گسترش بی‌رویهٔ باغداری و چالش مدیریت منابع آبی در حوضه‌های بالادستی سدها
مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبریز سد علویان

دکتر رسول قربانی[1]، پوران کرباسی[2*]

جغرافیاوتوسعه، شماره۵۷، زمستان۱۳۹۸
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۵
صفحات: ۲۳۲- ۲۱۹

واژه‌های کلیدی:
گسترش‌باغداری،تغییرات‌کاربری‌اراضی، تشدید کم‌آبی، حوضهٔ آبریز سدعلویان.

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 تنوعِ زیستی و خدمات اکوسیستمی در یک منطقه است. سدها به‌عنوان یکی از سازه‌های ذخیرهٔ آب، نقش بسزایی در این تغییرات دارند. حوضهٔ 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 حوضهٔ بالادست سد و گسترش بی‌رویهٔ باغداری در فاصلهٔ زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ انجام شد. برای این منظور، ابتدا از تصاویر ماهواره‌ای Landsat، بهترین ترکیب باندی انتخاب و نقشهٔ کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم «ماشینِ بردارِ پشتیبان» طبقه‌بندی نظارت‌شده تهیه شد. صحت کاربری و ضریب کاپا برای تمامی نقشه‌ها به‌ترتیب بالاتر از ۹۴٪ و ۹۳٪ به‌دست‌آمد. نتایج نشان می‌دهد که در طی دورهٔ ۲۶ساله، 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 حوضهٔ بالادست علویان افزایش می‌یابد. همچنین شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف و سلول‌های خودکار نشان‌دهندهٔ این است که درصورت 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 شُرب، صنعتی و کشاورزی منطقه خواهد شد؛ ازاین‌رو مدیران ذی‌ربط باید ضمن حفظ تعادل بین نیازهای جامعه و ارجحیت‌ها، اثرات مخرّب درازمدت سدها در حوضهٔ بالادست‌ها را نیز مدنظر قرار دهند.

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 ازطریق احداث سد، از کارهای اساسی و زیربنایی محسوب شده و برای نیل به خودکفاییِ اقتصادی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است *(رضایی، ۱۳۹۳: ۳)*. ساخت سدها به‌صورت مدرن از ابتدای نیمهٔ دوم قرن بیستم از ترکیه آغاز شد *(Zarfi et al, 2014: 162)*.

مطالعه و ساخت سازه‌های مهندسی مدرن در ایران از دههٔ ۱۳۳۰ آغاز شده‌است و از دههٔ ۱۳۷۰ ساخت سازه‌های آبی در ایران ابعاد گسترده‌تری پیدا کرد و تاکنون تعداد قابل‌توجهی 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)*.

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
Poorankarbasi@gmail.com

علاوه‌براین احداث سد، تأثیرات مختلفی را در اراضی بالادست و پایین‌دست آن ایجاد می‌کند که یکی از مهم‌ترینِ این تأثیرات، تغییرات پوشش اراضی به‌دنبال ایجاد سد است *(Vanrampaey, 2002: 488)*. این تغییرات در مناطق مختلف به‌دلایل طبیعی یا انسانی صورت می‌گیرد و اثراتی را به‌دنبال دارد که نسبت‌به 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. به‌طورکلی، زمانی که در یک حوضهٔ آبخیز با شبکهٔ زهکشی و هیدروگرافیِ نسبتاً تکامل‌یافته، سد احداث می‌شود، سطح حوضه به‌دو دستهٔ اراضی بالادست و پایین‌دست تقسیم می‌شود *(طبیبیان 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 ازجملهٔ این تغییرات است *(Iwuji et al, 2017: 2)*. این موارد باعث می‌شود که در پایین‌دست سدها، دسترسی به منابع آبی محدودتر شده و استفادهٔ مفرط از آب‌های زیرزمینی موجب افت سطح آب و افزایش روند بیابان‌زایی در منطقه شود *(رمضانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۲)*.

مطالعاتی درزمینهٔ استفاده از سریِ زمانی تصاویر ماهواره‌ای برای تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی انجام شده‌است. ازجملهٔ آن‌ها در تحقیقی رای و شارما[1] (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 ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۲ افزایش‌یافته بود. در طول همین دوره‌ها، نواحی پایدار جنگل‌های متراکم نیز به جنگل‌های تخریب‌یافته تبدیل شده‌بود.

گراف[2] (۲۰۰۶) تأثیر سدهای بزرگ را در هیدرولوژی و ژئومورفولوژی پایین‌دست رودخانه‌ها در ایالت متحدهٔ آمریکا مورد بررسی قرار داده‌است. مقایسهٔ جریان رودخانه‌ها در زمان‌های قبل و بعد از احداث سدها با روش IHA[3] نشان می‌دهد که بسیاری از سدهای بزرگ، حداکثر جریان سالانه را تا ۶۷ و در بعضی موارد تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهند.

