

## بررسی روند تغییرات کاربری حاشیه شرق دریاچه ارومیه با تاکید بر شوری خاک به روش شی گرا

رحیمه رستمی<sup>۱</sup>

علی محمد خورشید دوست<sup>۲</sup>

باکویی، مائده<sup>۳</sup>

### چکیده

خشک شدن دریاچه ارومیه تاثیر فراوانی بر محیط اطراف خود دارد. شوری خاک حاشیه دریاچه، افزایش ریزگردهای نمکی و کاهش کشاورزی معمول در این منطقه از جمله اثرات این خشکی است. با برنامه ریزی صحیح و مطالعات گسترده می‌توان کمبودهای ایجاد شده را به فرصت تبدیل کرد و از آن حداکثر بهره را برد. در پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر مربوط به لندست ۵ و ۸ تغییرات ایجاد شده در نوع کاربری‌ها و پوشش گیاهی منطقه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل تصاویر با استفاده از روش‌های شی گرا صورت گرفته است و میزان شوری خاک با استفاده از شاخص‌های شوری و طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ محاسبه شده است. تغییرات کاربری به روش شی گرا در نرم افزار Ecognition به دست آمده و محاسبات مربوط به میزان تغییرات با استفاده از نرم افزار Arc map و Excel انجام گرفته است. مطالعه بر روی ۴ دوره ۲۰۰۶، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ که تصاویر لندست ۵ می‌باشند و تصویر نهایی که مربوط به لندست ۸ بوده و سال ۲۰۱۶ می‌باشد. تصاویر مربوط به هر سال ابتدا ب روش شی گرا به ۹ طبقه آب، شورزار، نمک جدید، مراتع و مراتع ضعیف، شهر، زراعت، زمین بایر و باغ طبقه بندی شده است. پس از طبقه بندی میزان تغییرات طی این سال‌ها به دست آمده است. نتایج نشان‌دهنده کاهش ۲۵،۴۳ درصدی میزان آب و افزایش ۲۱،۰۳ درصدی شورزارها طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** دریاچه ارومیه، شوری، لندست، تغییرات کاربری، شی گرا

### مقدمه

- تلاش‌های متخصصان فناوری‌های فضایی و سنجش از دور و مدیران، سبب شده که با استفاده از اطلاعات و داده‌های ماهواره ای بتوان در جهت اعمال مدیریت صحیح و مبتنی بر دانش روز گام‌هایی برداشت. خلاصه آنکه با استفاده داده‌های ماهواره ای، بسیاری از تغییرات مکانی و زمانی به تصویر کشیده شده است (علوی پناه، ۱۳۸۲: ۵۲).
- اگر بخواهیم برای خاک شور تعریف واحدی داشته باشیم باید گفت، تعریف یک خاک شور را باید با در نظر گرفتن نوع گیاهی که قرار است در آن کشت گردد بیان کرد ولی به طور کلی به خاکی شور گفته می‌شود که غلظت نمک در ناحیه ریشه به میزان بالاتر از حد متعارف برسد. به عبارت دیگر خاک شور به اندازه‌ای حاوی نمک است که رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بر اساس یک تعریف کلی دیگر، اگر مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک بیشتر از ۴ دسی زیمنس بر متر باشد،

<sup>۱</sup> . کارشناسی ارشد (نویسنده مسئول)

Email : rahimeh.rostami@gmail.com-Tel: 09148754952

<sup>۲</sup> . استاد گروه آب وهواشناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup> . دانشجوی کارشناسی ارشد

آن خاک را خاک شور می‌نامند. با این حال تعریف مذکور بسیار کلی بوده و عوامل دیگری از جمله بافت خاک، شرایط آب و هوایی، نوع گیاه مورد کشت و کیفیت آب می‌تواند بر آن تاثیر بگذارد. لازم به توضیح است روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری و بیان مقدار شوری آب آبیاری و خاک وجود دارد اما معمولاً برای اندازه‌گیری از هدایت الکتریکی آن بیشتر استفاده می‌شود. هرچه میزان غلظت نمک در آب آبیاری یا محلول خاک بالاتر باشد میزان هدایت الکتریکی آن بیشتر خواهد شد. هدایت الکتریکی معمولاً بر اساس واحدی به نام دسی زیمنس بر متر (یا میلی موس بر سانتی‌متر) اندازه‌گیری می‌شود.

