سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال دوازدهم / شماره سوم) پاییز ۱۴۰۰
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقاله پژوهشی

طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی بر اساس شاخص تالابی با استفاده از طبقه‌بندی شئ‌گرا تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: تالاب انزلی)

مریم حقیقی خمامی، محمد جواد تجدد، مکرم روانبخش، فریبرز جمالزاد فلاح

دریافت: ۲۵ آذر ۱۳۹۹/ پذیرش: ۵ بهمن ۱۳۹۹
دسترسی اینترنتی: ۱ مهر ۱۴۰۰

چکیده

پیشینه و هدف در طول سالیان اخیر تحقیقات زیادی در تالاب انزلی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تالاب‌های عضو کنوانسیون رامسر انجام‌گرفته است. که با توجه به ماهیت و موقعیت جغرافیایی تالاب از هزینه بالایی برخوردار بوده است. نیاز به شناسایی، طبقه‌بندی، آشکارسازی، پیش‌بینی و پیشرفت تکنولوژی این امکان را داده تا با هزینه‌ای به‌مراتب کمتر بتوانیم با داده‌های سنجش‌ازدور و با استفاده از قابلیت‌هایی چون سهل‌الوصول بودن، دقت بالا، پوشش وسیع و قابل تکراری بودن ازنظر زمانی و مکانی و استخراج اطلاعات در زمان نسبتاً کم، محیط‌های طبیعی را با دقت و سرعت بیشتری بررسی کنیم زیرا یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در مسئله بررسی تغییرات پوشش گیاهی وجود دارد عدم وجود اطلاعات مکان‌دار دقیق منطقه در طول زمان است.

مریم حقیقی خمامی(✉) [۱]، محمدجواد تجدد [۲]، مکرم روانبخش [۱]، فریبرز جمالزاد فلاح [۳]

۱. مربی گروه پژوهشی محیط‌زیست طبیعی، پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران

۲. کارشناس ارشد برنامه‌ریزی محیط‌زیست، پژوهشی محیط‌زیست طبیعی، پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران

۳. استادیار گروه پژوهشی محیط‌زیست طبیعی، پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: maria_haghyghy@yahoo.com

http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.1.1.2

تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش‌ازدور این امکان را فراهم می‌کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه بهتری جهت مدیریت محیط‌زیست دست‌یافت. در این مطالعه طبقه‌بندی پوشش گیاهی تالاب انزلی با استفاده از تکنیک طبقه‌بندی شئ‌گرا تصویر ماهواره لندست با نمونه‌برداری زمینی و بر پایه شاخص تالابی گیاهان و همچنین میزان ترکم پوشش گیاهی با تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرارگرفت. از نقشه‌های طبقه‌بندی پوشش گیاهی تالاب می‌توان در تشخیص میزان و نوع پوشش و برنامه‌ریزی جهت حفظ و احیا تالاب بهره جست.

مواد و روش‌ها در این مطالعه که تهیه نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالابی به‌عنوان یکی از معیارهای موردنیاز مرزبندی اکولوژیکی تالاب، مدنظر است. ابتدا محدوده‌های کلی پوشش گیاهی تالاب در ساحل و پیرامون آن شناسایی شد. سپس داده‌های پوشش گیاهی گونه‌های آبزی تالاب از مناطق مختلف آبی تالابی در پلات‌های ۰/۲۵ مترمربعی و در محدوده حاشیه خشکی از گونه‌های خشکی‌زی حاشیه تالاب به کمک پلات‌های ۱ مترمربعی برداشت شد. درمجموع ۴۲ پلات طی بهار و تابستان ۱۳۹۸ برداشت شد. پس از تهیه تصاویر موردنیاز، آماده‌سازی آن‌ها شامل تصحیحات هندسی، اتمسفری، رادیومتریکی و بارزسازی تصویر با استفاده از نرم‌افزار ENVI انجام شد. تصویر ماهواره لندست (Landsat) ۸ تیرماه ۹۸ باقدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر جهت

طبقه‌بندی پوشش گیاهی و تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و تصویر ماهواره سنتینل-۲ (Sentinel-2) تیرماه ۹۸ به دلیل قدرت تفکیک زمینی ۱۰ متر جهت تلفیق با داده لندست ۸ به‌عنوان داده کمکی در طبقه‌بندی تصویر مورداستفاده قرار گرفت. ادغام این دو تصویر با حفظ مقادیر طیفی تصویر چند طیفی باعث بهبود قدرت تفکیک مکانی تصویر حاصله می‌گردد. عملیات طبقه‌بندی شیءگرا به‌منظور تفکیک و طبقه‌بندی بهتر تصویر لندست ۸ تلفیق‌شده با استفاده از نقاط تعلیمی حاصل از نمونه‌برداری زمینی انجام شد. ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده از نمونه‌های آزمایشی به‌عنوان نقاط واقعیت کنترل زمینی، برای هر کلاس به‌صورت تصادفی انجام و ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج گردید.

نتایج و بحث ابتدا گیاهان غالب و نماینده وضعیت تالابی آن‌ها به کمک نمونه‌گیری در منطقه شناسایی شدند. با محاسبه درصد نسبی پوشش گیاهان غالب در محل نمونه‌گیری و با توجه به فهرست گونه‌های گیاهی شناسایی‌شده و شناسایی شاخص تالابی آن‌ها، گروه‌های گیاهی تالابی و غیر تالابی تفکیک گردیدند. درمجموع از طبقه‌بندی گونه‌های پلات‌ها (٤۲ قطعه‌نمونه) تعداد ۱۸۰ گونه گیاهی در ۱۲٤ جنس و ٤۸ تیره شناسایی شد. همچنین چهار گروه گیاهان اجباری تالاب (OBL)، گیاهان اختیاری و اجباری تالاب (OBL & FACW)، گیاهان اختیاری خشکی و اختیاری تالاب (FACU & FACW) و گیاهان اختیاری تالاب (FACW) تفکیک گردیدند. تهیه نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی از طریق تلفیق نمونه‌برداری زمینی و طبقه‌بندی شیءگرا تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست سال ۹۸ تلفیق‌شده است. صحت نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده بر اساس مقادیر آمار کاپا و صحت کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان دقت کلی ۸۸/٦۲ درصد و میزان ضریب کاپا برابر با ۸٤ درصد به دست آمد. بر اساس نتایج خروجی طبقه‌بندی تصویر گروه گیاهان اجباری تالاب در حاشیه پهنه‌های آبی تالاب (حاشیه تالاب غرب و سرخانکل)، گروه گیاهان اختیاری تالاب بیشتر در حاشیه خشکی تالاب و به‌طور عمده در جنوب غربی تالاب (تالاب سیاه کشیم) و پناهگاه حیات‌وحش چوکام در بخش شرقی تالاب، گروه گیاهان اختیاری و اجباری تالاب با پراکنش کمتر به‌طور یکنواخت در کل گروه گیاهان اختیاری خشکی و اختیاری تالاب در بخش کوچکی از محدوده و محدوده تالاب در منطقه چوکام، شمال و شمال غرب تالاب مشاهده گردید. بررسی درصدتراکم پوشش گیاهی در سطح تالاب با شاخص NDVI، توزیع پوشش متراکم گیاهی در نواحی مختلف تالاب و محدود شدن سطح آب بستر تالاب را نشان می‌دهد. **نتیجه‌گیری** نتایج بررسی تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی آن‌ها با توجه به نمونه‌های زمینی نشان می‌دهد که گسترش و پراکندگی گیاهان اجباری تالاب (OBL) محدود به پهنه‌های آبی تالاب است، به‌طوری‌که بیشترین پراکنش این گیاهان مربوط به پهنه آبی تالاب غرب و سرخانکل می‌شود. گسترش گونه‌های اختیاری تالاب (FACW) در پهنه‌های خشکی تالاب است که نشان از خشک شدن بیشتر مناطق تالاب در قسمت سیاه کشیم (جنوب غربی) و چوکام (شرق) است. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و درصد حضور هر یک از گروه‌ها در آن نشان داد که گروه اراضی کشاورزی (با سطح حضور ۲۳/۹ درصد) و گروه گونه‌های اختیاری تالاب (FACW) (با سطح حضور ۲۳/٦ درصد و غالباً گونه‌های نی، توسکا، بید) بالاترین درصد گروه‌های طبقه‌بندی پوشش محدوده تالاب انزلی را به خود اختصاص داده‌اند. این امر ضمن بیان حضور بیشتر گونه‌های اختیاری تالاب در مقایسه با گونه‌های اجباری تالاب (OBL) (با سطح حضور ۱۰/۱ درصد) و سطح اشغال اراضی زراعی، به‌روشنی خشک شدن تالاب را نشان می‌دهد. درصد پوشش گیاهی در سطح تالاب نیز با شاخص پوشش گیاهی (NDVI) بررسی گردید که بیشترین آن متعلق به پوشش گیاهی متراکم است. با توجه به اینکه تصویر ماهواره‌ای مربوط به فصل تابستان است، نشانگر توزیع پوشش گیاهی در نواحی مختلف تالاب و سطح آب بستر تالاب است که نشان از کاهش میزان سطوح آبی تالاب دارد. بررسی پوشش‌های گیاهی و تغییرات اکولوژیک آن‌ها به‌صورت دوره‌ای، اطلاعات مفیدی از تغییرات منابع آبی و اکولوژیک تالاب جهت برنامه‌ریزی در حفظ و نگهداری آن به‌عنوان یک اکوسیستم مهم در منطقه در اختیار مدیریان و برنامه ریزان قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: شاخص گیاهان تالابی، طبقه‌بندی، شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، سنجش‌ازدور، تالاب انزلی

لطفاً به این مقاله استناد کنید: حقیقی خمامی، م.، تجدد، م. ج.، روانبخش، م.، جمالزاد فلاح، ف. ۱٤۰۰. طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالابی با استفاده از طبقه‌بندی شیءگرا تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: تالاب انزلی)، نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۳): ۱۷-۱.