ژائو[4] و همکارانش (۲۰۱۰)، تأثیرات ساخت‌وساز سد بر تغییرات کاربری اراضی حوضهٔ منوان، رودخانهٔ لانتانگ، از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که کاربری اراضی در طول و پس‌از ساخت سد به‌شدت تغییر کرده‌است. جنگل‌های که بیش از ۷۹,۷۰٪ کل مساحت را تشکیل می‌دادند، به زمین‌های زراعی و مزارع تبدیل‌شده‌اند. آیوجی۵ و همکارانش (۲۰۱۷) به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات ساخت سد بر رودخانهٔ مبا در نیجریه را با استفاده از روش‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش‌ازدور (RS) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه، تغییرات کاربری اراضی در منطقهٔ مورد مطالعه را با تخریب زمین و فرسایش در هر دو منطقهٔ بالادست و پایین‌دست نشان می‌دهد که باید اقدام فوری برای احیای زمین‌های تخریب‌شده صورت گیرد. جعفری و هاشمی (۲۰۱۷) اثرات سدِ زاینده‌رود بر میزان بیابان‌زایی را با استفاده از دینامیک فضایی-زمانی‌کاربری از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج

1-Rai and Sharma

2-Graf
3-The Indicators of Hydrologic Alteration
4-ZHAO
5- Iwuji

نشان می‌دهد که اراضی شور تا ۵۷۳۰۲ هکتار افزایش‌یافته، درحالی‌که زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل‌توجهی در این منطقه (۲۸،۲۷۵،۵۸ هکتار) کاهش یافته است. همچنین دمای متوسط به‌میزان ۵،۰۳ درجهٔ سانتی‌گراد، دمای حداقل به‌میزان ۵،۶۶ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است. علت اصلی این تغییرات شدید، عمدتاً خشک‌شدن رودخانهٔ زاینده‌رود به‌دلیل ساخت سد و اختصاص آب به بخش‌های صنعتی است. عباسیان (۱۳۸۷)، تأثیر عناصر هیدرواقلیمی را بر نوسانات دریاچهٔ ارومیه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی قرار داده‌است. نتایج حاکی از آن است که رابطهٔ معنی‌داری بین تغییرات عناصر هیدرواقلیمی وجود دارد که این نوسانات در دورهٔ زمانی ۲۰۰۴-۱۹۷۰ برقرار است و بیشترین تغییرات به‌دلیل کاهش ارتفاع آب دریاچه به‌ویژه در سواحل جنوب‌شرق 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 آبگیری سد افزایش یافته‌اند، ولی در سال ۲۰۱۱ سطح آن‌ها نسبت‌به ۱۹۹۸ کاهش‌یافته است. یاراحمدی و همکارانش (۱۳۹۱)، تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلاب‌ها در حوضهٔ صوفی‌چای را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات کاربری منطقه به‌صورت تغییر در الگوی کِشت و تبدیل کاربری اراضی درجهت مثبت آن بوده‌است. رضایی‌مقدم و همکارانش (۱۳۹۳)، به بررسی اثر تغییرات به‌وجودآمده در کاربری و پوشش اراضی حوضهٔ آبریز سد علویان برروی سیل‌خیزی حوضه و دبی رواناب پرداختند. نتایج پژوهش نشان از افزایش رواناب یا به‌عبارتی سیل‌خیزشدن حوضه براثر تغییر کاربری است. تغییر کاربری زمین به‌صورت غیراصولی از مهم‌ترین معضلات کشور است، چراکه تغییر اکثر کاربری‌ها غالباً بدون برنامهٔ اصولی و بدون درنظرگرفتن محدودیت‌های‌زیست‌محیطی صورت می‌گیرد *(غلامی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۸)*. بهره‌برداری بی‌رویه، تغییر نادرست کاربری اراضی و دخالت بشر در عرصه‌های منابع طبیعی، باعث برهم‌خوردن تعادل اکولوژیک منطقه‌ای می‌شود *(Han et al, 2017: 129)*. از مهم‌ترینِ این مشکلات، کاهش جریان ورودی آب به حوضه‌های پایین‌دست است.

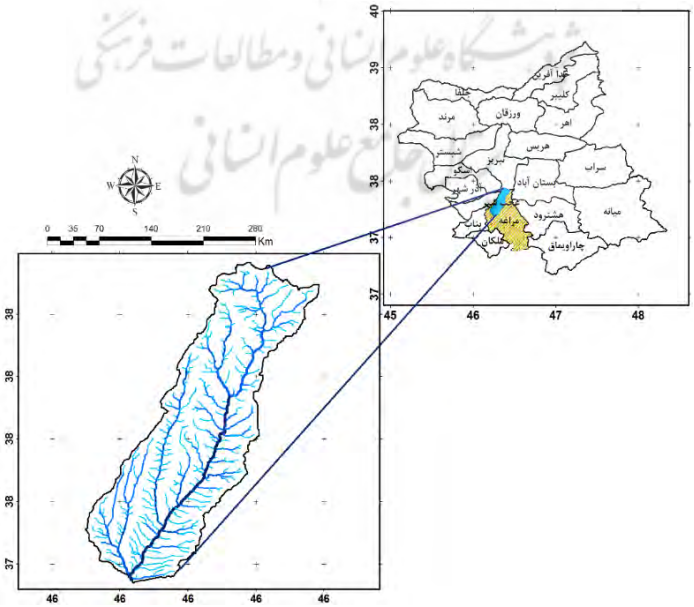
عدم یکپارچگی مدیریت منابع آب، حوضه‌های آبریز کشور را تشدید کرده و باعث افزایش مناقشات و تنش‌های سیاسی و اجتماعی ناشی از رقابت برسر مصرف آب و کسب سهم بیشتر از منابع آب حوضه، در بالادست و پایین‌دست حوضه‌های آبریز شده‌است؛ ازجمله زمانی که در منطقه‌ای از حوضه‌های بالادست مدیریت آب وجود نداشته باشد، نمی‌توان انتظار داشت که در پایین‌دست 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 پایین‌دست حوضهٔ آبریز و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها از یکدیگر، محدودبودن 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 بی‌ضابطهٔ کشاورزی، صنعتی، شهری و آبزی‌پروری و توسعهٔ آن‌ها در دهه‌های اخیر بدون توجه به اصل اقتصادی مزیتِ

