اکوهیدرولوژی
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص ۳۲۹-۳۲۱

بررسی روند تغییرات سطح آب تالاب یعقوب‌آباد با استفاده از تصاویر چندزمانه

میثم مافی[۱]، زهرا عزیزی[۲*]، پرستو کریمی[۳]، پیام عالمی صف اول[۴]

۱. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قزوین

۲. استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۳. کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS

۴. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

(تاریخ دریافت ۱۳۹۹/۰۷/۱۶، تاریخ تصویب ۱۳۹۹/۱۲/۲۸)

چکیده

تالاب‌ها از مهم‌ترین اکوسیستم‌های زمین هستند که به دلیل گستردگی فعالیت‌هایی که در این پهنه‌های آبی از جنبه‌های گوناگون رخ می‌دهد، همواره مورد توجه انواع گونه‌های زیستی و انسان بوده‌اند. طی دهه‌های اخیر با رشد و توسعهٔ فناوری و افزایش جمعیت، فشارهای اکولوژیکی زیادی به تالاب‌ها وارد شده است. از این‌رو، پایش تغییرات تالاب‌ها اهمیت زیادی دارد. فن سنجش از دور و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با توجه به ماهیت وجودی آنها، امکان تهیهٔ نقشه‌هایی با دقت قابل قبول طی زمان‌های تکراری از یک منطقه را فراهم می‌آورد و از این‌رو، ابزاری کارآمد برای دستیابی به داده‌های ارزشمند از زمین است. تالاب یعقوب‌آباد در مجموعهٔ تالاب‌های الله‌آباد قزوین واقع شده است. در مطالعهٔ حاضر برای بررسی روند تغییرات سطح آب این تالاب، از پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. بنابراین، به این منظور تصاویر سنجندهٔ ETM+ و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ از پایگاه USGS اخذ شده و با روش طبقه‌بندی تصویر (ML) پردازش شد. دقت پردازش تصاویر هر دو دوره بر مبنای ضریب کاپا بیش از ۷۰ درصد بود. نتایج مقایسهٔ حدود پیکرهٔ آبی تالاب در دو دوره، نشان‌دهندهٔ افزایش درخور توجه سطح آب در تالاب است که ارتباط معنادار با میزان بارش باران در منطقه دارد. با توجه به عدم برداشت اطلاعات زمینی مربوط به وضعیت تالاب در دورهٔ اول مطالعه به صورت میدانی، روش به‌کارگرفته‌شده در تحقیق حاضر توانست پایش تغییرات تالاب را با دقت نسبتاً مناسبی نشان دهد.

کلیدواژگان: تالاب الله‌آباد، تالاب یعقوب‌آباد، تصاویر چندزمانه، طبقه‌بندی نظارت‌شده.

* نویسندهٔ مسئول
Email: zazizi@srbiau.ac.ir

مقدمه

تالاب‌ها مهم‌ترین بانک ژن گیاهی و جانوری کرهٔ زمین بعد از جنگل‌های بارانی به شمار می‌آیند [۱] و از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی هستند که کارکرد زیادی در تعدیل کمیت و کیفیت آب، فراهم کردن موقعیت‌های اقتصادی و گردشگری، تأمین آب شرب و معاش جوامع محلی دارند [۲]. با این‌حال در معرض طیف وسیعی از عوامل استرس‌زا مانند انحراف آب رودخانه‌ها، آلوده شدن روان‌آب‌ها، غنی شدن و پر شدن قنات‌ها و تکه‌تکه شدن بر اثر احداث جاده‌ها قرار دارند که موجودیت این اکوسیستم‌های غنی را تهدید می‌کنند [۳]. در جهان بیشترین اکوسیستم‌های در معرض خطر، تالاب‌ها هستند که دلایل آن پیچیده است و فقط به استفاده از زمین و آب تالاب مربوط نمی‌شود، بلکه مدیریت حوضه‌های بالادست و فشارهای خارجی نظیر تغییرات آب‌وهوایی و رشد جمعیت نیز بر این مسئله تأثیرگذارند [۴].

برنامه‌ریزی برای حفاظت از تالاب‌ها نیاز به پایش تغییرات این اکوسیستم‌های آبی دارد. پیشرفت‌های اخیر در فنون طراحی سنسورها و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، برخی از سیستم‌های سنجش از دور را برای پایش تغییرات اکوسیستم‌های طبیعی مانند تالاب‌ها گسترش داده‌اند [۵]. درک روند تغییر و شناخت سیر تحولات اکوسیستم‌ها به طور عام و تالاب‌ها به طور خاص، می‌تواند تا حدی در پیش‌بینی از وضعیت آیندهٔ آنها در صورت ادامهٔ روند کنونی، راهگشا باشد. استفاده از فنون دورسنجی، یکی از ابزارهای مهم و دقیق انجام این پایش‌هاست [۶].

مدیریت بهینهٔ منابع طبیعی نیازمند اطلاعات به‌هنگام و صحیح است. به این منظور، نقشهٔ پوشش اراضی، که به وضعیت فعلی اراضی و یا آنچه در حال حاضر سطح زمین را می‌پوشاند اشاره دارد، یکی از منابع مهم اطلاعاتی در مدیریت منابع طبیعی محسوب می‌شود [۷].