مقدمه

داده‌ها و اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی در مقیاس‌های مختلف، بخش مهمی از پایگاه داده‌های مکانی مربوط به اطلاعات محیط‌زیست محیطی هستند و در مدل‌سازی تغییرات و حفاظت از اکوسیستم نقش مهمی دارند. پوشش گیاهی شاخص مهمی برای بررسی پدیده‌های مختلفی همچون؛ خشک‌سالی، بیلان مصرف آب، تخریب عرصه‌های طبیعی، روند رشد گونه‌های گیاهی و غیره محسوب می‌شود و به‌وسیله آن می‌توان اطلاعات مهم و ضروری برای بررسی و توصیف سیستم‌های مختلف منابع طبیعی را به دست آورد.

شناخت ویژگی‌های پوشش‌های گیاهی و روابط موجود در بین گونه‌های گیاهی و نیز عوامل محیطی همواره موردتوجه بوم شناسان بوده است (۹ و ١٦). دلیل این توجه، اهمیت زیاد پوشش‌های گیاهی ازنظر زیستگاهی، تولید انرژی و دیگر خصوصیات مهم گیاهان بر روی تالاب‌ها است. پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به‌مرورزمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین نیاز به شناسایی، طبقه‌بندی، آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت از آن در یک اکوسیستم از اهمیت به سزایی برخوردار است (۲۰). از میان انواع اکوسیستم‌های کره خاکی تالاب‌ها از مهم‌ترین و حساس‌ترین آن‌ها و مأوای بخشی از غنی‌ترین تنوع زیستی روی زمین می‌باشند (۹). ین اکوسیستم‌ها در نقش‌های مختلفی همانند زیستگاهی برای حیات‌وحش و گیاهان آبزی، منبع مهمی برای تأمین آب و مواد غذایی، کنترل‌کننده سیلاب، سدی در برابر فرسایش سواحل، مکانی برای رسوب‌گیری و تولید زیست‌توده و همچنین محلی برای اکو توریسم عمل می‌کنند و نقش مهمی در تعدیل آب‌وهوای زمین‌دارند (۳، ۱۸ و ۲۹). بررسی ویژگی‌های اکولوژیک تالاب‌ها یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی از منابع طبیعی است. به‌رغم قرارگیری قسمت اعظم کشور ما در محدوده مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین، تنوع شرایط اقلیمی سبب شکل‌گیری تالاب‌های بسیار وسیع، کم‌نظیر و با ویژگی‌های منحصربه‌فرد گردیده است که در میان آن‌ها تالاب انزلی دارای اهمیت و ارزش خاصی است (۱۹).

تالاب انزلی یکی از ۱۰ تالاب ارزشمند جهان بوده که جزء تالاب‌های بین‌المللی ایران است و در سال ١٣٥٤ تحت پوشش کنوانسیون رامسر قرار گرفت. این تالاب دارای مساحتی حدود ۲۰ هزار هکتار و مأمن طیف گسترده‌ای از پستانداران، ماهی‌ها، پرندگان، خزندگان و جوندگان است. دارای تنوع بسیار بالای گیاهان درختی، درختچه‌ای و علفی در سه دسته گیاهان حاشیه تالاب، گیاهان شناور و گیاهان غوطه‌ور با غنا و تنوع گونه‌ای بی‌نظیر. پوشش گیاهی در مناطق تالابی اهمیت ویژه‌ای جهت مدیریت اکولوژیک تالاب‌ها دارد، و ویژگی‌های اکولوژیک تالاب‌ها ازاین‌جهت حائز اهمیت است که می‌تواند شرایط محیطی و تبادلات انرژی را به‌وسیله انعکاس انتخابی و جذب تشعشعات خورشیدی کنترل نماید و به‌عنوان عاملی مؤثر در کنترل آلودگی هوا و تأثیرگذار بر سلامت این منابع معرفی شود (۳ و ٤). یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در مسئله بررسی تغییرات پوشش گیاهی وجود دارد عدم وجود اطلاعات مکان‌دار دقیق منطقه در طول زمان است. تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش‌ازدور این امکان را فراهم می‌کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه بهتری جهت مدیریت محیط‌زیست دست‌یافت (۱۷). سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش‌ازدور (RS) ابزار مناسبی برای نظارت و پایش روند تغییرات تالاب‌ها است که در طول دو دهه گذشته کاربرد و تنوع آن‌ها درزمینه ارزیابی توسعه پیداکرده است (۱۰ و ۲۲). از این داده‌ها برای اندازه‌گیری‌های کمی و کیفی تغییرات پوشش زمین استفاده می‌گردد (٢٦).

بر اساس مطالعات نقی نژاد و همکاران (۱۹) با توجه به افزایش و رشد جمعیت، اکوسیستم‌ها و مناطق حفاظت‌شده مورد تخریب بشر قرارگرفته‌اند و دراین‌بین تالاب‌ها به دلیل شرایط خاص و اهمیت اکولوژیکی نیازمند حفاظت و اعمال روش‌های مدیریتی مناسب می‌باشند. سفیدیان و همکاران (٢٤) در تالاب بین‌المللی آلاگل محدوده‌های کلی پوشش گیاهی را به کمک شاخص NDVI و گیاهان غالب و نماینده وضعیت

تالابی آن‌ها را با نمونه‌برداری زمینی در سال ۱۳۹۰ شناسایی نمودند. سپس با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده (ISOCLUST) و طبقه‌بندی نظارت‌شده (MAXLIKE) و بر اساس شاخص گیاهان تالابی، سه‌طبقه پوشش گیاهی تالابی را شناسایی نموده و نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص گیاهان تالابی را که یکی از معیارهای موردنیاز در فرآیند مرزبندی اکولوژیکی تالاب است تهیه نمودند. ازآنجاکه پوشش گیاهی در اکوسیستم تالاب از اهمیت ویژه‌ای جهت اعمال مدیریت برخوردار است و طیف گسترده‌ای از پوشش‌ها با تنوع و غنای گونه‌ای مختلف در سطح تالاب انزلی پراکنده است، دست‌یابی به دانشی درزمینه پوشش‌های مختلف موجود و ارائه تصاویر، نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده و دارای طیف‌های مشخص و همچنین دست‌یابی به نقشه پوشش گیاهی جامع در محدوده موردنظر می‌تواند یکی از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت این تالاب ارزشمند و حساس بوده به برنامه ریزان، مدیران و سیاست‌گذاران کمک‌های شایانی نماید. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش‌ازدور جهت ارائه راه‌حل مدیریتی توسط زبردست و جعفری (۲۹) ازجمله مطالعات اولیه در زمینه استفاده از علم سنجش‌ازدور در این محدوده مطالعاتی است. در بررسی روند تغییرات محیط‌زیستی تالاب انزلی در یک دوره زمانی ده‌ساله نشان داد که این تالاب دچار تخریب‌شده و مساحت بخش آبی آن تحت تأثیر تغییرات نوسانات دریای خزر و پیشروی و پس‌روی آب دریا کاهش‌یافته است. افزایش تغذیه گرایی و تغییرات پوشش گیاهی حاشیه تالاب مشکلات دیگر تالاب بوده که در کنار این کاهش مساحت، برنامه‌ای مدیریتی را جهت حفاظت، احیا و بهسازی در داخل و اطراف تالاب می‌طلبد.