نسبی فعالیت‌ها از منابع آب سطحی و عدم تمرکز بر مدیریت منابع آب و مسائل آن، مدیریت منابع آب در ایران را با چالش‌های جدی مواجه کرده‌است *(یاسی، ۱۳۹۶: ۶۲)*. توسعهٔ زمین‌های کشاورزی در بالادست حوضه‌ها و برداشت مصرف بی‌رویهٔ آب باعث کاهش جریان‌های آب‌های سطحی و زیرسطحی به‌سمت دریاچهٔ ارومیه شده‌است.

سه اقدام و تغییر اساسی در قالب اصلاح ساختار مدیریت منابع آب کشور، تغییر اساسی در نحوهٔ توزیع آب کشاورزی و برنامه‌ریزی کلان برای تولید محصول براساس مقدار آب قابل‌برنامه‌ریزی، برای برون‌رفت از بحران کنونی منابع آب در کشور لازم و ضروری است و سایر برنامه‌ها و راهکارها همچون ارزش‌گذاری واقعی آب، نحوهٔ حمایت از تولیدکنندگان و... باید در قالب این تغییرات بنیادی انجام شوند. هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی گسترش باغداری و تغییرات کاربری اراضی در حوضهٔ بالادست علویان و کاهش میزان آب سد است. گسترش بی‌رویهٔ برداشت آب در بالادست، نه‌تنها سهم اکولوژیک پایین‌دست را کاهش می‌دهد، بلکه تهدیدی برای آب شُرب و صنعتی در آینده نیز است.

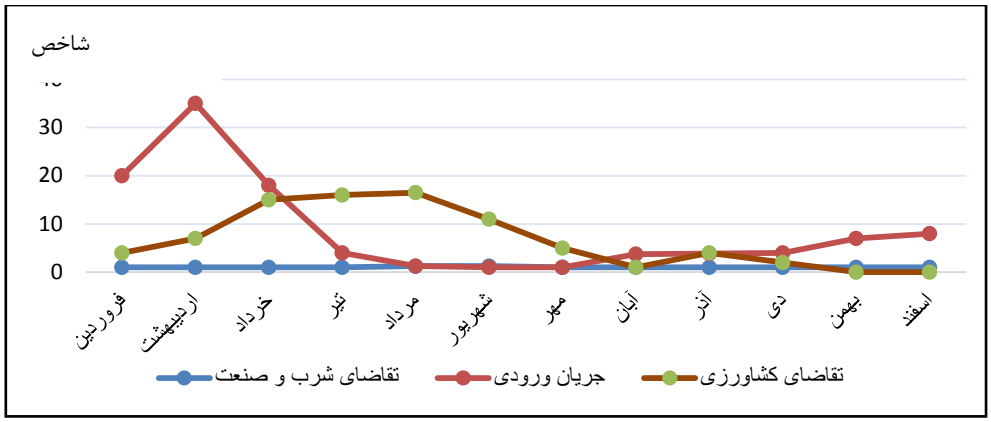
مواد و روش‌ها

سد علویان در حوضهٔ آبخیز دریاچهٔ ارومیه، برروی رودخانهٔ صوفی‌چای در ۳/۵ کیلومتری شمال‌غربی شهر مراغه و در نزدیکی روستای علویان احداث شده‌است. از اهداف اصلی سد مزبور، تأمین آب موردنیاز کشاورزی در محدودهٔ شهرستان مراغه و بناب، تأمین بخشی از آب شرب شهرستان مراغه، تأمین آب موردنیاز صنایع منطقه و همچنین مهارکردن سیلاب رود صوفی‌چای است. عملیات احداث این سد در سال ۱۳۷۴ به اتمام رسیده است. ظرفیت گنجایش آن ۶۰ میلیون مترمکعب و حجم مفید آن ۵۵ میلیون مترمکعب است. محدودهٔ مورد مطالعه در این پژوهش، حوضهٔ بالادست سد علویان در حدود ۳۱۶ کیلومترمربع است *(مهندسین مشاور آشناب، ۱۳۷۶)*.



شکل ۱: نقشهٔ موقعیت محدودهٔ 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 دورهٔ آماری ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

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

روش ماشینِ بردارِ پشتیبان (Support Vector Machine)

یکی از روش‌هایی که درحال‌حاضر به‌صورت گسترده و کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش ماشین بردار پشتیبان برای حل مسئلهٔ طبقه‌بندی، اولین‌بار توسط Vapnik ارائه شد و توانست با کاهش خطای تجربی و جلوگیری از بیش برازش[1] به کارایی عمومی دست پیدا کند (*Vapnik, 1995:145*). یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت شده‌است (*Samardzic et al, 2015:116*).

