



مدلسازی اثرات خشکی دریاچه ارومیه بر روند گسترش شوری در اراضی کشاورزی حاشیه شرقی دریاچه با استفاده از تکنیک فازی شیء گرا

کیوان محمدزاده^۱، بختیار فیضی زاده^{۲*}

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تبریز

۲. استادیار دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۹ اسفند ۱۳۹۵

پذیرش: ۲۹ شهریور ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۲۰ آبان ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

تجزیه و تحلیل شیء گرای تصاویر ماهواره‌ای

پایش شوری خاک

اراضی کشاورزی

شرق دریاچه ارومیه

چکیده

تکنیک‌های تجزیه و تحلیل شیء گرای تصویر (OBIA) به عنوان یکی از روش‌های جدید پردازش تصاویر ماهواره‌ای در حوزه سنجش از دور مطرح هست که دارای پتانسیل قابل توجهی در مطالعات علوم خاک است. در این راستا OBIA به عنوان روشی شناخته شده است که جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، الگوی طیفی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای را با هم ادغام می‌کند. این رویکرد در برابر روش‌های پیکسل پایه که با چالش جدی تشابه خواص طیفی روبرو هستند، توسعه یافته است. هدف اصلی از این مطالعه بررسی شوری خاک و اعمال یک رویکرد یکپارچه از فازی شیء گرا جهت پایش تغییرات پوشش زمین در منطقه حاشیه شرقی دریاچه ارومیه است که تحت تأثیر گسترش شوری بوده است. در همین راستا تصاویر ماهواره لندست ۷ سنجنده ETM⁺ مربوط به سال ۲۰۰۰ و تصویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI برای سال ۲۰۱۵ تهیه و پس از مرحله پیش‌پردازش، با اعمال شاخص‌های طیفی NDVI، روشنایی، NDSI روند شوری اراضی کشاورزی حاشیه شرقی دریاچه با استفاده از تکنیک فازی شیء گرا ارزیابی گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که پیشرفت قابل توجهی در افزایش سطح شوری با نرخ بالای ۲۱/۵۴ درصد (۸۳۳/۱۸ کیلومتر مربع) وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده، زمین‌های بایر شور با شیب مثبت ۱۹/۷ درصد نشان‌دهنده نرخ رشد مثبت از ۱۵/۳ درصد به ۳۵/۰۵ درصد است. نتایج نشان داد که وضعیت بحرانی زیست‌محیطی برای اراضی کشاورزی شرقی دریاچه ارومیه نیاز به توجه جدی تصمیم‌گیرندگان و مسئولین در استان آذربایجان شرقی دارد.

* feizizadeh@tabrizu.ac.ir: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

نیمه‌خشک که شرایط آب و هوایی نامناسب و افزایش جمعیت تقاضا را برای استفاده از زمین‌های کشاورزی باعث می‌شود، ضروری می‌سازد (۱۸، ۱۹ و ۲۱). داده‌های چند طیفی نظیر داده‌های ماهواره لندست، اسپات، آیکنوس، کوئیک برد و ماهواره‌های سری IRS بخوبی ماهواره‌های هایپریون در پایش و تهیه نقشه شوری مناسب و مفید هستند (۱۷). در راستای استفاده از این تصاویر سنجنش از دور برای آشکارسازی روند تغییرات شوری خاک، تکنیک‌های پردازش شیء‌گرا به عنوان روش‌های نوین امکان مدل‌سازی روند تغییرات شوری را با دقت بالایی فراهم می‌آورند. این در حالی است که روش‌های کلاسیک در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای توانایی محدودی در جدا نمودن کلاس‌هایی که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می‌شوند، دارد؛ و این امر موجب کاهش صحت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه می‌گردد (۳۲). خشک شدن دریاچه ارومیه نه تنها بر منطقه آذربایجان بلکه بر مناطق هم‌جوار آن هم تأثیرهای بسیار زیادی خواهد گذاشت؛ که این امر اگر با معضلات و آسیب‌های اقتصادی اجتماعی ناشی از مهاجرت بی‌رویه در نظر گرفته شود تأیید می‌گردد که فجایع ناشی از خشک شدن دریاچه ارومیه به شدت بر اقتصاد و مسائل اکولوژیکی و زیست‌محیطی بخصوص بر میزان سلامتی ساکنان حاشیه دریاچه تأثیر مستقیمی خواهد گذاشت و ده‌ها هزار کیلومترمربع را تحت تأثیر خود قرار داده و با عنایت به ارزش‌های باغی - زراعی منطقه و جمعیتی از سویی و از سوی دیگر هم‌جواری با کشورهای دیگر خالی شدن منطقه از سکنه به دلیل معضلات زیست‌محیطی خطری جبران‌ناپذیر را در پی خواهد داشت. با توجه به دلایل ذکر شده حاشیه شرق دریاچه ارومیه به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب گردید بنابراین در شرایط حاضر، پایش و ارزیابی چنین مناطقی می‌تواند به عنوان یک امر مهم در توسعه ملی و مدیریت منابع طبیعی تلقی شود (۱۲). احمدیان و همکاران (۱) در بررسی تغییرات شوری خاک به کمک پردازش رقومی اطلاعات ماهواره لندست در دشت قهاوند (استان همدان)، با تفکیک سطوح مختلف خاک‌های شور به وسیله دوسری اطلاعات داده‌های رقومی

با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران و کارشناسان از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده، آگاهی از نوع و درصد کاربری و پوشش‌های مختلف، نیازی بنیادی جهت شناخت، مدیریت، سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکل موجود در منطقه است (۱۰). نقصان خاک یک مسئله اساسی زیست‌محیطی است که بر جنبه‌های حیاتی زیست‌محیطی از جمله امنیت غذایی، کاهش تولید، حفظ منابع طبیعی، از بین رفتن تنوع زیستی و تغییرات اقلیمی جهانی تأثیر می‌گذارد. خاک یکی از مهم‌ترین و باارزش‌ترین منابع طبیعی تجدیدشونده است که زیربنای تمدن بشری به شمار می‌آید. خاک به عنوان بستر حیات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان‌دهنده توان تولید اراضی است؛ که با مدیریت و کاربری ناصحیح اراضی، به راحتی مستعد تخریب می‌گردد. خاک به عنوان یک منبع ارزشمند بستر کشت محصولات کشاورزی و تولید مواد غذایی را فراهم نموده است. این پتانسیل تولید با تخریب اراضی به شدت کاهش می‌یابد (۷ و ۳۱). از طرفی اراضی حاصلخیز محدود بوده که تنها ۱۱ درصد از کل خشکی‌های زمین را شامل می‌شود و بایستی نیاز غذایی شش میلیارد انسانی را که با نرخ رشد متوسط ۱/۳ درصد در سال در حال افزایش است، تأمین کند. از این رو گسترش تخریب این منبع محدود می‌تواند امنیت غذایی جهان را شدیداً در معرض خطر قرار دهد و تهدیدی برای کیفیت محیط باشد. در این راستا نقصان خاک در ارتباط با عوامل شوری خاک یک معضل جهانی بود است (۲۰). شوری یکی از عوامل مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که از طریق محدود کردن رشد گیاه باعث کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود (۲، ۱۸ و ۱۹). نقشه‌برداری شوری خاک جهت مدیریت بهتر و جلوگیری از شور شدن خاک ضروری است. شناسایی اولیه شوری در مبارزه با این چالش بسیار مهم است. بنابراین شناسایی و پایش مناطق شور برای کنترل رفتار تخریب زمین و مدیریت پایدار آن به ویژه در نواحی

درصد به دست آوردند. میلووسکی و همکاران (۲۶) با استفاده از ترکیب تصاویر لندست و تصاویر ابرطیفی هایپریون، توزیع مکانی و تغییرات مواد معدنی تبخیری و کفه‌های نمکی مناطق نیمه‌خشک را در ارتباط با پدیده سیلاب بررسی نمودند. نتایج بدست آمده نشان دادند که کفه‌های نمکی یک لندفرم بسیار پویا و ناهمگن است. میزان تغییرات در مرز کفه‌های نمکی پایدار بوده و به سمت مرکز کفه‌ها افزایش می‌یابد.

در پژوهش حاضر سعی شده است تا با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای، پایش شوری خاک به منظور مدیریت ویژه اراضی کشاورزی در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. با توجه به روند روبه افزایش تخریب منابع طبیعی، ضروری است زمان و هزینه‌بر روی گزینه‌هایی که در یک موقعیت معین بهترین هستند، صرف گردد. در این پژوهش سعی شده است از قابلیت تصاویر ماهواره‌ای لندست و همچنین روش نوین پردازش شیء‌گرایی در جهت پایش روند شور شدن خاک‌های حاشیه شرقی دریاچه استفاده گردد.