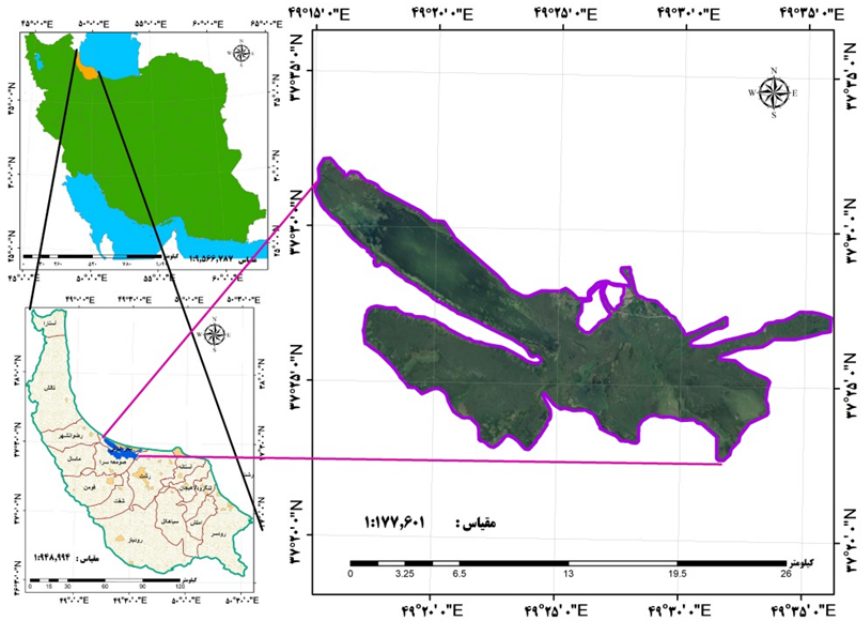
از طرفی گونه‌های گیاهی که به‌طورمعمول در تالاب‌ها رشد می‌کنند شاخص خوبی برای مطالعه تالاب هستند و گیاهان شاخص تالاب (Wetland Indicator Plants) نامیده می‌شوند (۲٤). با توجه به اهمیت موضوع، گیاهان بر اساس وابستگی محل رشد به محیط تالابی به طبقات مختلفی تقسیم می‌شوند. این شاخص برای هر یک از گیاهان موجود در محدوده موردمطالعه مشخص می‌گردد. گونه‌هایی از گیاهان که در دوره رشد همیشه در شرایط اشباع یا آب‌گرفتگی حضور دارند (بیش از ۹۹ درصد موارد) در طبقه گونه‌های اجباری تالاب و به‌اختصار OBL (Obligate) قرار می‌گیرند. گیاهان تالابی اختیاری معمولاً در تالاب دیده می‌شوند (۹۹-٦۷ درصد موارد)، اما گاهی در خشکی نیز حضور دارند. گونه‌های اختیاری تالاب را به‌اختصار FACW (Facultative Wetland) می‌نامند. گونه‌های گیاهی اختیاری گاهی در تالاب یافت می‌شوند (٦٦-۳٤ درصد موارد) و ممکن است در مناطق خشک نیز یافت شوند که آن‌ها را بانام FAC (Facultative) می‌شناسند. گونه‌های اختیاری خشکی معمولاً در خشکی‌ها یافت می‌شوند و بسیار به‌ندرت (۱-۳۳ درصد) در تالاب دیده می‌شوند، آن‌ها را FACU (Facultative Upland) نام‌گذاری کرده‌اند. گیاهانی که در تالاب نادر هستند (امکان کمتر از ۱ درصد حضور در تالاب) گونه‌های خشکی‌زی هستند و به‌اختصار UPL (Upland) معرفی می‌شوند (۹، ۱۲، ۲۵ و ۲۷). ازاین‌رو طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالاب یکی از معیارهای موردنیاز مرزبندی اکولوژیک تالاب‌ها و تشخیص منطقه تالابی از غیر تالابی است (۱۹). مطالعات کمی در زمینه بررسی پوشش گیاهی تالاب انزلی صورت گرفته، حسینجانی و همکاران (۱۱) است که برای آگاهی از تغییرات کمی و کیفی گونه‌های گیاهان آبزی منطقه غرب تالاب انزلی (آبکنار) و شناسایی زی‌تودهٔ گونه‌های غالب، ۷۲ قطعه‌نمونه پلات‌های یک مترمربعی در ٦ ایستگاه به روش سیستماتیک- تصادفی نمونه‌برداری شد و ۱۲ گونه گیاهی متعلق به ۱۰ جنس از گیاهان آبزی در این پژوهش شناسایی گردید. با اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز در هر ایستگاه بر اساس روش‌های استاندارد، میانگین وزن زی‌توده کل گیاهان آبزی در این منطقه معادل ۷۹٤ گرم در مترمربع بود که بین ۳۰ تا ۷۲۰ گرم در مترمربع متغیر است. بررسی‌ها نشان داد که گونه‌ی علف شاخی غوطه‌ور *Ceratophyllum demersum* به دلیل توان رشد در اعماق مختلف تالاب و بار مواد مغذی بالا در این منطقه سهم زیادی در افزایش وزن‌تر زی‌توده داشتند.

بنابراین در این مطالعه طبقه‌بندی پوشش گیاهی تالاب انزلی با استفاده از تکنیک طبقه‌بندی شئ‌گرا تصویر ماهواره لندست با نمونه‌برداری زمینی و بر پایه شاخص تالابی گیاهان و همچنین میزان ترکم پوشش گیاهی با تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) موردبررسی و تجزیه تحلیل قرارگرفته است. از نقشه‌های طبقه‌بندی پوشش گیاهی تالاب می‌توان در تشخیص میزان و نوع پوشش و برنامه‌ریزی جهت حفظ و احیا تالاب بهره جست.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

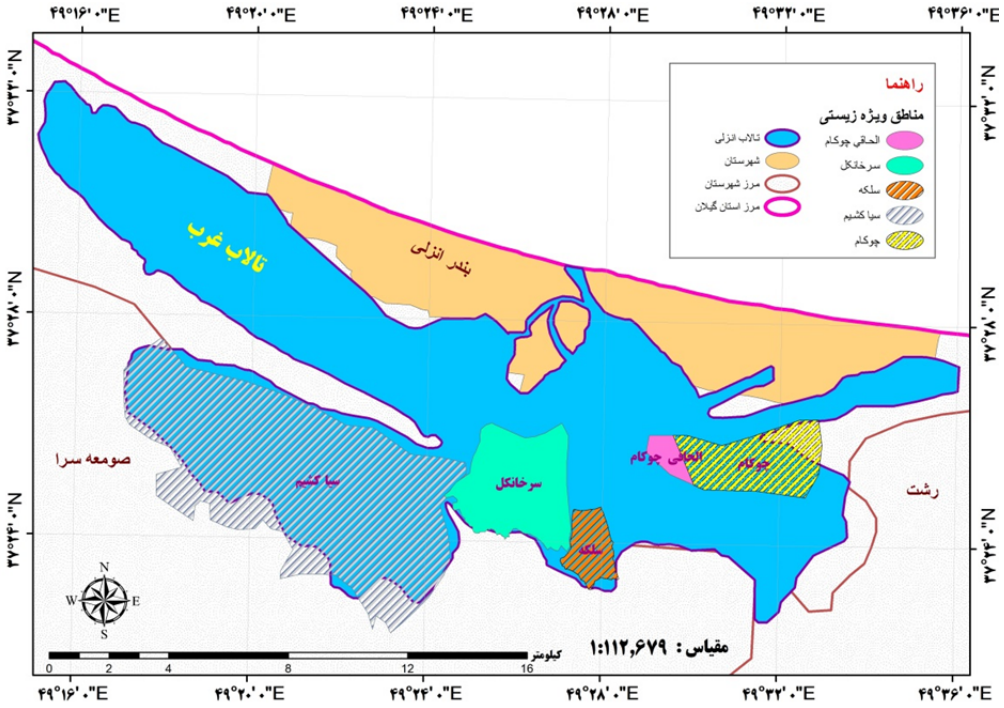
تالاب انزلی در جنوب غربی سواحل دریای خزر در استان گیلان و در عرض ۲۸ تا ۳۷ درجه شمالی و طول ۲۵ تا ٤۹ درجه شرقی واقع‌شده و از شمال به شهرستان انزلی، از جنوب به شهرستان صومعه‌سرا، از شرق به شهرستان رشت و از غرب به کپور چال و آبکنار انزلی محدود است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه موردمطالعه در نقشه ایران و استان گیلان

Fig. 1. Study area in the map of Iran and Guilan province

سطح تالاب انزلی بنا بر آنچه در کنوانسیون رامسر ثبت‌شده است، ۱۵۰ کیلومترمربع است. حداکثر عمق آب تالاب در بهار و در نواحی غربی تالاب به ۲/۵ متر می‌رسد که به دلیل نوسانات سطح آب دریای مازندران، این مقدار متغیر است. مجموعه تالاب انزلی شامل ٤ بخش می‌باشد: بخش شرقی (شیجان)، بخش غربی آبکنار، بخش مرکزی و سلکه و سیاه‌کشیم. منطقه حفاظت‌شده سیاه کشیم و سه پناهگاه حیات‌وحش سلکه، سرخانکل و چوکام مناطق ویژه زیستی تالاب انزلی به شمار می‌آیند (شکل ۲).



