کاربری اراضی در حوضه بالادست علویان و کاهش میزان آب سد است. گسترش بی رویه برداشت آب در بالادست،



شکل ۱: نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۲: متوسط جریان ورودی ماهانه و توزیع نیاز بخش کشاورزی و شرب و صنعت

در مقیاس ماهانه در مخزن سد علویان و دوره آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

در این روش با استفاده از همه باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی، نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به دست می‌آید و با استفاده از آن‌ها یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود (Huang et al, 2009: 401). در این روش برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم، از روش حاشیه بهینه استفاده می‌شود (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۴: ۳۹). اگر بخواهیم مرز تصمیم‌گیری را به‌طور موازی توسط دو خط از دو طرف گسترش دهیم تا از بین نزدیک‌ترین نمونه‌های دو کلاس بگذرد، مرز تصمیم‌گیری بهینه<sup>۲</sup> به وجود می‌آید که مرزی است که بیشترین فاصله، بین نمونه‌های دو کلاس وجود دارد. آن دو خط موازی را مرز حاشیه‌ای<sup>۳</sup> می‌نامیم (Richards, 2013: 494).

رابطه ۱:  $\text{forclass1pixels } wT x + WN+1 = -1$

### ارزیابی دقت طبقه‌بندی

برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است (Sk et al, 2016: 95).

ابزارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر عبارت‌اند از: تصاویر ماهواره‌ای لندست ۴ و ۷ (TM و ETM) و لندست ۸ (OLI & TIRS) به ترتیب، ۲۰ آگوست ۱۹۹۰، ۳۱ آگوست ۲۰۰۰، ۱۱ آگوست ۲۰۱۶ که در نرم‌افزار ENVI، تصحیح و طبقه‌بندی شدند. در ادامه، داده‌ها برای مدل‌سازی به نرم‌افزار IDRISI منتقل شد و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۲۱ با استفاده از زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف انجام گرفت و در نهایت نرم‌افزار ARC GIS برای برداشت مساحت کاربری‌های مورد نظر استفاده شد.

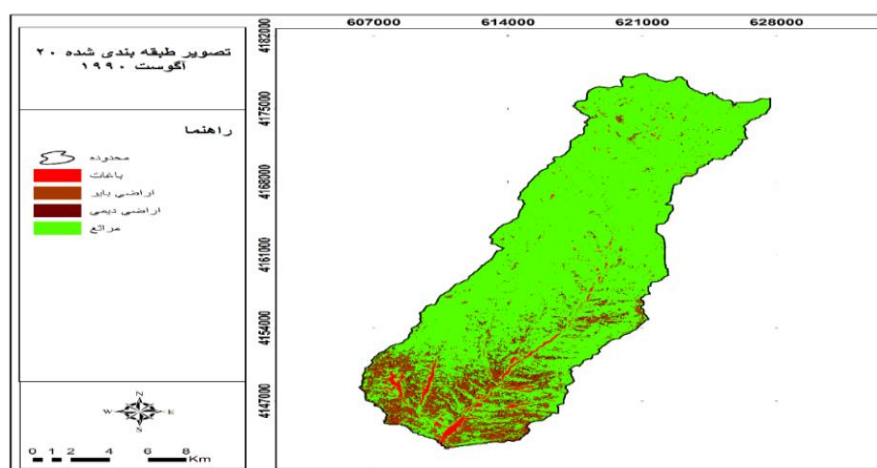
**روش ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine)**  
یکی از روش‌هایی که در حال حاضر به صورت گسترده و کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش ماشین بردار پشتیبان برای حل مسئله طبقه‌بندی، اولین بار توسط Vapnik ارائه شد و توانست با کاهش خطای تجربی و جلوگیری از بیش‌برازش<sup>۱</sup> به کارایی عمومی دست پیدا کند (Vapnik, 1995:145). یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت شده است (Samardzic et al, 2015:116).

