طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالابی به کمک سنجش‌ازدور و نمونه‌برداری زمینی(مطالعه موردی: تالاب بین‌المللی آلاگل)

سیما سفیدیان[1*]
عبدالرسول سلمان ماهینی[2]
سید حامد میرکریمی[3]
نوروزعلی حسن عباسی[4]

۱. کارشناس ارشد محیطزیست، دانشکده محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲، ۳، ۴. گروه محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

*** مسئول مکاتبات:**
sima.sefidian@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹٤۰۲۰۲۳۳
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۵
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

بسیاری از گیاهان تالاب توانایی تحمل طیف وسیعی از شرایط آب‌شناختی را دارند و ممکن است در مناطق غیر تالابی نیز به‌خوبی رشد کنند. ازاین‌رو، شاخصی به نام شاخص گیاهان تالابی تعریف‌شده است که بر اساس آن، گیاهان در تالاب‌ها به طبقاتی تقسیم می‌شوند که هرکدام نشان‌دهنده نیاز آبی و انتشار آن‌هاست. تهیه نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالاب، یکی از معیارهای مهم در مرزبندی اکولوژیکی تالاب است. تالاب بین‌المللی آلاگل از دسته تالاب‌های داخل خشکی به‌حساب می‌آید و یکی از کانون‌های زادآوری پرندگان مهاجر آبزی و کنار آبزی است. پهنه‌ی آبی این تالاب در فصول مختلف متغیر است. رطوبت خاک این تالاب از مناطقی که به‌طور دائم تحت آب‌گرفتگی هستند تا محدوده‌ای که فقط خاک آن اشباع‌شده و یا در زمان نسبت کوتاهی در طول فصل رشد آب‌گرفته می‌شود متغیر است. گرچه برخی از گونه‌های گیاهی تنها در رویشگاهی که در تمام طول سال مرطوب است رشد می‌کنند، سایر گونه‌های گیاهی با درجات مختلف وابستگی به رطوبت در محیط تالابی و پیرامون آن سازگاری و تکامل‌یافته‌اند. در این پژوهش، ابتدا به کمک شاخص NDVI، محدوده‌های کلی پوشش گیاهی تالاب در ساحل و پیرامون آن شناسایی شد. سپس، گیاهان غالب و نماینده وضعیت تالابی در تابستان و پاییز ۱۳۹۰، به کمک نمونه‌گیری در منطقه شناسایی شدند. درنهایت، با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده (ISOCLUST) و طبقه‌بندی نظارت‌شده (MAXLIKE) و بر اساس شاخص گیاهان تالابی، سه‌طبقه پوشش گیاهی تالابی از میان هفت‌طبقه اراضی شناسایی شد. نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص گیاهان تالابی، یکی از معیارهای موردنیاز در فرآیند مرزبندی اکولوژیکی تالاب است. ارزیابی طبقه‌بندی برای دقت در مرزبندی اکولوژیک تالاب سودمند است و در حل تعارض میان حفاظت از تالاب و سایر کاربری‌های هم‌جوار کمک شایانی خواهد نمود.

واژگان کلیدی: شاخص گیاهان تالابی، نقشه پوشش گیاهی، NDVI، طبقه‌بندی، ISOCLUST، MAXLIKE.

مقدمه

بررسی گیاهان یکی از معیارهای موردنیاز تشخیص منطقه تالابی از غیر تالابی را فراهم می‌کند و در فرآیند مرزبندی اکولوژیکی تالاب به کار می‌رود. گونه‌های گیاهی که به‌طورمعمول در تالاب‌ها رشد می‌کنند، شاخص خوبی برای آب‌شناسی تالاب هستند و گیاهان شاخص تالاب (Wetland Indicator Plants) نامیده می‌شوند (Tiner, 1993). این گیاهان علاوه بر کمک در تعیین مرز بستر تالاب، برای ایجاد یک خط اتصال بین آخرین نقاط تالابی در فرآیند مرزبندی تالاب ضروری‌اند (Marnewecke *et al.*, 1999).

گونه‌هایی از گیاهان که همیشه در شرایط اشباع یا آب‌گرفتگی در دوره‌ی رشد حضور دارند (بیش از ۹۹ درصد مواقع) در طبقه‌ی گونه‌های اجباری تالابی و به‌اختصار OBL (Obligate wetland) قرار می‌گیرند. این گیاهان در شرایط آب‌گرفتگی یا دوره‌های اشباع، فصل رشد را تحمل می‌کنند و برای زندگی با ترکیبی از وضعیت خشکی و رطوبت سازگارند و بسیار در تالاب دیده می‌شوند. گیاهان تالابی اختیاری معمولاً در تالاب دیده می‌شوند (۶۷-۹۹ درصد مواقع)، اما گاهی در خشکی نیز پیدا می‌شوند. گونه‌های اختیاری تالاب را به‌اختصار FACW (Facultative wetland) می‌نامند. گونه‌های گیاهی اختیاری گاهی در تالاب یافت می‌شوند (۳۴-۶۶ درصد مواقع) 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 در تالاب دیده می‌شوند (۱-۳۳٪ مواقع) و FACU (Facultative upland) نام‌گذاری می‌گردند. گیاهانی که در تالاب نادر هستند (امکان کمتر از یک درصد حضور در تالاب) گونه‌های خشکی زی هستند و به‌اختصار UPL (Upland) معرفی می‌شوند (Tiner, 1993). توزیع گونه‌های گیاهی در تالاب‌های شور تحت تأثیر عوامل محیطی متفاوتی قرار دارد. یکی از مؤثرترین این عوامل شوری خاک است. همچنین، سطح آب زیرزمینی از دیگر عوامل محیطی است که می‌تواند بر روی استقرار گونه‌های گیاهی در این مناطق مؤثر باشد، به‌طوری‌که با افزایش عمق آب زیرزمینی تأثیر شوری آب تالاب کم شده و زمینه برای رشد گونه‌هایی که از بردباری کمتری نسبت به شوری برخوردارند، فراهم می‌شود (نجاری، ۱۳۸۲).

امروزه استفاده از فنون سنجش‌ازدور برای پایش محیط‌زیست و اجزای آن بسیار معمول شده است. سنجش‌ازدور به معنی فن شناسایی و تعیین پدیده‌های محیط‌زیست بر اساس داده‌هایی کسب‌شده از راه دور است (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۰). روشن است که این فن برای کسب آگاهی در رابطه با پوشش گیاهی نقش مهمی ایفا می‌کند. امروزه، تولید نقشه پوشش گیاهی صحیح، یکی از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی و به‌خصوص برای مناطق تالابی به شمار می‌آید. در میان شاخص‌های متنوع و متعدد پوشش گیاهی، شاخص NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی است که برای کسب دانش مکانی و زمانی از پوشش گیاهی به کار گرفته می‌شود (Pettorelli *et al.*, 2005).

روش‌های طبقه‌بندی تصاویر به‌طورکلی به دودسته روش‌های نظارت‌نشده و روش‌های نظارت‌شده تقسیم می‌شوند که در طبقه‌بندی نظارت‌شده پس از نمونه‌برداری صحرایی از طبقات موجود در طبیعت و معرفی خصوصیات طیفی هر یک از آن‌ها درروی تصویر ماهواره‌ای به نرم‌افزار، عمل طبقه‌بندی بر روی تمامی تصویر انجام می‌گیرد. طبقه‌بندی نظارت‌نشده، روش سریعی برای جمع‌آوری اطلاعات از منطقه موردمطالعه است. در این روش، خوشه‌های حاصل بر اساس تشابه طیفی پیکسل‌ها ایجاد می‌شود. اگر با منطقه آشنایی داشته باشیم، استفاده از طبقه‌های عمده برای تفسیر و شناسایی راحت‌تر هستند. استفاده از نقشه‌های موجود، عکس‌های هوایی و بازدید میدانی برای تفسیر طبقه‌های ظریف لازم و ضروری است. ضمن اینکه شاید لازم شود برای ایجاد نقشه نهایی چندطبقه باهم تلفیق شوند. در طبقه‌بندی نظارت‌نشده، مفسر در تفکیک گروه‌های طیفی نظارتی ندارد و به‌عبارت‌دیگر، در این نوع طبقه‌بندی تعداد زیادی از پیکسل‌ها، پس از مقایسه ارزش‌های طیفی آن‌ها در خوشه‌های مجزایی قرار می‌گیرند، به شکلی که هر خوشه می‌تواند معرف پدیده‌ای خاص باشد. یکی از روش‌های عمده طبقه‌بندی نظارت‌نشده الگوریتم ISOCLUST است (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). طبقه‌بندی نظارت‌شده، از روش Maxlike که بر پایه تئوری احتمال بیس بنا گذاشته‌شده است، با استفاده از میانگین، واریانس و کوواریانس نمونه‌های زمینی، مشخص می‌کند که احتمال پسین تعلق یک پیکسل به یک طبقه مفروض چقدر است (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸).

