

بررسی اثرات مورفولوژیکی نوسانات سطح آب بر سواحل با استفاده پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده (مطالعه موردی: سواحل غربی دریاچه ارومیه)

داوود مختاری - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز
حمديه شیرزادی* - کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز

پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۳

وصول: ۱۳۹۳/۴/۱۱

چکیده

بررسی نوسان‌های سطح آب دریاچه‌ها به منظور حفاظت آنها به لحاظ اهمیت، ماهیت و موقعیت این مجموعه‌های آبی و به عنوان یک میراث طبیعی در سال‌های اخیر در بین کشورها در سطح ملی و منطقه‌ای جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. دریاچه ارومیه با وسعتی بین ۶۰۰۰-۴۰۰۰ کیلومتر مربع به عنوان بزرگترین دریاچه داخلی ایران و بیستمین دریاچه جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی است، برای رسیدن به این هدف تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی ماهواره لندست (شامل تصاویر سنجنده‌های ETM+, TM, MSS)، MODIS طی سال‌های (۲۰۱۲-۱۹۸۹) مورد استفاده و پردازش قرار گرفت و نوسان‌های سطح آب دریاچه در دوره‌های زمانی مختلف استخراج شد. مدل‌های نهایی نشان‌دهنده نوسان‌های گسترده دوره‌ای و تغییرات چشمگیر در پارامترهای هندسی دریاچه ارومیه، به‌ویژه در طول چند دهه گذشته است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاهش ارتفاع آب دریاچه ارومیه به‌ویژه در چند سال اخیر تا ۶ متر نیز رسیده که این فرایند به نوبه خود موج ایجاد جابجایی‌های اساسی در خطوط ساحلی، به‌ویژه در سواحل مورد مطالعه گردیده است. ظهور چنین تغییراتی باعث خشک شدن بیش از نیمی از سطوح آبی دریاچه شده که این امر نیز باعث ایجاد تغییراتی در واحدهای ژئومورفولوژیکی موجود در منطقه از قبیل دشت‌های آبرفتی، پلایاها، مخروطه‌افکنه‌ها و اراضی شورزار و بیرون آمدن تعدادی از جزایر دریاچه از آب و گسترش مساحت و پیوستن آنها به خشکی و ظاهر شدن اشکالی از قبیل دریاچه‌های ساحلی و زمین‌های کویری و تراس‌های دریاچه‌ای شده است.

واژگان کلیدی: دریاچه ارومیه، نوسانات سطح آب، تغییرات خطوط ساحلی، پدیده‌های ژئومورفیک.

