

پایش و بررسی مکانی- زمانی تغییرات خط ساحل دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

سامان نادی زاده شورابه^{۱*}، نجمه نیسانی سامانی^۲، عطا عبدالهی کاکرودی^۳، جتبی یمانی^۴، فاطمه مردادی پور^۵

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- ۲- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- ۳- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- ۴- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
- ۵- دانشجوی دکتری ژئومورفوژویی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده :

دریاچه ارومیه در ایران جزء ۲۰ دریاچه‌ای بزرگ و دومین دریاچه آب شور جهان تا قبل از سپتامبر ۲۰۱۰ بود. طی دو دهه گذشته بر اثر یک دوره خشکسالی و طرح‌های احداث سد که همزمان به وقوع پیوسته‌اند زمینه تبخیر بیش از پیش دریاچه را فراهم آورده و تغییرات قابل توجهی در سطوح آب دریاچه به وجود آورده است که منجر به کاهش سطح آب دریاچه شده است. بر همین اساس سطح آبی تبدیل به سطح نمکزار شده و ممکن است پیامدهای زیانباری بر اراضی کشاورزی و سکونتگاه‌های انسانی شمال غربی کشور ایجاد نماید. این بحران باعث شده است که دریاچه ارومیه هم‌اکنون به عنوان یکی از بزرگترین مخاطرات زمین‌شناسختی کشور محسوب شود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تغییرات خطوط ساحلی و نمکزار دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (OLI و ETM+، TM5) از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ می‌باشد. برای استخراج تغییرات خط ساحل و نمکزار به ترتیب از شاخص‌های NDWI و SI2 استفاده شده است. تجزیه و تحلیل تصاویر در بازه زمانی مورد مطالعه نشان داد که مساحت سطح آب دریاچه روند کاهشی و مساحت نمکزار روند افزایشی داشته است. این نتایج کاهش ۶۹.۸۷ درصدی مساحت سطح آب دریاچه و افزایش ۱۲۶۷.۲۷ درصدی اراضی نمکزار منطقه مورد مطالعه را در طی ۲۵ سال گذشته را نشان می‌دهد. بیشترین تغییرات خط ساحل و نمکزار به ترتیب ۱۸۷۶.۸۲ و ۱۹۰۹.۰۳ کیلومترمربع مربوط به بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ مربوط می‌باشد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که جهت‌های شرقی و جنوب شرقی در طول بازه زمانی مورد مطالعه بیشترین تغییرات را تجربه کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی : تغییرات خط ساحل، مکانی-زمانی، تغییرات نمکزار، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱- مقدمه

دریاچه‌ی ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه‌ی دائمی ایران است که آب آن شور بوده و سطح فعلی آن حدود ۱۲۷۵ متر بالاتر از سطح اقیانوس‌هاست [۱]. دریاچه‌ی کنونی از بقایای حوضه‌ی رسوی دریاچه‌ای نئوژن می‌باشد که سطح وسیعی از مناطق داخلی آذربایجان را می‌پوشاند است. آب دریاچه‌ی ارومیه شور است و میزان املاح آن بین ۲۲۰ تا ۲۸۰ گرم در لیتر (در آخر تابستان) در نوسان می‌باشد. از ویژگی‌های ژئومورفولوژی مهم دریاچه‌ی ارومیه، ناپایداری خط ساحلی است؛ ناپایداری خط ساحلی ناشی از نوسان سطح آب در حال حاضر می‌باشد. پدیده‌ی شوری و پیدایش پوسته‌ی نمک در سطح زمین‌های ساحلی از مظاهر این نوسانات می‌باشد [۲]. پایش مناطق ساحلی و استخراج تغییرات سطح آب در فاصله‌های زمانی مختلف، به مثابه پژوهشی بنیادی مورد توجه واقع شده است [۳]؛ زیرا ماهیت خطوط ساحلی دینامیکی است و مدیریت چنین محیط‌های بوم‌شناختی حساسی، به کسب اطلاعات دقیق در فاصله‌های زمانی مختلف نیاز دارد [۴]. برای این منظور، فناوری سنجش‌از دور کاربرد بی‌نظیری در کسب اطلاعات از این پدیده‌ها دارد؛ چرا که تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی مزايا و امتيازهایی دارد که در دسترس بودن و تفسیر رقومی آن‌ها از مهمترین شان محسوب می‌شود [۵]. از تصاویر لندست به طور گسترده‌ای برای استخراج خطوط ساحلی و نمکزار استفاده شده است [۶، ۷، ۸ و ۹]. به کمک این روش‌ها و فناوری‌ها، پژوهشگران در نقاط مختلف دنیا به منظور ارزیابی تغییرات خطوط ساحلی، تحقیقاتی را انجام داده‌اند که به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود:

