

## آشکارسازی روند تغییرات دریاچه‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور مطالعه موردی: دریاچه تکتونیک زیریوار

موسی عابدینی\*

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

افشین ستوده پور

دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۹

### چکیده

آشکارسازی تغییرات<sup>۱</sup> با استفاده از داده‌های سنجش از دور در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان و پژوهشگران قرار گرفته است. هدف این پژوهش آشکارسازی تغییرات فیزیکی تالاب زیریوار در یک دوره ۵۷ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی و بررسی علل تغییرات بود. بدین منظور بعد از پردازش تصاویر ماهواره‌ای روند تغییرات آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۳۵ زمین‌های کشاورزی به‌طور چشمگیری کاهش و اراضی جنگلی افزایش را نشان می‌دهد. آشکارسازی تغییرات در سه دوره زمانی ۱۳۳۵ شمسی و (۱۳۸۱) ۲۰۰۲ میلادی و (۱۳۹۲) ۲۰۱۳ میلادی حاکی از کاهش دریاچه از ۱۲۹۷ هکتار در سال ۱۳۳۵ شمسی به ۸۸۲ هکتار در سال ۲۰۱۳ میلادی است. در ادامه به تحلیل عوامل مهم از جمله تأثیر کاهش بارندگی، استفاده بی‌رویه از منابع آب، حفر بی‌رویه چاه‌های مجاز و غیرمجاز، افزایش تبخیر سطحی و. در این بازه زمانی پرداخته شد و جهت جلوگیری از کاهش بیشتر وسعت دریاچه و میزان آب راهکارهایی ارائه گردید.

واژگان کلیدی: آشکارسازی تغییرات، دریاچه زیریوار، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

### مقدمه

امروزه در هر اقتصاد ملی پویایی برنامه‌های عمران منطقه‌ای از ارکان اساسی رشد و توسعه به شمار می‌رود. لازمه هرگونه برنامه‌ریزی منطقی شناخت از بستر محیط طبیعی و انسانی است. اگرچه محیط طبیعی خود یک دستگاه خود تنظیم می‌باشد، اما وسعت عملکرد انسان بدون برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت صحیح باعث بروز تغییر و تحولات طبیعی

E-mail: abedini@uma.ac

\* نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۳۵۵۵۲۲۶

<sup>۱</sup> - change detection

شده است (رابرت. کی، وینسنت<sup>۲</sup>، ۱۷:۱۳۹۰). ارسطو اولین کسی است که در مورد گسترش دلتای رودخانه‌ها و به‌جا گذاشتن رسوب‌های دریاها مطالبی را بیان داشت (رجایی، ۱۷:۱۳۷۳). گسترش و دخالت‌های بشری در اکوسیستم و تأثیر آن بر روی منابع مختلف زیستی برحسب نیازهای بسیار پیچیده او در قرن حاضر به حدی رسیده است که با هیچ‌یک از ادوار گذشته تمدن‌های بشری قابل مقایسه نمی‌باشد (موحد دانش، ۳۵۲:۱۳۹۲). با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی آگاهی مدیران و کارشناسان از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده برای سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکل موجود، روش‌های آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به نظر می‌رسد. آشکارسازی تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اشراف کلی بر پدیده‌ها و منابع زمینی و ثبت ویژگی پدیده‌ها توسط سنجیده‌ها و در نهایت تحلیل آن‌ها در این زمینه می‌تواند به ما کمک بسیاری کند (ضرغامی<sup>۳</sup>، ۷:۲۰۱۲). بنابراین با تهیه نقشه کاربری که نتیجه فرایند آشکارسازی تغییرات هست می‌توان اطلاعات و داده‌های مناسب را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان قرار داد که این امر در نهایت منجر به تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی صحیح و پیش‌گیری از اثرات نامطلوب زیست‌محیطی می‌گردد (میتینن<sup>۴</sup>، ۱۱:۲۰۱۱). دریاچه زریوار یکی از بزرگ‌ترین منابع آب شیرین کشور با فاصله بسیار نزدیک به شهرستان مریوان به دلیل سوء مدیریت و عوامل طبیعی و انسانی در معرض نابودی قرار گرفته است.

عمل بازیابی و تشخیص عوارض و اشیای واقع در فاصله دور که با استفاده از تصاویر و ابزار شناسایی انجام می‌گیرد، سنجش از دور نامیده می‌شود (زبیری ودالکی، ۵۷:۱۳۷۵) سنجش از دور دلالت دارد بر سنجیدن اشیاء از مسافتی خاص بدون اینکه شخص در تماس با آن جسم باشد (کانگ، ۵:۲۲:۲۰۰۲). اهمیت سنجش از دور از نگاه یک زیرسیستم اطلاعات زیست‌محیطی به علت افزایش چندین ماهواره جدید با سنجیده‌های الکترونیکی و تصویری که قادر به فراهم نمودن داده و تصویر از عناصر فیزیکی و انسانی زمین هستند، به‌طور چشمگیری افزایش یافته است (قنوتی و همکاران، ۴:۲۰۰۴). با استفاده از فناوری سنجش از دور می‌توان با هزینه و زمان کمتر پروژه‌های مختلفی را در سطوح مختلف به نتیجه رساند (تیسول<sup>۵</sup>، ۳:۲۰۱۲). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در یک منطقه و پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات آینده برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی در آینده بسیار مهم است. تعیین تغییرات گذشته، عدم تکرار اشتباهات و اصلاح روش‌های مدیریتی و تصمیم‌گیری را به دنبال خواهد داشت (شریعت پناهی و همکاران، ۵۶:۱۳۸۹).

### پیشینه پژوهش

در کشورمان پژوهش‌های اندکی در مورد آشکارسازی تغییرات سطح اساس دریاچه‌های داخلی به‌عمل آمده است. در اینجا به‌اجمال به بررسی پژوهش‌های موضوعی مشابه به‌عمل آمده در ایران و جهان بسنده می‌کنیم. رسولی و همکاران