آمارهای شدت طیفی و الگوهای هر کدام از کلاس‌ها استخراج شد. سپس به طبقه‌بندی تصاویر به صورت نظارت‌شده و با روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان اقدام شد. انتخاب نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز برای طبقه‌بندی کلاس‌های مختلف در منطقه با شناخت از منطقه و با استفاده از اطلاعات جنبی و استفاده از تصویر رنگی مرکب ۴، ۳، ۲ (RGB) انجام شد. انتخاب این تصویر رنگی مرکب فقط در جهت شناسایی کلاس‌های مورد نظر و انتخاب بهترین نمونه‌های تعلیمی بوده است. برای این منظور، در منطقه مورد مطالعه، به فراخور سهم هر طبقه، تعداد مناسبی نمونه تعلیمی به طور تصادفی با استفاده از بررسی‌های میدانی، تصاویر گوگل ارث و تصاویر رنگی مرکب انتخاب شدند. بدین ترتیب نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ به دست آمد.

معمول‌ترین عامل‌های برآورد دقت شامل، دقت کل<sup>۱</sup>، دقت تولیدکننده<sup>۲</sup>، دقت کاربر<sup>۳</sup> و ضریب کاپا<sup>۴</sup> هستند (Lu et al, 2004: 375). دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه  $OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii}$  به دست می‌آید (Xie, 2006: 29). به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. شاخص کاپا از رابطه  $Kappa = \frac{Po - Pc}{1 - Pc} * 10$  محاسبه می‌شود (یاد و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶: ۶۳۲).

### نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه کاربری اراضی

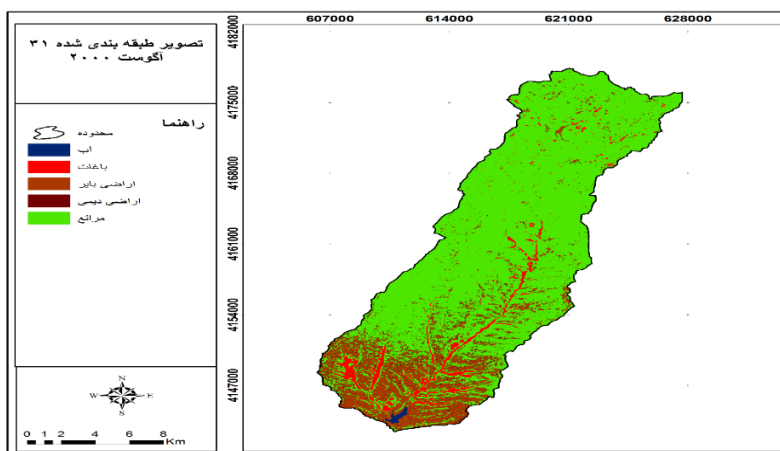
به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، کلاس‌های کاربری اراضی در پنج گروه تحت عنوان کلاس کاربری باغات، مراتع، آب، اراضی بایر و اراضی دیمی از سطح منطقه جمع‌آوری شد. ویژگی‌های تصاویر نظیر



شکل ۳: نقشه کاربری اراضی حوضه بالادست علویان در سال ۱۹۹۰

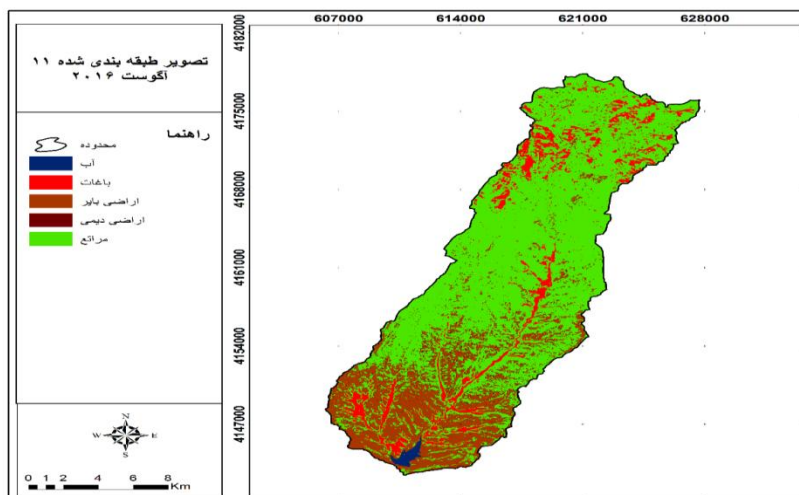
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

- 1-Overall accuracy
- 2-Producer's accuracy
- 3-User's accuracy
- 4-Kappa coefficient



شکل ۴: نقشه کاربری اراضی حوضه بالادست علویان در سال ۲۰۰۰

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۵: نقشه کاربری اراضی حوضه بالادست علویان در سال ۲۰۱۶

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

استفاده شده‌است. ماتریس خطاها، در جدول زیر نشان داده شده‌است.