- امروزه رفاه انسان‌ها در دراز مدت در سایه زیاده‌روی و افراط در بهره‌برداری از طبیعت، منابع طبیعی و محیط زیست دچار مخاطره شده است ( خورشیددوست، ۱۳۸۶: ۱۴۸)، افراط در بهره‌برداری از منابع حاشیه شرق دریاچه ارومیه نیز مخاطراتی را برای ساکنین این منطقه ایجاد کرده است. شور شدن خاک‌های حاشیه شرقی دریاچه یکی از این مخاطرات است. شوری خاک‌ها علاوه بر تاثیر گذاری بر کشت محصول در دراز مدت موجب بیابان زایی می‌گردد. بیابانی شدن یکی از مشکلات بزرگ و فزاینده ای است که بسیاری از کشورهای جهان با آن روبرو هستند. به دلیل افزایش جمعیت و نیاز به غذا و برخی دیگر از عوامل و فرایندهای بیابان زایی، تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب رو به افزایش گذاشته است. شور شدن خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل بیابان زایی موجب کاهش یا از بین رفتن قابلیت اراضی کشاورزی گردیده است. پدیده شوری ۸۰ درصد علت بیابان زایی را در بر می‌گیرد (دادرسی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۷۳)
- یکی از مشکلات دیگری که خشک شدن دریاچه و به تبع آن شور شدن خاک و کاهش پوشش گیاهی منطقه ایجاد می‌کند فرسایش زمین است. فرسایش بادی در زمین‌های هموار و دشت‌های وسیع بیشتر است. زمین‌های واقع در بیابان‌ها و دشت‌های وسیع که مانع و حفاظتی در برابر باد ندارند در معرض فرسایش شدید بادی قرار دارند بخصوص این فرسایش در مناطقی که پوشش گیاهی کمتری دارند و درصد زیادی از خاک عریان است بیشتر است (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۸، ۹۸). با مطالعه و بررسی روند تغییرات می‌توان با ارائه راهکارهایی به کاهش شوری خاک کمک کرد.
- هدف از این پژوهش مطالعه میزان تغییرات آب دریاچه و تاثیر آن بر میزان شوری خاک اطراف شرق دریاچه ارومیه و در نهایت ارائه راهکارهایی برای کاهش میزان شوری خاک‌های اطراف دریاچه است.

### پیشینه تحقیق

نقشه کاربری اراضی، پوشش فیزیکی سطح زمین را با توجه به استفاده آن نشان می‌دهد فعالیت‌های موجود در یک محل یا انواع مختلف استفاده از زمین در یک محل به تصویر کشیده شود. نظیر زمین‌های زراعی، باغ‌ها، مناطق مسکونی، جنگل و مرتع، معادن و... اطلاع از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (امامقلی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۶).

بررسی تغییرات عبارت است از به دست آوردن تفاوت یک شی یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف. این فرایند معمولاً بر روی دو یا سه سری زمانی تغییرات را محاسبه می‌کند و به دو صورت پیکسل پایه و شی گرا صورت می‌گیرد. در پژوهش حاضر سعی شده با تاکید بر روش‌های شی گرا میزان تغییرات حاشیه شرق دریاچه محاسبه گردد. در این زمینه قبلاً پژوهش‌هایی صورت گرفته که به اختصار شرح داده می‌شود.

یو و همکاران (۲۰۰۶) به کلاس بندی شی گرای گیاهان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداخته‌اند. در این تحقیق از ویژگی‌هایی چون بافت، ویژگی‌های طیفی، توپوگرافی، ویژگی‌های هندسی و ... برای طبقه بندی استفاده شده است. این نوع طبقه بندی با کنترل نقاط زمینی نشان دهنده‌ی موفقیت بالای آن بود.



درخشان و همکاران (۲۰۱۳) به مطالعه‌ی تغییرات مکانی و زمانی شوری خاک با روش‌های زمین آمار در دشت ارومیه پرداخته‌اند. پس از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک و بررسی تغییرات مکانی شوری در طول دو دوره، اطلاعات از طریق روش‌های زمین آمار تجزیه تحلیل گردید و از طریق روش‌های درونیابی شوری خاک محاسبه گردیده است. نتایج نشان می‌دهد زمین‌هایی که تحت تاثیر شوری دریاچه قرار گرفته‌اند (از ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۷) از درجه ۲ و ۳ به درجه ۵ و ۶ برای کشت محصولات تغییر کرده‌اند و ارزش کشاورزی خود را از دست داده‌اند.

