آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۰، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۷
صفحات ۱۹۲-۱۶۷

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

بررسی رابطهٔ گسترش سکونتگاه‌های انسانی و ناپایداری منابع آب کشاورزی در حوضهٔ آبریز زاینده‌رود[1]

عبدالرضا رحمانی فضلی[1]، سعید صالحیان[2*]

۱. دانشیار، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران
۲. دکتری دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۵)

چکیده

حوضهٔ آبریز زاینده‌رود در منطقهٔ مرکزی ایران از مناطق دارای مسئلهٔ ناپایداری منابع آب است. در دههٔ اخیر، منابع آبی حوضه کاهش یافته است؛ به طوری که بخشی از طول رودخانه در قسمت میانی و پایین‌دست جریان آب خشک شده یا به‌صورت موقتی درآمده و تخصیص آب کشاورزی به اراضی زراعی این بخش‌ها کاهش شدیدی یافته است. در این پژوهش، تغییرات کاربری زمین از طریق تحلیل تصاویر ماهواره‌ای لندست در دو دورهٔ زمانی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ که منطبق بر دورهٔ زمانی قبل و بعد از وقوع ناپایداری منابع آب حوضهٔ زاینده‌رود بود، بررسی شده است. محقق محدودهٔ مورد مطالعه را مشخص و به سه قسمت بالا، میانی و پایین‌دست تقسیم کرده و در قالب شش کاربری با هم مقایسه کرده است. طبق نتایج پژوش، همراه با وقوع ناپایداری منابع آب، طی این دو دهه کاربری ساخت‌وساز و مسکونی در کل محدوده افزایش و کاربری مرتع در کل محدوده کاهش یافته است. پوشش کشاورزی در بالادست افزایش، ولی در بخش‌های میانی و پایین‌دست کاهش یافته و برعکس، کاربری بایر و خالی از پوشش در بالادست کاهش و در بخش‌های میانی و پایین‌دست افزایش یافته است. با توجه به نتایج پژوهش می‌توان بخشی از ناپایداری منابع آب کشاورزی در حوضه را به گسترش سکونتگاهی، افزایش مصارف آب در کل محدوده و افزایش کشاورزی در بالادست حوضه نسبت داد.

واژگان کلیدی

تغییرات کاربری زمین، حوضهٔ آبریز زاینده‌رود، گسترش سکونتگاهی، ناپایداری منابع آب.

۱. این مقاله برآمده از رسالهٔ دکتری نویسندهٔ مسئول بوده که در دانشکدهٔ علوم زمین دانشگاه شهیدبهشتی تهران به انجام رسیده است.

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: saeid.salehian@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کاربری و پوشش زمین شامل عوامل اصلی تأثیرگذار بر اکوسیستم‌ها (Foley et al., 2005; Verburg et al., 2009) و ارزش‌های چشم‌انداز (Sallay and Jombach, 2011) می‌شود (Cegielska et al,. 2018: 1). تغییرات کاربری زمین در حال دگرگونی سیستم‌های انسانی و طبیعی جهانی و منطقه‌ای است (Solecki, 2001). تغییر و تحولات و تبدیل چشم‌اندازها، نتیجهٔ فشارهای مختلف در اکوسیستم‌هاست و عمدتاً در ارتباط با سکونتگاه‌های انسانی رخ می‌دهد. تمامی مناطق طبیعی ازجمله جنگل‌ها، چمنزارها، تالاب‌ها و سواحل در سراسر جهان، اغلب انواع مختلفی از تحول و تبدیل را متحمل می‌شود. عوامل محرک تغییرات چشم‌انداز ممکن است بیوفیزیکی، تکنولوژیکی، سازمانی یا اقتصادی باشد (Nikhil Raj and Azeez, 2010: 185).

آب نگرانی اصلی برای توسعهٔ پایدار در قرن بیست‌ویکم است. یک‌میلیارد نفر در کرهٔ زمین به آب مطمئن دسترسی ندارند و بیش از دومیلیارد نفر فاقد دسترسی به اصول بهداشتی اساسی در زمینهٔ آب هستند (Bigas et al., 2012: 3). مسئلهٔ کمبود ذخایر آب زمین هر لحظه جدی‌تر می‌شود. کمبود آب در دنیا از طرفی و تقاضای روزافزون جهانی بخش‌های مختلف اقتصادی مثل کشاورزی، صنعت، شرب و... برای آب از طرف دیگر، مسئلهٔ آب را با چالش اساسی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست روبه‌رو کرده است. بنا بر گزارش انستیتوی بین‌المللی مدیریت منابع آب، ۷۰درصد از آب مصرفی دنیا در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و ۹۸درصد کمبود آب دلایل «انسانی» و ۲درصد دلایل طبیعی دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱). از نظر کارشناسان مسائل آب، بحران فعلی در سال‌های آینده به جنگ جهانی بر سر آب تبدیل خواهد شد (Robb, 2012).

افزایش جمعیت و رشد فزایندهٔ شهرها و مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی کشاورزی و پوشش طبیعی زیادی را به کام خود فرو می‌برد. این مسئله موجب بروز مشکلاتی در زمینهٔ نیازهای آیندهٔ بشر می‌شود (Zare Ernani and Gabriels, 2006: 414-518). اطلاع از پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی در بخش‌های گوناگون از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (علوی‌پناه و مسعودی، ۱۳۸۰: ۷۶–۶۵) و ضرورت داشتن دیدگاه آمایشی را به برنامه‌ریزان منطقه‌ای القا می‌کند. آشکارسازی دقیق و به‌موقع تغییرات

Archive of SID

www.SID.ir

سیما برای فهم روابط و برهم‌کنش انسان با پدیده‌های طبیعی برای بهبود و ارتقای تصمیم‌گیری اهمیت بسیار دارد (Omo-Irabor and Oduyemi, 2000: 1 ; Douglas et al., 2004: 281-308).

آشکارسازی تغییرات[1] کاربری زمین یکی از عوامل اصلی در بررسی ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست است (Prashant et al., 2012: 25). در دهه‌های اخیر، کاربری‌ها و نوع استفاده از زمین در بسیاری از حوضه‌های آبخیز در نتیجهٔ عواملی همچون افزایش جمعیت، افزایش استانداردهای زندگی و تغییر روش‌های کشاورزی و استفاده‌های سنتی از منابع طبیعی، تفاوت معناداری در مقایسه با گذشته پیدا کرده است (نجفی و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۵-۵۹).

در دو دههٔ اخیر، حوضهٔ زاینده‌رود دچار تنش آبی شده و حدود سه‌پنجم طول رودخانه در قسمت‌های میانی و پایین‌دست با ناپایداری منابع آب مواجه شده است؛ به این صورت که تا حدود «سد تنظیمی چم آسمان» در بالادست رودخانه به‌صورت دائمی و در طول سال آب جریان دارد؛ ولی از این قسمت، رودخانه از حالت دائمی خارج شده و به‌صورت موقت جریان دارد. ناپایداری آب رودخانهٔ زاینده‌رود در دو دورهٔ زمانی رخ داده است؛ خشک‌سالی اول حوضه در سال ۱۳۷۷تا۱۳۸۰ رخ داده است که جریان دائمی کل رودخانه با مشکل مواجه می‌شود. در سال‌های ۱۳۸۰تا۱۳۸۶ با وقوع بارش‌های مناسب، رودخانه به وضعیت نسبتاً نرمال باز می‌گردد. خشک‌سالی دوم حوضهٔ زاینده‌رود از سال ۱۳۸۶ آغاز شد و تاکنون ادامه دارد. در این سال‌ها (۱۳۸۶تا۱۳۹۶) منابع آبی رودخانه کاهش شدیدی پیدا کرده است؛ به طوری که طی ۱۰ سال اخیر، تنها ۵ سال و آن هم در برخی ماه‌های سال آب به‌صورت دائمی جریان داشته و به بخش کشاورزی اختصاص یافته است. با مطالعهٔ تخصیص آب رودخانه به مصارف مختلف به این نتیجه می‌رسیم که تخصیص آب به مصارف شرب و صنعت کماکان ادامه دارد و با کاهش جریان آب رودخانه، تخصیص آب به بخش‌های کشاورزی و محیط‌زیست در قسمت‌های میانی و پایین‌دست با مشکل روبه‌رو شده است. درواقع کاهش جریان آب رودخانه تأثیری بر مصرف آب شرب و صنعت نمی‌گذارد و اثر مستقیم کاهش منابع آب به بخش‌های کشاورزی و زیست‌محیطی

1. Change Detection

Archive of SID

www.SID.ir

قسمت‌های میانی و پایین‌دست حوضهٔ زاینده‌رود رسیده است. با کاهش میزان منابع آب حوضه، تخصیص آب به بخش کشاورزی بخش‌های پایین‌دست متوقف شده است (صالحیان، ۱۳۹۶).

ناپایداری منابع آب در حوضهٔ زاینده‌رود می‌تواند علل طبیعی یا انسانی داشته باشد. در این پژوهش از طریق تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری زمین در حوضهٔ زاینده‌رود به تفکیک سه بخش بالا، پایین و میان‌دست، در دو دورهٔ سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ بررسی می‌شود. مقایسهٔ تغییرات کاربری زمین در دو دورهٔ قبل و پس از وقوع ناپایداری منابع آب، نقش گسترش سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی و پیامدهای محیطی ناشی از ناپایداری منابع آب در قسمت‌های مختلف حوضه را نشان می‌دهد.