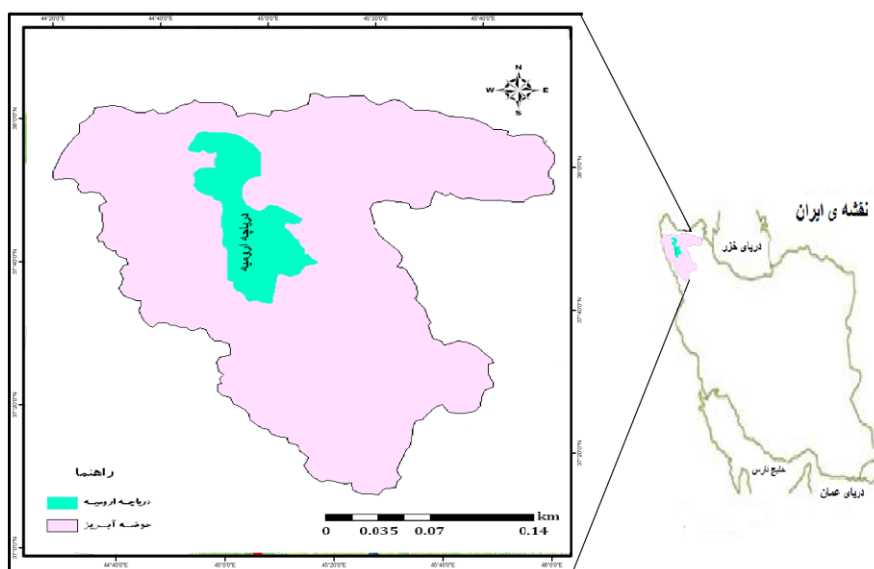
مقدمه

مطالعه دریاهای واقع در سطح قاره‌ها از مباحث ویژه هیدرولوژی است. دریا، دریاچه‌ها و تالاب‌ها از مخازن طبیعی به شمار می‌روند جمع‌آوری‌کننده جریانات سطحی و زیرزمینی یک محدوده هستند. این منابع نقش اساسی در توسعه اقتصادی یک منطقه ایفا می‌نمایند (ترابی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲). دریاچه ارومیه از نظر وسعت بیستمین دریاچه در سطح جهان بوده و از معدود دریاچه‌های فوق‌اشباع از نمک است که دارای ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و زمین‌شناسی، مورفولوژی رسوبات و محیط‌زیست مخصوصی است (قنبری، ۱۳۷۱: ۱۱۹)، این دریاچه به دلیل ویژگی‌های طبیعی و اکولوژی منحصر به فرد، از سال ۱۳۴۶ به عنوان پارک ملی مطرح و به همراه جزایر کبودان و قویون‌داغی جزو مناطق حفاظت‌شده اعلام گردیده است. همچنین این دریاچه در سال ۱۳۵۴ به عنوان سایت رامسر تعیین و در سال ۱۳۵۶ جز مناطق حفاظت‌شده زیست‌کره به وسیله یونسکو اعلام شد (شرکت سهامی آب منطقه استان آذربایجان غربی، ۱۳۸۶: ۱). ناپایداری‌های زیست‌محیطی چیزی است که نه تنها در مورد دریاچه ارومیه، بلکه در نتیجه فعالیت‌های بشری در سراسر کره زمین در مورد پدیده‌های زیست‌محیطی در حال روی دادن هستند (وظیفه‌امندی، ۱۳۹۰: ۱۶). دریاچه ارومیه بزرگترین مجموعه آبی بسته ایران به شمار می‌رود که در منطقه‌ای نیمه‌خشک با حوضه آبریزی معادل ۵۲ هزار کیلومترمربع واقع شده است (علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۴: ۵۷). دست‌کم صدها هزار سال است که دریاچه ارومیه با استمرار حیات و توان تعدیل رطوبتی و حرارتی سرزمین در سه استان آذربایجان شرقی، غربی و کردستان شده است (درویشی خاتونی، ۱۳۸۹). متأسفانه در چند سال اخیر به دلیل تغییر شرایط اقلیمی و کم‌توجهی به جنبه‌های زیست‌محیطی، اکوسیستم دریاچه با تهدیدات جدی مواجه گردیده و وضعیت آن در حالت بحرانی قرار گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی اصلی‌ترین عامل خشکی دریاچه بوده، ولی دخالت‌های بی‌رویه انسان در اکوسیستم دریاچه و عدم مدیریت صحیح و کارآمد مزید بر علت شده و بحران دریاچه را چند برابر ساخته است (مرادی هوسین و بهاری، ۱۳۸۹: ۹۰)، لذا با توجه به اثرات گسترده، فاجعه‌بار و هولناک ادامه این روند، لزوم بررسی علل و عوامل مؤثر در به وجود آمدن این وضعیت و کنکاش راه‌حل‌های برون‌رفت از این موضوع از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این میان مطالعه گذشته دریاچه و روند سیر قهقراپی آن، شناخت دقیق وضعیت فعلی و پیش‌بینی وضعیت آینده ضروری بوده و تنها با بررسی کارشناسانه، بی‌طرفانه و همه‌جانبه در هر بخش است که می‌توان به نتایج مثبت، علمی، عملیاتی و زود هنگام دست یافت (هوشیار، ۱۳۸۹: ۱۲۴). به دلیل تأثیراتی که تغییرات سطح آب دریاها و دریاچه‌ها بر سواحل به‌ویژه اشکال ساحلی و فرآیندهایی شکل‌زایی ساحل دارند، ضرورت مطالعه علل این تغییرات مورد توجه قرار گرفته است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۸۹). سطح آب دریاچه ارومیه طی دوره‌های مختلف نوسانات قابل توجهی داشته است که امری طبیعی و شناخته شده است. مسئله‌ای که در این ارتباط کاملاً شناخته شده نیست. پیش‌بینی دوره‌های نوسانات، شدت و مقدار آن است. این فرآیند سبب بروز تغییرات قابل توجهی در نواحی اطراف دریاچه، شرایط زیست‌محیطی و در نتیجه موجب دگرگونی در فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی مردم این نواحی می‌شود (دریاباری، ۱۳۸۸). اثرات پس‌روی دریاچه و عمل تبخیر و نیز تأثیر امواج، ترک‌های گلی و اشکال ژئومورفیک جدید خاصی را بر جای گذاشته است (خورشید دوست، ۱۳۶۸). بدین جهت شناخت نوسانات سطح آب دریاچه ارومیه و مدیریت صحیح آن از اهمیت زیادی برای نواحی پیرامونی برخوردار بوده و بایستی به عنوان مهم‌ترین موضوع در برنامه‌ریزی‌ها در نظر گرفته شود.