به منظور بررسی دقت طبقه‌بندی، ابتدا ماتریس خطاها را تشکیل داده، سپس از دو شاخص دقت کل (overall accuracy) و ضریب کاپا (kappa coefficient)

جدول ۱: ضریب کاپا و دقت کل تصاویر

دقت کل	ضریب کاپا	تصاویر
۰/۹۸۱۱	۰/۹۶۴۶	۱۹۹۰
۰/۹۴۶۶	۰/۹۳۹۶	۲۰۰۰
۰/۹۷۸۹	۰/۹۶۳۲	۲۰۱۶

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

نشان‌دهنده میزان تغییرات کاربری و پوشش در کلاس‌های مختلف هستند.

در جدول ۲، کلاس‌های کاربری و پوشش مربوط به تصویر سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ دیده می‌شود که

جدول ۲: تغییرات کاربری در حوضه بالادست حوضه علویان در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۶ (به هکتار)

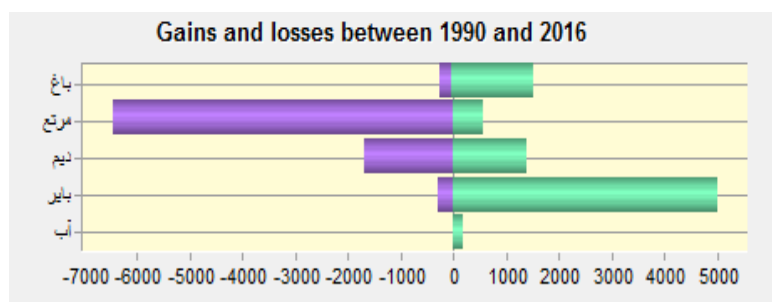
کاربری اراضی	سال ۱۹۹۰	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۱۶	جمع
آب	-	۱۳۶/۸۳	۱۸۴/۵۸	
باغات	۱۳۷۵/۲۰	۱۴۰۹/۳۲	۲۶۷۰/۰۶	
اراضی بایر	۱۸۳۰/۷۱	۴۰۷۵/۱۴	۶۶۰۰/۱۴	۳۱۶۱۸/۹۱
اراضی دیمی	۱۶۱۱/۰۰۴	۹۹۳/۲۱	۱۲۸۶/۶۸	
مراتع	۲۶۸۰/۱/۹۴	۲۵۰۰/۳/۶۰	۲۰۸۷۷/۴۵	

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

### آنالیز تغییرات

داده شده‌است. شکل ۶ تغییرات طبقات کاربری اراضی بین بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد.

طی فرایند آنالیز تغییرات در مدل مذکور، تجزیه و تحلیل تغییرات محاسبه و تغییرات با نمودار نشان



شکل ۶: تغییرات کلاس‌های کاربری اراضی به هکتار

تهیه و ترسیم: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

حدود ۱۶۸۰ هکتار کاهش و ۱۳۸۳ هکتار افزایش و در نهایت اراضی مرتعی ۶۴۵۷ هکتار کاهش و ۵۴۹ هکتار افزایش داشته‌اند.

با توجه به شکل شماره ۶، باغات بین بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶ حدود ۱۲۶ هکتار کاهش و حدود ۱۵۴۶ هکتار افزایش، اراضی بایر حدود ۲۸۶ هکتار کاهش و ۵۰۱۳ هکتار افزایش، اراضی دیمی