پرسش پژوهش: ۱. گسترش سکونتگاه‌های انسانی چه نقشی در بروز ناپایداری منابع آب کشاورزی در حوضهٔ زاینده‌رود ایفا کرده است؟

۲. تغییرات کاربری زمین در بخش‌های گوناگون محدوده در دورهٔ زمانی ۲۰۰۰تا۲۰۱۴ به چه شکلی بوده است؟

پیشینهٔ تحقیق

تغییرات پوشش و کاربری زمین[1] در سال‌های اخیر به موضوعی مهم در مطالعات تغییرات محیطی در جهان تبدیل شده است (Fan et al., 2017). می‌توان با شناخت روند تغییرات کاربری زمین در محیط به آینده‌نگری سیستم و برنامه‌ریزی بهتر پرداخت. در زمینهٔ بررسی تغییرات کاربری زمین از طریق تصاویر ماهواره‌ای، پژوهش‌هایی به شرح زیر صورت گرفته است:

نجم‌الدین و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی حوضهٔ آبریز کابل طی سال‌های ۲۰۰۰تا۲۰۱۰ به این نتیجه رسیده‌اند که همراه با توسعهٔ اقتصادی، سطوح زیر کشت کشاورزی، علفزارها و مناطق مسکونی افزایش یافته است؛ در حالی که مناطق جنگلی، سطوح آبی و زمین‌های بایر یا خالی از

1. LUCC

Archive of SID

www.SID.ir

پوشش کاهش یافته است. با مطالعهٔ این روند، آینده‌نگری تغییرات کاربری برای دهه‌های بعد نیز انجام گرفته است (Najmuddin, Deng and Siqi: 2014).

گائو و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات کاربری زمین را در ارتباط با اکوسیستم آبی در حوضهٔ رودخانهٔ گیشویی پکن چین طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ بررسی کرده‌اند. طی نتایج تحقیق، تغییر کاربری زمین از پوشش گیاهان زراعی و علفزار به اراضی جنگلی و ساخت‌وساز صورت گرفته است (Gao et al., 2016). وانگ (۲۰۱۷) تغییرات کاربری زمین در ارتباط با خدمات اکوسیستم و رفاه انسانی را در حوضهٔ رودخانهٔ ماناس چین بررسی کرده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد تغییرات کاربری زمین موجب بهبود وضعیت اقتصادی شده و محیط‌زیست را تحت‌تأثیر قرار داده است. برای رعایت اصول توسعهٔ پایدار پیشنهاد شده که هر نوع توسعه‌ای بر اساس ظرفیت اکوسیستم صورت پذیرد (Wang et al., 2017: 113-123). سگیسکا (۲۰۱۸) تغییرات کاربری زمین در دو کشور مجارستان و لهستان را بررسی کرده که نتایج تحقیق در محدوده‌های مورد مطالعه حاکی از کاهش اراضی کشاورزی و بایر و افزایش سایر متغیرها (اراضی غیرکشاورزی در لهستان و زمین‌های جنگلی در هر دو کشور) است (Cegielska et al,. 2018: 1-18).

در منابع فارسی، خسروانی و همکاران (۱۳۹۱) پهنه‌بندی کاربری اراضی در منطقهٔ شرق اصفهان (پایین‌دست حوضهٔ زاینده‌رود) را با استفاده از تصویر ماهواره‌ای IRS-P6 انجام داده‌اند. طبق نتایج پژوهش این منطقه به‌شدت تحت‌تأثیر عوامل انسانی بیابان‌زایی قرار دارد (خسروانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۳۳). براتی و همکاران (۱۳۸۸) تغییرات کاربری اراضی در زیرحوزهٔ قلعه شاهرخ (بالادست حوضهٔ زاینده‌رود) را با استفاده از تکنیک سنجش از دور در دورهٔ زمانی ۱۳۵۴، ۱۳۶۱ و ۱۳۸۱ برآورد کرده‌اند. طبق نتایج این پژوهش، طی این سال‌ها بیشترین تغییر کاربری از پوشش مرتع به دیم‌زار و اراضی آبی زراعی صورت گرفته است (براتی قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۶۵-۳۴۹).

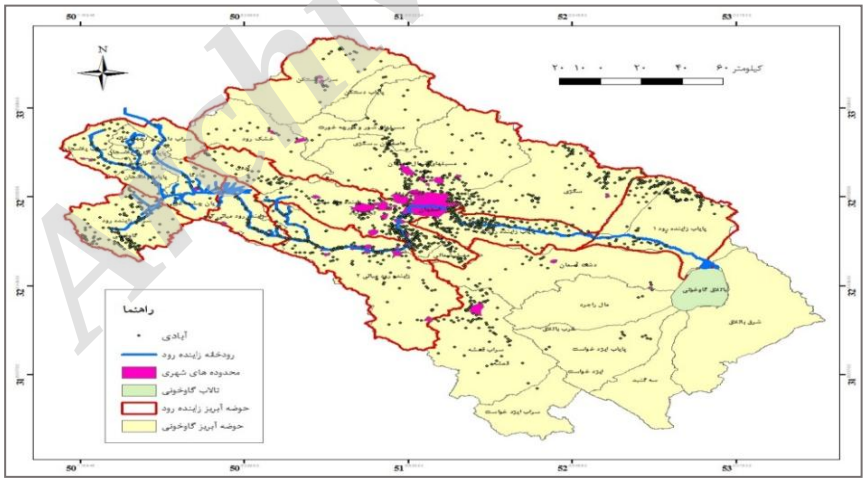
Archive of SID

www.SID.ir

موقعیت جغرافیایی

حوضهٔ آبریز زاینده‌رود با وسعت ۲۷هزار کیلومتر مربع دربرگیرندهٔ قسمت عمده‌ای از حوضهٔ آبریز گاوخونی بوده که خود جزئی از حوضهٔ آبریز کویر مرکزی ایران است. حوضهٔ زاینده‌رود از شمال به حوضهٔ آبریز دریاچهٔ نمک، از غرب و جنوب غرب به حوضهٔ آبریز کارون و دز، از شرق به حوضهٔ آبریز دق سرخ و کویر سیاه‌کوه و از جنوب به حوضهٔ آبریز شهرضا محدود می‌گردد. مرتفع ترین نقطهٔ حوضهٔ کوه کربوش با ارتفاع ۳۹۷۴ متر از سطح دریا و کم‌ارتفاع‌ترین نقطهٔ حوضهٔ تالاب گاوخونی با ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریاست (شکل ۱).

تغییرات آب‌وهوا در این حوضه بسیار چشمگیر است؛ در حالی که ناحیهٔ چلگرد در غرب حوضه دارای بارش بیش از ۱۴۰۰ میلی‌متر است، در شرق حوضه در کنار تالاب گاوخونی بارش متوسط حدود ۱۰۰ میلی‌متر است. حدود ۹۳درصد مساحت حوضه در محدودهٔ استان اصفهان و ۷درصد آن نیز در محدودهٔ چهارمحال‌وبختیاری قرار دارد (مهندسین مشاور زایندآب، ۱۳۸۷: ۳). از نظر جمعیتی نیز طبق نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت حوضه حدود ۴/۶میلیون نفر است که از این تعداد، حدود ۹۸درصد در محدودهٔ استان اصفهان و حدود ۲درصد آن نیز در محدودهٔ استان چهارمحال‌وبختیاری ساکن هستند. طول رودخانه ۳۵۰ کیلومتر و مساحت کل حوزه ۴۱۵۰۰ کیلومتر مربع است.



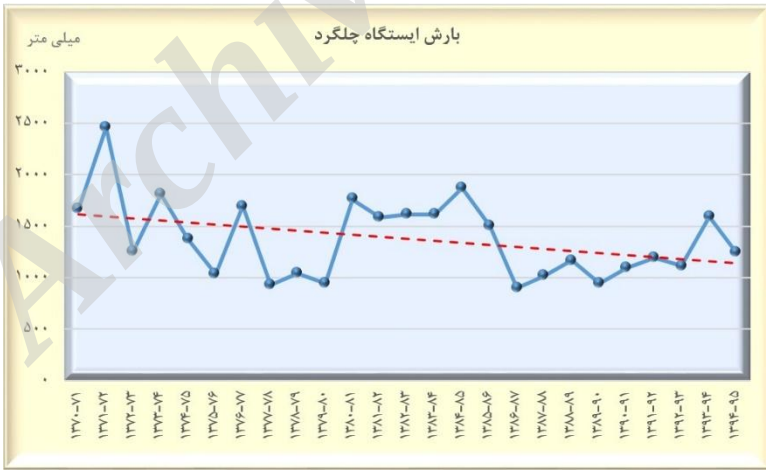
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوضهٔ آبریز رودخانهٔ زاینده‌رود

Archive of SID

www.SID.ir

حوضه صرف‌نظر از بارش‌های زیاد در ارتفاعات کوه‌رنگ دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک است. بارش متوسط در اصفهان فقط ۱۳۰ میلی‌متر است که بیشتر آن طی فصل زمستان و اوایل بهار می‌بارد. این در حالی است که تبخیر و تعرق پتانسیل در حوزه ۱۵۰۰ میلی‌متر و فعالیت کشاورزی و اقتصادی وابسته به آب است (سالمی و حیدری، ۱۳۸۵: ۱). برای بررسی تأثیر تغییرات بارندگی در حجم آب رودخانه، تغییرات ایستگاه چلگرد مطالعه می‌گردد. چلگرد منبع اصلی تأمین آب طبیعی رودخانه بوده و تغییرات آن به‌طور مستقیم بر حجم آب رودخانه تأثیر می‌گذارد.