<sup>2</sup> - Vincent

<sup>3</sup> - Zarghami

<sup>4</sup> - Miettinen

<sup>5</sup> - Gong

<sup>6</sup> - Tisseul

(۱۳۸۵) با انجام پژوهشی تحت عنوان پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی ۲۰۰۵ - ۱۹۷۶ پی بردند که بیشترین تغییرات سطح آب دریاچه در جنوب شرق و ساحل شرقی دریاچه رخ داده است و منجر به کاهش ۲۳ درصدی سطح دریاچه در طول دوره مطالعه شده است. سردشتی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان آشکارسازی تغییرات حوضه آبخیز طالقان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی و منطق فازی با تهیه و بررسی نقشه شدت تغییرات در یک دوره زمانی ۱۵ ساله (۲۰۰۲ - ۱۹۸۷) دریافتند که بیشترین شدت تغییرات در کنار آبراهه‌ها دامنه‌ها و در مسیر طالقان رود و کمترین تغییرات مربوط به ارتفاع‌های کوهستانی و اراضی صخره‌ای در حوضه آبخیز مذکور است. آل شیخ و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندن ست بین مهر و موم‌های ۲۰۰۱ تا ۱۹۹۸ به بررسی خطوط ساحلی دریاچه ارومیه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ۳۱۰۴۰ کیلومترمربع در طی دوره مورد مطالعه از سطح دریاچه کاهش یافته است. برخورداری و همکاران (۱۳۸۶) به منظور آگاهی از تغییر کاربری اراضی در حوضه میناب دریافتند در طول یک دوره ۲۷ ساله سطح اراضی مرتعی و بیشه‌زارهای جنگلی از ۴۵ درصد سطح حوضه در سال ۱۹۷۵ به ۸ درصد در سال ۲۰۰۳ کاهش یافته است. تنگستانی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به آشکارسازی تغییرات دریاچه بختگان در بازه زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۶ پرداختند. نتایج نشان داد تغییر کاربری و پوشش زمین پیرامون دریاچه با تغییر پهنه آب دریاچه در ارتباط است و مقایسه پهنه آب دریاچه در این فاصله زمانی ۵۱ ساله نشان داد مساحت کلی آن به ۲۹۶ کیلومترمربع کاهش یافته است. امروزه مطالعاتی مانند پیش‌های بیابان‌زایی، تخریب سیلاب، خشک‌سالی، تغییرات آب دریاها و دریاچه‌ها، تغییرات شهرها، آلودگی‌ها و ... با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای مقدور می‌باشد (ستوده پور، ۱۳۸۸: ۹). لذا می‌توان گفت سنجش از دور ابزاری کارآمد در تشخیص پدیده‌ها و بررسی وضعیت و روند تغییرات آن‌ها در طول زمان است. بکار گرفتن چنین تکنیکی به منظور کنترل و مدیریت بهتر محیط در کشورهای پیشرفته نوعی فناوری راهبردی محسوب می‌شود (مباشری، ۱۳۹۳: ۳).

محققینی مانند (زاویانو و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹) برای کشف تغییرات محیطی نواحی ساحلی کشور رومانی در دریای سیاه از داده‌های سنجش از دور استفاده و تکنیک پردازش تصویر ماهواره‌ای را ابزار اساسی در مطالعات محیطی ارزیابی کردند. بعلاوه (کاچانگ و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۰۹) در دانشگاه اهایو ژاپن اقدام به نقشه‌برداری ساحلی و شناسایی تغییرات ساحلی با یک روش نقشه‌برداری نیمه اتوماتیک در ساحل دریاچه آری با استفاده از تصاویر پانکروماتیک آپکونوس کردند که نتیجه این مطالعه استخراج دقیق خطوط ساحلی و تهیه نقشه تغییرات آن در طول دوره مطالعه شده است.

## روش پژوهش

روش بررسی در این پژوهش موردی و از نوع کاربردی است. نرم‌افزارهایی از جمله MICROSOFT، RS، ARC GIS، OFFICE از جمله نرم‌افزارهایی بودند که در مراحل مختلف این پژوهش برای انجام محاسبه‌ها و همچنین ترسیم نقشه

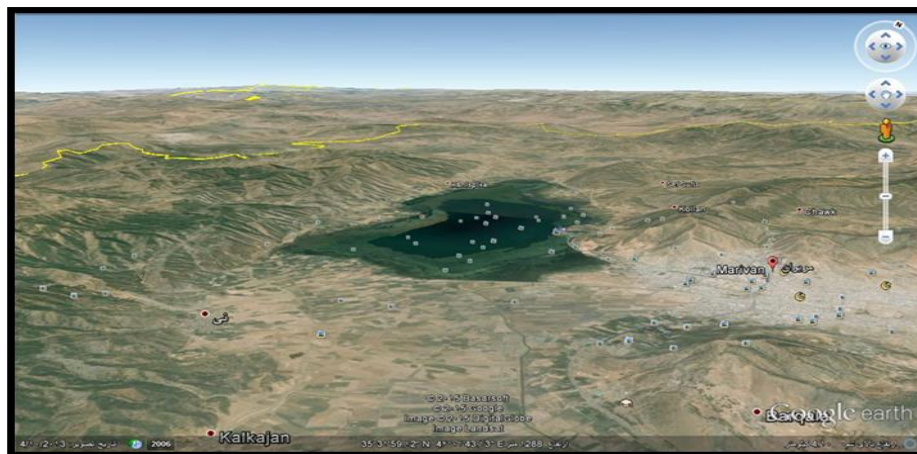
<sup>۷</sup> - Zavoianu et al

<sup>۸</sup> - Kaichang, et al

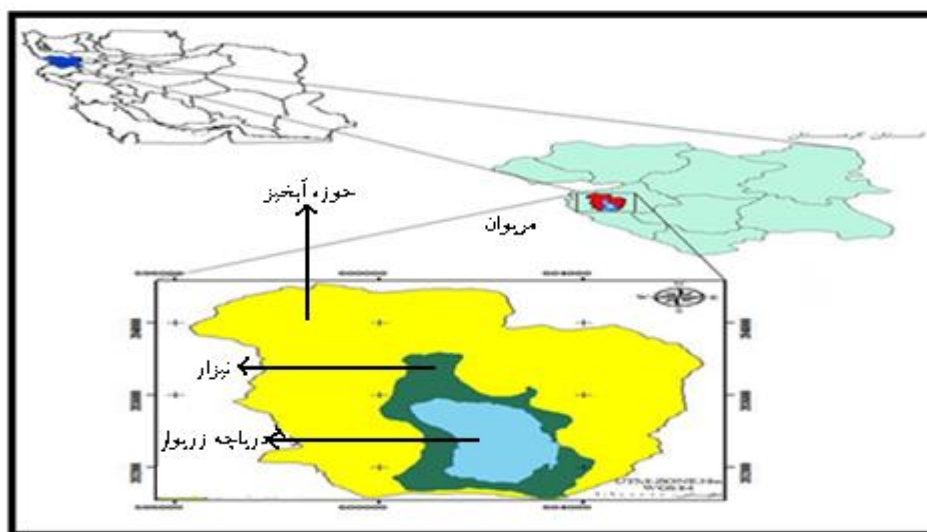
مورد استفاده قرار گرفتند و با توجه به قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) به‌ویژه در زمینه آشکارسازی تغییرات، تجزیه و تحلیل بر اساس پارامترها و شاخص‌های مورد نیاز انجام شد. در مطالعات کتابخانه‌ای اطلاعات مورد نیاز شامل اطلاعات آماری مربوط به شهر مریوان به‌واسطه مطالعات قبلی که در این زمینه انجام گرفته و همچنین گزارش‌های موجود جمع‌آوری گردید.