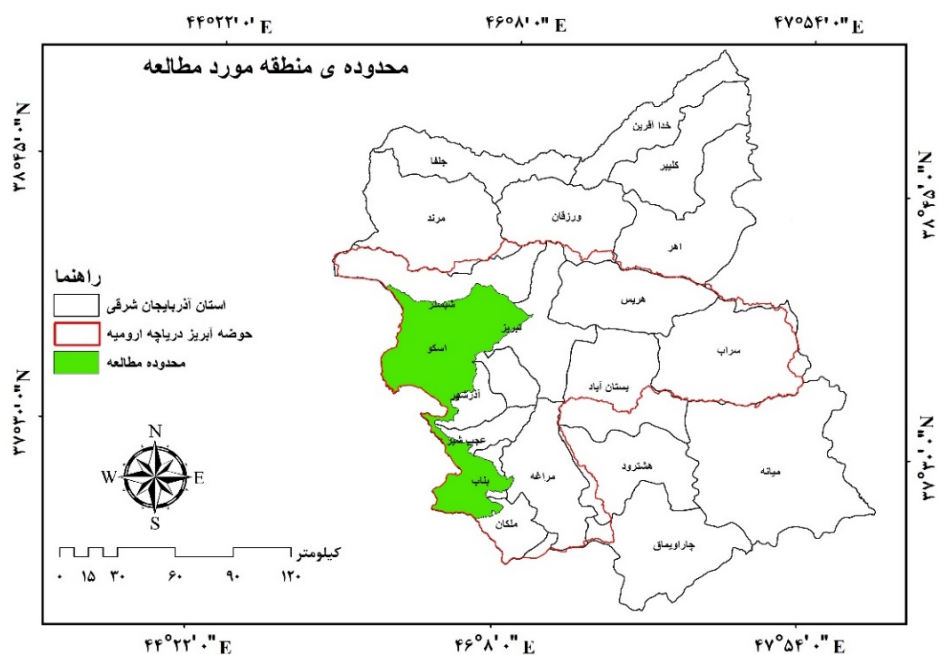
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از مناطق شرق حوضه آبریز دریاچه ارومیه است؛ که در محدوده $37^{\circ} 09'$ تا $38^{\circ} 11'$ عرض شمالی و $45^{\circ} 41'$ تا $46^{\circ} 17'$ طول شرقی در شمال غرب ایران واقع گردیده است. مساحت محدوده مورد مطالعه $3847/6012$ کیلومتر مربع و محیط منطقه $584/98$ کیلومتر است. حداکثر ارتفاع منطقه 2141 و حداقل آن 1124 متر از سطح دریا است. منطقه مورد مطالعه شامل دشت‌های تبریز، شبستر، اسکو، آذرشهر، عجب‌شیر و بناب، ملکان و قسمتی از مراغه است (شکل ۱).

ماهواره لندست ۵ و ۷ همراه با مطالعات زمینی به کمک بررسی باندهای مختلف سنجنده‌های TM و ETM^+ و بررسی شاخص‌های مختلف برای خاک و پوشش گیاهی با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده، نشان دادند که وسعت خاک‌های شور در طی ۱۱ سال افزایش قابل توجه داشته است. خنمانی و همکاران (۵) به ارزیابی وضعیت خاک با استفاده از فن سنجش از دور در دشت سگزی اصفهان پرداختند، نتایج این تحقیق نشان داد که نقشه حاصل از تصویر ماهواره‌ای از دقت بیشتری برای تهیه نقشه شاخص خاک برخوردار است. فتاحی (۸) با استفاده از فن سنجش از دور به ارزیابی و طبقه‌بندی شوری‌هایی با استفاده از روش UNEP-FAO در حوضه آبخیز قمرود پرداخت.

نتایج وجود همبستگی بسیار بالا بین خصوصیات خاک شامل هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم با ارزش‌های طیفی این باند ترکیبی (به ترتیب $0/885$ و $0/857$) را نشان داد که به صورت یک مدل رگرسیونی برای تهیه نقشه شوری خاک ارائه شد. خادمی و همکاران (۴) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و به کمک علم سنجش از دور و GIS، شوره‌زارهای اطراف دریاچه ارومیه را در یک دوره ۱۳ ساله مطالعه و تغییرات مساحت شوره‌زارها و اثرات زیست‌محیطی آن را بررسی کردند و نشان دادند که افزایش اراضی شور روند بسیار سریع افزایشی دارد. اسکادیرو و همکاران (۲۹) شوری خاک را در غرب دره سان جون (San Joaquin Valley) ایالت کالیفرنیا آمریکا، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در یک دوره هفت ساله (۲۰۱۳-۲۰۰۷) ارزیابی کردند نتایج به دست آمده نشان دادند که مجموعه داده‌های واقعی زمین، همبستگی بالای با بازتاب طیفی ثبت شده تصاویر لندست ۷ دارند. پی و همکاران (۲۷) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و با رویکرد پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای در یک دوره ۲۴ ساله از سال ۱۳۸۹ تا ۲۰۱۳، معدن زغال سنگ پانخیا در شرق چین را مطالعه نمودند و پوشش زمین را با دقت کلی بین ۸۰ تا ۹۴



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی

روش تحقیق

در این مطالعه از دو نوع داده شامل تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های بدست آمده از GPS در طی عملیات میدانی استفاده گردید. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده شامل تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده‌های TM لندست ۵، ۷ و سنجنده OLI مربوط به لندست ۸، بین سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۲۰ با رزولوشن ۳۰ متر و گستره ۱۶۸-۳۴ متر مربوط به ماه‌های جولای و آگوست است. با توجه به هدف مطالعه، ابتدا مراحل پیش‌پردازش تصاویر در محیط نرم‌افزاری ENVI[®] 5.1 صورت گرفت و پس از این اعمال، تصاویر و لایه‌های اطلاعاتی GIS شامل (اطلاعات توپوگرافی حاصل از DEM ۳۰ متری منطقه، کلاس‌بندی خاک و شاخص پوشش گیاهی NDVI) به منظور طبقه‌بندی دانش پایه و اعمال الگوریتم‌های مختلف وارد محیط نرم‌افزار eCognition شد، که این پردازش‌ها شامل الگوریتم‌هایی (SI، Brightness، NDVI و نسبت‌های باندهای مختلف) برای شناسایی خصوصیات شوری خاک‌ها و انتخاب مناسب‌ترین شاخص برای منطقه مورد مطالعه است. در مرحله پس‌پردازش، روند تغییرات شوری خاک مورد ارزیابی قرار گرفته و تحلیل نتایج صورت پذیرفت.

سگمنت‌سازی تصاویر

در روش‌های سنتی پیکسل پایه، طبقه‌بندی بر اساس تجزیه و تحلیل پیکسل‌ها به جای اشیاء تصویر صورت می‌گیرد. طبقه‌بندی پیکسلی تصاویر با قدرت تفکیک بالا، مشکل پیکسل‌های مخلوط را کاهش می‌دهد اما منجر به افزایش تغییرات داخلی و نویز داخل کلاس‌های کاربری اراضی می‌شود (۲۸ و ۳۳).

اولین گام در طبقه‌بندی شیء‌گرا در eCognition، فرآیند طبقه‌بندی اشیاء تصویر است. الگوریتم طبقه‌بندی، تصویر را بر اساس ویژگی‌های طیفی و مکانی به اشیاء تصویر طبقه‌بندی می‌کند (۲۳). طبقه‌بندی یک تصویر به اشکال هندسی اولیه اشیاء تصویر که متشکل از چندین پیکسل هستند، اساس طبقه‌بندی شیء‌گرا را تشکیل می‌دهد. این اشیاء تصویر علاوه بر اطلاعات طیفی، اطلاعات مربوط به شکل اشیاء، ویژگی‌های بافتی و ویژگی‌های آماری پیکسل‌ها و همچنین روابط بین اشیاء و لایه‌های موضوعی را دارا هستند (۱۳ و ۲۳).

روش بهینه‌سازی مقیاس سگمنت‌سازی

ابزار ESP اجازه پیش‌بینی سریع پارامتر مقیاس برای

محتوای یک شیء می‌تواند در طبقه‌بندی استفاده شود. eCognition از روش طبقه‌بندی فازی استفاده می‌کند. طبقه‌بندی فازی به هر کدام از واحدهای طبقه‌بندی ارزش درجه عضویت بین ۰ تا ۱ را می‌دهد. توابع عضویت درجه عضویت یک شیء به یک کلاس را تعیین می‌کند. اشیاء می‌توانند در بیش از یک کلاس عضویت داشته باشند (۱۶). طبقه‌بندی فازی تکنیکی است که ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر طبقه تبدیل می‌کند. تبدیل ارزش عوارض به ارزش فازی اجازه همگون‌سازی و ترکیب عوارض در دامنه‌های متفاوت را فراهم می‌آورد. طبقه‌بندی فازی حتی انطباق و وفق‌پذیری توصیفات عوارض را فراهم می‌آورد. در eCognition توصیف‌های کلاس هر کلاس متشکل از مجموعه‌ای از حالت‌های فازی است که ویژگی خاص از اشیاء رو بیان می‌کند. این حالت‌ها می‌توانند تابع عضویت، شباهت به کلاس یا یک ارزش نزدیک‌ترین همسایه باشد؛ بنابراین به عنوان مثال ممکن است یک پدیده با درجه عضویت ۰/۸ به جنگل و ۰/۳ به آب تعلق داشته باشد. در eCognition هر طبقه دارای توصیفات خاص خود بوده و توصیفات هر طبقه مشتمل بر مجموعه‌ای از شرایط است که بر اساس عملگرهای فازی تعیین می‌شود. این شرایط برای هر طبقه به صورت جداگانه تعریف می‌شود که در طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر در محیط نرم‌افزار eCognition از اهمیت بالایی برخوردار بوده و مبنای طبقه‌بندی فازی را تشکیل می‌دهد. طبقه‌بندی فازی متناسب با شرایطی است که مفسر برای هر کلاس تعیین می‌کند. این شرایط به وسیله توابعی که برای کلاس‌ها بیان می‌گردد، تعریف می‌شود که می‌تواند بصورت تابع عضویت، شبیه‌سازی کلاس‌ها یا نزدیک‌ترین همسایه باشد. در eCognition تعریف شرایط مناسب برای هر کلاس، مبنای طبقه‌بندی فازی را تشکیل می‌دهد. با تعیین ویژگی‌های مربوط به اطلاعات طیفی و ویژگی‌های هندسی کلاس‌های کاربری اراضی در طی فرآیند پردازش تصویر، می‌توان از عملگرهای منطق فازی استفاده نموده و شرایط مناسب برای طبقه‌بندی را تعریف نمود. در تعریف شرایط

