سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال دوازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۹
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.12, No. 2, Summer 2020

۷۳-۸۲

ارزیابی تغییرات عمق تالاب انزلی
با استفاده از تصاویر ماهواره ای و داده‌های هواشناسی در بازه سی ساله

سبا خاریابند[۱] و سارا عطارچی[۲*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تهران

۲. استادیار دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۲

چکیده

در چند دهه اخیر در ایران، در نتیجه تغییر اقلیم و رشد جمعیت، سطح و عمق آب در تالاب‌ها بسیار کاهش یافته است. بنابراین ضرورت دارد عوامل اصلی این تغییرات شناسایی شده و در صورت امکان، اقدامات لازم برای کاهش نرخ تغییرات صورت پذیرد. پیشرفت روزافزون تکنولوژی سنجش از دور، فرصت بی‌نظیری برای پایش روند تغییرات در محیط‌های طبیعی فراهم می‌کند. سری ماهواره لندست از دهه ۱۹۷۰، طولانی‌ترین آرشیو تصاویر سنجش از دور است. تصاویر ماهواره‌ای، داده‌ها را در سطح وسیع‌تر و در فواصل زمانی کوتاه‌تر با هزینه کمتر فراهم می‌کند. تالاب انزلی، یکی از مهم‌ترین تالاب‌های بین المللی ایران است که در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است. در چند دهه اخیر، با افزایش جمعیت و رشد و گسترش مناطق مسکونی و زمین‌های زراعی، تغییرات اقلیمی منطقه و همچنین تغییرات شدید تراز آبی دریای خزر، این تالاب به سوی خشک شدن پیش رفته است. در تحقیق حاضر، با استفاده از تصاویر لندست به بررسی تغییرات عمق تالاب پرداخته شده است. تغییرات عمق با توجه به داده‌های بارش و دما و تغییرات تراز آب دریای خزر در بازه ۳۰ ساله، از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۸، تشریح شده است. نتایج نشان می‌دهد تغیرات عمق تالاب، عمدتا از تغییرات تراز آب دریای خزر متاثر شده است و تغییرات بارش و دما، دلایل اصلی کاهش عمق تالاب انزلی نیستند.

کلید واژه‌ها: تغییرات اقلیم، تصاویر لندست، تالاب انزلی، تغییر عمق، تراز دریای خزر

* نویسندهٔ مکاتبه‌کننده: خیابان انقلاب، خیابان قدس، کوچه آذین، دانشکده جغرافیا، ساختمان شماره ۱، طبقه چهارم، صندوق پستی: ۶۶۵-۱۴۱۵۵. تلفن:۰۲۱۶۱۱۱۳۶۸۲- ۰۹۱۲۸۱۲۳۶۴۴، دورنگار: ۶۶۴۰۴۳۶۶.

Email: satarchi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

تالاب‌ها، ارزش‌های غیرقابل انکاری از نظر اکولوژیک، اقتصادی و تفرجگاهی برای جوامع انسانی، جانوری و گیاهی دارند. بر اساس تعاریف ارائه شده، تالاب‌ها محیط‌های طبیعی کم‌نظیری هستند که از لحاظ ویژگی‌های بوم شناختی منحصر به فرد بوده و به خوبی از دیگر محیط‌های طبیعی قابل تفکیک هستند. شرایط محیطی حاکم بر تالاب، دسترسی انسان را به آن مشکل و در برخی موارد غیرممکن می‌کند و به همین دلیل طبیعت بکر و زیبایی را ایجاد کرده است (رنجبر،۱۳۹۱). تالاب انزلی، از جمله تالاب‌های بین المللی ایران است که در سال ۱۳۵۴ در کنوانسیون رامسر به ثبت رسیده است (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). در چند دهه اخیر، تغییرات زیادی در سطح و عمق تالاب انزلی بوجود آمده است. افزایش جمعیت و تغییرات کاربری در حوضه آبخیز انزلی، کاهش بارش و تغییرات شدید تراز آب دریای خزر از مهم‌ترین تهدیدات این تالاب هستند. با در نظر گرفتن اهمیت بین المللی این تالاب و کارکردی که در حفظ تعادل اکولوژیک منطقه ایفا می‌کند، ضروری است تا وضعیت این تالاب مورد بررسی قرار گیرد. کاهش عمق تالاب، از میزان مطلوبیت تالاب، به‌عنوان یک زیستگاه آبی می‌کاهد و همچنین تالاب را در خطر خشک شدن قرار می‌دهد. تعیین میزان عمق از طریق برداشت‌های زمینی عموما وقت‌گیر و پر هزینه است و تکرار آن در سطوح گسترده امکان پذیر نیست. روش‌های مستقیم عمق‌سنجی، زمان و هزینه زیادی می‌طلبد و به همین جهت سنجش از دور از روش‌های کم هزینه در به‌دست آوردن عمق پهنه‌های آبی به شمار می‌رود. تکنولوژی سنجش از دور، امکان بررسی میزان عمق و تعیین بستر منابع آبی را در گستره‌های وسیع و در دوره زمانی طولانی امکان‌پذیر کرده است (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۵). تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای از کم هزینه‌ترین و در دسترس‌ترین داده‌ها برای به‌دست آوردن اطلاعات عمق و مساحت مناطق آبی و تالابی هستند. وجود انواع متفاوت تصاویر ماهواره‌ای و افزایش دسترس پذیری به آن، سبب استفاده روز افزون از این داده‌ها شده است.