آلبدو کومار<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) به پایش شوری خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک پرداخته است. در این مقاله به بررسی شاخص‌های شوری خاک و سنسورهای ماهواره‌ای و شاخص‌های گیاهی و مسائل محدود کننده مطالعه‌ی شوری از طریق سنجش از دور پرداخته است.

محمدی و همکاران (۲۰۱۴) به تشخیص تغییر واحد ژئومورفولوژی حوضه میشیگان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از تصاویر TM و ETM و نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی به بررسی تغییرات پرداخته‌اند. نتایج نشان دهنده‌ی پوشش‌های خاک رس، نمک، آبرفت و پوشش گیاهی می‌باشد.

ژانگ و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی روش‌های استخراج شوری خاک در دلتای رود زرد با استفاده از تصاویر لندست پرداخته است. از دو شاخص SSIE و NDVI استفاده شده است. نتایج نمایش دهنده‌ی این است که مدل SSIE دقت بیشتری در نمایش شوری خاک دارد.

مطالعه منابع نشان می‌دهد که از طریق روش‌های سنجش از دوری می‌توان عامل شوری خاک را به خوبی به دست آورد. روشی که بیشتر برای بررسی تغییرات استفاده شده است روش پیکسل پایه بوده ولی روش‌های شی گرا نتایج بهتری را ارائه می‌دهند در نتیجه در این تحقیق سعی می‌شود برای بررسی تغییرات از روش‌های شی گرا استفاده شود چرا که در روش شی گرا علاوه بر استفاده از شاخص‌ها از سایر پارامترها چون بافت و ویژگی‌های هندسی نیز استفاده می‌شود.

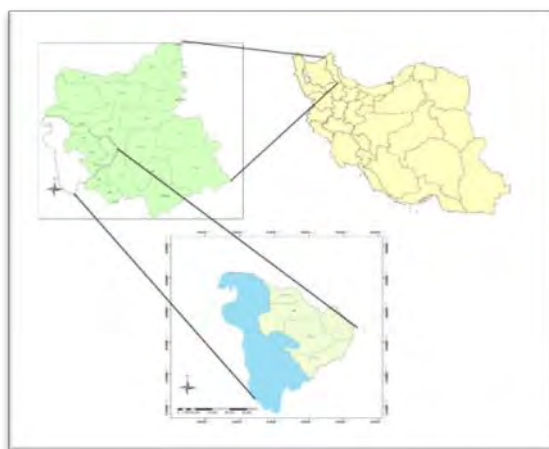
### معرفی منطقه مورد مطالعه

دریاچه ارومیه در شمال غربی ایران بزرگ‌ترین و مرتفع‌ترین دریاچه داخلی ایران است. این دریاچه در بین آذربایجان شرقی، غربی، در گودترین بخش آن، میان کوه‌های سبلان، سه‌سند، میشو داغ، مهاباد، تخت سلیمان و ارتفاعات مرزی ایران و ترکیه واقع شده است. دریاچه ارومیه پس از بحرال‌میت اردن، شورترین دریاچه جهان است (نادرصفت، ۱۳۹۰: ۲۴). محدوده مورد مطالعه شرق دریاچه ارومیه می‌باشد که، اسکو، آذرشهر و عجبشیر را شامل می‌شود. محدوده مورد مطالعه از نظر جغرافیایی بین ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه تا ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است.

<sup>1</sup> Albed

<sup>2</sup> Kumar

<sup>3</sup> Zhang



شکل ۱ محدوده مورد مطالعه

دریاچه تکنونیک ارومیه از دریاچه‌های وسیع و کم ژرفای کره زمین است که آب آن فوق العاده اشباع از نمک می‌باشد. از حیث نوع نهشته‌ها، ویژگی‌های ژئومورفولوژی، ترکیبات شیمیایی، شوری آب و سایر موارد با برخی از دریاچه‌های شور دنیا قابل مقایسه است (نادرصفت، ۱۳۹۰: ۲۳).

شهرستان‌هایی که محدوده مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند شامل عجب شیر، آذرشهر، اسکو و جنوب شبستر به همراه خود دریاچه ارومیه می‌باشد. مساحت این محدوده برابر ۸۳۵۲٫۶۹ کیلومتر مربع است. منطقه مورد مطالعه از قسمت شرق محدود به دریاچه ارومیه و از غرب محدود به کوه‌های سهند می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش از مواد و نرم افزارهای زیر استفاده شده است.