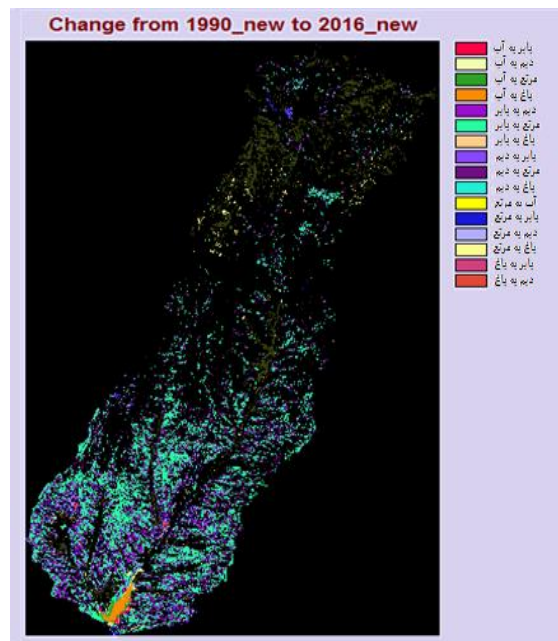
جدول ۳: تغییرات کلاس‌های کاربری اراضی به کلاس دیگر از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ (به هکتار)

به	آب	بایر	دیم	مراتع	باغ
آب	۰	۰	۰	۰	۰
بایر	۲۵	۰	۰	۰	۱۱
دیم	۷	۵۶۳	۰	۰	۱۷
مراتع	۴۷	۳۳۹۴	۱۱۰۳	۰	۱۳۷۰
باغات	۱۰۴	۰	۰	۰	۰

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

قسمت از اراضی ارتفاع کمتری نسبت به اراضی بالاتر دارد، به گونه‌ای که ارتفاع در قسمت‌های بالاتر ۳۴۱۴ متر و در قسمت‌های پایین‌تر ۱۴۹۷ متر است.

بیشترین تغییرات کاربری اراضی در قسمت پایین حوضه موردنظر به دلیل دسترسی نزدیک به شهر و تراکم جمعیت در این مناطق است. همچنین این



شکل ۷: نقشه تغییرات کلاس‌های کاربری اراضی به کلاس دیگر از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ تهیه و ترسیم: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

مطالعه بیانگر آن است که وجود منبع آب دائمی در منطقه ابتدا باعث شخم‌زدن مناطق مرتعی و تبدیل آن‌ها به اراضی دیمی شده، ولی پس از چند سال، با کاهش ذخیره آب سد در اثر خشک‌سالی -مانند برخی از سال‌های اخیر (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷)- و نیز کاهش حجم آب مخزن (به دلیل تجمع رسوب در مخزن و تبخیر آب)، بسیاری از زمین‌های کشت‌شده به زمین‌های رهاشده و اراضی بایر تبدیل شدند.

#### شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با مدل زنجیره مارکوف

در روش زنجیره مارکوف، تصاویر ماهواره‌ای پوشش زمین براساس ماتریس احتمال تغییرات تجزیه و تحلیل می‌شود. روش زنجیره مارکوف، تصاویر پهنه‌بندی کاربری اراضی را تحلیل و یک خروجی به شکل

براساس نتایج به دست آمده از جدول ۳، در حدود ۱۲۹۴/۸۶ هکتار باغ از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ در محدوده افزایش یافته است که میزان مصرف آب برای این باغات براساس نرم‌افزار Netwat نشان می‌دهد که در حدود ۱۱۸۳۶۱۷۴/۲ مترمکعب در هکتار در سال مصرف آب در قسمت حوضه بالادست علویان افزایش یافته است. همچنین شاهد کاهش اراضی دیمی در حدود ۳۲۴/۳۶ هکتار و مراتع در حدود ۵۹۲۴/۴۹ هکتار هستیم. اراضی بایر در حدود ۴۷۶۹/۴۳ هکتار در این حوضه افزایش یافته است. دلیل این افزایش، آبیگری مخزن سد علویان و از بین رفتن اراضی و باغات تحت اشغال مخزن سد است. همچنین در طی سال‌های اخیر، کاهش میزان بارش باعث تقلیل سطح پوشش اراضی مرتعی شده است. در نهایت نتایج این