تحقیقات مشابهی در این زمینه در سایر نقاط دنیا صورت گرفته است. در پژوهشی Adam و همکاران در سال ۲۰۰۹ به ارائه یک مرور کلی در مورد امکان نقشه‌برداری پوشش گیاهی تالاب و برآورد برخی از پارامترهای بیوشیمیایی و بیوفیزیکی پوشش گیاهی تالابی پرداختند و عکاسی هوایی، تصاویر ماهواره لندست TM و SPOT را بدین منظور موردبررسی قراردادند. نتایج نشان داد که در سنجش از راه دور پوشش گیاهی تالاب، نیاز به توجه دقیق به درک عمیق از عوامل مؤثر بر تعامل بین تابش الکترومغناطیسی و پوشش گیاهی تالاب در یک محیط خاص، انتخاب رزولوشن مکانی و طیفی مناسب و همچنین فن‌های پردازش مناسب استخراج اطلاعات طیفی از پوشش گیاهی تالاب به‌منظور به دست آوردن

نتایج موفقیت‌آمیز دارد. Harvey و Hill در سال ۲۰۰۱ با تصاویر ماهواره لندست TM و SPOT و نقشه‌برداری با عکاسی هوایی، اطلاعات مربوط به متغیرهای پوشش زمین و وضعیت پوشش گیاهی در یک تالاب گرمسیری در استرالیا را به دست آوردند. نتایج نشان داد داده‌های لندست TM و اسپات XS، در شناسایی و تفکیک سه تیپ پوشش گیاهی گسترده، نتایج مشابهی داشتند. لندست به دلیل داشتن اطلاعات طیفی بیشتر، قدرت تفکیک مکانی بیشتر اسپات را جبران می‌کند. به‌منظور شناسایی تغییرات تدریجی تراکم پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ای در مطالعه‌ای که در یونان صورت گرفت، از روش تجزیه‌وتحلیل با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده ISODATA و با استفاده از شاخص NDVI و نقشه‌برداری استفاده شد. نتایج نشان داد که تصاویر NDVI می‌تواند به‌خوبی تغییرات پوشش زمین را شناسایی و نقشه‌سازی کند (Amjad, 2013). در مقابل در پژوهش دیگری برای تخمین میزان زیست‌توده پوشش گیاهی تالاب از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، تفسیر غیراتوماتیک تصاویر، تهیه تصویر ترکیب رنگی مجازی و با استفاده از نمونه‌برداری زمینی همزمان استفاده شد. نتیجه نشان داد، میزان زیست‌توده پوشش گیاهی تالاب بهترین ارتباط مثبت را با شاخص پوشش گیاهی DVI با ضریب ۰/۸ دارد و این شاخص برآورد بهتری از بیوماس زیست‌توده پوشش گیاهی می‌دهد (Qulin *et al.*, 2003).

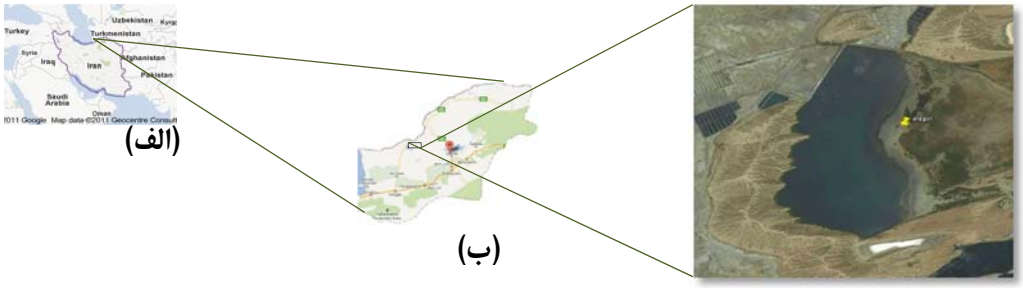
از میان مطالعاتی که در مورد پوشش گیاهی تالابی در ایران صورت گرفته می‌توان به بررسی پوشش گیاهی تالاب سیاه‌کشیم و پراکنش آن‌ها در محیط آبی توسط عصری و افتخاری (۱۳۷۴) اشاره کرد که در این پژوهش ۳۲ جامعه گیاهی این تالاب را تعیین کردند. همچنین، رحیمی و همکاران (۱۳۹۱) به کمک داده‌های ماهواره‌ای لندست و طبقه‌بندی نظارت‌شده، به تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی، برای بررسی تغییرات محیط‌زیستی تالاب شادگان پرداختند. اسدالهی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از تصاویر IRS و نمونه‌برداری زمینی با ۷ ترانسکت و ۴۵ قطعه‌نمونه گیاهان تالاب را به دو بخش گیاهان بن در آب و گیاهان غوطه‌ور تقسیم کردند. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی این تالاب قابل‌تفکیک به دو زون اصلی و یک زون انتقالی است. کریمی (۱۳۸۹) با تهیه فهرست فلوریستیک گونه‌ها و اجتماعات گیاهی تالاب گمیشان، اهمیت بررسی و شناسایی گیاهان تالابی را متذکر شد. در پژوهشی که توسط زبردست و جعفری (۱۳۹۰) صورت گرفت، روند تغییرات محیط‌زیستی تالاب انزلی در یک دوره زمانی ده‌ساله با استفاده از سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی شناسایی شد. در این پژوهش علاوه بر طبقه‌بندی نظارت‌نشده برای نقشه‌سازی تالاب انزلی، از تفسیر بصری برای جداسازی پدیده‌های تالاب استفاده شد. در مطالعه‌ی قربانی و همکاران در سال ۱۳۸۹، تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجیده‌های TM و+ETM) تالاب‌های آلاگل، آجی‌گل و آلماگل، با نمونه‌های تعلیمی برداشت‌شده و با روش طبقه‌بندی ماکزیمم احتمال، در شش کلاس آب، اراضی نمکی، اراضی بایر، پوشش گیاهی تراکم کم، پوشش گیاهی تراکم متوسط و پوشش گیاهی تراکم زیاد رده‌بندی شد. مهم‌ترین یافته‌ها نشان از کاهش سطح آب تالاب طی دوره موردمطالعه و همچنین کاهش اراضی نمکی، کاهش پوشش گیاهی با تراکم زیاد و افزایش پوشش گیاهی با تراکم متوسط و کم، و درنهایت، بدون تغییر ماندن میزان مساحت اراضی بایر است. جلیلی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی، الگوهای اکولوژیک حاکم بر پوشش گیاهی تالاب انزلی را شناسایی کردند و نقش آن‌ها در مدیریت اکوسیستم را برشمردند. ایشان متذکر شدند با تغییرات عمق آب، ساختار تنوع گیاهی نیز به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.

هدف از این پژوهش، تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه تالاب آلاگل بر اساس شاخص گیاهان تالابی به کمک نمونه‌گیری در منطقه، بررسی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده (ISOCLUST) و نیز طبقه‌بندی نظارت‌شده (MAXLIKE) است.

مواد و روش‌ها

تالاب آلاگل در اراضی هموار و مسطح ترکمن‌صحرا در کنار تالاب‌های آجی‌گل و آلماگل و در نزدیکی مرز ایران و ترکمنستان قرار دارد. این تالاب در جنوب شهر داشلی‌برون، در ۶۰ کیلومتری شمال گرگان و شرق جاده مرزی آق‌قلا به اینچه‌برون از توابع شهرستان گنبدکاووس واقع‌شده است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). این ناحیه به‌عنوان کانون زادآوری پرندگان مهاجر آبزی و کنار آبزی و به علت داشتن دسته‌ای از معیارهای

تالاب‌های کنوانسیون رامسر در سال ۱۳۵۴ تحت یک عنوان در فهرست کنوانسیون حفاظت از تالاب‌ها (رامسر، ۱۹۷۱) به ثبت رسیده است. تالاب به شکل بیضی نامنظم است و شیب دیواره‌های اطراف کم و مکان گسترش سطح تالاب در ضلع جنوب شرقی و شرق آن زیاد است، ولی درهرحال شکل آن بیضی نامنظم است (بهروزی‌راد، ۱۳۸۶). مختصات جغرافیایی آن ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی است. منابع تأمین آب تالاب نزولات آسمانی، آب‌های سطحی و پساب‌های منطقه و سرریزهای رودخانه اترک است (بهروزی‌راد، ۱۳۸۶). به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت پهنه آبی تالاب آلاگل حدود ۲۷۴۷ هکتار در سال ۱۹۹۸ و ۵۹۰ هکتار در سال ۲۰۱۱ بوده است (سفیدیان و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین، در سال ۲۰۱۴ مساحت آبی تالاب به ۱۰۷۹/۹ هکتار رسیده است. شکل ۱ موقعیت مکانی تالاب بین‌المللی آلاگل را در ایران نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت مکانی تالاب بین‌المللی آلاگل، الف: در ایران، ب: استان گلستان.