در سال ۱۹۷۸، لایزنگا و همکاران از یک روش‌ترکیب خطی لگاریتم رادیانس تصحیح شده، از طریق مدل فیزیکی بییر[1] برای عمق‌سنجی استفاده کردند. این محقق، در سال ۲۰۰۶، مدل خود را بهبود بخشید. این مدل، بر روی جزایر مرجانی تالابی در شمال غرب هاوایی اجرا شده است و مقدار خطای مجذور میانگین مربعات[2] نرمال شده این مدل، در منطقه مورد مطالعه کمتر از ۴۰ درصد محاسبه شده است (Lyzenga et al., 2006). در سال ۲۰۰۵، میشرا و همکاران در غرب دریای کارائیب برای پیدا کردن عمق آب از آنالیز مولفه اصلی[3] وترکیب باندی استفاده کردند. در این تحقیق، مقادیر روشنایی به جای بازتابش استفاده شد و برای تعیین عمق مدل رگرسیون خطی اجرا شد. خطای عمق یابی حدود ۶/. متر در عمق‌های بین۱ الی ۱۲ متر برآورد شده است (Mishra et al., 2005).

در سال ۱۳۸۸ ابراهیمی کیا و همکاران در شمال شرقی جزیره کیش با استفاده از تصاویر آیکونوس اقدام به بررسی روش‌های متفاوت عمق سنجی نمودند. تمامی روش‌های‌استفاده شده با استفاده از خطای مجذور میانگین مربعات و مقدار ضریب همبستگی[4] مقایسه شدند و تقریبا همگی در محل‌های یکسان دارای خطای مشابه بودند که این خطا به جنس بستر و کیفیت آب بستگی داشته است. میزان عمق محاسبه شده در این روش در حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد با عمق واقعی تطبیق داشته است (ابراهیمی کیا و همکاران، ۱۳۸۸). در سال ۱۳۹۳ صفری و همکاران با استفاده از تصاویر ابر طیفی‌هایپریون به بررسی عمق در جزیره قشم پرداختند. این تصاویر تا قبل از آن برای عمق سنجی به طور جدی استفاده نشده بود. آنها پس از

1. Beer
2. Root Mean Square Error (RMSE)
3. Principle Component Analysis
4. R- squared

پردازش‌های لازم از الگوریتم استامپ استفاده کردند. نتایج گزارش شده نسبت به عمق واقعی، انحراف معیار ۱/۳۸ متر داشتند. با در نظر گرفتن هزینه کمتر اجرای این روش، نتیجه‌گیری شد که روش پیشنهادی برای استفاده در مناطق ساحلی مفید است (صفری و همکاران، ۱۳۹۳). در سال ۱۳۹۴ حیدریان و همکاران با استفاده از تلفیق سنجش از دور و تصاویر لندست ۸ و همچنین مدل شبکه‌های عصبی اقدام به بررسی تغییرات عمق دریاچه زریوار کردند (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیق دیگری، در سال ۱۳۹۷ با استفاده از تصاویر سنتینل ۲، محمدخانلو و همکاران به بررسی عمق بندر صلاله در دریای عمان پرداختند. آنها با استفاده از روش عمق سنجی نسبی استامپ[1] و رگرسیون خطی، میزان عمق آب و خط ساحلی را تعیین کردند (محمدخانلو و همکاران، ۱۳۹۸).

تاکنون تغییرات سطح تالاب انزلی در چندین پژوهش مطالعه شده است که می‌توان به مطالعات زبردست و جعفری در سال ۹۰ اشاره کرد که با استفاده از تصاویر لندست ۴، لندست ۵ و لندست ۷ اقدام به بررسی میزان تغییرات آبی و گیاهی تالاب انزلی با استفاده از روش‌های تفسیر بصری کردند. سپس با استفاده از نقاط کنترل زمینی، میزان صحت این تفسیرها را مورد بررسی قرار دادند (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). همچنین موسی‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) اقدام به بررسی تغییرات تالاب انزلی و طبقه بندی کاربری اراضی این منطقه با استفاده از تصاویر لندست و اَستِر[2] از سال ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۱۳ کردند. آنها با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی[3] منطقه و همچنین نقاط کنترل زمینی و روش‌های طبقه بندی توانستند نقشه‌های کاربری اراضی منطقه را در ۵ کلاس آب، شهری، مرتع، اراضی کشاورزی و نیزار ایجاد کنند. در نهایت میزان تغییرات کاربری‌ها و تغییرات حاصل شده در پهنه آبی از لحاظ فیزیکی و شیمیایی را با توجه به رشد جمعیت نواحی شهری منطقه مورد مطالعه بدست آوردند (Masoudadeh et al., 2015). مروری بر تحقیقات گذشته، نشان می‌دهد که مطالعه جامعی که تغییرات عمق و علل آن‌را بررسی‌کند در منطقه تالاب انزلی صورت نگرفته است. بررسی میزان تغییرات عمق که کم شدن آن موجب خشک شدن تالاب و همچنین از بین رفتن زیستگاه گونه‌های زیادی از گیاهان و جانوران بومی و مهاجر به منطقه مورد مطالعه می‌شود، بسیار اهمیت دارد.