### تصاویر ماهواره‌ای

بیشتر محدوده مورد مطالعه در گذر ۱۶۸ و ردیف ۳۴ واقع شده است و فقط بخش‌های از دریاچه در قسمت شمال غرب محدوده مورد مطالعه خارج از این تصویر است بنابراین برای به دست آوردن نتیجه مطلوب مجبور به موزاییک تصاویر گذرهای ۱۶۸ و ۱۶۹ با شماره ردیف‌های ۳۳ و ۳۴ شده‌ایم. برای موزاییک این تصاویر از حداقل فاصله زمانی بین تصاویر استفاده شده است.

پردازش به سه مرحله زیر تقسیم می‌شوند، که عبارتند از: پیش پردازش، پردازش و پس پردازش.

### پیش پردازش

پیش پردازش عملیاتی است به منظور کاهش خطاها و بهینه‌سازی تصویر برای اهداف خاص استفاده می‌شود.

تصاویر خام سنجش از دور همیشه دارای خطاهایی در هندسه و همچنین مقادیر ثبت شده برای پیکسل‌ها می‌باشند. به دسته اول این خطاها، خطاهای هندسی و به دسته دوم، خطاهای رادیومتریکی گویند. تصحیحات رادیومتریکی برای حذف دو نوع خطای عمده به کار می‌روند: خطاهای اتمسفری و خطاهای دستگاهی (فاطمی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰۶).

<sup>1</sup> Instrumentation Errors

تصحیح رادیومترک در تصاویر لندست ۵ و ۸ از طریق تبدیل DN به Radiance در باندهای حرارتی و تبدیل DN به Reflectance در باندهای انعکاسی اعمال شده است.

### طبقه بندی تصاویر

تفسیر و پردازش تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان فرایندهای بررسی و تحلیل هدفمند شناسایی موقعیت‌ها، اشیاء، عوارض و پدیده‌های سطح زمین دانست که از طریق اعمال روش‌های آنالوگ (تفسیر بصری) و کامپیوتر (پردازش رقومی) توسط متخصصان صورت می‌گیرد. با استناد به روش‌های گرافیکی، آماری و ریاضی، می‌توان داده‌های حاصله از سنجنده‌ها را به منظور جستجو، تشخیص، اندازه‌گیری، طبقه‌بندی و ارزیابی موجودیت و اهمیت عوارض طبیعی و انسانی سطح زمین مورد تحلیل قرار داد تا الگوها و تغییرهای زمانی و مکانی مربوطه مدلسازی گردند (رسولی، ۱۳۸۷).

روش‌های پردازش تصاویر رقومی در حالت کلی به دو دسته کلاسیک و پیشرفته تقسیم می‌شود که روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌نشده و نظارت‌شده جز روش‌های کلاسیک و روش طبقه‌بندی شیء گرا جز روش‌های پیشرفته محسوب می‌شوند. که در پژوهش حاضر از روش‌های پیشرفته استفاده شده است.

در این روش تصویر بر اساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت شده بر روی تصویر، سگمنت سازی شده و واحدهای پردازش تصاویر از پیکسل به پدیده‌های تصویری یا سگمنت‌ها تغییر می‌یابد و در نتیجه آن با پردازش جامع‌تر این اطلاعات، اشیاء و پدیده‌های دنیای واقعی را با دقت بالاتری می‌توان استخراج نمود. فرآیند و نتیجه این نوع از تحلیل تصاویر، در سه بخش قابل تقسیم است که عبارتند از، سگمنت سازی، طبقه بندی فازی و ارزیابی صحت (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۴).

### سگمنت سازی

سگمنت سازی عبارت است از ادغام اشیاء از کوچک به بزرگ بر اساس پارامترهای رنگ، شکل، تراکم، صافی و مقیاس (بنز و همکاران، ۲۰۰۴ و رفیعیان و همکاران، ۲۰۱۰).

طبقه بندی با استفاده از تعریف آستانه

الگوریتم‌ها و شاخص‌هایی که در نرم افزار ecognition طراحی شده اند این امکان را می‌دهند که با تعریف آستانه‌ای از هر الگوریتم طبقات مختلف را شناسایی کرد. در پژوهش حاضر از شاخص‌های زیر استفاده شده است.

