بررسی تغییرات ساختاری دریاچه ارومیه با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین

شیرکو جعفری [۱*]
افشین علیزاده شعبانی [۲]
افشین دانه کار [۳]

۱. دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، کرج، ایران
۲. دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

* **نویسنده مسئول مکاتبات**
sh.jaafari@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۷

چکیده

پایش تغییرات اکوسیستم‌های طبیعی جایگاه ویژه‌ای در استفاده بهینه از منابع طبیعی دارد. دریاچه ارومیه بزرگترین تالاب بین‌المللی ایران است که ویژگی‌های محیطزیستی آن باعث شده که بیش از پیش مورد توجه پژوهشگران و برنامه‌ریزان قرار گیرد. نوسانات سطح دریاچه طی سال‌های اخیر نظرات بسیاری را به خود معطوف نموده است. در این تحقیق سعی برآنست که با شناسایی روند تغییرات ساختاری تالاب ارومیه در سال ۱۳۹۱ در یک دوره‌ی زمانی بیست ساله با استفاده از سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و علم اکولوژی سیمای سرزمین به نوعی مدیریت محیطزیستی برای این تالاب دست یافت. برای این منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای لندست ۴ و ۵ سنجنده TM مربوط به چهار دوره زمانی تهیه و با استفاده از نرم افزار ENVI تصحیحات هندسی و طیفی صورت گرفت و تصاویر در دو طبقه آبی و غیر آبی طبقه‌بندی شد تا اطلاعات مورد نیاز برای بررسی تغییرات تالاب به صورت کمی به دست آید. سپس با استفاده از نرم افزار FRAGSTATS متریک‌های سیمای سرزمین در جهت کمی سازی تغییرات ساختاری محاسبه شد. نتایج بدست آمده حاصل از متریک CA در دوره زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد که مساحت دریاچه ارومیه کاهش یافته است. همچنین میزان متریک PD از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۱ تقریباً میزان ۳ برابر شده است. میزان متریک TE از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش داشته و در ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ با تفاوت معنی‌داری کاهش می‌یابد. میزان متریک MESH از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش یافته و از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ کاهش یافته است. میزان متریک ED از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ کاهش یافته و در ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ افزایش یافته است. میزان متریک LPI در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۶ ثابت است ولی در سال ۲۰۱۱ به طور چشمگیر کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: تالاب ارومیه، متریک‌های سیمای سرزمین، تغییرات ساختاری، سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای.

مقدمه

ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی فرایندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه‌ی تعامل انسان و محیطزیست می‌شود. این مسئله در مورد مناطق حساس زیستی و بخصوص تالاب‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است (Lambin and Geist, 2006). براین اساس، پایش روند تغییرات تالاب‌ها و دریاچه‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌های ارزشمند راهگشا باشد (Ozesmi and Bauer, 2002). تالاب‌ها، اراضی حدواسط بین اکوسیستم‌های خشکی و آبی هستند که فراهم کننده کالاها و خدمات بسیاری از جمله کنترل سیل، حفظ کیفیت آب، زیستگاه حیات‌وحش و کنترل فرسایش خاک هستند (Sugumaran, *et al.*, 2004). با این حال شا ید بتوان گفت تالاب‌ها بیش از سایر زیست بوم‌های طبیعی مورد غفلت واقع شده‌اند. درک روند تغییر و شناخت سیر تحولات اکوسیستم‌ها به طور عام و تالاب‌ها به طور اخص، می‌تواند تا حدی در پیش بینی از وضعیت آینده‌ی آن‌ها در صورت ادامه‌ی روند کنونی راهگشا باشد. استفاده از فنون دورسنجی یکی از مهم‌ترین و دقیق‌ترین ابزارهای انجام این پایش‌ها است (Ozesmi and Bauer, 2002)،که عبارت است از