هدف این تحقیق، بررسی روند تغییرات عمق تالاب انزلی و بررسی نواحی مستعد خشک شدن در این منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سه دهه گذشته است. تصاویر ماهواره‌هایی نظیر لندست که آرشیو طولانی دارد و قدرت تفکیک طیفی و مکانی مناسبی در مطالعات منابع زمینی دارد، به‌طور گسترده و در سری‌های زمانی در پایش محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته است. با تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی[4] می‌توان با دقت بالاتر عمق و مساحت مناطق آبی و تالاب‌ها را بدست آورد. با توجه به میزان تغییرات عمق این تالاب و علل ایجاد آن می‌توان مناطق مستعد خشک شدن را شناسایی نمود و از روند خشک شدن و از بین رفتن تالاب جلوگیری نمود.

۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

مجموعهٔ تالاب انزلی شامل بخش‌های شرقی، غربی، مرکزی، سلکه و سیاه کشیم است. این تالاب در فهرست رامسر قرار داشته و منطقهٔ ثبت شدهٔ آن در این فهرست شامل تمام تالاب انزلی، تالاب سیاه کشیم، منطقهٔ حفاظت شدهٔ سلکه و سایر آب بندان‌های متعدد محدودهٔ تالاب است (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). این تالاب در عرض ۳۷ شمالی و طول ۴۹ شرقی واقع شده و از شمال به دریای خزر، از جنوب به صومعه سرا، از شرق به پیربازار و از غرب به کپورچال و آب‌کنار محدود

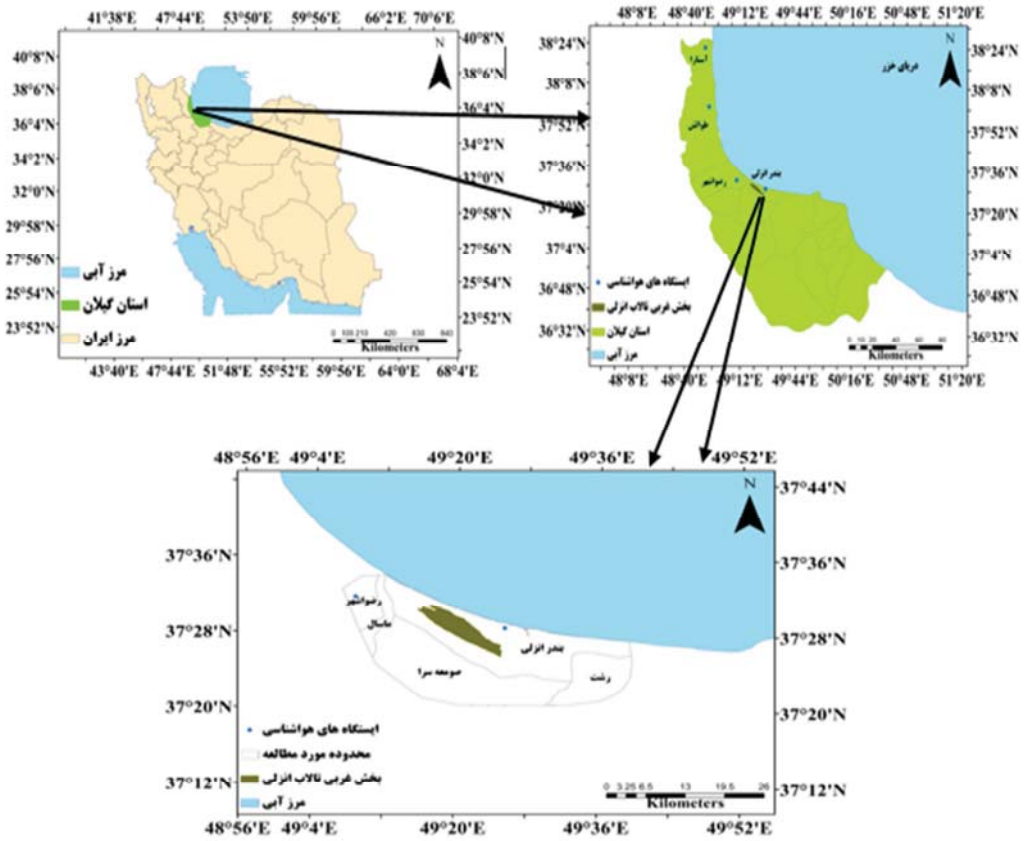
1. Stumpf
2. Advanced Space-borne Thermal Emission and Reflection (ASTER)
3. Digital Elevation Model (DEM)
4. Multi-Spectral

است (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰). نواحی پرشیب در انتهای جنوبی حوضه که منطقه کوهستانی است، واقع شده است. تالاب انزلی در منطقه دشتی با شیب کمتر از ۵ درصد قرار دارد. این حوضه به ۵ زیر حوضه بزرگ تقسیم شده و شهرهای بزرگ و مهم رشت، انزلی، فومن و صومعه سرا در این منطقه قرار دارد (بالی و همکاران،۱۳۹۱). تالاب انزلی جزء تالاب‌های طبیعی و آب شیرین کشور بوده و دارای ۱۱ رود اصلی و ۳۰ رود فرعی است که پس از آبیاری مزارع و شالیزارها به همراه جریان‌های سطحی حوزهٔ آبریز تالاب به آن وارد می شوند. حداکثر عمق آب تالاب در بهار و در نواحی غربی تالاب به ۲/۵ متر می‌رسد که به دلیل نوسان‌های سطح آب دریای خزر، این مقدار متغیر است (صفری و همکاران، ۱۳۹۳). (شکل ۱)

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- داده‌های مورد استفاده در تحقیق