### محدوده قلمرو پژوهش

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز دریاچه زریوار در نزدیکی شهر مریوان در بین طول شرقی ۴۶ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۱۰ دقیقه و عرض شمالی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه واقع شده است. این حوضه قسمتی از دو دهستان به نام‌های خاو و میرآباد و زریوار است به‌طوری که روستاهای برده‌رشه، کانی‌میران، سیف‌سفلی، محمده، ینگجه، کانی‌سفید و پیر صفا در بخش شمالی حوضه یعنی دهستان خاو و میرآباد و سه روستای کولان، کانی‌سانان و دره تفی در بخش جنوبی حوضه یعنی دهستان زریوار واقع شده‌اند. ارتفاع متوسط حوضه از سطح آب‌های آزاد ۱۲۷۵ متر است دریاچه زریوار تنها دریاچه طبیعی در قلب ارتفاعات زاگرس استان کردستان است که در محدوده مطالعاتی واقع شده است. این حوضه از نظر کنترل سیل و نگهداری کیفیت آب نقش مهمی در منطقه دارد. برای تعیین محدوده حوضه آبخیز از نقشه توپوگرافی اسکن شده ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش استفاده شد و تصویر سه بعدی محدوده مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار GOOGLE EARTH تهیه گردید (شکل ۱). یکی از بارزترین و ارزشمندترین اکوسیستم‌های آبی در استان کردستان دریاچه زریوار است که در نزدیکی شهر مریوان قرار داشته و بخشی از جنگل‌های زاگرس شمالی محسوب می‌شود. این بخش از زاگرس شمالی به لحاظ برخورداری از آب و هوای مناسب و جاذبه آبی دریاچه و نزدیکی به مرز باشماق دارای جذابیت‌های خاصی می‌باشد (بهرروزی راد، تالاب‌های ایران). دریاچه با شکل طولی خود در جهت شمال- جنوب از نظر هندسی به یک بیضی شبیه است که به جهت غرب خمیده است. این خمیدگی به وجود آمده ناشی از انباشت رسوب‌های است که توسط رودخانه‌های فصلی به این بخش از دریاچه وارد شده است. مساحت فعلی تالاب حدود ۸۸۰ هکتار است. حداکثر طول دریاچه ۴/۸ کیلومتر (با رویش‌های مرتبط ۸/۷ کیلومتر) و حداکثر عرض آن ۲/۱ کیلومتر و عمق آن نیز بین ۲ تا ۷ متر متغیر است. (این عمق در سال ۱۳۷۲، ۵/۱ متر و در سال ۱۳۸۵، ۴/۵ متر بوده است). حوضه مورد مطالعه تحت تأثیر توده‌های هوای مدیترانه و اقیانوس اطلس در فصل سرد سال بوده که باعث ایجاد بارندگی‌های فراوان در این منطقه می‌شود. بیشترین بارندگی‌های منطقه در محدوده ماه‌های مهر تا فروردین رخ می‌دهد. منطقه مریوان دارای متوسط درجه حرارت هوای ۱۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر برابر با ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد در تیر و مردادماه و متوسط حداقل ۰/۳- درجه سانتی‌گراد در دی و بهمن‌ماه است (شکل ۲).



شکل ۱: نمای سه بعدی دریاچه زریوار در نزدیکی شهر مریوان منبع: (GOOGLE EARTH)



شکل ۲: نقشه محدوده مورد مطالعه منبع: نگارندگان

منابع تأمین کننده آب دریاچه زریوار:

- ۱) ریزش‌های جوی به صورت برف و باران سالانه حدود ۱۴ میلیون متر مکعب آب دریاچه زریوار را تأمین می‌کند؛
  - ۲) چشمه‌های کف جوش بستر دریاچه (بیش از ۵۰ چشمه) که به سفره‌های زیرزمینی مرتبط است و برآورد شده سالانه ۱۱ میلیون متر مکعب از این منابع آب وارد دریاچه می‌شود؛
  - ۳) آب‌های سطحی ورودی با رقمی در حدود ۳۲ میلیون متر مکعب از منابع تأمین موقتی آب دریاچه زریوار محسوب می‌شوند (مهندسين مشاور آسارا آب، ۱۳۹۱)؛
- حوضه آبخیز دریاچه زریوار از زیر حوضه‌های رودخانه سیروان محسوب می‌شود که با وسعت ۲۳۷ کیلومتر مربع در غرب استان کردستان در داخل کوه‌های زاگرس قرار گرفته است (امور آب شهرستان مریوان، ۱۳۹۲).

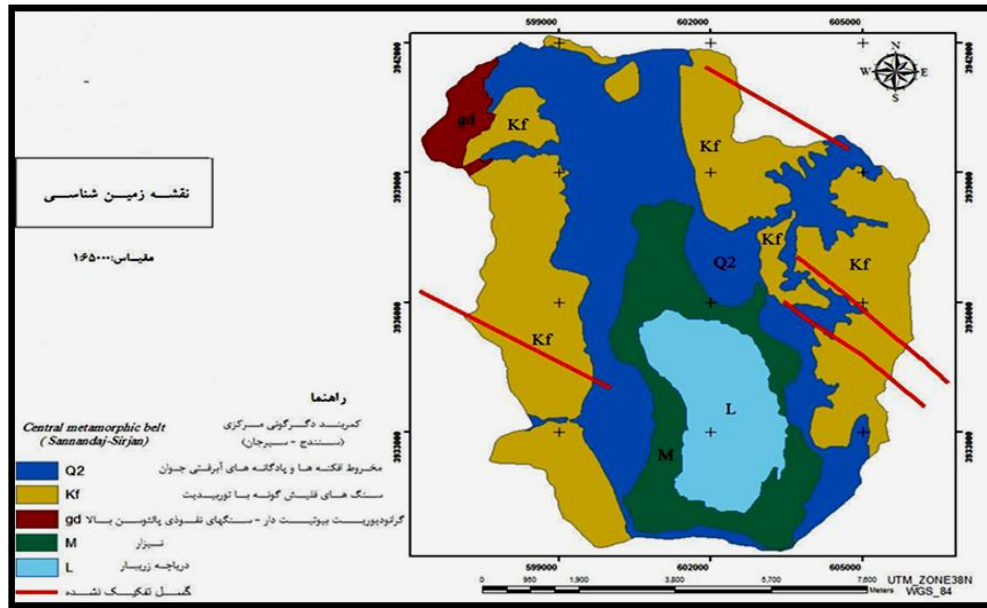
### زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

از نظر زمین‌شناسی دریاچه زریبار در محل فرورفتگی زمین‌شناسی که گرابن نامیده می‌شود واقع شده است. سن سنجی نمونه‌های این دریاچه به روش کربن ۱۴ و مطالعات گرده‌شناسی نشان می‌دهد این دریاچه در پلیستوسن و در شرایط آب و هوای سرد تشکیل شده است. بررسی وضع طبقه‌ها در حاشیه غربی و شرقی دریاچه، ضخامت زیاد و همجنس بودن آن، نشان‌دهنده مؤثر بودن گسل در فرونشستن دره بوده و بدین ترتیب محل مناسبی برای جمع‌آوری آب فراهم شده است (رشیدی، ۱۳۸۹). در زاگرس گسل‌های زیادی وجود دارد که نیروهای درونی زمین از طریق این گسل‌ها آزاد می‌شوند. مهم‌ترین گسل منطقه مریوان، گسل سراسری زاگرس است که از مریوان و کامیاران عبور می‌کند و تا تنگه هرمز ادامه پیدا می‌کند. کلاً منطقه مریوان در قسمت شمال چین‌خوردگی زاگرس واقع شده و از نظر تکتونیکی در منطقه‌ای فعال قرار داشته و چین‌خوردگی آن مربوط به اواسط دوران سوم است. در این مطالعه برای بررسی وضعیت زمین‌شناسی منطقه به‌ویژه مشخص کردن محل گسل‌ها از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ در محدوده مریوان و سروآباد استفاده گردید و پس از اسکن کردن، زمین مرجع و رقومی گردید و وارد محیط ARC GIS 9,3 شد (شکل ۳). محدوده مطالعاتی که در کمربند دگرگونی مرکزی (سندج - سیرجان) واقع شده است علاوه بر دارا بودن گسل‌های تفکیک نشده به‌ویژه در قسمت شرقی تالاب دارای سه واحد زمین‌شناسی عمده زیر است:

۱- سنگ‌های فلیش‌گونه و توریدیت (Kf): این واحد که بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داده جزء سنگ‌های رسوبی نرم و ضعیف طبقه‌بندی شده و دره‌های متعددی در آن شکل گرفته است. توپوگرافی این بخش از سنگ‌های کرتاسه نسبت به نواحی شمالی آن هموارتر بوده و کوه‌های کم ارتفاع و تپه‌های کوتاه و بلند با دامنه‌های منظم و پوشش خاک رس را تشکیل می‌دهد (رشیدی، ۱۳۸۹)؛

۲- مخروطه‌افکنه‌ها و پادگان‌های آبرفتی جوان (Q2): این واحد تغییرات رخساره‌ای عهد حاضر را به نمایش می‌گذارد که به‌صورت مخروط افکنده‌های پیوسته در حاشیه ارتفاعات و آبرفت‌های پراکنده دره‌ها به‌ویژه در واحد (Kf) گسترش قابل‌توجهی دارند. دامنه‌های تراز بالاتر از نهشته‌های گراولی ریز و درشت و استحکام نیافته همراه ذرات ماسه، سیلت و رس با شیب بیشتر و دامنه‌های تراز پایین‌تر عمدتاً از نهشته‌های سیلت و رس با شیب ملایم‌تر تشکیل شده‌اند که محصول دوره‌های پرباران گذشته هستند. این واحد در بخش غربی و جنوب غربی مریوان تشکیل دشت دامنه‌ای نسبتاً وسیعی را می‌دهد که با شیب ملایم و فاقد پستی و بلندی اراضی کشاورزی نسبتاً وسیعی را در خود جای داده است. آبرفت‌های دره‌های مناطق کوهستانی نیز به دلیل کیفیت مناسب خاک و توپوگرافی نسبتاً هموار مناطق کشاورزی پراکنده را تشکیل می‌دهد (همان)؛

۳- سنگ‌های نفوذی گرانودیوریت (GD): این توده نفوذی کوچک جاده مریوان به مرز باشماق (مرز ایران و عراق) را در شمال غربی دریاچه زریبار قطع نموده و شامل سنگ‌های گرانودیوریت بیوتیت‌دار وابسته به پالئوسن بالا است.



شکل ۳: نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه (حوزه آبخیز دریاچه زیرسار) منبع: نگارندگان

## داده‌ها و روش‌ها

پیش پردازش<sup>۹</sup> تصاویر ماهواره‌ای

در این تحقیق از نقشه توپوگرافی سال ۱۳۷۶ و عکس هوایی سال ۱۳۳۵ و همچنین تصویر ماهواره‌ای لند ست مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ میلادی استفاده شده است (سایت انجمن زمین شناسی آمریکا). تصاویر به کمک نقشه توپوگرافی زمین مرجع شده و با میزان خطای  $RMS X=0.4$   $Y=0.5$  با روش نزدیک‌ترین همسایه و با استفاده از نرم‌افزار ENVI زمین مرجع شدند. پس از دریافت داده‌های سنجنش از دور محاسب‌های برخی شاخص‌ها مفید است، البته قبل از انجام پردازش بر روی داده‌های خام تصاویر ماهواره‌ای باید کارهای متنوعی جهت از بین رفتن خطاهایی مانند خطاهای رادیو متریک، خطاهای اتمسفری و تصحیحات هندسی صورت گیرد (علوی پناه، ۱۳۸۵: ۹۹). این کار با استفاده از نرم‌افزار ENVI صورت گرفت. در مرحله پیش‌پردازش، شناسایی و تشخیص خطاهای احتمالی موجود در داده‌های ماهواره‌ای جهت تفسیر و تحلیل تصاویر در مراحل بعدی اهمیت خاصی دارد (بابا احمدی، ۱۳۸۸: ۵۷).

## پردازش<sup>۱۰</sup> تصاویر و آشکارسازی تغییرات

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد در طبقه‌بندی کاربری‌های مختلفی که بر روی عکس و تصاویر انجام گرفت از روش بیشترین شباهت (MAXIMUM LIKELIHOOD) استفاده شد. و تمامی مراحل آشکارسازی توسط نرم‌افزار ENVI صورت پذیرفت که برای تحلیل، تفسیر و پردازش و نمایش انواع تصاویر ماهواره‌ای نرم‌افزاری بسیار مفید و مناسب است.

<sup>۹</sup>- Pre-processing

<sup>۱۰</sup>- Processing

این نرم‌افزار از لحاظ پردازش باندهای طیفی دارای هیچ‌گونه محدودیتی نمی‌باشد و انواع داده‌ها به راحتی می‌توانند در این محیط مورد استفاده و پردازش قرار گیرند.

### تحلیل کاربری زمین در سال ۱۳۳۵

جهت تحلیل کاربری‌های مختلف بر روی عکس هوایی سال ۱۳۳۵ با توجه به قدیمی بودن عکس و تغییرات شدید محیطی استخراج نقاط بسیار دشوار بود که با بازدیدهای میدانی و بررسی‌های دقیق، کاربری‌های مختلف تعیین گردید (شکل ۴). در این عکس بیشترین وسعت مربوط به جنگل‌های اطراف دریاچه و شهرستان مریوان با وسعت ۵۷۶۸/۹۱ تشخیص داده شد که معادل ۳۹/۰۸ درصد از کل محدوده مورد مطالعه را در بر می‌گیرد. پس از جنگل، طبقه‌های کشاورزی، زمین بایر، آب، زمین مرطوب و مسکونی به ترتیب با وسعت ۲۷۱۷/۷۳ و ۱۳۹۱/۳۱ و ۱۲۹۷/۰۸ و ۲۰/۱ هکتار از منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد.

