

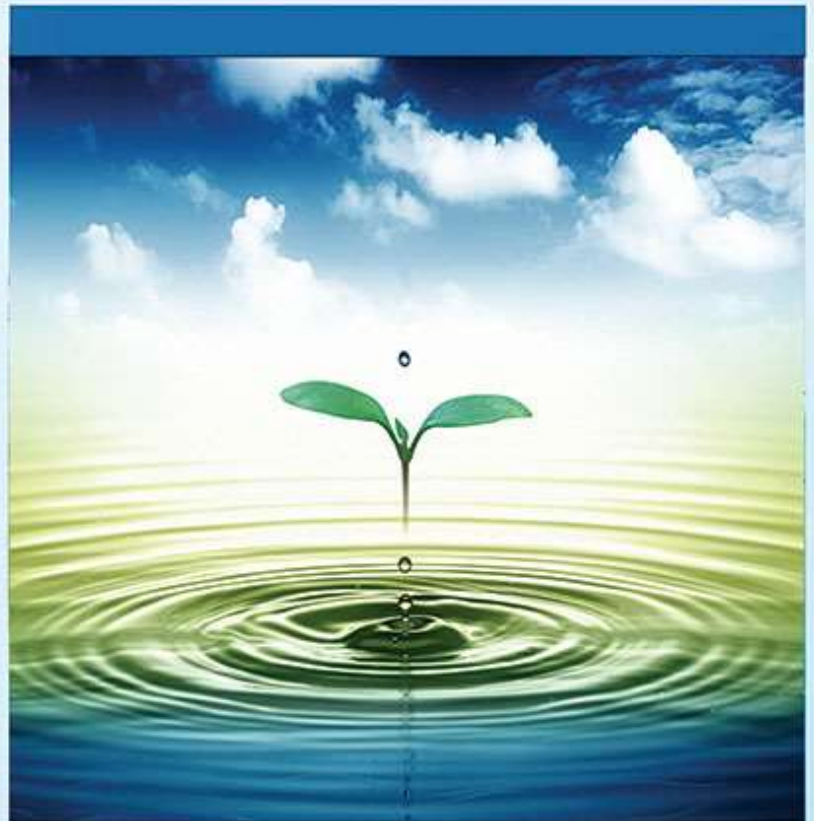
شناسایی تغییرات سطح نيزارهای درياچه زريوار بين سالهای ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ با استفاده از
تصاویر لندست TM و ETM+
جمیل امان‌اللهی، مرضیه صالحی، ندا رستمیان، هادیه مولوی و شهین مفاخری

دوره ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، صفحات ۳۹۰-۴۰۲

Vol. 2 (4), Winter 2016, 390 - 402

**Identification of Canebrake Level Changes of
the Zarivar Lake between 1984 to 2011 using
the Images of Landsat TM and ETM+**

Amanollahi J., Salehi M., Rostamiyan N., Maloodi H.
and Mafakheri Sh.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: امان‌اللهی ج.، صالحی م.، رستمیان ن.، مولوی ه. و مفاخری ش. (۱۳۹۵). شناسایی تغییرات سطح نيزارهای درياچه زريوار بين سالهای ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ با استفاده از تصاویر لندست TM و ETM+. محیط‌زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۴، صفحات: ۳۹۰-۴۰۲.

How to cite this paper: Amanollahi J., Salehi M., Rostamiyan N., Maloodi H. and Mafakheri SH. (2016). Identification of canebrake level changes of the Zarivar lake between 1984 to 2011 using the images of landsat TM and ETM+. J. Environ. Water Eng., 2(4), 390 - 402

شناسایی تغییرات سطح نيزارهای درياچه زريوار بين سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ با استفاده از تصاویر لندست TM و ETM+

جمیل امان‌اللهی^{۱*}، مرضیه صالحی^۲، ندا رستمیان^۲، هادیه مولوی^۲ و شهین مفاخری^۲

^۱ استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

*نویسنده مسئول: j.amanollahi@uok.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۳/۱۵]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۰۸/۳۰]

چکیده

در سال‌های اخیر سنجش از دور به صورت گسترده‌ای برای شناسایی تغییرات سطح رستنی‌های مختلف و طبقه‌بندی آنها به کار رفته است. موضوع افزایش سطح نيزارهای درياچه زريوار و خطرات آن برای زندگی موجودات آبی این درياچه به یکی از موارد مورد بحث تبدیل شده است. در این مطالعه برای شناسایی تغییرات سطح این نيزارها بين سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ از تصاویر ماهواره لندست TM و ETM+ استفاده شد. به این منظور نوارهای ۳، ۴ و ۵ تمامی تصاویر با خطای میانگین مربعات کمتر از یک پیکسل تصحیح هندسی شدند. برای شناسایی تغییرات پهنه آبی بر روی تصاویر ترکیبی به ترتیب از نوارهای ۵، ۴ و ۳ که در ماه‌هایی پر آب درياچه گرفته شده بودند طبقه‌بندی نظارت شده با معادله حداکثر احتمال اعمال شد. شاخص NDVI برای شناسایی تغییرات سطح نيزار بر روی تصاویر گرفته شده در ماه‌های کم‌آبی درياچه به کار رفت. نتایج نشان می‌دهد افزایش و کاهش سطح پهنه آبی درياچه و نيزارهای اطراف آن رابطه مستقیمی با میزان بارندگی مؤثر دارد و امکان دارد افزایش سطح در هر دو بخش نيزار و پهنه آبی همزمان رخ دهد. مطالعه نوار ساحلی بين پهنه آبی و نيزارهای درياچه با GPS و تصاویر ترکیبی نشان داد که این نوار در طول سه دهه گذشته نیز تغییر محسوسی نداشته است.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، شاخص NDVI، طبقه‌بندی، پهنه آبی، معادله حداکثر احتمال