در این تحقیق، تصاویر ماهواره لندست جدول ۱، داده‌های بارش و دما و داده‌های‌تراز آب دریای خزر مورد استفاده قرار گرفته است. ماهواره لندست توسط سازمان فضایی آمریکا در سال ۱۹۷۲ به فضا پرتاب شد و اولین ماهواره منابع طبیعی است که اطلاعات سطح زمین را برای کاربران ارائه کرد. در حال حاضر، سری هشتم این ماهواره در حال فعالیت است و اطلاعات سودمندی را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. تصاویر ماهواره لندست، جز پرکاربردترین تصاویر ماهواره‌ای است. دلیل استفاده فراوان از این ماهواره، وجود آرشیو طولانی مدت برای استفاده‌های سری زمانی و همچنین قدرت تفکیک طیفی و مکانی مناسب این ماهواره است. به علت وجود پوشش ابر در منطقه مورد مطالعه و عدم



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

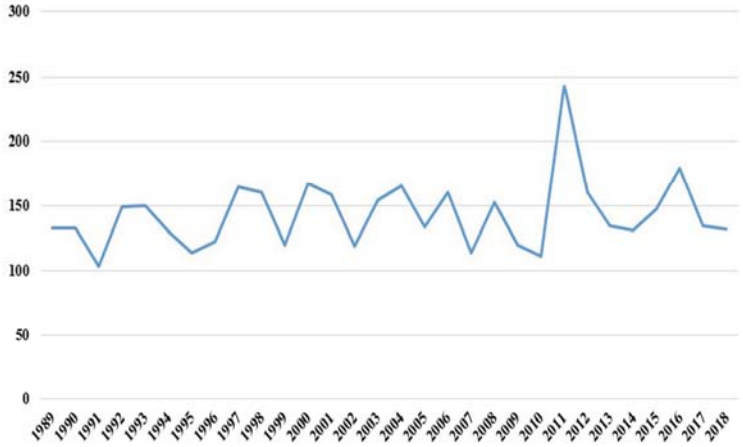
دسترسی به تصاویر فاقد پوشش ابر، به‌طور دقیق تمامی تصاویر در یک بازه یکسان و مشخص اخذ نشده است، با این‌حال سعی شده است تا فاصله زمانی بین تصاویر متوالی، تقریبا یکسان باشد.

جدول۱. تاریخ اخذ تصاویر لندست مورد استفاده در تحقیق

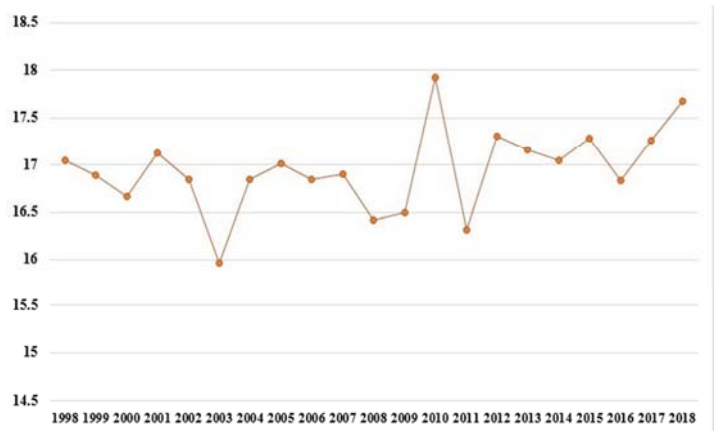
ماهواره	تاریخ اخذ تصویر
لندست ۴	۱۹۸۸/۰۶/۱۳
لندست ۵	۱۹۹۳/۰۷/۲۱
لندست ۵	۱۹۹۵/۰۶/۲۵
لندست ۷	۲۰۰۰/۰۵/۱۳
لندست ۵	۲۰۰۸/۰۶/۱۲
لندست ۸	۲۰۱۵/۰۸/۰۳
لندست ۸	۲۰۱۶/۰۸/۲۱
لندست ۸	۲۰۱۸/۰۶/۲۴

سری دوم داده‌های تحقیق حاضر، داده‌های بارش و دمای سی‌ساله ایستگاه بندرانزلی که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه است و همچنین ایستگاه‌های بالادست حوزه آبریز همچون آستارا و اسب وونی را شامل می‌شود. علت استفاده از آمار ایستگاه‌های بالادست، به خاطر تاثیری است که مناطق بالادست بر تالاب انزلی می‌گذارند. شکل۲، میانگین بارش ایستگاه بندر انزلی در طی دوره سی ساله آماری را نشان می‌دهد. شکل ۳، نمودار میانگین دمای ایستگاه بندرانزلی در طی دوره بیست ساله آماری است.