شایان و همکاران (۱۳۹۱)، در تحقیقی توسط تکنیک‌های^۱ RS و^۲ GIS به مطالعه‌ی تغییرات خطوط ساحلی خلیج گرگان پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که خلیج گرگان در سال ۱۹۵۵ به کمترین وسعت خود و در سال ۲۰۰۵ به بیشترین وسعت خود رسیده است [۱۰]. دلار (۱۳۸۷)، شبیه‌سازی، تحلیل حساسیت و عدم قطعیت تراز آب دریاچه ارومیه را نسبت به مولفه‌های آن، نسبت به تراز حداقل حدود ۲۲۵۸ کیلومتر مرربع محاسبه کرده است [۱۱]. استفان^۳ (۲۰۰۲)، بیلان سطح آب دریاچه‌های جکسون و فلوریدا را بر اساس عناصر اقلیمی و با استفاده از سنجش از دور و GIS مورد مطالعه قرار داد؛ نتیجه‌ی این مطالعه نشان داد که می‌توان نوسان‌های دوره‌ای سطح آب دریاچه‌ها را با فناوری سنجش‌از دور به طور دقیق در طول زمان پایش و ارزیابی کرد [۱۲]. آل شیخ و همکاران^۴ (۲۰۰۷)، در تحقیقی با عنوان آشکارسازی تغییرات خط ساحلی با استفاده از روش نسبت‌گیری طیفی باندها در محیط سنجش‌از-دور، به بررسی تغییرات خط ساحلی دریاچه‌ی ارومیه در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ پرداخته‌اند [۱۳]. تورین و همکاران^۵ (۲۰۱۵)، با استفاده از داده‌های ارتفاع سنجی ماهواره‌ای به نظرارت سطح آب دریاچه ارومیه پرداخته‌اند؛ نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ به طور متوسط ۳۴ سانتی‌متر از سطح آب دریاچه کاهش یافته است [۱۴]. به طور کلی هدف از انجام این پژوهش، بررسی فرایندهای حاکم بر محیط خشکی و ارزیابی هیدرودینامیک دریاچه در تعیین تغییرات خطوط ساحلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM5، ETM+7 و OLI در یک بازه زمانی ۲۵ ساله (۱۹۹۰-۲۰۱۵) و سپس ارزیابی اثر این تغییرات بر میزان رسوبات نمکی اطراف دریاچه می‌باشد.

ساخтар کلی مقاله به این صورت می‌باشد: ۱- منطقه مورد مطالعه و ویژگی‌های آن شرح داده شده است -۲- مواد و روش‌ها، که در این قسمت داده‌های و نرم‌افزارهای مورد استفاده و همچنین روش کلی پژوهش شامل پیش پردازش تصاویر، شاخص‌های اسخراج آب و نمکزار شرح داده شده است -۳- پیاده سازی و بحث که در این قسمت روش‌های

¹ Remote Sensing

² Geographic Information System

³ Stephen

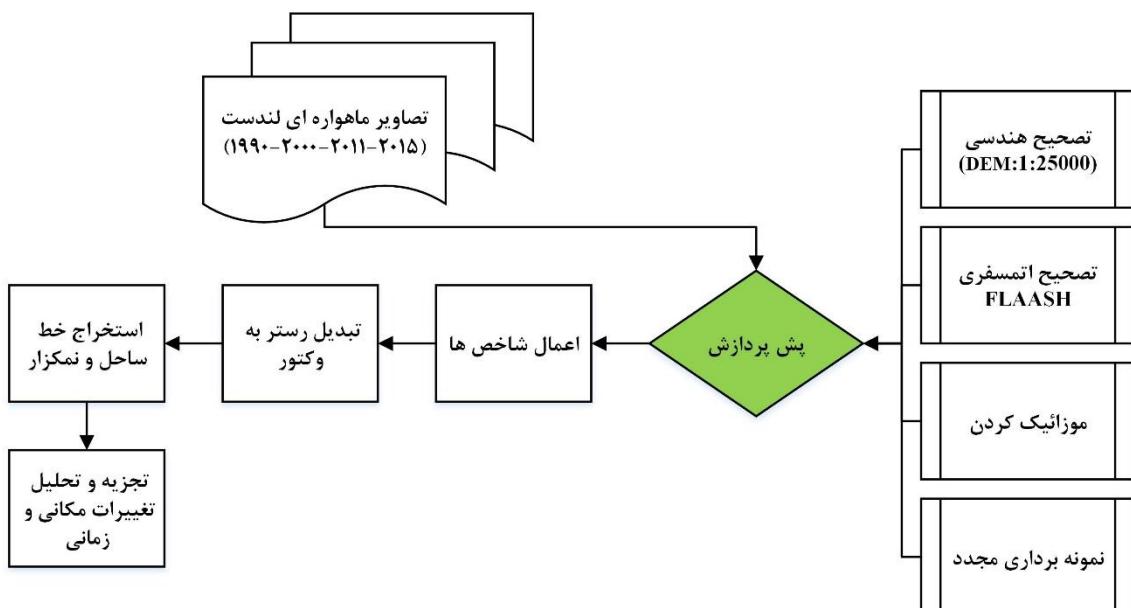
⁴ Alesheikh

⁵ Tourian

پیاده سازی و ارائه نتایج، و بحث پیرامون یافته‌های تحقیق انجام شده^۴- نتیجه‌گیری در این قسمت یک نتیجه‌گیری کلی از یافته‌ها شرح داده شده است.