۱- مقدمه

موضوع نیزارها در اکوسیستم‌های آبی که گیاهان ریشه در آب هستند همواره مورد بحث قرار گرفته، که آیا وجود آن‌ها برای این اکوسیستم‌ها ضروری است یا خیر. نی و انواع مشابه آن در طول حاشیه پهنه‌های آبی می‌رویند و تنها بخشی از ساقه و ریشه آن‌ها در آب غوطه‌ور است. این دسته از گیاهان سازگاری بالایی با محدودیت‌های محیطی داشته و می‌توانند پهنه وسیعی را به سرعت بپوشانند. در نتیجه می‌توان آن را یک گیاه مهاجم نامید. این وضعیت در مکان‌هایی که مورد دستکاری‌های انسان قرار گرفته‌اند بیشتر مشهود است (Asarab Consulting Engineers 2006). انسان با تسریع یوتریفیکاسیون در دریاچه‌ها و تالاب‌ها سبب افزایش بیش از حد نیزارها در این اکوسیستم‌ها می‌شود (Ebrahimpour et al. 2012) که این امر سبب تجمع نمک بیشتر (Salari et al. 2011) و باتلاقی شدن تالاب و در نهایت از بین رفتن آن اکوسیستم آبی می‌گردد. در دهه گذشته تکنولوژی سنجش از دور یکی از ابزارهای مهم در ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی بوده است. سنجش از دور به دلیل پوشش مکرر و تکراری کره زمین (Lu et al. 2004) دقت بالا و هزینه کم (Yuan 1995) پایش وضع موجود اکوسیستم‌ها (Ustin 2004) و توان طبقه‌بندی و نقشه‌سازی اکوسیستم‌ها به‌ویژه در سطح منطقه‌ای و ملی (Rodgarmi et al. 2007) به‌طور گسترده‌ای به کار رفته است. یکی از ماهواره‌های که برای مطالعات پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است ماهواره لندست^۱ است. مزیت استفاده از تصاویر این ماهواره قدرت تفکیک‌پذیری مکانی بالا (۳۰ متر) و همچنین دسترسی آسان به این نوع تصاویر است که سبب شده توسط محققین زیادی مورد استفاده قرار گیرد (Lu et al. 2008, Li et al. 2009, Amiri et al. 2009). در مطالعه‌ای که (Yosefi et al. 2011) بر روی تعیین کاربری اراضی شهر مریوان با استفاده از تصاویر ماهواره لندست نشان دادند که سطح کاربری‌های مسکونی، مرتعی و دریاچه طی دوره ۱۴ ساله (۱۳۶۳ تا ۱۳۷۶) افزایش داشته و در مقابل کاربری‌های جنگلی و کشاورزی کاهش یافته است. در مطالعه دیگری که (Ahmadpour et al. 2011) با هدف مقایسه میزان کارایی سه روش رایج طبقه‌بندی نظارت شده داده‌های ماهواره‌ای در تشخیص گروه‌های گیاهی منطقه گل و سراتی داشته‌اند نشان دادند که روش حداکثر احتمال بیشترین میزان دقت را در طبقه‌بندی داشته و در مقابل کمترین میزان دقت برای روش متوازی‌السطوح به دست آمد. (Rashidi et al. 1999) نیز در مطالعه‌ای تیپ‌های جنگلی طرح جنگل‌داری آذرود شهرستان سوادکوه را با روش نظارت شده و با استفاده از تصاویر ماهواره لندست از هم تفکیک کردند. عمل طبقه‌بندی تیپ‌های جنگلی به روش نظارت شده و با معادله‌های حداکثر احتمال، متوازی‌السطوح و حداقل فاصله از میانگین انجام شد. در کل ۶ طبقه قابل تفکیک بوده و بیشترین میزان صحت مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال با صحت کلی ۳۴،۱۲٪ و ضریب کاپای ۲۳،۱۵٪ بود. (Latifi et al. 2007) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست به تفکیک طبقات جنگل، اراضی درختچه‌ای و مرتع در حدود فوقانی جنگل در ارتفاعات حوضه نکا-ظالم رود پرداختند. آن‌ها نشان دادند داده‌های لندست دارای قابلیت متوسط جهت نمایش طبقات پوشش سه‌گانه بر مبنای فرم رویشی است. (Mahdavi and Fallah Shamsi 2012) تغییرات سطح جنگل حوضه شهرستان ایلام را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده LISS III و ماهواره IRS-1C بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که بالاترین صحت به دست آمده مربوط به نقشه‌هایی است که از طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر احتمال حاصل شده‌اند. جدای از طبقه‌بندی که انواع پوشش‌های مختلف را بر اساس رنگ مشخص می‌کند امروزه برای تعیین وضعیت پوشش گیاهی و بیان وجود یا عدم وجود پوشش گیاهی از شاخص NDVI نیز استفاده می‌شود (Yuan and Bauer 2007). شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و به‌منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی و در بعضی موارد بررسی انواع پوشش گیاهی استفاده می‌شوند. استفاده از این شاخص برای نشان دادن تغییرات پوشش گیاهی در بیابان‌های سوریه و عراق نشان داد که پوشش گیاهی در طول دو دهه گذشته در این مناطق کاهش چشم‌گیری داشته است (Amanollahi et al. 2011). با توجه به

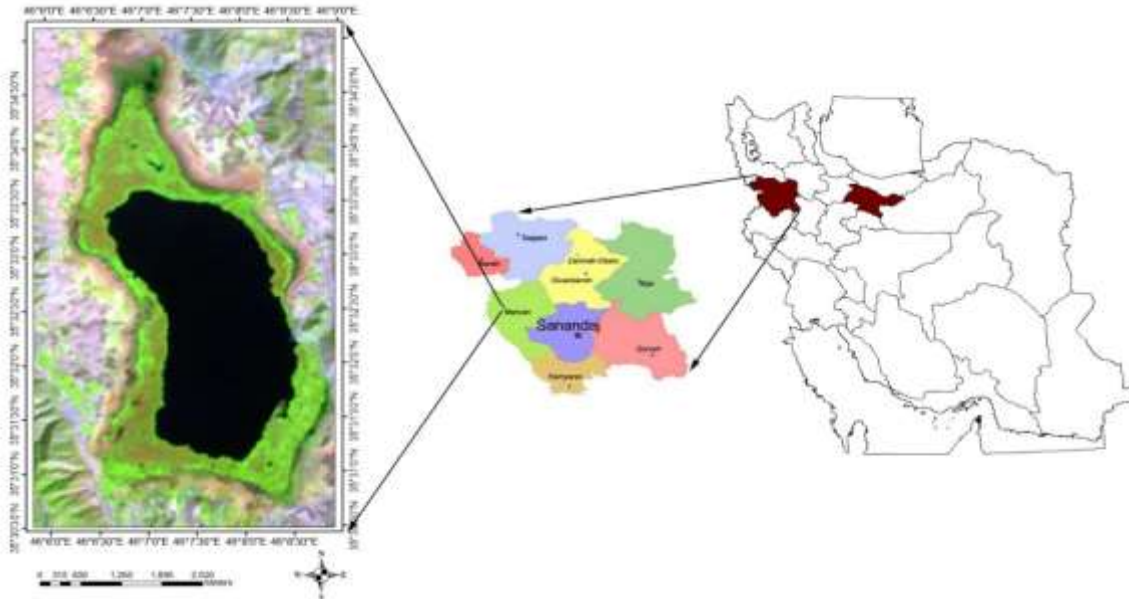
¹ Landsat

نتایج منابع مرور شده به نظر می‌رسد که استفاده از سنجش از دور و شاخص‌های مختلف آن در شناسایی تغییرات پوشش نیزارهای دریاچه‌ها و تالاب‌ها دارای کارایی مناسبی است. در سال‌های اخیر موضوع افزایش سطح نیزارهای دریاچه زریوار سبب ایجاد نگرانی‌هایی درباره سلامت این اکوسیستم آبی شده است. حال آنکه هیچ مطالعه‌ای روی صحت افزایش سطح این نیزارها صورت نگرفته است. بدین جهت این پژوهش با هدف تعیین میزان تغییرات سطحی نیزارهای دریاچه زریوار در بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست انجام شد.