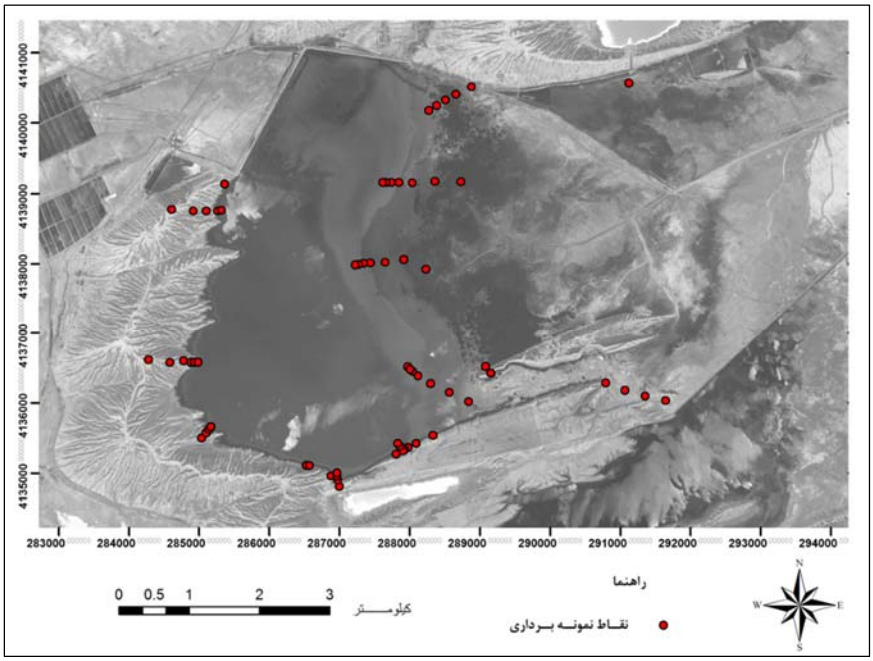
به‌منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالابی، از ۶ باند (۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷) سنجنده TM ماهواره لندست ۵ مربوط به ۱۸ جولای سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰) برای تهیه تصویر NDVI استفاده شد. همچنین، از پیمایش میدانی و نمونه‌گیری گیاهان و شاخص تالابی بودن هر یک شناسایی و غالبیت گیاهان منطقه تعیین شد. از این اطلاعات جهت گویاکردن طبقه‌بندی نظارت‌نشده به کمک ماژول ISOCLUST استفاده شد. همچنین، با طبقه‌بندی نظارت‌شده (MAXLIKE) طبقات مختلف اراضی منطقه و پوشش گیاهی بر اساس معیار گیاهان شاخص تالابی تفکیک شد.

تغییرات پوشش گیاهی در تالاب به‌صورت گرادیانی از محیط آبی به‌سوی خشکی است و برای تعیین مرز اکولوژیکی تالاب نیاز به شناسایی این تغییرات است. ازاین‌رو، به‌منظور تعیین غالبیت گیاهان منطقه، روش بررسی و نمونه‌برداری نقطه‌ای در امتداد ترانسکت از نزدیکی آب به سمت خشکی در نظر گرفته شد. طول اولیه هر ترانسکت یک کیلومتر در نظر گرفته شد که با توجه به شرایط توپوگرافی طول ترانسکت‌ها افزایش یا کاهش یافت. همچنین، تعداد ترانسکت‌ها، مسیر آن‌ها و نیز محل نقاط نمونه‌گیری بر اساس تغییرات محیط در طول شیب، به کمک تصویر ماهواره‌ای و بازدید میدانی اولیه، تعیین گردید (شکل ۲). نمونه‌گیری در تابستان و پاییز ۱۳۹۰ و در ۹ ترانسکت صورت گرفت. در نقاطی که امکان ادامه ترانسکت وجود نداشت، نقاط اضافی در نظر گرفته شد. درمجموع موقعیت این نقاط به‌وسیله نرم‌افزار DNRGarmin به دستگاه GPS (Global Positioning System) وارد شد. در هر نقطه نمونه‌گیری بر اساس لایه‌های رویشی گیاهی اندازه پلات تعیین گردید. این ۹ ترانسکت بر اساس بررسی اولیه تصویر ماهواره‌ای و شاخص تراکم پوشش گیاهی به‌دست‌آمده به روش NDVI مشخص شد.

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل جوامع گیاهی، گیاهان به طبقات مختلفی تقسیم شد. این طبقات شامل طبقه اول؛ پوشش زمین، طبقه دوم؛ بوته‌ها و درختچه‌ها و طبقه سوم؛ درختان بود. بر این اساس، تمام گیاهان چوبی و علفی با ارتفاع کمتر از ۹۰ سانتی‌متر را شامل می‌شود به‌عنوان طبقه اول،

گیاهان چوبی با قطر برابرسینه (dbh) یک تا ۱۳ سانتی‌متر و ارتفاعی بیش از ۹۰ سانتی‌متر و کمتر از ۶ متر به‌عنوان طبقه دوم و گیاهان چوبی با قطر برابرسینه (dbh) ۱۳ سانتی‌متر و بیشتر و نیز با ارتفاعی بیش از ۶ متر به‌عنوان طبقه سوم در نظر گرفته شد (Jackson, 1995).

برای تخمین فراوانی گیاهان، از پلات استفاده شد. مکان پلات طوری انتخاب شد که پوشش گیاهی در پلات نماینده پوشش گیاهی درون جامعه باشد. در این تحقیق با توجه به لایه‌های رویشی، سه پلات دایره‌ای به شعاع‌های ۱، ۵ و ۹ متر به ترتیب برای پوشش زمین، بوته‌ها و نهال‌ها و درختان (Jackson, 1995) انتخاب شد. با انتخاب مکان نمونه‌گیری با داشتن شرایط ذکرشده، پلات‌های دایره‌ای هم‌مرکز به اندازه‌های ذکرشده برای هر یک از لایه‌ها تخمین زده شد. ابتدا گونه‌های گیاهی شناسایی گردید. برای تخمین فراوانی هر یک، ارزیابی ابتدا با لایه پوشش زمین (در صورت وجود) آغاز و با مشاهده پلات‌های مشخص‌شده، فراوانی گیاهان برای هر یک از گونه‌ها و لایه‌ها در پلات به کمک درصد پوشش ارزیابی شد.



شکل ۲: موقعیت نقاط نمونه‌گیری، تعداد ترانسکت‌ها و مسیر آن‌ها در تالاب آلاگل.

درصد پوشش، درصدی از سطح زمین است که تحت پوشش شاخ و برگ یک‌گونه خاص و یا یکی از لایه‌ها بر روی زمین با نادیده گرفتن شکاف‌های کوچک موجود در میان‌برگ‌ها و شاخه است. شاخ و برگ گیاهان مختلف در یک‌لایه می‌تواند باهم تداخل کند درنتیجه، درصد کل پوشش گیاهی ممکن است بیش از ۱۰۰ درصد باشد. تخمین بصری درصد پوشش گیاهی به روش تجزیه‌وتحلیل با مقادیر میانگین هر طبقه (ارزش میانی) تخمین زده می‌شود (Jackson, 1995). در این تحقیق مطابق جدول ۱ دامنه پوشش به هفت‌طبقه تقسیم شد و ارزش میانی آن تعیین گردید.

جدول ۱: طبقات درصد پوشش به‌منظور تخمین درصد پوشش گیاهی.

طبقات	درصد پوشش گیاهی	
	دامنه پوشش گیاهی	ارزش میانی
۱	٪ ۵-۱	۳
۲	٪ ۱۵-۶	۱۰/۵
۳	٪ ۲۵-۱۶	۲۰/۵
۴	٪ ۵۰-۲۶	۳۸
۵	٪ ۷۵-۵۱	۶۳
۶	٪ ۹۵-۷۶	۸۵/۵
۷	٪ ۱۰۰-۹۶	۹۸

در این روش با کاهش محدوده پوشش هر طبقه و تخمین درصد پوشش توسط یک شخص، خطا تا حد امکان کاهش یافت. درصد پوشش برای هر لایه‌ای که در آن پوشش کل ۵ درصد یا بیشتر بود تخمین زده شد و پوشش کمتر از یک درصد در نظر گرفته نشد. آزمون غالبیت نسبت به سایر روش‌های نمونه‌گیری نسبتاً آسان‌تر و سریع‌تر است و از نتایج خوبی برخوردار است. آزمون غالبیت برای تعیین اینکه آیا گیاهان شاخص تالاب ۵۰ درصد یا بیشتر از جامعه رویشی را تشکیل می‌دهند یا خیر، مورداستفاده قرار می‌گیرد. درنهایت جامعه‌ای از گیاهان که ۵۰ درصد سطح پوشش را تشکیل می‌دهند به‌عنوان گونه‌ی غالب شناسایی می‌شوند که می‌تواند گیاهان تالابی، اختیاری و یا خشکی باشد (Jackson, 1995). بدین منظور پس از شناسایی گونه‌های گیاهان و تخمین درصد پوشش هر یک در لایه‌ی مربوطه، گیاهان غالب در محل نمونه‌گیری در امتداد ترانسکت به کمک محاسبه درصد نسبی پوشش شناسایی شدند. سپس، با توجه به فهرست گونه‌های گیاهی شناسایی‌شده و شناسایی شاخص تالابی آن‌ها، جامعه گیاهی تالابی و یا غیر تالابی تفکیک گردید. تمام گیاهانی که در گروه‌های OBL، FACW، FACW و +FAC قرار گرفتند، گیاهان تالابی در نظر گرفته شدند.

جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی از تفسیر رقومی و پردازش NDVI در تصاویر ماهواره‌ای در این روش پیکسل‌های موجود در تصویر به دوطبقه‌ی گیاهان و سایر پدیده‌ها با استفاده از ویژگی‌های طیفی گیاهان 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. ماهواره‌ها انعکاس پدیده‌های زمینی را ثبت می‌کنند و هرچه گیاهان بیشتر و یا متراکم‌تر باشند انعکاس قرمز کمتر و انعکاس مادون‌قرمز نزدیک بیشتر است (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). درنتیجه، بیشترین بازتاب نور مادون‌قرمز نزدیک توسط پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک است (McFeeters, 1996). بنابراین، از تفاضل انعکاس نور قرمز (Red) و انعکاس نور مادون‌قرمز نزدیک (NIR) و تقسیم‌بر حاصل جمع این دو باند شاخصی به دست می‌آید (رابطه ۱) که در آن پوشش گیاهی قابل‌تفکیک است (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸).

رابطه ۱: $$NDVI= (NIR – Red)/ (NIR + Red)$$

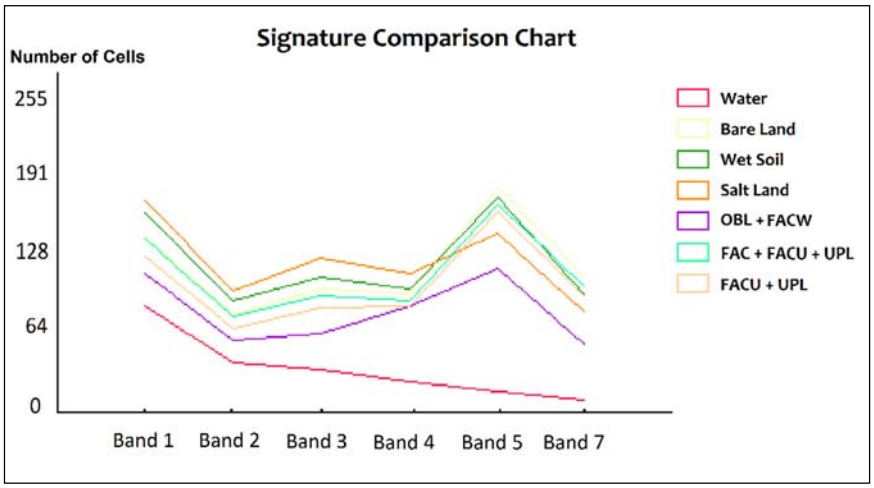
NDVI و یا شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی به‌عنوان شاخص گیاهی مورداستفاده در این روش، با استفاده از باند ۳ و ۴ سنجنده TM ماهواره لندست، از طریق معادله ۱ و با استفاده از ماژول VEGINDEX در نرم‌افزار ایدریسی تهیه شد.

تصاویر ماهواره‌ای و تصمیم‌گیری در مورد تعلق پیکسل‌ها به هر طبقه به کمک تفسیر بصری نیز قابل انجام است و می‌تواند مکمل روش‌های خودکار

بالاتری نسبت به تصاویر با تن خاکستری هستند (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۱). بدین منظور، در این پژوهش از باند ۴، ۳ و ۲ سنجنده TM استفاده شد. ازآنجاکه گیاهان وابسته به آب در محدوده تالاب، مانند نیزارها جزو گیاهان خشبی و پاره‌ای دیگر جزو گیاهان علفی طبقه‌بندی باشد. برای سهولت جداسازی پدیده‌ها در این روش، از ترکیب‌های رنگی مجازی متفاوتی که در هریک از آن‌ها پدیده خاصی از سایر پدیده‌ها متمایز می‌شود، استفاده می‌گردد. برای تفکیک پوشش گیاهی از سایر پدیده‌ها، از باند ۴ (مادون‌قرمز نزدیک) به‌عنوان قرمز، باند ۳ (قرمز) به‌عنوان رنگ سبز و باند ۲ (سبز) به‌عنوان رنگ آبی تحت عنوان مد ۴۳۲= RGB (Red Green Blue) استفاده می‌شود (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۹۱). زیرا در این ترکیب علاوه بر قابلیت جداسازی پوشش گیاهی از سایر پدیده‌ها، خود پوشش گیاهی نیز به دو بخش علفی و خشبی قابل‌تفکیک است (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰) و تصاویر رنگی ازنظر توانایی چشم ازلحاظ تفسیر چشمی و تفکیک پدیده‌های مختلف، دارای کیفیت قرار می‌گیرند، تفکیک با استفاده از این ترکیب رنگی در مطالعه حاضر به شکل نسبی کمک‌کننده بوده است.

به‌منظور طبقه‌بندی به روش نظارت‌نشده، از ۶ باند (۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷) سنجنده TM ماهواره لندست ۵ مربوط به ۱۸ جولای سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰) استفاده شد. قبل از تعیین تعداد طبقات در ISOCLUST، با توجه به شناختی که از منطقه و پوشش اراضی موجود است، برآوردی از تعداد کاربری و پوشش زمین به دست آمد. همچنین، هیستوگرام تصویر این امکان را می‌دهد که بتوان تفاوت توزیع سلول‌ها در کلاس‌های مختلف با توجه به سطح تعمیم را مشاهده کرد، درنتیجه، با بررسی هیستوگرام تصویر، خوشه‌هایی با بیشترین تعداد سلول تعیین گردیدند (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). بر اساس شناخت منطقه ۷ طبقه مدنظر قرار گرفت ولی بر اساس هیستوگرام حاصل، ۲۰ طبقه اولیه برای این تصویر در نظر گرفته شد تا بدین‌صورت دقت طبقه‌بندی افزایش یابد. در این حالت تعدادی از طبقات حذف و تعدادی با یکدیگر تلفیق شدند و درنهایت نقشه حاصل دارای هفت‌طبقه مشخص بود.

نخست بر اساس نمونه‌گیری و بازدید میدانی، کاربری‌ها و پوشش زمین با استفاده از رقومی‌گر مشخص شد. در این روش به کمک داده‌های ثبت‌شده از گیاهان غالب در هر یک از ۵۰ نمونه زمینی با که با دستگاه GPS ثبت شد، هفت‌طبقه شناسایی و معرفی شد. با تفکیک آب، زمین‌های بایر، دریاچه‌ها و زمین‌های شور و نمکی و زمین‌های مرطوب که نشان از آبگیری در ماه‌های قبل است، سه‌طبقه باقی‌مانده گیاهان پیرامون تالاب در نظر گرفته شد. بر اساس گیاهان غالب ثبت‌شده و شاخص تالابی آن‌ها، این سه‌طبقه، به گیاهان تالابی و اختیاری تالاب (OBL، FACW)، گیاهان اختیاری و غیر تالابی (FAC، FACU) و گیاهان غیر تالابی (UPL، FACU) تعلق گرفت. سپس، نشان طیفی ویژه هریک از اراضی از طیف‌های تصویر استخراج گردید و قابلیت جداسازی آن‌ها بررسی شد (شکل ۳). هنگامی‌که نمودار طیفی پدیده‌ها در حداقل دو باند از هم جدا و دور باشند، می‌تواند استدلال نمود که پدیده‌ها قابل‌تفکیک هستند (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸).



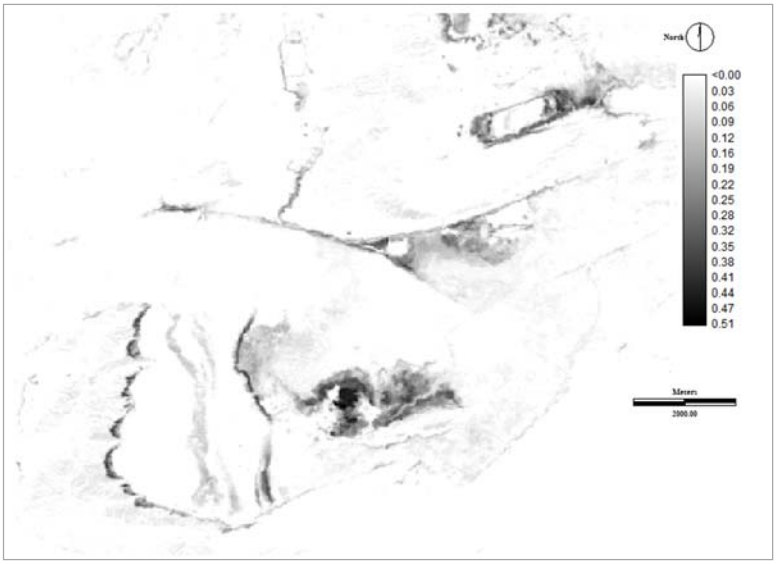
شکل ۳: نمودار مقایسه میانگین نشان‌های طیفی هر یک از طبقات اراضی و پوشش زمین، بر اساس مقدار پیکسل در هر یک از باندهای تصاویر لندست.