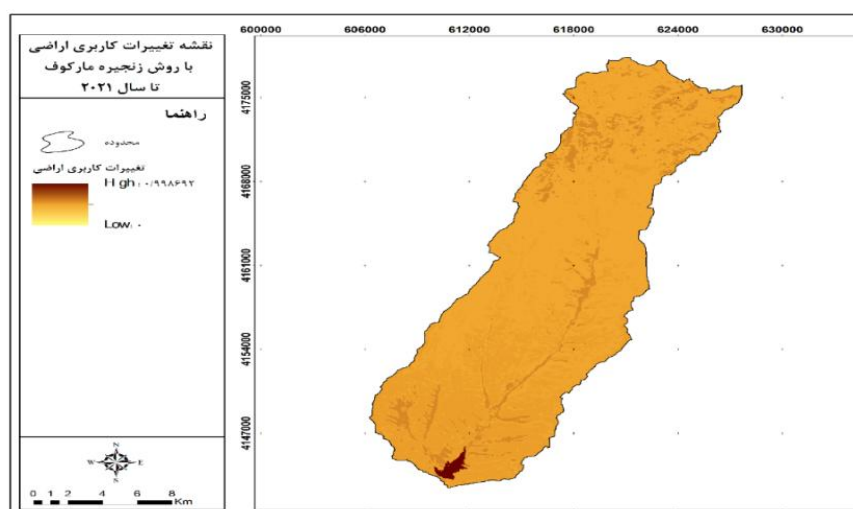
کاربری سال ۱۹۹۰ به عنوان نقشه پایه و سال ۲۰۱۶ به عنوان نقشه پیرو برای پیش بینی تغییرات تا سال ۲۰۲۱ به کار گرفته شد. با توجه به نتایج ماتریس احتمالاتی زنجیره مارکوف (جدول ۴)، می توان گفت که احتمال تغییر کاربری ها به کاربری باغ در سال ۲۰۲۱، ۸۶/۳۹ است که بیشترین احتمال تغییر در بین کاربری هاست.

ماتریس احتمالی تغییرات و یک تصویر خروجی از ماتریس احتمالی تغییرات برای سال افق ارائه می کند (Ahadnejad, 2010: 551). ماتریس احتمال تغییر، احتمال تغییر هر کلاس از کاربری اراضی طبقه بندی شده را به کاربری دیگر نشان می دهد. در پژوهش حاضر نیز برای مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف، نقشه

جدول ۴: احتمال تغییر کاربری ها تا افق ۲۰۲۱ با استفاده از مدل زنجیره مارکوف

کاربری	آب	اراضی بایر	اراضی دیمی	مراغ	باغات
آب	۰,۱۳	۰,۰۰	۰,۰۰	۷۸,۶۲	۰,۰۰
اراضی بایر	۰,۰۳	۸۴,۶۹	۶,۷۹	۴,۲۸	۰,۳۱
اراضی دیمی	۰۰ .۰	۸۴,۷۸	۸,۷۳	۶,۴۹	۰,۰۰
مراغ	۰,۰۰	۰,۹۳	۱۱,۷۳	۸۳,۴۰	۳,۹۵
باغات	۰,۰۰	۰,۷۶	۰,۰۰	۰,۰۰	۸۶,۳۹

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶



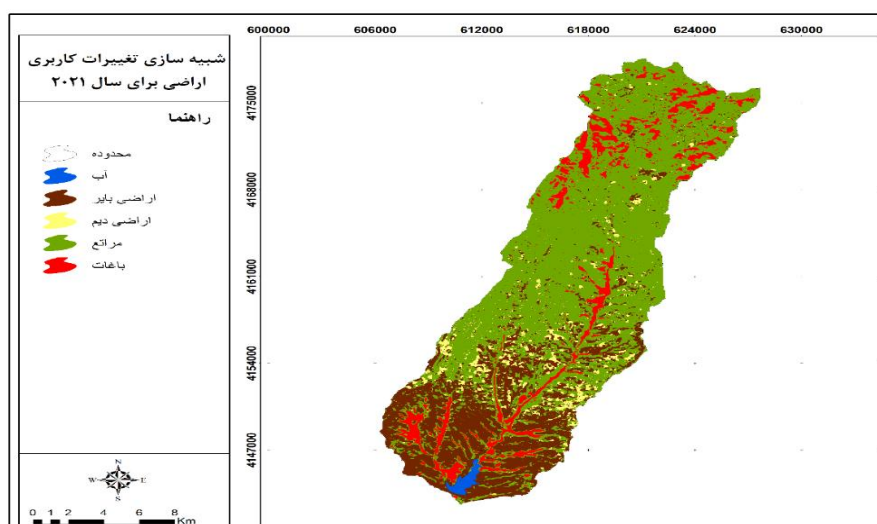
شکل ۸: نقشه پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با روش زنجیره مارکوف، سال ۲۰۱۶-۲۰۲۱