شاخص NDVI<sup>۱</sup>

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

شاخص SI<sub>2</sub><sup>۲</sup>

$$SI_2 = \sqrt{Blue * Red}$$

شاخص SI<sub>5</sub><sup>۳</sup>

$$SI_5 = \sqrt{Green^2 + Red^2}$$

شاخص SI<sub>9</sub><sup>۴</sup>

$$SI_9 = \frac{Blue * Red}{Green}$$

<sup>1</sup> Normalized Difference Vegetation Index

<sup>2</sup> Salinity Index<sub>2</sub>

<sup>3</sup> Salinity Index<sub>5</sub>

<sup>4</sup> Salinity Index<sub>9</sub>

شاخص SI10<sup>۱</sup>

$$SI_{10} = \frac{\text{Red} * \text{NIR}}{\text{Green}}$$

Max diff. Brightness Slope

متوسط باندها

## ارزیابی صحت

هیچ طبقه بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد (لیلسند، ۲۰۰۱<sup>۲</sup> و رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۶). دقت طبقه بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده بوده و در نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده از تصاویر سنجش از دور باید حداقل ۸۵ درصد باشد (اندرسون و همکاران، ۱۹۷۶).

## پس پردازش تصاویر ماهواره‌ای

نتایج نهایی پردازش تصاویر ماهواره‌ای باید به صورت نقشه‌های طبقه بندی شده از پوشش زمین و یا کاربری اراضی ارائه شوند.

## یافته‌ها

## پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای

به دلیل قرار گرفتن محدوده مورد مطالعه داخل چند فریم از تصاویر لندست، فریم‌های 168-33، 168-34، 169-33 و 169-34 در نزدیکترین تاریخ‌ها نسبت به هم انتخاب شده و با استفاده از نرم افزار انوی موزاییک شدند. برای پردازش شی گرای تصویر در نرم افزار ecognition تصویر باید به صورت مربعی یا مستطیلی جدا شود که برای اینکار از طریق نرم افزار ENVI از تصویر موزاییک شده به صورت مستطیلی subset گرفته شده است.

## پردازش تصاویر ماهواره‌ای به روش شی گرا

روش طبقه بندی شی گرای تصاویر دارای سه مرحله سگمنت سازی، طبقه بندی و ارزیابی صحت می‌باشد.

## سگمنت سازی

برای شروع پردازش در محیط ecognition سگمنت سازی اولین کار است. با استفاده از آستانه‌های معرفی شده در جداول ۱-۴ و ۲-۴ بهترین نتایج به دست آمدند و همچنین برای باند مادون قرمز نزدیک به دلیل تأثیری که در شناسایی پوشش گیاهی دارد ضریب ۵ در نظر گرفته شده است.

جدول ۱ پارامترهای به کار رفته در فرایند سگمنت سازی لندست ۵ (سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰)

پارامتر	آستانه
مقیاس	۱۵
ضریب شکل	۰٫۸
ضریب فشردگی	۰٫۲
وزن‌های اختصاص داده شده به باندها	باند ۱-۱ باند ۲-۱ باند ۳-۱ باند ۴-۱ باند ۵-۱ باند ۷-۱

<sup>1</sup>Salinity Index10<sup>2</sup> Lillesand

جدول ۲ پارامترهای به کار رفته در فرایند سگمنت سازی لندست ۸ (۲۰۱۶)

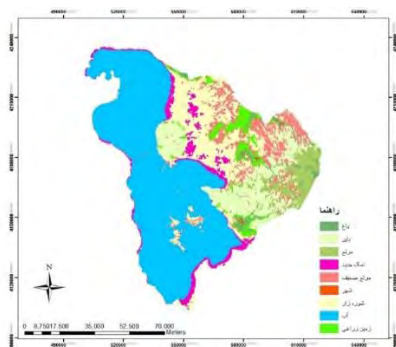
پارامتر	آستانه
مقیاس	۲۵
ضریب شکل	۰,۷
ضریب فشردگی	۰,۳
وزن‌های اختصاص داده شده به باندها	باند ۱-۲ باند ۳-۴ باند ۵-۶ باند ۷-۱

## طبقه بندی

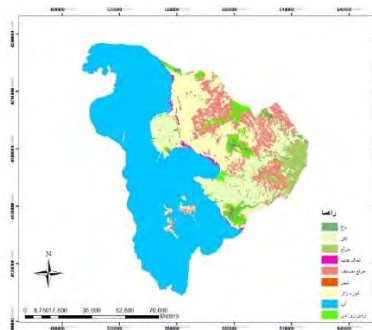
در مرحله طبقه بندی طبقات در ابتدا مشخص شده و سپس شاخص‌ها و آستانه‌های آن‌ها تعیین گردید که به شرح زیر است. طبقات مشخص شده شامل آب، باغ، زمین‌های بایر، زمین‌های زراعی، مراتع، مراتع با پوشش ضعیف، نمک جدید، شورزار و شهر می‌باشند.