به‌منظور طبقه‌بندی به روش نظارت‌شده، از روش Maxlike استفاده شد. در این روش با استفاده از نقشه نقاط نمونه‌گیری زمینی تهیه‌شده، کاربری اراضی و پوشش زمین در هفت‌طبقه مشخص‌شده، شناسایی شد.

دقت نقشه حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نقش بسیار مهمی دارد. به دلیل اینکه این نقشه ممکن است در برنامه‌ریزی و مدیریت محیطی استفاده شود، باید میزان دقت و قابلیت اعتماد این نقشه‌ها مشخص شود. برای بررسی دقت طبقه‌بندی از ماتریس خطای طبقه‌بندی و شاخص کاپا استفاده شد. برای محاسبه ماتریس خطا از ۳۰ درصد نمونه‌برداری منطقه‌ای، به‌عنوان شواهد زمینی استفاده شد. صحت کلی برابر با نسبت تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی‌شده یک طبقه به‌کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی‌شده در تمامی طبقات است (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). ماتریس خطا میزان تطابق هر کلاس طبقه‌بندی‌شده را با واقعیت زمینی نشان می‌دهد و در آن می‌توان میزان اشتباه قرار گرفتن یک طبقه را در طبقات دیگر مشاهده کرد. قطر ماتریس خطا درصد طبقات درست طبقه‌بندی‌شده و سایر سلول‌های آن میزان خطای افزودن غیرواقعی به میزان واقعی پدیده (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) و خطای حذف غیرواقعی از میزان واقعی پدیده (ستون هر طبقه در ماتر یس خطا) را نشان می‌دهد. ضریب کاپا نیز تشریح کننده میزان تطابق کلی بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت زمینی است. در این پژوهش نیز نتایج حاصل از ارزیابی نقشه طبقه‌بندی‌شده به روش نظارت‌شده و نظارت‌نشده، به‌صورت جدول تهیه گردید و برای هر یک صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه شد.

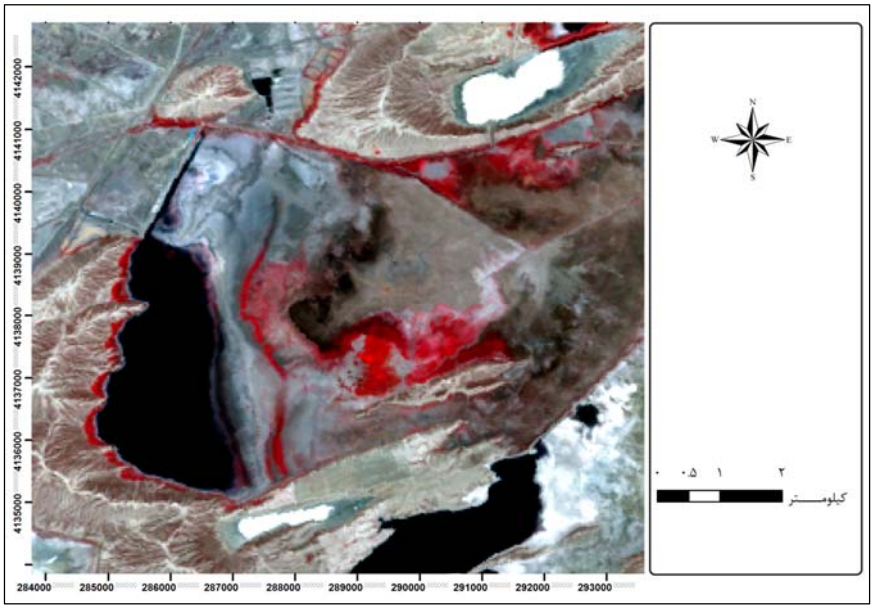
نتایج

بر اساس آنچه گفته شد، مقادیر مثبت یدست آمده از شاخص NDVI گیاه در نظر گرفته شد. با تفکیک مقادیر مثبت و منفی در این تصویر، گیاهان از سایر پدیده‌ها جدا شدند. از این طریق، مناطق دارای پوشش گیاهی برای سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰) شناسایی شد که در شکل ۴ نشان داده‌شده است.



شکل ٤: تصویر NDVI، سنجنده لندست ٥ TM، ۱۸ جولای سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰).

در شکل ۵ تصویر رنگ مجازی منطقه ارائه‌شده است. بر این اساس، آب، نیزارها و گزهای سبز و خشک، گیاهان علفی (عموماً غیر تالابی)، گل‌ولای، اراضی نمکی و اراضی بایر پدیده‌های قابل‌تفکیک سطح منطقه به شکل چشمی هستند.



شکل ٥: تصویر رنگ مجازی سنجنده لندست TM٥، ۱۸ جولای سال ۲۰۱۱ (۱۳۹۰).

قبل از انجام محاسبات مربوط به جامعه گیاهان تالابی، گیاهان پیرامون تالاب در امتداد هر ترانسکت شناسایی و شاخص تالابی برای هر یک از آن‌ها تعیین گردید (جدول ۲).

جدول ۲: فهرست گیاهان نمونه‌گیری شده و شاخص تالابی آن‌ها.

شماره	گونه‌های گیاهی		شاخص تالابی
	نام فارسی	نام علمی	
۱	خارشتر	*Alhagi camelorum*	UPL
۲	آتریپلیکس	*Atriplex canescens*	UPL
۳	درمنه سفید (درمنه دشتی)	*Artemisia herba-alba*	UPL
۴	درمنه	*Artemisia vulgaris*	UPL
۵	گل ستاره	*Aster altaicus*	FACW
۶	سلمه تره سفید	*Chenopodium album*	FAC
۷	شب‌بوی شوره‌زار	*Chriospora toneiure*	UPL
۸	شمعدانی متعفن (قیطران)	*Erodium cicutarium*	UPL
۹	فرفیون ترکمنی	*Euphorbia turkemanarum*	UPL
۱۰	فرانکنیای کرکدار	*Frankenia hirsuta*	FAC
۱۱	بره تاغ	*Halocnemum strobilaceum*	FACU
۱۲	سنبله نمکی	*Halostachys caspica*	FAC
۱۳	جگن شوره زار (جگن سخت)	*Juncus maritima*	FACW
۱۴	جارو ترکمنی (جارو زرد)	*Kochia arenaria*	FAC
۱۵	جارو ترکمنی (بهمنی)	*Limonium reniformis*	FACW
۱۶	جارو ترکمنی	*Limonium vulgare*	FACW
۱۷	گاو زبان	*Onosma sp*	UPL
۱۸	علف خونی (خونی واش)	*Phalaris minor*	UPL
۱۹	نی کوچک- نی قلم	*Phragmites australis*	OBL
۲۰	بارهنگ پنچه غازی	*Plantago coronopus*	FAC
۲۱	چمن تکمه‌ای (چمن پیاز دار)	*Poa bulbosa*	UPL
۲۲	ترشک	*Rumex sp*	UPL
۲۳	سیاه تنگرس- تنگس	*Rhamnus pallasii*	UPL
۲۴	قلیا	*Salicornia herbacea*	FACW
۲۵	علف شور- کنگان بوته	*Salsola dendroides*	FAC
۲۶	علف شور	*Salsola orientalis*	UPL
۲۷	سویده شور	*Suaeda maritima*	FAC
۲۸	گز بنفش-درختچه ای	*Tamarix ramosissima*	FACW
۲۹	گز سفید پنبه‌ای	*Tamarix gallica*	FACW
۳۰	خرگوشک- گل ماهور	*Verbascum soongaricum*	UPL
۳۱	اسپند	*Peganum harmala*	UPL
۳۲	علف حصیر	*Cyperus longus*	FACW
۳۳	پرطاووسی	*Myriophyllum spicatum*	OBL
۳۴	مرغ شور	*Aeluropus lagopoides*	UPL
۳۵	واهو	*Aizon maritima*	UPL
۳۶	زنجره	*Zingeria sp*	UPL

شماره	گونه‌های گیاهی		شاخص تالابی
	نام فارسی	نام علمی	
۳۷	علف مار	*Capparis spinosa*	UPL
۳۸	سلمه تره،	*Chenopodium album*	UPL
۳۹	دم روباهی	*Imperata cylindrica*	UPL
۴۰	علف جو	*Hordeum leporinum*	UPL

پس از اتمام بررسی هر ترانسکت و تخمین درصد پوشش زمین و تفکیک گونه‌های گیاهی در هر یک از نقاط، درصد پوشش نسبی هرگونه محاسبه گردید. بر اساس شاخص تالابی گیاهان، از مجموع درصد نسبی گونه‌هایی که در گروه‌های OBL و FACW قرار گرفتند، درصد نسبی کل گیاهان تالابی، گونه‌های واقع در گروه FAC درصد نسبی کل گیاهان منطقه بینابینی تالاب و خشکی و گونه‌هایی که در گروه‌های FACU و UPL قرار گرفتند، درصد نسبی کل گیاهان خشکی هر نقطه در طول ترانسکت‌ها را نشان دادند. نمونه‌ای از این محاسبات برای ترانسکت یک در جداول ۳ و ۴ قابل‌مشاهده است. بدین ترتیب در هر محدوده‌های نمونه‌گیری درون ترانسکت‌ها گیاهان غالب و شاخص تالابی آن‌ها شناسایی شد.