شکل۲. مناطق ویژه زیستی تالاب انزلی

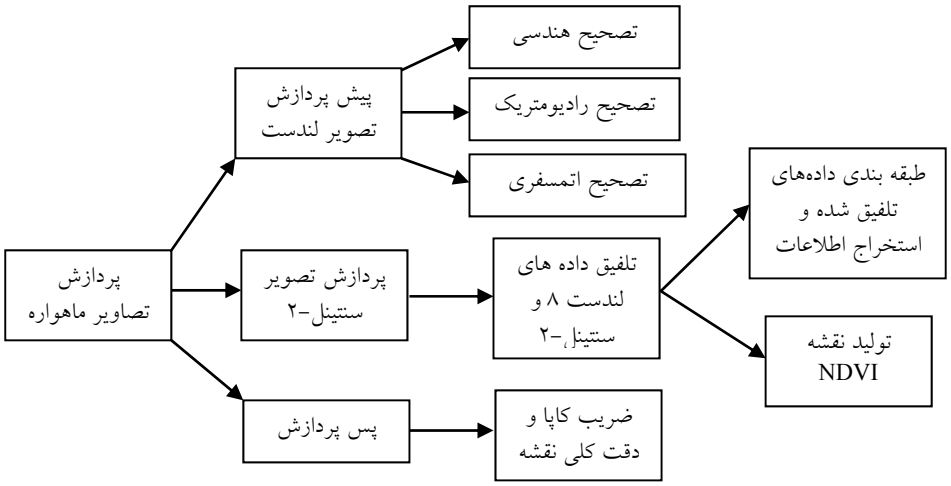
Fig. 2. Special biological areas of Anzali wetland

داده‌های مورداستفاده

در این پژوهش به‌منظور تفکیک بهتر پوشش منطقه، طبقه‌بندی تراکم پوشش و پراکنش فضایی پوشش گیاهی از سه نوع داده استفاده‌شده است. نمونه‌برداری پوشش گیاهی در بهار و تابستان سال ۹۸، تصویر ماهواره لندست (Landsat) ۸ تیرماه ۹۸ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر جهت طبقه‌بندی پوشش گیاهی و تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و تصویر ماهواره سنتینل- ۲ (Sentinel-2) تیر ماه ۹۸ به دلیل قدرت تفکیک زمینی ۱۰ متر جهت تلفیق با داده لندست ۸ به‌عنوان داده کمکی در طبقه‌بندی تصویر مورداستفاده قرار گرفت. در انتخاب این دو تصویر تا حد امکان سعی شد که هر دو در یک ماه اتخاذ شوند تا فرآیند تلفیق به‌درستی انجام شود.

روش تحقیق

در این مطالعه، مرحله تهیه و آماده‌سازی تصاویر شامل تصحیحات هندسی، اتمسفری، رادیومتریکی و بارزسازی تصویر با استفاده از نرم‌افزار ENVI انجام شد. سپس طبقه‌بندی شیءگرا تصویر تصحیح‌شده و ارزیابی صحت طبقه‌بندی طبق مراحل شکل ۳ صورت گرفت. با توجه به وجود گونه‌های مختلف گیاهی و رفتار طیفی مشابه آنها، همچنین تغییر کاربری اراضی در طی چند سال اخیر و به وجود آمدن شکستگی‌های زیاد در سطح سیمای تالاب (۳)، در این مطالعه از روش طبقه‌بندی شی گرا به‌منظور تفکیک و طبقه‌بندی بهتر تصویر لندست ۸ استفاده گردید.



شکل۳. مراحل پردازش تصاویر

Fig. 3. Image processing steps

محاسبه شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

جهت تهیه نقشه تراکم پوشش گیاهی از شاخص پوشش گیاهی (NDVI) استفاده گردید. در این روش پیکسل‌های موجود در تصویر با استفاده از ویژگی‌های طیفی گیاهان به دوطبقهٔ گیاهان و سایر پدیده‌ها تقسیم شدند. انتخاب طول‌موج بر اساس حداکثر خواص بازتابش گیاهان است، زیرا گیاهان به‌طورکلی نور آبی و قرمز را جذب کرده و نور مادون‌قرمز نزدیک (Near Infrared) را به‌شدت دفع می‌کنند (۲۳). این شاخص بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینهٔ خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کمتری دارد (۱۸). این شاخص از رابطه ۱ محاسبه گردید.

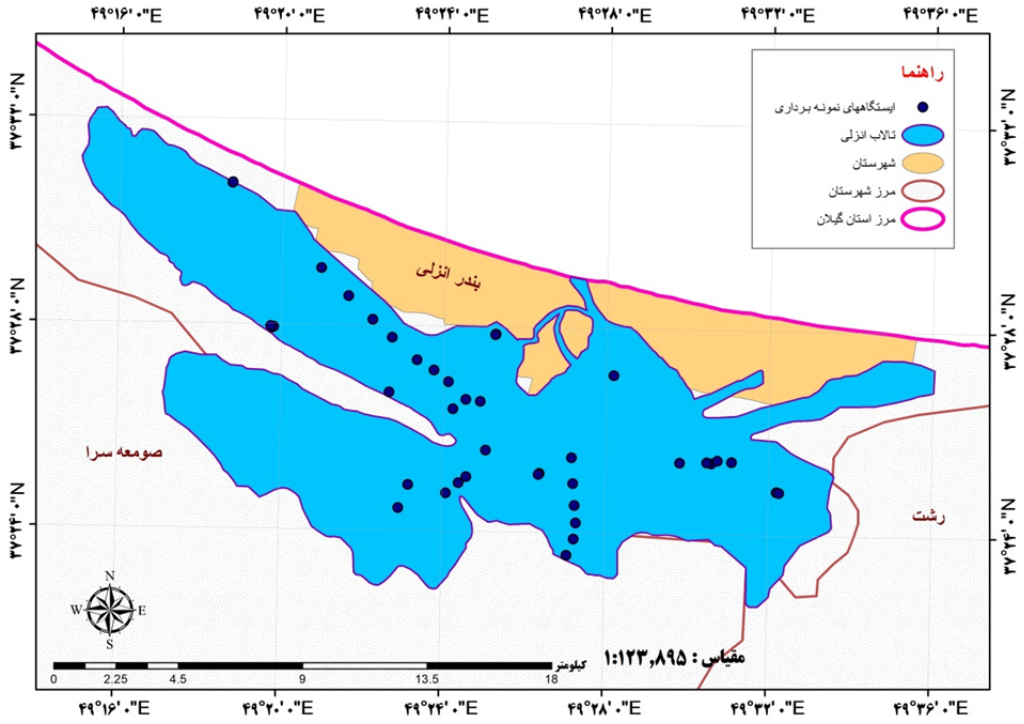
$$NDVI = \frac{NIR_RED}{NIR+RED} \quad [1]$$

ارزش شاخص پوشش گیاهی (NDVI) از ۱- تا ۱+ بوده که ارزش بالاتر آن مبین پوشش گیاهی متراکم‌تر است (۱۸ و ۲٤). مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی است (۱۹). این شاخص با استفاده از دو باند ٤ و ٥ سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ از رابطه ۱ و با استفاده از ماژول Spectral Indices در نرم‌افزار ENVI تهیه شد.

نمونه‌برداری زمینی

به‌منظور برداشت داده‌های پوشش گیاهی از گونه‌های آبزی تالاب نمونه‌برداری به روش ترکیبی تصادفی-سیستماتیک با استفاده از قایق و به‌کارگیری پلات‌های ۰/۲۵ مترمربعی (۰/۵×۰/۵ متر) (۲۸) از مناطق مختلف آبی تالابی (بخش غربی تالاب(آبکنار)، بخش مرکزی (منطقه حفاظت‌شده سرخانکل)، بخش شرقی (شیجان)، بخش جنوبی (منطقه حفاظت‌شده سیاه کشیم و سلکه) انجام شد (شکل ٤). در محدوده حاشیه خشکی تالاب نیز برداشت گونه‌های خشکی‌زی حاشیه تالاب به کمک پلات‌های ۱ مترمربعی انجام شد (۲۸). ابعاد پلات نمونه‌برداری با توجه به ماهیت پوشش گیاهی منطقه انتخاب شد. درمجموع ٤۲ پلات طی بهار و تابستان ۱۳۹۸ با دستگاه GPS ثبت شد. پس از شناسایی گونه های گیاهان و محاسبه درصد پوشش هر یک در لایه مربوطه، گیاهان غالب در محل نمونه‌گیری به کمک محاسبه درصد نسبی پوشش شناسایی شدند. سپس، با توجه به فهرست گونه-های گیاهی شناسایی‌شده و شناسایی شاخص تالابی آن‌ها، گروه‌های گیاهی تالابی و غیر تالابی تفکیک گردید. درمجموع از ٤۲ قطعه‌نمونه (پلات) برداشت‌شده، طبقه‌بندی گونه‌های موجود در پلات‌ها منجر به تفکیک چهار گروه گیاهان اجباری

تالاب (OBL)، گیاهان اختیاری و اجباری تالاب (OBL & FACW)، گیاهان اختیاری خشکی و اختیاری تالاب (FACU & FACW) و گیاهان اختیاری تالاب (FACW) گردید. این نمونه‌ها به‌عنوان نمونه‌های آموزشی در طبقه‌بندی تصویر مورداستفاده قرار گرفت.