جدول ۳ شاخص‌ها و آستانه‌های به کار رفته برای طبقه بندی تصاویر

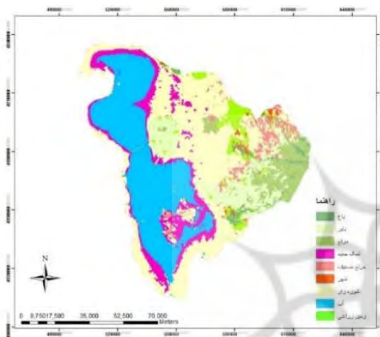
طبقات	شاخص‌ها	آستانه
آب	SI10	کوچکتر از ۲۸
شوره زار	SI5 SI2	بزرگتر از ۱۱۸ و کوچکتر از ۱۸۸ بزرگتر از ۹۵ و کوچکتر از ۱۴۳
نمک جدید	SI9	بزرگتر از ۱۳۳ و کوچکتر از ۱۸۳
باغ	NDVI	بزرگتر از ۰,۱۷
زراعت	NDVI Slope	بزرگتر از -۰,۰۴ کوچکتر از ۵ درصد
مرتع	NDVI Slope	بزرگتر از -۰,۰۴ بزرگتر از ۵ درصد
مراتع ضعیف	NDVI Mean band 1	کوچکتر از ۰ بزرگتر از ۵۳,۹ و کوچکتر از ۱۹,۳۳
زمین‌های بایر	NDVI Mean band 1	کوچکتر از ۰ بزرگتر از ۶۳,۱۶ و کوچکتر از ۷۹
شهر	Mean band 2 Max diff DEM Brightness Slope	بزرگتر از ۶۰ و کوچکتر از ۸۲ بزرگتر از ۰,۵ و کوچکتر از ۱,۷ کوچکتر از ۱۴۸۶ کوچکتر از ۶ درصد



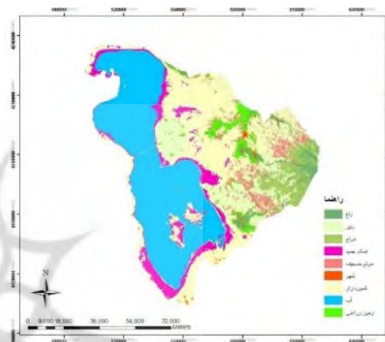
شکل ۲ کلاس‌های طبقه بندی شده سال ۲۰۰۶



شکل ۱ کلاس‌های طبقه بندی شده سال ۲۰۰۰



شکل ۶ کلاس‌های طبقه بندی شده سال ۲۰۱۰



شکل ۷ کلاس‌های طبقه بندی شده سال ۲۰۱۶

### ارزیابی صحت طبقه بندی

دقت طبقه بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده می‌باشد (اندرسون و همکاران، ۱۹۷۶ و رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸: ۲۶).

جدول ۴ صحت طبقه بندی تصاویر

سال	ضریب کاپا	صحت کلی
۲۰۰۰	۰,۸۷	۰,۹۰
۲۰۰۶	۰,۸۸	۰,۹۰
۲۰۱۰	۰,۸۶	۰,۸۹
۲۰۱۶	۰,۹۱	۰,۹۶

### پس پردازش تصاویر ماهواره‌ای

<sup>1</sup> Anderson





پس از طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای در نرم افزار ecognition این تصاویر را به محیط نرم افزار Arc map انتقال داده و میزان تغییرات طی سال‌های مختلف را محاسبه می‌کنیم، که به صورت جدول و نمودار ارائه داده شده‌اند.