امروزه دادهٔ سنجش از دور با ویژگی‌هایی مانند تصویربرداری مکرر در فواصل زمانی کم، وسیع بودن سطح پوشش زمینی برداشت‌شده توسط سنجنده‌ها، تفکیک طیفی و فضایی مناسب داده‌ها، افزایش روزافزون تفکیک و تشخیص پدیده‌ها و به‌روز بودن و قابل دسترس بودن داده‌ها، ابزاری مناسب را برای بررسی تغییرات کاربری زمین فراهم می‌سازند [۸].

از جمله کاربردهای داده و تصاویر ماهواره‌ای استخراج اطلاعات مربوط به تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی است که با توجه به ویژگی‌های طیفی پدیده‌های زمین، می‌توان باندهای مناسب را برای مطالعه و شناسایی پدیده‌های سطح زمین انتخاب کرد و در محیط GIS به مدیریت آنها پرداخت [۹]. کاربری زمین یکی از عوامل مهمی است که انسان از طریق آن محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۰].

تغییرات کمی و کیفی ناشی از فرایندهای نامطلوب انسانی و طبیعی در دهه‌های اخیر، آثار منفی زیادی بر ساختار و کارکرد این مجموعهٔ باارزش گذاشته و نقش تالاب‌ها را از تثبیت ریزگردها و پالایش محیطی، به خاستگاه و کانون گردوغبار منطقه‌ای تغییر داده است [۱۱].

کاهش بارندگی و وقوع خشکسالی طی دوره‌های طولانی‌مدت سبب افزایش مصرف آب‌های زیرزمینی و در نهایت، کاهش آب‌های زیرزمینی می‌شود [۱۲]. استفاده از منابع زیرزمینی در کشور روزبه‌روز در حال افزایش است. افت سفرهٔ آب زیرزمینی مشکلات زیادی را به همراه خواهد داشت. افت سطح آب سفره می‌تواند بر میزان آب ورودی به تخلیه‌گاه‌های نهایی تأثیرگذار باشد. این موضوع در مورد تالاب‌ها اهمیت بیشتری می‌یابد؛ چرا که میزان آب موجود اغلب کمتر از دریاچه‌ها و دریاهاست. با خشک شدن تالاب، آنچه بر جا می‌ماند، شوره‌زاری خواهد بود که تجمع چندین سالهٔ نمک را در خود انباشته است که با وجود آب در آن‌ها، باد نمی‌تواند نمک‌ها را جابه‌جا کند. کاهش میزان آب ورودی به تالاب و کاهش فشار آب بالادست آن بر اثر افت سطح آب سفره، می‌تواند سبب از بین رفتن سرریز زیرزمینی طبیعی دشت شود و بیلان آب و نمک موجود را بر هم بزند؛ این به عقیدهٔ بسیاری از متخصصان، همان اتفاقی است که در منطقهٔ شوره‌زار قزوین افتاده است [۱۳].

در پژوهش حاضر با استفاده از پردازش تصاویر ماهوارهٔ لندست و روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، نقشهٔ کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در شهرستان آبیک قزوین تهیه شد تا تغییرات سطح آب این تالاب ارزیابی شود.

پیشینهٔ تحقیق

طی سالیان اخیر، تحقیقات متنوعی در زمینهٔ تالاب‌ها به‌ویژه با استفاده از سنجش‌ازدور صورت پذیرفته است.

منوری و بالی (۱۳۸۹) با استفاده از تکنیک سنجش از دور، روند تغییرات سطح آب تالاب مهارلو را مطالعه کردند [۸]. علی‌بخشی و همکاران (۱۳۹۴) نقشهٔ کاربری اراضی تالاب میقان را با دو روش فازی و طبقه‌بندی نظارت‌شده در سال ۲۰۱۳ بررسی کردند [۱۴]. خسرویان و همکاران (۱۳۹۶) تغییرات سطح آب دریاچهٔ پریشان را با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور بررسی کردند [۱۵].

دشتی و همکاران (۱۳۹۹) برای تحلیل ساختار فضایی سیمای سرزمین در ارزیابی آثار محیط زیستی در تالاب میانکاله، تصاویر سنجنده‌های ETM+ و OLI را پردازش کرده و نقشهٔ کاربری اراضی منطقه را تهیه کردند [۱۶].