در این روش با استفاده از همهٔ باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی، نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به‌دست می‌آید و با استفاده از آن‌ها یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جداکردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود (*Huang et al, 2009: 401*). در این روش برای محاسبهٔ مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم، از روش حاشیهٔ 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[2] به‌وجود می‌آید که مرزی است که بیشترین فاصله، بین نمونه‌های دو کلاس وجود دارد. آن دو خط موازی را مرز حاشیه‌ای[3] می‌نامیم (*Richards, 2013: 494*).

رابطهٔ ۱: $forclass1pixels\ wT\ x + WN+1 = -1$

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

برآورد دقت برای درک نتایج به‌دست‌آمده و به‌کاربردن این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است (*Sk et al, 2016: 95*).

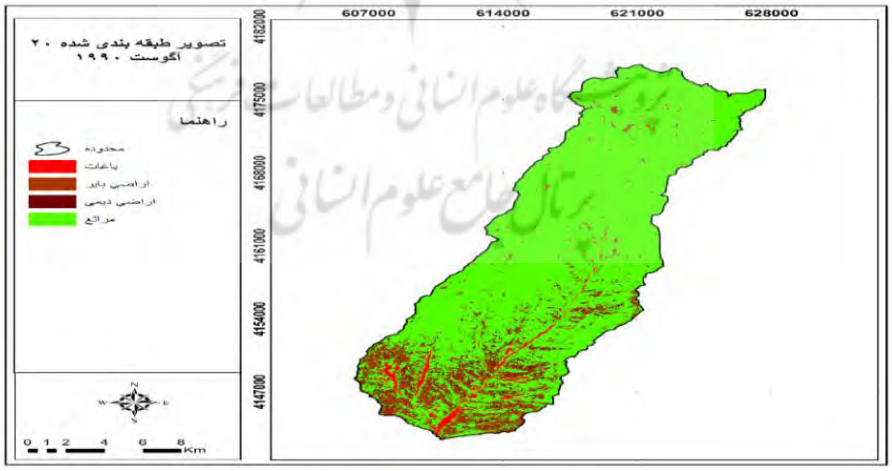
1-Overfitting

2-Optimal hyperplane
3-Marginal hyperplanes

معمول‌ترین عامل‌های برآورد دقت شامل، دقت کل[1]، دقت تولیدکننده[2]، دقت کاربر[3] و ضریب کاپا[4] هستند (*Lu et al, 2004: 375*). دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم‌بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطهٔ $OA = \frac{1}{N}\sum P_{ii}$ به‌دست می‌آید (*Xie, 2006: 29*). به‌دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، اغلب در کارهای اجرایی که مقایسهٔ دقت طبقه‌بندی مدنظر است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. شاخص کاپا از رابطهٔ $Kappa = \frac{Po-Pc}{1-Pc} * 10$ محاسبه می‌شود (*یاد و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶: ۶۳۲*).

نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی

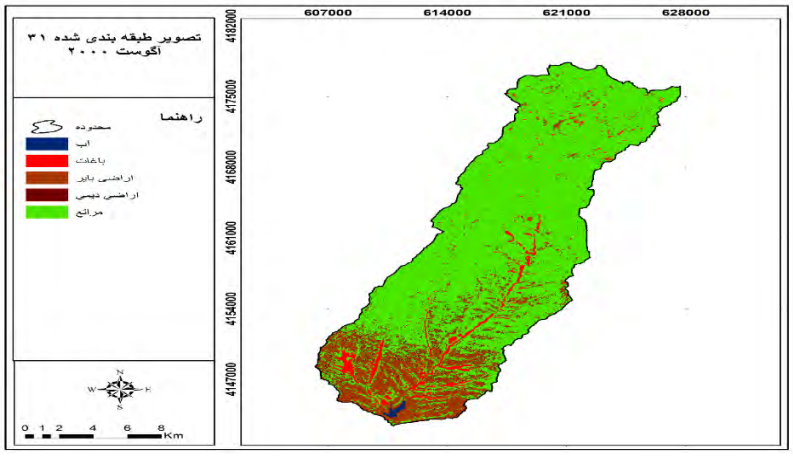
به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، کلاس‌های کاربری اراضی در پنج گروه تحت عنوان کلاس کاربری باغات، مراتع، آب، اراضی بایر و اراضی دیمی از سطح منطقه جمع‌آوری شد. ویژگی‌های تصاویر نظیر آمارهای شدت طیفی و الگوهای هرکدام از کلاس‌ها استخراج شد. سپس به طبقه‌بندی تصاویر به‌صورت نظارت‌شده و با روش طبقه‌بندی ماشینِ بردارِ پشتیبان اقدام شد. انتخاب نمونه‌های تعلیمی موردنیاز 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 درجهت شناسایی کلاس‌های موردنظر و انتخاب بهترین نمونه‌های تعلیمی بوده‌است. برای این منظور، در منطقهٔ مورد مطالعه، به فراخور سهم هر طبقه، تعداد مناسبی نمونهٔ تعلیمی به‌طور تصادفی با استفاده از بررسی‌های میدانی، تصاویر گوگل‌ارث و تصاویر رنگی مرکب انتخاب شدند. بدین‌ترتیب نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ به‌دست آمد.