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

شد که نتایج آن در جدول ۵ و شکل ۹ ارائه شده‌است. نتایج پیش‌بینی تغییرات با استفاده از روش سلول‌های خودکار نشان می‌دهد که تغییرات در باغات از ۲۶۷۰/۰۶ هکتار در سال ۲۰۱۶ به ۳۰۴۱/۵۵ هکتار در سال ۲۰۲۱ خواهد رسید که افزایشی ۳۷۱/۴۹ هکتاری خواهد داشت، همچنین آب از ۱۸۴/۵۸ به ۲۰۹/۷۵ هکتار، اراضی بایر از ۶۶۰/۱۴ به ۷۳۱۹/۶۹ هکتار، اراضی دیمی از ۱۲۸۶/۶۸ به ۱۴۰۵/۹۹ هکتار و مراتع از ۲۰۸۷۷/۴۵ به ۱۹۶۴۱/۹۳ هکتار در سال ۲۰۲۱ خواهد رسید.

### مدل ترکیب زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار

در پژوهش حاضر برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی حوضه بالادست علویان با استفاده از مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف برای افق ۲۰۲۱، ابتدا با استفاده از روش زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶ به‌عنوان ورودی مدل انتخاب شد و ۵ سال برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۲۰۲۱ مدنظر قرار گرفت تا ماتریس احتمال تغییرات کاربری‌ها حاصل شود. در ادامه، نتایج حاصل از روش زنجیره مارکوف به‌عنوان داده‌های ورودی برای انجام روش سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف به‌کار گرفته



شکل ۹: نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش ترکیب زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار، سال ۲۰۱۶-۲۰۲۱  
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

جدول ۵: پیش‌بینی سهم کاربری اراضی حوضه بالادست علویان برای سال ۲۰۲۱

کاربری اراضی	سال ۲۰۲۱	درصد	جمع
آب	۲۰۹/۷۵	۰/۶۶	۳۱۶۱۸/۹۱
باغات	۳۰۴۱/۵۵	۹/۶۲	
اراضی بایر	۷۳۱۹/۶۹	۲۳/۱۵	
اراضی دیمی	۱۴۰۵/۹۹	۴/۴۵	
مراتع	۱۹۶۴۱/۹۳	۶۲/۱۲	

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

## نتیجه

کمبود آب در کشور از یک سو و گسترش بی برنامه باغات و ویلاسازی در سرشاخه‌های رودخانه‌ای از سوی دیگر، مسئله‌ای است که توسعه پایدار را در مناطق زیستی با تهدید جدی مواجه ساخته است. در این راستا، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یکی از ابزارهای مهم در مدیریت فضاهای شهری منطقه‌ای در سال‌های اخیر مورد توجه جدی قرار گرفته است که رشد و تحولات منطقه‌ای از جمله نتایج آن‌ها است. تجزیه و تحلیل نتایج بیانگر این است که تغییرات قابل توجهی در گروه کلاس‌های مختلف کاربری اراضی در سال‌های اخیر در حوضه بالادست علویان صورت گرفته است. این مسئله بر اساس مشاهدات میدانی به عمل آمده قابل درک بوده و به صورت کمی نیز میزان این تغییرات از طریق تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه در این تحقیق محاسبه شده است. از مهم‌ترین تغییرات کاربری اراضی، گسترش باغداری است که در حدود ۱۲۹۴/۸۶ هکتار باغ افزایش یافته است و باعث کاهش میزان آب ورودی به سد و کاهش جریان رودخانه‌ها شده است. این گسترش بی‌رویه برداشت آب در بالادست، نه تنها سهم اکولوژیک پایین دست را کاهش می‌دهد، بلکه گسترش کشت آبی در بالادست و پیرامون سد موجب نادیده گرفته شدن حق‌آبه اراضی کشاورزی و باغات پایین دست شده است. ادامه این روند می‌تواند تأثیر جبران‌ناپذیری بر ذخیره آبی سد در سال‌های آتی برجای بگذارد که این روند کاهشی جریان رودخانه‌ها می‌تواند تهدید بزرگی برای دریاچه ارومیه باشد؛ از جمله اینکه متناسب با آن، سطح آب دریاچه ارومیه نیز کاهش خواهد یافت. دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه دائمی کشور و دومین دریاچه