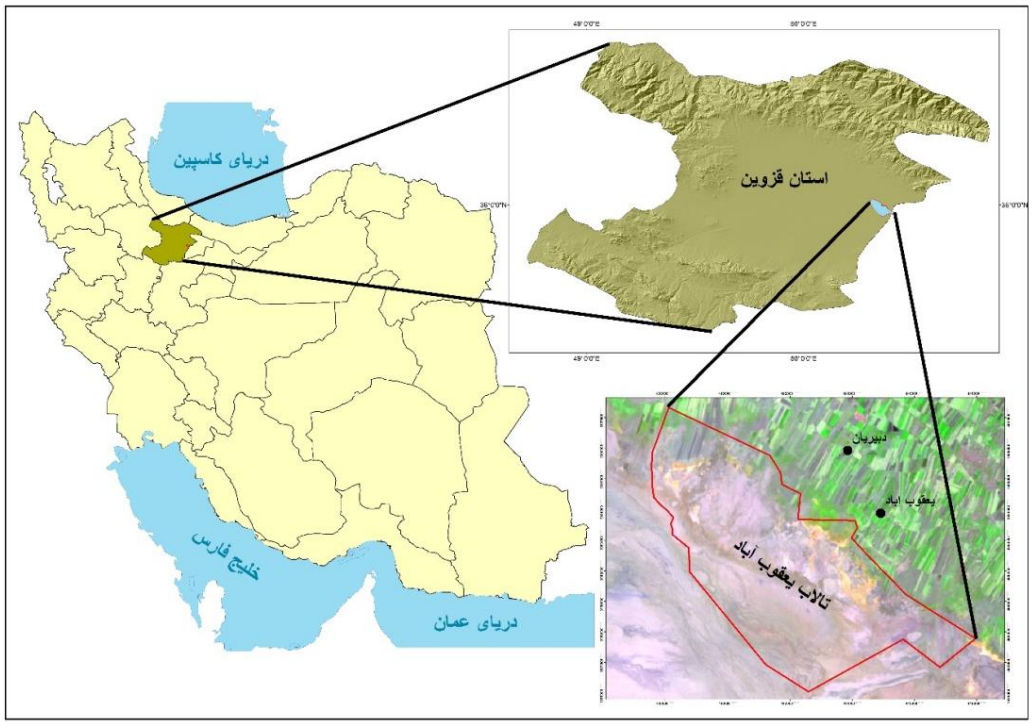
Shen و همکاران با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تخریب تالاب Zoige Plateau در چین را بررسی کردند [۱۷]. Ekumah و همکاران (۲۰۲۰) سلامت اکوسیستم تالاب‌های ساحلی غنا را با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) بررسی کردند [۱۸].

مطالعات یادشده قابلیت زیاد و متنوع سنجش از دور در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و پهنه‌های آبی به‌ویژه تالاب‌ها را از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که در سراسر گیتی مورد توجه محققان قرار گرفته است.

محدودهٔ مطالعه‌شده

تالاب الله‌آباد (یعقوب‌آباد) مهم‌ترین حوضهٔ آبگیر و بزرگ‌ترین آبخوان استان قزوین محسوب می‌شود. وسعت تالاب یادشده ۲۵۰۰ هکتار است که در ۴۹ ۵۸ ۳۵ عرض شمالی و ۱۰ ۱۲ ۵۰ طول شرقی قرار دارد و سیمای عمومی تالاب دشتی است و رودخانهٔ فصلی دارد و پوشش گیاهی اطراف رود، گونهٔ گز است. منبع تأمین‌کنندهٔ آب تالاب، رودخانهٔ ابهررود چاک (زیاران) و عمق متوسط برحسب متر، ۰/۲ است. کاربری تالاب، کشاورزی و زیستگاه پرندگان کنار آبزی بوده و ارزش تالاب جذب حیات وحش (پرندگان مهاجر)، چشم‌انداز، تأمین آب کشاورزی، تأمین آب زیرزمینی و تعدیل آب‌وهوای منطقه است.

تالاب یعقوب‌آباد یکی از تالاب‌های مجموعهٔ الله‌آباد است که در بخش شرقی این مجموعه و هم‌مرز با استان البرز قرار دارد. وسعت آن حدود ۴۲۱۵/۹ هکتار است. همچنین، تالابی فصلی بوده که حیات آبی آن متکی به نزولات جوی است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت تالاب یعقوب‌آباد

عملیات صحرایی

برای شناخت بهتر از منطقهٔ مطالعه‌شده و به منظور تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی و ثبت نقاط نمونه طی چند نوبت پیمایش میدانی در محدودهٔ تالاب یعقوب‌آباد از مجموعهٔ تالابی الله‌آباد صورت پذیرفت و با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS نقاطی از عوارض و پوشش گیاهی آنجا برای کمک به مفسر در طبقه‌بندی نظارت‌شدهٔ تصاویر ماهواره‌ای ثبت شد.

عوارض موجود در محدودهٔ مطالعه‌شده شامل دو بخش انسانی و طبیعی می‌شود. بخش کوچکی از محدودهٔ مطالعه‌شده شامل عوارض انسانی کشاورزی است و باقی عرصه را عوارض طبیعی در بر می‌گیرد. عوارض طبیعی مشاهده‌شده پوشش گیاهی، زمین‌های باتلاقی، آب در فصل‌هایی که نزولات جوی دارد و شوره‌زار است (شکل ۲).

شکل ۲. تالاب یعقوب‌آباد

روش مطالعه‌شده

در تحقیق پیش رو تلاش شده است با استفاده از فن سنجش از دور و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقشهٔ کاربری اراضی توسط روش طبقه‌بندی نظارت‌شده در محدودهٔ یعقوب‌آباد تهیه شود تا پس از تعیین نوع کاربری‌ها، میزان تغییرات پهنهٔ آبی طی سال‌های مطالعه‌شده در این تالاب مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش تصاویر ماهوارهٔ لندست ۷ و لندست ۸ در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ هستند. به این منظور، با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، بهره‌گیری از منابع موجود کتابخانه‌ای، مشاهدات میدانی و ثبت نقاط کنترلی GPS، نقشه‌های تهیه‌شده راستی‌آزمایی شد.