سگمنت‌سازی چندتفکیکی را در محیط نرم‌افزار eCognition می‌دهد. این ابزار به صورت خودکار داده‌های تعریف شده توسط کاربر را با یک مقدار ثابت افزایش پارامتر مقیاس، قطعه‌بندی می‌کند و واریانس محلی را به صورت میانگین انحراف معیار اشیاء هر سطح به دست آمده از فرآیند سگمنت‌سازی محاسبه می‌نماید. گرافیک (واریانس محلی) LV برای ارزیابی پارامترهای مقیاس مناسب، مربوط به ویژگی داده هر شیء استفاده می‌شود. ارزیابی پویایی واریانس محلی از یک سطح شیء به سطح دیگر، با استفاده از نرخ تغییر (ROC) انجام شد.

$$ROC = \left[\frac{L - (L-1)}{L-1} \right] \times 100 \quad [1]$$

در این رابطه؛ L واریانس محلی سطح هدف و L-1 سطح پایین‌تر بعدی است. نرخ تغییر یک شاخص فنی بوده که برای تجزیه و تحلیل واریانس و محلی و مشخص نمودن تغییرات آن از یک سطح سگمنت به سطح دیگر را مشخص می‌کند. فرض ما این است که نقطه پیک نمودار ROC-LV نشانگر سطوح اشیاء تصویر است که می‌تواند در مناسب‌ترین حالت سگمنت‌سازی شود. در این نقطه پیک، سگمنت‌ها مطابق با انواع اشیاء با درجه مساوی از همگنی است (۲۲ و ۲۴).

طبقه‌بندی فازی بر اساس تکنیک‌های شیء‌گرا

مترینچ (۲۵) برخی از تکنیک‌های طبقه‌بندی تصویر برای شناسایی شوری را ارزیابی کردند. طبقه‌بندی فازی با توجه به نظریه مجموعه فازی می‌تواند مناطق انتقال تدریجی بین خاک‌های شور و غیر شور را تشخیص داده و به عنوان یک طبقه‌بندی دقت بالا برای مناطق شور مورد استفاده قرار گیرد. منطق فازی می‌تواند یک روش خوب برای طبقه‌بندی و نظارت بر شرایط زیست‌محیطی مربوط به شوری و همچنین روش خوب برای توصیف ماهیت و شدت تغییرات شوری در طول زمان باشد. در eCognition طبقه‌بندی مبتنی بر دانش فازی که شامل اطلاعات طیفی، شکل، همسایگی و سایر اطلاعات مربوط به کلاس‌بندی است، می‌تواند انجام شود (۲۳)؛ بنابراین

ارزیابی ارزش‌های آن‌ها، در محدوده ۰ تا ۱ ممکن می‌سازد. تعریف اطلاعات و شرایط برای کلاس‌ها، به صورت توابع عضویت و یا نزدیک‌ترین همسایه صورت می‌گیرد. به طوری که تمام پدیده‌های مستقر در فضای عوارض نمونه‌ها، از درجه عضویت بالایی برای آن کلاس‌ها برخوردار هستند.

نتایج

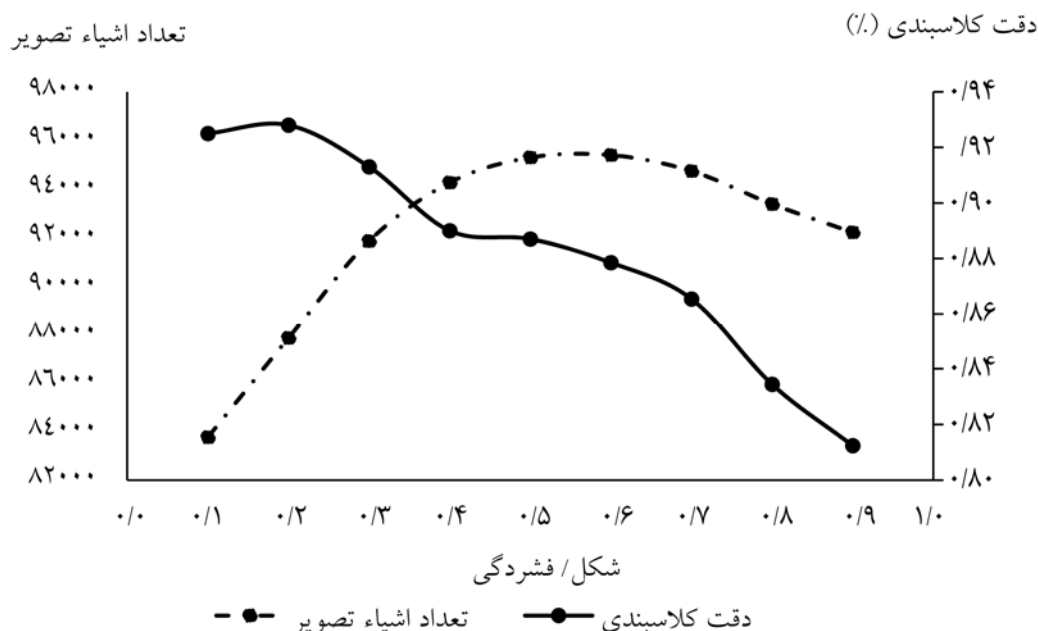
انتخاب مقیاس بهینه جهت انجام پردازش شیء‌گرا

برای پیدا کردن عینی مقیاس‌های متعدد بهینه و بهبود کیفیت سگمنت‌سازی، دقت کلاس‌بندی در ضرایب مختلف شکل و فشردگی تطبق شکل ۲ و جدول ۱ تعیین گردید. سپس با استفاده از الگوریتم پیش‌بینی مقیاس بهینه (ESP؛ Estimation of Scale Parameter)، مقیاس مناسب جهت استخراج عارضه‌های مورد نظر پیش‌بینی شد. شکل ۳ نتیجه حاصل از پیش‌بینی مقیاس مناسب جهت استخراج عارضه‌های مورد نظر را نشان می‌دهد.

طبقه‌بندی مفسر می‌تواند از پارامترهای طیفی و بصری (شامل بافت، شکل و تن رنگ) استفاده نموده و با تعریف یکی یا مجموعه‌ای از این عوامل و همچنین تعیین نسبت اهمیت هر یک از این عوامل در فرآیند طبقه‌بندی کلاس‌ها را تعریف نماید (۶).

تابع عضویت

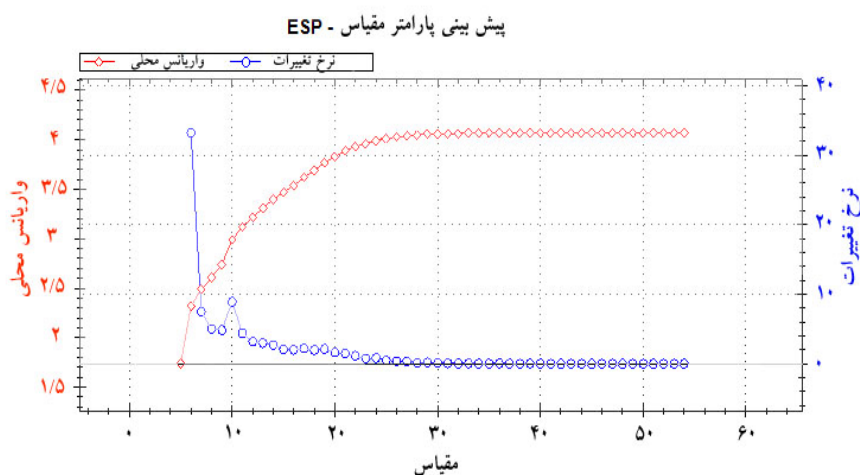
تابع درجه عضویت را در تئوری مجموعه فازی تابع عضویت می‌نامند. در تکنیک تابع عضویت، پدیده‌های اولیه ایجاد شده در مرحله سگمنت‌سازی، علاوه بر خصوصیات طیفی از خصوصیات دیگری نظیر اندازه، شکل، مساحت و محیط می‌تواند برخوردار شود، که در این صورت کاربر باید نسبت به این اطلاعات، که باعث تفکیک بهتر پدیده‌ها از یکدیگر و انتساب پدیده‌های تصویر به کلاس‌های مورد نظر می‌شود، آگاهی کافی داشته باشد. در eCognition هر کلاس دارای توصیفات خاص خود، به صورت مجموعه‌ای از توابع فازی بوده که امکان ارزیابی پدیده‌های مشخص را از طریق