۲- مواد و روش‌ها

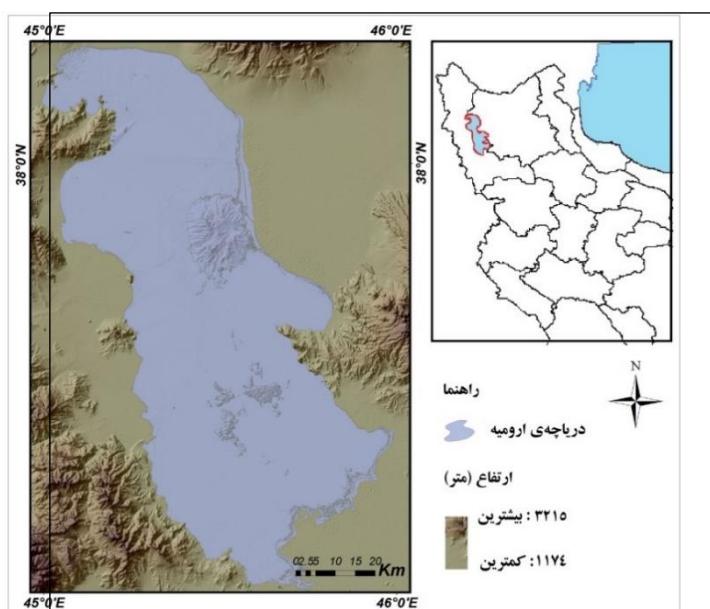
برای رسیدن به اهداف در این مطالعه مراحل زیر انجام شده است: معرفی منطقه مورد مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، پیش‌پردازش تصاویر، اعمال شاخص استخراج نمکزار و خط ساحل، استخراج خط ساحل و نمکزار از هر تصویر و تجزیه و تحلیل تغییرات خط ساحل و نمکزار. شکل (۱) روش کلی در این مطالعه برای رسیدن به اهداف تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱ : فلوچارت مراحل اصلی تحقیق

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه در بخش شمال غرب ایران واقع شده است. این حوضه با وسعتی برابر ۵۲۷۰۰ کیلومتر مربع، بین مدارهای ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۹ دقیقه‌ی شمالی و نصفالنهارهای ۴۴ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۳ دقیقه‌ی شرقی قرار گرفته است [۱۵]. طول آن از شمال تا جنوب حدود ۱۴۰ کیلومتر و عرض متوسط آن تقریباً ۴۰ کیلومتر می‌باشد. عمق متوسط دریاچه تا قبل از سپتامبر ۲۰۱۰، ۶ متر و گودترین قسمت آن ۱۵ متر عمق دارد [۲]. حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه، از جهت منطقه‌بندی داخلی، به سه قسمت شرقی، جنوبی و غربی تقسیم می‌شود [۱۵]. شکل (۲) موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه

۲-۲- داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده

در این تحقیق برای بررسی تغییرات مساحت سطح آب و نمکار دریاچه ارومیه از داده‌های لندست (TM-ETM+-OLI) که از سایت سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS¹) دانلود شده‌اند، استفاده شده است. جدول (۱) مشخصات تصاویر استفاده شده را نشان می‌دهد. برای تصحیح هندسی تصاویر از نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه و برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تولید لایه‌های اطلاعاتی و تهییه نقشه از نرم‌افزارهای ERDAS، Arc GIS10.3، ENVI4.8 و متناسب با قابلیت هر یک از آن‌ها در هر مرحله استفاده گردید.