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای همواره یکی از موضوعات مهم در سنجش از دور بوده و اطلاعات به‌دست‌آمده از آن به صورت گسترده‌ای کاربرد داشته است [۱۹]. طبقه‌بندی حداکثر احتمال (Maximum Likelihood Classifier) یکی از تکنیک‌های طبقه‌بندی مبتنی بر پیکسل است که به طور گسترده‌ای برای استخراج اطلاعات موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌شود [۲۰]. این روش به دلیل ماهیت پارامتریکی، به‌شدت به نوع توزیع آماری داده‌های استفاده‌شده وابسته است و نمونه‌های آموزشی بر دقت آن بسیار تأثیر می‌گذارد [۲۱].

این روش طبقه‌بندی بر اساس واریانس و کوواریانس انجام می‌شود. در روش یادشده فرض بر این است که همهٔ مناطق آموزشی پراکنش نرمال دارند. در حقیقت، نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات زیادی از ویژگی‌های طیفی در این گسترهٔ پیوسته قرار گیرد. در طبقه‌بندی حداکثر احتمال پیکسل مورد نظر به کلاسی نسبت داده می‌شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد. بنابراین، شرط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال، اهمیت زیادی دارد [۲۲].

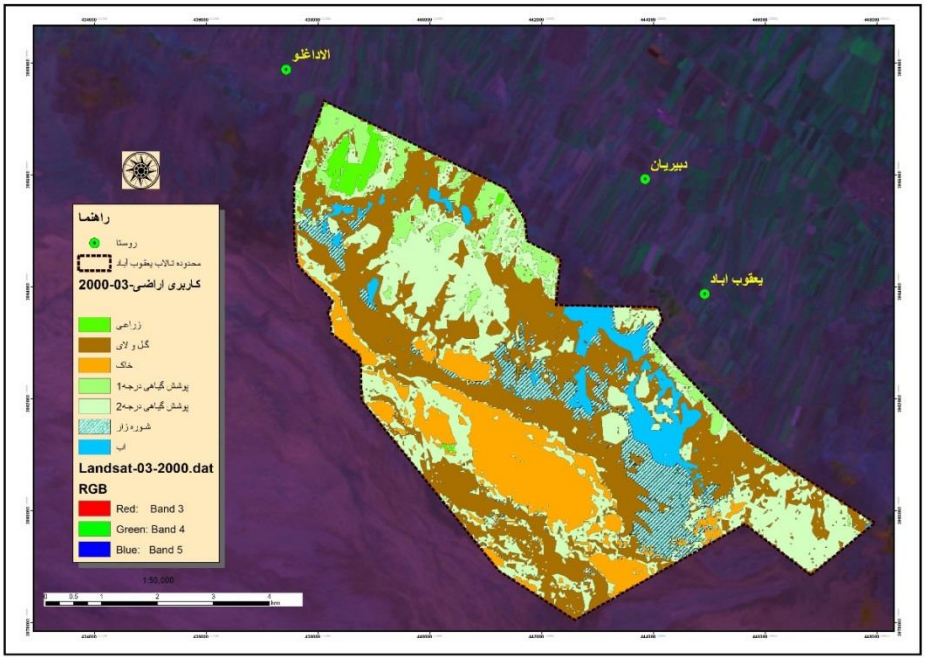
یافته‌ها

برای استخراج نقشهٔ کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از روش طبقه‌بندی نظارت Maximum Likelihood استفاده شد. پس از کلاسه‌بندی، عارضهٔ آب از نقشه‌های تهیه‌شده استخراج شد. در ادامه، تغییرات سطح آب این تالاب محاسبه

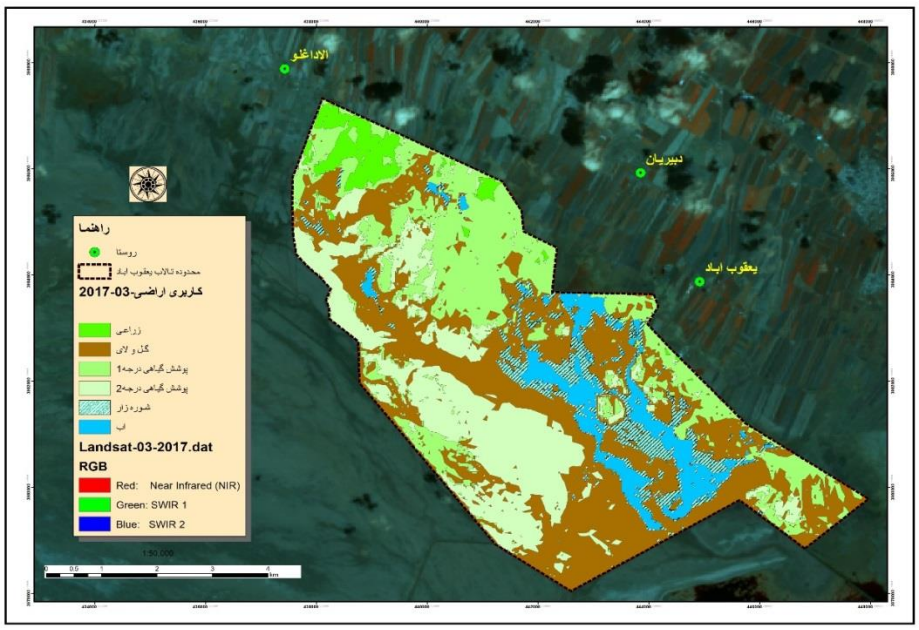
شد. برای بالا بردن سطح دقت در معرفی پیکسل‌های آموزشی، محدودهٔ تالاب یعقوب‌آباد مورد پیمایش میدانی قرار گرفت و عوارض مختلف آن توسط GPS ثبت شد.