۲- مواد و روش کار

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

دریاچه زریوار در ۳ کیلومتری شمال غرب شهرستان مریوان در استان کردستان واقع شده است که جزو دریاچه‌های آب شیرین است. این دریاچه با ارتفاع ۱۳۹۰ متر از سطح دریا در بین $31^{\circ} 30' 35''$ و $35^{\circ} 37' 06''$ عرض جغرافیایی و بین $46^{\circ} 03' 52''$ و $47^{\circ} 01' 47''$ طول جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیای دریاچه زریوار در غرب ایران

دریاچه زریوار با احتساب نیزارهای حاشیه‌ای آن حدود ۲۰۹۰ هکتار سطح دارد و در حوضه زریوار با ۱۵۸۲۷ هکتار سطح و جمعیتی بالغ بر ۷۰۴۴۵ نفر با ۸۵٫۵٪ جمعیت شهرنشین واقع شده است. حداقل عمق آن ۶m و حداکثر عمق ۱۲ m می‌باشد (Asarab Consulting Engineers 2006). در سال ۲۰۰۹ به‌وسیله سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان پناهگاه حیات وحش و در سال ۱۳۸۶ به‌عنوان بیست و سومین تالاب عضو کنوانسیون رامسر شناخته شده است. میزان متوسط بارندگی حوضه ۸۳۴/۲ mm در سال است که بخشی از نزولات زمستانی به‌صورت برف ریزش می‌کند. هیچ رودخانه‌ای وارد دریاچه نمی‌شود و دو منبع مهم شامل چشمه‌های خودجوش کف دریاچه و رواناب حوضه که از طریق آبراهه‌ها وارد دریاچه می‌شود آب دریاچه را تأمین می‌کنند.

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در این تحقیق تصاویر سنجنده‌های TM و ETM+ ماهواره لندست جهت برآورد تغییرات پوشش نيزار و همچنين سطح پهنه آبی درياچه به کار گرفته شد. برای به دست آوردن تغییرات سطح پهنه آبی روش طبقه‌بندی بر روی تصاویر مربوط به تاریخ‌های ۱۳۶۳/۴/۱۹، ۱۳۶۸/۳/۱۳، ۱۳۸۰/۵/۱۱، ۱۳۸۵/۵/۱ و ۱۳۹۰/۴/۱۴ اعمال شد. در هنگام ترسیم مرز بیرونی درياچه با جنگل و زمین‌های کشاورزی مشکلاتی در زمینه هم‌رنگ بودن سلول‌های مربوط به نيزارها، جنگل و زمین‌های کشاورزی وجود داشت که بررسی تغییرات سطح نيزار با استفاده از روش طبقه‌بندی را با مشکل مواجه کرد. زیرا امکان داشت سلول‌هایی از جنگل و زمین‌های کشاورزی به‌عنوان نيزار و بلعکس طبقه‌بندی شده که صحت نتایج را کاهش دهد. از این‌رو برای شناسایی تغییرات سطحی پوشش نيزار از شاخص NDVI استفاده شد. از آنجائی‌که تراکم پوشش گیاهی در نيزار زیاد بوده لذا شاخص NDVI عدد بالاتری را برای نيزار نسبت به جنگل و زمین‌های کشاورزی نشان می‌دهد و تمیز آنها از همدیگر با دقت کافی صورت گرفت.

۲-۳- طبقه‌بندی

در این تحقیق از نرم‌افزارهای ArcGIS (Ver 9.3) و ENVI (Ver 4.5) استفاده شد. نوارهای ۳، ۴ و ۵ مربوط به تصاویر ماه‌های پرآب درياچه با استفاده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه بر اساس سامانه مختصات UTM/WGS84, Zone 38 مورد تصحیحات هندسی قرار گرفت (Chen et al. 2006). برای تصحیح هر نوار ۵۰ نقطه بر روی تصویر نوار مورد نظر وارد شد که خطای میانگین مربعات همه نوارها کمتر از یک پیکسل بود (Coppin et al. 2004). برای درون‌یابی و ایجاد تصویر تصحیح شده روش نزدیک‌ترین همسایه به کار برده شد (Li et al. 2009). از ترکیب به ترتیب نوارهای ۵، ۴ و ۳ یک تصویر شبه طبیعی ایجاد گردید (Asmat 2003). نقاط تعلیمی که بیانگر تمیز پهنه آبی از پوشش گیاهی است با توجه به رنگ سیاه آب و بازتاب بسیار کم آن در باندهای ۵ و ۴ انتخاب شدند. برای بررسی دقیق‌تر این موضوع، با استفاده از GPS تعداد ۳۰ نقطه در بخش شرقی درياچه در مرز بین پهنه آبی و نيزارها در بهار ۱۳۹۲ برداشت گردید. با توجه به فاصله زمانی کم زمان برداشت این نقاط با زمان آخرین تصویر در ۱۳۹۰/۵/۳۱، این نقاط می‌تواند بیانگر خط مرزی بین پهنه آبی و درياچه در سال ۱۳۹۰ باشد. و در نهایت طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال^۲ برای جدا کردن پهنه آبی از پوشش نيزار انجام شد که ضریب کاپا برای تمام تصاویر بالاتر از ۰/۸ بود.