جدول ۳: تخمین درصد پوشش نسبی گیاهان در ترانسکت ۱.

نقاط	نام فارسی	نام علمی	شاخص تالابی	درصد پوشش	پوشش نسبی %
۱۰۱					
	جارو ترکمنی- بهمنی	*Limonium reniformis*	FACW	۳۸	۱۳/۵
	نی کوچک- نی قلم	*Phragmites australis*	OBL	۳۸	۱۳/۵
	سویده شور	*Suaeda maritima*	FAC	۳	۱/۱
	سنبله نمکی	*Halostachys caspica*	FAC+	۶۳	۲۲/۴
	بره تاغ	*Halocnemum strobilaceum*	FACU	۳۸	۱۳/۵
	گز سفید پنبه‌ای	*Tamarix gallica*	FACW	۳۸	۱۳/۵
	گز درختچه‌ای	*Tamarix ramosissima*	FACW	۶۳	۲۲/۴
			جمع	۲۸۱	
۱۰۲					
	خارشتر	*Alhagi camelorum*	UPL	۶۳	۶۱/۲
	سویده شور	*Suaeda maritima*	FAC	۲۰,۵	۱۹/۹
	فرانکلینای کرکدار	*Frankenia hirsuta*	FAC	۳	۲/۹
	آتریپلیکس	*Atriplex canescens*	UPL	۳	۲/۹
	بره تاغ- تیره علف شور	*Halocnemum strobilaceum*	FACU	۳	۲/۹
	گز درختچه‌ای	*Tamarix ramosissima*	FACW	۱۰,۵	۱۰/۲
			جمع	۱۰۳	
۱۰۳					
	چمن و گلسنگ	-	UPL	۸۵,۵	۰

نقاط	نام فارسی	نام علمی	شاخص تالابی	درصد پوشش	پوشش نسبی ٪
	درمنه	*Artemisia vulgaris*	UPL	۳۸	۳۰
	سویده شور	*Suaeda maritima*	FAC	۳	۲/۴
			جمع	۱۲۶,۵	
۱۰۴					
	چمن و گلسنگ	-	UPL	۷۳	۰
	درمنه	*Artemisia vulgaris*	UPL	۳	۳/۵
	شمعدانی متغفن (قیطران)	*Erodium cicutarium*	UPL	۳	۳/۵
	درمنه سفید (درمنه دشتی)	*Artemisia herba-alba*	UPL	۳	۳/۵
	آتریپلیکس	*Atriplex canescens*	UPL	۳	۳/۵
			جمع	۸۵	
۱۰۵					
	چمن و گلسنگ		UPL	۱۰۰	۰

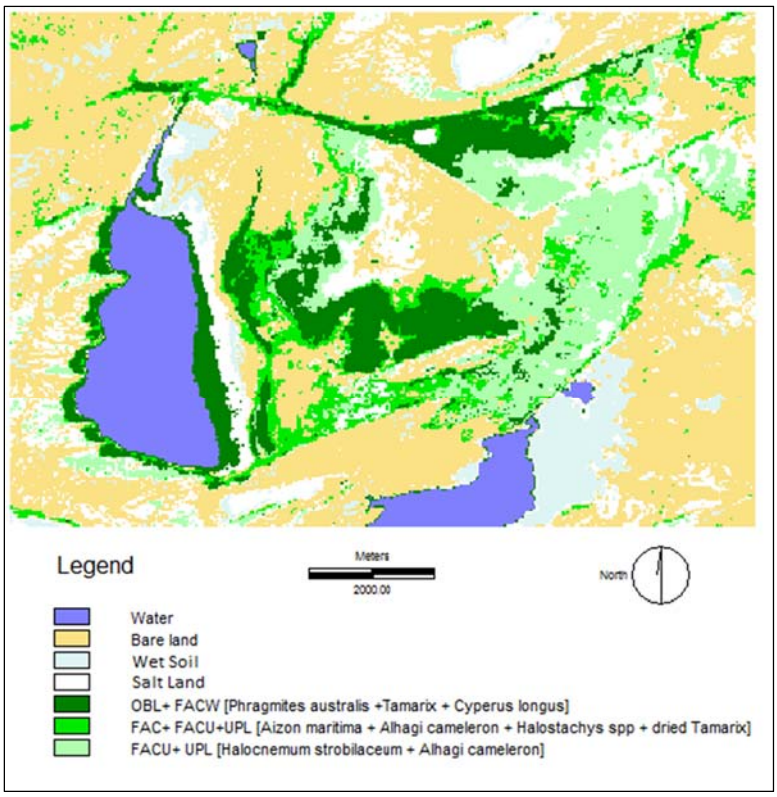
جدول ٤: درصد نسبی پوشش زمین بر اساس شاخص گیاهان تالابی در امتداد ترانسکت ۱.

نقاط		۱۰۱	۱۰۲	۱۰۳	۱۰٤	۱۰۵
طبقات شاخص تالابی	فاصله (متر)	۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰
تالابی	OBL & FACW	۶۳	۱۰	۰	۰	۰
بینابینی	FAC	۲۳	۲۳	۲	۰	۰
غیر تالابی	FACU & UPL	۱۴	۶۷	۳۰	۱۴	۰

تنوع گونه‌های غالب گیاهی در تالاب آلاگل که در یک منطقه صحرایی واقع است به نسبت کم است، اما عموماً درختچه‌های گز، نی در حاشیه تالاب آلاگل و دیگر گیاهان شورپسند و خشکی‌زی مانند اسپند، خارشتر، واهو و علف شور در پیرامون منطقه، گیاهان غالب را تشکیل می‌دهند.

بر اساس بازتاب طیفی هر پدیده در نرم‌افزار ایدریسی (IDRISI Kilimanjaro)، طبقه‌بندی به هر دو روش نظارت‌نشده و نظارت‌شده، با استفاده از باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ سنجنده TM ماهواره لندست، انجام گردید. درنهایت نقشه پوشش گیاهی (شکل ۶) تهیه شد. بر اساس نتایج نقشه پوشش گیاهی، می‌توان رویشگاه‌های تالاب آلاگل را در سه گروه گیاهان تالابی (OBL، FACW)، گیاهان تالابی اختیاری (FAC، FACW) و گیاهان غیر تالابی اختیاری و غیر تالابی (UPL، FACU) طبقه‌بندی کرد.

در منطقه موردمطالعه پنج گروه از اراضی و سه گروه گیاهی تشخیص داده شد. در جداول ۵ و ۶ ماتریس خطای طبقه‌بندی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای Landsat5 TM نشان داده‌شده است. در این جداول، اعداد واقع بر روی قطر اصلی نشان‌دهنده پیکسل‌هایی هستند که صحیح طبقه‌بندی‌شده‌اند و سایر اعداد، نشان‌دهنده پیکسل‌هایی است که اشتباه طبقه‌بندی‌شده‌اند و با دو نوع خطای حذف و اضافی غیرواقعی ارزیابی می‌گردد.



شکل ٦: نقشه طبقه‌بندی پوشش گیاهی تالاب آلاگل، بر اساس شاخص گیاهان تالابی برای سال ۲۰۱۱.

جدول ۵: ماتریس خطا، صحت کلی و ضریب کاپا برای نتایج به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده.

طبقات نقشه طبقه‌بندی‌شده	واقعیت زمینی							Errors of Commission
	آب	زمین‌های بایر	خاک غرقآب	اراضی نمک	OBL and FACW	FAC and FACU	FACU and UPL	
آب	۵۷۵۳	۰	۱	۰	۶	۰	۰	۰
زمین‌های بایر	۰	۴۵۷۴	۶۵۵	۱۲۶۳	۵۷۹	۳۴۸	۷۸۷	۰/۴۴
خاک غرقآب	۰	۲	۳۱۳	۴۱	۰	۰	۰	۰/۱۲
اراضی نمک	۰	۰	۰	۴۷۱	۰	۰	۰	۰
OBL and FACW	۰	۰	۰	۵	۶۱۸	۱	۳۴۱	۰/۳۶
FAC and FACU	۱۲	۰	۲	۰	۱۹۰	۰	۰	۱
FACU and UPL	۱	۰	۰	۰	۴۵۰	۰	۰	۱
Errors of Omission	۰	۰	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۶۶	۱	۱	

صحت کلی: ۷۱/۱ ٪ ضریب کاپا: ۰/۶۱

جدول ٦: ماتریس خطا، صحت کلی و ضریب کاپا برای نتایج به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی نظارت‌شده.