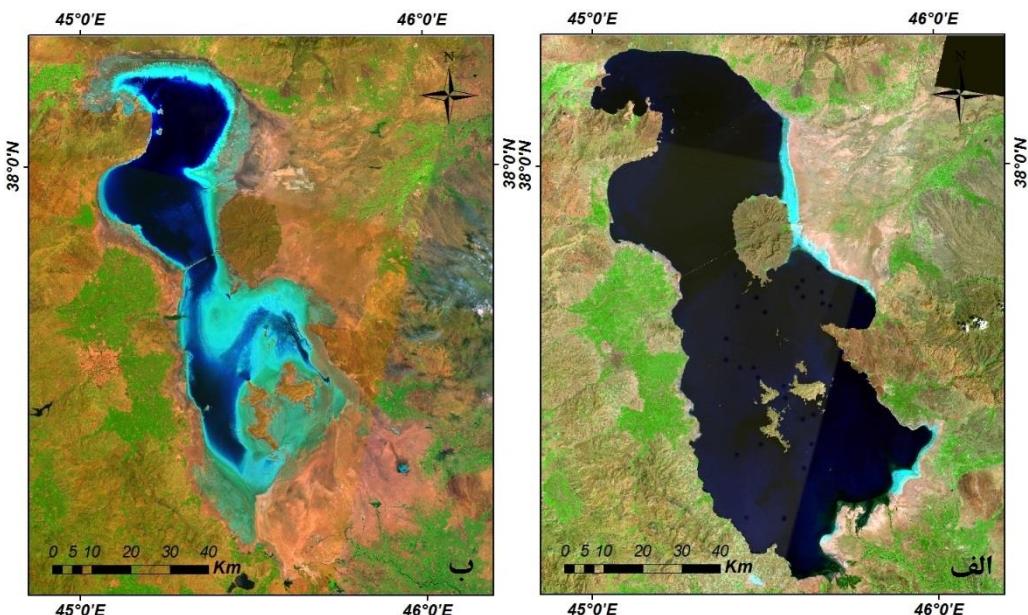
جدول (۱). مشخصات داده‌های مورد استفاده برای سنجنده‌های TM5، TM+، ETM+ و OLI. (منبع: USGS)

تفکیک مکانی	گذر/ردیف	سال	سنجنده	ماهواره
۳۰ * ۳۰	۳۴/۱۶۹	۱۹۹۰	TM	لندست ۵
	۳۳/۱۶۹			
	۳۴/۱۶۹	۲۰۱۱		
۳۰ * ۳۰	۳۴/۱۶۹		+ETM	لندست ۷
	۳۳/۱۶۹	۲۰۰۰		
	۳۴/۱۶۹			
۳۰ * ۳۰	۳۴/۱۶۹		OLI	لندست ۸
	۳۳/۱۶۹	۲۰۱۵		
	۳۴/۱۶۹			

¹ United States Geological Survey

۳-۲- پیش‌پردازش تصاویر

برای آماده کردن تصاویر ماهواره‌ای در مرحله پردازش، مراحل پیش‌پردازش زیر انجام شده است: تصحیح هندسی، تصحیح اتمسفری، موzaیک‌کردن و نمونه‌برداری مجدد. نظر به اهمیت دقت تصحیح هندسی بر صحبت نتایج آشکارسازی تغییرات به دلیل مقایسه پیکسل به پیکسل تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر، این تصاویر باید کاملاً از نظر هندسی بر یکدیگر منطبق باشند. بنابراین تصاویر با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ با روش ثبت تصویر به نقشه در سیستم مختصات WGS84 و سیستم تصویر UTM زون ۳۸ با خطای RMSE کمتر از ۵/۰ متر تصحیح شدند. تصحیح اتمسفری مطابق [۱۶] انجام شد، به این صورت که ابتدا مقدار رقومی هر پیکسل (DN) به تابش طیفی در سنجنده (رادیانس) تبدیل شد و سپس رادیانس به دست آمده به انعکاس در سنجنده (بازتابندگی) تبدیل شد، برای انجام تصحیح اتمسفری از روش FLAASH استفاده شده است. بعد از انجام این مراحل، به دلیل اینکه منطقه مورد مطالعه در داخل یک تصویر لنdest قرار نگرفته است، تصاویر مربوط به هرسال برای پوشش کامل منطقه مورد مطالعه موzaیک شدند (شکل (۳)). در نهایت تمام تصاویر با روش نزدیک‌ترین همسایه نمونه‌برداری مجدد^۱ شدند.