۲-۴- شاخص پوشش گیاهی NDVI

شاخص پوشش گیاهی نرمال شده از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که در زمینه مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده است (Hesami and Amini 2016). این شاخص فرایند محاسباتی ساده دارد و در مقایسه با دیگر شاخص‌ها دارای بهترین توان دینامیکی است. این شاخص بیش‌ترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کم‌تری دارد (Kogan 1993) و برحسب دو باند قرمز (R) و مادون قرمز نزدیک (NIR) به‌صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود (Mather 1999).

$$NDVI = [NIR - R] / [NIR + R] \quad (1)$$

² Maximum Likelihood

شاخص NDVI دامنه بین +۱ تا -۱ را شامل می‌شود. مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی است. برای اعمال شاخص NDVI و اخذ نتیجه دقیق از میزان پیشرفت نیزارها تصاویر گرفته شده در زمان کم‌آبی دریاچه مورد استفاده قرار گرفت. از این‌رو تصاویر گرفته شده در تاریخ‌های ۱۳۶۳/۶/۵، ۱۳۷۰/۸/۴، ۱۳۷۹/۷/۱۱ و ۱۳۹۰/۵/۳۱ مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

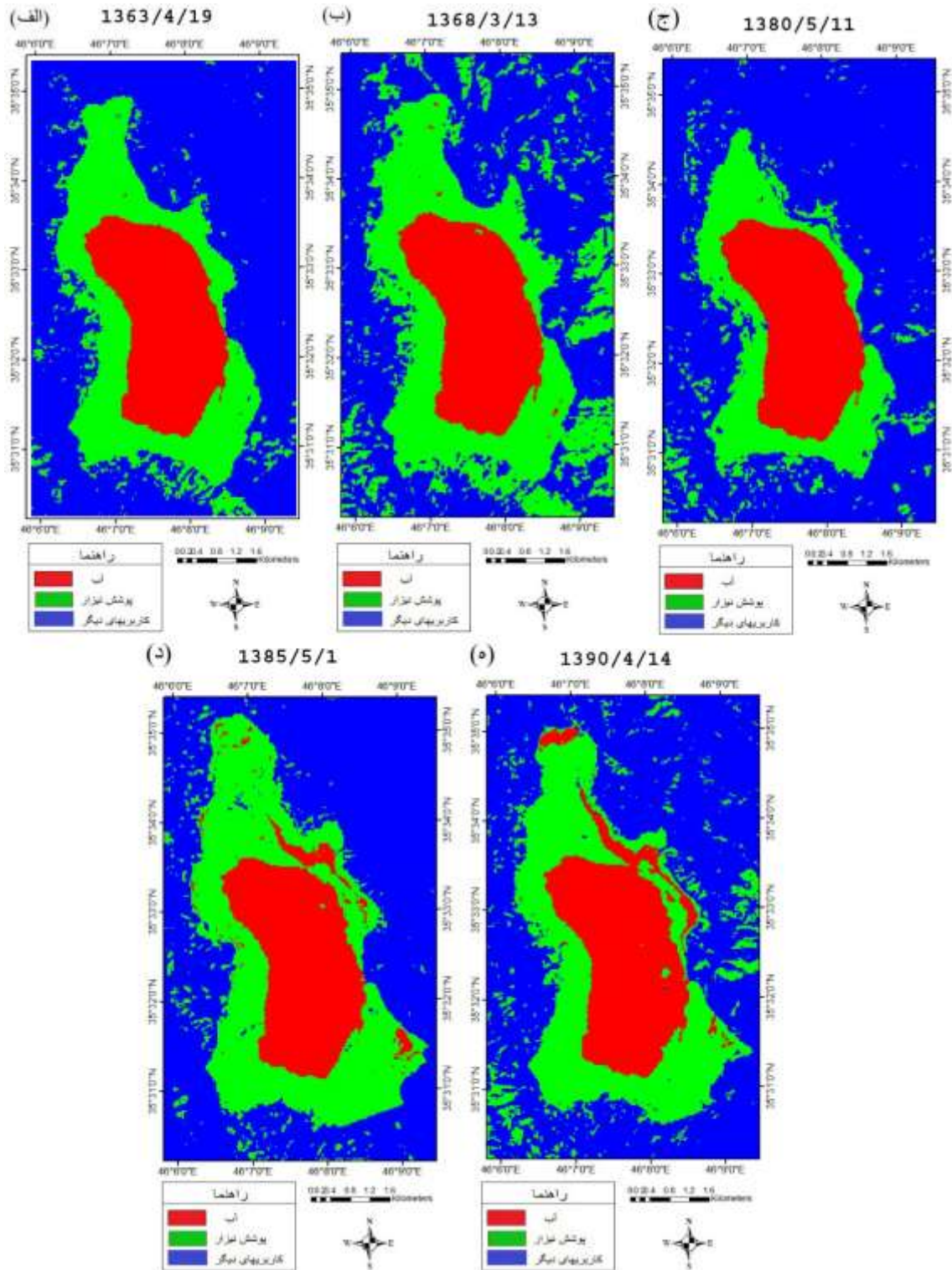
۳-۱- روش طبقه‌بندی در برآورد تغییرات پهنه آبی

برای برآورد پهنه آبی از تصاویر ماه‌های پرآب دریاچه (خرداد، تیر و مرداد) استفاده شد که می‌تواند روشن کننده روند کاهش و افزایش سطح پهنه آبی تحت تأثیر عوامل اقلیمی و همچنین توان یا عدم توان دریاچه در افزایش سطح در صورت وجود بارندگی مناسب باشد. همان‌طور که شکل (۲-الف) و (۲-ب) نشان می‌دهد در سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۸، در محدوده دریاچه زریوار که با رنگ قرمز نشان داده شده تغییرات چندانی به جز افزایش چند بخش کوچک به پهنه آبی مشاهده نمی‌شود. این افزایش در جنوب شرق و شمال دریاچه که در شکل (۲-ب) کاملاً مشهود است اتفاق افتاده است. این افزایش در جدول (۱) معادل ۵۱،۲۱ هکتار بیان شده است. مطابق شکل (۲-ب) و (۲-ج) در دهه دوم مطالعاتی (سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰) پهنه آبی کاهش نشان می‌دهد در سال ۱۳۸۰ بخش‌های آبی اضافه شده در سال ۱۳۶۸ از بین رفته‌اند یا سطح آنها تقلیل پیدا کرده است بطوریکه کاهش ۱۲،۸۷ هکتاری در سطح کل پهنه آبی در سال ۱۳۸۰ نسبت به سال ۱۳۶۸ اتفاق افتاده است (جدول ۱).