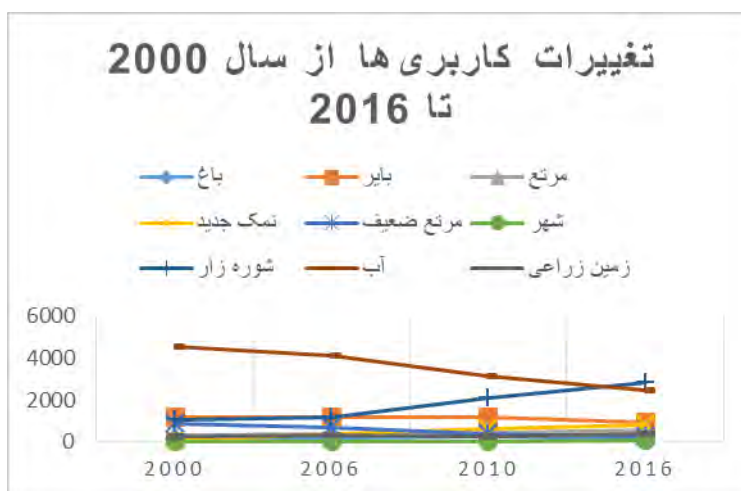
جدول ۵ نتایج طبقه بندی کلاس‌ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ به درصد

کلاس‌ها	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۰۶	سال ۲۰۱۰	سال ۲۰۱۶
باغ	۱,۳۸	۲,۰۳	۳	۱,۸۷
بایر	۱۴,۱۷	۱۳,۸۱	۱۴,۱۶	۱۰,۹۸
مرتع	۳,۵۳	۴,۹۶	۵,۲۵	۶,۶۴۷
نمک جدید	۰,۵۲	۴,۸۱	۷,۵۲۷۷	۹,۹
مرتع ضعیف	۱۰,۲۸	۷,۸۳	۴,۱۷	۳,۳۴۲
شهر	۰,۱۷	۰,۱۵۴	۰,۴۲۶	۰,۶۲۱۶
شوره‌زار	۱۲,۳۷	۱۴,۱۹	۲۴,۸۶	۳۳,۴
آب	۵۴,۳۷	۴۸,۴۷	۳۷,۶۱	۲۸,۹۴
زمین زراعی	۳,۱۷	۳,۷۴	۲,۹۶	۴,۲۷

با توجه به جدول مساحت کاربری‌ها در سال ۲۰۰۰ آب بیشترین مساحت از محدوده را دارد و شهر کمترین مساحت را در سال ۲۰۰۰ دارد. مساحت شوره‌زار فقط ۱۰۳۱,۴۶ کیلومتر مربع می‌باشد. مساحت کاربری‌های سال ۲۰۰۶ نشان می‌دهد با کاهش آب دریاچه بر میزان شوره‌زارها نیز افزوده است به صورتیکه از میزان ۱۰۳۱,۴۶ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به ۱۱۶۹,۱۵ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۶ رسیده است که افزایش شوره زار تا سال ۲۰۰۶ روندی ملایم داشته است. طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ که میزان خشکی دریاچه بیشتر بوده است افزایش شوری هم بسیار شدیدتر بوده است به طوریکه مساحتی حدود ۲۰۷۴,۳۹ کیلومتر مربع از محدوده را شوره‌زارها تشکیل می‌دهند. در سال ۲۰۱۶ میزان شوره زار بیشترین مساحت را داشته و میزان آب دریاچه به شدت کاهش یافته است. مساحت شوره‌زار در حدود ۲۸۰۹,۳۴ کیلومتر مربع می‌باشد.

## نتایج و بحث

با توجه به محاسبات انجام گرفته توسط نرم افزار Excel تغییرات کاربری‌ها بصورت نمودار طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ نمایش داده شده است.



نمودار ۱ روند تغییرات هر یک از کلاس‌ها طی دوره‌های مختلف

با توجه به نمودار تغییرات حجم آب دریاچه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ به شدت کاسته شده و از ۵۴,۳۷ درصد محدوده به ۲۸,۹۴ درصد نزول داشته است و در مقابل شوره زار از ۱۲,۳۷ درصد به ۳۳,۴ درصد رسیده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی تغییرات مشاهده شده است که از کاربری‌های دیگر کاسته شده و بر شوره‌زارها افزوده شده است به طوری که مقایسه کاربری‌های سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ نشان می‌دهد که میزان شوره‌زارها از مقدار ۱۲,۳۷ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۱۴,۱۹ در ۲۰۰۶، ۲۴,۸۶ درصد در سال ۲۰۱۰ و ۳۳,۴ درصد در سال ۲۰۱۶ رسیده است.