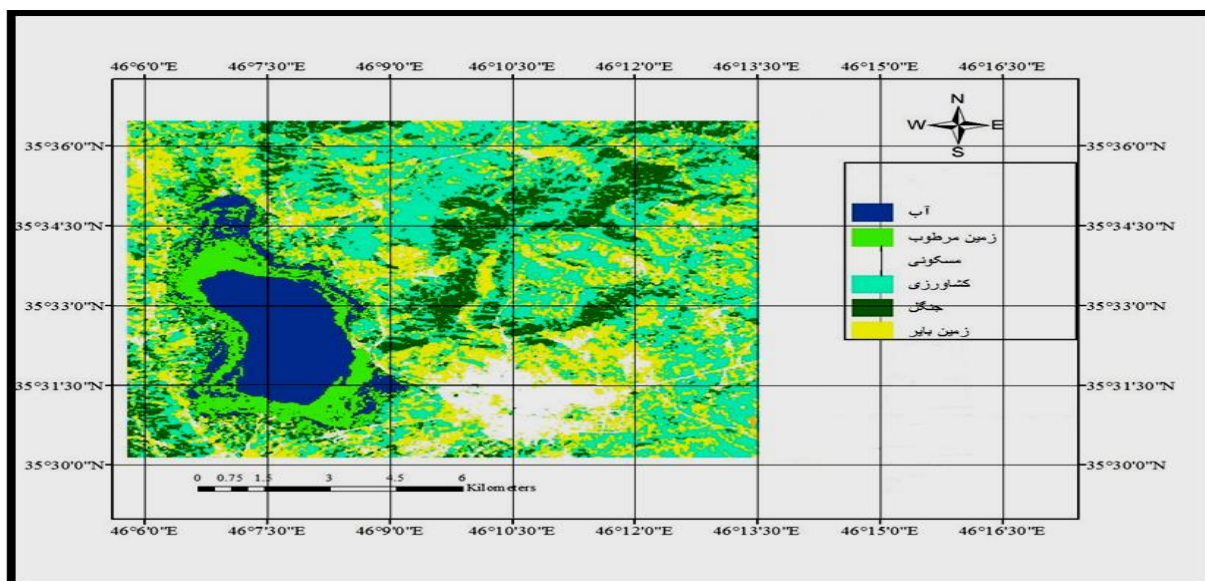


شکل ۴: عکس هوایی زمین مرجع شده منطقه مورد مطالعه (دریاچه زریوار) در سال ۱۳۳۵

### تحلیل کاربری زمین در سال ۱۳۸۱ (۲۰۰۲ میلادی)

در تصویر مربوط به سال ۱۳۸۱ پس از ترکیب باند و رده‌بندی تصویر، ملاحظه گردید که بیشترین وسعت مربوط به رده زمین‌های کشاورزی بوده است که وسعتی برابر با ۷۶۵۵/۷۱ هکتار از محدوده مورد مطالعه و برابر با ۵۱/۳۵ درصد از کل محدوده را در بر می‌گیرد (شکل ۵). پس از آن به ترتیب طبقات زمین بایر، جنگل، آب، زمین مرطوب و مسکونی به ترتیب با ۲۹۲۰/۱۶ و ۱۵۹۵/۳۴ و ۱۰۸۶/۶۳ و ۸۳۷/۷ و ۸۰۰/۱۷ هکتار در رده بعدی قرار دارند (جدول ۱).





شکل ۵: نقشه حاصل از رده بندی تصویر سال ۲۰۰۲ میلادی منبع: نگارندگان

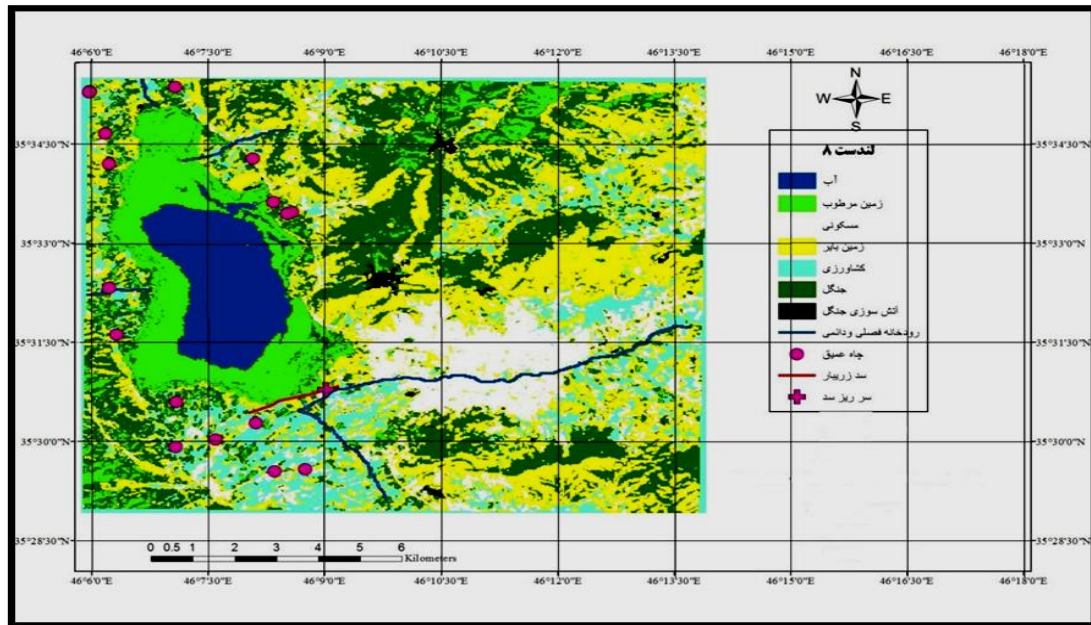
جدول ۱: اطلاعات حاصل از تحلیل کاربری زمین در سال (۱۳۸۱) ۲۰۰۲ میلادی

ردیف	رده	تعداد پیکسل	مساحت (هکتار)	درصد
۱	آب	۱۱۳۸۰	۱۰۸۶/۶۳۴	۷/۲۸
۲	زمین مرطوب	۸۷۷۳	۸۳۷/۷۰۱	۵/۶۲
۳	مسکونی	۸۳۸۰	۸۰۰/۱۷۵	۵/۳۶
۴	کشاورزی	۸۰۱۷۶	۷۶۵۵/۷۰۹۵	۵۱/۳۵
۵	زمین بایر	۳۰۵۸۲	۲۹۲۰/۱۶۲۰	۱۹/۵۸
۶	جنگل	۱۶۵۵۳	۱۵۹۵/۳۳۶۱	۱۰/۷۰

منبع: نگارندگان

### تحلیل کاربری زمین در سال (۱۳۹۲) ۲۰۱۳ میلادی

در تصویر لند ست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۳ میلادی، پس از انجام تصحیحات لازم باندهای ۴، ۵، ۶ برای رده بندی با یکدیگر ترکیب باند شدند. نتایج حاکی از آن است که رده جنگل با وسعت ۳۹۴۹/۳۲ بیشترین محدوده را دربر داشته است (شکل ۶). پس از آن به ترتیب طبقات زمین های بایر، کشاورزی، زمین مرطوب، مسکونی و آب به ترتیب با ۳۹۲۹/۹۴، ۲۹۷۳/۷۸، ۱۵۱۲، ۱۳۹۰/۹۵ و ۸۸۲/۸۱ هکتار محدوده مورد مطالعه را تشکیل می دهند (جدول ۲).