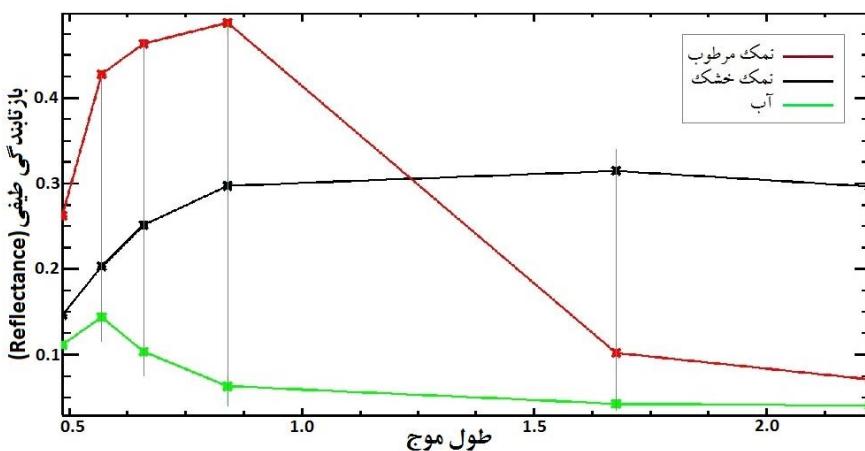


شکل ۳ : (الف) تصویر موzaیک شده سال ۱۹۹۰ (ب) تصویر موzaیک شده سال ۲۰۱۵

۴-۲- شاخص‌های استخراج آب و نمکزار

جذب تابش امواج مادون قرمز توسط آب و بازتابش زیاد آن توسط نمکزار کنتراست خوبی بین آب و زمین ایجاد می‌کند (شکل (۴)). تصاویر ماهواره‌ای لنdest به دلیل دارا بودن باندهای مجزا در محدوده مرئی و مادون قرمز داده‌های مناسبی برای این منظور محیا می‌کنند.

¹ Resampling



شکل ۴: بازتاب طیفی نمک مرطوب، نمک خشک و آب

در این پژوهش به دلیل ویژگی‌های محدوده‌ی مطالعه و تصاویر مورد استفاده برای استخراج خط ساحل از شاخص نرمال شده آب^۱ استفاده شده است. این شاخص برای تفکیک آب از سایر پدیده‌ها در تصاویر چندطیفی از دیگر شاخص‌ها مناسب‌تر می‌باشد [۱۷]. مقادیر این شاخص بین -1 و $+1$ می‌باشد. اگر $NDWI > 0$ باشد، نوع پوشش آب اما اگر $NDWI < 0$ باشد، نوع پوشش غیر آب می‌باشد [۱۸]. که از رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$NDWI = \rho_{\text{Green}} - \rho_{\text{NIR}} / \rho_{\text{Green}} + \rho_{\text{NIR}} \quad (1)$$

در این رابطه، ρ_{Green} بازتابندگی در باند سبز و ρ_{NIR} بازتابندگی در باند مادون قرمز نزدیک [۱۷ و ۱۸]. برای سنجنده OLI به جای استفاده از بازتابندگی باند مادون قرمز نزدیک از باند (۷) مادون قرمز کوتاه (SWIR) استفاده شده است. شاخص مورد استفاده برای استخراج نمکزار، شاخص SI2 می‌باشد. که از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

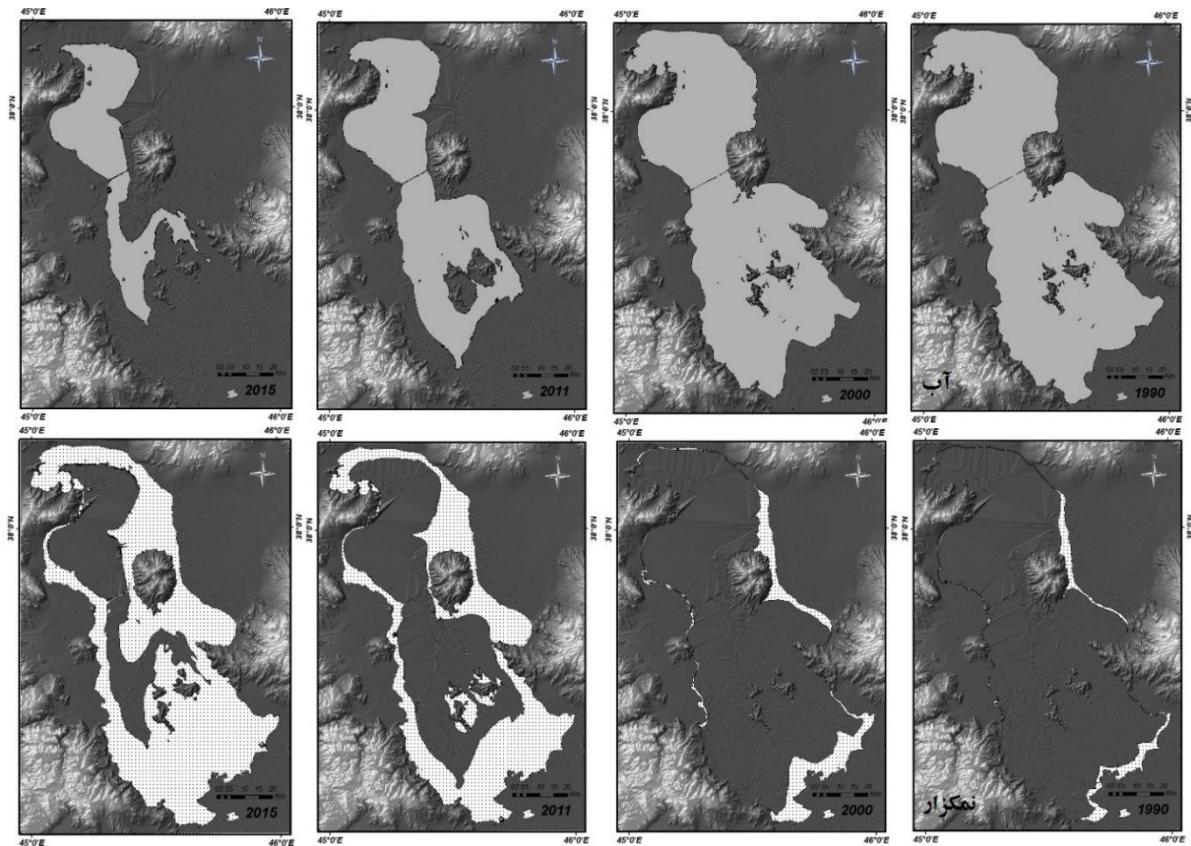
$$SI2 = (G^2 + R^2 + NIR^2)^{0.5} \quad (2)$$