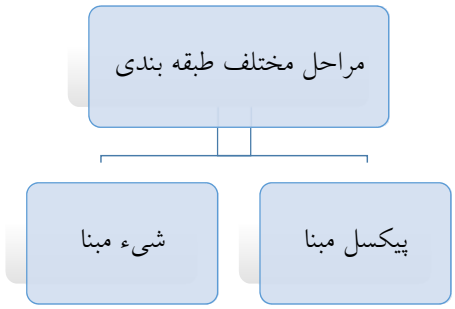


شکل۴. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سطح تالاب انزلی

Fig. 4. Sampling stations in Anzali wetland

طبقه‌بندی تصویر

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر دو مبنا انجام شد (شکل ۵). روش‌های پیکسل مبنا در طبقه‌بندی تصویر، صرفاً از اطلاعات طیفی و در برخی موارد از اطلاعات بافت جهت انجام آنالیزهای تصویری استفاده می‌کنند. درصورتی‌که در طبقه‌بندی به روش شیءگرا، علاوه بر ویژگی‌های طیفی، ویژگی‌های بافت، ساختار، مقیاس و سایر خصوصیات هر عارضه مورداستفاده قرار می‌گیرد (۲). این تکنیک تجزیه‌وتحلیل تصویر به‌عنوان یکی از روش‌های جدید پردازش تصاویر ماهواره‌ای در حوزه سنجش‌ازدور مطرح است. در این تکنیک جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، الگوی طیفی و مکانی تصاویر باهم ادغام می‌شوند و در مقابل روش‌های پیکسل پایه که به چالش جدی تشابه طیفی روبرو هستند، توسعه‌یافته است (۱۳). بنابراین حجم ویژگی‌های معرف یک کلاس در آنالیز طبقه‌بندی شیءگرا بسیار وسیع‌تر از تعداد ویژگی‌های بکار گرفته‌شده در آنالیز طبقه‌بندی به روش پیکسل مبنا است (۲۱). طبقه‌بندی شیءگرا فرآیندی است که کلاسهای پوشش اراضی را به اشیاء تصویری ارتباط می‌دهد. پس از فرایند طبقه‌بندی، هر یک از اشیاء تصویری به یکی یا (هیچکدام) از کلاس‌ها اختصاص می‌یابند. این نوع از طبقه‌بندی بر اساس منطق فازی استوار است و ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر کلاس تبدیل می‌کند. در این فرآیند پیکسل‌ها با درجه عضویت متفاوت در بیش از یک کلاس طبقه‌بندی می‌شوند و بر اساس درجه عضویت نسبت به هر کلاس، طبقه‌بندی بر اساس الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه انجام می‌شوند (٦).



شکل۵. روش‌های انجام طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

Fig. 5. Methods for classifying satellite images

ازآنجاکه حجم ویژگی‌های معرف یک کلاس در آنالیز طبقه‌بندی شیءگرا، بسیار وسیع‌تر از تعداد ویژگی‌های به کار گرفته‌شده در آنالیز طبقه‌بندی به روش پیکسل پایه است و توانائی تفسیر مفهومی در روش‌های پیکسل مبنا به دلیل ضعف اطلاعات موجود در یک پیکسل پایین است (۸)، در این مطالعه روش شیءگرا، پس از تلفیق تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست و تصویر ماهواره سنتینل-۲ جهت انجام طبقه‌بندی بکار گرفته شد. هدف اصلی از ادغام این دو تصویر، حفظ مقادیر طیفی تصویر چند طیفی و بهبود قدرت تفکیک مکانی تصویر حاصل از ادغام با استفاده از تصویر سنتینل-۲ است که دارای قدرت تفکیک مکانی بالاتری است (۱ و ١٤). جهت انجام این تلفیق پس از انجام پیش‌پردازش، تصویر لندست ۸ باقدرت تفکیک مکانی ۳۰ با استفاده از الگوریتم Gram-Schmit Pansharpening به‌اندازه پیکسل ۱۵ متر فیوژن می‌شود. از طرف دیگر یک باند پن‌کروماتیک مجازی ۱۰ متری با میانگین‌گیری از باندهای ۲، ۳ و ٤ تصویر سنتینل-۲ (باقدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر) ایجاد می‌نماییم و آن را با تصویر لندست ۸ از طریق دستور Registration Image to Image کاملاً منطبق می‌نماییم. سپس با استفاده از دستور Gram-Schmit این دوباند را تلفیق نموده و یک تصویر چند طیفی لندست باقدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر تولید می‌نماییم.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پس از انجام طبقه‌بندی، اعتبارسنجی نتایج طبقه‌بندی بر اساس دو مؤلفه صحت کلی (Overall accuracy) و ضریب کاپا صورت گرفت. صحت کلی به‌تنهایی نمی‌تواند مؤلفه مناسبی برای اعتبار سنجی محسوب گردد، لذا ضریب کاپا در مقایسه با صحت کلی دارای دقت برآورد مناسب‌تری است (۸). صحت کلی را می‌توان یک معیار ارزش‌گذاری صحت طبقه‌بندی از طریق تقسیم مجموعه پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی‌شده تمامی طبقات به مجموع پیکسل‌های مرجع نامید. صحت کلی بر اساس رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$OA = \frac{1}{N} \sum Pii \qquad [۲]$$

در این رابطه؛ OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی، ΣPii جمع قطر اصلی ماتریس خطا است. برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی از شاخص کاپا نیز می‌توان استفاده نمود که پیکسل-های نادرست در طبقه‌بندی را مدنظر قرار می‌دهد. مقدار شاخص کاپا بین صفرتا یک تغییر می‌کند که هرچه به یک نزدیک‌تر باشد میزان درستی نقشه حاصل از طبقه‌بندی به واقعیت نزدیک‌تر است و عدد یک نشان‌دهنده همسویی یا توافق صد درصد نقشه طبقه‌بندی‌شده با واقعیت زمینی است (۲). ضریب کاپا بر اساس رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$KAPPA = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \times 100 \qquad [۳]$$

در این رابطه؛ که P_0 درستی مشاهده و P_c توافق مورد انتظار است. برای انجام ارزیابی صحت، نمونه‌های آزمایشی به‌عنوان نقاط واقعیت کنترل زمینی، برای هر کلاس به‌صورت تصادفی (نقاطی که در فرایند طبقه‌بندی استفاده‌نشده بودند) از سطح منطقه موردمطالعه جمع‌آوری و سپس ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج گردید.

نتایج

در این پژوهش، پس از شناسایی محدوده‌های کلی پوشش گیاهی تالاب در ساحل و پیرامون آن،گیاهان غالب و نماینده وضعیت تالابی آن‌ها به کمک نمونه‌گیری در منطقه شناسایی شدند. در ۴۲ پلات نمونه‌برداری تعداد ۱۸۰ گونه گیاهی در ۱۲۴ جنس و ۴۸ تیره جمع‌آوری و شناسایی شد که از این تعداد ۵ گونه نهانزاد آوندی، ۵۷ گونه تک لپه‌ای و ۱۱۸ گونه دولپه‌ای می‌باشند. جدول ۱ تعداد تیره، جنس و گونه را در گروه‌های گیاهی شناسایی‌شده نشان می‌دهد.

جدول ۱. تعداد تیره، جنس و گونه در گروه‌های گیاهی

Table 1. Number of familia, genus and species in plant groups

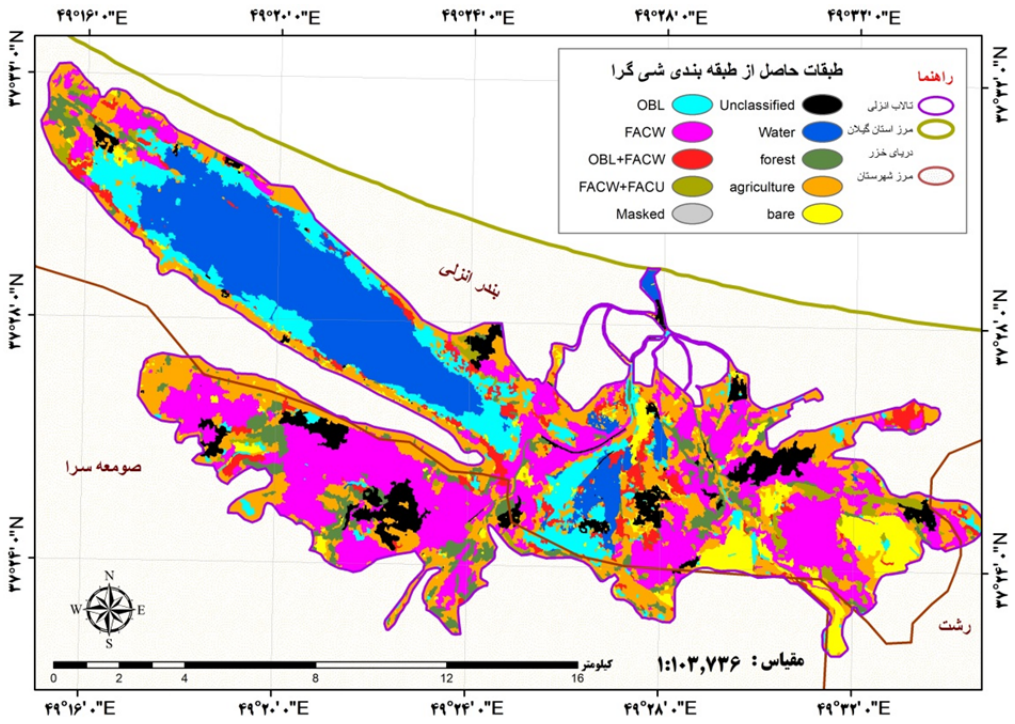
گروه گیاهی	تیره	سرده	گونه	تیره
نهانزادان آوندی	۳	٤	۵	۳
نهاندانگان دولپه	۳۵	۸۰	۱۱۸	۳۵
نهاندانگان تک‌لپه	۱۰	٤۰	۵۷	۱۰
مجموع	٤۸	۱۲٤	۱۸۰	٤۸