با ادامه کاهش سطح دریاچه و بر اثر وزش بادهای تند و گرم فصول تابستان و تا حدودی پاییز به مرور اراضی زراعی و مرغوب منطقه آذربایجان به سمت شور شدن و در نهایت کویری شدن پیش می‌روند. اگر این روند به هر عنوان مدیریت زیست‌محیطی مناسبی را در سطح کلان ملی و منطقه‌ای متوجه خود نسازد بی‌شک در بلندمدت بایستی در انتظار بحران‌های زیستی کلان در منطقه و جریانات جمعیتی غیر متعارف در شمال غرب کشور و بر هم خوردن توازن‌های نه‌چندان مناسب بود (زمانی اکبری و ملکی، ۱۳۸۹). بر اثر این تغییرات که در سطح آب ایجاد شده پدیده‌های ژئومورفولوژیکی جدیدی را در این منطقه به وجود آورده است این پدیده‌ها بیانگر افت سریع سطح آب دریاچه هستند که در سال‌های اخیر شدت بیشتری یافته است. با توجه به آنچه بیان شد و نظر به موقعیت و اهمیت دریاچه ارومیه به عنوان یک میراث طبیعی در این مطالعه، کلیه اطلاعات ماهواره‌ای قابل دسترس اخذ و در روند پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تغییرات سطح آب دریاچه و اثرات آن را روی خطوط ساحلی و موقعیت پدیده‌های ژئومورفیک مورد مطالعه قرار داده می‌شود.

معرفی منطقه مورد بررسی

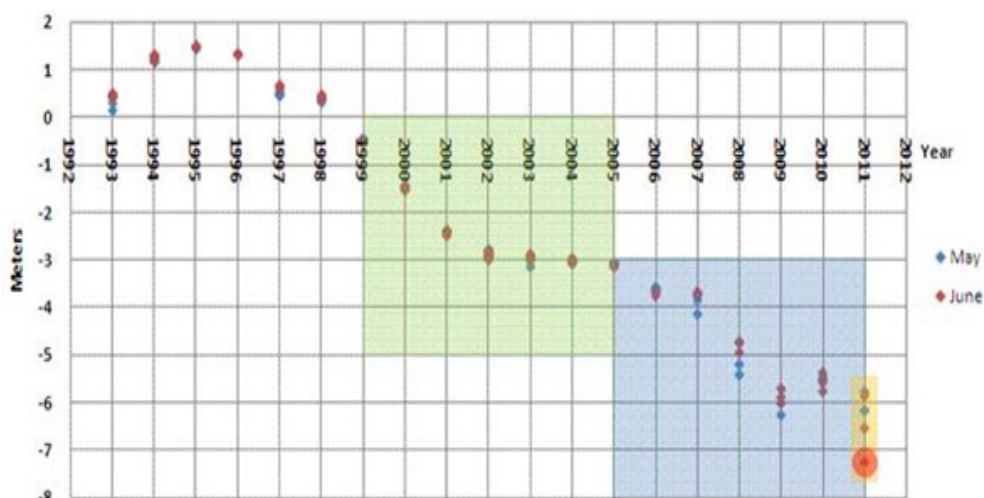
دریاچه ارومیه که در گذشته چیچست و کبودان نام داشته، بین ۳۷ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۶ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و در غرب فلات ایران بین پست‌ترین اراضی دو استان آذربایجان شرقی و غربی و میان دو گسل تبریز در شمال و زرنه‌رود در جنوب واقع شده است، این دریاچه بزرگترین آبگیر دائمی آسیای غربی است. دریاچه ارومیه یک دریاچه تکتونیک نسبتاً بزرگ و فوق اشباع از نمک است که در یک حوضه بسته (شهرابی، ۱۳۷۳: ۱۸) و سوپسیدانس کم‌عمق در فلات آذربایجان (قنبری، ۱۳۷۱: ۱۱۷) قرار گرفته است. همچنین پارک ملی دریاچه ارومیه پس از مرداب انزلی از مهم‌ترین زیستگاه‌های طبیعی جانوران در ایران به شمار می‌رود. حوضه آبریز دریاچه ارومیه ۵۲ هزار کیلومتر مربع است که پیرامون ۳ درصد کل مساحت کشور ایران را دربر می‌گیرد. تراز کف دریاچه ۱۲۶۸ متر و از تراز متوسط سطح آب دریاچه ۱۲۷۶/۲ متر بوده و دامنه نوسان از ۱۲۷۴/۱۳ متر به ۱۲۷۸/۴ متر از ۲۰ سال اخیر متغیر بوده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیای دریاچه ارومیه را در شمال غرب کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی دریاچه ارومیه در شمال غرب کشور