شکل ۲. رابطه بین مقیاس سگمنت‌سازی با تعداد اشیاء تولید شده و میزان دقت کلاس‌بندی

جدول ۱. رابطه بین مقیاس سگمنت‌سازی با تعداد اشیاء تولید شده و میزان دقت کلاس‌بندی

شکل	فشرده‌گی	تعداد اشیاء تصویر	ضریب کاپا	دقت کلاس‌بندی
۰/۱	۰/۹	۸۳۷۶۱	۰/۹۱۵	۰/۹۲۵
۰/۲	۰/۸	۸۷۸۳۷	۰/۹۱	۰/۹۲۸
۰/۳	۰/۷	۹۱۸۶۱	۰/۸۸۴۵	۰/۹۱۳
۰/۴	۰/۶	۹۴۲۶۹	۰/۸۷۱۹	۰/۸۹
۰/۵	۰/۵	۹۵۲۹۹	۰/۸۵۰۳	۰/۸۸۷
۰/۶	۰/۴	۹۵۳۹۸	۰/۸۵۷۵	۰/۸۷۸۵
۰/۷	۰/۳	۹۴۷۴۱	۰/۸۴۳۴	۰/۸۶۵۴
۰/۸	۰/۲	۹۳۳۸۳	۰/۸۲۵۷	۰/۸۳۴۴
۰/۹	۰/۱	۹۲۲۱۹	۰/۷۹۸۵	۰/۸۱۲۴

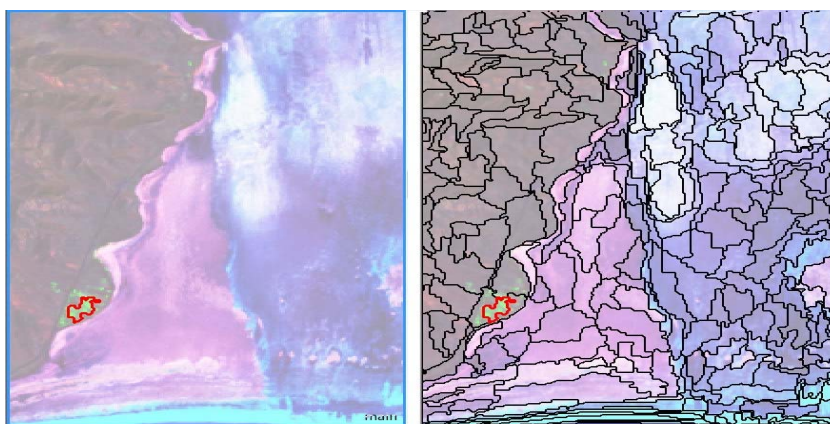


شکل ۳. مقیاس بهینه پیش‌بینی شده با استفاده از الگوریتم (ESP)

۱). با پیش‌بینی مقیاس مناسب جهت ایجاد واحدهای تصویر با استفاده از الگوریتم (ESP)، مقیاس ۱۰ با ضرایب شکل و فشرده‌گی به ترتیب ۰/۲ و ۰/۵ به عنوان مقیاس مناسب جهت استخراج عارضه‌های تصویر انتخاب شد (شکل ۳). در این تحقیق برای تشخیص مناسب‌ترین محدوده پارامتر مقیاس که در آن تقسیم‌بندی تصویر انجام می‌گیرد از مفهوم واریانس محلی و از یک ابزار خودکار در محیط نرم‌افزار eCognition، استفاده گردید. همچنین پیش‌بینی پارامتر مقیاس (ESP) برای تعریف پارامترهای مقیاس سگمنت‌سازی معنادار روی تصاویر انجام شد. در حالی که منحنی واریانس محلی بطور ناگهانی با افزایش اندازه سگمنت در مقیاس‌های پایین افزایش می‌یابد

برای تعیین مقیاس بهینه سگمنت‌سازی ابتدا تصویر منطقه را در ضرایب شکل و فشرده‌گی متفاوت طبقه‌بندی نموده و سپس اقدام به برآورد دقت کلی نتایج بدست آمده و محاسبه ضریب کاپا شد. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش پارامتر ضریب شکل و کاهش ضریب فشرده‌گی، تعداد سگمنت‌های تولید شده در واحد تصویر بیشتر شده و پیرو آن میزان دقت نتایج نیز کم می‌شوند زیرا با افزایش ضریب شکل، اشیاء تصویری که تولید می‌شوند دقیقاً مطابق با عارضه‌های رو تصویر تشکیل نمی‌شوند و در کلاس‌بندی علاوه بر اشیاء هدف، اشیاء دیگر یا در مجاورت اشیاء هدف نیز به صورت نادرست در کلاس مورد نظر ما قرار می‌گیرند (شکل ۲؛ جدول

نمودار LV بسیار صاف و نرم هست. از لحاظ تئوری، قله در یک منحنی LV-ROC نشان می‌دهد که در آن سطح، منحنی LV بخش مطابق با معادل خود در جهان واقعی خود افزایش می‌یابد. با این حال، تنوع ناشی از تقسیم‌بندی پس‌زمینه نیز در منحنی تولید نقطه پیک می‌کند و در نتیجه پیچیدگی تفسیر نمودارها، متناسب با پیچیدگی صحنه است. شکل ۴ قطعه‌بندی تصویر با مقیاس ۱۰ (ضریب شکل ۰/۲ و ضریب فشردگی ۰/۵) را نشان می‌دهد.



شکل ۴. قطعه‌بندی تصویر با مقیاس ۱۰ (ضریب شکل ۰/۲ و ضریب فشردگی ۰/۵)

اشیاء تصویر تولید شده کم می‌شود و دقت کلاس‌بندی افزایش می‌یابد. با مقایسه دقت کلاس‌بندی حاصل شده در ضرایب (شکل و رنگ) در مقیاس‌های مختلف مشخص گردید که مقیاس ۱۰ با ضریب شکل ۰/۲ و فشردگی ۰/۵ بیش‌ترین دقت (۹۲٪) را دارا است.

استفاده از الگوریتم‌های شیء‌پایه

از توابع اطلاعاتی بافتی (GLCM)، میانگین باندهای تصویر، اطلاعات هندسی (شکل، فشردگی و عدم تقارن)، شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص‌های شوری SI، NDSI، فام رنگ، سیری و شدت رنگ... و قابلیت‌های متنوع تکنیک‌های OBIA جهت استخراج پوشش اراضی با دقت بالا استفاده شده است. شاخص‌های شوری SI و NDSI از رابط‌های زیر محاسبه گردید.

منحنی نرخ تغییرات واریانس محلی در روندی مخالف کاهش می‌یابد. این الگو مرحله تغییر از پیکسل‌ها به کوچک‌ترین اشیاء تصویر مورد نظر را نشان می‌دهد. نمودار نشان می‌دهد که LV به تنهایی نمی‌تواند مقیاس معنی‌دار اشیاء تصویر را نشان دهد. به خاطر تفاوت‌های بزرگ در مقادیر ROC-LV در مقیاس‌های کوچک‌تر، تغییرات در منحنی ROC-LV در مقیاس‌های بزرگ‌تر پنهان هستند. نمودار ROC-LV دارای نوسانات ناگهانی بیشتری بین نقطه ماکسیمم و مینیمم بوده درحالی‌که

نتایج نشان می‌دهد که در مقیاس ۱۰ با ضریب شکل ۰/۱ و ضریب فشردگی ۰/۹ تعداد ۸۳۷۶۱ شیء تصویر تولید می‌شود که این مقدار با افزایش همگنی تصویر (کاهش تأثیر شکل و افزایش تأثیر رنگ) به شدت افزایش می‌یابد بطوریکه در همین مقیاس (مقیاس ۱۰) با ضریب شکل ۰/۹ و فشردگی ۰/۱، میزان اشیاء تولید شده به بالای ۹۰۰۰۰ شیء می‌رسد. اما در نقطه مقابل ملاحظه می‌شود که در ضرایب (شکل ۰/۱ و فشردگی ۰/۹) دقت بالای ۰/۹۲ درصد حاصل شده است و این بدین دلیل است که با کاهش وزن ضریب شکل، تأثیر همگنی تصویر در روند سگمنت‌سازی افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش دقت کلاس‌بندی می‌شود بطوریکه در ضرایب بالاتر (ضریب شکل ۰/۹ و فشردگی ۰/۱) میزان دقت حاصل شده به کمتر از ۷۸ درصد می‌رسد. این امر در واقع یک روند کلی است که هرچه قدر ضریب شکل کاهش می‌یابد همگنی تصویر بیشتر در امر سگمنت‌سازی مدنظر بوده و تعداد