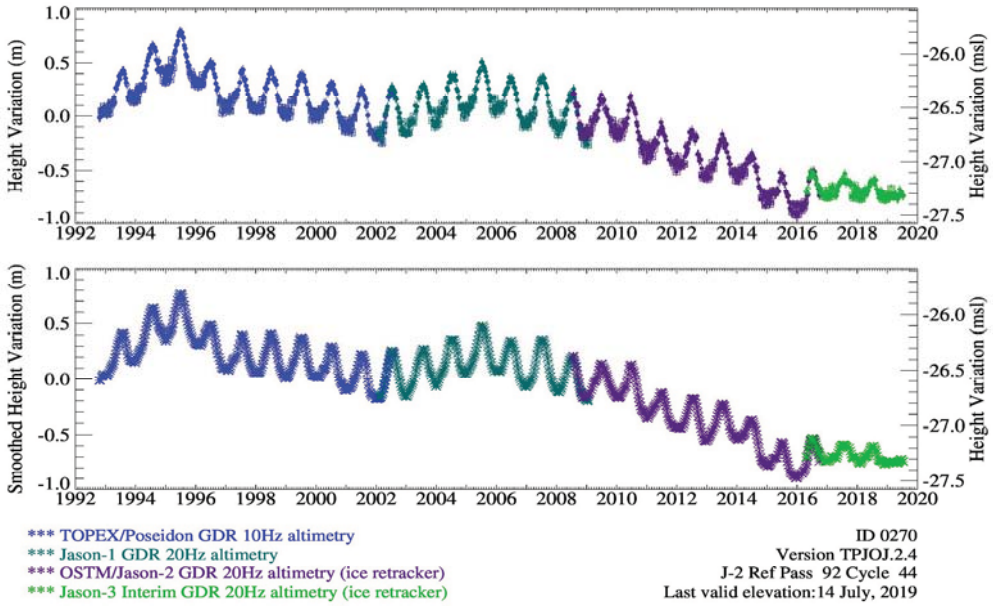
سری سوم داده‌های مورد استفاده در تحقیق میزان تراز آب دریای خزر است که تغییرات زیادی در سال‌های اخیر داشته و تالاب انزلی از روند تغییرات تراز متاثر بوده است.



شکل۲. میانگین بارش سالیانه بر حسب میلی متر ایستگاه بندر انزلی در طی دوره آماری ۳۰ ساله



شکل۳. میانگین دمای سالیانه بر حسب سانتی گراد ایستگاه بندر انزلی در طی دوره آماری ۲۰ ساله



شکل ۴. تراز دریای خزر از سال ۱۹۹۲ تا سال ۲۰۱۸، منبع waterdata.usgs.gov

در ابتدا تصاویر لندست اخذ شده، تصحیح اتمسفری و رادیومتریک شدند. سپس منطقه مورد مطالعه از تصاویر تصحیح شده مشخص شد. در مرحله بعد با استفاده از شاخص عمق نسبی آب[1]، میزان عمق نسبی آب برای هر تصویر به‌دست آمد.

۲-۳- روش کار

در این تحقیق از روش استامپ[2] که اولین بار در سال ۲۰۰۳ توسط این محقق ارائه شده است، استفاده شد. این روش با تعداد محدودی پارامتر، عمق آب را برآورد می‌کند و همچنین حساسیت کمی به بستر آب دارد. این روش از خصوصیت جذب باند سبز و قرمز برای تعیین عمق استفاده می‌کند (محمدخانلو و همکاران، ۱۳۹۸). شاخص عمق نسبی آب [1]، میزان عمق نسبی آب را مستقل از آلبدو منعکس شده از سطح آب محاسبه می‌کند (صفری و همکاران، ۱۳۹۳). در این روش، از تصاویر چند طیفی در دو مرحله استفاده می‌شود. ابتدا عمق‌های نسبی با استفاده از نسبت‌های باندی مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌شود. مقادیر عمق‌های نسبی نیز با استفاده از مقادیر لگاریتم بازتاب در باندهای قرمز و سبز از تصویری که اثر روشنایی خورشید از آن کم شده است، به دست می‌آید. در مرحله بعد، این مقادیر نسبی با استفاده از رابطه (۲) به عمق واقعی تبدیل می‌شوند (Stumpf et al., 2003).

$$Relative\ Depth = \frac{\ln(1000*Green\ Band)}{\ln(1000*Red\ band)}$$ رابطه (۱)

$$Z = m_1 * \frac{\ln(1000*Green\ band)}{\ln(1000*Red\ band)} - m_2$$ رابطه (۲)

در روابط فوق Green band، انعکاس در باند سبز و red band، انعکاس در باند قرمز است. مقدار Z برابر با عمق آب است. در هر محدوده عمقی و برای بهتر شدن نتیجه m1 و m2 برای برازش با عمق اندازه گیری شده است (صفری و همکاران، ۱۳۹۳). در روش فوق، انعکاس باندها در آب شفاف، امکان دستیابی به عمق‌های بیشتر از ۲۵ متر را فراهم می‌کند. این روش به میزان شفافیت و غلظت کلروفیل در آب حساس است، به این دلیل که با افزایش میزان کلروفیل در آب،

1. Relative Water Depth
2. Stumpf

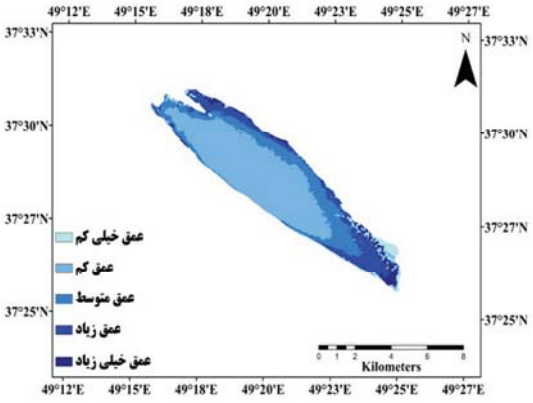
میزان انعکاس باند سبز از قرمز کاهش بیشتری خواهد شد. این روش با توجه به کم بودن تعداد پارامترها، نسبت به تغییر بستر حساسیت نشان نمی‌دهد و بر خلاف اکثر روش‌ها نیاز به دانستن میزان انعکاس بخش عمیق آب ندارد. مهم‌ترین محدودیت این روش، وجود نویز بالا در مقادیر عمق بالا است. علت وجود نویز در محاسبات، به این دلیل است که اساسا این روش یک رابطه کسری است و در یک رابطه کسری، اختلاف‌های کوچک تشدید می‌شود. این خطا با افزایش عمق بیشتر می‌شود (محمدخانلو و همکاران، ۱۳۹۸).