ازنظر شاخص تالابی، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده، ٤۷ گونه گیاهی (۳۵ درصد) از نوع گونه‌های اجباری تالاب، ٤۳ گونه (۳۲ درصد) گونه‌های اختیاری خشکی، ۲۰ گونه (۱۵ درصد) گونه‌های اختیاری تالاب، ۱۹ مورد (۱٤ درصد) گونه‌های اختیاری و گونه‌های خشکی زی با ۵ گونه (٤ درصد) را شامل می‌شوند. به‌منظور طبقه‌بندی مناسب و افزایش دقت آن، تلفیق داده‌های زمینی به‌عنوان نقاط تعلیمی با تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی تصویر با استفاده از نقاط تعلیمی حاصل از برداشت‌های زمینی ثبت‌شده، در بین کلاس‌های طبقه‌بندی و با توجه به جدول ۲، بالاترین درصد پوشش مربوط به طبقه کشاورزی (شالیزارهای اطراف تالاب) به میزان ۲۳/۹ درصد است و در کلاس‌های پوشش گیاهی، بالاترین میزان پراکنش مربوط به طبقه گونه‌های اختیاری تالاب است. ۳۷/۸ تالاب پوشیده از گونه‌های اختیاری و اجباری تالابی است. با توجه به شکل ٦ و نتایج خروجی طبقه‌بندی در جدول ۲، گروه OBL در حاشیه پهنه‌های آبی تالاب (حاشیه تالاب غرب و سرخانکل) و گروه FACW بیشتر در حاشیه خشکی تالاب و به‌طور عمده در جنوب غربی تالاب (تالاب سیاه کشیم) و پناهگاه حیات‌وحش چوکام در بخش شرقی تالاب مشاهده شد. گروه گیاهان اختیاری و اجباری تالاب (OBL & FACW) نسبت به دو گروه قبلی پراکنش کمتری داشته و به‌طور یکنواخت در کل محدوده پراکنش دارد. گروه گیاهان اختیاری خشکی و اختیاری تالاب (FACU & FACW) نیز در بخش کوچکی از محدوده تالاب در منطقه چوکام، شمال و شمال غرب تالاب مشاهده گردید.

جدول۲. نتایج حاصل از طبقه‌بندی شیء‌گرا سنجنده OLI تصویر لندست ۸

Table 2. Results of Object Base Classification of Landsat 8 OLI Image

کلاس طبقه‌بندی		مساحت (m^2)	درصد مساحت
Unclassified	غیر طبقه‌بندی	۱۰۵٤۹٤۰٤	٦/۱
Water	آب	۲۹۵۷٦۵۲۲	۱۷/۲
Forest	جنگل	۹۹۸۱٦۱۲	۵/۸
Agriculture	کشاورزی	٤۱۱٦۰۱٤۵	۲۳/۹
Bare	بایر	۱۰۱۷۱٤۰۳	۵/۹
OBL	گونه‌های اجباری تالاب	۱۷۳۹۰۱۰۱	۱۰/۱
FACW	گونه‌های اختیاری تالاب	٤۰٦٤۳۲۰۳	۲۳/٦
OBL+FACW	گونه‌های اجباری تالاب+ گونه‌های اختیاری تالاب	۷۰۹۲۸۵٤	٤/۱
FACW+FACU	گونه‌های اختیاری خشکی+ گونه‌های اختیاری تالاب	۳۸۰۸۹۸۹	۲/۲
Masked	خارج از طبقه‌بندی	۱٤۰۵۸۰۰	۰/۸



شکل۶. نقشه حاصل از طبقه‌بندی شیء‌گرا تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ تالاب انزلی

Fig. 6. Object Based Classification Map of Landsat 8 OLI Image of Anzali Wetland

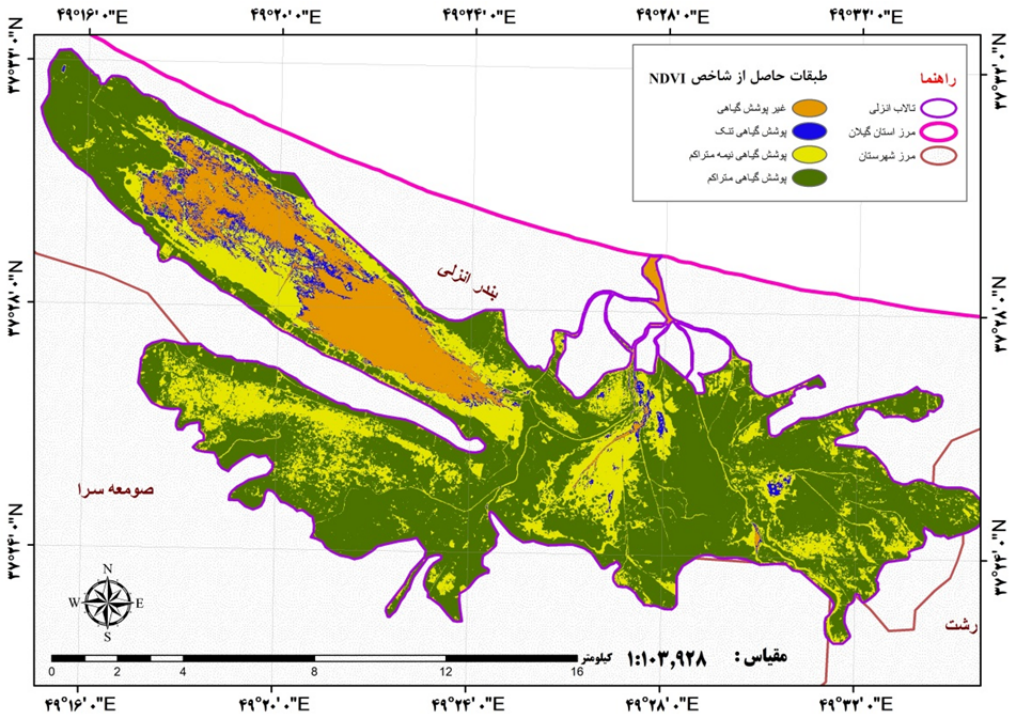
صحت نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده نیز بر اساس مقادیر ضریب کاپا و صحت کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور تعیین صحت نقشه طبقه‌بندی‌شده از ۷٦ سگمنت نمونه تعلیمی استفاده شد. میزان دقت کلی (۱۰۰–۱) برابر ۸۸/٦۲ درصد و میزان ضریب کاپا (۱–۰) برابر با ۸٤ درصد است. با توجه به استفاده از روش شیء‌گرا تعداد نمونه‌های تعلیمی کمتر از روش پیکسل پایه است. بر اساس آنچه بیان شد، مقادیر مثبت به‌دست‌آمده از شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی

(NDVI) گیاه در نظر گرفته می‌شود. با تفکیک مقادیر مثبت و منفی در این تصویر، گیاهان از سایر پدیده‌ها جدا شدند. سپس در محیط نرم‌افزار ArcGIS کلاس پوشش گیاهی به سه‌طبقه تفکیک گردید که میزان تراکم پوشش را در نقاط مختلف تالاب نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳ قسمت اعظم تالاب در فصل تابستان دارای پوشش متراکم گیاهی (۶۰/۸ درصد پوشش تالاب) بوده که پهنه‌های آبی را محصور نموده‌اند و غیر از منطقه تالاب غرب که پوشش آب آن در شکل ۷ به‌عنوان کلاس غیرپوشش گیاهی مشخص است، سایر مناطق سراسر پوشیده از گیاهان شاخص تالابی است.

جدول۳. نتایج حاصل از شاخص NDVI در تالاب انزلی

Table 3. Results of NDVI index in Anzali wetland

کلاس NDVI	مساحت به مترمربع	درصد مساحت
غیر پوشش گیاهی	۱۹۱۰۹۶۰۰	۱۱/۱
پوشش گیاهی تنک	۵۸۹۳۳۶۰	۳/٤
پوشش گیاهی نیمه متراکم	٤۲۵۷٦۷۲۰	۲٤/۷
پوشش گیاهی متراکم	۱۰٤۷٤۸۹٦۰	٦۰/۸



شکل۷. نقشه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) تالاب انزلی

Fig. 7. NDVI index map of Anzali wetland

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه تهیه نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی از طریق تلفیق نمونه‌برداری زمینی و طبقه‌بندی تصویر ماهواره لندست ۸ ادغام‌شده با تصویر ماهواره سنتینل-۲ منطقه است. به‌منظور تفکیک بهتر در نوع پوشش منطقه از تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ و سنتینل-۲ در تیرماه سال ۹۸ استفاده شد. نتایج بررسی تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی آن‌ها با توجه به نمونه‌های زمینی نشان می‌دهد که گسترش و پراکندگی