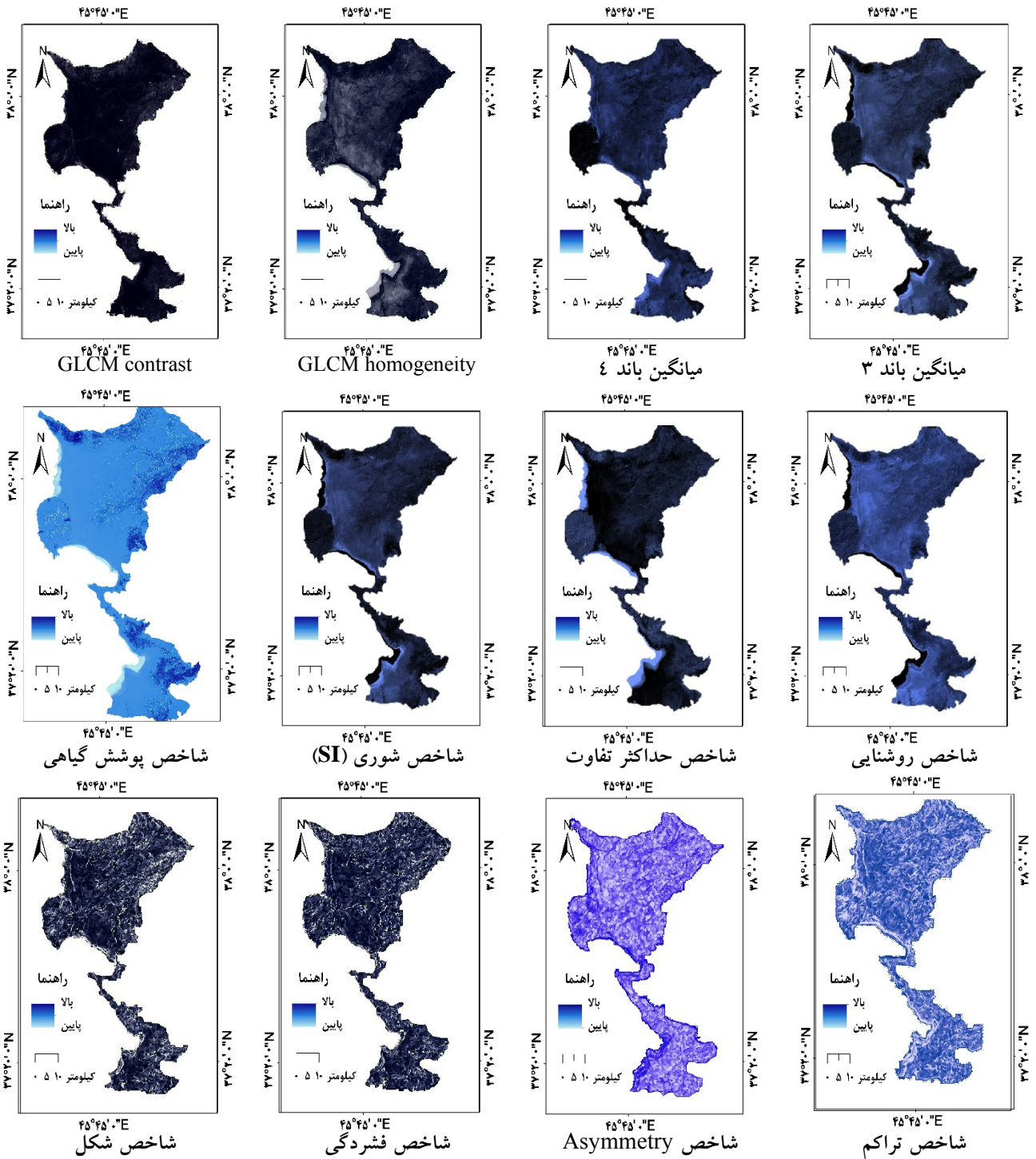
در این رابطه؛ Blue (باند آبی)، Red (باند قرمز) و NIR (مادون قرمز نزدیک) بترتیب باندهای ۱، ۳ و ۴ تصویر لندست می‌باشند. نتایج حاصل از اعمال این توابع در شکل ۵ آورده شده است.

[۲]

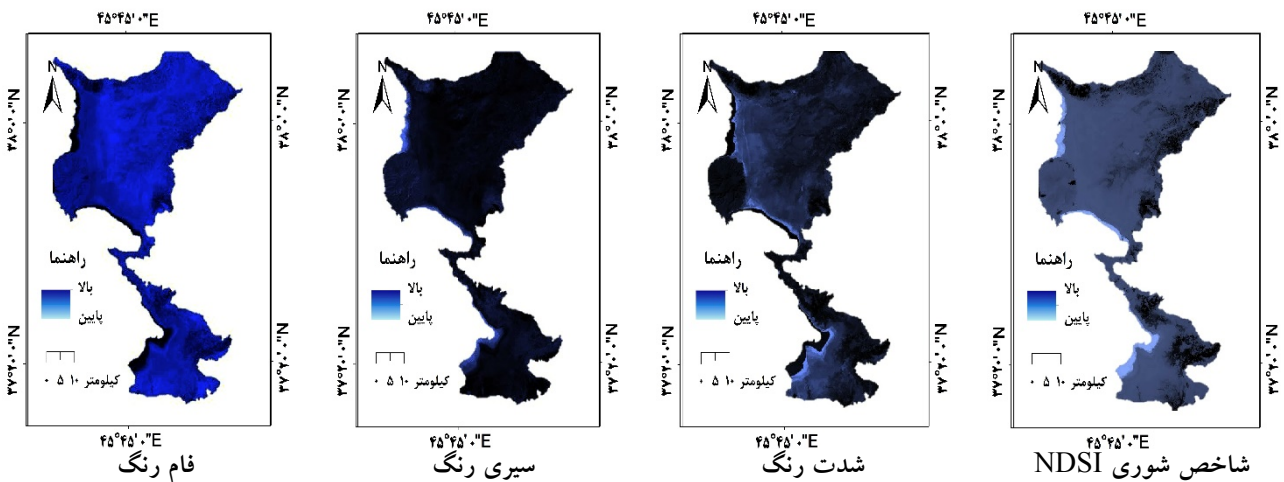
$$NDSI = \frac{[Mean\ red] - [Mean\ NIR]}{[Mean\ Red] + [Mean\ NIR]}$$

$$Salinity\ Index\ (SI) = \sqrt{Blue \times Red}$$

[۳]



شکل ۵. استفاده از الگوریتم‌های شیء‌گرا



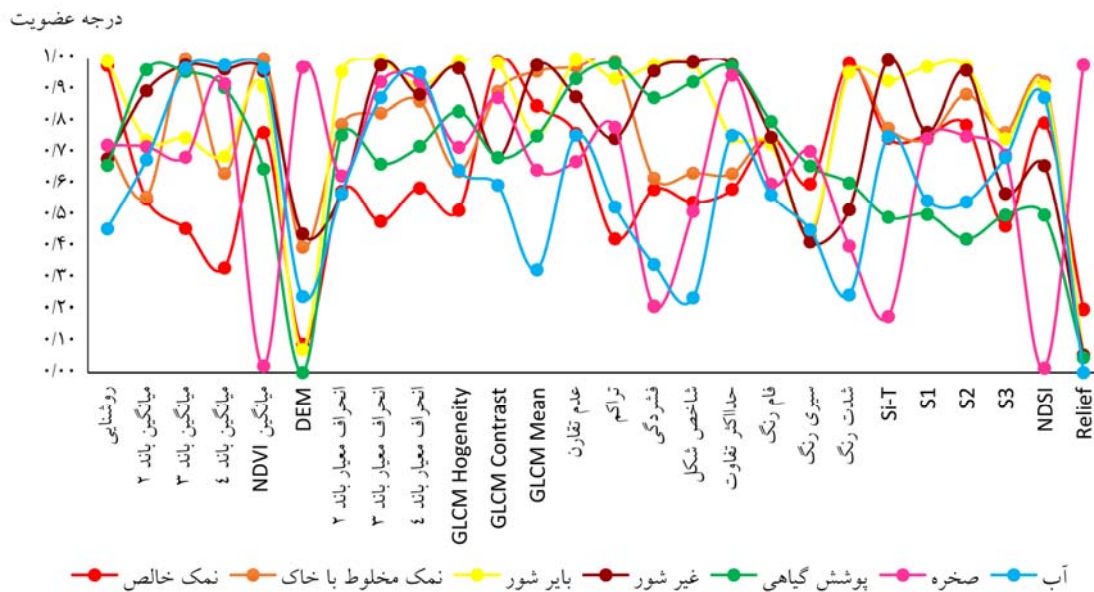
ادامه شکل ۵. استفاده از الگوریتم‌های شیء‌گرا

نزدیک‌ترین همسایه انتخاب گشته و سپس وزن‌های درجه عضویت بر اساس توابع فازی محاسبه شده و برای کلاس‌های موردنظر تعریف شدند.

در این تحقیق این طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم کلاس‌بندی سلسله مراتبی (Hierarchical Classification) اجرا شد که نتیجه از اجرای این تکنیک در شکل ۶ نشان داده شده است.