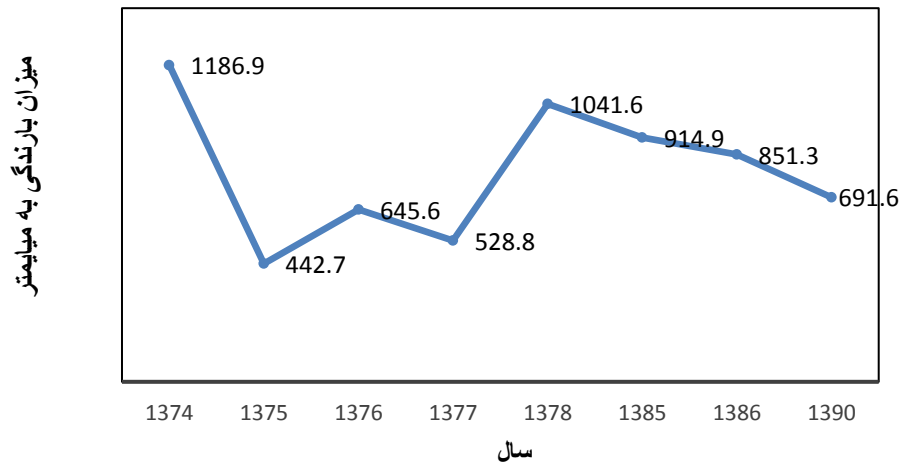
جدول ۱- مساحت پهنه آبی، صحت کلی و ضریب کاپا تصاویر طبقه‌بندی شده

زمان	مساحت پهنه آبی (متر مربع)	صحت کلی	ضریب کاپا
۱۳۶۳/۴/۱۹	۸۲۱۳۴۰۰	۹۷،۹۸۳	۰،۹۸۸
۱۳۶۸/۳/۱۳	۸۴۲۸۵۰۰	۹۹،۴۱۵	۰،۹۲۵
۱۳۸۰/۵/۱۱	۸۲۹۹۸۰۰	۹۹،۶۰۴	۰،۹۹۴
۱۳۸۵/۵/۱	۹۰۲۸۸۰۰	۹۹،۰۷۰	۰،۹۹۵
۱۳۹۰/۴/۱۴	۹۳۱۶۸۰۰	۹۸،۸۴۵	۰،۹۹۷

تغییرات سطح پهنه آبی در دهه سوم در دو تصویر مربوط به سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ نشان داده شده است. همان‌طور که شکل (۲-د) نشان می‌دهد در سال ۱۳۸۵ افزایش سطوح آبی وسیع در شمال، شمال شرقی و جنوب شرقی دریاچه و همچنین سطوح آبی کوچک در غرب دریاچه به وجود آمده است. مساحت پهنه آبی دارای افزایشی برابر ۹/۷۲ هکتار در سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ است (جدول ۱). افزایش پهنه آبی در سال ۱۳۹۰ نیز چشمگیر بوده و در شکل (۲-ه) این افزایش در بخش‌های شمالی، شمال شرقی، شرقی و جنوب شرقی به وضوح دیده می‌شود بطوریکه افزایش سطحی برابر ۲۸،۸ هکتار در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۰ در دریاچه اتفاق افتاده است.



شکل ۲- تغییرات پهنه آبی دریاچه زربوار: الف-۱۳۶۳/۴/۱۹، ب- ۱۳۶۸/۳/۱۳، ج- ۱۳۸۰/۵/۱۱، د- ۱۳۸۵/۵/۱ و ه- ۱۳۹۰/۴/۱۴

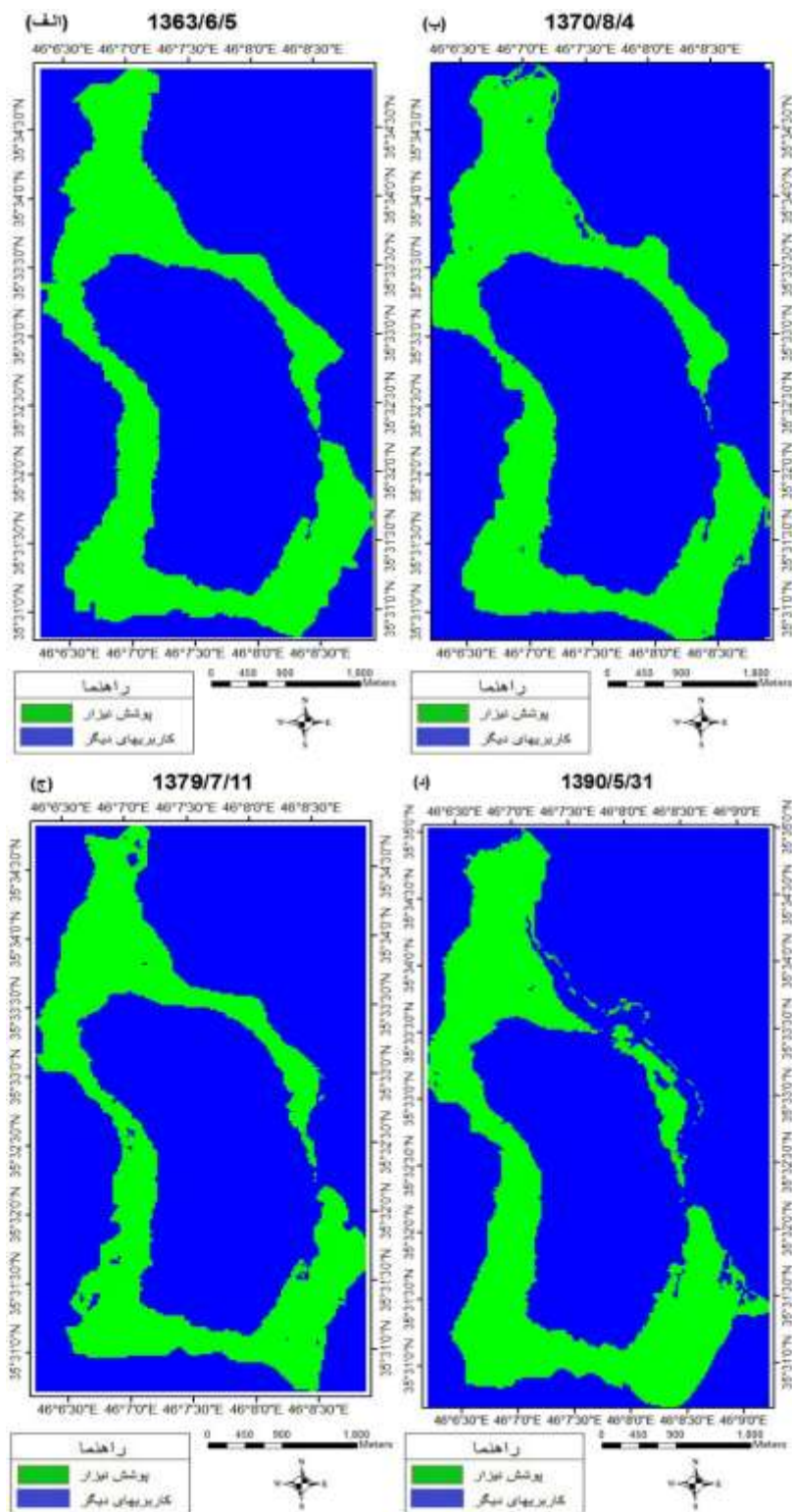


شکل ۳- مجموع بارش مؤثر شهر مریوان در بازه زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۰