Archive of SID
www.SID.ir

فن شناسایی و تعیین مشخصه‌های پدیده‌های محیط زیست بر اساس داده‌هایی که از دور کسب می‌شوند (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۱). دریاچه ارومیه علاوه اینکه یک پارک ملی و ذخیره‌گاه زیستکره است (Birkett and Mason, 1995)، جزء تالاب‌های بین‌المللی رامسر نیز محسوب می‌شود. در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی و احداث سدهای زرینه رود، مهاباد، سدهای علویان و سهند، ورودی آب به دریاچه به ۷ میلیارد مترمکعب کاهش یافته است و در حال حاضر تعداد ۱۱ سد در استان آذربایجان‌غربی و ۷ سد در استان آذربایجان‌شرقی در دست اجرا و مطالعه است (Ojeda, 1995). همچنین در نیم قرن گذشته سطح آب دریاچه ۴ متر نوسان داشته است (Birkett and Mason, 1995) که موجب نگرانی است. احداث میانگذر (بزرگراه شهید کلانتری) در تالاب دریاچه ارومیه باعث تغییراتی در روند وضعیت بیولوژیکی و اکولوژیکی این دریاچه شده است. این بالا بودن سرعت و وسعت تغییرات (ساختاری و فرایندی) در سیمای سرزمین ناشی از فعالیت‌های مخرب انسان، برنامه‌ریزان را با مشکل مواجه ساخته است. این در حالی است که بوم شناسی سیمای سرزمین به عنوان دانش مسئله محور می‌تواند نقش مهمی در بررسی این تغییرات ایفا کند (Makhdoum, 2008; Naveh, 2002). به این معنی که با استفاده از این رهیافت از طریق شناسایی عوامل ساختاری و جریانات و فرایندهای اصلی و عوامل ایجاد تغییرات (مخرب) در سیمای سرزمین، می توان به درک مناسبی از ارتباطات و پویایی‌های سیمای سرزمین به منظور استفاده در برنامه‌ریزی و مدیریت و پایش این تغییرات دست یافت (Leitao and Ahren, 2002). کمی سازی تغییرات در سیمای سرزمین با استفاده از متریک‌ها صورت می‌پذیرد. اخیراً متریک‌های سیمای سرزمین گسترش و تنوع زیادی یافته و از توصیف صرف تغییرات ساختاری به ابزارهایی با امکان کمی سازی فرایندهای اکولوژیکی متحول شده‌اند (Girvetz *et al.*, 2008). از آنجا که تکنیک‌های سنجش از دور می‌توانند به طور گسترده به منظور پایش تغییرات در پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده در زمان‌های متفاوت مورد استفاده قرار گیرند، تصاویر ماهواره‌ای به دلیل نتایج مطلوب در کوتاه‌ترین زمان ممکن اغلب برای مقایسه‌ی تغییرات در پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده استفاده می‌شوند (Fensholt *et al.*, 2006; Hountondji *et al.*, 2006). هدف این تحقیق کمی سازی میزان از هم گسیختگی، روند تغییرات و تخریب‌های ساختاری دریاچه ارومیه در سال ۱۳۹۱ با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین است که در راستای تحقق این هدف از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در طی یک دوره‌ی زمانی بیست ساله بهره گرفته شد.

Kelly و همکاران در سال ۲۰۱۱ با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین و تصاویر ماهواره‌ای به بررسی تغییرات پوشش گیاهی تالاب پتالوما رایور در دو سطح سیمای سرزمین و کلاس پرداختند و نتایج نشان داد که متریک‌های سیمای سرزمین به خوبی می‌تواند بیانگر تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان باشد. Li و همکاران در سال ۲۰۰۵ با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین نقش تالاب لیاوه دلتا را در کاهش مواد مغذی بررسی نمودند و نتایج نشان داد از میان ۱۱ متریک انتخاب شده، فقط متریک‌های مربوط به اتصال به شبکه، اندازه منطقه در نشان دادن نقش تالاب جهت کاهش مواد مغذی موثر هستند. Chen و Lin در سال ۲۰۱۳ برای ارزیابی اثرات توسعه انسانی در مناطق تالابی از ۷ متریک سیمای سرزمین برای ۱۰ تالاب در کشور تایوان استفاده نمودند و نتایج نشان داد که متریک LDI (Landscape Division Index) (شاخص جدا افتادگی سیمای سرزمین) شاخص خوبی برای ارزیابی سیمای سرزمین مناطق تالابی است و سایر متریک‌های سیمای سرزمین را نیز با توجه به شرایط تالاب و داده‌ها و هدف مطالعه در مناطق مختلف می‌توان مورد استفاده و سنجش قرار داد. آذری دهکردی و فتحی سقزچی در سال ۱۳۸۸ به منظور ارزیابی تخریب سیمای سرزمین اطراف تالاب انزلی از میزان تاثیر نفوذ زبانه‌های توسعه راه به عنوان عامل پهروشدگی استفاده نمود و نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین نفوذ انسانی و تخریب و پهرو شدگی مربوط به زون شهری است. طالبی امیری و همکاران در سال ۱۳۸۸ به تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از چهار متریک سیمای سرزمین پرداختند و تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر جایگزینی گسترده زمین‌های جنگلی و کشاورزی در منطقه با پوشش مرتعی بود. نتایج بدست آمده همچنین نشان داد که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین مساحت دو شاخص مهم تجزیه بوده و روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به صورت افزایشی بوده است. زبردست و همکاران در مطالعه‌ای در سال