طبقات نقشه طبقه‌بندی‌شده	واقعیت زمینی							Errors of Commission
	آب	زمین‌های بایر	خاک غرقآب	اراضی نمک	OBL and FACW	FAC and FACU	FACU and UPL	
آب	۵۷۵۳	۰	۱	۰	۶	۰	۰	۰
زمین‌های بایر	۰	۳۵۷۷	۱۲۶	۲۳۷	۴۱	۱۲	۱۴۸	۰/۱۴
خاک غرقآب	۰	۱۹۹	۸۰۳	۱۹۷	۲۶	۱	۳	۰/۳۵
اراضی نمک	۰	۲۳	۱۰	۶۱۴	۱	۰	۳	۰/۰۶
OBL and FACW	۱۳	۱۱	۳	۲۸	۱۵۶۶	۶	۱۹	۰/۰۵
FAC and FACU	۰	۲۳	۲۷	۴	۱۳۵	۳۰۶	۲۱	۰/۴۱
FACU and UPL	۰	۷۴۳	۱	۷۰۰	۶۸	۲۴	۹۳۴	۰/۶۲
Errors of Omission	۰	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۶۶	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۷	

صحت کلی: ۸۲/۵ ٪ ضریب کاپا: ۰/۷۸

بحث و نتیجه‌گیری

رطوبت خاک در تالاب، از مناطقی که به‌طور دائم تحت آب‌گرفتگی هستند تا محدوده‌ای که فقط خاک آن اشباع‌شده و یا در زمان نسبتاً کوتاهی در طول فصل رشد آب‌گرفته می‌شود متغیر است. گونه‌های گیاهی با درجات مختلفی از وابستگی به رطوبت در محیط تالابی و پیرامون آن سازگاری و تکامل‌یافته‌اند. گرچه برخی از گونه‌های گیاهی تنها در رویشگاهی که در تمام طول سال مرطوب است رشد می‌کنند، بسیاری از گیاهان تالاب توانایی تحمل طیف وسیعی از شرایط آب‌شناختی رادارند و ممکن است در مناطق غیر تالابی نیز به‌خوبی رشد کنند (Tiner, 1993) . شاخص گیاهان تالابی، گیاهان وابسته به آب (آب‌دوست یا نم‌پسند) یا خاک اشباع‌شده را تعیین می‌کند. ازاین‌رو، ضرورت تهیه نقشه پوشش گیاهی بر اساس شاخص تالاب، یکی از معیارهای موردنیاز مرزبندی اکولوژیکی تالاب، خصوصاً در مرزبندی سریع، محسوب می‌شود.

پژوهش حاضر، اولین مطالعه‌ای است که به شناسایی و طبقه‌بندی گیاهان اکوسیستم آبی و خشکی تالاب بر اساس شاخص تالابی پرداخته‌شده است. این روش طبقه‌بندی و نقشه‌سازی گیاهان، خصوصاً به‌منظور مرزبندی تالاب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و تاکنون تمام مطالعات صورت گرفته در مناطق تالابی ایران، به طبقه‌بندی فلوریستیک و اجتماعات گیاهان آبزی پرداخته‌اند. همچنین، تاکنون مطالعه‌ای جهت طبقه‌بندی و نقشه‌سازی گیاهان تالاب بین‌المللی آلاگل صورت نگرفته است و تنها در پژوهشی که توسط قربانی و همکاران در سال ۱۳۸۹ صورت گرفته است، با روش طبقه‌بندی ماکزیمم احتمال، تالاب آلاگل را در شش طبقه‌ی آب، اراضی نمکی، اراضی بایر، پوشش گیاهی تراکم کم، پوشش گیاهی تراکم متوسط و پوشش گیاهی تراکم زیاد طبقه‌بندی‌شده است. ازاین‌رو، این مطالعه در سطح منطقه نیز حائز اهمیت است.

در این پژوهش، طبقه‌بندی نظارت‌نشده، نقشه‌ای با ۲۰ طبقه تولید کرد. مطالعات میدانی نشان داد که تمام طبقات نقشه تهیه‌شده از طبقه‌بندی تصویر به این روش در زمین دیده نمی‌شوند. تصاویر NDVI می‌تواند به‌خوبی تغییرات پوشش زمین را شناسایی و نقشه‌سازی کند (Amjad *et al.*, 2013). نتایج نمونه‌گیری زمینی و تعیین صحت نقشه‌ها موکد این امر بود که بررسی اولیه پوشش گیاهی با شاخص NDVI نتیجه‌ی نزدیک‌تری به واقعیت زمینی دارد. ازاین‌رو، با آگاهی از پوشش زمین و کاربری‌ها به کمک نمونه‌برداری زمینی و نیز تصویر رنگ مجازی و

NDVI، بیشتر طبقات با یکدیگر ادغام شدند. تعداد طبقات بر اساس هیستوگرام طیفی تعیین شد. نتایج نشان داد، ضریب کاپای نقشه تولیدشده با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده ۰/۶۱ است. در این پژوهش، به دلیل رفتار بازتابی مشابه پوشش گیاهی اطراف تالاب، صحت تفکیک گیاهان با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده کمتر از روش نظارت‌شده به دست آمد. درروش طبقه‌بندی نظارت‌شده، تفکیک گیاهان بیشتر امکان‌پذیر بود. ماتریس خطای تهیه‌شده برای نقشه کاربری و پوشش اراضی منطقه به این روش، با ضریب کاپای ۰/۷۸، از دقت قابل قبولی برخوردار است. طبقات FAC and FACU و FACU and UPL به دلیل رفتار بازتابی مشابه پوشش گیاهی، دارای بیشترین خطای طبقه‌بندی هستند. بااین‌حال، نقشه طبقه‌بندی نظارت‌نشده با دارا بودن تعداد زیاد طبقات، کمک می‌کند حاشیه کاربری‌ها به‌عنوان یک طبقه مجزا در نظر گرفته شود تا با دقت بیشتری در طبقه‌بندی نهایی در نظر گرفته شود (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). درنتیجه، استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌نشده در کنار طبقه‌بندی نظارت‌شده سودمند خواهد بود.

در تالاب‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، پراکنش گیاهان محدودتر و تغییرات گونه‌های گیاهان در گرادیانی از تالاب به سمت خشکی، در فواصلی کمتر از ۳۰ متر نیز اتفاق می‌افتد. درنتیجه، ازجمله مشکلات این نوع طبقه‌بندی‌ها محدودیت دستیابی به تصاویر ماهواره‌ای باقدرت تفکیک مکانی بیشتر است. از طرفی، دقت طیفی فوق‌العاده لندست، می‌تواند تا حدی قدرت تفکیک مکانی را جبران کند (Harvey and Hill, 2001). حساسیت باندهای ۲ (سبز)، باند ۳ (قرمز)، گروه ۴ (مادون‌قرمز نزدیک، NIR)، و ۵ (مادون‌قرمز میانی، MIR) در لندست TM، می‌تواند طبقه‌بندی دقیق‌تری نسبت به تصاویر SPOT ارائه کند (Ringrose *et al.*, 2003). نتایج پژوهش حاضر موکد این موضوع است که تصاویر لندست در کنار نمونه‌گیری زمینی، نقشه‌های نسبتاً دقیقی ارائه می‌دهند که در تحقیقات دیگر نیز، مورد تأیید قرارگرفته است (اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۰، قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).

بر اساس نتایج این پژوهش، محدوده گیاهان تالابی (OBL، FACW) حاشیه مجاور تالاب با پوشش گیاهی بسیار محدود است ولی در بعضی از قسمت‌ها به‌ویژه در شرق تالاب گیاهان گز و نی به‌طور خیلی پراکنده در آن دیده می‌شود که در فصول غیر رشد نی‌ها اکثراً باقیمانده زمان فصل رویش هستند. زمین سطح همواری دارد و با افزایش میزان آب دریاچه، به‌ویژه در فصل زمستان و اوایل بهار از آب پوشیده می‌شود. محدوده گیاهان تالابی اختیاری (FAC، FACW) رویشگاه جامعه گز و فرانکنیای کرکدار مربوط به زمین‌های مجاور تالاب یا آبراهه‌ایی است که درنتیجه انشعاب کانال‌های منشعب از رود اترک و آبراهه‌های سطحی که از تپه‌های اطراف غرب و جنوب تالاب به تالاب روان می‌شوند، به وجود آمده‌اند. در اینجا میزان املاح و نمک‌های خاک تحت تأثیر آب کانال و آبراهه‌ها به نسبت کم شده و رویشگاه مناسبی را برای رشد انواع گونه‌های گز فراهم می‌کند. محدوده گیاهان غیر تالابی اختیاری و غیر تالابی (UPL، FACU) رویشگاه جامعه درمنه، خارشتر، اسپند و تیره علف شور است که خاک آن کمتر تحت تأثیر آب زیرزمینی و شوری تالاب است. این رویشگاه بیشتر در تپه‌ماهورهای اطراف تالاب در غرب و جنوب تالاب وجود دارد. همچنین، مناطق شرقی که تیره علف شور غالبیت دارند و خاک آن بیشتر تحت تأثیر آب کانال‌های آب ورودی تالاب در شرق تالاب است. درمجموع، نقشه‌ی کلی پوشش گیاهی، با نتایج حاصل از پژوهش قربانی و همکاران (۱۳۸۹) همخوانی دارد.