گیاهان اجباری تالاب (OBL) محدود به پهنه‌های آبی تالاب است، به‌طوری‌که بیشترین پراکنش این گیاهان مربوط به پهنه آبی تالاب غرب و سرخانکل می‌شود. گسترش گونه‌های اختیاری تالاب (FACW) در پهنه‌های خشکی تالاب است که نشان از خشک شدن بیشتر مناطق تالاب در قسمت سیاه کشیم (جنوب غربی) و چوکام (شرق) است. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و درصد حضور هر یک از گروه‌ها در آن نشان داد که گروه اراضی کشاورزی (با سطح حضور ۲۳/۹ درصد) و گروه گونه‌های اختیاری تالاب (FACW) (با سطح حضور ۲۳/٦ درصد) بالاترین درصد گروه‌های طبقه‌بندی پوشش محدوده تالاب انزلی (غالباً گونه‌های نی، توسکا، بید) را به خود اختصاص داده‌اند. این امر ضمن بیان حضور بیشتر گونه-های اختیاری تالاب در مقایسه با گونه‌های اجباری تالاب (OBL) (با سطح حضور ۱۰/۱ درصد) و سطح اشغال اراضی کشاورزی، به‌روشنی خشک شدن تالاب و تخریب آن را نشان می‌دهد که مشابه نتایج زبردست و جعفری و نقی نژاد و همکاران است. در این پژوهش همانند نتایج مطالعه سفیدیان و همکاران (٢٤ و ٢٥)، با استفاده از شناسایی گیاهان غالب و نماینده وضعیت تالابی آن‌ها با نمونه‌برداری زمینی و طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای نقشه پوشش گیاهی تهیه گردید. نتایج حاصل از طبقه‌بندی به روش شیءگرا نیز همان‌طور که غفاری و همکاران اذعان نموده‌اند قادر است اشکال هندسی منظم نظیر مناطق انسان‌ساخت یا اراضی کشاورزی را در فرآیند قطعه‌بندی به‌خوبی تشخیص دهد و در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان از دقت بالاتری برخوردار است (۷).

ازآنجاکه شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشند، به‌منظور محاسبه درصد و تراکم پوشش گیاهی و وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران مختلف بکار می‌روند. رحمانی و همکاران (۲۱) این شاخص‌ها را برای بررسی دقیق پوشش گیاهی و حتی تعیین نوع پوشش با استفاده از اطلاعات جانبی از منطقه موردمطالعه بسیار مفید و نتیجه‌بخش معرفی نمودند. درویش و فاور (۵) و لی و هو چونگ (۱۵) نیز در مطالعات خود شاخص پوشش گیاهی (NDVI) را عمومی‌ترین شاخص در ارزیابی پوشش گیاهی دانستند. در این مطالعه نیز بررسی درصد پوشش گیاهی در سطح تالاب با شاخص پوشش گیاهی و تهیه نقشه (NDVI) با مطالعات ذکرشده همسو بوده و به‌خوبی پوشش گیاهی متراکم گسترده را در سطح محدوده موردمطالعه نشان می‌دهد. توزیع گسترده پوشش گیاهی در نواحی مختلف تالاب، محدود شدن سطح آب بستر و کاهش میزان سطوح آبی تالاب را نشان می‌دهد که مشابه نتایج مطالعه زبردست و جعفری (۲۹) است. همچنین این سطح از پوشش گیاهی افزایش تغذیه گرایی و بار مواد مغذی بالا را در بخش‌های مختلف تالاب نشان می‌دهد که باعث کاهش عمق و شدت‌جریان آب‌شده است که مشابه مطالعه حسینجانی و همکاران (۱۱) است.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر بررسی پوشش‌های گیاهی و تغییرات اکولوژیک آن‌ها به‌صورت دوره‌ای، اطلاعات مفیدی از تغییرات منابع آبی و اکولوژیک تالاب جهت برنامه‌ریزی در حفظ و نگهداری آن به‌عنوان یک اکوسیستم مهم در منطقه در اختیار مدیریان و برنامه ریزان قرار می‌دهد. این امر با اتخاذ تدابیر اصولی و بهره‌گیری از توانمندی‌هایی که رشد و پیشرفت علوم مختلف ون سنجش‌ازدور در اختیار ما می‌نهد، جهت برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای کاهش بار ورودی آلاینده‌ها و رسوبات به تالاب، حفاظت از قسمت‌هایی از تالاب که در فصول مختلف به دلیل تراکم پوشش گیاهی و از بین رفتن سطوح آبی آن در معرض دسترسی و آسیب بالاتری قرار دارند، شناسایی کانون‌های انتشار آلودگی گیاهان غیربومی و مهاجم (آزولا، سنبل آبی و غیره) و پایش این کانون‌ها جهت مبارزه با آن‌ها و تدبیر در استفاده از گونه‌های بومی چون نی که باعث اشغال سطح آبی تالاب در فصول گرم و کم باران سال می‌شوند، اعمال مدیریت یکپارچه و جامع این اکوسیستم غنی منطقه را میسر می‌سازد.

در راستای پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود ازآنجاکه استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور حجم و هزینه‌ها کار را بسیار پایین می‌آورد و با استفاده از قابلیت کسب داده‌های تکراری سنجش‌ازدور به‌صورت دوره‌ای در ماه‌های مختلف سال،

فرآیند پایش کانون‌های آلودگی و شناسایی کانون‌های جدید انجام شود. همچنین استفاده ترکیبی از چند شاخص طیفی مانند NDVI و NDWI به بارزسازی بهتر پهنه‌های آلودگی کمک خواهد نمود. تصاویر سنسورهایی باقدرت تفکیک مکانی بالا مانند LIDAR، Worldview 2 و Quick bird با وضوح فضایی کم‌تر از ۵ متر نیز می‌توانند با دقت بیشتر و از طریق اختلاف تن رنگی در نقشه‌های حاصل از ترکیب رنگی باندهای مختلف، شناسایی پوشش گیاهی و نقشه‌سازی از آن‌ها را تسهیل نمایند.

تقدیر و تشکر

این مطالعه با حمایت پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی گیلان انجام‌گرفته است. همچنین از حمایت و همکاری اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گیلان، اداره محیط‌زیست شهرستان بندر انزلی، هرباریوم دانشگاه گیلان و همه عزیزانی که به‌نوعی ما را در تحقق این امر یاری نمودند قدردانی می‌نماییم.

References

1. Al-Wassai FA, Kalyankar N, Al-Zuky AA. 2011. Arithmetic and frequency filtering methods of pixel-based image fusion techniques. International Journal of Advanced Research in Computer Science 8(3): 122-133. arXiv preprint arXiv:1107.3348.
2. Baatz M, Schape A. 2000. Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation. In: Strobl, J., Blaschke, T. and Griesbner, G., Eds., Angewandte Geographische Informations-Verarbeitung, XII, Wichmann Verlag, Karlsruhe, Germany, 12-23.
3. Behrouzi Rad B. 1998. The value of wetlands and the role of the Ramsar Convention in their protection. Journal of Environmental Science, 10(34): 2-24. (In Persian).
4. Behrouzi Rad B. 2008. Iran Wetlands. Published by Geographical Organization of the Army Press. 812 p. (In Persian).
5. Darwish T, Faour G. 2008. Rangeland degradation in two watersheds of Lebanon. Lebanese Science Journal, 9(1): 71-80.
6. Feizizadeh B, Helali H. 2010. Comparison pixel-based, object-oriented methods and effective parameters in Classification Land cover/land use of west province Azerbaijan. Physical Geography Research Quarterly, 42(71): 73-84. (In Persian).
7. Ghafari S, Moradi HR, Modarres R. 2018. Comparison of object-oriented and pixel-based classification methods for land use mapping (Case study: Isfahan-Borkhar, Najafabad and Chadegan plains). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 9(1): 40-57. http://girs.iaubushehr.ac.ir/article_540415_en.html. (In Persian).
8. Hajibigloo M, Sheikh V, Memarian H, Komaki CB. 2020. Determination of quantity and allocation disagreement indices in selection of appropriate algorithm for land use classification in pixel and objected base in Gorgarood river basin. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 10(4): 1-20. http://girs.iaubushehr.ac.ir/article_670313.html?lang=en. (In Persian).
9. Hammer DA. 2014. Creating freshwater wetlands. CRC Press, 345 p.
10. Healey SP, Cohen WB, Zhiqiang Y, Krankina ON. 2005. Comparison of Tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. Remote Sensing of Environment, 97(3): 301-310. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.05.009.
11. Hosseinjani A, Ahmadnejad M, Mahdizade G, Sadeghinejad Masouleh E, Sohrabi T, Saberi H. 2017. Study of Aquatic Plant Biomass Assessment and their relationship with environment parameters in west of Anzali wetland. Wetland Ecobiology, 9(1): 69-78. (In Persian).
12. Jackson S. 1995. Delineating bordering vegetated wetlands: under the Massachusetts Wetlands Protection Act: a handbook. Massachusetts Department of Environmental Protection, Division of Wetlands and Waterways, 86 p.
13. Khodabandehlou B, Khavarian Nehzak H, Ghorbani A. 2019. Change detection of land use/land cover using object oriented classification of satellite images (Case study: Ghare Sou basin, Ardabil province). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 10(3): 76-92. http://girs.iaubushehr.ac.ir/article_668474_en.html. (In Persian).
14. Klonus S, Ehlers M. 2007. Image fusion using the Ehlers spectral characteristics preservation algorithm. GIScience & Remote Sensing, 44(2): 93-116. doi:https://doi.org/10.2747/1548-1603.44.2.93.
15. Lee T-M, Hui-Chung Y. 2009. Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan. Ecological Engineering, 35(4): 487-496. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.01.007.