بررسی میزان بارندگی در شهر مریوان نشان می‌دهد که افزایش و کاهش سطح پهنه آبی در طول سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ منطبق بر تغییرات میزان بارندگی مؤثر در منطقه است (شکل ۳). برای نشان دادن بارش مؤثر بارش بهاره همان سال و بارش پائیز و زمستان سال قبل در نظر گرفته شد. به دلیل نبود ایستگاه سینوپتیک در شهر مریوان تا قبل از سال ۱۳۷۱، داده‌های بارش برای دهه اول موجود نبوده و بنابراین مقایسه تغییرات سطحی پهنه آبی و بارش مؤثر طی این بازه زمانی امکان‌پذیر نبود. همان‌طور که شکل (۳) نشان می‌دهد در دهه دوم مطالعه کاهش ۵۰ درصدی بارندگی مؤثر در منطقه مشاهده می‌شود که این سبب کاهش در مساحت پهنه آبی دریاچه در این دهه نیز شده است. در دهه سوم افزایش بارش مؤثر در منطقه وجود دارد که این می‌تواند یکی از دلایل افزایش سطح آب در تصاویر سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ باشد.

۳-۲- نتایج کاربرد شاخص NDVI

در شکل (۲) به‌طور مشخص محدوده نزارها را نمی‌توان مشاهده کرد و قسمت‌های سبز رنگ علاوه بر نزار پوشش گیاهی اطراف دریاچه را نیز شامل می‌شود. برای از بین بردن این مشکل از شاخص NDVI که برای پوشش نزار عدد بالاتری را به دلیل تراکم بیشتر پوشش نشان می‌دهد استفاده شد (شکل ۴). همچنین برای بررسی تغییرات سطح نزار از تصاویر ماه‌های کم آب دریاچه (شهریور، مهر و آبان) استفاده شد در ماه‌های کم آب دریاچه سطح پهنه آبی کاهش یافته و سطح واقعی نزار مشخص می‌شود. همان‌طور که مقایسه شکل (۴-الف) و (۴-ب) نشان می‌دهد در سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۰ در بخش شمالی نزارها افزایش سطح مشاهده می‌شود که در جدول (۲) این افزایش ۴۱،۰۴ هکتار نشان داده شده است. در دهه دوم مطالعه بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۹ که در شکل‌های (۴-ب) و (۴-ج) نشان داده شده کاهش سطح در قسمت شرقی نزارها مشاهده می‌شود که جدول (۲) کاهشی برابر ۱۲۵،۴۶ هکتاری را نشان می‌دهد. سطح نزارها در دهه سوم مطالعه که در شکل‌های (۴-ج) و (۴-د) نشان داده شده است دارای افزایش است. بطوریکه این افزایش در جنوب شرقی نزارهای دریاچه در شکل (۴-د) کاملاً مشخص است و جدول (۲) نیز افزایش سطحی برابر ۲۳۶،۳۴ هکتاری را در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۰ نشان می‌دهد. مقایسه تغییرات سطح نزار با میزان بارندگی مؤثر در منطقه نشان می‌دهد که افزایش بارندگی می‌تواند سبب افزایش سطح نزار نیز شود.



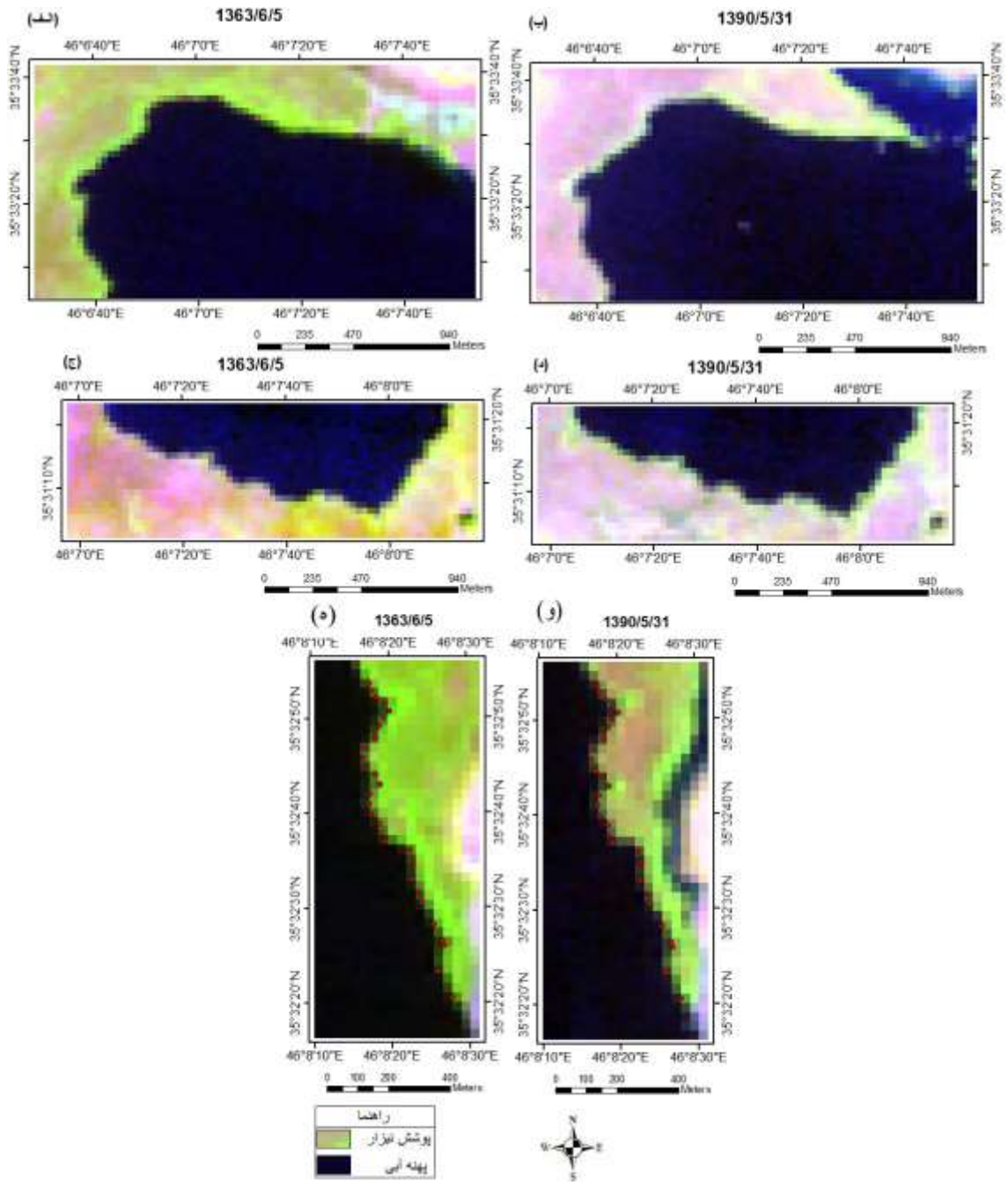
شکل ۴- محدوده نيزار در سال‌های: الف- ۱۳۶۳، ب- ۱۳۷۰، ج- ۱۳۷۹، و د- ۱۳۹۰