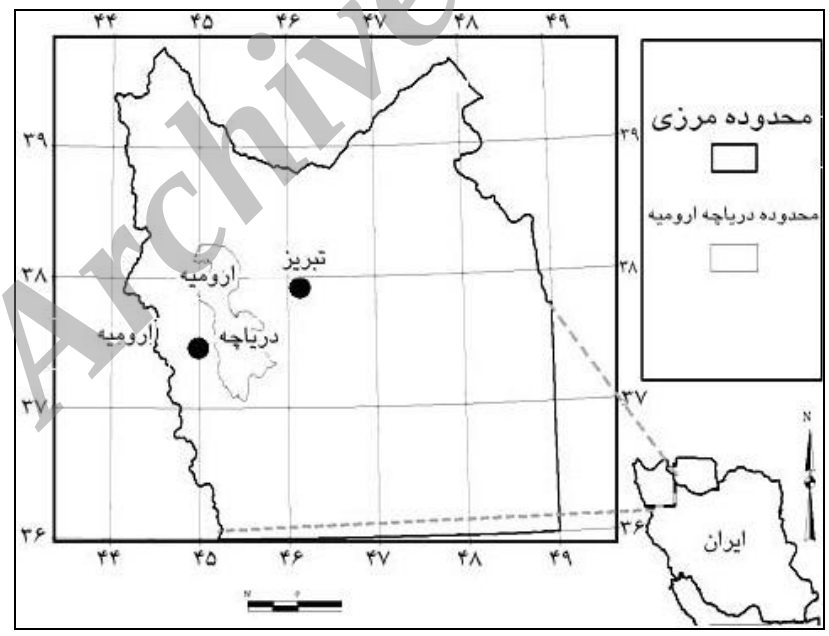
Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۹۰ از متریک‌های سیمای سرزمین و تصاویر ماهواره‌ای برای کمی سازی تغییرات ساختاری در راستای تعیین تأثیرات فضایی ناشی از جاده پارک ملی گلستان استفاده نمودند. نتایج اندازه‌گیری متریک‌ها، نشان‌دهنده افزایش از هم گسیختگی در پارک ملی گلستان است که در سطح سیمای سرزمین و طبقه جنگل متراکم قابل مشاهده است. نتایج مطالعات Matsushita و همکاران در سال ۲۰۰۶ در کاسومیگورای ژاپن نشان داد، که با توجه به افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش میانگین اندازه آن‌ها، تجزیه سیمای سرزمین مهم‌ترین مشخصه تغییر در منطقه بوده است. رفیعی و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی تغییرات محیطزیستی تالاب نیریز با استفاده از تصاویر لندست پرداختند و نتیجه این مطالعه افزایش ۱۲۹ درصدی مساحت نمک و کاهش ۵۲ درصدی مساحت آب را در تالاب بود.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه در تحقیق حاضر، تالاب ارومیه شامل دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد. این منطقه از نظر جغرافیایی در شمال غربی ایران و بین دو استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی قرار دارد و در طول جغرافیایی بین ۴۵ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۰۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی بین ۳۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه ی شمالی واقع شده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را در سطح کشور نشان می‌دهد. این دریاچه به عنوان مناسب‌ترین محیطزیست برای میگوی" آرتیمیا "و بزرگ‌ترین پهنه آبی در فلات ایران محسوب می‌شود. عمق متوسط این دریاچه ۵/۴ متر و حداکثر عمق آن ۱۳ متر در شمال دریاچه و حجم تقریبی آن ۳۱ میلیارد متر مکعب است. این دریاچه که به عنوان پارک ملی و ذخیره گاه زیستکره به ثبت رسیده است، شامل یکصد و دو جزیره بزرگ و کوچک است. حوضه اکولوژیکی این دریاچه شامل ۵۴۷ گونه گیاه، ۲۷ گونه پستاندار، ۲۱ نوع ماهی، ۲۱۲ گونه پرنده و ۴۱ گونه خزنده می‌باشد (ابراهیمی، ۱۳۸۹).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران.