شکل ۳: نقشهٔ کاربری اراضی حوضهٔ بالادست علویان در سال ۱۹۹۰

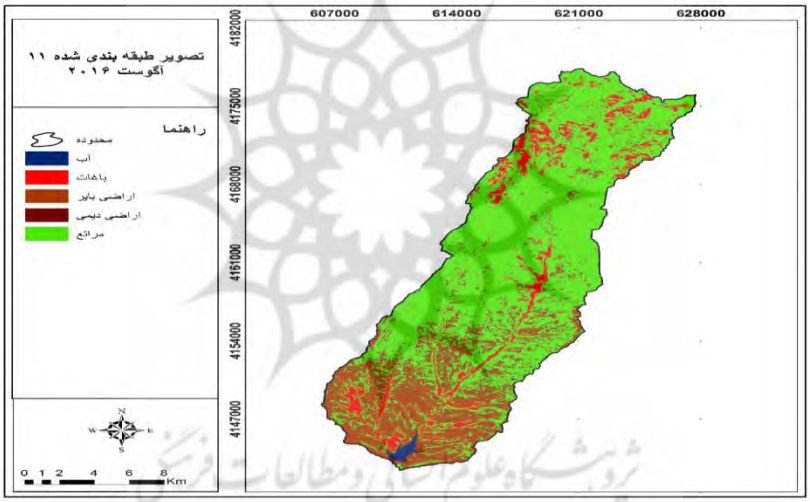
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

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



شکل ۴: نقشهٔ کاربری اراضی حوضهٔ بالادست علویان در سال ۲۰۰۰

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۵: نقشهٔ کاربری اراضی حوضهٔ بالادست علویان در سال ۲۰۱۶

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

به‌منظور بررسی دقت طبقه‌بندی، ابتدا ماتریس خطاها را تشکیل داده، سپس از دو شاخص دقت کل (overall accuracy) و ضریب کاپا (kappa coefficient) استفاده شده‌است. ماتریس خطاها، در جدول زیر نشان داده‌شده‌است.

جدول ۱: ضریب کاپا و دقت کل تصاویر

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

مأخذ: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

در جدول ۲، کلاس‌های کاربری و پوشش مربوط به تصویر سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ میزان تغییرات کاربری و پوشش در کلاس‌های مختلف هستند.

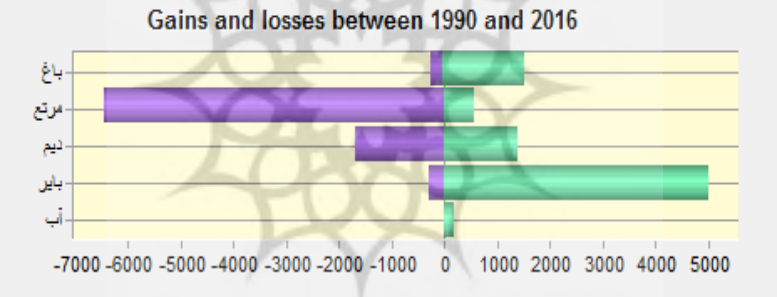
جدول ۲: تغییرات کاربری در حوضهٔ بالادست حوضهٔ علویان در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۶ (به هکتار)

کاربری اراضی	سال ۱۹۹۰	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۱۶	جمع
آب	-	۱۳۶/۸۳	۱۸۴/۵۸	۳۱۶۱۸/۹۱
باغات	۱۳۷۵/۲۰	۱۴۰۹/۳۲	۲۶۷۰/۰۶	
اراضی بایر	۱۸۳۰/۷۱	۴۰۷۵/۱۴	۶۶۰۰/۱۴	
اراضی دیمی	۱۶۱۱/۰۰۴	۹۹۳/۲۱	۱۲۸۶/۶۸	
مراتع	۲۶۸۰۱/۹۴	۲۵۰۰۳/۶۰	۲۰۸۷۷/۴۵	

مأخذ : مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

آنالیز تغییرات

طی فرایند آنالیز تغییرات در مدل مذکور، تجزیه و تحلیل تغییرات محاسبه و تغییرات با نمودار نشان داده‌شده‌است. شکل ۶ تغییرات طبقات کاربری اراضی بین بازهٔ زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد.