که در آن، G باند سبز، R باند قرمز و NIR باند مادون قرمز نزدیک می‌باشد [۱۹]. پس از اعمال شاخص‌ها بر روی تصاویر به منظور جدا سازی سطح آب و نمکزار تصاویر مورد نظر با استفاده از اکستشن Model Maker در محیط نرم افزار ERDAS با در نظر گرفتن حدآستانه باینری شده است. سپس با تبدیل نقشه‌های رستری به وکتور بررسی و تحلیل تغییرات مورد نظر در محیط نرم‌افزار Arc GIS10.3 انجام شده است.

۳- بحث و نتایج

تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که تغییرات قابل توجهی در سطح آب دریاچه ارومیه اتفاق افتاده است. تغییرات دوره‌ای خط ساحل دریاچه ارومیه و نمکزارهای اطراف آن در شکل (۵) نشان داده شده است. با توجه به جدول (۲) مساحت سطح آب دریاچه ارومیه در حال کاهش و مساحت نمکزارها در حال افزایش می‌باشند. به‌طوری که مساحت سطح آب دریاچه و نمکزار به ترتیب از 5042.52 و 276.28 کیلومترمربع در سال 1990 به 1519.12 و 3777.50 کیلومترمربع در سال 2015 رسیده است. این نتایج کاهش 69.87 درصدی مساحت سطح آب دریاچه و افزایش 1267.27 درصدی اراضی نمکزار منطقه مورد مطالعه را در طی 25 سال گذشته را نشان می‌دهد.

^۱ Normalized Difference Moisture Index



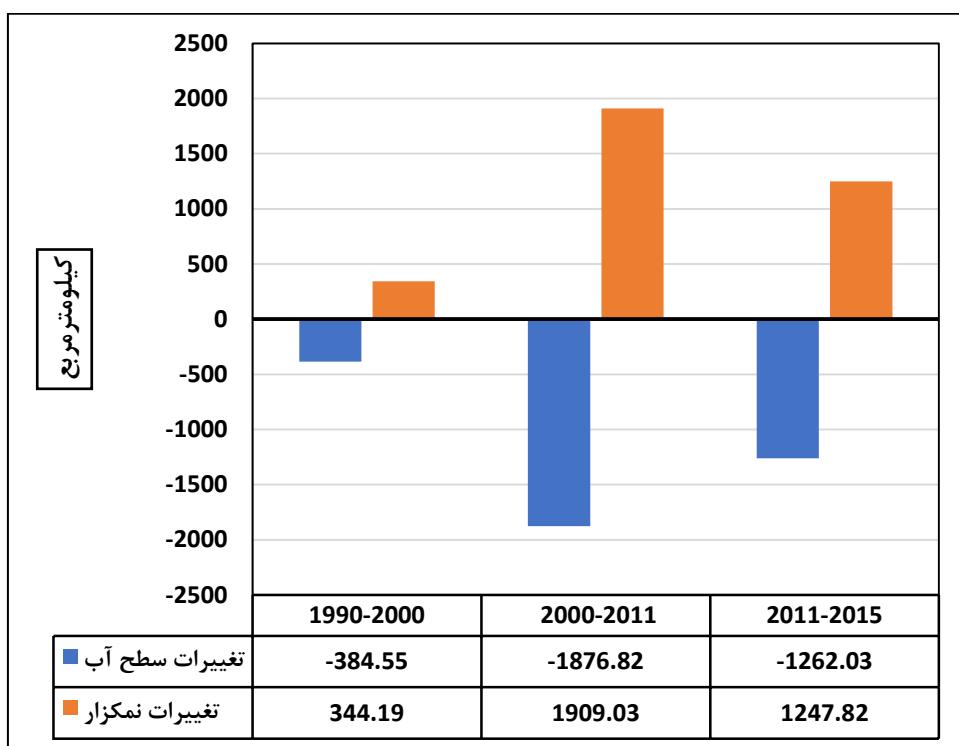
شکل ۵: نقشه تغییرات خطوط ساحلی و نمکزار منطقه مورد مطالعه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