Archive of SID
www.SID.ir

کمی سازی ساختار سیمای سرزمین به عنوان پیش نیاز مطالعه عملکرد و تغییر سیمای سرزمین (Marks and McGarigal, 1995) نیازمند تفسیر یا تهیه نقشه است. در این تحقیق جهت تهیه نقشه پوشش سرزمین و تحلیل تغییرات، به ترتیب از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۴ و ۵ سنجنده TM زمین مرجع شده با گذر و ردیف ۳۴–۱۶۸، ۳۳–۱۶۹ و ۳۴–۱۶۹ و تعداد ۷ باند مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۸، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ میلادی استفاده گردید. تصاویر این ماهواره بخوبی هدف این تحقیق مبتنی بر تهیه نقشه مرز دریاچه و شناسایی تغییرات دریاچه را برآورده می‌کند. تصحیح هندسی و زمین مرجع نمودن تصاویر لندست با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در نرم افزار ENVI 4 /5 و به روش نزدیک‌ترین همسایه انجام شد. در مرحله بعد هر سه تصویر مربوط به چهار دوره زمانی دریاچه ارومیه را موزاییک نموده و سپس تصحیح طیفی تصاویر به منظور بارز ساختن پدیده‌ها و بالا بردن سطح کیفی تصاویر و حذف تأثیرات نامطلوب نور و اتمسفر در تصاویر صورت گرفت، سپس با استفاده از ترکیب باندهای ۷۴۱ برای طبقه‌بندی نظارت شده انجام شد. با توجه به هدف تحقیق که تشخیص تغییرات دریاچه ارومیه بود، دو طبقه کاربری شامل آب و غیر آب شناسایی و مورد طبقه‌بندی قرار گرفت. طبقه‌بندی تصویرها و تهیه نقشه‌ها به روش بیشترین احتمال که یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است، در نرم افزار ENVI 4 /5 انجام گرفت (Fatemi and Rezaei, 2005). کمی سازی ساختار سیمای سرزمین با استفاده از شاخص‌های فضایی سیمای سرزمین یا متریک‌ها صورت گرفت. متریک‌ها، ساختار فضایی سیمای سرزمین را در یک لحظه از زمان تشریح می‌کنند (Leitao and Ahern, 2002) . در واقع متریک‌ها شاخص‌هایی هستند که خصوصیت شکلی، هندسی و ماهیت پراکنش و توزیع اجزای ساختاری سیمای سرزمین (لکه وکریدور در بستر سرزمین) را قابل تعریف و مقایسه کمی با عدد و رقم می‌کنند (Lausch and Herzog, 2002). البته در حقیقت بسیاری از متریک‌ها با همدیگر هبستگی دارند (یعنی این متریک‌ها یک جنبه یکسان الگوی سیمای سرزمین را اندازه گیری می‌کنند). زیرا فقط چند اندازه‌گیری اولیه وجود دارد که می‌تواند از لکه‌ها ساخته شود. (نوع لکه، مساحت، حاشیه و نوع همسایه) و بیشتر متریک‌ها از این اندازه‌گیری‌های اولیه مشتق می‌شوند. برخی از متریک‌ها ذاتاً اضافه هستند (e.g., Li and Reynolds, 1995; McGarigal and McComb, 1995; Ritters, *et al.*, 1995). اگر چه این مطالعات نشان می‌دهند که الگوهای سیمای سرزمین می‌توانند توسط یک مجموعه‌ی انگشت شمار توصیف شوند، ولی توافق عام بر روی انتخاب متریک‌های متعلق به یک فرد وجود ندارد. در این مطالعه با توجه به هدف مطالعه و دستیابی به آن، از متریک‌های جدول شماره ۱ به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین تالاب ارومیه استفاده شد. برای محاسبه متریک‌ها از لایه رستری نقشه‌های کاربری در نرم افزار FRAGSTATS 3.4 استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: متریک‌های سیمای سرزمین مورد استفاده در این مطالعه

متریک‌های سیمای سرزمین	توضیح	روش محاسبه	دامنه تغییر
مساحت طبقه	مجموع مساحت لکه‌های از یک نوع را محاسبه می‌کند.	$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\left(\frac{1}{10,000}\right)$	CA (class area)>0
شاخص بزرگ‌ترین لکه	درصدی ازسرزمین که از بزرگ‌ترین لکه تشکیل شده را نشان می‌دهد.	$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A}(100)$	0<LPI(largest patch index) <100
تراکم لکه	تراکم لکه را در سطح سیمای سرزمین محاسبه می‌کند.	$PD = \frac{N}{A}(10,000)(100)$	PD (patch density)> 0
کل حاشیه	کل لبه نشان دهنده طول کل لبه‌ها و مرزهای موجود در درون سیمای سرزمین است.	$TE = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}$	TE(total edge) ≥ 0
تراکم حاشیه	مقدار لبه نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین است.	$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{A}(10,000)$	ED(edge density) > 0
اندازه مؤثر	نشان دهنده‌ی احتمال پیوستگی میان دو نقطه که به صورت تصادفی انتخاب شده باشند.	$MESH = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{2}}{A}\left(\frac{1}{10,000}\right)$	از کوچک‌ترین واحد سیمای سرزمین تا کل سیمای سرزمین