بررسی میزان بارش ایستگاه چلگرد نشان می‌دهد میزان بارش حوضه نوسان دارد و جریان کلی نمایانگر روند متغیر و عمدتاً کاهش بارش است. در دو دهۀ اخیر، دو خشکی اقلیمی رخ داده است: خشک‌سالی اول در سال ۱۳۷۷تا۱۳۸۰ که کل بارندگی کوه‌رنگ به ۹۰۰تا۱۰۰۰ میلی‌متر در سال می‌رسد. در سال‌های ۱۳۸۰تا۱۳۸۶ وضعیت بارش نسبتاً بهبود یافته و بارندگی‌ها به بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر در سال می‌رسد. از سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ بارش محدودۀ کوهرنگ کاهش یافته و میزان بارندگی به ۹۰۰ میلی‌متر در سال رسیده است. از این سال که آغاز خشک‌سالی دوم حوضۀ زاینده‌رود تلقی می‌شود و تاکنون نیز ادامه دارد، بارش‌ها عمدتاً بین ۹۰۰تا۱۱۰۰ میلی‌متر در سال بوده است (شکل ۲).



شکل ۲. تغییرات بارش در ایستگاه چلگرد زاینده‌رود در دورۀ ۹۵-۱۳۷۰

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین محدودهٔ مورد مطالعه

در این پژوهش بر اساس اهداف مدنظر، برای بررسی تغییرات کاربری زمین (Land Use) حوضه، با توجه به اهداف پژوهش، میزان تأثیر و تأثر رودخانه با حوضهٔ اطراف خود و پراکندگی سکونتگاه‌های انسانی، با درنظرگرفتن نظر کارشناسی، محدودهٔ مورد مطالعه در Google earth ترسیم و محدوده با توجه به وضعیت جغرافیایی، به سه بخش تقسیم شده است.

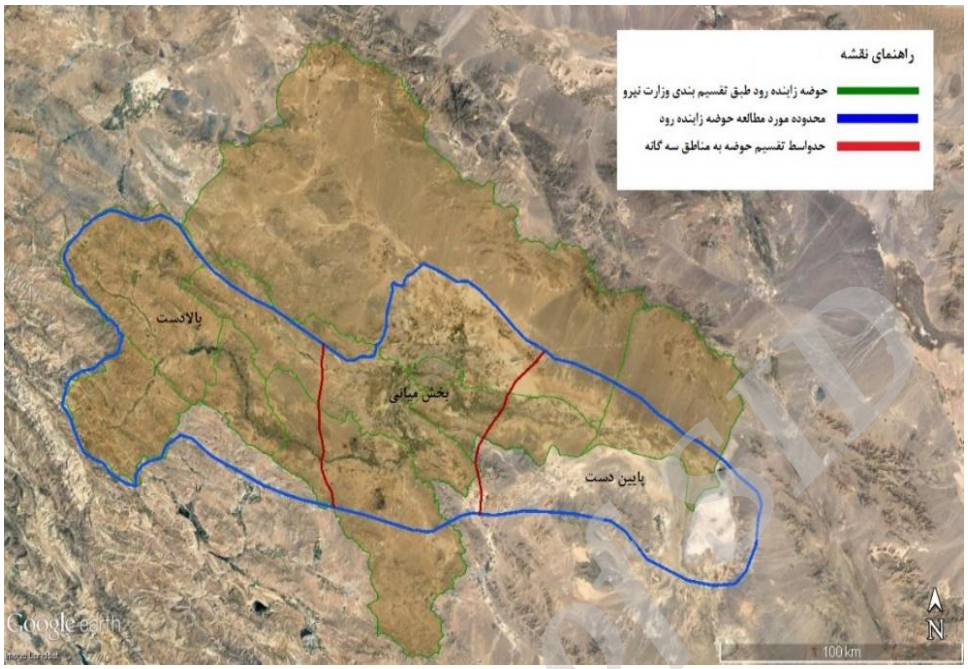
در قسمت بالادست از سرشاخه‌های رودخانه در استان اصفهان و شهرکرد تا سد چم آسمان مدنظر قرار گرفته است. سرچشمهٔ اصلی رودخانهٔ زاینده‌رود را دو رودخانهٔ مهم پلاسجان و شاخه‌های زاینده‌رود تشکیل می‌دهد. سد چم آسمان بین سد زاینده‌رود و شهر اصفهان قرار دارد و آخرین مسیری است که رودخانه از حالت دائمی خارج می‌شود. درواقع تا سد چم آسمان رودخانه به‌صورت دائمی جریان دارد. بخش میانی زاینده‌رود از بند انحرافی چم آسمان تا انتهای شرق شهر اصفهان و بخشی از دهستان‌های براآن شمالی و جنوبی واقع در شرق اصفهان را در بر می‌گیرد. در این قسمت به دلایل تاریخی و طبیعی، نقاط سکونتگاهی شهری و روستایی بیشتری استقرار یافته و بیشترین مصرف آب شرب حوضهٔ زاینده‌رود را نیز این بخش به خود اختصاص داده و منابع آب زیرزمینی نسبتاً مناسبی برای تأمین آب وجود دارد.

در انتها، بخش پایین‌دست حوضه از بخش انتهای شرقی شهر اصفهان و براآن شمالی و جنوبی شروع شده و تا انتهای باتلاق گاوخونی ادامه دارد. این بخش کمترین تراکم سکونتگاهی، جمعیتی و گیاهی را دارد و از نظر سفره‌های آب زیرزمینی وضعیت مساعدی ندارد و به آب رودخانه وابسته است (شکل ۳).

از نظر منابع آبی، رودخانه در بخش بالادست به طور دائم جریان دارد و کمترین آثار ناشی از ناپایداری منابع آبی را به خود دیده و حتی طرح‌های بهره‌برداری از منابع آب برای فعالیت اقتصادی در حال توسعه است. در مقابل، بیشترین تأثیر ناپایداری منابع آب در قالب جریان‌نداشتن رودخانه و تخصیص‌نیافتن آب به بخش کشاورزی، در بخش پایین‌دست رخ داده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. محدودهٔ مطالعهٔ تغییرات کاربری زمین در تصویر ماهواره‌ای

منبع: ترسیم نگارنده در محیط Google earth

روش تحقیق

در این روش تصاویر ماهواره‌ای منطقهٔ مورد مطالعه در دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ بررسی و میزان تغییرات کاربری بین این دو سال مقایسه شده است. در این زمینه، ابتدا محدودهٔ مورد مطالعه به شش کاربری «کشاورزی، ساخت‌وساز و مسکونی، مرتع، بیابان و اراضی خالی از پوشش، سطوح آبی و باتلاق» تقسیم شده و تحولات کاهش یا افزایش آن در دو دورهٔ سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ و در سه سطح بالادست، پایین‌دست، بخش میانی و کل حوضه مقایسه و ارزیابی شده است. بر این اساس، ابتدا شش شیت تصویر ماهوارهٔ لندست از سال ۲۰۰۰ که کل منطقهٔ مورد مطالعه را پوشش داده و شش شیت لندست سال ۲۰۱۴ از سایت زمین‌شناسی ایالات‌متحد آمریکا دریافت شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

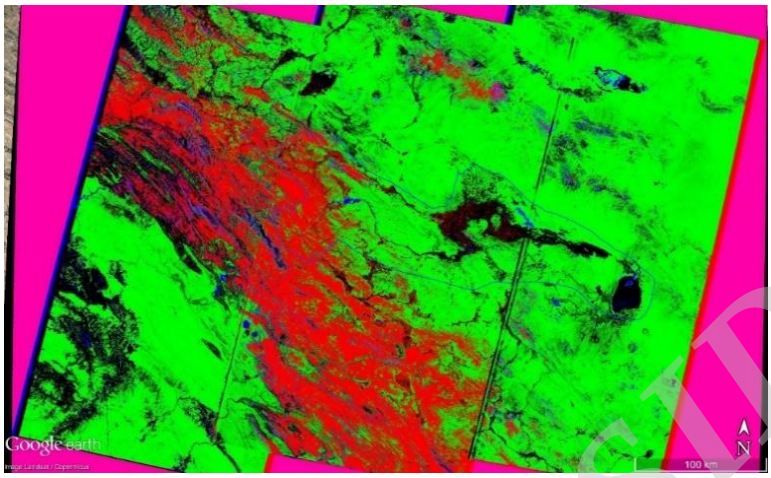
تصاویر شش‌گانه در نرم‌افزار ENVI پس از انجام تصحیحات اتمسفری[1] و رادیومتریک[2] در کنار هم با روش موزاییک[3] به تصویر واحد تبدیل شده است. در مرحلهٔ بعد، از طریق روش نمونه‌گیری نظارت شده و توسط محقق و در مطابقت با عوارض روی زمین و کمک از نرم‌افزار Google Earth برای تشخیص بهتر عوارض، کاربری‌های مدنظر پژوهش انتخاب شده است. در این روش از هر کلاس، چند نمونهٔ آموزشی[4] برای طبقه‌بندی کاربری‌ها انتخاب و به نرم‌افزار معرفی شده است (شکل ۴ و ۵).

پس از مشخص‌کردن نمونه‌ها، برای تشخیص عوارض و کاربری‌های سطح زمین، طبقه‌بندی[5] از نوع نظارت‌شده[6] و در قالب روش SVM[7] صورت گرفته و کل کاربری‌های سطح زمین بر اساس نمونه‌های گزینش‌شده مشخص می‌گردد. در مرحلهٔ بعد، خروجی پوشش‌های به‌دست‌آمده از تحلیل عوارض تصاویر لندست برای بررسی و تحلیل نهایی و خروجی نقشه و محاسبهٔ تغییرات مساحت هر کاربری به نرم‌افزار Arc GIS منتقل شده است. پس از انتقال اطلاعات از ENVI به GIS، از طریق روش Raster to polygon داده‌های تصاویر طبقه‌بندی‌شده به داده‌های پلی گونی[8] تبدیل و مساحت‌ها برحسب هکتار محاسبه شده است. سایر تحلیل‌های نهایی و گرفتن خروجی نقشهٔ محدوده در نرم‌افزار Arc GIS صورت گرفته است. در هریک از مراحل کار، تصحیحات اتمسفری و نرم‌افزاریِ لازم روی تصاویر در نرم‌افزار ENVI و خروجی نقشه‌ها در نرم‌افزار Arc GIS صورت گرفته است (شکل ۶).

1. Atmospheric Correction
2. Radiometric Correction
3. Mosaic
4. ROI
5. Classification
6. Supervised
7. Support Vector Machine
8. Polygon

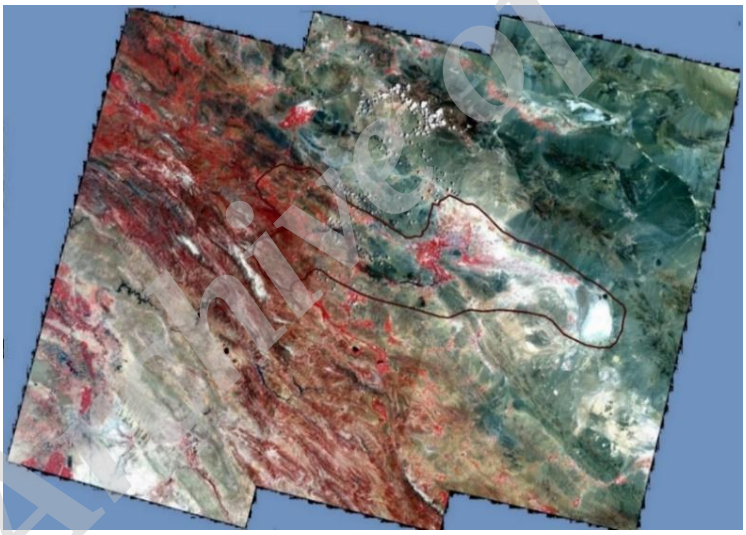
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤. موزاییک تصاویر لندست ۷ سال ۲۰۰۰ از سنجندهٔ ETM

منبع: سایت زمین‌شناسی آمریکا (USGS)

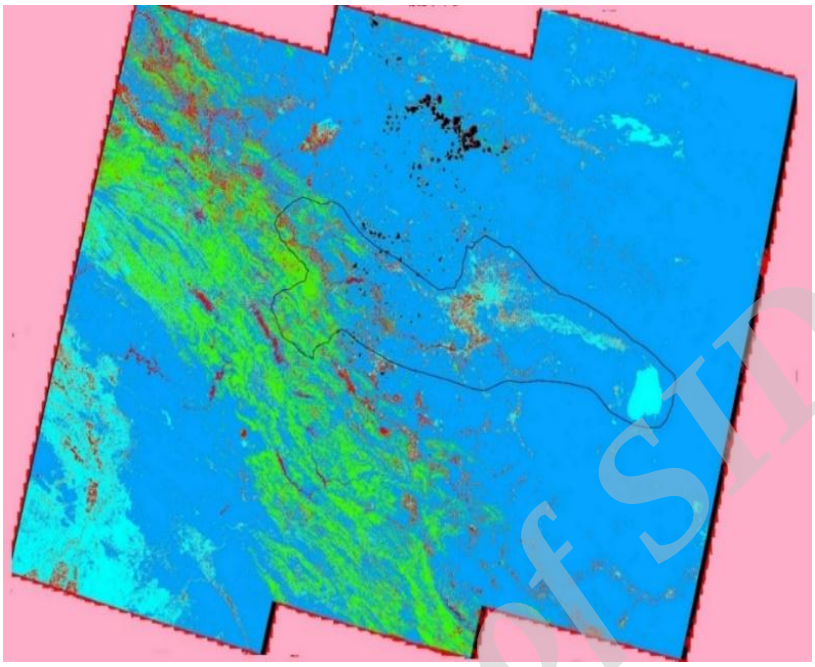


شکل ۵. موزاییک تصاویر لندست ۸ سال ۲۰۱٤ از سنجندهٔ OLI

منبع: سایت زمین‌شناسی آمریکا (USGS)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. خروجی تحلیل نتایج تغییرات کاربری زمین سال ۲۰۱٤

منبع: نتایج نرم‌افزاری پژوهش

یافته‌های پژوهش

در این بخش از پژوهش، تغییرات رخ‌داده در کل حوضهٔ مورد مطالعه و سپس تغییرات هر یک از زیرحوضه‌ها به تفکیک سه قسمت بالا، میان و پایین‌دست در سال‌های ۲۰۰۰تا۲۰۱۴ مورد مطالعه قرار گرفته است. بر این اساس، تعداد شش کاربری در محدودهٔ مورد مطالعه، در دو دوره، روی نقشه مشخص و مساحت آن در واحد هکتار محاسبه شده است. سپس تغییرات کاربری زمین در این دو دورهٔ زمانی مقایسه شده است (شکل ۸ و ۹). گفتنی است که تمامی ساخت‌وسازها، تأسیسات، مسکونی و نیز تغییرات بخش صنعتی در قالب کاربری «ساخت‌وساز» دیده شده و با توجه به اینکه میزان مصرف آب در بخش صنعت (عمدتاً فولاد) تغییر خاصی طی این دوره نداشته، در این پژوهش صرفاً بررسی کالبدی تغییرات کاربری زمین مدنظر بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. کاربری‌های بررسی‌شدهٔ پژوهش پس از انجام اصلاحات

شماره	پوشش	مشخصات
۱	کشاورزی	اراضی کشاورزی، باغی و زراعت توسط انسان
۲	مرتع	انواع مرتع
۳	سطوح آبی	دریاچه و سطوح آبی
۴	خالی از پوشش	انواع زمین‌های خالی از پوشش، سنگی، خاکی و اراضی بایر
۵	ساخت‌وساز	مسکونی، ساخت‌وساز و تأسیسات
۶	باتلاق	محدودهٔ تالاب

منبع: یافته‌های پژوهش

تغییرات کاربری زمین کل حوضه

بررسی کل حوضهٔ مورد مطالعه نشان از کاهش کاربری‌های «کشاورزی» و «مرتع» و افزایش کاربری‌های «ساخت‌وساز و مسکونی» و «اراضی بایر» دارد. کاربری کشاورزی سال ۲۰۰۰ در کل حوضه ۱۳۱هزار هکتار بوده که در سال ۲۰۱۴ به ۹۴هزار هکتار کاهش یافته است. اراضی مرتعی نیز با کاهشی ۸۰۰۰هکتاری از ۷۲هزار هکتار به ۶۴هزار هکتار رسیده است. «سطوح و تجمعات آبی» تغییر چندانی نداشته است. «اراضی بایر و خالی از پوشش» ۴۱هزار هکتار افزایش یافته است. کاربری «مسکونی و ساخت‌وساز» افزایش ۶۶۵۵ هکتاری در کل محدوده داشته و از ۳۹هزار هکتار به حدود ۴۶هزار هکتار رسیده است. محدودهٔ کاربری تالاب نیز کاهشی نزدیک به ۳هزارهکتاری را نشان می‌دهد (جدول ۲ و شکل ۷).

از بررسی تغییرات کاربری محدوده در سال ۲۰۰۰تا۲۰۱۴ که مطابق با وقوع ناپایداری منابع آب رودخانهٔ زاینده‌رود است، نتایجی به دست می‌آید. بر این اساس، طی این ۱۵ سال، کاربری کشاورزی با کاهش منابع آبی ورودی رودخانه کاهش شدیدی داشته و در مقابل زمین‌های خالی از پوشش و بایر افزایش شدیدی داشته که می‌توان نتیجه گرفت همراه با خشکی رودخانه، منابع آب کشاورزی از بین رفته و بیشتر این اراضی خشک شده‌اند. همچنین به دلیل گسترش سکونتگاه‌های انسانی، ساخت‌وسازها کماکان روند افزایشی داشته و اراضی مرتعی نیز به دلیل تغییرات اقلیمی و گسترش سکونتگاه‌های انسانی کاهش چشمگیری داشته است (شکل ۷).

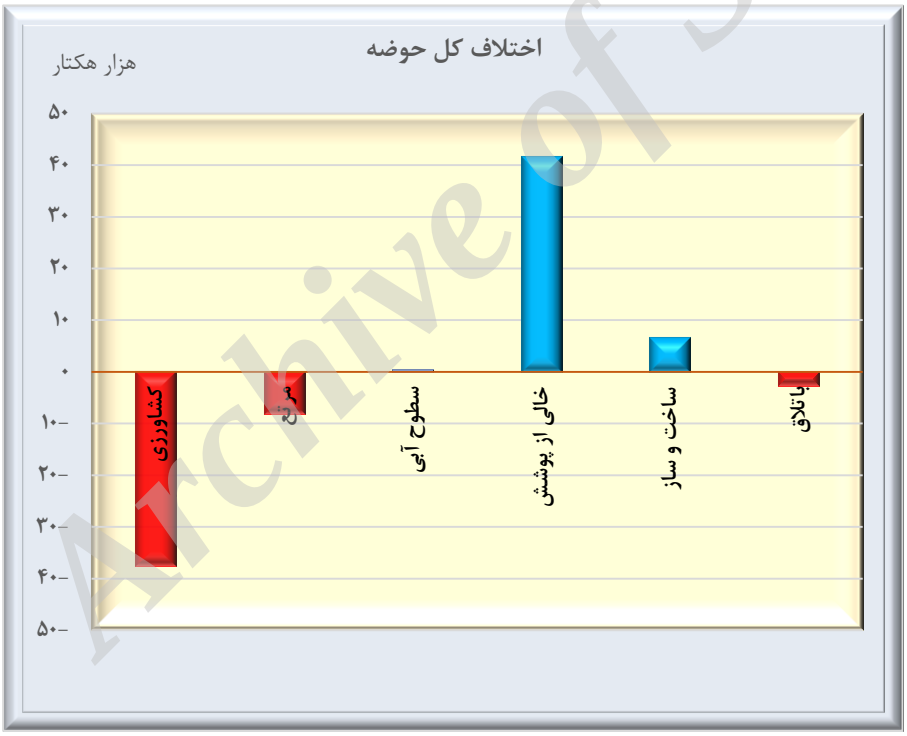
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تغییرات کاربری زمین در حوضهٔ زاینده‌رود (۲۰۱٤-۲۰۰۰)

شماره	نوع کاربری	۲۰۰۰	۲۰۱۴	اختلاف
۱	کشاورزی	۱۳۱۲۰۹	۹۳۶۱۵	-۳۷۵۹۴
۲	مرتع	۷۲۲۱۴	۶۴۱۷۵	-۸۰۳۹
۳	سطوح آبی	۲۵۹۴	۳۱۰۰	۵۰۶
۴	بایر و خالی از پوشش	۱۴۶۸۳۲۱	۱۵۱۰۰۲۴	۴۱۷۰۳
۵	ساخت‌وساز	۳۹۰۴۸	۴۵۷۰۳	۶۶۵۵
۶	باتلاق	۴۹۱۸۰	۴۶۴۶۰	-۲۷۲۰

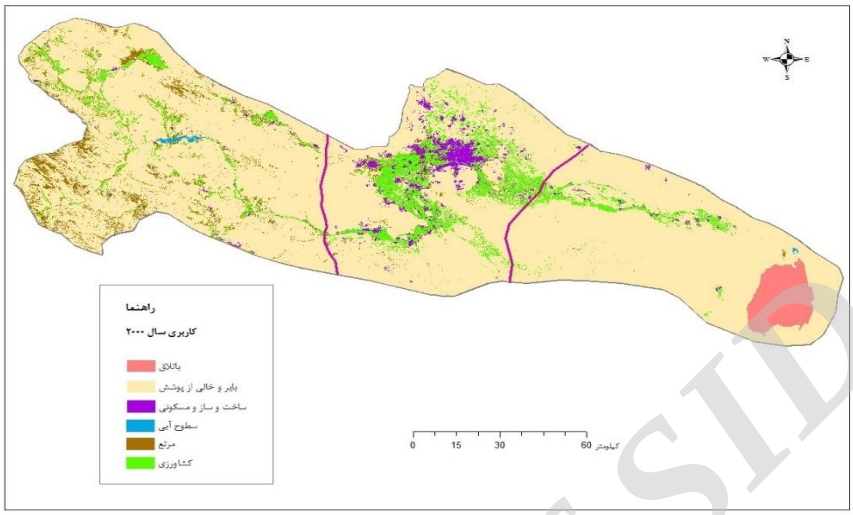
منبع: تحلیل یافته‌های پژوهش (۱۳۹۵)



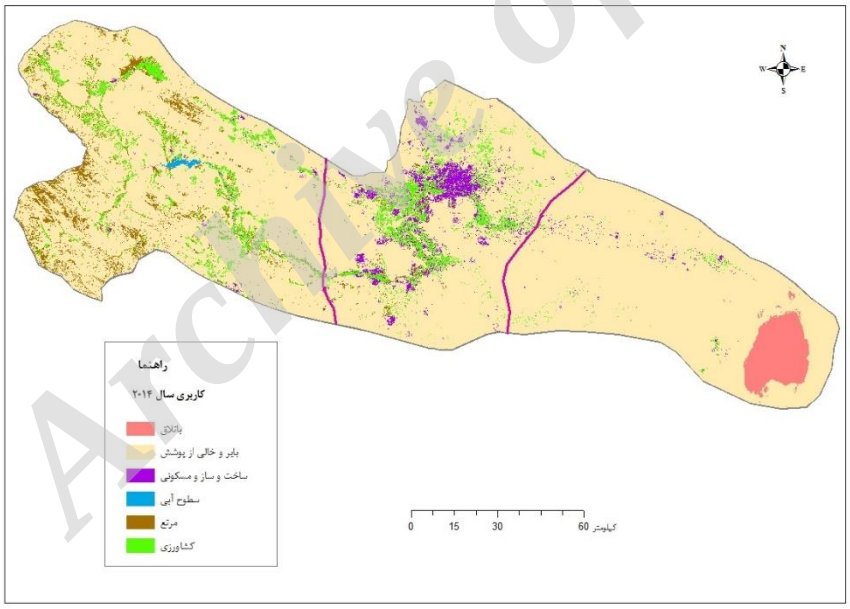
شکل ۷. اختلاف تغییرات کاربری زمین در کل حوضهٔ رودخانهٔ زاینده‌رود در سال‌های (۲۰۰۰تا۲۰۱٤)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۸. تقسیمات کاربری اراضی حوضه آبریز زاینده‌رود در سال ۲۰۰۰



شکل ۹. تقسیمات کاربری اراضی حوضهٔ آبریز زاینده‌رود در سال ۲۰۱٤

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات کاربری بخش بالادست

در قسمت بالادست، حوضهٔ کاربری‌های کشاورزی و ساخت‌وساز افزایش یافته و اراضی مرتعی و خالی از پوشش کاهش یافته است. اراضی «کشاورزی» از ۳۳هزار هکتار سال ۲۰۰۰، با افزایشی ۱۱هزارهکتاری، به ۴۴هزار هکتار رسیده است. زمین‌های «مرتعی» از ۶۰هزار هکتار به ۵۷هزار هکتار کاهش یافته است. سطوح آبی در بالادست حوضه نزدیک به ۷۰۰ هکتار افزایش یافته است. اراضی «خالی از پوشش» با کاهش ۹۰۰۰هکتاری، از ۶۱هزار هکتار به بیش از ۶۰هزار هکتار رسیده است. کاربری «ساخت‌وساز و مسکونی» نیز افزایشی ۴۵۰هکتاری داشته است (جدول ۳ و شکل ۱۰).

تحلیل نتایج تغییرات کاربری بخش بالادست حوضه نشان می‌دهد «اراضی کشاورزی» به دلیل افزایش پمپاژ و توسعهٔ کشاورزی در بالادست حوضه، گسترش شدیدی داشته و در مقابل، کاربری‌های «خالی از پوشش» و «مرتع» کاهش داشته است. می‌توان گفت در بخش بالادست، حوضهٔ کشاورزی توسعهٔ زیادی یافته و به همین میزان از کاربری‌های مرتع و اراضی خالی از پوشش کاسته شده است. کاهش ۳۵۰۰هکتاری مرتع را می‌توان از طرفی به افزایش کشت و کار و توسعهٔ فعالیت‌های انسانی و از طرف دیگر تغییرات اقلیمی و کاهش بارش سالانه نسبت داد. بخش مسکونی و ساخت‌وساز نیز نزدیک به ۵۰۰ هکتار افزایش داشته است (شکل ۱۰).

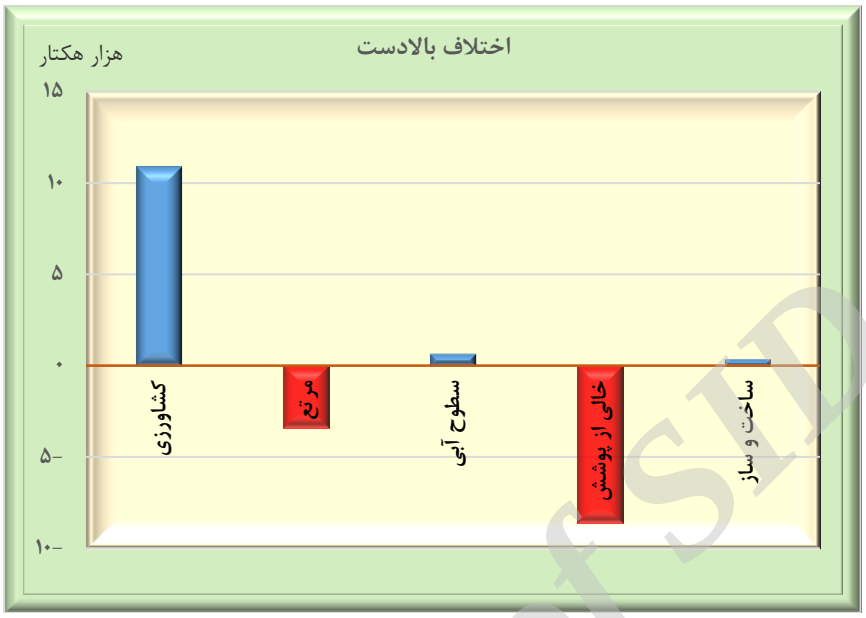
جدول ۳. تغییرات کاربری زمین در بخش بالادست حوضهٔ آبریز زاینده‌رود (۲۰۱٤-۲۰۰۰)

شماره	نوع کاربری	۲۰۰۰	۲۰۱۴	اختلاف
۱	کشاورزی	۳۳۰۴۶	۴۳۹۳۱	۱۰۸۸۵
۲	مرتع	۶۰۰۹۱	۵۶۶۶۸	-۳۴۲۳
۳	سطوح آبی	۲۱۵۳	۲۸۶۰	۷۰۷
۴	خالی از پوشش	۶۱۰۶۸۳	۶۰۲۰۸۹	-۸۵۹۴
۵	ساخت‌وساز	۳۳۱۲	۳۷۳۸	۴۲۶
۶	باتلاق	۰	۰	۰

منبع: تحلیل یافته‌های پژوهش (۱۳۹۵)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۰. اختلاف تغییرات کاربری زمین در بالادست حوضهٔ زاینده‌رود در سال‌های (۲۰۰۰تا۲۰۱٤)

تغییرات کاربری بخش میانی

در بخش میانی، حوضهٔ کاربری «ساخت‌وساز و مسکونی» افزایش شدیدی داشته و از ۳۳هزار هکتار به حدود ۳۸هزار هکتار رسیده و ۴۸۰۰ هکتار افزایش را نشان می‌دهد. اراضی کشاورزی از ۷۹هزار هکتار به ۴۷هزار هکتار کاهش یافته و مراتع نیز با کاهش ۴هزارهکتاری مواجه بوده است. زمین‌های «خالی از پوشش و بایر» نیز نزدیک به ۳۲هزار هکتار افزایش داشته است (جدول ۴، شکل ۱۱).

در بخش میانی، حوضهٔ کاربری‌های «ساخت‌وساز» و «خالی از پوشش» افزایش یافته و از مساحت اراضی «کشاورزی» و «مرتع» کاسته شده است. کاهش آب ورودی رودخانه سبب کاهش شدید اراضی قابل کشت کشاورزی و افزایش شدید اراضی «بایر و خالی از پوشش» شده است. گسترش سکونتگاه‌های انسانی در قالب افزایش هزارهکتاری «ساخت‌وساز و مسکونی» قابل تفسیر است. به دلایل اقلیمی و گسترش سکونتگاهی، مراتع نیز نزدیک به ۴هزار هکتار کاهش یافته است.

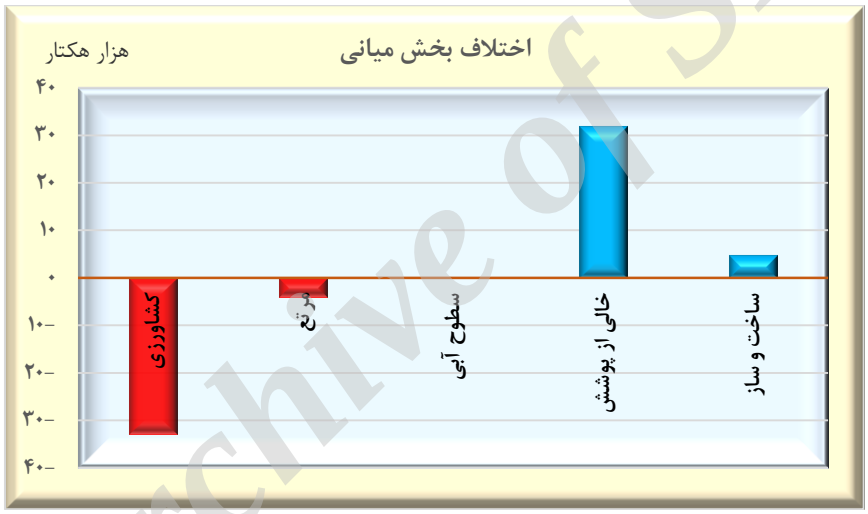
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. تغییرات کاربری زمین در بخش میانی حوضهٔ آبریز زاینده‌رود (۲۰۱۳-۲۰۰۲)

شماره	نوع کاربری	۲۰۰۰	۲۰۱۴	اختلاف
۱	کشاورزی	۷۹۶۷۹	۴۶۸۸۵	-۳۲۷۹۴
۲	مرتع	۱۱۴۶۴	۷۴۷۶	-۳۹۸۸
۳	سطوح آبی	۱۴۹	۲۳۷	۸۸
۴	خالی از پوشش	۴۰۴۳۲۱	۴۳۶۲۵۱	۳۱۹۳۰
۵	ساخت‌وساز	۳۳۰۳۲	۳۷۸۴۴	۴۸۱۲
۶	باتلاق	۰	۰	۰

منبع: تحلیل یافته‌های پژوهش (۱۳۹۵)



شکل ۱۱. اختلاف تغییرات کاربری زمین در بخش میانی حوضهٔ زاینده‌رود در سال‌های (۲۰۱٤-۲۰۰۰)

تغییرات کاربری بخش پایین‌دست

در بخش پایین‌دست، فقط حوضهٔ کاربری «ساخت‌وساز» و «اراضی بایر» افزایش پیدا کرده و سایر کاربری‌ها کاهش یافته‌اند. پوشش اراضی کشاورزی از ۱۸هزار هکتار به ۴هزار هکتار رسیده و ۱۴۵۰۰ هکتار کاهش یافته است. بخش پایین‌دست، سطوح آبی و مرتعی محدودی داشته و همین میزان هم روند کاهشی داشته است؛ به‌طوری‌که سطوح آبی در بخش پایین‌دست به ۳ هکتار و به

Archive of SID

www.SID.ir

نزدیک صفر رسیده و اراضی مرتعی با کاهش ۴۰۰هکتاری به کلاً ۳۰۰ هکتار رسیده است. زمین‌های «بایر و خالی از پوشش» افزایش ۱۸هزارهکتاری داشته که عمدتاً اراضی بایر و کشاورزی پیشین را شامل می‌شود. کاربری «ساخت‌وساز و مسکونی» نیز کماکان روند افزایش داشته و با افزایش ۵۰۰هکتاری از ۲۷۰۰ هکتار به ۳۲۰۰ هکتار رسیده است. کاربری باتلاق که عمدتاً محدودهٔ تالاب گاوخونی را شامل می‌شود، کمتر از ۳۰۰۰هکتار کاهش یافته است (جدول ۵، شکل ۱۲).

تغییرات رخ‌داده در کاربری‌های بخش پایین‌دست حوضه (از انتهای شهر اصفهان تا تالاب گاوخونی)، بیشتر محصول اتفاقات بخش‌های بالاتر حوضه به سمت سرشاخه‌هاست. به دلیل قطع یا کاهش آب ورودی به پایین‌دست برای کشاورزی، فعالیت زراعی کاهش شدیدی داشته و بیشتر زمین‌های کشاورزی پایین‌دست، خشک شده و به اراضی بایر تبدیل شده‌اند. کاهش کاربری کشاورزی و افزایش زمین‌های بایر مؤید این قضیه است. به دلیل وقوع ناپایداری منابع آب و کاهش جریان آب سطحی رودخانه، علاوه بر بخش کشاورزی، پوشش «مرتع»، «سطوح آبی» و «باتلاق» نیز کاهش یافته است. افزایش ساخت‌وسازها نیز نشانگر گسترش سکونتگاه‌های انسانی به‌مرورزمان است.

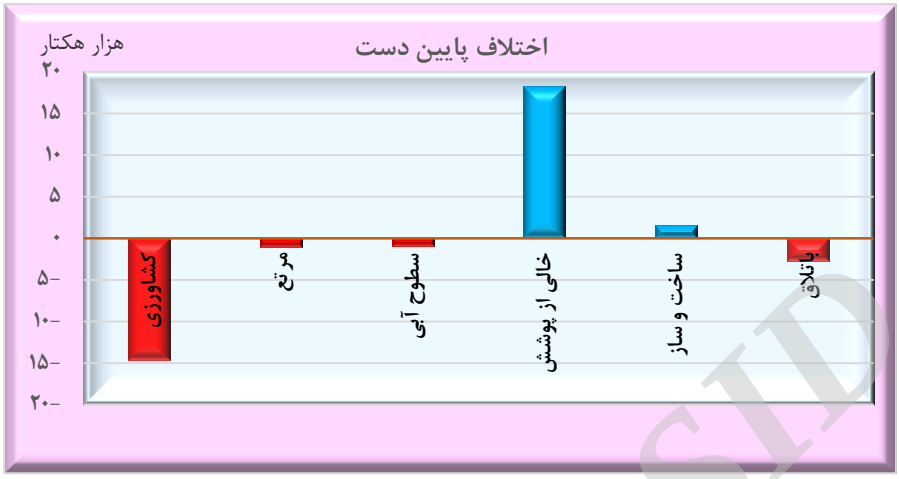
جدول ۵. تغییرات کاربری زمین در قسمت پایین‌دست حوضهٔ آبریز زاینده‌رود (۲۰۰۲تا۲۰۱۳)

شماره	نوع کاربری	۲۰۰۰	۲۰۱۴	اختلاف
۱	کشاورزی	۱۸۴۸۵	۳۷۹۵	-۱۴۶۹۰
۲	مرتع	۶۵۸	۳۰۹	-۳۴۹
۳	سطوح آبی	۲۹۱	۳	-۲۸۸
۴	خالی از پوشش	۴۵۳۱۴۰	۴۷۱۴۱۳	۱۸۲۷۳
۵	ساخت‌وساز	۲۷۰۴	۳۲۲۱	۵۱۷
۶	باتلاق	۴۹۱۷۹	۴۶۴۵۹	-۲۷۲۰

منبع: تحلیل یافته‌های پژوهش (۱۳۹۵)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۲. اختلاف تغییرات کاربری زمین در پایین‌دست حوضهٔ زاینده‌رود (۲۰۰۰تا۲۰۱٤)

ارزیابی نهایی تغییرات کاربری زمین لندست (۲۰۰۰تا۲۰۱۴)

در این قسمت نتایج تحلیلی تغییرات کاربری زمین در کل حوضه و تقسیمات بالا، پایین و بخش میانی به تفکیک کاربری‌ها بررسی شده است (جدول ۶):

۱. کشاورزی: به دلیل ناپایداری در منابع آب کشاورزی، کاربری کشاورزی در کل حوضهٔ زاینده‌رود روند کاهشی را نشان می‌دهد؛ ولی روند تغییرات اراضی زراعی در کل محدوده به یک شکل نبوده، به طوری که در قسمت بالادست برداشت منابع آب و فعالیت کشاورزی افزایش یافته و ناپایداری منابع آب هیچ تأثیری در توسعهٔ فعالیت کشاورزی در این قسمت نداشته است، درحالی‌که با تخصیص‌نداشتن آب به بخش کشاورزی در قسمت‌های پایین‌تر حوضه، اراضی کشاورزی زیادی خشک شده و به زمین‌های بایر تبدیل شده است. درواقع کاربری کشاورزی در بالادست در حال افزایش بوده و در بخش‌های میانی و پایین‌دست کاهش یافته است.

۲. مرتع: کاربری مرتع در همهٔ قسمت‌های حوضه، چه در مجموع کل حوضه و چه در قسمت‌های بالا، پایین و میانی، کاهش یافته است. کاهش پوشش مرتع در این سال‌ها را می‌توان به تغییرات اقلیمی و کاهش بارش سالانه، کاهش جریان دائمی رودخانه و گسترش سکونتگاه‌های انسانی در قالب ساخت‌وسازها و فعالیت کشاورزی نسبت داد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳. سطوح آبی: تغییرات سطوح آبی روند شدیدی را نشان نداده و تقریباً دگرگونی زیادی در میزان مساحت سطوح آبی در محدوده رخ نداده است. با توجه به تأمین دائمی آب شرب و صنعت از محل سد زاینده‌رود و ذخایر آب برای مصارف گوناگون، با وجود کاهش جریان آب رودخانه، میزان آب مسکون در حوضه تغییر چندانی نداشته است؛ ولی در قسمت پایین‌دست حوضه سطوح آبی کاهش داشته است.

۴. اراضی بایر و خالی از پوشش: مجموع اراضی خالی از پوشش و بایر، در کل حوضهٔ زاینده‌رود روند افزایشی داشته است؛ ولی در بخش‌های مختلف حوضه روندهای مختلف افزایشی و کاهشی داشته است. در قسمت بالادست، به دلیل پمپاژ آب رودخانه و توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی، سطح اراضی خالی از پوشش کاهش یافته، ولی در قسمت میانی و پایین‌دست به دلیل کاهش منابع آبی و خشک‌شدن اراضی کشاورزی، بر میزان اراضی بایر افزوده شده است. درواقع در بالادست کاهش زمین‌های خالی از پوشش رخ داده و در بخش میانی و پایین‌دست، افزایش زمین‌های بایر یا کشاورزی خشک‌شده مشاهده می‌شود.

۵. ساخت‌وساز و مسکونی: کاربری ساخت‌وساز و مسکونی در کل محدوده روند افزایشی داشته و گسترش سکونتگاه‌های انسانی را می‌توان در قالب افزایش ساخت‌وسازها برای سکونت و فعالیت اقتصادی مشاهده کرد. با توجه به افزایش جمعیت و ساخت‌وسازهای رو به گسترش برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و ساخت شهرک‌های جدید مسکونی برای استقرار جمعیت، این کاربری در کل محدوده افزایش داشته است. گسترش سکونتگاهی و ساخت‌وساز در بخش میانی حوضه افزایش بیشتری داشته است.

۶. باتلاق: تالاب گاوخونی در قسمت پایین‌دست و انتهای حوضه واقع شده و مقصد نهایی جریان آب رودخانهٔ زاینده‌رود است. با وقوع ناپایداری منابع آب رودخانه، اولین بخش مصرفی که تحت‌تأثیر قرار گرفت، محیط‌زیست و مشخصاً تالاب گاوخونی بوده است. با کاهش جریان آب رودخانه، تخصیص آب به تالاب کاهش یافته و رطوبت محدودهٔ تالاب نیز به‌مرور کاهش یافته است. کاهش ۲۷۰۰هکتاری محدودهٔ تالاب به دلیل کاهش جریان آب ورودی به آن و کاهش رطوبت محدودهٔ تالاب، به‌مرورزمان است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶. اختلاف کاربری زمین در حوضهٔ زاینده‌رود در سال ۲۰۱٤ در مقایسه با سال ۲۰۰۰ (هکتار)

شماره	نوع کاربری	کل حوضه	بالا	میانی	پایین
۱	کشاورزی	-۳۷۵۹۴	۱۰۸۸۵	-۳۲۷۹۴	-۱۴۶۹۰
۲	مرتع	-۸۰۳۹	-۳۴۲۳	-۳۹۸۸	-۳۴۹
۳	سطوح آبی	۵۰۶	۷۰۷	۸۸	-۲۸۸
۴	خالی از پوشش و بایر	۴۱۷۰۳	-۸۵۹۴	۳۱۹۳۰	۱۸۲۷۳
۵	ساخت‌وساز و مسکونی	۶۶۵۵	۴۲۶	۴۸۱۲	۵۱۷
۶	باتلاق	-۲۷۲۰	۰	۰	-۲۷۲۰

منبع: یافته‌های تحلیلی پژوهش

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تغییر کاربری‌ها در حوضهٔ آبریز زاینده‌رود در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ بررسی و تحلیل شده است. بر این اساس ابتدا کل کاربری و پوشش اراضی در حوضهٔ مورد مطالعه بررسی شده و سپس با تقسیم‌بندی محدوده به سه حوضه، تغییرات کاربری در هریک از این حوضه‌ها مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد گسترش سکونتگاه‌های انسانی در کل حوضه، کاربری‌ها را دگرگون ساخته و پایداری محیطی را با مخاطره مواجه ساخته است. طی این بازه زمانی (۲۰۰۰تا۲۰۱۴) «پوشش مرتع» در کل محدوده (مجموعاً ۸هزار هکتار) کاهش و «اراضی مسکونی، ساخت‌وساز و تأسیسات» در کل محدوده (مجموعاً ۶۶۵۵ هکتار) افزایش داشته است. کاربری کشاورزی و خالی از پوشش و بایر در قسمت‌های مختلف حوضه روند متفاوتی داشته است. طی دورهٔ ۱۵ساله «زمین‌های کشاورزی و باغات» در بالادست حوضه نزدیک به ۱۱هزار هکتار افزایش یافته، ولی در بخش‌های میانی و پایین‌دست حوضه مجموعاً ۴۷۵۰۰ هکتار کاهش داشته است. همچنین «اراضی بایر و خالی از پوشش» در قسمت بالادست بیش از ۸۵۰۰ هکتار کاهش، اما در بخش‌های میانی و پایین‌دست حدود ۵۰هزار هکتار افزایش یافته است.