جدول ۱: مساحت سطح آب و نمکزار منطقه مورد مطالعه به کیلومترمربع

سال	مساحت سطح آب (KM ²)	مساحت نمکزار (KM ²)
۱۹۹۰	۵۰۴۲.۵۲	۲۷۶.۲۸
۲۰۱۵	۱۵۱۹.۱۲	۳۷۷۷.۵
۲۰۱۱	۲۷۸۱.۱۵	۲۵۲۹.۶۸
۲۰۰۰	۴۶۵۷.۹۷	۶۲۰.۴۷

شکل (۶) میزان تغییرات سطح آب و نمکزار منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نتایج بررسی‌ها بیانگر این است که مساحت سطح آب روند کاهشی و نمکزار روند افزایشی دارد. به طوری که مساحت سطح آب دریاچه ۳۸۴.۵۵ کیلومترمربع بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ کیلومترمربع بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ و در نهایت ۱۲۶۲.۰۳ کیلومترمربع بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ کاهش یافته است. اما روند تغییرات مساحت نمکزار افزایشی می‌باشد به طوری که ۳۴۴.۱۹ کیلومترمربع بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ کیلومترمربع بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ و ۱۲۴۷.۸۲ کیلومترمربع بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ افزایش یافته است. این کاهش سطح آب دریاچه به علت قرارگیری دریاچه ارومیه در یک حوضه آبریز بسته می‌باشد و از آنجا که عوامل بارش مستقیم و رواناب ورودی از آبراهه‌ها و رودخانه‌ها به عنوان منابع آب ورودی به دریاچه و تبخیر به عنوان خروجی از دریاچه به حساب می‌آید. لذا کاهش مستمر آب دریاچه در اثر تبخیر و تعرق و عدم ورود منابع آب کافی به دریاچه به منظور جبران و حفظ تعادل آبی آن به عنوان عامل اصلی خشکی دریاچه تلقی می‌گردد.



شکل ۶: تغییرات مساحت سطح آب و نمکزار در منطقه مورد مطالعه به کیلومترمربع

با توجه به استخراج خطوط ساحل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بیشترین تغییرات در جهت شرق و جنوب شرقی (مصب رودخانه دائمی و پر آب زرینه رود) دریاچه اتفاق افتاده است که علاوه بر دلایل کلی ذکر شده از دیگر دلایل مهم آن کمتر بودن عمق بستر دریاچه در این جهت‌ها به نسبت جهت‌های دیگر می‌باشد. تغییرات سطح آب در جهت‌های شمالی کمتر بوده است با این حال در قسمت‌های از این مناطق به دلیل کم بودن عمق بستر دریاچه تغییرات زیاد بوده است.

۴- نتیجه‌گیری

نواحی ساحلی به لحاظ فیزیکی و اکولوژیکی تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسانی دائما در حال تغییر هستند. این تغییرات بر روی خط ساحلی و نواحی ساحلی تاثیر گذاشته و در ادامه اثر منفی بر زندگی انسانی، فعالیت‌های انسانی و ارتباطات دریایی می‌گذارد. بنابراین داده‌های ماهواره‌ای، بهترین و کارآمدترین منبع اطلاعاتی برای آشکار سازی تغییرات خطوط ساحلی و نمکزار به شمار می‌روند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵ برای پایش تغییرات مساحت سطح آب و نمکزار استفاده شده است. نتایج نشان داد که مساحت سطح آب دریاچه و نمکزار به ترتیب از ۵۰۴۲.۵۲ و ۲۷۶.۲۸ کیلومترمربع در سال ۱۹۹۰ به ۱۵۱۹.۱۲ و ۳۷۷۷.۵۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است. این نتایج کاهش ۶۹.۸۷ درصدی مساحت سطح آب دریاچه و افزایش ۱۲۶۷.۲۷ درصدی اراضی نمکزار منطقه مورد مطالعه را در طی ۲۵ سال گذشته را نشان می‌دهد. جهت‌های شرقی و جنوب شرقی به دلیل عمق کمتر بستر دریاچه به نسبت جهت‌های دیگر طول بازه زمانی مورد مطالعه بیشترین تغییرات را تجربه کرده‌اند. همچنین بیشترین تغییرات مساحت سطح آب و نمکزار به ترتیب ۱۸۷۶.۸۲ و ۱۹۰۹.۰۳ کیلومترمربع مربوط به بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۰۰ می‌باشد. این کاهش سطح آب به عواملی همچون برداشت بیش از حد مجاز از منابع تجدیدپذیر حوضه، توسعه نامتوازن بخش کشاورزی در حوضه و تغییرات اقلیمی و استمرار خشکسالی مربوط می‌باشد زیرا این عوامل باعث تبخیر زیاد از سطح دریاچه و عدم ورود منابع آب کافی به دریاچه به منظور جبران و حفظ تعادل آبی آن می‌شوند که در واقع مجموعه این عوامل با اثرات تشید کننده‌گی بر روی یکدیگر