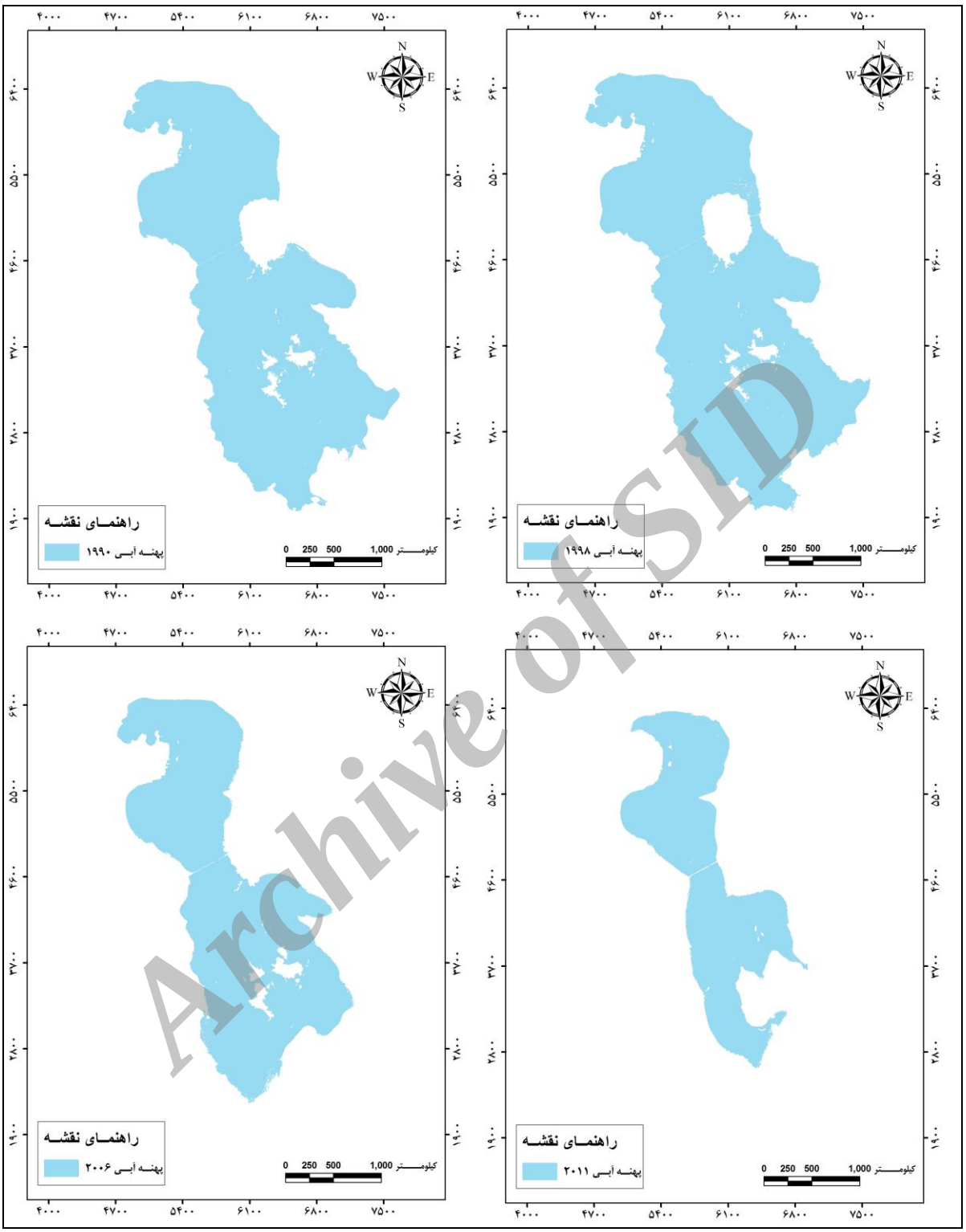
منبع: (Marks and McGarigal, 1995)

نتایج

تجزیه و تحلیل تصاویر نشان می‌دهد که تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در مقیاس سالیانه (از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ میلادی) قابل توجه است. نقشه‌های سطح آب دریاچه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ میلادی در شکل ۲ نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: نقشه‌های سطح آب دریاچه ارومیه از چپ به راست مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۸، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ میلادی.

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به جدول۲ و مقایسه میزان تغییرات متریک‌ها در نقشه‌های تولید شده سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۸ ، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ مشاهده شد که متریک CA که مساحت دریاچه را در سال‌های مختلف نشان می‌دهد، از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش یافته است ولی در سال ۲۰۰۶ میزان آن کاهش یافته و در سال ۲۰۱۱ میلادی به کم‌ترین میزان خود رسیده است. متریک PD نشان دهنده نسبت تعداد لکه‌ها به سطح سیمای سرزمین است و هرچه میزان بالاتر رود به معنی تکه‌تکه شدن است و تخریب دریاچه را نشان می‌دهد (Fu *et al.*, 2002). در این مطالعه میزان این متریک از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ کاهش یافته و این به معنی کم بودن لکه‌های خشکی و جزیره‌ای در پهنه تالاب ارومیه است. از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ میزان PD افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۱ تقریباً میزان ۳ برابر شده است و این نشان دهنده بزرگ‌تر شدن لکه‌های خشکی و جزیره‌ای داخل دریاچه است (شکل ۳). متریک TE طول کل لبه‌ها و مرزهای سیمای سرزمین دریاچه ارومیه است که هرچه کاهش یابد به معنی کوچک‌تر شدن دریاچه است. از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش داشته و در ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ با تفاوت معنی‌داری کاهش می‌یابد. متریک اندازه مؤثر شبکه (MESH) نشان دهنده‌ی احتمال اتصال بین دو نقطه در سیمای سرزمین و جدا نشدن آن‌ها به وسیله‌ی موانعی مانند جاده‌هاست (Jaeger, 2002). در حالتی که موانعی مانند جاده، عوامل انسان ساخت یا هر نوع کاربری ناسازگار دیگر در سیمای سرزمین حضور داشته باشند، احتمال اتصال دو نقطه مد نظر کاهش خواهد یافت (Girvetz *et al.*, 2008). این متریک از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ افزایش یافته است و از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ کاهش یافته است. اندازه این متریک از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۱ به میزان ۴/۶ برابر کاهش یافته است که نشان دهنده کاهش میزان پیوستگی و یکپارچگی تالاب ارومیه در فاصله زمانی مورد بررسی است. متریک تراکم لبه (ED) بیانگر مقدار لبه نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین است. میزان ED از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ میزان این متریک کاهش یافته است و به معنی کاهش از هم گسیختگی دریاچه ارومیه است. میزان ED در ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ افزایش یافته است که به معنی افزایش طول لبه و پیچیده‌تر شدن شکل آن‌ها و افزایش نواحی مرزی است. متریک LPI یا شاخص بزرگ‌ترین لکه درصدی از سرزمین که از بزرگ‌ترین لکه تشکیل شده را نشان می‌دهد. این متریک تالاب را به عنوان یک لکه بزرگ در نظر می‌گیرد. بنابراین نتایج بدست آمده بیانگر کاهش کلی سطح آبی است. هرچه میزان آن کمتر باشد یعنی دریاچه ارومیه کاهش اندازه و تکه‌تکه شدن بیشتر مواجه بوده است که بزرگ‌تر شدن جزایر گواهی بر این وضعیت است. در سال ۱۹۹۰، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۶ میزان آن تقریباً ثابت است ولی میزان این متریک در سال ۲۰۱۱ به طور چشمگیر کاهش می‌یابد. نتایج میزان متریک‌ها نشان می‌دهد که یکپارچگی و وسعت تالاب ارومیه، مخصوصاً در یک دهه اخیر کاهش یافته است.