در تحقیق حاضر تغییرات کاربری اراضی شرق دریاچه ارومیه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶، با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۸ طی چهار دوره زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۰۶، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ با استفاده از روش شی گرا ارزیابی شد و نتایج نشان دهنده کاهش ۲۵,۴۳ درصدی آب دریاچه و افزایش ۲۱,۰۳ درصدی شوره‌زارهای شرق دریاچه می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که شدت تغییرات در میزان آب و شوری بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ و ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ بسیار شدیدتر از دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ می‌باشد. علاوه بر شرایط محیطی و خشکی دریاچه که عوامل مهم این تغییرات بوده‌اند به نظر می‌رسد مدیریت ناصحیح کشاورزی منطقه نیز باعث این عامل بوده است، چرا که گیاهان شوری پسند علاوه بر جلوگیری از گسترش نمک‌ها در احیای خاک و کاهش شوری آن نیز موثرند.



## منابع

- امامقلی، معروف، شاهدهی، کاکا، فرهودی، محمدحسین، خسروی، خهبات (۱۳۹۳)، "بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS و ارزیابی اقتصادی آن در مقایسه با تغییرات هر رفتار خاک"، فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی، دوره ۵، شماره ۳، صفحه ۱۵ تا ۲۸
- خورشیددوست، علی محمد (۱۳۸۶)، "زمینه‌های بهبود جایگاه محیط زیست در رویکرد اقتصادی و توسعه‌ای A، مجله اطلاعات سیاسی/اقتصادی، شماره ۲۳۵-۲۳۶
- دادرسی، ابولقاسم، یمانی، مجتبی، پاک‌پرور، مجتبی، داورزنی، زهرا (۱۳۸۵)، "بررسی روند تغییرات شوری خاک با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در ناحیه گرم و خشک جنوب شرقی شهرستان سبزوار"، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۷
- رحیمی، حسین، شاه‌مرادی، امرعلی، باقری، علیرضا (۱۳۸۸)، "مطالعه بوم‌شناسی فردی گونه سالسولا در استان خراسان رضوی"، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۱، شماره ۲
- رسولی، علی اکبر، عباسیان، شیرزاد، جهانبخش، سعید، (۱۳۸۷)، "پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده‌ای و چند زمانه‌ای"، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲، صفحه ۵۳ تا ۷۱
- رضایی مقدم، محمدحسین، رضایی بنفشه، مجید، فیضی زاده، بختیار، نظم فر، حسین (۱۳۸۹)، "طبقه بندی پوشش اراضی کاربری بر اساس تکنیک شی گرا و تصاویر ماهواره‌ای، آذربایجان غربی"، پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۸۷، صفحه ۲۰ تا ۳۲
- سیدکاظم، علوی پناه، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (خاک)، انتشارات دانشگاه تهران
- نادرصفت، محمد حسین (۱۳۹۰)، "ویژگی‌های ژئومورفولوژی دریاچه ارومیه و تاثیر آن در اکوسیستم این منطقه"، دانشنامه جغرافیا، پیاپی ۸۲

- Allbed, A., L., Kumar (2013), "Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review", Advances in Remote Sensing, vol2
- Anderson, J. R.; E. Hady; E.J. Roach, T. Wetter and E. Richard.(1976), Lands cover classification system for use with remote sensor data, United States Government Printing Office, Washington.
- Benz, U. C., P., Hoffmann, G., Willhauck, I., Lingenfelder, and M., Heynen, (2004). "Multi-resolution Object-oriented Fuzzy analysis of Remote Sensing Data for GIS-ready Information", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 58, pp239-258.
- Derakhshan, Kh., A., Wausmoradi, S., Moradi, H., Rahmati (2013), Intl J agri crop SCI, Vol 5, No 3
- Rafieyan O., Darvishsefat, A.A., Babaii, S., Mataji, A., (2010). "Object based classification using ultra cam-D images for tree species discrimination of the photogrammetry", Remote sensing spatial information sciences, Vol XXXVIII, pp 4-7
- Yu, Q., P., Gong, N., Clinton, G., Biying, M., Kelly, D., Schirokauer (2006), Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 72, No. 7
- Zhang, T., G., Zhao, Ch., Chang, Zh., Wang, P., Li, D., An, J., Jia (2015), "Information Extraction Method of Soil Salinity in Typical Areas of the Yellow River Delta Based on Landsat Imagery", Agricultural sciences, NO6