۴- نتایج

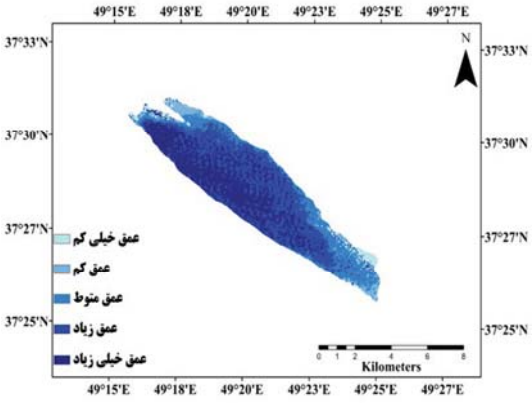
شکل‌های شماره ۵ تا ۱۰، میزان عمق آب را در سال‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. در شکل شماره ۵، بیشتر مساحت تالاب، عمق کم داشته است. مناطق دارای عمق زیاد در اطراف تالاب و بخش‌های غربی و شرقی دیده می‌شود. مقایسه شکل شماره ۵ با شکل شماره ۶ در سال ۱۹۹۵ نشان می‌دهد که میزان عمق تالاب در طی هفت سال در تمامی بخش‌های آن، افزایش یافته است. بررسی نمودار بارش نشان می‌دهد که میزان بارش در طی این سال کاهش داشته است. در این سال، میزان تراز آب دریای خزر در بالاترین سطح خود بوده است و این مسئله خود گواه عدم تاثیر روند تغییرات‌تراز دریای خزر از بارش است. با توجه به میزان بارش کم در سال مذکور بخش عمده تالاب به نسبت سال ۱۹۸۸ و همچنین سال ۲۰۰۰ عمق بیشتری دارد که به‌دلیل تراز بالای دریا در سال مذکور است. در سال ۲۰۰۰، با کاهش متوالی تراز دریای خزر در طی پنج سال، میزان عمق تالاب در بخش‌های غربی و جنوب غربی رو به کاهش رفته است. نکته قابل توجه این است که این کاهش عمق تالاب، علیرغم دمای کمتر و همچنین بارش بیشتر در این سال مشاهده شده است.

در سال ۲۰۰۸ با توجه به روند تغییرات تراز آب دریای خزر که از سال ۱۹۹۵ رو به کاهش بوده، به نسبت دوره قبل یعنی سال ۲۰۰۰ عمق بیشتری را در بخش‌های اعظم تالاب به‌ویژه در بخش غربی آن مشاهده می‌کنیم که دلیل آن را می‌توان به دمای پایین‌تر، بارش بیشتر و همچنین تراز بیشتر دریای خزر در مقایسه با سال‌های ماقبل آن نسبت داد. در سال ۲۰۱۶، پایین‌ترین میزان تراز آب دریای خزر مشاهده می‌شود که با توجه به روند کاهش بارش در سال ۲۰۱۶ به نسبت سال‌های قبل، کاهش عمق در بخش عمده‌ای از تالاب به‌ویژه در بخش مرکزی و شرقی آن را نظاره گر هستیم. این روند در مقایسه با سال ۲۰۱۸ - دو سال بعد از آن – متفاوت است. به‌دلیل روند افزایشی جزیی در تراز دریای خزر و بارش بیشتر در این سال طبق شکل ۱۰، شاهد بیشتر شدن عمق در بخش‌های غربی و شمال غربی تالاب هستیم که این خود دلیل متاثر بودن روند تغییرات عمق تالاب از دریای خزر است.

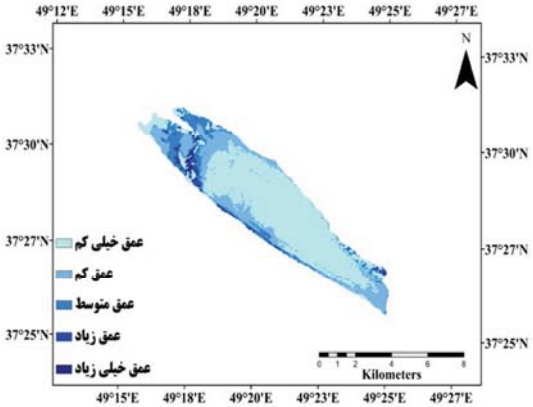
در بررسی‌های انجام شده، میزان عمق نسبی آب تالاب انزلی در بازه سی ساله از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۸ کاهش چشمگیری داشته است. گستره تالاب در بخش اصلی تالاب که بخش غربی آن است، سنجیده شده که این پارامتر نیز همراه با تغییرات میزان تراز دریا و همچنین میزان عمق، دستخوش تغییراتی شده است. همانطور که در شکل‌های زیر مشاهده می‌شود، بخش غربی تالاب انزلی در بازه سی ساله تغییرات عمده‌ای داشته است و این تغییرات بیشتر از روند تغییرات تراز آب دریای خزر تبعیت می‌کند و میزان بارش و دما در این منطقه تاثیر به‌سزایی در میزان تغییرات سطح و عمق آب نداشته است. تراز دریای خزر از فاکتورهای اقلیمی دما و بارش تبعیت نمی‌کند و ماهیت سینوسی دارد.