جدول ۲: نتایج حاصل از تحلیل متریک‌ها.

سال	CA	PD	TE	MESH	ED	LPI
۱۹۹۰	۵۴۱۸۰۰	۰/۳۵۹	۲۷۱۸۰	۵۵۵/۷۵	۴۸/۸۱	۹۹/۹۰
۱۹۹۸	۵۶۳۷۰۰	۰/۱۶۴	۲۹۱۰۰	۶۰۶/۶۹	۴۷/۹۶	۱۰۰
۲۰۰۶	۴۱۲۵۰۰	۰/۲۳۴	۲۳۳۴۰	۴۲۶/۲۴	۵۴/۷۵	۱۰۰
۲۰۱۱	۲۳۶۶۰۰	۰/۷۷۲	۱۷۱۹۰	۱۲۹/۶۷	۶۶/۳۸	۵۱/۹۹

بحث و نتیجه گیری

هدف این مطالعه کمی نمودن تغییرات ساختاری دریاچه ارومیه با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بود که در سطح سیمای سرزمین صورت گرفت ولی در مطالعه‌ای مشابه Kelly و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی تغییرات پوشش گیاهی تالاب پتالوما رایور از

Archive of SID
www.SID.ir

متریک‌ها در دو سطح سیمای سرزمین و کلاس استفاده نمودند. این تفاوت در دو سطح به دلیل بررسی نکردن تغییرات پوشش گیاهی پیرامون تالاب در مطالعه حاضر است. با توجه به هدف این مطالعه از ۶ متریک استفاده شد که یانگ و همکاران در ۲۰۰۶ برای بررسی روند تغییرات پوشش طبیعی پارک اسپن در آلبرتای کانادا در یک دوره ۲۰ ساله فقط از چهار متریک سیمای سرزمین استفاده نمودند. طالبی امیری و همکاران در سال ۱۳۸۸ برای تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا نیز از چهار متریک استفاده نمودند. یکی از نتایج این مطالعه این بود که بسته به هدف مطالعه و اینکه سیمای سرزمین منطقه را چگونه تعریف کنیم، نوع متریک و تعداد آن‌ها متفاوت خواهد بود که وانگ و یانگ در تحقیقی در سال ۲۰۱۲ با هدف یافتن متریک‌های مهم برای کمی نمودن الگوی ساختاری نقشه کاربری اراضی، دریافتند که متریک‌های مهم بسته به اینکه سیمای سرزمین را چگونه توصیف کنیم، متفاوت خواهد بود و متناسب با هدف مطالعه خواهد بود. کاهش متریک اندازه موثر شبکه نشان دهنده‌ی افزایش از هم گسیختگی و کاهش پیوستگی در اثر اتوبان شهید کلانتری (کاربری ناسازگار) در دریاچه ارومیه است. البته افزایش سطح خشکی نیز در کاهش این متریک موثر بوده است، زیرا لکه‌های جزیره‌ای داخل تالاب به عنوان کاربری ناسازگار و مانع برای این متریک تعریف خواهند شد. در مطالعه‌ای Li و همکاران در سال ۲۰۰۵ استفاده از متریک اندازه مؤثر شبکه را برای بررسی اثرات انسانی بر مناطق تالابی مفید دانستند که همسو با نتیجه این مطالعه بود. در حالی که نتایج Chen و Lin (۲۰۱۳) نشان دادند که متریک موثر برای ارزیابی اثرات توسعه انسانی در مناطق تالابی LDI (شاخص جدا افتادگی سیمای سرزمین) می‌باشد و یا در مطالعه‌ای دیگر آذری دهکردی و فتحی سقزچی در سال ۱۳۸۸ به منظور ارزیابی اثر توسعه راه‌ها بر سیمای سرزمین اطراف تالاب انزلی از شاخص‌های α,β,γ,μ استفاده نمودند. البته با توجه به تعدد عوامل ایجاد تغییر ساختاری در منطقه و ناشناخته بودن ارتباطات و تأثیرات متقابل آن‌ها، نمی‌توان گفت که تغییر ساختاری مورد بحث ناشی از کاربری ناسازگار (بزرگراه شهید کلانتری) بوده است. اما بی شک حضور بزرگراه شهید کلانتری نقش مهمی در تغییرات ساختاری منطقه داشته است. این نتیجه همسو با مطالعه زبردست و همکاران در سال ۱۳۹۰ است که در مطالعه‌ای برای کمی سازی تغییرات ساختاری پارک ملی گلستان با استفاده از متریک های سیمای سرزمین جاده را مهمترین عامل افزایش از هم گسیختگی در پارک ملی گلستان دانستند. کاهش متریک CA نشان داد که مساحت دریاچه ارومیه به میزان ۵۷ درصد کاهش یافته که همسو با نتایج مطالعه رفیعی و همکاران در سال ۱۳۹۰ در بررسی تغییرات تالاب نیریز (کاهش ۵۲ درصدی مساحت آب) بود. در این تحقیق از شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI) نیز استفاده شد که در مطالعات مشابه (Lausch and Herzog *et al.*, 2002; De Barros Ferraz *et al.*, 2005; Matsushita *et al.*, 2006) کارایی این متریک تایید شده و با نتایج این مطالعات تطابق دارد. در این مطالعه روند کاهشی شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI) همسو با نتایج طالبی امیری و همکاران (۱۳۸۸) و نتایج مطالعات Matsushita و همکاران در سال ۲۰۰۶ در کاسومیگورای ژاپن می‌باشد که در این مطالعات نیز روندی کاهشی داشته و نشان دهنده تجزیه سیمای سرزمین می‌باشد. متریک‌های کل حاشیه (TE) و تراکم حاشیه (ED) در این مطالعه به خوبی کاهش مساحت دریاچه ارومیه و افزایش حاشیه را نشان دادند که کارایی این متریک‌ها در مطالعه زبردست و همکاران در سال ۱۳۹۰ نیز تأیید شد. همچنین کارا بودن این دو متریک در مطالعه‌ای توسط Chen و lin در سال ۲۰۱۳ در محاسبه تغییرات تالاب‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