مواد و روش‌ها

با توجه به اهداف تحقیق حاضر، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به شناسایی وضعیت سطح آب دریاچه ارومیه در دوره زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۲ پرداخته شده و اطلاعات به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به میانگین ارتفاع سطح آب و... را با دقت مورد بررسی قرار داده و سپس برای تعیین تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در منطقه مورد مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (رسولی، ۱۳۸۷: ۵۸). شکل (۲) تغییرات قابل ملاحظه‌ای ارتفاع آب دریاچه ارومیه در یک دوره زمانی بلندمدت را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمودار تغییرات ارتفاع آب دریاچه ارومیه در دوره زمانی (۱۹۹۲-۲۰۱۲)

با مقایسه مشاهدات زمینی و اطلاعات آلتی‌متری امکان انتخاب تصاویر ماهواره‌ای نمونه با توجه به اهداف مطالعه حاضر فراهم شد. جدول (۱) منابع اطلاعاتی مورد نیاز برای استفاده در تحقیق حاضر را نشان می‌دهد.

جدول ۱. منابع اطلاعات موجود از انواع تصاویر ماهواره‌ای

سال تصویر	نام سنجنده	نوع اطلاعات
۲۰۱۰-۲۰۱۲	MODIS	تصاویر ماهواره‌ای
۲۰۰۰-۲۰۰۵	ETM+	تصاویر ماهواره‌ای
۱۹۹۵	TM	تصاویر ماهواره‌ای
۱۹۸۹	MSS	تصاویر ماهواره‌ای

برای رسیدن به اهداف اصلی مطالعه، انواع مختلفی از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه‌ای، منطقه دریاچه ارومیه که قابل دسترس بودند، انتخاب شدند. یکی از قدیمی‌ترین و اولین مشاهدات مربوط به منطقه مطالعه شده تصاویر اخذ شده ماهواره لندست سنجنده MSS با توان تفکیک فضایی حدود ۸۰ متر بود که در سال ۱۹۸۹ م. از این منطقه تهیه شد. تصاویر به دست آمده از سنجنده‌های TM و ETM+ نیز در این مطالعه استفاده شدند، که مربوط به سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۰۰، ۱۹۹۵ است.

این تصاویر به ترتیب توان تفکیکی فضایی حدود ۳۰ متر و ۱۵ دارند. تصاویر ماهواره ترا^۱ سنجنده مادیس^۱ مربوط به سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ برای ارزیابی میزان تغییرات در سال‌های اخیر مربوط به دریاچه ارومیه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

اصلاح اژئومتریکی و رادیومتریکی لازم برای کلیه تصاویر در محیط نرم‌افزار ERDAS انجام شد. بر اساس کنترل داده‌های اصلاح‌شده تصاویر ETM+ سال ۲۰۰۵، اصلاحات ژئومتریکی روی تصاویر ماهواره MSS و TM به روش تصویر به تصویر اعمال شد. شایان ذکر است که از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به عنوان مبنای ارزیابی تغییرات سطح آب و تهیه مدل رقومی زمین استفاده شد.