آب‌شور در جهان است که در طی چند سال اخیر آب این دریاچه به شدت کاهش یافته است. با توجه به اینکه این دریاچه مقصد نهایی مجموعه‌ای از رودخانه‌های شمال غرب کشور است، کاهش دبی ورودی به این دریاچه سهم عمده‌ای را در کاهش سطح آب دریاچه خواهد داشت. همچنین زیرحوضه صوفی‌چای که در جنوب شرق دریاچه ارومیه قرار دارد و سد علویان بر روی این حوضه مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. مدیریت نکردن منابع آبی باعث کاهش جریان ورودی آب به دریاچه می‌شود؛ بنابراین گسترش باغداری در حوضه بالادست علویان و افزایش مصارف کشاورزی بر تراز آب دریاچه ارومیه تأثیرگذار است. بدون شک می‌توان گفت که سد علویان اگرچه در مهار سیلاب‌های عظیم و ویرانگر مؤثر بوده است، اما بررسی تغییرات وضعیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی در قبل و بعد از احداث سد علویان نشانگر آن است که به جای اینکه مخزن به عنوان محل ذخیره و استفاده بهینه از آب باشد، بهره‌برداری بی‌رویه در حوضه بالادست موجبات اتلاف منابع آبی را در منطقه ایجاد کرده است. ادامه روند مذکور در آینده‌ای نه‌چندان دور، بحران آب در این حوضه را جدی‌تر خواهد کرد؛ بنابراین با توجه به نقش بی‌بدیل آب به عنوان یک عنصر حیاتی در توسعه اقتصادی کشور، کنترل و استفاده بهینه از منابع آب موجود، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. از آنجایی که ایجاد تأسیسات آبی هزینه‌های هنگفتی را می‌طلبد، بی‌توجهی به مقوله بهره‌برداری مناسب نه تنها سود پیش‌بینی شده حاصل از ایجاد تأسیسات را تأمین نمی‌کند، بلکه در مقیاس کلی باعث هدررفت سرمایه‌های اولیه و تخریب‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود.