در نهایت نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی توان بالای داده‌های ماهواره‌ی لندست و متریک‌های سیمای سرزمین به عنوان ابزاری دقیق و اقتصادی در به تصویر کشیدن و تجزیه و تحلیل تغییرات سطح آب طی زمان است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که دریاچه در طول دو دوره اخیر مطالعه دچار تغییرات گسترده‌ای شده است و با ادامه‌ی وضع موجود اثری از این دریاچه بر جای نمی‌ماند. تهیه‌ی نقشه‌های جدید با هدف اطلاع از چگونگی و میزان تغییرات سطح آب تالاب و سایر پوشش‌ها به منظور بهبود کیفیت تصمیم گیری و اتخاذ سیاست‌های لازم در مدیریت منطقه ضروری است. احداث سدها بدون توجه به مسائل محیطزیستی، خشکسالی‌های پیاپی، عدم برنامه‌ریزی در تخصیص آب به کاربری‌های مختلف، از جمله مواردی است که باعث شده این منطقه با چنین تهدیدهایی مواجه شود.

Archive of SID

www.SID.ir

شایسته است تصمیم گیران با داشتن دیدگاه واقعی از تغییرات به وجود آمده در این تالاب، به عواقب چنین فاجعه محیطزیستی در بلند مدت توجه کافی داشته باشند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱).

منابع

ابراهیمی، ع.، ۱۳۸۹. دریاچه ارومیه و چالش های آن، نشر جهاد دانشگاهی استان آذربایجان غربی، ۱۶۹ ص.

آذری دهکردی، ف. و فتحی سقزچی، ف.، ۱۳۸۸. بررسی کمی رابطه بین توسعه شبکه راه‌ها و تخریب سیمای سرزمین اطراف تالاب انزلی، مجله علمی – تخصصی اکوبیولوژی تالاب (شماره اول)، صفحات ۱۷-۳.

جعفری، ش. ، علیزاده شعبانی، ا.، و دانه کار، ا.، ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، کنفرانس بین المللی دریاچه ارومیه ، چالش ها و راهکارها، ارومیه، ایران، ۷ ص.

رفیعی، ی.، ملک محمدی، ب.، آبکار، ع و یاوری، ا.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات زیست محیطی تالاب ها و مناطق حفاظت شده با استفاده از تصاویر چند زمانه سنجنده TM (مطالعهٔ موردی :تالاب نیریز)، مجله محیط شناسی (شمارهٔ۵۷) ، صفحات ۷۶-۶۵.

زبردست، ل.، یاوری، ا.، صالحی، ا. و مخدوم، م.، ۱۳۹۰. بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان در فاصله سال های۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین، پژوهش های محیط زیست (شماره ۴) ، صفحات ۲۰-۱۱.

طالبی امیری، ش.، آذری دهکردی، ف.، صادقی، س. ح و صوف باف، س. ر.، ۱۳۸۸. تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریکهای اکولوژی سیمای سرزمین، علوم محیطی سال ششم (شماره سوم)، صفحات ۱۴۴-۱۳۳.