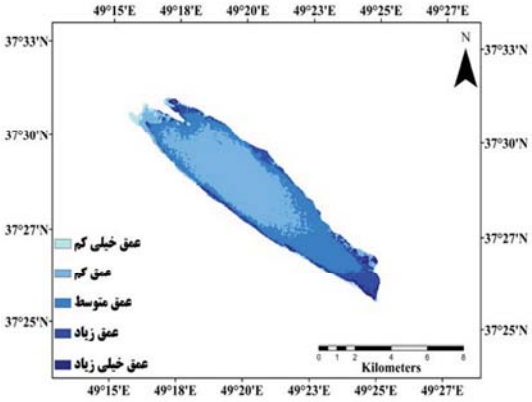
شکل ۵. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۱۹۸۸



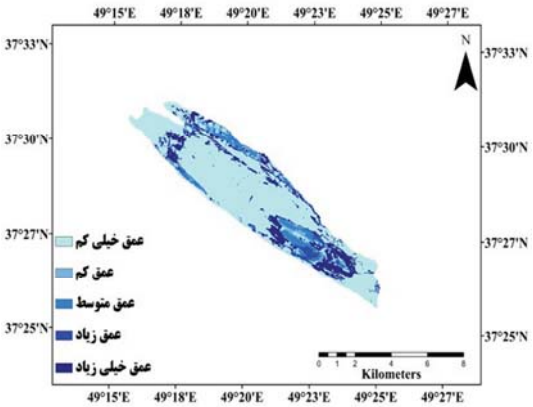
شکل ۶. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۱۹۹۵



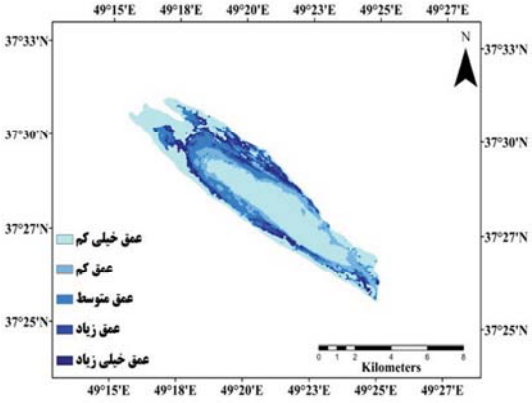
شکل ۷. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۲۰۰۰



شکل ۸. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۲۰۰۸



شکل ۹. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۲۰۱۶



شکل ۱۰. نقشه عمق نسبی تالاب انزلی سال ۲۰۱۸

۵- بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر با رشد و گسترش مناطق مسکونی بررسی مناطق طبیعی همچون تالاب‌ها بسیار حائز اهمیت است. تحقیق حاضر نشان می‌دهد در حوزه تالاب انزلی، عمق و همچنین سطح تالاب در طی بازه سی ساله، روند کاهشی داشته است. بررسی میزان بارش و همچنین دما در طول بازه سی ساله آماری، نشان داد که در اکثر سال‌ها این پارامترها، اثر به سزایی بر میزان سطح و عمق تالاب نداشته‌اند. از این رو می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که میزان تغییرات سطح و عمق تالاب انزلی، بدوا متاثر از تراز آبی دریای خزر است و در گام‌های بعدی، مواردی همچون تغییرات کاربری و سپس بارش و دما، باعث تغییراتی بر میزان سطح و عمق تالاب می‌شوند. تغییر کاربری اراضی، بیشتر بر عمق و سطح بخش‌هایی از مرکز و قسمت‌های شرقی تالاب اثرگذار بوده است. تراز آبی دریای خزر نیز دائما در حال تغییر بوده و این روند تغییرات، متاثر از فاکتورهای اقلیمی بارش و دما نیست و ماهیت سینوسی دارد. روند غیر یکنواخت تغییرات عمق تالاب انزلی در بازه سی‌ساله که در کل، روند کاهشی داشته است، بر محیط زیست منطقه اثرات منفی بر جای گذاشته است. این تغییرات زندگی، موجودات زنده، آب و همچنین پرندگان مهاجر را دستخوش تغییر می‌کند.

مهم‌ترین محدودیت در این تحقیق، وجود پوشش ابر تقریبا دائم، در منطقه مورد مطالعه است که اخذ تصاویر اپتیک، نظیر تصاویر ماهواره لندست، را با مشکل مواجه می‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود در کارهای آینده از تصاویر راداری در کنار تصاویر اپتیک استفاده شود. تصاویر راداری، قادر به تفکیک بهتر مرز آب از خشکی هستند و می‌توانند اطلاعات دقیق‌تری را به مخاطب ارائه کنند. همچنین امکان اخذ تصاویر راداری در شرایط ابری و بارانی نیز وجود دارد. همچنین استفاده از تصاویر ابر طیفی، به دلیل وجود باندهای زیاد و باریک می‌تواند دقت را افزایش دهد. از سوی دیگر، محاسبه میزان بیلان آب در تالاب انزلی با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند تبخیر و تعرق واقعی در کنار میزان بارش و دما، اطلاعات کمی باارزشی فراهم می‌کند. با بررسی دقیق علت تغییرات عمق تالاب انزلی و در صورت امکان کنترل آن‌ها، می‌توان روند کاهش عمق تالاب را کندتر کرد تا از خشک شدن تالاب جلوگیری به‌عمل آید.