طبقه‌بندی به روش فازی شیء‌گرا

در طبقه‌بندی فازی هر کلاس به صورت مجموعه‌ای از توابع فازی مطرح گشته که امکان بررسی پدیده‌های مشخص را از طریق ارزیابی ارزش‌های آن‌ها، در محدوده ۰ تا ۱ ممکن می‌سازد. تعریف اطلاعات و شرایط برای کلاس‌ها، به صورت توابع عضویت صورت می‌گیرد، به طوری که پدیده‌های مستقر در فضای نمونه‌ها، از درجه عضویت بالایی برای آن کلاس‌ها برخوردار هستند. در این تحقیق نمونه‌ها مشابه روش



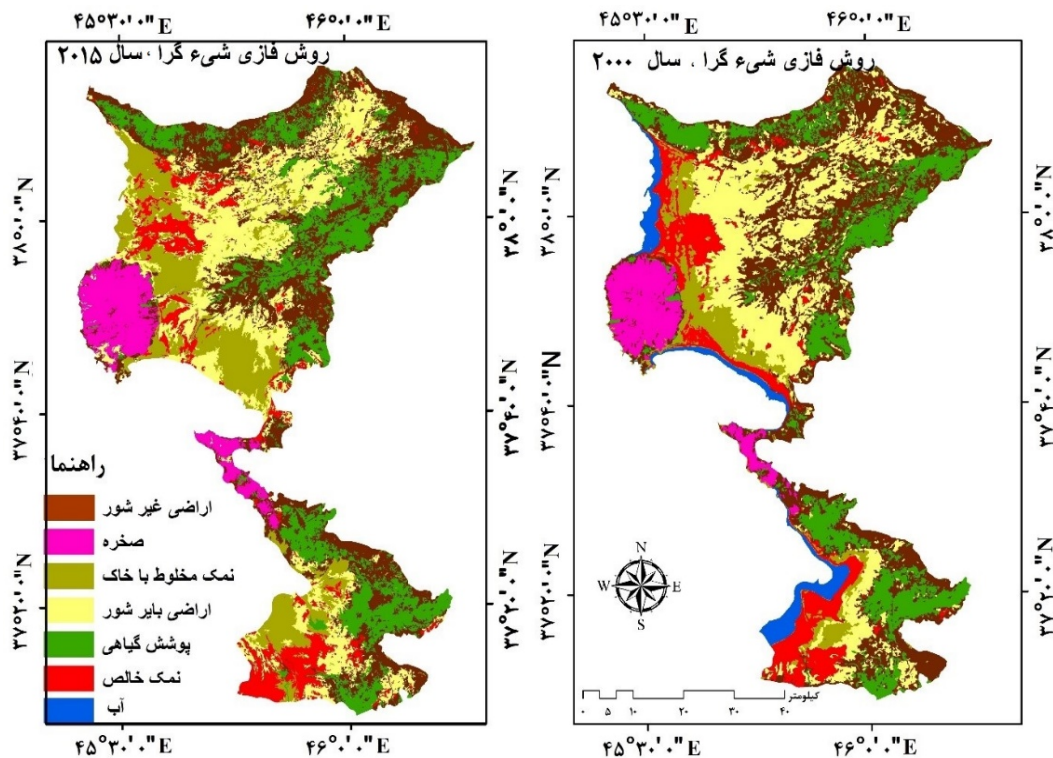
شکل ۶. درجه عضویت الگوریتم‌های مؤثر در طبقه‌بندی هر کلاس

قرار گرفتند این توابع بصورت جدول ۲ می‌باشند نتایج حاصل از اعمال روش فازی شیء‌گرا در شکل ۷ ارائه شده است.

بعد از محاسبه درجه‌های عضویت، توابع مختلف (توابع که دارای بیشترین درجه عضویت بودند) جهت استخراج هر کدام از کاربری‌ها بصورت روش فازی شیء‌گرا مورد استفاده

جدول ۲. معیارها و آستانه‌های استفاده شده در طبقه‌بندی فازی شیء‌گرا

معیار و آستانه	عملگر	کلاس
Brightness \leq 75 & NDSI \leq 0.06		
GLCM Homogeneity (quick 8/11) (all dir.) \leq 0.34	And (*)	اراضی غیر شور
GLCM Contrast (quick 8/11) (all dir.) \geq 7 & Compactness $>$ 0.3		
Brightness \geq 122 & Assymetry $>$	mean geom)	نمک خالص
HSI Transformation Intensity \geq 0.3		
Mean DEM \geq 10 & Slope \geq 5	And (min)	صخره
Brightness \geq 100 & GLCM homogeneity (quick 8/11) (all dir.) \leq 4	And (min)	اراضی بایر شور
NDVI \leq 0.03 & $88.2 < \text{Mean Red} < 161$ & density $>$ 1.7		
Salinity index (Si) \geq 0.262 & NDSI \geq 0.2 & Max. diff. \geq 0.4	mean geom)	نمک مخلوط با خاک
Mean NDVI \geq 0.1	And (min)	پوشش گیاهی
NDSI \geq 0.21 & Mean NDVI \leq 0 & $0 < \text{Mean NIR} < 36$	And (min)	آب



شکل ۷. نتایج طبقه‌بندی به روش فازی شیء‌گرا

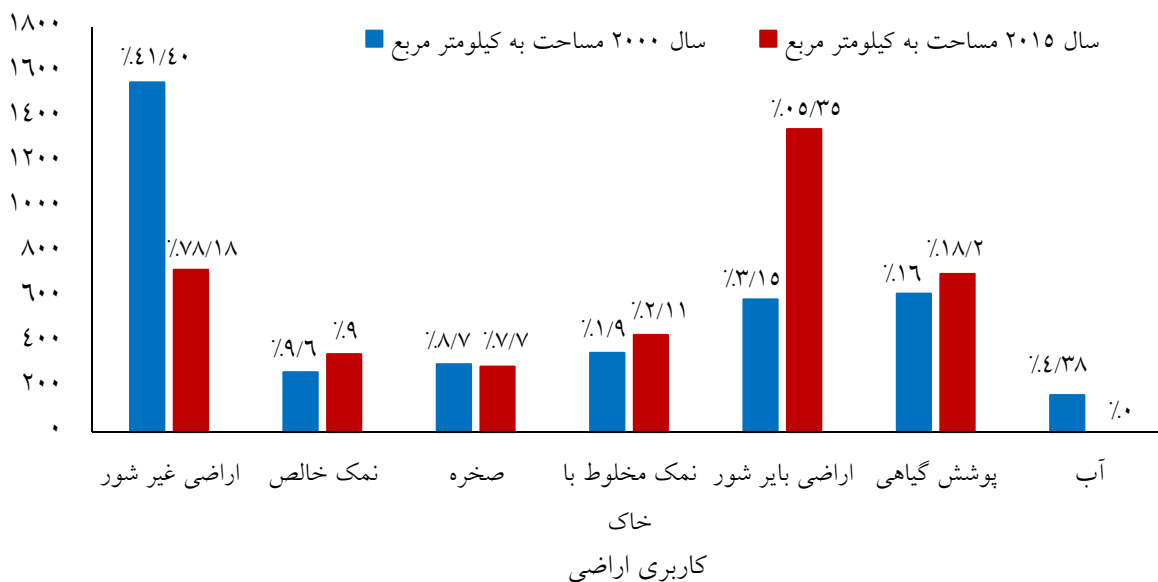
درصد به ۳۵/۰۵ درصد معادل ۷۵۷/۱۲ کیلومتر مربع افزایش یافته است و همینطور پوشش گیاهی نیز رشد ۲/۲۹ داشته و از ۱۶ درصد به ۱۸/۲ درصد معادل ۸۸ کیلومتر مربع افزایش داشته است (جدول ۳ و شکل ۸).

نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد که در طول ۱۶ سال، اراضی غیر شور ۲۱/۶۳ درصد با شیب منفی کاهش داشته و از ۴۰/۴۱ درصد به ۱۸/۸۷ درصد معادل ۸۳۳/۱۸ کیلومتر مربع رسیده است و در مقابل اراضی بایر شور با شیب مثبت، به میزان ۱۹/۷ درصد رشد مثبت داشته است و از ۱۵/۳

جدول ۳. تغییرات پوشش اراضی در بازه ۲۰۱۵-۲۰۰۰ به روش فازی

تغییرات	سال ۲۰۱۵		سال ۲۰۰۰		روش فازی
	درصد	مساحت به کیلومتر مربع	درصد	مساحت به کیلومتر مربع	
-۲۱/۶۳	۱۸/۷۸	۷۲۲/۱۳	۴۰/۴۱	۱۵۵۵/۳۱	اراضی غیر شور
+۲/۱	۹/۰۳	۳۴۷/۳۷	۶/۹۲	۲۶۶/۷	نمک خالص
-۰/۲۶	۷/۵۸	۲۹۱/۶۷	۷/۸۴	۳۰۲/۰۳	صخره
+۲/۰۷	۱۱/۲۴	۴۳۲/۳۴	۹/۱۷	۳۵۲/۹۶	نمک مخلوط با خاک
+۱۹/۷	۳۵/۰۵	۱۳۴۷/۷۱	۱۵/۳۴	۵۹۰/۵۹	اراضی بایر شور
+۲/۲۹	۱۸/۲۹	۷۰۳/۵۸	۱۶	۶۱۵/۹۹	پوشش گیاهی
-۴/۲۸	۰	۰	۴/۲۸	۱۶۵/۰۲	آب
-	۱۰۰	۳۸۴۵/۶۳	۱۰۰	۳۸۴۵/۶۳	مجموع

مساحت (کیلومتر مربع)