شکل ۶: نقشه حاصل از رده‌بندی تصویر سال ۲۰۱۳ میلادی منبع: نگارندگان

جدول ۲: اطلاعات حاصل از تحلیل کاربری زمین در سال ۲۰۱۳ (۱۳۹۲) میلادی

ردیف	رده	تعداد پیکسل	مساحت (هکتار)	درصد
۱	آب	۹۸۰۹	۸۸۲/۸۱	۵/۹۸
۲	زمین مرطوب	۱۶۸۰۰	۱۵۱۲	۱۰/۲۴
۳	مسکونی	۱۵۴۵۵	۱۳۹۰/۹۵	۸/۴۲
۴	کشاورزی	۳۳۰۴۲	۲۹۷۳/۷۸	۲۰/۱۴
۵	زمین باغ	۴۳۶۶۶	۳۹۲۹/۹۴	۲۶/۶۲
۶	جنگل	۴۳۸۸۱	۳۹۴۹/۳۲	۲۶/۷۵

منبع: نگارندگان

### نتایج حاصل از آشکارسازی

آشکارسازی تغییرات در رده‌های مختلف پوشش کاربری زمین از یک سو شناخت جامعی از روند دگرگونی‌های مکانی در گذشته به دست می‌آید و از سوی دیگر تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی صحیح به منظور رعایت اصول توسعه پایدار فراهم می‌شود. جداول ۳ و ۴ تغییرات حاصل از آشکارسازی را در بازه زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۲ و ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهند.

جدول ۳: نتایج حاصل از آشکارسازی در بازه زمانی ۱۳۳۵-۱۳۹۲

ردیف	رده	مساحت در سال ۱۳۳۵	مساحت در سال ۱۳۹۲	میزان تغییرات
۱	آب	۱۲۹۷/۰۸	۸۸۲/۸۱	-۴۱۴/۲۷
۲	زمین مرطوب	۱۱۹۶/۲۸	۱۵۱۲	۳۱۵/۷۲
۳	مسکونی	۲۰/۱	۱۳۹۰/۹۵	۱۳۷۰/۸۵
۴	کشاورزی	۲۷۱۷/۷۳	۲۹۷۳/۷۸	۲۵۶/۰۵
۵	زمین باغ	۱۳۹۰/۳۱	۳۹۲۹/۹۴	۲۵۹۳/۶۳

منبع: نگارندگان

جدول ۴: نتایج حاصل از آشکارسازی در بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۲

ردیف	رده	مساحت در سال ۱۳۸۱	مساحت در سال ۱۳۹۲	میزان تغییرات
۱	آب	۱۰۸۶/۶۳۴	۸۸۲/۸۱	-۲۰۳/۸۲۴
۲	زمین مرطوب	۸۳۷/۷۰۱	۱۵۱۲	۶۷۴/۲۹۹
۳	مسکونی	۸۰۰/۱۷۵	۱۳۹۰/۹۵	۵۹۰/۷۷۵
۴	کشاورزی	۷۶۵۵/۷۱	۲۹۷۳/۷۸	-۴۶۸۱/۹۳
۵	زمین بایر	۲۹۲۰/۱۶	۳۹۲۹/۹۴	۱۰۰۹/۷۸

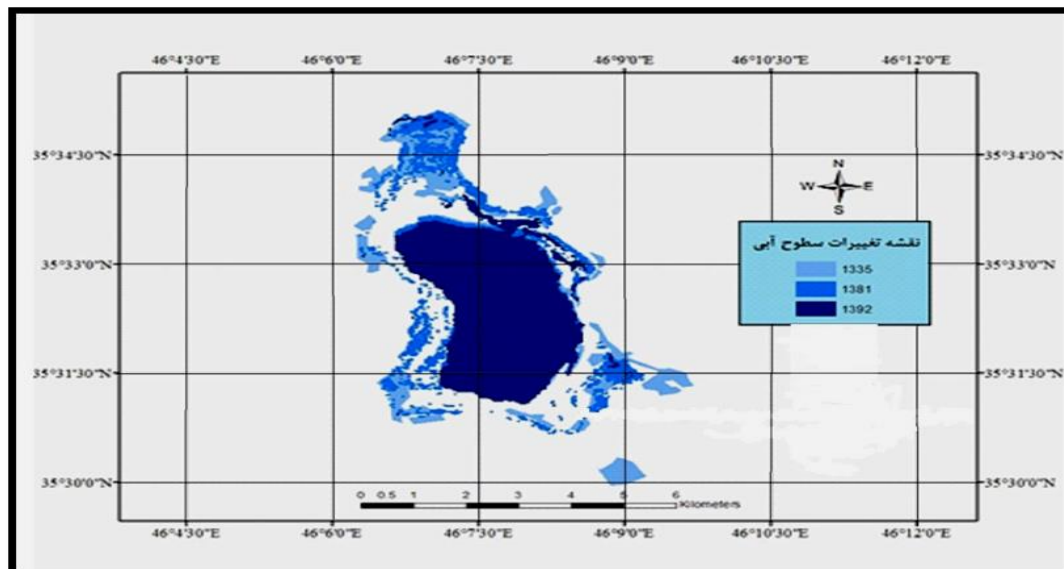
منبع: نگارندگان

جدول ۳ نتایج نهایی فرایند آشکارسازی بین بازه زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. در این جدول میزان تغییرات آب بسیار چشمگیر بوده است. به عبارتی وسعت این رده از ۱۲۹۷/۰۸ هکتار در سال ۱۳۳۵ به ۸۸۲/۸۱ هکتار در سال ۱۳۹۲ کاهش داشته است و میزان تغییرات آن ۴۱۴/۲۷- بوده است. به همین ترتیب زمین مرطوب (نیزارها) دارای افزایش قابل ملاحظه‌ای بوده است. این زمین‌های مرطوب (نیزارها) که اطراف دریاچه قرار دارند، در چندین سال اخیر با رشد و گسترش خود از وسعت آب کاسته و به وسعت زمین‌های مرطوب افزوده‌اند (شکل شماره ۹). در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۲ از تغییرات قابل ملاحظه می‌توان به کاهش چشمگیر زمین‌های کشاورزی اشاره کرد که در یک دهه اخیر تبدیل به زمین‌های جنگلی شده‌اند. قابل ذکر است که منظور از زمین‌های جنگلی، خانه باغ‌های اطراف دریاچه است که در ده سال اخیر رشد چشمگیری داشته است که بایستی برای آن چاره‌ای اندیشید. طبقه مسکونی نیز در یک دهه اخیر رشد فزاینده‌ای به خود گرفته است که از علل مهم آن می‌توان به مواردی اشاره کرد از جمله: رشد جمعیت، مهاجرت روستائیان به شهر مریوان، تبدیل شدن مریوان به یک مرکزیت تجاری و ...

هدف اصلی این پژوهش بارز سازی تغییرات وسعت سطوح آبی دریاچه بوده است، تحلیل اصلی ما بررسی این طبقه است. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد وسعت سطوح آبی در چندین سال اخیر کاهش داشته و به دنبال آن زمین‌های مرطوب و نیزارهای اطراف دریاچه گسترش زیادی پیدا کرده است بنا به دلایلی از جمله:

- استفاده بی‌رویه از منابع آبی دریاچه؛
- گسترش روستاهای اطراف دریاچه و رشد جمعیت آن‌ها؛
- افزایش قابل ملاحظه حفر چاه‌های عمیق دولتی از سال ۱۳۸۲ به بعد؛
- افزایش قابل ملاحظه حفر چاه‌های بدون مجوز؛
- قطع درختان جنگلی اطراف دریاچه و تبدیل آن‌ها به زمین‌های کشاورزی و در نتیجه افزایش فرسایش و انتقال رسوب
- انتقال فاضلاب شهری و روستایی (روستاهای اطراف دریاچه) (شکل ۸).