به دلیل فصلی بودن این تالاب، نقشهٔ کاربری اراضی آن با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ در فصل سرد سال طی ماه‌های اسفند و فروردین بررسی شد.

کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در فصل پرباران، با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت Maximum Likelihood در سال ۲۰۰۰ در ۵ کلاس برای دورهٔ اول و در سال ۲۰۱۷ در ۷ کلاس برای دورهٔ دوم مطالعه، تهیه شد (شکل‌های ۳ و ۴). در ادامه، با استفاده از نقاط کنترلی زمینی، نقشه‌های تهیه‌شده راستی‌آزمایی شدند (جدول ۱).



شکل ۳. نقشهٔ کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در سال ۲۰۰۰، فصل سرد



شکل ۴. نقشهٔ کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در سال ۲۰۱۷، فصل سرد

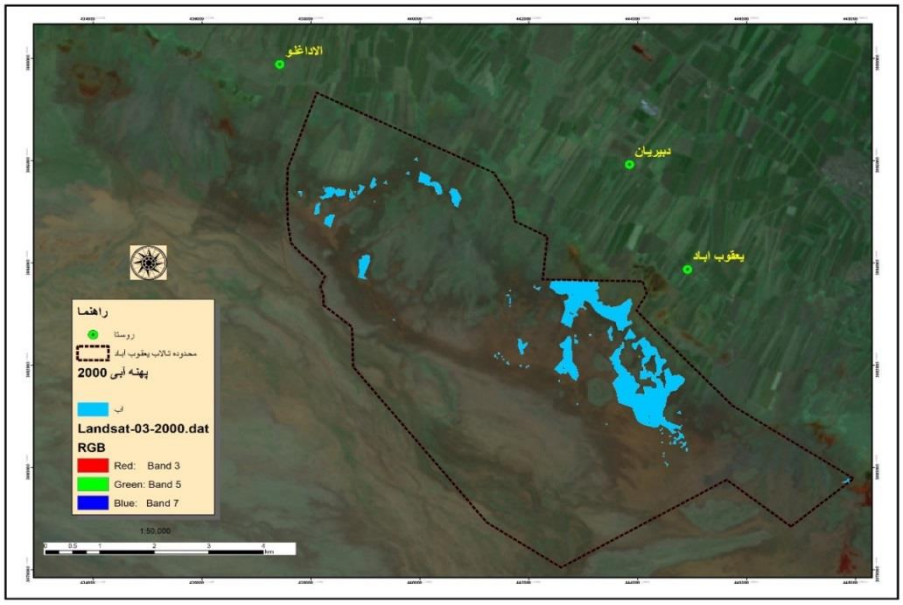
جدول ۱. ضریب کاپا و دقت کلی کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷

کاپا	دقت کلی	سال
۰/۷۲	۸۲/۷۵	۲۰۰۰
۰/۷۱	۸۲/۷۵	۲۰۱۷

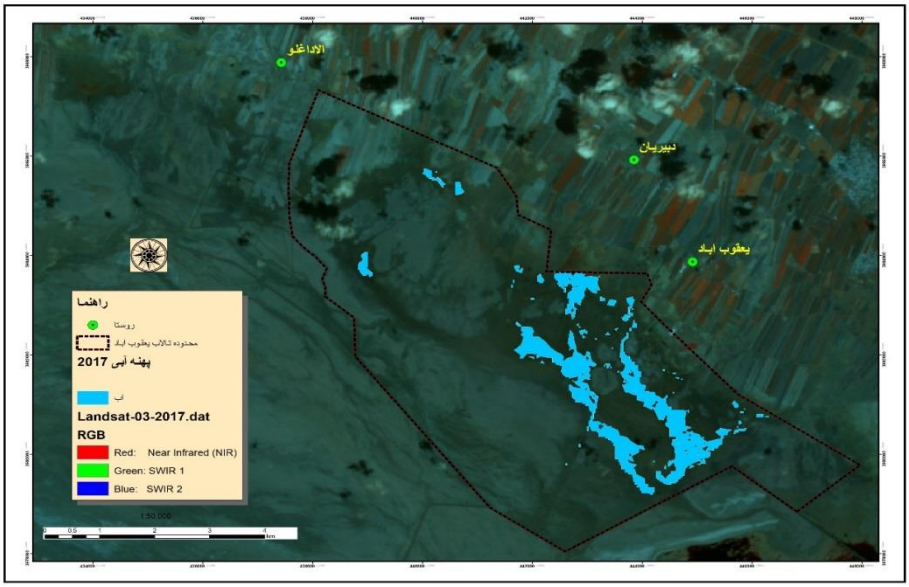
پس از طبقه‌بندی نظارت‌شده و تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی تالاب یعقوب‌آباد با استخراج کلاس آب از نقشهٔ کاربری اراضی (شکل‌های ۵ و ۶) مساحت پیکرهٔ آبی در فصل سرد بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷ مقایسه شد (جدول ۳). این در حالی است که تالاب مطالعه‌شده به غیر از چند ماه در فصل پرباران، خشک و بدون آب است و این یکی از دلایل مهم نگرانی بابت تبدیل این منطقه به کانون گرد و غبار است.