۶- مراجع

ابراهیمی کیا، م.، سعادت سرشت، م. و تاج فیروز، ب.، ۱۳۸۸، **ارزیابی روش‌های عمق سنجی با استفاده از تصاویر ماهواره ای**، همایش ژئوماتیک تهران، سازمان نقشه برداری کشور.

بالی، ع.، منوری، س.م، جعفری، م. و عبداللهی، ش.، ۱۳۹۱، **روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز تالاب انزلی طی دوره‌های زمانی ۱۹۷۵، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰، ۲۰۰۷ با تاکید بر توسعه شهری و اراضی ساخته شده**، فصلنامه محیط زیست (ویژه نامه تالاب‌ها)،شماره ۵۳ و ۵۴،صص ۷۳-۸۰.

حیدریان،ک.، کبودوندپور، ش. و امان اللهی، ج.، ۱۳۹۵، **بررسی تغییرات عمق تالاب بین المللی زریوار با استفاده از سنجش از دور و مدل شبکه عصبی مصنوعی**، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۳، صص ۲۷۱-۲۸۹.

رنجبر، م.، **تغییرات تالاب انزلی و تاثیر ویژگی‌های مرفولوژیکی آن درکاربری اراضی**،۱۳۹۱، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال نهم، شماره ۳۴ ، صص ۹۳-۱۱۱.

زبر دست، ل. و جعفری، ح.ر.، ۱۳۹۰، **ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائهٔ راه‌حل مدیریتی**، محیط شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۵۷، صص۵۷-۶۴.

صفری، ع.ر.، آوریده، ح.ر.، همایونی، س. و خزایی، ص.، ۱۳۹۳، **برآورد عمق آب‌های ساحلی به کمک**

تصاویر سنجش از دور فراطیفی، نشریه علمی-ترویجی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، سال ششم، شماره ۱، صص ۱-۱۱.

فاطمی، س.ب. و رضایی، ی.، **مبانی سنجش از دور**، ۱۳۸۹، چاپ دوم، فصل دهم، انتشارات آزاده، تهران.

محمد خانلو، ح.ا.، مدیری، م.، خصالی، ا. و عنایتی، ح.، ۱۳۹۸، **عمق‌یابی در سواحل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲(بندر صلاله عمان)**، فصلنامه علمی - پژوهشی اطاعات جغرافیایی،دوره بیست و هشتم، شماره ۱۰۹، صص ۳۵-۲۵.

Lyzenga, D.R., Malinas, N.P. &Tanis, F.J., 2006, **Multispectral bathymetry using a simple physically based algorithm**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44: 2251 – 2259.

Mishra, D.R., Narumalani, S., Rundquist, D. & Lawson, M., 2005, **Characterizing the vertical diffuse attenuation coeficient for downwelling irradiance in coastal waters: Implications for water penetration by high resolution satellite data**, Photogrammetry and Remote Sensing. 60: 48–64.

Mousazadeh R., Ghaffarzadeh, H., Nouri J., Gharagozlou A. & Farahpour M., 2015, **Land use change detection and impact assessment in Anzali international coastal wetland using multi-temporal satellite images**, Environmental Monitoring and Assessment, Springer, 187: 1-11.

Stumpf, R., Holderied, K. & Sinclair, M., 2003, **Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types, Limnol**, Oceanogr, 48: 547-556.

سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال دوازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۹
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.12, No. 2, Summer 2020

73-82

Evaluation of Anzali Wetland Depth Changes Using Satellite Images and Meteorological Data over Thirty Years

Kharyaband, S.[1] and Attarchi, S.*[2]

1. MSc in GIS and Remote sensing, Remote sensing and GIS Department, Faculty of Geography, University of Tehran
2. PhD in Remote sensing, Assistant professor, Remote sensing and GIS Department, Faculty of Geography, University of Tehran

Abstract

In recent decades in Iran, due to the effect of climate change and population growth, the extent and depth of water in wetlands have been largely decreased. Therefore, it is worth finding the main reasons of the changes and if possible to reduce the rate of changes. Great advances in remote sensing technology offer valuable opportunities to monitor the trend of changes in natural environment. Landsat satellites from 1970s has the largest archive of remote sensing images. Remote sensing images provide data in wide area with high temporal resolution and low cost. Anzali Wetland is one of the most important international wetlands of Iran which has been registered in Ramsar Convention. In recent decades, population growth and expansion of cities and farm lands near Anzali wetland, climatic changes in this region and also changes in Caspian Sea's water level threaten this wetland. The present study investigates wetland depth changes using Landsat imagery. Furthermore the depth changes have been thoroughly explained concerning rain fall, temperature and the Caspian Sea's water level changes over a 30-year period from 1988 to 2018. Our Findings emphasizes that the depth of water in this wetland is more related to the changes of the Caspian Sea's water level and the rainfall and temperature are not the main reason of decreasing of the wetland's depth.

Keywords: Climate Changes, Remote Sensing, Anzali Wetland, Depth Change, Caspian Sea Level

Correspondence Address: Faculty of Geography, Azin Alley, Ghods Street, Tehran, Iran. P.O.4665-14155,Tell: 02161113682-09128123644
Email: satarchi@ut.ac.ir