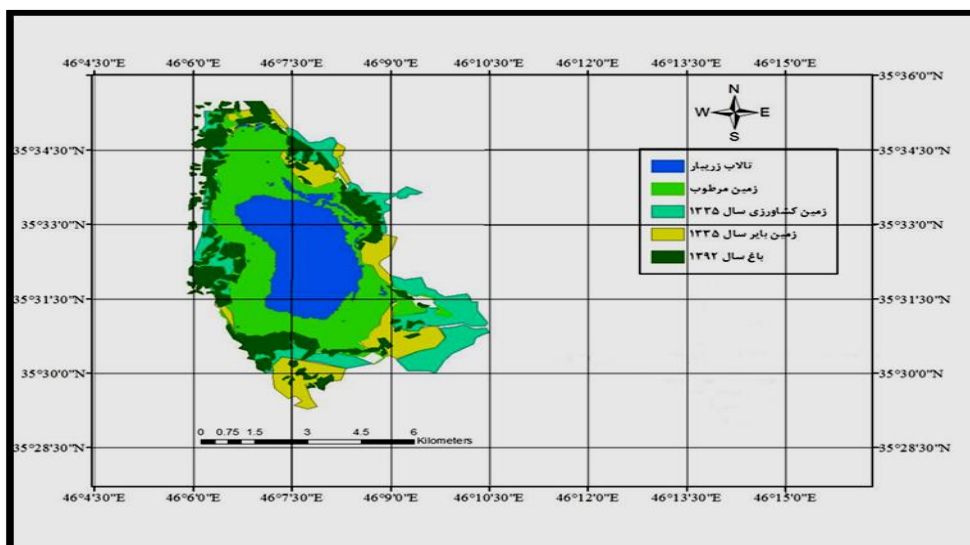
نقشه تغییرات سطوح آبی مربوط به سال‌های مختلف با همپوشانی لایه‌های آب در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ایجاد و نتایج در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷: نقشه تغییرات سطوح آبی در محدوده مورد مطالعه (دریاچه زریوار) منبع: نگارندگان



شکل ۸: انتقال فاضلاب روستای دره تفی به دریاچه زریوار



شکل ۹: همپوشانی باغ‌های سال ۱۳۹۲ و زمین‌های کشاورزی و بایر سال ۱۳۳۵ پیرامون دریاچه زریوار منبع: نگارندگان

### نتیجه‌گیری

اگر چه محیط طبیعی حالت خود تنظیمی دارد، ولی وسعت عملکرد انسان بدون برنامه‌ریزی و حتی اعمال مدیریت صحیح، تغییر و تحولاتی در محیط طبیعی ایجاد کرده است و در بیشتر موارد نتایج این تغییر و تحولات نه تنها برای انسان مفید نبوده بلکه با از بین بردن تعادل و پایداری طبیعی مشکلات و سوانح طبیعی را سبب شده است. دریاچه‌ها نیز از جمله پدیده‌های طبیعی هستند که تغییرات آن‌ها در درازمدت می‌توانند سبب دگرگونی شرایط طبیعی و تشدید فرایندهای فرسایشی شود.

بر اساس یافته‌های این پژوهش طی سال‌های گذشته (۱۳۹۲-۱۳۳۵) دریاچه زیبای زریوار مریوان بنا به دلایلی که ذکر شد تغییرات زیادی داشته است.

در پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزارهای (GIS) و (ENVI) و با استفاده از عکس و تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۳۳۵، (۱۳۸۱) ۲۰۰۲ میلادی و (۱۳۹۲) ۲۰۱۳ میلادی در زمینه آشکارسازی تغییرات حوضه آبخیز زریوار تحلیل‌های مختلفی انجام گرفت و نتایج حاصل شد که به شرح زیر قابل ذکر است:

۱- از بررسی‌های به عمل آمده بر روی عکس سال ۱۳۳۵ چنین برداشت می‌شود که بیشترین وسعت در محدوده مطالعاتی مربوط به جنگل‌های اطراف دریاچه و شهرستان مریوان است که وسعتی حدود ۵۷۶۸/۹۱ هکتار معادل ۳۹/۰۸ درصد از کل محدوده مطالعاتی را دربر می‌گیرد. بعد از آن به ترتیب طبقات کشاورزی، زمین بایر، آب، زمین مرطوب و مسکونی قرار دارد، وسعت کم مناطق شهری و کشاورزی سنتی برحسب نیاز نشان‌دهنده رویکرد مناسب در این دوره بخصوص توسعه شهری و روستایی است؛

- ۲- نتایج رده‌بندی مربوط به تصویر سال ۱۳۸۱ حاکی از آن است که بیشترین وسعت مربوط به زمین‌های کشاورزی است که با ۷۶۵۵/۷۱ هکتار وسعتی برابر با ۵۱/۳۵ درصد از کل محدوده مطالعاتی را شامل می‌شود. این رده نسبت به دوره قبل (۱۳۳۵) کاهش را نشان می‌دهد. رده آب نیز کاهش زیادی را نشان می‌دهد عواملی از جمله: گسترش شهرنشینی، مهاجرت روستائیان، گسترش نواحی شهری به سمت دریاچه، استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی منطقه نشانگر یک رویکرد نسنجیده در توسعه بوده و از جمله عوامل نابود کننده دریاچه در این بازه زمانی بوده است؛
- ۳- نتایج حاصل از تحلیل بر روی تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که رده جنگل با ۳۹۴۹/۳۲ هکتار بیشترین محدوده را به خود اختصاص داده است. در این تصویر نیز کاهش وسعت آب و زمین‌های کشاورزی محسوس است و افزایش طبقه جنگلی همان‌طور که قبلاً نیز اشاره گردید ناشی از گسترش بی‌رویه خانه باغ‌های اطراف دریاچه است. همچنین اطلاعات حاصل از داده‌های هواشناسی بیانگر کاهش نزولات جوی و به دنبال آن خشک‌سالی و از طرف دیگر رشد سریع نواحی مسکونی و انتقال فاضلاب شهری و روستایی سبب پایین رفتن سطح آب زیرزمینی و افزایش نزارها و کاهش نواحی آبی شده است؛
- ۴- با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از آشکارسازی تغییرات در سه دوره زمانی یادشده مشخص گردید که میزان تغییرات در بازه زمانی ۱۳۳۵-۱۳۸۱ نسبت به دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۱ دارای شیب ملایم‌تری بوده است و می‌توان نتیجه گرفت که در صورت تداوم وضعیت موجود و عدم چاره‌اندیشی لازم از طرف مسئولان مربوطه این روند تشدید شود.

### پیشنهادها:

- ۱- مطالعه اصولی و بررسی دقیق میزان رسوبات و فاضلاب ورودی به حوضه در سال برای انجام روش‌های حفاظتی و عوامل آلاینده دریاچه؛
- ۲- نظارت و کنترل مداوم و قانونی بر حفر چاه‌ها و ممانعت از حفر چاه‌های غیرمجاز و استحصال غیرمجاز آب‌های زیر-زمینی برای امور کشاورزی و پایش اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی کشاورزی در حواشی دریاچه؛
- ۳- فرهنگ‌سازی مناسب و جلوگیری از سودجویی برخی اشخاص حقیقی و برخورد جدی سازمان‌های نظارتی با متخلفان.