16. Magee TK, Ringold PL, Bollman MA. 2008. Alien species importance in native vegetation along wadeable streams, John Day River basin, Oregon, USA. Plant Ecology, 195(2): 287-307. doi:https://doi.org/10.1007/s11258-007-9330-9.
17. Malmiran H. 2004. Tematic mapping from satellite imagery: A guide book. Publications of the Geographical Organization of the Ministry of Defense and Armed Forces Support, Iran. third edition. 280 p. (In Persian).
18. McFeeters SK. 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17(7): 1425-1432. doi:https://doi.org/10.1080/01431169608948714.
19. Nezhad AT, Amrgholipour Kasmani V, Ghahramani Nezhad F. 2013. Biomass estimation of dominant aquatic plants andtheir plant community impacts in four importantwetlands of Babol, Mazandaran province. Applied Biology, 26(1): 57-67. https://doi.org/10.22051/JAB.22014.21148. (In Persian).
20. Pettorelli N, Vik JO, Mysterud A, Gaillard J-M, Tucker CJ, Stenseth NC. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20(9): 503-510. doi:https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011.
21. Rahmani S, Ebrahimi A, Davoudian A. 2017. Comparison of three methods of vegetation/land cover mapping, including remote sensing, physiographic and geomorphologic. Journal of Range and Watershed Management, 70(3): 661-680. https://doi.org/610.22059/JRWM.22017.22825. (In Persian).
22. Rogan J, Franklin J, Roberts DA. 2002. A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery. Remote Sensing of Environment, 80(1): 143-156. doi:https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00296-6.
23. Salman Mahini A, Kamyab H. 2010. Applied Remote Sensing and GIS with IDRISI, Mehr Mahdis, 608 p. (In Persian).
24. Sefidian S, Salman Mahini A, Mir Karimi SH, Hassan ANA. 2015. Vegetation classification based on wetland indicator using remote sensing and field survey (Case study: International Alagol wetland). Wetland Ecobiology, 7(2): 5-22. http://jweb.iauahvaz.ac.ir/article-21-317-fa.html. (In Persian).
25. Sefidian S, Salmanmahiny A, Mirkarimi H, Hasan Abassi N. 2016. The ecological boundaries of semi-arid wetland using a protocol enhanced by bird indicators: The international Alagol wetland of Iran. Environmental Resources Research, 4(1): 91-110. doi:https://doi.org/10.22069/IJERR.2016.3156.
26. Seto KC, Woodcock C, Song C, Huang X, Lu J, Kaufmann R. 2002. Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM. International Journal of Remote Sensing, 23(10): 1985-2004. doi:https://doi.org/10.1080/01431160110075532.
27. Tiner RW. 1993. The primary indicators method-a practical approach to wetland recognition and delineation in the United States. Wetlands, 13(1): 50-64. doi:https://doi.org/10.1007/BF03160865.
28. Zare Chahouki M, Khojasteh F, Yousefi M, Farsoudan A, Shafizade Nasrabady M. 2013. Evaluation of different plot shape, size, and number for sampling in middle Taleghan rangelands. Whatershed Management Research, 26(2): 133-139. (In Persian).
29. Zebardast l, Jafari H. 2011. Use of remote sensing in monitoring the trend of changes of Anzali wetland in Iran and proposing environmental management solution. Journal of Environmental Studies, 37(57): 1-8. (In Persian).

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 12/ Issue 3) Autumn 2021
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Original paper

Vegetation classification based on wetland index using object based classification of satellite images (Case study: Anzali wetland)

Maryam Haghighi Khomami, Mohammad Javad Tajaddod, Mokaram Ravanbakhsh, Fariborz Jamalzad Fallah

Received: 15 December 2020 / Accepted: 24 January 2021
Available online 23 September 2021

Abstract

Background and Objective Recently, a lot of studies have been done in Anzali wetland as one of the most important wetlands of Ramsar Convention, which has a high cost due to the nature and geographical location of the wetland. Advances in technology have made it possible to evaluate natural environments more accurately, fast, and low cost with remote sensing data due to their easy accessibility, high accuracy, extensive and reproducible coverage in terms of time and space, and information extraction in a relatively short time. Because one of the most important problems in studying vegetation changes is the lack of accurate spatial information over time. Satellite imagery and remote sensing technology make it possible to achieve a better program for environmental management by relying on the information produced by it. In this study, the vegetation classification of Anzali wetland was done by using the technique of Object base classifications of Landsat image incorporation with fieldwork based on the wetland index of plants as well as the vegetation index (NDVI) of the study area were analyzed. Wetland vegetation classification maps can be used to identify the amount and type of cover and planning to maintain and rehabilitate the wetland.

Materials and Methods In this study, a vegetation map based on the wetland index is considered as one of the required criteria for ecological demarcation of wetlands. First, the general vegetation areas of the wetland on the coast and around it were identified. Then, vegetation data of wetland aquatic species were collected from different wetland areas in 0.25 m2 plots. In the land margin area, the wetland species of the wetland margin were collected with a 1 m^2 plot. A total of 42 plots were collected during the spring and summer of 2019. After preparing the required images, their preprocessing including geometric, atmospheric, radiometric corrections and image enhancement were performed using ENVI. Landsat 8 Image on July 29, 1998, with a spatial resolution of 30 meters was used to classify vegetation and prepare a map of vegetation index (NDVI) and image of Sentinel-2 satellite (July 98) due to 10 m of the ground resolution was used to combine with Landsat 8 data as auxiliary data in image classification. The combining of these two images improves the spatial resolution also preserves the spectral values of the multispectral image.

M. Haghighi Khomami(✉) [1], M. J. Tajaddod [2], M. Ravanbakhsh [1], F. Jamalzad Fallah [3]

1. Instructor of Natural Environment Research Group, Academic Center for Education Culture & Research (ACECR), Environmental Research Institute, Rasht, Iran
2. MSc. Environmental Planning, Natural Environment Research Group, Academic Center for Education Culture & Research (ACECR), Environmental Research Institute, Rasht, Iran
3. Assistant Professor, Natural Environment Research Group, Academic Center for Education Culture & Research (ACECR), Environmental Research Institute, Rasht, Iran

e-mail: maria_haghyghy@yahoo.com

http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.1.1.2

The object-based classification was performed on the integrated Landsat 8 image using training data from field work. The classification accuracy was evaluated for each class using experimental samples as ground control points and the classification error matrix was extracted.

Results and Discussion First, the dominant plants and representatives of their wetland index were identified by field work. Then, the relative percentage of dominant plant cover at the sampling site was calculated according to the standard list of identified plant species, and Plants were divided into two groups of wetland and non-wetland based on the wetland index. From the classification of plot species in 42 plots, 180 plant species were identified in 124 genera and 48 families. Also, four groups of wetland plants were: obligate wetland plants (OBL), facultative and obligate wetland plants (OBL & FACW), facultative upland, and facultative wetland plants (FACU & FACW), and facultative wetland plants (FACW). A vegetation map was prepared from a combination of terrestrial samples and object base classification of the 2019 Landsat satellite OLI image sensor. The accuracy of the classified maps was evaluated based on the kappa coefficient and overall accuracy. The overall accuracy is 88.62% and the kappa coefficient is 84%. The Plant distribution was determined based on satellite image classification: OBL plants were observed in the water zone (west and Sorkhankol wetland margin), FACW plants were observed mostly in the dry margin and mainly in the southwest of the wetland (Siahkeshim wetland) and Choukam Wildlife Sanctuary in the eastern part of the wetland, OBL & FACW group with less uniform distribution was observed in the whole area and FACU & FACW group was observed in a small part in Choukam, north, and northwest of the wetland. The percentage of vegetation density map retrieved from the NDVI index shows the distribution of dense vegetation cover in different parts of the wetland and the limitation of the water level of the wetland bed.

Conclusion The results of the satellite imagery study and their classification according to terrestrial samples showed that the spread and dispersal of obligate wetland species (OBL) were limited to water parts of the wetlands so that the highest distribution of these plants were in the west of the Anzali wetland and Sorkhankol. The spread of facultative wetland species (FACW) was in the arid areas of the wetland, which indicates the upland areas of the wetland in Siahkeshim (southwest) and Choukam (east). The result of image classification showed the percentage of plant group in each class: the agricultural class (with a present level of 23.9%) and the group of facultative species (FACW) (with a present level of 23.6% and mostly Phragmites, Alnus, and Salix species) have the top percentage of image classification classes of Anzali Wetland. This indicates more presence of facultative species compared to obligate species of wetland (OBL) (with a present level of 10.1%) and the level of agricultural land occupation, showed the wetland drying. The percentage of vegetation at the wetland level was assessed with the vegetation index (NDVI), most of which belongs to dense vegetation. Due to the fact that the satellite image is related to the summer season, this map shows the distribution of vegetation in different parts and the water level of the wetland bed, which has reduced the amount of water levels in the wetland. Periodic review of vegetation and its ecological changes provides useful information on changes in the water and ecological resources of the wetland to plan for its maintenance as an important ecosystem in the region.

Keywords: Wetland plants index, Classification, Normalized difference vegetation index (NDVI), Remote sensing, Anzali wetland

Please cite this article as: Haghighi Khomami M, Javad Tajaddod M, Ravanbakhsh M, Jamalzad Fallah F. 2021. Vegetation classification based on wetland index using object based classification of satellite images (Case study: Anzali wetland). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 12(3): 1-17. http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1400.12.1.1.2