در مرحله پردازش، سری‌های زمانی هر یک از تصاویر ماهواره‌ای دریاچه ارومیه به روش ایجاد موزاییک با شماره گذر و ردیف تلفیق شدند. همچنین سیستم تصویر UTM برای ناحیه تطبیق و کلیه تصاویر زمین مرجع و اصلاحات هندسی تصویر به تصویر اعمال شد. به طور کلی در روند پردازش رقومی تصاویر به منظور تشخیص تغییرات ساحل دریاچه ارومیه سه مرحله اصلی مورد نظر بودند:

در مرحله پیش‌پردازش روی کلیه تصاویر ماهواره‌ای اصلاحات رادیومتریکی، ژئومتریکی و تکنیک‌های نرمال‌سازی اعمال شد. هدف اصلی این مرحله رفع خطاهای سیستماتیک و غیر سیستماتیک موجود در تصاویر خام و افزایش صحت و قابلیت دسته‌بندی اطلاعات رقومی مختلف بود.

در مرحله پردازش، ابتدا تکنیک‌های نسبت‌گیری باندها و طبقه‌بندی در محیط نرم‌افزار ERDAS به کار گرفته شد. در جدول (۲) نحوه اعمال روش‌های پردازش مختلف برای استخراج تغییرات سطح آب دریاچه درج شده است.

جدول ۲. روش‌های طبقه‌بندی برای استخراج و پردازش تصاویر تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه

نوع سنجنده	ارزش باندها	نوع طبقه‌بندی	الگوریتم اعمال شده
MSS	۳/۱ و ۳/۲	-----	نسبت‌گیری باندها
TM	۵/۲	-----	نسبت‌گیری باندها
ETM+	۲/۵ و ۴/۵	-----	نسبت‌گیری باندها
MODIS	-----	غیر کنترل شده	ISO-Data

سپس با استفاده از روش پیکسل به پیکسل و تفسیر بصری، مناطق دارای آب و بدون آب از یکدیگر تفکیک شدند (سینگ^۲ و همکاران، ۱۹۹۱: ۱۸). حاصل این مرحله از پردازش، تصاویری است که محدوده گسترش سطح آب دریاچه را در دوره‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد شکل ۳.



ب- تصویر MSS سال ۱۹۸۹



الف- تصویر TM سال ۱۹۹۵



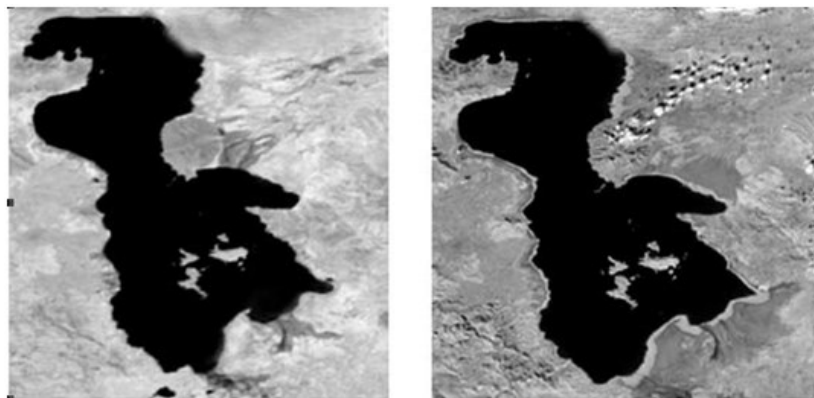
د- تصویر ETM+ سال ۲۰۰۵



ج- تصویر ETM+ سال ۲۰۰۰

شکل ۳. تصاویر ترکیب رنگی RBG لندست برای سنجنده MSS و برای سنجنده‌های TM و ETM+

برای استخراج سطوح آبی از تصاویر سنجنده MODIS تکنیک‌های ترکیب رنگی تصاویر و طبقه‌بندی غیر هدایت‌شده استناد شد (آل شیخ^۱ و همکاران، ۲۰۰۷: ۳۴). شکل (۴) تصاویری ترکیب رنگی RGB برای سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۲ سنجنده MODIS را نشان می‌دهد.