شکل ۶: تغییرات کلاس‌های کاربری اراضی به هکتار

تهیه و ترسیم: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

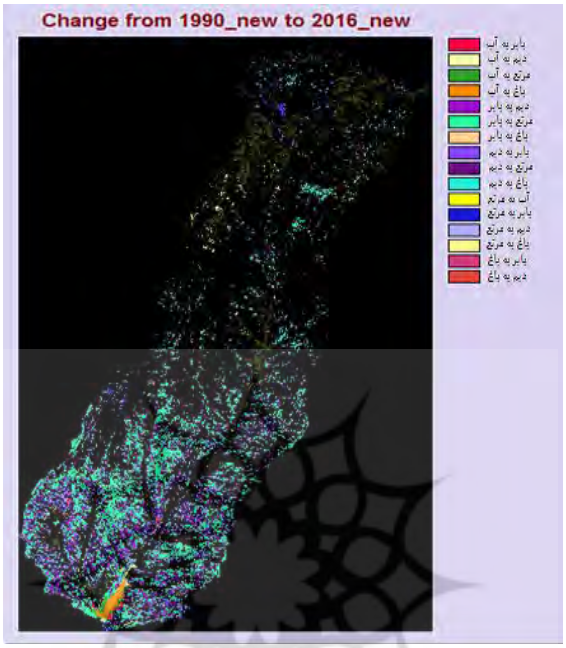
با توجه به شکل شمارهٔ ۶، باغات بین بازهٔ زمانی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶ حدود ۱۲۶ هکتار کاهش و حدود ۱۵۴۶ هکتار افزایش، اراضی بایر حدود ۲۸۶ هکتار کاهش و ۵۰۱۳ هکتار افزایش، اراضی دیمی حدود ۱۶۸۰ هکتار کاهش و ۱۳۸۳ هکتار افزایش و درنهایت اراضی مرتعی ۶۴۵۷ هکتار کاهش و ۵۴۹ هکتار افزایش داشته‌اند.

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	
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

بیشترین تغییرات کاربری اراضی در قسمت پایین حوضهٔ موردنظر به‌دلیل دسترسی نزدیک به شهر و تراکم جمعیت در این مناطق است. همچنین این قسمت از اراضی ارتفاع کمتری نسبت‌به اراضی بالاتر دارد، به‌گونه‌ای‌که ارتفاع در قسمت‌های بالاتر ۳۴۱۴ متر و در قسمت‌های پایین‌تر ۱۴۹۷ متر است.



شکل ۷: نقشه تغییرات کلاس‌های کاربری اراضی به کلاس دیگر از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶

تهیه و ترسیم: مطالعات نگارندگان، ۱۳۹۶

براساس نتایج به‌دست‌آمده 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 حوضهٔ 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، آبگیری مخزن سد علویان و ازبین‌رفتن اراضی و باغات تحت اشغال مخزن سد است. همچنین در طی سال‌های اخیر، کاهش میزان بارش باعث تقلیل سطح پوشش اراضی مرتعی شده‌است. درنهایت نتایج این 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 ذخیرهٔ آب سد در اثر خشک‌سالی -مانند برخی از سال‌های اخیر (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷)- و نیز کاهش حجم آب مخزن (به‌دلیل 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 زنجیرهٔ مارکوف

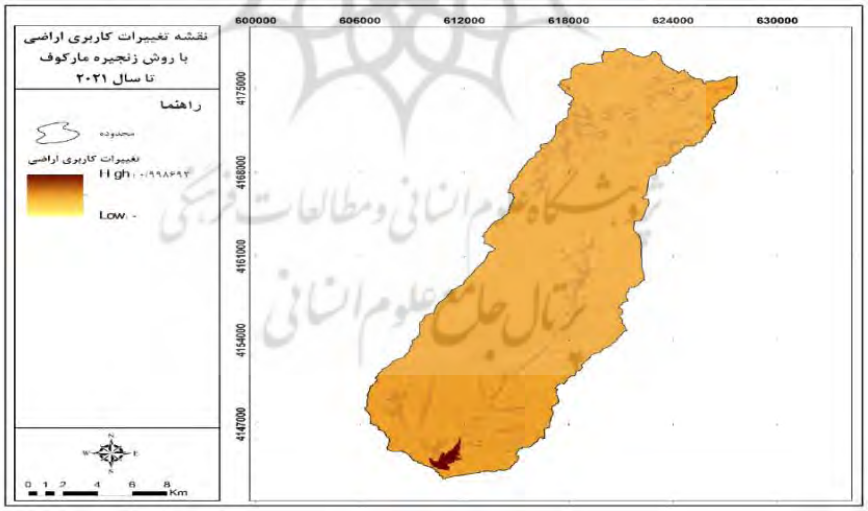
در روش زنجیرهٔ مارکوف، تصاویر ماهواره‌ای پوشش زمین براساس ماتریس احتمال تغییرات تجزیه‌وتحلیل می‌شود. روش زنجیرهٔ مارکوف ،تصاویر پهنه‌بندی کاربری اراضی را تحلیل و یک خروجی به شکل

ماتریس احتمالی تغییرات و یک تصویر خروجی از ماتریس احتمالی تغییرات برای سال افق ارائه می‌کند (*Ahadnejad, 2010: 551*). ماتریس احتمال تغییر، احتمال تغییر هر کلاس از کاربری اراضی طبقه‌بندی‌شده را به کاربری دیگر نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر نیز برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف، نقشهٔ کاربری سال ۱۹۹۰ به‌عنوان نقشهٔ پایه و سال ۲۰۱۶ به‌عنوان نقشهٔ پیرو برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۲۰۲۱ به‌کار گرفته شد. با توجه به نتایج ماتریس احتمالاتی زنجیرهٔ مارکوف (جدول ۴)، می‌توان گفت که احتمال تغییر کاربری‌ها به کاربری باغ در سال ۲۰۲۱، ۸۶/۳۹ است که بیشترین احتمال تغییر در بین کاربری‌هاست.