شکل ۸. نتایج تغییرات پوشش اراضی با روش فازی

اعتبارسنجی نتایج

در این مرحله از پژوهش، برای کسب اطمینان از صحت طبقه‌بندی انجام شده اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی کرده و در طی عملیات میدانی به طور تصادفی نقاط کنترل با GPS از سطح منطقه برداشت شده و پارامترهای ارزیابی دقت طبقه‌بندی شامل ماتریس خطا، دقت تولید کننده، دقت کاربر، ضرایب آماری کاپا و همچنین دقت کلی طبقه‌بندی استخراج شد. eCognition روش ارزیابی صحت با استفاده از ماتریس خطا بر اساس نقاط حقایق زمینی را ارائه می‌دهد. با تعریف نقاط حقایق زمینی این نرم‌افزار به طور خودکار ماتریس خطا را تولید می‌کند. علاوه بر ماتریس خطای طبقه‌بندی پارامترهای

مربوط به دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب کاپای هر کلاس نیز از محاسباتی است که با استخراج ماتریس خطای طبقه‌بندی حاصل می‌شود. نتایج ماتریس خطای طبقه‌بندی نشان می‌دهد که دقت کلی طبقه‌بندی معادل ۰/۹۳ و ضریب کاپای طبقه‌بندی نیز معادل ۰/۸۹ درصد برآورد شد. این دقت بالا بیشتر به این دلیل است که در این روش، علاوه بر استفاده از اطلاعات طیفی، از اطلاعات مربوط به محتوا، شکل، بافت و تن نیز برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود (جدول ۴). بنابراین با بهره‌گیری از اطلاعاتی غیر از ارزش‌های عددی در طبقه‌بندی تصاویر، موجبات افزایش دقت طبقه‌بندی می‌شود (۶).

جدول ۴. ماتریس خطای طبقه‌بندی

ماتریس خطا	پوشش گیاهی	اراضی بایر شور	نمک مخلوط با خاک	صخره	نمک خالص	اراضی غیرشور	مجموع
پوشش گیاهی	۱۱۲۴۷	۰	۰	۰	۰	۳۳۸	۱۱۵۸۵
اراضی بایر شور	۰	۱۳۷۸۷	۴۸۷۴	۰	۱۴۶	۳۳۹	۱۹۱۴۶
نمک مخلوط با خاک	۰	۴۱۲	۱۷۶۹۳	۱۱۳۳	۰	۱۴۵۷	۲۰۶۹۵
صخره	۰	۰	۰	۱۱۲۶۳	۰	۰	۱۱۲۶۳
نمک خالص	۰	۰	۰	۰	۵۴۸۰	۰	۵۴۸۰
اراضی غیرشور	۰	۶۱۸	۰	۳۳۲	۰	۱۵۵۵۷	۱۶۵۰۷
مجموع	۱۱۲۴۷	۱۴۸۱۷	۲۲۵۶۷	۱۲۷۲۸	۵۶۲۶	۱۷۶۹۱	
دقت							
تولید کننده	۱	۰/۹۳	۰/۷۸	۰/۸۸	۰/۹۷	۰/۸۷	
کاربر	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۹۵	۱	۰/۹۹	۰/۹	
کاپا برای هر کلاس	۱	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۸۵	
دقت کلی		۰/۹۳		ضریب کاپا		۰/۸۹	

بحث و نتیجه‌گیری

اکثریت شهرهای منطقه اطراف دریاچه در بخش شرقی آن قرار دارند و جهت باد در آن‌ها غربی یا جنوب غربی است و همواره در خطر جابجایی ذرات نمک قرار دارند و چون اکثریت مناطق حاشیه دریاچه در ارتفاعات زیر ۳۰ متر قرار دارند بر میزان خطرپذیری مناطق افزوده می‌گردد با گذر زمان و کاهش حجم آب دریاچه ارومیه با سرعت چشمگیری بر وسعت شوره زارها افزوده شده است. با شوره زارهای ایجاد

شده در اطراف دریاچه ارومیه ذرات نمکی قرار گرفته در معرض هوا می‌توانند توسط باد جا به جا شوند، بر روی اراضی حاصلخیز رسوب کرده و زمین‌های کشاورزی را از عرصه تولید خارج کند. همچنین جابه‌جایی این نمک‌ها توسط باد و رسوب آنها در آب‌های سطحی و نفوذ به آب‌های زیرزمینی منجر به شور شدن آب آبیاری می‌شود، شوری یکی از شدیدترین عوامل محدودکننده زیست محیطی بهره‌وری از محصولات کشاورزی است (۴). از دلایل بالا بودن میزان نمک

روی تصاویر با تن روشن‌تری ظاهری می‌شوند و با تلفیق این شاخص به همراه سایر پارامترهای هندسی و بافتی کلاس‌های مذکور با دقت نسبتاً قابل قبولی قابل شناسایی و استخراج می‌باشند. احمدی (۳) با استفاده از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ و شاخص‌های شوری، دلتای آبی چای را از نظر شوری پهنه‌بندی نمودند و نشان دادند که شاخص SIT بیشترین همبستگی را با داده‌های زمینی داشته و در استخراج نواحی شور مناسب می‌باشد. همچنین مقایسه نتایج این پژوهش با یافته‌های محققان، خادمی و همکاران (۴)، اختری و اسدی (۲) و محرمی (۹)، نشان دهنده اهمیت و دقت بالای پردازش شیء‌گرا در بررسی و مطالعه شوری می‌باشد و بیانگر این واقعیت است که با تلفیق شاخص‌های شوری با روش فازی شیء‌گرا می‌توان منطقه را از لحاظ شوری با دقت و سرعت خوب پایش کرد. از طرفی یافته‌های این پژوهش با یافته‌های استالز (۳۰)، برتانی و همکاران (۱۵)، دقیق بودن تکنیک شیء‌گرا برای بررسی شوری را به اثبات می‌رساند؛ بنابراین نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که در منطقه مورد مطالعه اراضی غیرشور با سرعت زیاد در حال تبدیل شدن به اراضی بایر شور بوده و در صورتیکه اقدامات پیشگیرانه مناسبی صورت نگیرد در سال‌های آتی شاهد بحران‌های زیست‌محیطی بیشتر در منطقه از جمله افزایش شوره‌زارها، دشت‌های نمکی، از بین رفتن کشاورزی در منطقه و مواردی از این قبیل خواهیم بود.

منابع مورد استفاده

۱. احمدیان، م.، م. پاک‌پرور و د. عاشورلو. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات شوری خاک به کمک پردازش رقومی اطلاعات ماهواره لندست در دشت قهاوند (استان همدان). پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۴(۲): ۱۷۹-۱۹۱.
۲. اختری، د. و ا. اسدی می‌آبادی. ۱۳۹۵. تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تحلیل طیفی داده‌های سنجنده OLI و داده‌های میدانی (مطالعه موردی: جنوب دشت ملایر). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۲):

علاوه بر شرایط طبیعی اکوسیستم منطقه، کاربری نامناسب و روش‌های نامناسب آبیاری اراضی کشاورزی را می‌توان نام برد (۱۰). در پژوهش حاضر، ابتدا تصاویر منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۶ سال بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ میلادی تهیه گردید. لازم به یادآوری است که این تصاویر مربوط به ماهواره لندست سری ۵ و ۸ مربوط به سنجنده‌های TM و OLI با گذر و ردیف ۱۶۸ و گذر ۳۴ بوده و زمان تصویربرداری مربوط به ماه‌های جولای و آگوست می‌باشند که در آن میزان بارندگی‌ها حداقل بوده است. پس از آماده‌سازی این لایه‌ها در محیط نرم‌افزار ENVI، این لایه‌ها به همراه لایه‌های پوشش گیاهی NDVI و لایه رقومی ارتفاع (DEM) ۳۰ متر و لایه شیب به محیط نرم‌افزار eCognition جهت تجزیه و تحلیل‌های شیء‌گرایی وارد شدند. پس از ایجاد ترکیب رنگی RGB مناسب، جهت مشخص نمودن ضرایب مناسب شکل و فشردگی، یکی از تصاویر در ضرایب مختلف سگمنت‌سازی و طبقه‌بندی گردید و در گام بعد اقدام به بهینه‌سازی مقیاس گردید. بهینه‌سازی مقیاس با استفاده از الگوریتم ESP انجام گردید. مقیاس پیشنهادی توسط این الگوریتم، از روی گراف ROC-LV، مقیاس ۱۰ با ضرایب شکل ۰/۲ و فشردگی ۰/۵ به دست آمد. با توجه به اینکه لازمه پردازش به روش شیء‌گرا، تولید واحدهای پردازش (سگمنت‌ها) هستند، تصاویر با مقیاس پیشنهادی ESP سگمنت‌سازی شدند. در این پژوهش، روش طبقه‌بندی فازی شیء‌گرا جهت طبقه‌بندی تصاویر مورد نظر بکار برده شد. جهت اجرایی کردن روش‌های طبقه‌بندی، ۷ کلاس طبقه‌بندی از جمله؛ اراضی غیر شور، اراضی بایر شور، نمک خالص، نمک مخلوط با خاک، پوشش گیاهی، صخره و آب ایجاد شدند؛ و در گام بعدی توابع درجه عضویت برای هر کدام از کلاس‌های مورد نظر محاسبه و با استفاده از الگوریتم Classification طبقه‌بندی صورت پذیرفت. در این پژوهش همچنین مشخص گردید که معیار روشنایی همراه با بافت تصویر نقش بارزی در استخراج نواحی شوره‌زار بخصوص در استخراج کلاس اراضی بایر شور و نمک خالص دارد چرا که در نواحی شوره‌زار و نواحی دارای نمک خالص این نواحی بر