به این ترتیب، نتایج به‌دست‌آمده بیانگر مساحت سطح آب در تاریخ ۲۰۰۰ـ ۲۰۰۳ (ماه مارس برابر با اسفند و فروردین) برابر ۲۲۹/۶۹ هکتار بوده است (شکل ۵).

و مساحت سطح آب در تاریخ ۲۰۰۳ــ ۲۰۱۷ (ماه مارس برابر با اسفند و فروردین) این تالاب برابر ۲۹۸/۵۹ هکتار بوده است (شکل ۶).



شکل ۵. نقشهٔ پیکرهٔ آبی تالاب یعقوب‌آباد در سال ۲۰۰۰



شکل ۶. نقشهٔ پیکرهٔ تالاب یعقوب‌آباد در سال ۲۰۱۷

با توجه به جدول ۲، می‌توان مساحت تغییرات سطح آب تالاب یعقوب‌آباد را در سال‌های مطالعه‌شده و در فصل پرباران مشاهده کرد که با ۶۸/۹+ هکتار حالت افزایشی داشته است.

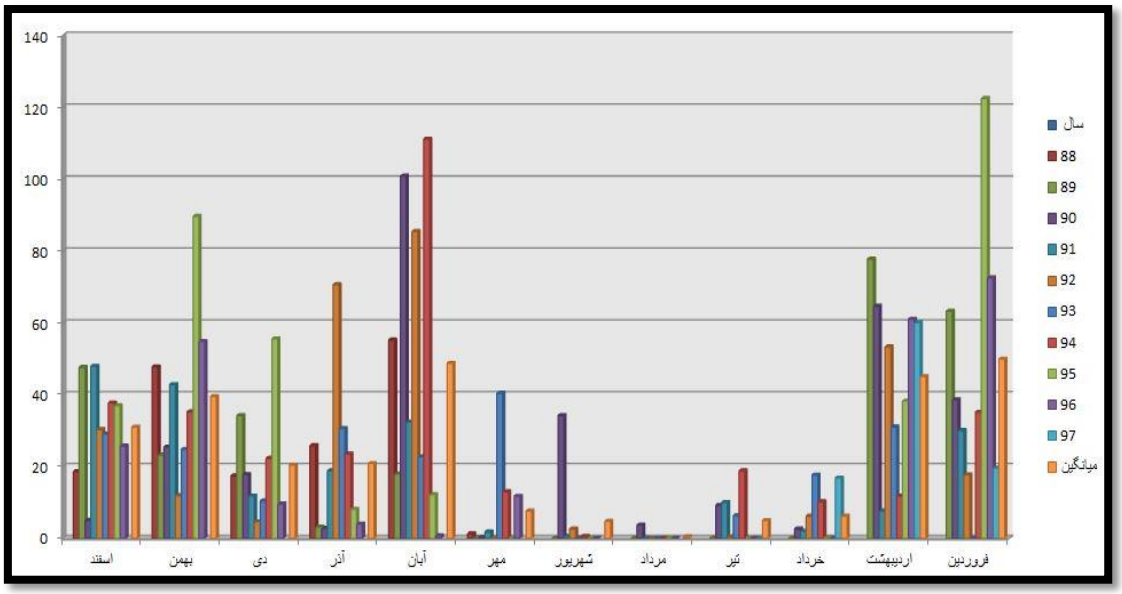
با توجه به آمار بارندگی شهرستان آبیک می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با افزایش نزولات جوی، پیکرهٔ آبی تالاب یعقوب‌آباد احیا شده است [۲۳]. اما متأسفانه از آنجا که این تالاب فصلی است، فقط در فصول کوتاهی از سال آب دارد و از عمق کمی برخوردار است. از این‌رو، باید با برنامه‌های مدیریتی در پی احیای این تالاب بود (جدول ۳ و شکل ۷).

جدول ۲. جدول مقایسهٔ تغییرات مساحت آب در تالاب یعقوب‌آباد طی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۷

سال	مساحت(هکتار)
۲۰۰۰	۲۲۹/۶۹
۲۰۱۷	۲۹۸/۵۹
تفاضل مساحت‌ها (هکتار)	۶۸/۹

جدول ۳. جدول آمار ده‌سالهٔ بارندگی آبیک

آمار بارندگی آبیک													
سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
۱۳۸۸							۱/۳	۵۵/۲	۲۵/۸	۱۷/۴	۴۷/۷	۱۸/۶	۱۶۶/۰
۱۳۸۹	۶۳/۲	۷۷/۷	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۱۷/۹	۳/۲	۳۴/۲	۲۳/۲	۴۷/۶	۲۶۷/۱
۱۳۹۰	۳۸/۶	۶۴/۶	۲/۶	۹/۲	۳/۷	۳۴/۲	۰/۲	۱۰۰/۸	۲/۸	۱۷/۸	۲۵/۴	۵/۰	۳۰۴/۹
۱۳۹۱	۳۰/۰	۷/۶	۲/۰	۱۰/۰	۰/۰	۰/۶	۱/۸	۳۲/۴	۱۸/۸	۱۱/۸	۴۲/۸	۴۷/۹	۲۰۵/۷
۱۳۹۲	۱۷/۷	۵۳/۳	۶/۲	۰/۵	۰/۰	۲/۶	۰/۰	۸۵/۴	۷۰/۶	۴/۶	۱۱/۹	۳۰/۳	۲۸۳/۱
۱۳۹۳	۴۴/۸	۳۱/۰	۱۷/۶	۶/۳	۰/۰	۰/۰	۴۰/۴	۲۲/۷	۳۰/۶	۱۰/۴	۲۴/۸	۲۹/۱	۲۱۲/۹
۱۳۹۴	۳۵/۱	۱۱/۸	۱۰/۲	۱۸/۸	۰/۰	۰/۶	۱۳/۰	۱۱۱/۱	۲۳/۵	۲۲/۳	۳۵/۲	۳۷/۷	۳۱۹/۳
۱۳۹۵	۱۲۲/۴	۳۸/۲	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۲/۲	۸/۱	۵۵/۵	۸۹/۶	۳۶/۹	۳۶۳/۱
۱۳۹۶	۷۲/۵	۶۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۱۱/۷	۰/۷	۴/۰	۹/۶	۵۴/۸	۲۵/۷	۲۴۰/۰
۱۳۹۷	۱۹/۶	۶۰/۰	۱۶/۸	۰/۰									
میانگین	۴۹/۹	۴۵/۰	۶/۲	۵/۰	۰/۵	۴/۸	۷/۶	۴۸/۷	۲۰/۸	۲۰/۴	۳۹/۵	۳۱/۰	۲۷۹/۳