جدول ۴: احتمال تغییر کاربری‌ها تا افق ۲۰۲۱ با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف

کاربری	آب	اراضی بایر	اراضی دیمی	مراتع	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
مراتع	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



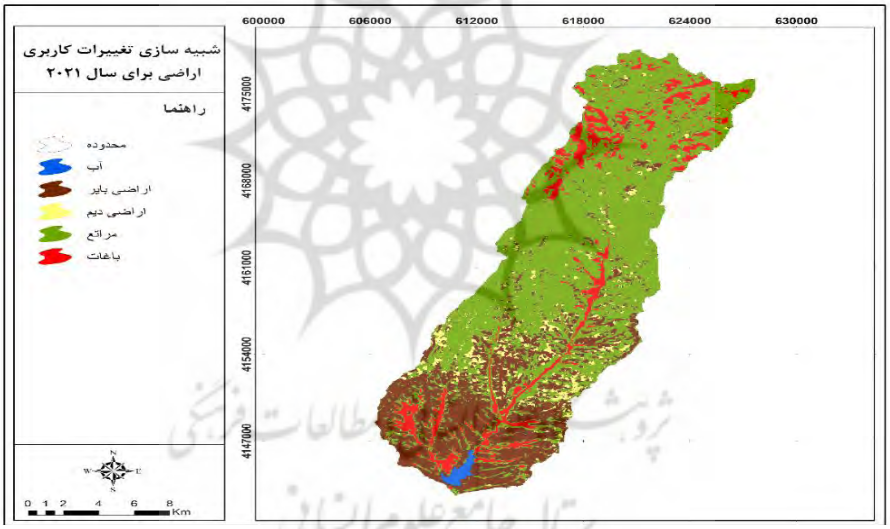
شکل ۸: نقشهٔ پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با روش زنجیرهٔ مارکوف، سال ۲۰۲۱-۲۰۱۶

تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۶

مدل ترکیب زنجیرهٔ مارکوف و سلول‌های خودکار

در پژوهش حاضر برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی حوضهٔ بالادست علویان با استفاده از مدل سلول‌های خودکار زنجیرهٔ مارکوف برای افق ۲۰۲۱، ابتدا با استفاده از روش زنجیرهٔ مارکوف نقشهٔ 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. درادامه، نتایج حاصل از روش زنجیرهٔ مارکوف به‌عنوان داده‌های ورودی برای انجام روش سلول‌های خودکار زنجیرهٔ مارکوف به‌کار گرفته 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 ۶۶۰۰/۱۴ 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.



شکل ۹: نقشهٔ پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش ترکیب زنجیرهٔ مارکوف و سلول‌های خودکار، سال ۲۰۲۱-۲۰۱۶

تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۶

جدول ۵: پیش‌بینی سهم کاربری اراضی حوضهٔ 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 یک‌سو و گسترش بی‌برنامهٔ باغات و ویلاسازی در سرشاخه‌های رودخانه‌ای از سوی دیگر، مسئله‌ای است که توسعهٔ پایدار را در مناطق زیستی با تهدید جدّی مواجه ساخته است. در این راستا، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم در مدیریت فضاهای شهری منطقه‌ای در سال‌های اخیر مورد توجه جدّی قرارگرفته است که رشد و تحولات منطقه‌ای ازجمله نتایج آن‌ها است. تجزیه‌وتحلیل نتایج بیانگر این است که تغییرات قابل توجهی در گروه کلاس‌های مختلف کاربری اراضی در سال‌های اخیر در حوضهٔ بالادست علویان صورت گرفته است. این مسئله براساس مشاهدات میدانی به‌عمل‌آمده قابل‌درک بوده و به‌صورت کمّی نیز میزان این تغییرات از طریق تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه در این تحقیق محاسبه شده‌است. 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 شده‌است. این گسترش بی‌رویهٔ برداشت آب در بالادست، نه‌تنها سهم اکولوژیک پایین‌دست را کاهش می‌دهد، بلکه گسترش کشت آبی در بالادست و پیرامون سد موجب نادیده‌گرفته‌شدن حق‌آبهٔ اراضی کشاورزی و باغات پایین‌دست شده‌است. ادامهٔ این روند می‌تواند تأثیر جبران‌ناپذیری بر ذخیرهٔ آبی سد در سال‌های آتی برجای بگذارد که این روند کاهشیِ جریان رودخانه‌ها می‌تواند تهدید بزرگی برای دریاچهٔ ارومیه باشد؛ ازجمله اینکه متناسب با آن، سطح آب دریاچهٔ ارومیه نیز کاهش خواهد یافت. دریاچهٔ ارومیه بزرگ‌ترین دریاچهٔ دائمی کشور و دومین دریاچهٔ آب‌شور در جهان است که در طی چند سال اخیر آب این دریاچه به‌شدت کاهش یافته است. با توجه به اینکه این دریاچه مقصد نهایی مجموعه‌ای از رودخانه‌های شمال‌غرب کشور است، کاهش دبی ورودی به این دریاچه سهم عمده‌ای را در کاهش سطح آب دریاچه خواهد داشت. همچنین زیرحوضهٔ صوفی‌چای که در جنوب شرق دریاچهٔ ارومیه قرار دارد و سد علویان برروی این حوضهٔ مورد بهره‌برداری قرارگرفته است. مدیریت‌نکردن منابع آبی باعث کاهش جریان ورودی آب به دریاچه می‌شود؛ بنابراین گسترش باغداری در حوضهٔ بالادست علویان و افزایش مصارف کشاورزی بر تراز آب دریاچهٔ ارومیه تأثیرگذار است. بدون شک می‌توان گفت که سد علویان اگرچه در مهار سیلاب‌های عظیم و ویرانگر مؤثر بوده‌است، اما بررسی تغییرات وضعیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی در قبل و بعد از احداث سد علویان نشانگر آن است که به‌جای اینکه مخزن به‌عنوان محل ذخیره و استفادهٔ بهینه از آب باشد، بهره‌برادری بی‌رویه در حوضهٔ بالادست موجبات اتلاف منابع آبی را در منطقه ایجاد کرده‌است. ادامهٔ روند مذکور در آینده‌ای نه‌چندان‌دور، بحران آب در این حوضه را جدی‌تر خواهد کرد؛ بنابراین با توجه به نقش بی‌بدیل آب به‌عنوان یک عنصر حیاتی در توسعهٔ اقتصادی کشور، کنترل و استفادهٔ بهینه از منابع آبِ موجود، از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. ازآنجایی‌که ایجاد تأسیسات آبی هزینه‌های هنگفتی را می‌طلبد، بی‌توجهی به‌مقولهٔ بهره‌برداری مناسب نه‌تنها سود پیش‌بینی‌شدهٔ حاصل از ایجاد تأسیسات را تأمین نمی‌کند، بلکه در مقیاس کلی باعث هدررفت سرمایه‌های اولیه و تخریب‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود.