مخدوم، م.، درویش صفت، ع.، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع.، ۱۳۹۱. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۴ ص.

Birkett, C. and Mason, I., 1995. A new global lakes database for remote sensing programme studying climatically sensitive large lakes. Journal of Great Lakes Research 21(3), p 307-318.

Chen, T. S. and Lin, H. J., 2013. Development of a framework for landscape assessment of Taiwanese wetlands, Ecological Indicators (25), p121–132.

De Barros Ferraz, S. F., Vettorazzi, C. A., Theobald, D. M. and Ballester, M. V. R., 2005. Landscape Dynamics of Amazonian Deforestation Between 1984 and 2002 in Central Rondonia, Brazil: Assessment and Future Scenarios. Journal of Forest Ecology and Management 204(1), p 69-85.

Fatemi, S. B. and Rezaei, Y., 2005. Principles of Remote Sensing. Azadeh Publications, Tehran, pp 450.

Fensholt, R., Nielsen, T.T. and Stisen, S., 2006. Evaluation of AVHRR PAL and GIMMS 10-day composite NDVI time series products using SPOT-4 vegetation data for the African continent. International Journal of Remote Sensing 27 (13), p 2719–2733.

Fu, B. J., Chen, L. D. and Ma, K. M., 2002. Theory and Applications of Landscape Ecology. Beijing: Science Press.

Girvetz, E. H., Thorne, J. H., Berrya, A. M., and Jaeger, J. A. G., 2008. Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. Landscape and Urban Planning (86), p 205-218.

Hountondji, Y. C., Sokpon, N. and Ozer, P., 2006. Analysis of the vegetation trends using low resolution remote sensing data in Burkina Faso (1982–1999) for the monitoring of desertification. International Journal of Remote Sensing 27 (5), p 871–884.

Jaeger, J., 2002. Landscape fragmentation: A trans disciplinary study according to the concept of environmental threat Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany, pp 456.

Kelly, M., Tuxen, K. A. and Stralberg, D., 2011. Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: Finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time, Ecological Indicators (11), p 263–273.

Lambin, E. F. and Geist, H., 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer.

Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Journal of Ecological Indicators (2), p 3-15.

Leitao, A. B. and Ahren, J., 2002. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape and Urban Planning (59), p 65- 93.

Archive of SID

www.SID.ir

Li, f., Wang, R., Paulussen, J. and Liu, X., 2005. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. Landsc. Urban Plann (72), p 325–336.

Li, H. and Reynolds, J. F., 1995. On definition and quantification of heterogeneity. Oikos (73), p 280-284.

Li, X., Jongman, R. H. G., Hu, Yuanman., Bu, R., Harms, B., Bregt, A.K., and He, H. S. , 2005. Relationship between landscape structure metrics and wetland nutrient retention function: A case study of Liaohe Delta, China, Ecological Indicators (5), p 339–349.

Makhdoum, M. F., 2008. Landscape ecology or environmental studies (Land Ecology) (European Versus Anglo-Saxon School of thoughts). Journal of International Environmental Application and Science. (3), p 147-160.

Matsushita Bunkei and et al., 2006. Characterizing Changes in Landscape Structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset. Journal of Landscape and Urban Planning 78, p 241-250.

McGarigal, K. and Marks, B. J., 1995. FRAGSTATS: Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR, p 351.

McGarigal, K., and McComb, W. C., 1995. Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon Coast Range. Ecol. Monogr. (65), p 235-260.

Naveh, Z., 2002. Foreword. In: Bastian O and Steinhardt U (Eds). Development and perspectives of landscape ecology. Kluwer Academic Publisher. Boston, p 123.

Ojeda, J., Sanchez, **E., Fernandez-Palacios**, **A. and Moreira, J. M., 1995.** Study of the dynamics of estuarine and coastal waters using remote sensing: Tinto-diel estuary, SW Spain. Journal of Coastal Conservation 1, 109- 118.

Ozesmi, S. L. and Bauer, E. M., 2002. Satellite remote sensing of wetlands. Wetlands Ecology and Management. (10), p 381-402.

Ritters, K. H., O'Neill, R. V., Hunsaker, C. T., Wickham, J. D., Yankee, D. H., Timmins, S. P., Jones, K. B. and Jackson, B. L., 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. Landscape Ecol (10), p 23-40.

Sugumaran, R., Harken, J. and Gerjevic J., 2004. Using Remote Sensing Data to Study Wetland Dynamics in Iowa, Iowa Space Grant (Seed) Final Technical Report, University of Northern Iowa, Cedar Falls, 1-17.

Wang, J., and Yang, X., 2012. A Hierarchical Approach to Forest Landscape Pattern Characterization, Environmental Management (49), p 64–81.

Young, J. E., Sa´nchez-Azofeifa, G. A., Hannon, S. J., and Chapman, R., 2006. Trends in land cover change and isolation of protected areas at the interface of the southern boreal mixedwood and aspen parkland in Alberta, Canada , Forest Ecology and Management (230) , p 151–161.

Archive of SID

www.SID.ir