- ۸۷-۱۰۰. پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و مدل‌ساز تغییر کاربری اراضی (مطالعه موردی: دشت برتش دهلران، ایلام). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۲): ۳۳-۴۶.
۱۲. نوری، غ. ر. و. آقائی. ۱۳۹۱. ارزیابی خطرات زیست‌محیطی مناطق حاشیه دریاچه ارومیه ناشی از نوسانات مرز پیرامونی طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰. مجله مخاطرات محیط طبیعی، ۷(۲): ۷۹-۹۴.
13. Baatz M, Benz U, Dehghani S, Heynen M, Höltje A, Hofmann P, Lingensfelder I, Mimler M, Sohlbach M, Weber M & Willhauck G 2004. eCognition Professional User Guide 4. München: Definiens Imaging GmbH.
14. Ben-Dor E. 2002. Quantitative remote sensing of soil properties. *Advances in Agronomy*, 75: 173-243.
15. Bertani, T. C., Novack, T., Hayakawa, E. H., & Zani, H. (2010). Detection of Saline and Non-Saline Lakes on The Pantanal of Nhecolândia (Brazil) Using Object-Based Image Analysis. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 38
16. Campbell JB, Wynne RH. 2002. *Introduction to Remote Sensing*. 5th ed. London: Taylor and Francis Ltd. 667 pp.
17. Dale P, Hulsman K, Chandica A. 1986. Classification of reflectance on colour infrared aerial photographs and sub-tropical salt-marsh vegetation types. *International Journal of Remote Sensing*, 7(12): 1783-1788.
18. Dehaan R, Taylor G. 2002. Field-derived spectra of salinized soils and vegetation as indicators of irrigation-induced soil salinization. *Remote Sensing of Environment*, 80(3): 406-417.
19. Dwivedi R, Sreenivas K, Ramana K. 1999. Inventory of salt-affected soils and waterlogged areas: a remote sensing approach. *International Journal of Remote Sensing*, 20(8): 1589-1599.
20. Fan G, Qiang H, Xiaoyi S, Zhenglong Y. 2011. Study on dynamic changes of the soil salinization in the upper stream of the Tarim river based on RS and GIS. *Procedia Environmental Sciences*, 11: 1135-1141.
21. Farifteh J, Farshad A, George R. 2006. Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics. *Geoderma*, 130(3): 191-206.
22. Hall O, Hay GJ, Bouchard A, Marceau DJ. 2004. Detecting dominant landscape objects through multiple scales: An integration of object-specific methods and watershed segmentation. *Landscape Ecology*, 19(1): 59-76.
۳. پیش‌نماز احمدی، م.، ح. رضایی‌مقدم، و ب. فیضی‌زاده. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌ها و تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: دلتای آچی‌چای). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۱): ۸۵-۹۶.
۴. خادمی، ف.، ح. پیرخرطی و س. شاه‌کرمی. ۱۳۹۱. مطالعه روند افزایش خاک‌های شور اطراف دریاچه ارومیه با استفاده از GIS و RS. *علوم زمین*، ۲۴(۹۴): ۹۳-۹۸.
۵. خنامانی، ع.، ر. جعفری، ح. سنگونی و ع. شهبازی. ۱۳۹۰. ارزیابی وضعیت خاک با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: دشت سگری اصفهان). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۲(۳): ۲۵-۳۷.
۶. رضایی‌مقدم، م.، ح. م. رضایی‌بنفشه، ب. فیضی‌زاده و ح. نظم‌فر. ۱۳۸۹. طبقه‌بندی پوشش اراضی / کاربری اراضی بر اساس تکنیک شی‌گرا و تصاویر ماهواره‌ای، مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی. پژوهش‌های آبخیزداری، ۲۳(۲): ۱۹-۳۲.
۷. سرمیدیان، ف.، ح. متین‌فر، س. ک. علوی‌پناه. ۱۳۸۶. "شناسایی خاک‌های شور منطقه خشک (کاشان) بر مبنای پردازش رقومی داده‌های ماهواره IRS و مطالعات میدانی". مجله آب و آبخیز جلد ۲ شماره ۳.
۸. فتاحی، م.، م. ۱۳۹۰. کاربرد سنجش از دور و GIS در ارزیابی و طبقه‌بندی شوری‌زایی به روش FAO-UNEP (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قمرود). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۲(۲): ۱۱۱-۱۲۱.
۹. محرمی، م. ۱۳۹۵. مدل‌سازی تأثیرات پس‌روی دریاچه ارومیه بر روستاهای ساحل شرقی با پردازش شی‌گرای تصاویر ماهواره‌ای، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تبریز.
۱۰. محمودی، ف.، ر. جعفری، ح. ر. کریم و ، زاده ن. رمضانی. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی شوری خاک‌های منطقه جنوب شرق استان اصفهان با استفاده از داده‌های زمینی و سنجنده‌ای TM ماهواره. *علوم آب و خاک*. ۱۹(۱): ۳۱-۴۵.
۱۱. میرعلیزاده‌فرد، س. ر. و س. م. علی‌بخشی. ۱۳۹۵. پایش و

23. Hoffmann A, Van der Vegt J. 2001. New sensor systems and new classification methods: laser and digital camera-data meet object-oriented strategies. *GeoBIT/GIS*, 6: 18-23.
24. Lees B. 2006. The spatial analysis of spectral data: Extracting the neglected data. *Applied GIS*, 2(2): 14.11-14.13.
25. Metternicht G. 2001. Assessing temporal and spatial changes of salinity using fuzzy logic, remote sensing and GIS. *Foundations of an expert system. Ecological Modelling*, 144(2): 163-179.
26. Milewski R, Chabrillat S, Behling R. 2017. Analyses of Recent Sediment Surface Dynamic of a Namibian Kalahari Salt Pan Based on Multitemporal Landsat and Hyperspectral Hyperion Data. *Remote Sensing*, 9(2): 170-194.
27. Pei W, Yao S, Knight JF, Dong S, Pelletier K, Rampi LP, Wang Y, Klassen J. 2017. Mapping and detection of land use change in a coal mining area using object-based image analysis. *Environmental Earth Sciences*, 76(3): 125-137.
28. Schiewe J, Tufte L, Ehlers M. 2001. Potential and problems of multi-scale segmentation methods in remote sensing. *GeoBIT/GIS*, 6(1): 34-39.
29. Scudiero E, Skaggs TH, Corwin DL. 2014. Regional scale soil salinity evaluation using Landsat 7, western San Joaquin Valley, California, USA. *Geoderma Regional*, 2: 82-90.
30. Stals, J. P. (2007). Mapping potential soil salinization using rule based object-oriented image analysis (Doctoral dissertation, Stellenbosch: University of Stellenbosch).
31. Stocking 1995. Soil erosion and land degradation. In O'Riordan T (ed) *Environmental Science for Environmental Management*, pp223-242. Harlow: Longman.
32. Yan, GAO., 2003, Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research.
33. Zhang Y, Maxwell T. 2006. A fuzzy logic approach to supervised segmentation for object-oriented classification. In: *ASPRS 2006 Annual Conference Reno, Nevada*. May 1-5.



Modeling the impacts of Urmia lake drought on soil salinity of agricultural lands in the eastern area of fuzzy object based image analysis approach

K. Mohmadzadeh ^{1*}, B. Feizizadeh ²

1. MSc. Graduated of Remote Sensing & Geographic Information System, University of Tabriz

2. Assis. Prof. College of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 March 2017

Accepted 20 September 2017

Available online 11 November 2017

Keywords:

Fuzzy object based image analysis

Monitoring of soil salinity

Agricultural lands

Eastern area of Uremia Lake

ABSTRACT

Object based image analysis (OBIA) techniques are known as new methods in the domain of remote sensing image processing methods which are having significant potentialities for a variety of applications in pedology sciences. In this regard OBIA known as approach which integrate spectral and spatial pattern of satellite images for obtaining more accurate results. This approach has developed against of pixel based methods which are facing serious challenges due to the similarity index in spectral properties. The main objective of this study is to analyze soil salinity and apply an integrated approach of Fuzzy-object based for monitoring changes in soil characterize in the eastern area of Uremia Lake which has been under an environmental impact of lake drought. For this goal, Landsat 7 satellite images (ETM⁺) of 2000 and Landsat 8 (OLI) satellite image, for 2015 was prepared. In doing so, first pre-processing steps on satellite images were established. Accordingly, soil salinity trends of agricultural croplands in eastern area were evaluated using fuzzy object based image analysis approach. For this goal, we employed the object based features including: NDVI, spectral indices, brightness and NDSI. The results of this research indicated that, significant progress in increasing salinity areas while the soil salinity rate measured up about 21.54 % (833/18 Km²). According to the results, the salty barren lands with positive slope 19.7 % represent a positive growth rate while it has increased from 15.3 % to 35.05 %. Results indicated the critical environmental situation for the agriculture croplands located in the Eastern area of Uremia Lake which requires the attention of decision makers and authorizations in the East Azerbaijan province.

* Corresponding author e-mail address: feizizadeh@tabrizu.ac.ir