منجر به کاهش مساحت سطح آب دریاچه ارومیه شده است. بر همین اساس سطح خشکی‌های نمکین و شور در منطقه پیرامونی دریاچه افزایش یافته و با ادامه کاهش سطح دریاچه و بر اثر وزش بادهای تند به مرور اراضی زراعی منطقه به سمت شور شدن پیش می‌روند و در ادامه باعث جریانات جمعیتی غیر متعارف در شمال غرب کشور و برهم خوردن توازن جمعیتی در منطقه و کشور خواهد شد. از پیشنهادهای قابل توجه برای مطالعات آینده می‌توان به تمرکز بیشتر بر بررسی نقش هر یک از عوامل فوق در تغییرات زیست محیطی اتفاق افتاده در این منطقه اشاره کرد.

مراجع

- [1] J. Jedary Eyvazi, Geomorphology of Iran, Eighth Edition: Payame Noor University Publications, 2007 P. 106.
- [2] M. Alaee Taleghani, Geomorphology of Iran, fourth edition: Ghoomes Publications, 2007, P. 388.
- [3] G. R. Roshan., H. Mohammadi, T. Nasrabadi, H. Hoveidi and A. Baghvand, "The Role of Climate Study in Analyzing Flood Forming Potential of Water Basins," International Journal of Environmental Research. Vol.1. No. 3. PP. 231-236, 2007.
- [4] A. Kavian, Y. Fathollah-Nejad, M. Habib-nejad and K. Soleimani, "Modeling Seasonal Rainfall Erosive on a Regional scale: A case Study from Northeastern Iran," Int. J. Environ. Res.. Vol. 5. No. 4. PP. 939-950, 2011
- [5] C. Tucker "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation". Remote Sensing of Environment," Vol. 8. pp. 127-150, 1979.
- [6] A. A. Alesheikh, A. Ghorbanali and A. Talebzadeh, "Generation the coastline change map for Urmia Lake by TM and ETM+ imagery," In Map Asia Conference, Beijing, China, 2004.
- [7] A. A. Elnaggar and J. S. Noller, "Application of remote-sensing data and decision-tree analysis to mapping salt-affected soils over large areas," Remote Sensing, 2(1), 151-165, 2009.
- [8] K. Rokni, A. Ahmad, A. Selamat and S. Hazini, "Water feature extraction and change detection using multitemporal Landsat imagery," Remote Sensing, 6(5), 4173-4189, 2014.
- [9] A. Azabdaftari and F. Sunarb, "Soil Salinity Mapping Using Multitemporal Landsat Data. ISPRS-International Archives of the Photogrammetry," Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 3-9, 2016.
- [10] S. Shayan, M. Yamani, and K. Yasser "Changes Detection of Coastline the North of country using the GIS & RS Techniques, Case Study: Gorgan Gulf," The first international conference of environmental crisis of Iran and Strategies for improvement its, Kish Island, Islamic Azad university, Science and Research Unit of Ahvaz, <http://www.civilica.com/Paper>, 2012.
- [11] M. Delavar, "Simulation, Sensitivity Analysis and Uncertainty of Changes in Water level of Urumia Lake Than The components of the water balance its," Hydraulic Journal, third year, No. 1, Pp. 45-55, 2008.
- [12] A. K. Stephen, "A remote sensing and GIS Study of Lont-Term water mass balance lake Jackson," College of Enengineering Science Technology & Agriculture. Florda, U.S.A, 2002.
- [13] A. A. Alesheikh, A. Ghorbanali, and N. Nouri, "Coastline change detection using remote sensing,"International Journal of Environmental Science & Technology, 4(1), Pp. 61-66, 2007.
- [14] M.J. Tourian, O. Elmi, Q. Chen, B. Devaraju, Sh. Roohi and N. Sneeuw, "A spaceborne multisensor approach to monitor the desiccation of Lake Urmia in Iran," Remote Sensing of Environment, No. 156, Pp. 349-360, 2015.
- [15] A. A. Movahed Danesh, Surface water hydrology of Iran, Fifth Edition: Samt Publication, 2008, P. 378.
- [16] T. A. Schroeder, W. B. Cohen, C. Song, M. J. Canty and Z. Yang, "Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon," Remote sensing of environment, 103(1), 16-26, 2006.
- [17] S. K. McFeeters, "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features," International journal of remote sensing, 17(7), 1425-1432, 1996.

- [18] L. Ji, L. Zhang and B. Wylie, "Analysis of dynamic thresholds for the normalized difference water index," *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 75(11), 1307-1317, 2009.
- [19] M. Kappa, A. Shawan and S. Erasmi, "Remote sensing based classification of salt affected soils as an indicator for landscape degradation in the south of Aleppo," Syria, in UN convention to combat desertification, Trier, Germany, 2005.