بررسی تصاویر حاصل از شاخص NDVI نشان می‌دهد که بیشتر تغییرات در سطح نیزار در محدوده بیرونی نیزارها یعنی در بخش‌های مرزی دریاچه با زمین‌های کشاورزی بوده است که در شکل (۴-د) کاملاً مشهود است در این شکل افزایش سطح در جنوب شرق دریاچه نزدیک به زمین‌های کشاورزی رخ داده است. با توجه به زمان تصویربرداری که در ماه‌های کم آب دریاچه بوده مشخص می‌شود در سال‌هایی که بارندگی مؤثر زیاد باشد بخش‌های کناری نیزارها نیز آب کافی برای ماه‌های خشک سال در اختیار داشته و رشد آنها متوقف نشده است و در سال‌های که بارندگی کاهش داشته آب کافی در ماه‌های خشک در اختیار نیزارهای حاشیه بیرونی که فاصله زیادی از پهنه آبی اصلی دارند نبوده و رشد زیادی نخواهند داشت لذا چنین به نظر می‌رسد افزایش و کاهش سطح نیزارهای دریاچه زریوار بیشتر در حاشیه‌ها اتفاق افتاده است.

جدول (۲) تغییرات مساحت نیزارهای دریاچه زریوار

سال	مساحت نیزار (مترمربع)
۱۳۶۳/۶/۵	۸۶۴۲۷۰۰
۱۳۷۰/۸/۴	۹۰۵۳۱۰۰
۱۳۷۹/۷/۱۱	۷۷۹۸۵۰۰
۱۳۹۰/۵/۳۱	۱۰۱۶۱۹۰۰

به منظور به دست آوردن میزان پیشروی نیزارها در داخل پهنه آبی در طول ۳۰ سال گذشته یک تصویر شبه طبیعی از ترکیب به ترتیب باندهای ۵، ۴ و ۳ از تصاویر ماهواره لندست برای سال‌های ۱۳۶۳/۶/۵ و ۱۳۹۰/۵/۳۱ تهیه گردید (شکل ۵). شکل (۵-الف) و (۵-ب) میزان تغییرات نیزارهای در بخش شمالی دریاچه و شکل (۵-ج) و (۵-د) میزان تغییرات نیزارها در بخش جنوبی دریاچه در داخل پهنه آبی را نشان می‌دهد. مقایسه شکل‌های (۵-الف) با (۵-ب) نشان می‌دهد که تغییر یا افزایش نیزارها در داخل پهنه آبی در مرز شمالی این پهنه با نیزارها در طول سه دهه گذشته رخ نداده است. مقایسه شکل‌های (۵-ج) و (۵-د) نشان می‌دهد همانند بخش شمالی دریاچه در بخش جنوبی هم تغییری در خط مرزی پهنه آبی و دریاچه به وجود نیامده است. با اضافه کردن این نقاط به تصاویر ۱۳۶۳/۶/۵ و ۱۳۹۰/۵/۳۱ به ترتیب در شکل‌های (۵-ه) و (۵-و) مشخص گردید که این نقاط در هر دو تصویر بر خط ساحلی منطبق است. این نتایج بیانگر این است که در این بخش از دریاچه نیز تغییری در خط ساحلی در طول سه دهه گذشته رخ نداده است.



شکل ۵- اشکال الف و ب تغییرات نیزارها در بخش شمالی، ج و د تغییرات نیزارها در بخش جنوبی، ه و د نقاط برداشت شده در مرز نیزارها و پهنه آبی در بخش شرقی دریاچه در مورخ‌های ۱۳۶۳/۶/۵ و ۱۳۹۰/۵/۳۱.

۴- نتیجه گیری

همان‌طور که تصاویر فصل پر آب دریاچه نشان دادند فقط در بخش شرقی، دو بخش کوچک در شمال و جنوب شرقی و بخش‌های خیلی کوچک در غرب نیزارهای دریاچه دارای نیزار غوطه‌ور در آب است که این‌ها زمین‌های انتقالی بین سیستم‌های خاکی و آبی هستند که در آنها سطح آب معمولاً در سطح یا نزدیک سطح زمین قرار دارد یا زمین با آب کم عمق پوشیده شده است که به نوبه خود می‌تواند زیستگاه مناسبی برای موجودات آبی باشد که به رنگ قرمز در بین رنگ سبز نیزارها مشخص است از طرف دیگر نیزارهای حاشیه دریاچه زیروار در اکثر قسمت‌ها به سیستم‌های خاکی تبدیل شده است که نیزار ریشه در خاک دارد که این بیانگر این است که موجودات آبی قادر به زندگی در آنها نیستند و در صورت پیشروی این نیزارها می‌تواند تهدیدی برای زندگی موجودات آبی دریاچه باشد. نتایج این تحقیق نشان داد در طول سه دهه گذشته افزایش و کاهش نیزارها در حاشیه مرزی با زمین‌های کشاورزی بوده و رابطه مستقیمی با افزایش و کاهش بارندگی دارد. در سال‌های که بارندگی مؤثر زیاد بوده نیزارها دارای روند افزایش سطح و بلعکس در سال‌های با بارندگی کم این نیزارها آب کافی برای رشد در قسمت‌های دور از پهنه آبی دریاچه در اختیار نداشته و سطح نیزار کاهش می‌یابد. بررسی تغییرات نیزارها در مرز پهنه آبی نشان داد که تغییری در این قسمت رخ نداده است و در سه دهه گذشته نوار مرزی بین پهنه آبی و نیزارها بدون تغییر مانده است. برای مطالعه بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود که میزان تغییرات عمق آب دریاچه در چندین سال بررسی شود که با توجه به اینکه منبع تأمین آب دریاچه چشمه‌های کف آن است کاهش عمق به معنای افزایش رسوب‌گذاری و بسته شدن این چشمه‌ها خواهد بود که این تهدید جدی برای بقای دریاچه خواهد بود.