شکل ۴. تصاویر ترکیبی رنگی RGB سنجنده MODIS

در مرحله بعدی برای استخراج خطوط ساحلی از تصاویر محدوده طیف مرئی استفاده شد. استخراج محل برخورد محدوده‌های آب و خشکی حتی با یک باند منفرد نیز امکان‌پذیر است، چراکه ویژگی انعکاسی آب در باند مادون قرمز انعکاسی تقریباً صفر است و انعکاس پوشش زمین در این محدوده خیلی بیشتر از آب است. بررسی هستیوگرام آستانه انعکاس آب در باندهای مادون قرمز تصاویر TM و ETM+ نشان می‌دهند که از ۶ باند انعکاسی TM، باند ۵ مادون قرمز میانی برای استخراج خط برخورد خشکی و آب مناسب‌تر است. با تفسیر بصری تصاویر مربوط به آن مشخص شد که مغایرت و اختلاف شدیدی بین محدوده آب دریاچه و اطراف آن وجود دارد (عمرقوده و هاراش^۲، ۱۹۹۴: ۲۳). این عمل به دلیل میزان زیاد جذب انرژی مادون قرمز میانی به وسیله آب و انعکاس شدید مادون قرمز میانی به وسیله سایر پوشش‌های زمین (گیاه، نمک و مناطق غیر قابل کشت) در این محدوده است. در مرحله پس پردازش ابتدا نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده در محیط ArcGIS به مدل‌های برداری تبدیل و از این طریق مساحت سطح آب دریاچه استخراج شد. سپس با روش‌های کارتوگرافی، میزان تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه و تغییرات نوار ساحلی در سال‌های مختلف طراحی و نمایش داده شد. در نهایت با هدف ایجاد مدل شماتیکی، با انطباق تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۰ ماهواره مادیس روی یک مدل ناهمواری رقومی، آخرین وضعیت دریاچه ارومیه به همراه توپوگرافی مربوط به آن شبیه‌سازی شد.

نتایج و بحث

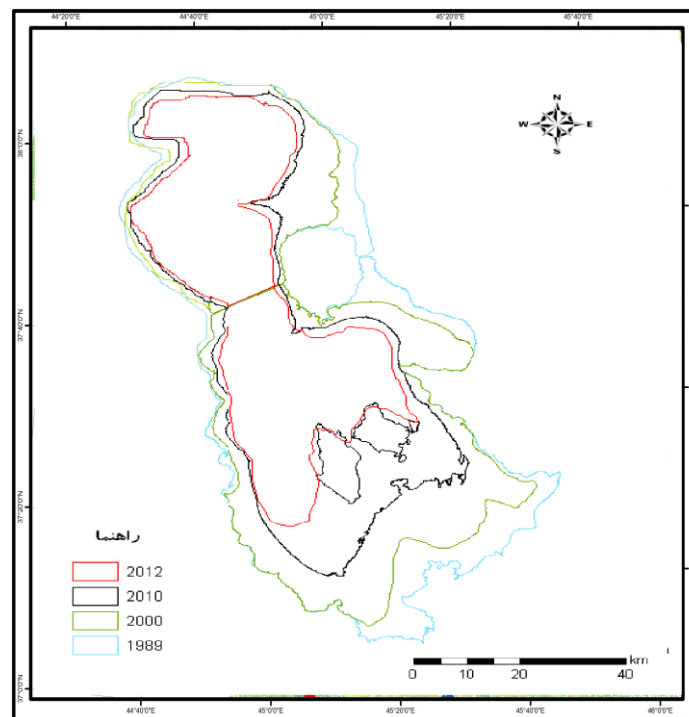
امروزه پایش ویژگی‌های سطحی زمین به‌ویژه منابع آب، یکی از مهم‌ترین کاربردهای اصیل فن‌آوری سنجنش از دور را مطرح می‌کند. در محدوده کشور ایران حوضه‌های آبی کوچک و بزرگ متعددی مشاهده می‌گردد که به ازای زمان دارای نوسانات قابل توجهی هستند. دریاچه ارومیه نیز یکی از این حوضه‌های آبی مهم است که در شمال غرب کشور ایران قرار گرفته است؛ که اساس بحث این پژوهش را به خود اختصاص داده، در سال‌های اخیر با اجرای برنامه‌های سدسازی گسترده بر روی رودخانه‌های اصلی، احداث بزرگراه شهید کلانتری، وقوع