منابع

-بنیاد امیر، اسلام؛ طه حاجی‌قادری (۱۳۸۶). تهیهٔ نقشهٔ جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ۷، مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی‌ومنابع‌طبیعی.شمارهٔ۱۱. صفحات ۶۳۸-۶۲۷.

-رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ صغری اندریانی؛ فرهاد الاماس‌پور؛ خلیل ولیزاده؛ ابوالفضل مختاری (۱۳۹۳). بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی برروی سیل‌خیزی و دبی رواناب علویان، مجلهٔ هیدروژئومورفولوژی. شمارهٔ ۱. صفحات ۵۷-۴۱.

-رضایی، رضا (۱۳۹۳). اثرات اقتصادی و اجتماعی احداث سد بر روستاهای بالادست (سد معشوره در استان لرستان)، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی. دانشگاه رازی.

-رمضانی، نفیسه؛ رضا جعفری؛ اسماعیل ایزانلو (۱۳۹۰). بررسی تغییرات کاربری اراضی اسفراین خراسان شمالی در ۴ دههٔ گذشته، مجلهٔ سنجش‌ازدور و GIS ایران. سال سوم. شمارهٔ ۲. صفحات ۳۸-۱۹.

-غلامی، شعبانعلی؛ محمود حبیب‌نژاد؛ مصطفی نوری (۱۳۹۴). بررسی تأثیر افزایش جمعیت بر میزان تغییر کاربری اراضی (مطالعهٔ موردی حوضهٔ آبخیز واز شهرستان نور)، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، شمارهٔ ۱ و ۲، صفحات ۵۶-۳۷.

-مهندسین مشاور آب‌اندیشان آذر (۱۳۸۵) گزارش مطالعات حوضهٔ علویان، ادارهٔ منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان شرقی.

-مهندسین‌مشاور آشناب (۱۳۷۶). گزارش‌هیدرولوژیکی حوضه.

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

-یاراحمدی، جمشید؛ محمدرضا نیک‌جو (۱۳۹۱). بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلاب‌ها در حوضهٔ صوفی‌چای، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی. شمارهٔ ۳۹. صفحات ۱۶۹-۱۵۱.

-طبیبیان، منوچهر؛ محمدجواد دادراست (۱۳۸۵). پایش تغییرات کاربری اراضی در زیرحوضهٔ دروغزن فارس با استفاده از RS/GIS، مجلهٔ محیط‌شناسی. شمارهٔ ۲۹. صفحات۹۱-۷۹.

-یاسی، مهدی (۱۳۹۶). مدیریت رودخانه‌ها و سدها در تأمین و هدایت آب‌ها دریاچهٔ ارومیه، پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شمارهٔ ۲، ۱. صفحات ۷۶-۵۹.

-کدیور، علی‌اصغر (۱۳۸۸). بررسی و تحلیل اثرات ساخت سدها در حوضهٔ رودخانه‌ها، مطالعهٔ موردی: سدهای کارده و بیدواز در خراسان رضوی و شمالی، رسالهٔ دکتری برنامه‌ریزی روستایی. دانشکدهٔ علوم انسانی. دانشگاه فردوسی مشهد.

-کشاورز، احمد؛ حسن قاسمیان (۱۳۸۴). یک الگوریتم سریع مبتنی‌بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی تصاویر اَبَرطیفی با استفاده از همبستگی مکانی، نشریهٔ مهندسی برق و کامپیوتر ایران. شمارهٔ ۱.صفحات۴۴-۳۷.

-عباسیان، شیرزاد (۱۳۸۷). بررسی تأثیر عناصر هیدرواقلیمی بر نوسانات سطح آب دریاچهٔ ارومیه با استفاده از سنجش‌ازدور، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد. دانشکدهٔ 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.

- 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی