Archive of SID

ارزیابی تأثیرات خشکسالی بر تالاب هشیلان

منصور جعفربیگلو[1*]
عبدالکریم ویسی[2]
ایثار نورایی صفت[3]
سیروس نادری[4]

۱. استادیار ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد محیطزیست دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات
mjbeglou@ut.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۳۰۰۷۲
تاریخ دریافت:۲۰۱۴/۵/۲۲
تاریخ پذیرش:۲۰۱۵/۳/۱
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است

چکیده

تالاب‌ها به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد جزء مهم‌ترین و درعین‌حال حساس‌ترین اکوسیستم‌ها به شمار می‌روند. به علت سیستمی بودن ساختار تالاب هرگونه تغییر در شرایط محیطی بخصوص اقلیم و کاربری اراضی باعث ایجاد تغییرات در تالاب‌ها می‌شود. تالاب‌های ایران در چند دهه گذشته به علت رخداد خشکسالی‌های متعدد و دخالت‌های انسانی در معرض نابودی قرارگرفته‌اند. تالاب هشیلان به‌عنوان یک تالاب منحصربه‌فرد که در منابع مختلف از آن تحت عنوان سوءتفاهم جغرافیایی یادشده، در مرکز استان کرمانشاه واقع‌شده و آب آن از آبخوان‌های کارستی کوهستان خورین تأمین می‌شود. در این پژوهش از داده‌های بارش، دبی و نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده‌شده است. هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیر خشکسالی‌های کوتاه‌مدت بر تالاب هشیلان و شناسایی دلیل آسیب‌پذیری بالای این تالاب نسبت به خشکسالی کوتاه‌مدت است. در این راستا ابتدا با استفاده از شاخص SPI سال ۱۳۸۶ به‌عنوان سال خشکسالی حاد انتخاب و تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به یک سال قبل و بعد از خشکسالی (۱۳۸۵-۱۳۸۷) در دوره کم‌آبی تالاب انتخاب گردیدند. به‌منظور برآورد میزان تغییرات سطح تالاب در اثر خشکسالی از روش تشخیص بصری تغییرات و نسبت گیری طیفی (NDVI) در سال‌های موردنظر استفاده‌شده است. نتایج حاکی از آن است که وسعت تالاب نسبت به سال قبل از خشکسالی ۴۷٪ کاهش‌یافته است. بررسی ژئومورفولوژی کارست منطقه و شرایط هیدروژئولوژیکی چشمه‌های کارستی نشان‌دهنده‌ی توسعه‌یافته بودن آبخوان‌های کارستی منطقه، حجم ذخیره دینامیکی کم و زمان مرگ کوتاه آن‌ها هست. تیپ آب چشمه سبزعلی بیکربناته بوده و دارای منشأ کارستی می‌باشد. دلیل اصلی حساسیت بالای تالاب هشیلان نسبت به وقوع خشکسالی توسعه‌یافته بودن ژئومورفولوژی کارست و سیستم کارستی آبخوان‌های تغذیه‌کننده تالاب بوده که به علت غلبه جریان مجرایی و حجم ذخیره دینامیکی کم و ضریب مرگ کوتاه به‌شدت در مقابل کاهش بارش حساس می‌باشند.

واژگان کلیدی: آبخوان کارستی، خشکسالی، سنجش‌ازدور، تالاب هشیلان.

مقدمه

تالاب‌ها به‌عنوان یکی از زیباترین، مهم‌ترین و درعین‌حال شکننده‌ترین اکوسیستم‌های طبیعت به شمار می‌روند. تالاب‌ها اراضی حد واسط بین اکوسیستم‌های آبی و خشکی بوده و در کنترل سیلاب، حفظ کیفیت آب، زیستگاه حیات‌وحش و کنترل فرسایش خاک اهمیت دارند (Sugumaran, *et al*., 2004). تالاب‌ها از جنبه‌های مختلف اقتصادی، زیستی، تأمین آب، شیلات، زراعت، تولید چوب، حیات‌وحش، گردشگری و ... دارای اهمیت هستند (اعتمادی دیلمی و همکاران،۱۳۸۹). امروزه بیشتر تالاب‌ها به علت اقدامات انسانی ازجمله مدیریت نامناسب، تغییر کاربری، شکار غیرقانونی، اجرای طرح‌های عمرانی از قبیل سدسازی، برداشت آب و عوامل طبیعی همچون خشکسالی در معرض خطر نابودی قرارگرفته‌اند. ارزیابی روند تغییرات فرایندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیطزیست و همچنین تأثیرات طبیعت

www.SID.ir

Archive of SID

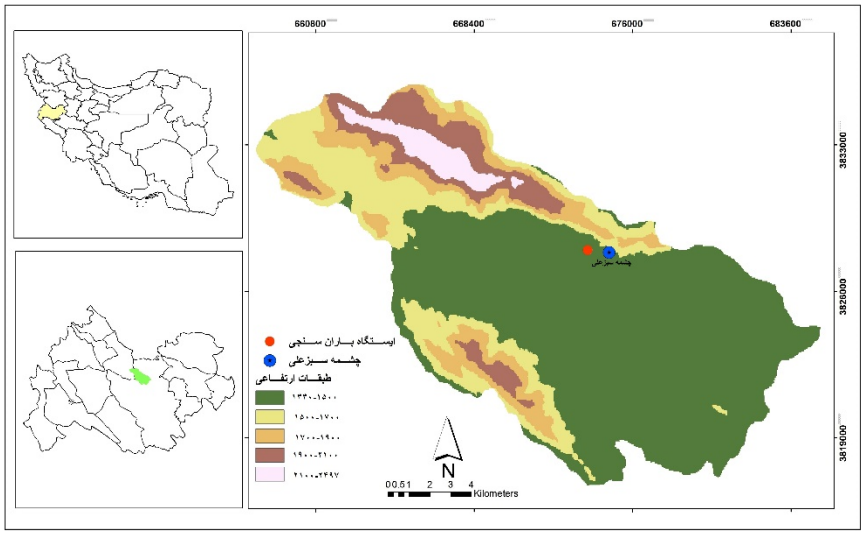
بر محیطزیست می‌گردد. این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی و بخصوص تالاب‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است (Lambin and Geist,2006) و می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند راهگشا باشد (Ozesmi and Bauer, 2002). حفاظت از تالاب‌ها به پایش تغییرات آن‌ها در طول زمان نیازمند است (مجنونیان، ۱۳۸۷). فن سنجش‌ازدور یک ابزار ضروری و باارزش در ارزیابی تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری کره زمین می‌باشد (بلوچی و همکاران، ۱۳۹۱،۴۴). تصاویر چند زمانه با منابع مختلف به دلیل نتایج مطلوب در زمان کوتاه اغلب برای مقایسه تغییرات در تالاب‌ها، پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده استفاده می‌شوند (Fensholt *et al*.,2006, Hountondji *et al*., 2006). درک روند تغییر و شناخت سیر تحولات اکوسیستم‌ها به‌ویژه تالاب‌ها می‌تواند وضعیت آینده آن‌ها را پیش‌بینی کند. ازاین‌رو ارزیابی روند تغییر در منابع و شرایط اکولوژیکی چنین مناطقی، مدیران را در اتخاذ تصمیمات موردنیاز کمک می‌کنند (Lu and moran,2004). خشکسالی‌ها از مهم‌ترین عوامل طبیعی تهدیدکننده‌ی تالاب‌ها می‌باشند. خشکسالی، به کاهش غیرطبیعی میزان بارش گفته می‌شود و منظور از غیرطبیعی، انحراف کاهش بارش از نرمال آن است که بهره‌برداری قابل‌اطمینان از آب‌های سطحی و زیرزمینی را دچار مشکل می‌کند. منابع آب زیرزمینی نواحی کارستی و ازجمله چشمه‌های کارستی به خشکسالی حساس بوده و با توجه به ویژگی‌های پهنه‌های کارستی منطقه به خشکسالی واکنش نشان می‌دهند (خوش‌اخلاق و همکاران،۱۳۹۳). استان کرمانشاه دارای ۵۵۰ چشمه کارستی (ملکی و همکاران ۱۳۸۷) بوده و منابع آب کارست مهم‌ترین منبع تأمین آب استان می‌باشند (خوش‌اخلاق و همکاران،۱۳۹۳). تالاب زیبای هشیلان در فاصله ۳۶ کیلومتری شمال غربی شهر کرمانشاه در دهستان الهیارخانی در مسیر جاده کرمانشاه–روانسر واقع‌شده است (شکل۱). این تالاب توسط چشمه‌های کارستی تغذیه‌شده و جزء تالاب‌های بین‌المللی ثبت‌شده در کنوانسیون رامسر هست. وجود لایه تورب در بخش‌های عمیق و همچنین هاموک‌ها در سطح تالاب نشان‌دهنده الگویافتگی تورب‌زار یکپارچه‌ای است که در اثر عوامل محیطی، به‌ویژه فرسایش ناشی از حرکت آب‌های سطحی تکوین یافته است (شریفی و همکار،۱۳۸۳). تنوعی از گیاهان، خزندگان، آبزیان، پستانداران و بیش از ۴۰ گونه از پرندگان را به‌صورت دائم و مهاجر در این تالاب می‌توان مشاهده کرد. الگویافتگی، آب‌وهوای مطلوب، مناظر زیبای طبیعی، واقع‌شدن تالاب در دامنه کوه، وفور تولیدات گیاهی، آرامش محیط، بازدید و آموزش، قابلیت بالای پرنده‌نگری در این مکان از ویژگی‌های ارزشمند این تالاب منحصربه‌فرد می‌باشند (نجفی و همکاران،۱۳۹۲). بررسی نوسانات بارشی استان کرمانشاه در چندین دهه گذشته نشان‌دهنده‌ی وقوع بیشتر خشکسالی‌ها و افزایش شدت آن‌ها در دهه ۱۳۸۰ هست؛ که این امر در کنار دخالت‌های انسانی مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده‌ی حیات تالاب هشیلان بوده و مدنظر قرار دادن آن درزمینهٔ مدیریت تالاب و شناخت چگونگی تأثیر خشکسالی‌ها بر تالاب هشیلان را لازم و ضروری می‌نماید. درزمینه‌ی پایش تغییرات تالاب‌ها با استفاده از سنجش‌ازدور پژوهش‌های متعددی در سطح جهان صورت گرفته که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تخمین میزان زیست‌توده تالاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ (Onlin 2003)، پایش شاخص‌های زیست‌محیطی در مصب رود اینکامتی در موزامبیک (Lemerie *et al*., 2006)، بررسی تغییرات کیفیت آب و الگوهای سیمای سرزمین تالاب‌های عمده شهر پکن (Zhaoning *et al*., 2007)، بررسی تعداد، وسعت، فاصله از یکدیگر و تغییرات تالاب‌های دائمی در تایوان (Lee *et al*., 2009)، تخلیه آب‌های زیرزمینی کارستی و چرخش آب دریا در میان رسوبات تالابی کم‌عمق مدیترانه (Stieglitz, 2013)، سنجش‌ازدور تغییرات دریاچه‌های آلپی در فلات تبت و محیط‌های اطراف آن (Song *et al*., 2014)، کاربرد سنجش‌ازدور در بهینه‌سازی برای نظارت بر فراوانی فیتوپلانکتون‌ها در یک دریاچه بزرگ (Kiefer et al, 2015). در ایران نیز مطالعات متعددی در ارتباط با تغییرات دریاچه‌ها و تالاب‌های داخلی صورت گرفته که ازجمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدوری در بررسی روند تغییرات سطح آب تالاب مهارلو (منوری و همکار، ۱۳۸۹)، تغییرات زیست‌محیطی تالاب‌ها با استفاده از سنجش‌ازدور (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰)، پیش‌بینی تغییرات هیدرولوژیکی تراز آب دریاچه ارومیه با رویکرد به طرح‌های فرضی گرمایش جهانی (روشن و همکار، ۱۳۹۱)، بررسی تأثیر خشکسالی بر تالاب بین‌المللی هامون (پیری و همکار، ۱۳۹۲)، بررسی تغییرات دما در حوضه رودخانه میناب و تأثیر آن بر تالاب بین‌المللی مصب رودخانه شور، شیرین و میناب (گندمکار و همکار، ۱۳۹۲)، بررسی تغییرات سطح آب دریاچه‌ی زریوار با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور، GIS و شواهد رسوب‌شناسی (نظم‌فر و همکاران، ۱۳۹۳)، ارزیابی نوسان‌های سطح آب دریاچهٔ ارومیه و افزایش پهنه‌های نمکی در

www.SID.ir

Archive of SID

منطقهٔ شمال غرب ایران (فتحی و همکاران، ۱۳۹۴). تالاب هشیلان ازلحاظ اقتصادی برای ساکنان منطقه اهمیت بسزایی دارد و ازنظر زیست-محیطی نیز منبعی عظیم و مهم به شمار می‌رود. ازاین‌رو هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیر خشکسالی حاد ۸۷-۸۶ بر تالاب هشیلان و شناخت عوامل مؤثر در حساسیت بالای این تالاب به خشکسالی‌های کوتاه‌مدت هست.

تالاب هشیلان در فاصله ۳۶ کیلومتری شمال غرب شهر کرمانشاه در عرض ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ۴۵ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع‌شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۰۷ متر و در دشت الهیارخانی از توابع شهرستان کرمانشاه در دامنه ارتفاعات خورین قرار دارد (شکل۱). منبع اصلی تأمین‌کننده آب تالاب چشمه کارستی سبزعلی هست و چشمه‌های من‌می و شله به‌صورت منابع فرعی عمل می‌کنند. عرصه تالاب هشیلان حدود ۴۵۰ هکتار است که حدود ۳۰ درصد آن را جزایر کوچک و بزرگ می‌پوشاند. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی کرمانشاه به‌عنوان نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به تالاب، میانگین بارندگی سالانه در حدود ۴۵۱ میلی‌متر و دارای یک فصل مرطوب منطبق بر دوره سرد سال و یک دوره خشک در اواخر بهار تا اوایل تابستان هست. میانگین درجه حرارت سالانه هوا ۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد است. شکل (۲) نمایی از این تالاب را نشان می‌دهند.



شکل۱: نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲: نمایی از تالاب هشیلان (دید رو به جنوب).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، تحقیقی توسعه‌ای – کاربردی و مبتنی بر روش‌های کتابخانه‌ای، ابزاری و ارزیابی‌های کمی است. از داده‌های کمی و کیفی ایستگاه هیدرومتری و ایستگاه هواشناسی و تصاویر ماهواره‌ای لندست به‌عنوان داده‌های اصلی تحقیق استفاده شد. با توجه به پیچیدگی موضوع، جهت شناخت بهتر و دقیق‌تر از روش‌های ترکیبی در این پژوهش استفاده‌شده است. Mckee و همکاران (۱۹۹۳) از اختلاف بارش و میانگین بارش نسبت به انحراف معیار بارش "شاخص بارش استانداردشده" (SPI) را برای ارزیابی خشکسالی پیشنهاد دادند. از داده‌های ایستگاه باران‌سنجی ۱۳۳–۲۱ وزارت نیرو در بازه زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۵۷ جهت محاسبه شاخص SPI استفاده گردیده است (شکل۳). ابتدا با استفاده از داده‌های ۱۵ ساله بارش ایستگاه باران‌سنجی گوهر چقا و ارزیابی شاخص خشکسالی SPI، سال خشکسالی حاد انتخاب گردید. در ادامه تصاویر ماهواره‌ای لندست در دو بازه زمانی مربوط به سال‌های قبل از خشکسالی مذکور (۲۰۰۷) و بعد از خشکسالی (۲۰۰۹) جهت ارزیابی تأثیر خشکسالی بر تغییرات سطح تالاب هشیلان به کار گرفته‌شده است. به‌منظور پایش تغییرات سطح تالاب از روش تشخیص بصری تغییرات و نسبت گیری طیفی (NDVI) استفاده‌شده است. سپس جهت شناخت چگونگی تأثیرگذاری خشکسالی بر تالاب هشیلان، چشمه کارستی سبزعلی به‌عنوان اصلی‌ترین تغذیه‌کننده تالاب موردبررسی قرار گرفت. هیدروگراف چشمه‌های کارستی به هیدروگراف تخلیه، میزان آبی که در یک چشمه در نواحی کارستی جایی که جریان سطحی به دلیل وجود فروچاله‌های سطحی و جریانات زیرسطحی وجود ندارد، اطلاق می‌شود (جعفربیگلو و همکاران،۱۳۹۰). اینکه تخلیه چشمه‌های منطقه منحصراً در بستری با سیستم کانالیزه و از طریق لایه‌های کارستی شده صورت می‌گیرد یا خیر، نیازمند ترسیم هیدروگراف و منحنی تاریسمان چشمه‌ها می‌باشد. تاریسمان به معنای رو به خشکی رفتن یک جریان آب سطحی یا یک چشمه با فرض آنکه دیگر تغذیه‌ای رخ نمی‌دهد، می‌باشد. پس از بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی کارست منطقه با استفاده از تحلیل هیدروگراف چشمه سبزعلی و هایتوگراف ایستگاه باران‌سنجی ۱۳۳–۲۱ و با استفاده از معیارهای هیدروژئولوژیکی منحنی تاریسمان و ضریب فرود (α)، حجم ذخیره دینامیکی و زمان مرگ چشمه‌ها در نرم‌افزار Excel (جدول۱)، نوع سیستم کارستی چشمه سبزعلی مشخص گردید. از ویژگی‌های مهم چشمه‌های کارستی جمع‌آوری آب از سطوح مختلف و داشتن رژیم تخلیه‌ای متفاوت می‌باشد که از طریق برآورد آلفا در منحنی فرو چشمه‌ها قابل ارزیابی است. برای محاسبه معیارهای ژئوهیدرولوژیکی از میانگین دبی ماهانه ۱۵ ساله ۸۹–۱۳۷۵ استفاده شده است. بر پایه نتایج حاصل از این پارامترها چگونگی واکنش تالاب به رخدادخشکسالی مشخص می‌گردد. با تحلیل ویژگی‌های کیفی آب چشمه سبزعلی تیپ آب آن تعیین می‌گردد. سپس با ترکیب نتایج حاصل از

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های فوق، میزان تأثیرپذیری تالاب از رخداد خشکسالی مشخص و راهکارهای مناسب جهت کاهش تأثیرات منفی آن ارائه می‌گردد. از نرم افزارهای Spss و Excel برای ترسیم هیدروگراف‌ها و منحنی‌های تاریسمان، از نرم‌افزار ArcGIS برای ترسیم نقشه‌ها استفاده شد.

جدول ۱: معیارهای هیدروژئولوژیکی مورداستفاده در این پژوهش.

پارامتر	فرمول
Q_0 = دبی اولیه بر روی منحنی تاریسمان Q_t = دبی ثانویه که در نقطه‌ای به فاصله زمانی t t = مدت‌زمان بین دبی اولیه و ثانویه برحسب روز	$\alpha = \frac{\log Q_o / Q_t}{0.4343 * t}$
V= حجم ذخیره دینامیکی مخزن در فرود آبنگار	$V=(Q_0*86400)/\alpha$
Q_0 = دبی اولیه بر روی منحنی تاریسمان t= مدت‌زمان بین دبی اولیه و دبی ثانویه Q_0 = دبی اولیه بر روی منحنی تاریسمان Q_t = دبی ثانویه که در نقطه‌ای به فاصله زمانی t	$t = \frac{t * \log e}{\log Q_o / Q_t}$

تغییرات سطح تالاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در دو دوره سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۹ با استفاده از نرم‌افزار ENVI بررسی شد. در وهله اول از روش تشخیص تغییرات بصری استفاده شد. در این روش با ترکیب‌های کاذب رنگی از تصاویر ماهواره‌ای حدود تالاب مشخص شد در این راستا از ترکیب رنگی ۳۲۱، ۴۳۲، ۷۴۱ و سایر ترکیب‌های باندی که منجر به تفکیک آب، خاک و پوشش گیاهی گردد، استفاده شده است. برای تشخیص رقومی تغییرات، با توجه به غالب بودن آب و پوشش گیاهی در تالاب هشیلان از شاخص NDVI و اعمال آستانه متناظر با آب و پوشش گیاهی بهره گرفته شد. آستانه‌های موردنظر برای آب بزرگ‌تر از ۴/. و برای پوشش گیاهی کمتر از صفر است شاخص NDVI از رابطه $NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED})$ به دست می‌آید؛ که ρ_{NIR}، بازتاب باند فروسرخ نزدیک، ρ_{red}، بازتاب باند سرخ مرئی است.

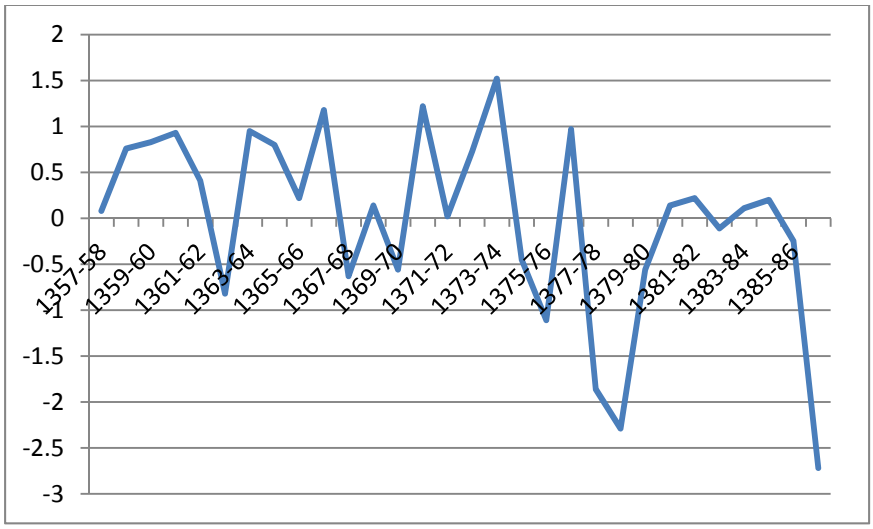
در مرحله بعد پس از مشخص نمودن نقاط آموزشی از طریق NDVI و FCC با این پیش‌شرط که نقاط نمونه در هر یک از تصاویر ثابت باشد اقدام به طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای گرفته شد که در این راستا از الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) بهره گرفته شد که توضیحات آن در زیر می‌آید. روش حداکثر احتمال جزء روش‌های نظارت‌شده (Supervised Classification) می‌باشد که به‌عنوان دقیق‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها از آن یاد می‌شود (Bolstad and Lillesand, 1991).

نتایج

پس از بررسی نمودار شاخص SPI سال ۸۷-۸۶ با ضریب (۲/۷۲-) به‌عنوان سال خشکسالی حاد انتخاب گردید. در این پژوهش از شاخص SPI کوتاه‌مدت (۱،۳،۶، و ۹ ماهه) استفاده شد؛ چراکه SPI کوتاه‌مدت حساسیت بیشتری به تغییرات شرایط رطوبت دارد و با کوچک‌ترین تغییر در بارندگی ماهانه، سریعاً واکنش نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: نمودار شاخص SPI در دوره آماری (۱۳۵۷-۱۳۸۷).

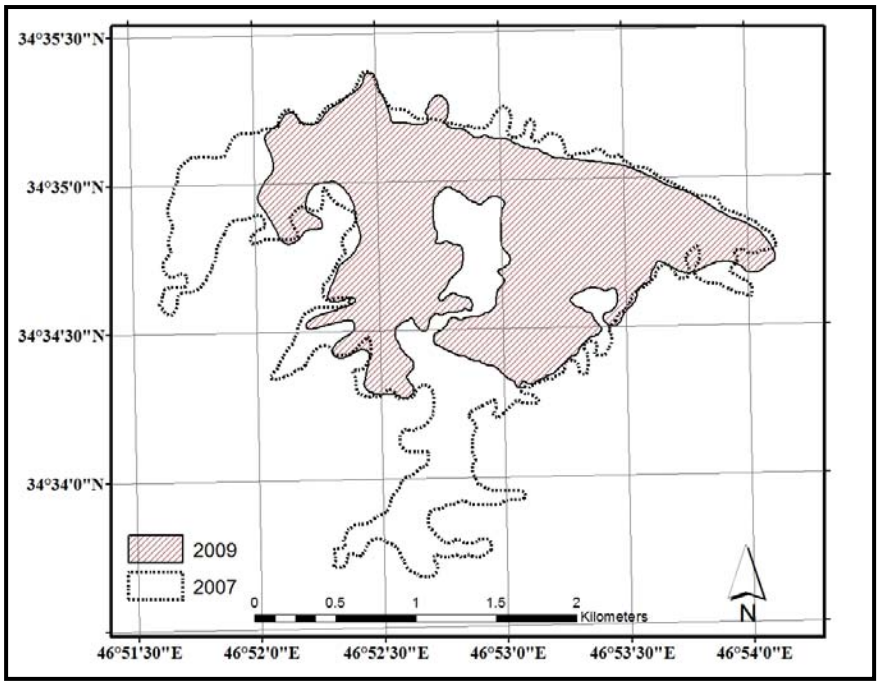
ازآنجایی‌که به نظر می‌رسد سطح تالاب هشیلان طی دهه‌های اخیر نسبت به گذشته دچار پسروی شده و از مساحت آن کاسته شده است، جهت تشخیص تغییرات سطح زمین توسط تصاویر ماهواره‌ای روش‌های متعددی ارائه‌شده است که این روش‌ها را می‌توان به دو روش کلی تشخیص بصری تغییرات (Visual change detection approach) و تشخیص رقومی تغییرات (Digital change detection approach) تقسیم نمود (علوی پناه، ۱۳۸۲). در تحقیق پیش رو، جهت آشکارسازی تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده TM استفاده شده است.

با توجه به یکسان بودن مکان و مشابه بودن زمان نسبی تصاویر اثر زاویه خورشیدی (به اعداد ارتفاع خورشید رجوع گردد) به حداقل رسیده است. قدرت تفکیک مکانی و طیفی تصاویر نیز با توجه به مشابه بودن سنجنده‌ها یکسان است بنابراین شروط اصلی را برای آشکارسازی تغییرات دارا هستند.

در پژوهش حاضر از روش تشخیص بصری تغییرات و نسبت گیری طیفی (NDVI) استفاده شده است. در این ارزیابی با استفاده از واریانس و کواریانس، کلاس‌ها ارزیابی می‌شوند البته با این فرض که نقاط آموزشی دارای پراکنش نرمال هستند که برای این کار از تعداد بیشتری از کلاس‌ها با توزیع در کل منطقه موردمطالعه استفاده‌شده است. یافته‌های بررسی تغییرات تالاب طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ در جدول (۲) آورده شده است. مساحت تالاب در سال ۲۰۰۹ نسبت به سال ۲۰۰۷ حدود ۱/۷ کیلومترمربع کاهش‌یافته و ۴۷٪ سطح تالاب خشک گردیده است (شکل۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل٤: مساحت تالاب هشیلان در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹.

تجزیه‌وتحلیل تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که تغییرات سطح تالاب هشیلان در طی دوره دوساله (از سال ۲۰۰۹ م -۲۰۰۷م) بسیار قابل‌توجه هست. تغییرات روند خشک‌شدن سطح تالاب گویای معناداری افزایش خشک‌شدن تالاب می‌باشد.

جدول۲: مساحت تالاب هشیلان در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹.

سال	مساحت به km^2
۲۰۰۷	۴/۵۲۸
۲۰۰۹	۲/۸۷۱

ازنظر لیتولوژی کوهستان خورین متشکل از سازند بیستون با سن تریاس تا ژوراسیک می‌باشد. رخنمون لایه‌های آهکی و مهیا بودن شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی باعث توسعه سیستم کارستی در این کوهستان شده است. بر اساس بررسی میدانی لند فرم‌های تکامل‌یافته کارستی همچون شافت ها (شکل ۵ الف) و سینکهول‌ها در منطقه شناسایی‌شده است. وجود درز و شکاف‌های فراوان (شکل۵ ب) در آهک توده‌ای تشکیل‌دهنده ارتفاعات خورین باعث نفوذ سریع و شارژ الوژنیک در آبخوان‌های کارستی تغذیه‌کننده تالاب شده است. ژئومورفولوژی کارست منطقه توسعه‌یافته بوده و آثار جریانات سطحی در منطقه بسیار کم می‌باشد و این امر منجر به نفوذ رواناب ناشی از بارش می‌شود. چشمه سبزعلی دارای دو ضریب تاریسمان α_1 = /04 و α_2= /028 می‌باشد. ضریب α با استفاده از رابطه $\alpha = \frac{\log Q_o/_{Q_t}}{0.4343*t}$ به دست آمد.

در این رابطه، دبی اولیه بر روی منحنی تاریسمان و دبی ثانویه که در نقطه‌ای به فاصله زمانی t انتخاب می‌گردد، t مدت‌زمان بین دبی اولیه و ثانویه برحسب روز است. هرچه میزان ضریب α بیشتر باشد نشانگر شیب بیشتر آبنگار فروکشی جریان و درنتیجه بیانگر سرعت تأثیرپذیری بیشتر دبی از بارش خواهد بود. به علت اینکه ضریب α_1 وα_2 به ترتیب بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۰۸ و ۰/۰۱۱ تا ۰/۰۲۶ واقع شدند چشمه دارای ضریب

www.SID.ir

Archive of SID

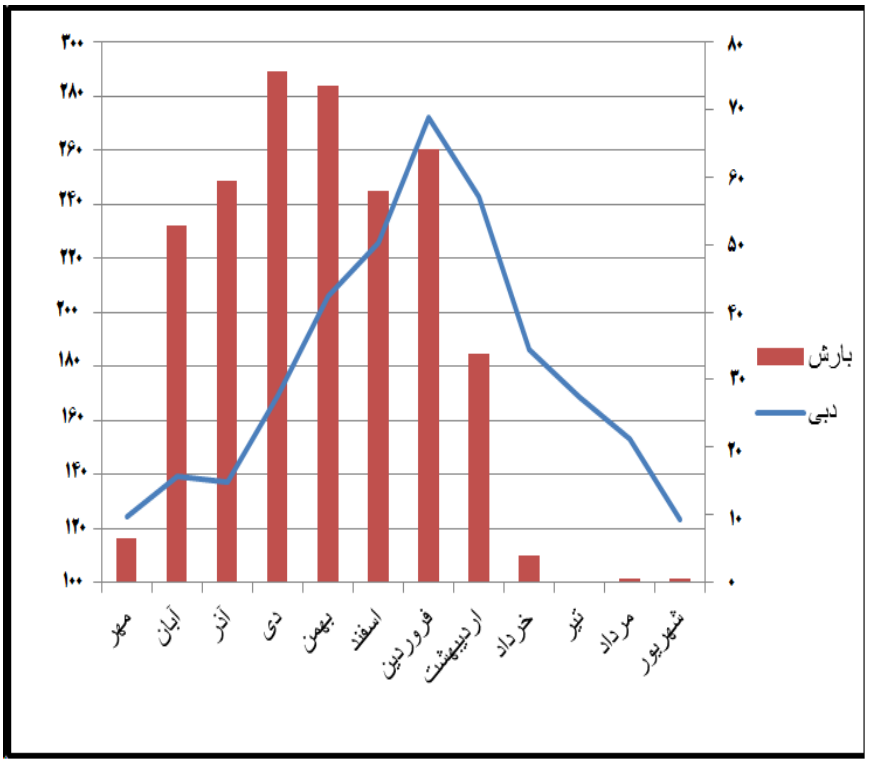
فرود از نوع متوسط و تند می‌باشد. هرچه میزان ضریب α بیشتر باشد، نشانگر شیب بیشتر هیدروگراف و درنتیجه بیانگر سرعت تأثیرپذیری بیشتر دبی از بارش خواهد بود. برای محاسبه حجم ذخیره دینامیکی چشمه از رابطه [$V=(Q_0 *86400)/\alpha$] استفاده شد.

در این رابطه V حجم ذخیره دینامیکی مخزن در فرود یا شکست آبنگار موردنظر و دبی اولیه بر روی منحنی تاریسمان است. در یک آبخوان کارستی، حجم آب موجود به‌طور پیوسته زمانی و مکانی تغییر می‌کند. حجم ذخیره دینامیکی V_1 و V_2 به ترتیب ۵۸۹۶۸۰ و ۵۷۳۹۴۲ مترمکعب و مجموع آن ۱۶۰۰۳۶۲۲ مترمکعب است که نشان‌دهنده حجم ذخیره دینامیکی کم چشمه است. زمان مرگ چشمه عبارت است از مدت‌زمانی که چشمه بعد از قطع بارش، چشمه رو به خشکی می‌رود. زمان مرگ چشمه ۱۸۰ روز برآورد شده است که نشان‌دهنده زمان مرگ کوتاه و آسیب‌پذیری چشمه از خشکسالی‌های یک‌ساله می‌باشد. بررسی مقادیر به‌دست‌آمده از این پارامترها حاکی از غلبه سیستم مجرایی در آبخوان کارستی تغذیه‌کننده تالاب هشیلان می‌باشد که باعث قدرت ذخیره‌سازی کم آب و زمان ماندگاری کوتاه آب در آبخوان شده است. تحلیل هیدروگراف و هایتوگراف میانگین ماهانه ۱۵ ساله (شکل۵) نشان می‌دهد که زمان پرآبی منطبق بر ماه‌های پربارش اسفند تا اردیبهشت می‌باشد و حداکثر دبی در فروردین‌ماه همزمان با بارش‌های سنگین بهاری و ذوب برف‌ها بوده که حاکی از تأثیرپذیری دبی از بارش و ذوب برف است. این امر نیز تأییدکننده سیستم مجرایی و توسعه‌یافته بودن سیستم کارستی آبخوان‌های کارستی منطقه است. میانگین حجم آبدهی سالانه در طول دوره ۱۵ ساله برابر با ۵۶۴۴۹۴۴ مترمکعب است که این میزان در سال ۸۷-۸۶ به ۳۳۸۶۸۸۰ مترمکعب کاهش‌یافته و دبی در این سال به میزان ۴۰ درصد کاهش داشته است. طبق نمونه ۹۲/۸/۲۱ سازمان منابع آب کرمانشاه میزان EC آن ۲۴۹ و از منظر کاتیونی، کاتیون غالب کلسیم و بعدازآن منیزیم و رخساره کلسیک و منیزیک غلبه دارد. چشمه سبزعلی دارای توالی آنیونی HCO3>Cl>SO4 و تیپ آب آن Ca–Mg–HCO3 است که از نوع بیکربناته بوده و آب آن منشأ کارستی دارد.

شکل ۵: الف) نمایی از شافت عمودی، ب) نمایی از سیستم درزه و شکاف‌ها، در ارتفاعات خورین.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵: هیدروگراف و هایتوگراف میانگین ۱۵ ساله چشمه سبزعلی و ایستگاه منتخب.

تحلیل ضرایب α نشان می‌دهد که چشمه موردمطالعه دارای سامانه کارستی از نوع مجرایی است و بسیار سریع به بارش واکنش نشان می‌دهد. بنابراین نحوه واکنش چشمه‌های موردمطالعه به بارش تحت تأثیر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پهنه‌های کارستی تغذیه‌کننده آن‌ها است. حجم ذخیره دینامیکی بالای چشمه موردمطالعه نشان‌دهنده توسعه‌یافتگی آبخوان کارستی تغذیه‌کننده است که به‌صورت مجراها و غارهای توسعه‌یافته است و تخلیه آب از چشمه در زمان کوتاهی صورت می‌گیرد. بنابراین چشمه تالاب هشیلان به علت تحول کارست بیشتر ذخیره دینامیکی کمتری دارند و در مقابل رخداد خشکسالی زودتر پاسخ می‌دهند.

بحث و نتیجه‌گیری

پس از مطالعه‌ها و نتیجه‌گیری کلی، بررسی و مقایسه روش و نتایج این پژوهش با سایر مطالعه‌های انجام‌شده در این حوزه، نمایانگر رویکرد اصلی پژوهش است. ازآنجاکه پژوهشی در حوضه ارزیابی اثرات خشکسالی بر روی تالاب هشیلان صورت نگرفته است، این بررسی با توجه به مطالعات خارجی که تغییرات سطحی تالاب‌ها و دریاچه‌های بسته را مدنظر قراردادند و پژوهش‌های داخلی که از این روش‌ها استفاده کرده‌اند، صورت گرفته است. مطالعات خارجی عموماً بر ایجاد روش‌های سنجش‌ازدوری و مطالعه رسوب‌شناسی این محیط‌ها برای درک شرایط پالئو تکیه‌دارند، در مطالعات داخلی نیز روش‌های سنجش‌ازدوری بیشترین کاربرد را دارد. با توجه به این موضوع که تالاب هشیلان در یک منطقه کارستی واقع‌شده است، ارزیابی ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی چشمه تأمین‌کننده این تالاب بر اساس روش‌های ارزیابی هیدرولوژیکی انجام شد. نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی چشمه‌ها با یافته‌های حاصل از پژوهش خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد، چراکه با توجه به قرار گرفتن تالاب هشیلان در زون زاگرس شکسته و ویژگی‌های خاص آبخوان‌های این زون، چشمه تالاب هشیلان نیز این روند را

www.SID.ir

Archive of SID

نشان می‌دهد. همچنین استفاده از شاخص SPI به‌عنوان یک شاخص کارآمد با دقت بالایی خشکسالی را بیان می‌کند و این موضوع در نتایج مطالعه پیری و همکار (۱۳۹۲) بر روی تالاب هامون نیز مشهود است.

با توجه به منحصربه‌فرد بودن تالاب هشیلان در شرایط جغرافیایی موجود و منابع آب تغذیه‌کننده آن، آسیب‌پذیری این تالاب نسبت به خشکسالی بالا است. بررسی نمودار حاصله از شاخص SPI ایستگاه منتخب حاکی از آن است که در دهه ۱۳۸۰ تعداد سال‌های خشک و سال‌های نرمال نسبت به سال‌های تر، بیشترین فراوانی را داشتند. این امر منجر به کاهش تدریجی وسعت تالاب شده است؛ اما خشکسالی حاد۸۷-۸۶ باعث صدمات جبران‌ناپذیری بر تالاب شده و باعث کاهش وسعت ۱/۷ کیلومترمربع یا ۴۷/. سطح تالاب گردیده است. تالاب هشیلان در برابر خشکسالی‌های شدید کوتاه‌مدت یا یک‌ساله بسیار حساس بوده و دلیل آن به ویژگی‌های ژئومورفولوژی کارست منطقه و سیستم کارستی آبخوان‌های منطقه برمی‌گردد.

آبخوان‌های کارستی تغذیه‌کننده تالاب تحت تأثیر میزان توسعه‌یافتگی کارست و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پهنه‌های کارستی تغذیه‌کننده آن‌ها به‌شدت ناهمگن هستند و واکنش سریعی نسبت به تغییرات بارش نشان می‌دهند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پارامترهای ژئوهیدرولوژیکی، چشمه سبزعلی دارای دو ضریب فرود متوسط و تند بوده، حجم ذخیره دینامیکی کم و زمان مرگ کوتاه می‌باشد که نشانگر توسعه سیستم کارستی و غلبه جریان مجرایی در چشمه سبزعلی است. چشمه موردمطالعه به علت داشتن سامانه مجرایی دارای سامانه کارستی تکامل‌یافته با پیوستگی زیاد و میزان بسیار بالای جابجایی آب در زمان اندک است. به این دلیل واکنش این چشمه به خشکسالی بسیار سریع است و در بعضی از سال‌ها به‌ویژه سال ۸۷-۱۳۸۶ رخداد خشکسالی باعث کاهش قابل‌توجه در سطح تالاب هشیلان شده است.

بنابراین با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از پارامترهای هیدرولوژیکی، توسعه‌یافته بودن ژئومورفولوژی کارست منطقه عامل اصلی واکنش سریع چشمه نسبت به رخداد خشکسالی و درنتیجه کاهش سطح تالاب در زمان کوتاه پس از وقوع خشکسالی می‌باشد. درنهایت می‌توان گفت که روش‌های ترکیبی در ارزیابی تغییرات سطح تالاب هشیلان کارایی مطلوبی داشته به‌طوری‌که داده‌های سنجش‌ازدوری به‌طور قابل قبولی میزان کاهش سطح تالاب را نشان می‌دهد. درزمینهٔ اقدامات مدیریتی جهت حفظ تالاب در مقابل رخدادهای خشکسالی کوتاه‌مدت می‌توان با ذخیره‌سازی آب چشمه‌ها در تالاب و کاهش برداشت‌های انسانی می‌توان اثرات خشکسالی را در سطح تالاب تا حدودی مهار نمود. تیپ آب هشیلان بیکربناته است و در زمان‌های انتقال آب از جاهای دیگر به‌خصوص سد گاوشان بایستی نوع تیپ آب در نظر گرفته شود تا آسیب جدی به اکوسیستم تالاب وارد نشود. به‌منظور استفاده بهینه از آب چشمه‌های کارستی شناخت جامع از ویژگی‌های چشمه‌ها لازم و ضروری است. با توجه به اینکه خشکسالی دارای پیامدهای متفاوتی است. در دهه‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت، افزایش تقاضا و رقابت برای منابع آبی محدود، آسیب‌پذیری جوامع نسبت به خشکسالی افزایش‌یافته است. وقوع خشک‌سالی‌ها در یک منطقه با تأمین آب در آن منطقه رابطه تنگاتنگی دارد. با توجه به اینکه شرایط جغرافیایی منطقه بستر مناسبی را برای انجام فعالیت‌های مختلف دامداری و کشاورزی فراهم نموده است، اما اثر خشکسالی و کاهش آبدهی چشمه تأمین‌کننده آب تالاب، موجب کاهش مواد غذایی موجود در سطح خاک، کاهش نقل و انتقالات مواد غذایی در خاک، تخریب بافت و ساختمان خاک می‌شود. علاوه بر این تأثیر خشکسالی بر محیط اقتصادی – اجتماعی بر روی مهاجرت‌ها موجب از بین رفتن مشاغل سنتی مانند کشاورزی و دامداری، افزایش بی‌کاری و گسترش فقر در منطقه شده است. در این راستا می‌بایست نسبت به تعیین دقیق حوضه‌های تغذیه تالاب هشیلان با استفاده از روش‌های ردیابی، شناخت دقیق و تهیه نقشه بزرگ‌مقیاس ژئومورفولوژی حوضه‌های تغذیه‌کننده، تعیین دقیق حریم چشمه و تهیه نقشه آسیب‌پذیری بر اساس ویژگی‌های ژئومورفولوژی کارست، زمین‌شناسی، اقلیم و کاربری اراضی به‌منظور حفاظت از تالاب لازم و ضروری می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اعتمادی دیلمی، ه.، جنسی، ز.، زیکساری، م.، میرزایی، م.، ایزددوست، ه.، بوذری، ز. و محمدی، ی.، ۱۳۸۹. بررسی اکولوژیک فون تالاب امیرکلایه (استان گیلان)، دومین همایش ملی تالاب‌های ایران.

بلوچی، ل.، زرع کار، آ. و ملک محمدی، ب.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات زیست‌محیطی با استفاده از سنجش‌ازدور و شاخص کیفیت آب (مطالعه موردی: تالاب بین‌المللی شادگان)، مجله کاربرد سنجش‌ازدور در علوم منابع طبیعی؛ سال سوم؛ شماره ۴، صفحات ۴۳-۵۵.

بنی عامریان، س.، آقایی، م. و نیک‌سخن، م. ح.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات سطح آب مساحت تالاب انزلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست.

پیری، ح.، انصاری، ح.، بررسی خشکسالی دشت سیستان و تأثیر ان بر تالاب بین‌المللی هامون، فصلنامه علمی پژوهشی تالاب، سال چهارم، ۱۵، ۶۳-۷۴.

جعفربیگلو، م.، صفری، ف. و مقیمی،ا.، استفاده از DEM در تحلیل مورفوتکتونیک فروچاله‌های کارستی توده پرآو-بیستون، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۴، ۱-۱۸.

خوش‌اخلاق، ف.، باقری، س. و صفرراد، ط.، واکاوی تأثیرگذاری خشک‌سالی‌های شدید بر آب‌دهی چشمه‌های کارستی استان کرمانشاه (مطالعه موردی: خشک‌سالی شدید سال ۸۷-۱۳۸۶)، نشریه فضای جغرافیایی، دوره ۱۴، ۴۸، صفحات ۱-۱۹.

رفیعی، ی.، ملک محمدی، ب.، آبکار، ع.، یاوری، ا. و رمضانی،م.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات زیست محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت‌شده با تصاویر چندزمانه سنجنده TM (مطالعه موردی: تالاب نیریز)، صفحات ۶-۸.

روشن، غ. و محمدنژاد آروق، و.، ۱۳۹۰. پیش‌بینی تغییرات هیدرولوژیکی تراز آب دریاچه ارومیه با رویکرد به طرح‌های فضی متفاوت گرمایش جهانی در دهه‌های آینده، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۳، صفحات ۶۹-۸۸.

زبردست، ل. و جعفری، ح.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش‌ازدور و ارائه راه‌حل مدیریتی، مجله محیط‌شناسی، سال سی وهفتم، شماره ۵۷، صفحات ۵۷-۶۴.

شریفی، م.، چمنی،ف.، حسینی، س. راجی، غ، ۱۳۸۳. تالاب هشیلان یک سوءتفاهم جغرافیایی: معرفی یک تالاب الگو یافته در غرب کشور، مجله محیط‌شناسی، شماره ۳۵، صفحه ۱۰۷.

فتحی، م.، مددی، ع.، یهشتی، ا.، سرمستی، ن.، ۱۳۹٤. ارزیابی نوسان‌های سطح آب دریاچهٔ ارومیه و افزایش و افزایش پهنه‌های نمکی در منطقه شمال‌غرب کشور، پژوهش های جغرافیای انسانی، دوره ۴۷، ۲، صفحات ۲۷۱-۲۸۵.

علوی‌پناه، س.ک.، ۱۳۸۲. کاربرد سنجش‌ازدور در علوم خاک، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

گندمکار، ا.، شعبانی، ن.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات دما در حوضه رودخانه میناب و تأثیر آن بر تالاب بین المللی مصب رودخانه‌های شور، شیرین و میناب، اولین همایش حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی ایران.

مجنونیان،ه. ۱۳۸۷. طبقه‌بندی و حفاظت تالاب‌ها، ارزش‌ها و کارکردها. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، صفحه ۱۷۰.

ملکی،ا.، شوهانی، د.، علایی طالقانی،م.، ۱۳۸۸. پهنه‌بندی تحول کارست در استان کرمانشاه. فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۳، شماره ۱، صفحات ۲۷۱-۲۹۵.

منوری، م.، بالی، ع.، ۱۳۸۹. استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدوری در بررسی روند تغییرات سطح آب تالاب مهارلو، اولین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، سازمان جنگلها و مراتع کشور، صفحات ۱-۶.

نجفی، ز.، کرمی، غ.، طاهری،ع.، ۱۳۹۲. بررسی روند افت آب در تالاب هشیلان و نگرانی از شک شدن این تالاب، اولین همایش ملی حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی، صفحه ۳.

نظم فر،ح.، اسفندیاری ، ف.، رحیمی، ا.، ۱۳۹۳. بررسی تغییرات سطح آب دریاچه‌ی زریوار با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور، GIS و شواهد رسوب‌شناسی بین سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۱۱، دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط‌زیست)، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، صفحات ۱۳-۲۲.

Bolstad, P. V. and Lillesand, T. M., 1991. Rapid maximum likelihood classification. Photogrammetric engineering and remote sensing. 57, 67-74.

Fensholt, R., Sandholt, I., Rasmussen, M. S., Stisen, S. and Diouf, A., 2006. Evaluation of satellite based primary production modelling in the semi-arid Sahel. Remote Sensing of Environment, 105(3), 173-188.

www.SID.ir

Archive of SID

Hountondji, Y. C., Sokpon, N. and Ozer, P., 2006. Analysis of the vegetation trends using low esolution remote sensing data in Burkina Faso (1982–1999) for the monitoring of desertification. International Journal of Remote Sensing 27 (5), 871–884.

Kiefer, I., Odermatt, D., Anneville, O., Wüest, A. and Bouffard, D., 2015. Application of remote sensing for the optimization of in-situ sampling for monitoring of phytoplankton abundance in a large lake. Science of the Total Environment, 527, 493-506.

Lambin, E. F. and Geist, H., 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer.

Lee, T. M. and Yeh, H. V., 2009. Applying remote sensing techniques to monitorin shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River eastuary mangrove communities, Taiwan, ecological engineering 35, 487-496.

LeMarie, M., van der Zaag, P., Menting, G., Baquete, E. and Schotanus, D., 2006. The use of Remote Sensing for monitoring environmental indicators: The case of the Incomati estuary, Mozambique, Physics and Chemistry of the Earth 31, 857-863.

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. International journal of Remote Sensing, 25(12): 2356-2401.

McKee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J., 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology. Vol. 184.

Ozesmi, S. L. and Bauer, M. E., 2002. Satellite remote sensing of wetlands. Wetlands ecology and management, 10(5), pp.381-402.

Tan, Q., Shao, Y., Yang, S. and Wei, Q., 2003. July. Wetland vegetation biomass estimation using Landsat-7 ETM+ data. In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. IGARSS'03. Proceedings. 2003 IEEE International (Vol. 4, pp. 2629-2631). IEEE.

Song, C., Huang, B., Ke, L. and Richards, K. S., 2014. Remote sensing of alpine lake water environment changes on the Tibetan Plateau and surroundings: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 92, 26-37.

Stieglitz, T. C., van Beek, P., Souhaut, M. and Cook, P. G., 2013. Karstic groundwater discharge and seawater recirculation through sediments in shallow coastal Mediterranean lagoons, determined from water, salt and radon budgets. Marine Chemistry, 156, 73-84.

Sugumaran, R., Harken, J. and Gerjevic, J., 2004. Using remote sensing data to study wetland dynamics in Iowa. Iowa Space Grant (Seed) Final Technical Report, University of Northern Iowa, Cedar Falls. pp, pp.1-17.

Zhaoning, G., Huili, G., Wenji, Z., Xiaojuan, L. and Zhuowei, H., 2007. Using RS and GIS to monitoring Beijing wetland resources evolation. IEEE International Volume, Issue, 23-28 Jhly 2007 PAGE(S): 4596-4599.

www.SID.ir