مهم‌ترین تأثیرات انسانی بر اکوسیستم‌های تالابی احداث سد روی جریان‌های ورودی تالاب و یا ایجاد سد و جریان خروجی آب (خصوصاً در تالاب‌های داخلی مناطق خشک، مانند تالاب آلاگل)، تعرض به مناطق تالابی و پیشروی زمین‌های زراعی و باغ‌ها، تأثیر کود و سم ناشی از زمین‌های زراعی اطراف، تغییر در محیط‌زیست تالاب به نفع صنایع و نظایر آن است. پوشش گیاهی تالاب نقش کلیدی در عملکرد محیط‌زیستی محیط تالاب ایفا می‌کند. تکنیک‌های سنجش‌ازدور اطلاعات نسبتاً دقیقی برای مدیریت پایدار و مؤثر پوشش گیاهی تالاب ارائه می‌کنند (Adam *et al.*, 2009).

تهیه این‌گونه نقشه‌ها قابلیت‌های زیادی برای مدیریت و کمک به اهداف حفاظتی دارند (جلیلی و همکاران، ۱۳۸۸). دستیابی و به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای مختلف برای بررسی آن‌ها چه به لحاظ قدرت تفکیک مکانی و چه قدرت تفکیک طیفی، نقشه‌های پوشش گیاهی دقیق‌تری در مقیاس بزرگ‌تر و با جزییات بیشتر ارائه خواهد کرد.

با تهیه تغییرات زمانی نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی با دقت بالا، می‌توان به روند تغییرات در تالاب‌ها و بررسی روند مدیریت پی برد و مهم‌تر از آن، با مرزبندی اکولوژیکی درست‌تر تالاب‌ها ضمن حفاظت مؤثرتر ازنظر بوم‌شناختی و جلوگیری از تغییر کاربری و تصرف آن‌ها، با تعیین حدود مناطق مناسب برای برخی از استفاده‌های انسانی، مبنایی مناسب برای رفع اختلاف میان استفاده‌کنندگان از مناطق هم‌جوار و حفاظت از تالاب به دست می‌آید.

سپاسگزاری

نگارنده بر خود لازم می‌داند از خانم مهندس لیلا دباغ به خاطر همکاری در انجام این پژوهش و محیط‌بانان گرامی و صبور تالاب بین‌المللی آلاگل خصوصاً از آقای مهندس یوسف بهلکه به خاطر تمام همکاری‌های ایشان در تالاب بین‌المللی آلاگل، سپاسگزاری نماید.

منابع

اسدالهی، ز.، دانه‌کار، ا. و علیزاده شعبانی. ا.، ۱۳۹۰. بررسی آرایش افقی و پهنه‌بندی پوشش گیاهی تالاب چغاخور. رستنیها. جلد ۱۲ (۱). صفحات ۱۳-۲۹.

بهروزی راد، ب.، ۱۳۸٦. تالاب‌های ایران. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۷۹۸ ص.

جلیلی، ع. و همکاران. ۱۳۸۸. شناسایی الگوهای اکولوژیکی حاکم بر پوشش گیاهی تالاب انزلی و نقش آن‌ها در مدیریت اکوسیستم. مجله علوم دانشگاه تهران. جلد ۳۵. شماره اول. صفحات ۵۱-۵۷.

رحیمی بلوچی، ل.، زرع‌کار، آ. و ملک محمدی، ب.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات زیست محیطی با استفاده از سنجش از دور و شاخص کیفیت آب (مطالعهٔ موردی: تالاب بینالمللی شادگان). کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی.سال سوم. شماره ۴. صفحات ۴۳-۵۵.

زبردست، ل. و جعفری، ح.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائه‌ی راه حل مدیریتی. محیط شناسی. شماره ۵۷. صفحات ۵۷- ۶۴.

سفیدیان، س.، سلمان ماهینی، ع.، میرکریمی، ح. و حسن عباسی، ن.، ۱۳۹۱. بررسی تغییرات پهنه‌ی آبی تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل با استفاده از شاخص MNDWI. ششمین کنفرانس ملی روز جهانی محیطزیست. تهران.

سلمان ماهینی، ع. و کامیاب، ح.، ۱۳۸۸. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. مهر مهدیس. ۶۰۸ ص.

سلمان ماهینی، ع.، نادعلی، آ.، فقهی، ج. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۱. طبقه بندی مناطق جنگلی استان گلستان به روش حداکثر احتمال با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ سال ۲۰۰۱. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۴، شماره ۳. صفحات ۴۷-۵۶.

عصری، ی. و افتخاری، ط.، ۱۳۸۱. معرفی فلور و پوشش گیاهی تالاب سیاه کشیم. محیط‌شناسی. شماره ۲۲. صفحات ۱-۱۹.

قربانی، ر. تقی پور، ع. ا. و محمودزاده، ح.، ۱۳۹۱. ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلماگل و آجی‌گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. سال ۲۳ ، پیاپی ۴۸ ، شماره ۴. صفحات ۱۶۷-۱۸۷.

کریمی، ز. ۱۳۸۹. بررسی فلور و پوشش گیاهی تالاب بین‌المللی گمیشان. زیست شناسی ایران. جلد ۲۳. شماره ۳. ص ۴۳۶-۴۴۷.

کیابی، ب.، قائمی، ر. و عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان. انتشارات اداره کل حفاظت محیطزیست استان گلستان. ۱۸۲ صفحات.

مخدوم، م.، درویش‌صفت، ع. ا.، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع. ر.، ۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۴ ص.

نجاری، ح.، ۱۳۸۲. تالاب بین‌المللی گاوخونی اصفهان. سازمان حفاظت محیطزیست. ۱۵۷ ص.

Adam, E., Mutanga, O. and Rugege, D., 2009. Multispectral And Hyperspectral Remote Sensing for Identification And Mapping of Wetland Vegetation: A Review. Wetlands Ecology and Management. 18: 281–296.

Amjad, A., Bie, C. A. J. M., Skidmorea, A. K., Scarrottc, R. G., Hamada, A., Venusa, V. and Lymberakisd, P., 2013. Mapping Land Cover Gradients through Analysis of Hyper-Temporal NDVI Imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 23, 301–312.

Browne, S., Crocoll, S., Goetke, D., Heaslip, N., Kerpez, T., Kogut, K., Sanford, S. and Spada, D., 1995. New York state freshwater wetlands delineation manual. US Government Printing Office. Washington, DC. 57p.

Harvey, K. R. and Hill, G. J. E., 2001. Vegetation Mapping of a Tropical Freshwater Swamp in The Northern Territory, Australia: A Comparison of Aerial Photography, Landsat TM and SPOT Satellite Imagery .Remote Sensing. 22(15): 2911–2925.

Jackson, S., 1995. Delineating Bordering Vegetated Wetlands under the Massachusetts Wetlands Protection Act. Massachusetts Department of Environmental Protection. Division of Wetlands and Waterways. 86p.

Marnewecke, G., Kotze, D. and Mackay, H., 1999. Guidelines for Delineating the Boundaries of a Wetland and the Zones within a Wetland in Terms Of the South African Water Act. Department of Water Affairs and Forestry, South Africa. 13p.

McFeeters, S. K., 1996. The Use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features. Remote Sensing, 17(7): 1425–1432.

Pettorelli, N. Vik, J. O. Mysterud, A. Gaillard, J. M. Tucker, C. J. and Stenseth, N. C., 2005. Using the Satellite-Derived NDVI to Assess Ecological Responses to Environmental Change. J. Trends in Ecology and Evolution. Vol.20 No.9.

Qulin, T., Shao, Y., Yang, S. and Wei, Q., 2003. Wetland Vegetation Biomass Estimation Using Landsat-7 ETM+ Data Geoscience and Remote Sensing Symposium. 4: 2629- 2631.

Ringrose, S., Vanderpost, C. and Matheson, W., 2003. Mapping Ecological Conditions in the Okavango Delta. Botswana Using Fine and Coarse Resolution Systems Including Simulated SPOT Vegetation Imagery. Int J Remote Sens 24:1366–5901.

Segal, D. S., Latham, P. J. and Best, G. R., 1987. Delineating a Wetland Boundary Using Vegetation, Soil and Hydrologic Characteristics: A Florida Cypress Dome Example. Wetland. 7: 51-58.

Tiner, R. W., 1993. The Primary Indicators Method- A Practical Approach to Wetland Recognition and Delineation in the United States. Wetlands. 13: 50-64.