۵- تشکر و قدردانی

تصاویر مورد نیاز این مقاله از درگاه سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) تهیه شدند. همچنین نویسندگان از آقای دکتر بختیار محمدی به خاطر تهیه داده‌های بارندگی مؤثر و همکاری در تحلیل داده‌ها تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

- Ahmadpour A., Solaimani K., Shekari M. and Ghorbani J. (2011). Comparison the performance of the three popular supervised classification methods, satellite data to study vegetation cover. *J. Remote Sens. GIS Appl. Nat. Resour.*, 2(2), 69-81 [In Persian].
- Amanollahi J., Kaboodvandpour Sh., Abdullah A. and Rashidi. P. (2012). Assessment of vegetation variation on primarily creation zones of the dust storms around the Euphrates using remote sensing images. *Environ. Asia*. 5(2), 76-81.
- Amiri R., Weng Q., Alimohammadi A. and Alavipanah S. K. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the in the Tabriz urban area, Iran. *Remote Sens. Environ.*, 113(12), 2606-2617.
- Asarab Consulting Engineers. (2006). Report of ecology study of the Zrivar lake. Kurdistan governor [In Persian].
- Asmat A., Mansor S. and Hong W. T. (2003). Rule based classification for urban heat island mapping. 2nd FIG regional conference, December 2-3, 2003, Marrakech, Morocco.
- Chen X. L., Zhao H. M., Li P. X. and Yin Z. Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sens. Environ.*, 104(2), 133-146.

- Coppin P., Jonckheere I., Nackaerts K., Muys B. and Lambin. E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: review. *Int. J. Remote Sens.*, 25(9), 1565-1596.
- Ebrahimpour S., Mohammadzade H. and Azarpaikan A. (2012). Assessment of eutrophication and feeding lake using GIS. 16th Conference of Geology Society of Iran. September 04, 2012, Iran [In Persian].
- Hesami A. and Amini A. (2016). Changes in irrigated land and agricultural water use in the Lake Urmia basin. *Lake Reserv. Manag.*, 32 (3), 288-296
- Kogan F. N. (1993). United states droughts of late 1980 as seen by NOAA Polar orbiting satellites. *Int. Geosci. Remote Sens. Symposium*, Aug 18-21, 1993. Tokyo, Japan.
- Latifi H., Oladi J., Sarouei S. and Jalilvand H. (2007). Evaluating ETM+ data capability to provide "forest- shrub land- range" map (A case study of Neka- Zalemroud Region-Mazandaran- Iran). *J. Sci. Technol. Agri. Nat. Resour.*, 11(40), 439-447.
- Li JJ., Wang X. R., Wan X. J., Ma W. and Zhang. H. (2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecol. Complexity*, 6(4), 413-420.
- Lu D., Mausel P., Brondizio E. and Moran. E. (2004). Change Detection Techniques. *Int. J. Remote Sens.*, 25(12), 2365-2407.
- Mahdavi A. and Fallah Shamsi R. (2012). Mapping forest cover change, using aerial photography and IRS-LISSIII imagery (case study: Ilam Township). *Wood Food Sci. Technol.*, 19(1), 77-91 [In Persian].
- Mather P. M. (1999). Computer processing of remotely sensed image. 460 pp.
- Rashidi F., Aulad J. and Babaeiye Kafaki S. (1999). Survey the Improve of the classification accuracy of forest types using satellite data integration (Case study: Forestry project of Azarrod, Savadkoh, Mazandaran). *Iranian J. Forest Poplar Res.*, 2(1), 11-22.
- Rodgarmi P., Khorasani N., Monavari M. and Noori. J. (2007). Evaluation of the development options in environmental impact assessment using spatial multi-criteria evaluation method. *J. Environ. Sci. Technol.*, 4, 73-84.
- Salari H., Hassani A., Barghei M., Yazdanbakhsh A. and Rezaei. H. (2011). Investigation of performance wetland in removal N and P in wastewater treatment (Case study: Morad Tapeh). *J. Water Wastewater*, 23(3), 40-47.
- Ustin S. L. (2004). Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring. John Wiley & sons. 768 pp.
- Yosefi S., Moradi H., Hossaini H. and Mirzaei S. (2011). Monitoring land use change in Marivan using TM and ETM+ sensors of Landsat satellite. M.Sc. Dissertation, Tarbiat Modares University, Iran [In Persian].
- Yuan, F. and Bauer. M. E. (2007). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sens. Environ.*, 106(3), 375 -386.
- Yuan, J. and long L. (1995). Study on forest vegetation classification with remote sensing. *J. Hebei Normal Univ. (Nat. Sci.)*, 23, 247-278.

Identification of Canebrake Level Changes of the Zarivar Lake between 1984 to 2011 using the Images of Landsat TM and ETM+

Jamil Amanollahi^{1*}, Marziye Salehi², Neda Rostamiyan², Hadieh Maulavi² and Shahin Mafakheri²

¹ Assist. Professor, Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

² M. Sc., Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

*Corresponding Author: J.amanollahi@uok.ac.ir

Received: June 4, 2016

Accepted: November 20, 2016

Abstract

In the past decade, remote sensing has been widely used to identify surface changes of different vegetation and their classification. Increasing the level of Canebrake of the Zarivar Lake and its risks for aquatic organisms living in the lake has become one of the most important issues in recent years. Therefore, the aim of this study was to identify surface changes of this Canebrake in the past three decades using Landsat TM and ETM+. For this purpose, bands 3, 4, and 5 of images were geo-referenced. RMSE were less than one pixel for all bands. The supervised classification method with a maximum likelihood algorithm was also applied to detect the changes of water area on the combined images (bands 5, 4, and 3) of months with full water in the lake. NDVI index was utilized to identify the surface changes of Canebrake on the images taken in the months with low water in the lake. The results show that the rise and fall of water area and surrounding canebrake has a direct correlation with a rainfall and increase in both levels maybe occur at the same time. Study on the coastal strip of water area with GPS and combined images showed that the coastal line had not a significant change in the past three decades.

Keywords: Remote Sensing, NDVI Index, Classification, Water Zone, Maximum Likelihood Algorithm.