تحلیل نتایج پژوهش نشان می‌دهد ساخت‌وسازها به دلیل گسترش سکونتگاهی در کل محدوده افزایش و پوشش مرتعی به دلایل اقلیمی و گسترش سکونتگاهی کاهش یافته است. به دلایل افزایش پمپاژ و بهره‌برداری از آب و طرح‌های توسعهٔ کشاورزی در بالادست (از

Archive of SID

www.SID.ir

سرشاخه‌های رودخانه تا سد تنظیمی چم آسمان)، «کشاورزی و باغات» در بالادست افزایش یافته و اراضی بایر و خالی از پوشش نیز به دلیل توسعهٔ کشاورزی و ساخت‌وسازها کاهش یافته است. برعکس، در بخش‌های میانی و پایین‌دست حوضه به دلیل وقوع ناپایداری منابع آبی و کاهش جریان آب رودخانه، بخش عظیمی از زمین‌های کشاورزی به دلیل کم‌آبی خشک شده و به اراضی بایر تبدیل شده است.

بر این اساس می‌توان گفت رابطهٔ معناداری بین وقوع ناپایداری منابع آب کشاورزی در حوضهٔ زاینده‌رود و گسترش سکونتگاه‌های انسانی و افزایش مصرف آب در کل حوضه و توسعهٔ کشاورزی در بالادست حوضهٔ زاینده‌رود وجود دارد. نبود برنامه‌ریزی فضایی و مدیریت سیستمی در حوضه موجب گسترش سکونتگاه‌های انسانی فراتر از ظرفیت حوضه گردیده و با افزایش کشاورزی در بالادست و گسترش سکونتگاهی در کل حوضه، زمینهٔ کاهش جریان آب رودخانه و وقوع ناپایداری منابع آب کشاورزی در بخش‌های میانی و پایین‌دست حوضه را فراهم ساخته است. به عبارتی دیگر، گسترش سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی موجب تشدید وضعیت ناپایدار منابع آب در حوضه شده و ناپایداری منابع آب، خود پیامدهای محیطی و اقتصادی در قالب ازبین‌رفتن کشاورزی در قسمت‌های پایین‌تر حوضه را در پی داشته است. با توجه به یافته‌های پژوهش، در راستای بهبود وضعیت آبی حوضه یا کاهش تأثیرات ناشی از ناپایداری منابع آب در حوضه، راهکارهایی ارائه می‌شود.

۱. توسعهٔ سکونتگاه‌های انسانی بر مبنای آمایش سرزمین؛

۲. احیای اصل مدیریت یکپارچه منابع آب حوضه؛

۳. کنترل و مدیریت برداشت آب در نواحی بالادست حوضه: با تصویب قوانین سخت‌گیرانه برای برنداشتن آب در سراب حوضه و کاهش برداشت آب در وضعیت کنونی و نیز کاهش یارانه و کمک‌های دولتی به برداشت از آب در بالادست برای مصارف کشاورزی و صنعتی، می‌توان به این هدف دست یافت؛

۴. کنترل و مدیریت برداشت از منابع آب زیرزمینی در کل حوضه؛

۵. صادرنکردن هرگونه تخصیص و بارگذاری جدید بر منابع آب حوضه؛

Archive of SID

www.SID.ir

۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب؛
۷. جبران کمبود منابع آب حوضه با طرح‌های انتقال آب از مازاد آب حوضه‌های مجاور؛
۸. جلب مشارکت مردمی و همراهی همهٔ ذی‌نفعان از منابع آبی حوضه؛
۹. اعمال مدیریت فضایی بالا به پایین منسجم و مبتنی بر مشارکت در حوضه.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. براتی قهفرخی، سوسن؛ سلطانی کوپایی، سعید؛ خواجه الدین، سید جمال‌الدین؛ رایگانی، بهزاد (۱۳۸۸). بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیرحوزهٔ قلعه‌شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (دورهٔ زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴)، *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳ (۴۷) (الف): ۳۴۹-۳۶۵.

۲. خسروانی، زهرا؛ خواجه‌الدین، سیدجمال‌الدین؛ سفیانیان، علیرضا؛ محبی، محمود؛ پارسامهر، امیرحسین (۱۳۹۱). پهنه‌بندی کاربری اراضی منطقهٔ شرق اصفهان با استفاده از تصویر ماهواره‌ای IRS-P6، *مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌وخاک*، ۱۶ (۵۹): ۲۴۴-۲۳۳.

۳. سالمی، حمیدرضا ؛ حیدری، نادر (۱۳۸۵) . (گزارش فنی) ارزیابی منابع و مصارف آب در حوزهٔ آبریز زاینده‌رود، *انجمن علوم و مهندسی منابع آب*، ۲ (۱): ۷۶-۷۲.

۴. صالحیان، سعید (۱۳۹۶). پیامدهای فضایی گسترش سکونتگاه‌های انسانی و ناپایداری منابع آب کشاورزی در حوضهٔ آبریز زاینده‌رود، رسالهٔ دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، راهنما: عبدالرضا رحمانی فضلی، دانشگاه شهیدبهشتی تهران.

۵. علوی‌پناه، سیدکاظم ؛ مسعودی، مسعود (۱۳۸۰). تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعهٔ موردی منطقهٔ موک استان فارس، *مجلهٔ علوم و کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸ (۱): ۷۶-۶۵.

۶. مهندسین مشاور زایندآب (۱۳۸۷). *تعیین منابع و مصارف آب در حوضهٔ زاینده‌رود*، ج ۱۰ (سنتز مطالعات)، شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، تهران: چاپ وزارت نیرو.

۷. نجفی، علی؛ نصری، مسعود؛ اطهری، رسول (۱۳۸۸). حوضهٔ آبخیز زاینده‌رود نیازمند مدیریت جامع، *ماهنامهٔ فنی- تخصصی دانش‌نما، ویژه‌نامهٔ زاینده‌رود*، ۱۸ (۳) پیاپی ۱۷۵-۱۷۴: ۶۶-۵۹.

8. Bigas, H. et al., (2012).he Global Water Crisis: Addressing an Urgent Security Issue. Papers for the Inter Action Council, *Hamilton. Canada: UNU-INWEH* (United Nations University – Institute for Water, Environment and Health).
9. Cegielska, K. et al., (2018). Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland , *Land Use Policy*, 78: 1-18.
10. Douglas, A. S., A. Hope and D. McGuire. (2004). Remote sensing of vegetation and land cover change in Arctic Tundra ecosystem , *Remote Sensing of Environment.* 89: 281-308.

Archive of SID

www.SID.ir

11. Fan, Y., Yu, G., He, Z., Yu, H., Bai, R., Yang, L., Wu, D., (2017). Entropies of the Chinese Land Use/Cover change from 1990 to 2010 at a County level. *Entropy* 19 (2), 51.
12. Foley, J.A., et al., (2005). Global consequences of land use. *Science* 309 (5734): 570–574.
13. Gao, Jie; li, Feng; Gao, Hui; Zhou, Ghuanbin; Zhang, Xiaoling. (2016). The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *Journal of Cleaner Production,* 163 (2017): 148-155.
14. Najmuddin, Omid, Deng, Xiangzheng and Jia Siqi. (2014). Scenario analysis of land use change in Kabul River Basin - A river basin with rapid socio-economic changes in Afghanistan , *Ecological Indicators.* 48 (2015): 505–517.
15. Nikhil Raj, P. P. and P. A. Azeez. (2010). Land Use and Land Cover Changes in a Tropical River Basin: A Case from Bharathapuzha River Basin , Southern India. *Journal of Geographic Information System*, 2: 185-193.
16. Omo-Irabor, O. O. and K. Oduyemi. (2000). A hybrid image classification approach for the systematic analysis of land cover changes in the Niger Delta region, *Built and natural environment*. University of Abertay, Scotland: 1-7.
17. Prashant K. Srivastava, et al., (2012). Selection of Classification Techniques for Land Use/Land Cover Change Investigation , *Advances in Space Research*, 50: 1250–1265.
18. Robb, J. L. (2012).WORLD WAR III*: War for Water?*, www.omegaletter.com /articles/articles.asp? Article ID=7462
19. Sallay, A., Jombach, S., (2011). Changing landscape values in Hungary», *Problemy Ekologii Krajobrazu* 30: 225–232.
20. Solecki, W.D. (2001). the role of global-to local linkages in land use/land cover changes in South Florida», *Ecological Economics.* 37: 339–356.
21. Verburg, P.H., van de Steeg, J., Veldkamp, A., Willemen, L. (2009). From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization , *Journal of Environmental Management*. 90 (3): 1327–1335.
22. Wang, Xuechao et al. (2017) .Linking land use change, ecosystem services and human well-being: A case study of the Manas River Basin of Xinjiang, China , *Ecosystem Services.* 27: 113-123.
23. Zare Ernani, M. and D. Gabriels. (2006). Detection of land cover changes using Landsat MSS, ETM+ sensors in Yazd-Ardakan basin, Iran , *Proc. of Agro Environment*: 414-518.

Archive of SID

www.SID.ir