شکل ۷. نمودار آمار ده‌سالهٔ بارندگی آبیک

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهندهٔ آن است که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور در تهیه و تولید نقشه‌های کاربری اراضی در سری زمانی، محققان و مدیران را در مدیریت اکوسیستم‌های مهمی همچون تالاب‌ها یاری می‌کند. برآورد سطح آب تالاب یعقوب‌آباد که در تحقیق حاضر با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده صورت پذیرفت، نشان داد در بازهٔ زمانی مطالعه‌شده سطح آب این تالاب تغییرات محسوسی به صورت افزایشی داشته است. این تغییر شکل بیشتر در مناطق شمالی این محدوده و در مجاورت زمین‌های زراعی خودنمایی می‌کند. نقشه‌های تولیدشده از تصاویر ماهواره‌ای بیانگر این نکته هستند که یکی از موارد تأثیرگذار بر این تغییرات پیکرهٔ آبی، میزان بارش است، چرا که بیشترین تغییر سطح آب در سال ۲۰۱۷ همراه با افزایش میزان بارش باران رخ داده است. درودی (۱۳۹۷) بارندگی‌های سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ را دلیل احیای دوبارهٔ تالاب صالحیه که در مجاورت تالاب الله‌آباد واقع شده، می‌داند. مشاهدات وی بیانگر بازگشت بیش از ۱۰۰ گونه از پرندگان آبزی و کنار آبزی به محدودهٔ تالاب صالحیه بوده؛ رخدادی که پس از حدود ۳۶ سال اتفاق افتاده است [۲۴].

با توجه به این نتایج و به دلیل اهمیت تالاب‌ها به‌ویژه در منطقهٔ مطالعه‌شده، از نظر پیشگیری از توسعهٔ زمین‌های بایر و شوره‌زارها که منجر به پراکنش ریزگردها می‌شود و محیط زیست جانوری که در فصل مهاجرت و هم‌زمان با دورهٔ پرآبی تالاب، در آنجا ساکن می‌شوند، لزوم مطالعه و پایش این مناطق بیش از پیش اهمیت پیدا می‌کند. آنچه از این بررسی برمی‌آید، استفاده از سنجش از دور و GIS در بررسی میزان تغییرات محیطی به‌ویژه سطح آب در تالاب‌ها بسیار کارآمد است و می‌تواند به مدیران محیط زیست و منابع طبیعی در حفاظت از این عرصه‌ها کمک کند.

از دیگر نتایج مهمی که در پیمایش‌های میدانی به دست آمد، این‌طور برمی‌آید که هر چند در بخش‌هایی از تالاب یعقوب‌آباد بوته‌کاری انجام شده است، اما هنوز این اکوسیستم در وضعیت شکنندگی قرار دارد و نیازمند مدیریت برای احیا است. از آنجا که زمین‌های زراعی مجاور این تالاب از آب این پهنهٔ آبی و رودهایی که آن را تغذیه می‌کنند، بهره می‌برند، رعایت و تعیین حقابه برای تالاب یعقوب‌آباد از رودهای منتهی به آن برای ادامهٔ حیات این تالاب ضروری است. در غیر این صورت، تجربهٔ ناخوشایندی در انتظار این تالاب خواهد بود که تغییرات کاربری زمین در اطراف تالاب چغاخور نمونهٔ بارزی از آن است. افزایش زمین‌های زیر کشت و به تبع آن، بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی منطقه، یکی از دلایل مهم کاهش سطح آب این تالاب است [۲۵]. به این منظور و برای حفاظت از این اکوسیستم، تقویت پوشش گیاهان بومی در منطقهٔ مطالعه‌شده می‌تواند در تثبیت خاک و حفظ رطوبت آن راهگشا باشد. جلوگیری از ورود دام به منطقه با آموزش جامعهٔ محلی و راهکارهای جایگزین، به حفاظت از پوشش گیاهی موجود کمک شایان توجهی در مدیریت اکولوژیک این مجموعه تالابی می‌کند.

منابع

[1].Danehkar A. Identification and zoning of coastal sensitive areas of Sistan and Baluchestan province. Natural Resources Office of Sistan and Baluchestan Province. 2006. [Persian]

[2].King J, Tharme RE, Brown C. Definition and implementation of instream flows. World Commission on Dams. Cape Town. 1999 Sep; 87.