### منابع

- ۱- آل شیخ، علی اصغر، علی محمدی، عباس، قربانعلی، علی (۱۳۸۴): پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش از دور. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۱۲. سال ۱۳۸۵. صص (۴۱-۲۳).
- ۲- امور آب شهرستان مریوان، (۱۳۹۲): گزارش پژوهشی.

- ۳- بابا احمدی، عباس. (۱۳۸۸). کاربرد سنجش از دور (RS) در زمین شناسی. نشر آوای قلم.
- ۴- برخوردار، جلال. خسروشاهی، محمد. (۱۳۸۶): بررسی اثر تغییرات پوشش اراضی و اقلیم بر جریان رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبخیز میناب). مجله پژوهش و سازندگی. صص (۷۷-۵۳).
- ۵- بهروزی راد، بهروز. (۱۳۸۶): تالاب‌های ایران. انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- ۶- رابرت، کی. وینسنت. ترجمه: مجید هاشمی تنگستانی. (۱۳۸۸): نشر دانشگاهی.
- ۷- رشیدی، آرمان، (۱۳۸۹): ارزیابی اکوتوریسم جنگل‌های اطراف تالاب زریوار با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). پژوهش‌های محیط زیست. شماره ۲. زمستان ۱۳۸۹. صص ۳۱-۱۹.
- ۸- رسولی، علی اکبر. عباسیان، شیرزاد. جهانخس، سعید. (۱۳۸۶): پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده ای و چند زمانه‌ای. فصل نامه مدرس علوم انسانی. دوره ۱۲. شماره ۲. تابستان ۱۳۸۷. صص ۷۱-۵۳
- ۹- رجایی، عبدالحمید (۱۳۷۳): ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی محیطی، نشر قومس.
- ۱۰- زبیری، محمود. دالکی، احمد. (۱۳۹۱): اصول تفسیر عکس‌های هوایی با کاربرد در منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۱- شریعت پناهی، ولی. محمدی، مجید. مشیری، شکرا... فتوحی، سید رحیم. استعلاجی، علیرضا (۱۳۸۹): راهکارهای بررسی و علل تغییرات کاربری اراضی با تأکید بر سنجش از دور و با تحلیل کاربردی بر روی ناحیه گرگان. فصلنامه سپهر. بهار ۱۳۸۹. شماره ۷۳. صص (۵۹-۴۵).
- ۱۲- هاشمی تنگستانی، مجید. بیرانوند، سمیه. طیبی، محمدحسن. (۱۳۹۲): آشکارسازی تغییرات دریاچه بختگان فارس در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۳۵. فصل نامه محیط‌شناسی. سال ۳۹. شماره ۳. پاییز ۹۲. صص ۱۹۹-۱۸۹.
- ۱۳- علوی پناه، سید کاظم. (۱۳۹۱): کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۴- سازمان زمین‌شناسی کشور. نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰۰. www.gsi.ir.
- ۱۵- سایت انجمن زمین‌شناسی آمریکا: www.earthexplore.usgs.gov.
- ۱۶- ستوده پور، افشین. (۱۳۸۸): عنوان پایان‌نامه: تحولات خطوط ساحلی منطقه بوشهر با تأکید بر ژئومورفولوژی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و داده‌های سنجش از دور (RS). استاد راهنما: دکتر قنوتی. دانشگاه خوارزمی تهران.
- ۱۷- سردشتی، ماهرخ. ضیائیان، پرویز. قنوتی، عزت ا. (آشکارسازی تغییرات مورفودینامیک با استفاده از داده‌های سنجش از دور و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و منطق فازی (FUZZY-LOGIC) مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان. مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۲ زمستان ۱۳۸۶. صص ۵۳-۴۱.
- ۱۸- مباشری، محمدرضا (۱۳۹۳): مبانی فیزیک در سنجش از دور و فناوری ماهواره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- ۱۹- موحد دانش، علی اصغر (۱۳۹۲): هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران. انتشارات سمت.
- ۲۰- مهندسین مشاور آسارا آب (۱۳۹۱): گزارش زیست‌محیطی دریاچه زریوار.

- 21-Ghanavati et al, (2008): Monitoring Geomorphologic Change Using Landsat TM +Data in the Hendijan River Delta Southwest Iran. International Journal of Remote Sensing vol.29.no.4
- 22- Gong. p, (2010): Change Detection Using Principal Component Analysis and Fuzzy Sets Theory. Canadian Journal of Remote Sensing.19.pp.22.29.
- 23-Miettinen. E. a. j. (2011): Land Cover Map of Insular Southeast Asia in 250-m Spatial Resolution, Remote Sensing Letters. Vole. 3. Pp 11-20, 2011.
- ۲۴-Kaichang, D., Ruijin, M., Jue, W. and Ron, L., (2009): Coastal Mapping and Change Detection Using High-Resolution IKONOS Satellite Imagery, Japan-Ohio.
- 25 -Tisseuil, C., Roshan, Gh. R., Nasrabadi, T. and Asadpour, G.A, (2012): Statistical Modeling of Future Lake Level under Climatic Conditions, Case study of Urmia Lake ,Iran., Int. J. Environ. Res., Vol.7, No.1, PP., 69-80.
- 26-Zarghami, M., (2011): Effective Watershed Management; Case Study of Urmia Lake, Iran. Lake and Reservoir Management, Vol. 27, No.1, PP.87-94.

27-Zavoianu L.A. (2009): Study and Accuracy Assessment of Remote Sensing Data for Environmental Change Detection in Romania. Coastal Zone, Romania.

### **Detection of Lakes Changes Trends with Using Geography Information System (GIS) and Remote Sensing (Rs).Case Study: Tectonically Zarivar Lake**

Mousa Abedini\*

Associate Professor, Department of physical Geography, University of Mohaghegh Ardebil, Iran

**Abedini@uma.ac.ir**

Afshin Sotoudehpour PH.D Student in Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

**afshin\_sotoudeh@yahoo.com**

Changes Detection with Using Remote Sensing Data in Recent Years has Been the Attention of Many Researchers. The Aim of this Study was to Physical Changes Detection of Lake .Over a Period of 57 Year Using Satellite Images and Topographical the Causes of the Change. After Processing the Satellite Image were Analyzed Changes.it was that from1335 to 1392 Agriculture Lands Decline Significant and Forest Lands Increased Indicant. Wetlands by Increasing the extant Cause are Declining Extent of the Lake. in the Other Words.the Change Detection in 3 Time period: 1335 and (1381) 2002,(1392) 2013 are Representative Decrease Lake from 1297 Hectare in year 1335 to 882 Hectare in Year (1392) 2013 .the Following was Implicated to Analysis Important Factors Including Influence Decline Rain Fall Using Irregular in Water Sources .Drilling Legal and Illegal Wells .Increase Surface Evaporation and to Prevent Further Reduce the Extent of like and Water Ways Offer .

Kay Words: Detection of Lakes Changes, tectonic Zarivar Lake, Remote Sensing (RS), Geography Information System (GIS)