## منابع

- یاراحمدی، جمشید؛ محمدرضا نیک‌جو (۱۳۹۱). بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلاب‌ها در حوضه صوفی‌چای، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی. شماره ۳۹. صفحات ۱۶۹-۱۵۱.
- طیبیان، منوچهر؛ محمدجواد دادراست (۱۳۸۵). پایش تغییرات کاربری اراضی در زیرحوضه دروغ‌زن فارس با استفاده از RS/GIS. مجله محیط‌شناسی. شماره ۲۹. صفحات ۹۱-۷۹.
- یاسی، مهدی (۱۳۹۶). مدیریت رودخانه‌ها و سدها در تأمین و هدایت آب‌ها دریاچه ارومیه، پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۲، ۱. صفحات ۷۶-۵۹.
- کدیور، علی‌اصغر (۱۳۸۸). بررسی و تحلیل اثرات ساخت سدها در حوضه رودخانه‌ها، مطالعه موردی: سدهای کارده و بیدواز در خراسان رضوی و شمالی، رساله دکتری برنامه‌ریزی روستایی. دانشکده علوم انسانی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- کشاورز، احمد؛ حسن قاسمیان (۱۳۸۴). یک الگوریتم سریع مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی تصاویر ابرطیفی با استفاده از همبستگی مکانی، نشریه مهندسی برق و کامپیوتر ایران. شماره ۱. صفحات ۴۴-۳۷.
- عباسیان، شیرزاد (۱۳۸۷). بررسی تأثیر عناصر هیدرواقليمی بر نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش‌ازدور، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- Ahadnejad, M, Rabet, A (2010). Evaluation and forecast of Haman Impacts Based on Land use Changes Using Multi Temporal Satellite Imagery and GIS: A Case Study on Zanjan, Iran (1984-2009). Proceedings of the Joint International Conference on Theory, Data Handling and Vodelling in Geo Spatial Information Science, Hong Kong.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E., Moran, E (2004). Change detection techniques. INT. J. Remote Sensing, 20 June, 25(12), 365-407.
- بنیاد امیر، اسلام؛ طه حاجی‌قادری (۱۳۸۶). تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ۷، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۱۱. صفحات ۶۳۸-۶۲۷.
- رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ صغری اندریانی؛ فرهاد الاماس‌پور؛ خلیل ولیزاده؛ ابوالفضل مختاری (۱۳۹۳). بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی سیل‌خیزی و دبی رواناب علویان، مجله هیدروژئومورفولوژی. شماره ۱. صفحات ۵۷-۴۱.
- رضایی، رضا (۱۳۹۳). اثرات اقتصادی و اجتماعی احداث سد بر روستاهای بالادست (سد معشوره در استان لرستان)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی. دانشگاه رازی.
- مضان، نفیسه؛ رضا جعفری؛ اسماعیل ایزانلو (۱۳۹۰). بررسی تغییرات کاربری اراضی اسفراین خراسان شمالی در ۴ دهه گذشته، مجله سنجش‌ازدور و GIS ایران. سال سوم. شماره ۲. صفحات ۳۸-۱۹.
- غلامی، شعبانعلی؛ محمود حبیب‌نژاد؛ مصطفی نوری (۱۳۹۴). بررسی تأثیر افزایش جمعیت بر میزان تغییر کاربری اراضی (مطالعه موردی حوضه آبخیز واز شهرستان نور)، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، شماره ۱ و ۲، صفحات ۵۶-۳۷.
- مهندسین مشاور آبان‌دیشان آذر (۱۳۸۵) گزارش مطالعات حوضه علویان، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی.
- مهندسین مشاور آشناب (۱۳۷۶). گزارش هیدرولوژیکی حوضه.
- هادیان، فاطمه؛ رضا جعفری؛ حسین بشری؛ نفیسه رضایی (۱۳۹۲). بررسی آثار سد حنا بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی، مجله اکولوژی کاربردی. شماره ۴. صفحات ۱۱۳-۱۰۱.

- Rai, S.C., Sharma, E (1998). Comparative Assessment of Runoff characteristic under different land use pattern within a Himalaya watershed. *Journal of Hydrological Processes* 13(12), 2235-2248.
- Richards, J. A (2013). Remote sensing digital image analysis. Fifth edition. Springer Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Van Rampaey, A. J., Govers, G., .Puttemans, C. (2002). Modeling land use changes and their impact on soil erosion and sediment supply to rivers, earth surface processes and landform, 27(5), 481-494.
- Vapinc, V.N (1995). The nature of statistical learning Theory (New York: Spring Verlag).
- Zarfi, CH., Lumsdon, A., Berlekamp, J. Tydecks, L (2014). A Global Boom in Hydropower dam Construction, *Aquatic Sciences*, 77(1), 161-170.
- Duan, H., Ma. R., Hu, CH (2012). Evaluation of remote sensing algorithms for cyanobacterial pigment retrievals during spring bloom formation in several lakes of East China, *Remote Sensing of Environment*, 13, 126-135.
- Iwuji, M., Iheanyichukwu, C, Njoku, J., Okpiliya, F (2017). Assessment of Land Use Changes and Impacts of Dam Construction on the Mbaa River, Ikeduru, Nigeria, *Journal of Geography, Environment & Earth Science International*, 13(1), 1-10.
- Jafari, R., Hasheminasab, S (2017). Assessing the effects of dam building on land degradation in central Iran with Landsat LST and LULC time series, *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(2), 124-138.
- Zhao, Q., Liu, SH., Dong, SH (2010). Effect of Dam Construction on Spatial-Temporal Change of Land Use: A Case Study of Manwan, Lancang River, Yunnan, China, *Procedia Environmental Sciences*, 2, 852-858.