[3].Klemas V. Remote sensing of wetlands: case studies comparing practical techniques. Journal of Coastal Research. 2011 May; 27(3):418-27.

[4].Johnston R, Cools J, Liersch S, Morardet S, Murgue C, Mahieu M, Zsuffa I, Uyttendaele GP. WETwin: a structured approach to evaluating wetland management options in data-poor contexts. Environmental Science & Policy. 2013 Dec 1; 34:3-17.

[5].Purkis SJ, Klemas VV. Remote sensing and global environmental change. John Wiley & Sons; 2011 Mar 3.

[6].Ozesmi SL, Bauer ME. Satellite remote sensing of wetlands. Wetlands ecology and management. 2002 Oct; 10(5):381-402.

[7].Zafarian E, Ebrahimi A, Omidipour R. Evaluation of the Efficiency of Satellite Imagery Classification Approaches in Monitoring of Land Cover Changes (Case Study: Shahrekord Basin, Chaharmahal va Bakhtiari). Journal of Range and Watershed Managment. 2018 Nov 22; 71(3):699-714. [Persian]

[8].Manvari, M and Bali, A. Using Remote Sensing Techniques to Investigate Wetland Water Level Changes Case Study of Maharloo Wetland. The First National Conference on Desertification and Sustainable Development of Desert Wetlands in Iran, Arak. 2010. [Persian]

[9].Ehsani AH, Shakeryari M. Determining the optimal method for classification and mapping of land use/land cover through comparison of artificial neural network and support vector machine algorithms using satellite data (Case study: International Hamoun wetland). Journal of Environmental Science and Technology. 2018 Dec 22;20(4):193-208.

[10]. Lausch A, Herzog F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. Ecological indicators. 2002 Nov 1; 2(1-2):3-15.

[11]. Halabian AH, Shabankari M. Study the Trend of Temporal-Spatial Variation in Mesopotamian Marshlands and Effective Factors. Human & Environment. 2016 Dec 21; 14(4):9-24. [Persian]

[12]. Hekmatnia H, Barzegari Banadkooki F, Moosavi V, Zare Chahouki A. Evaluation of Groundwater Suitability for Drinking, Irrigation, and Industrial Purposes (Case Study: Yazd-Ardakan Aquifer, Yazd Province, Iran). ECOPERSIA. 2021 Jan 10; 9(1):11-21.

[13]. Sotoodehnia A, Jafarei M. Investigation of Qazvin Marshland Interceptor Drain Effects on Water Table Using Seep/w Model. Iranian Journal of Soil and Water Research. 2016 Jul 22; 47(2):237-45.

[14]. Alibakhshi Z, Alikhah Asl M, Rezavani M. Preparing Mighan wetland Land-use mapping in 2013: Using supervised and fuzzy classification methods. Human & Environment. 2015 Mar 21; 13(1):11-21. [Persian]

[15]. Khosravian M, Entezari A, Rahmani A, Baaghide M. Monitoring the Disturbance of Lake District Water Level Changes Using Remote Sensing Indices. Hydrogeomorphology. 2018 Feb 20; 4(13):99-120. [Persian]

[16]. Dashti S, Sabzghabaei GR, Jafarzadeh K, Bazmara Baleshti M. The Role of Landscape Ecology Spatial Structure Analysis in Environmental Impact Assessment (EIA) (Case Study: Miankaleh International Wetland). Journal of Environmental Science and Technology. 2020 Apr 20; 22(2):93-105. [Persian]

[17]. Shen G, Yang X, Jin Y, Xu B, Zhou Q. Remote sensing and evaluation of the wetland ecological degradation process of the Zoige Plateau Wetland in China. Ecological Indicators. 2019 Sep 1; 104:48-58.

[18]. Ekumah B, Armah FA, Afrifa EK, Aheto DW, Odoi JO, Afitiri AR. Geospatial assessment of ecosystem health of coastal urban wetlands in Ghana. Ocean & Coastal Management. 2020 Aug 1; 193:105226.

[19]. Lu D, Weng Q. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. International journal of Remote Sensing. 2007 Mar 1; 28(5):823-70.

[20]. Wang Z, Wei W, Zhao S, Chen X. Object-oriented classification and application in land use classification using SPOT-5 PAN imagery. InIGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2004 Sep 20 (Vol. 5, pp. 3158-3160). IEEE.

[21]. Shanani Hoveyzeh M, Zarei H. Comparison of Three Classification Algorithms (ANN, SVM and Maximum Likelihood) for Preparing Land Use Map (Case Study: Abolabbas Basin). Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering. 2016 Jul 10; 10(33):73-84.

[22]. Alavi Panah, K., Application of Remote Sensing in Earth Sciences, Third Edition, University of Tehran Press. 487 pages, 2005. [Persian]

[23]. Iran Meteorological Organization, 2018.

[24]. Doroudi H. Breeding report of Greater Sand Plover Charadrius leschenaultii (Lesson, 1826) in Salhiyeh Lagoon (Karpozarbad) Nazarabad, 2017. [Persian]

[25]. JAHANI SF, Malekmohammadi B, Yavari AR, Sharifi Y, Adeli F. Assessment of the trends of land use and climate changes in choghakhor wetland landscape emphasizing on environmental impacts, 2019. [Persian]