1- Alesheikh

2- Omar Qudah & Harahshe

خشک‌سالی‌های هیدرو اقلیمی چند دهه گذشته و به دلیل تبخیر زیاد منابع آبی، وسعت دریاچه به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته در نتیجه خطوط ساحلی دست‌خوش تغییرات زیادی گشته است (رسولی، ۱۳۸۷: ۵۲). حادث شدن چنین شرایطی باعث تغییر شکل و ایجاد پدیده‌های ژئومورفولوژیکی خاصی در سواحل دریاچه ارومیه و به‌ویژه در حاشیه‌های غربی آن شده و گاهی نیز تأثیرات محیطی نامطلوبی بر روی اکوسیستم‌های موجود داشته است. بررسی‌ها و مطالعات مختلفی که در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته است حاکی از آن است که این نواحی از جمله محیط‌هایی بوده که پایداری نسبی داشته است؛ اما این پایداری در دوره زمانی مورد مطالعه از طرف عوامل طبیعی و انسانی مختلف که آثار آن با ایجاد تغییراتی در مورفولوژی محیط ظاهر شده مورد تهدید قرار گرفته است؛ بنابراین با توجه به چنین تبعاتی، در این پژوهش به بررسی تغییرات خط ساحلی در بازه زمانی مورد مطالعه با استفاده از تکنیک نسبت‌گیری باندها و شاخص (WI) استخراج و مساحت دریاچه در طی سال‌های مورد بررسی محاسبه گردیده و نتایج آن به صورت نقشه و نمودار ارائه گردیده، همچنین در این مرحله از نرم‌افزار پردازش تصویری و GIS جهت تصحیح و تحلیل تصاویر استفاده شده است و در مرحله بعد، نواحی مورد مطالعه از لحاظ مورفولوژیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و تغییرات ایجاد شده در اشکال موجود در این نواحی شناسایی شده و نتایج آن به صورت نقشه مورفولوژی منطقه مورد مطالعه ارائه گردیده است.

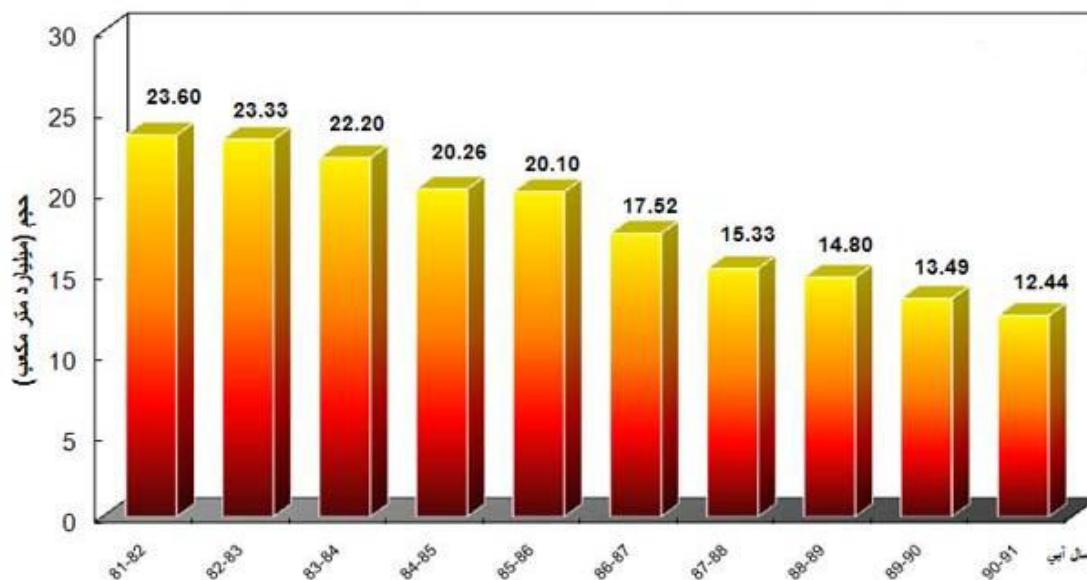
تجزیه و تحلیل انواع تصاویر چند سنجنده‌ای نشان می‌دهد که تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در مقیاس سالیانه طی سال‌های (۲۰۱۲-۱۹۸۹) قابل توجه است. با توجه به تغییرات دوره‌ای سطح آب دریاچه در شکل (۵)، می‌توان تشخیص داد که در طی ۳۰ سال گذشته نوسان‌های قابل ملاحظه‌ای در سطح آب دریاچه رخ داده است.



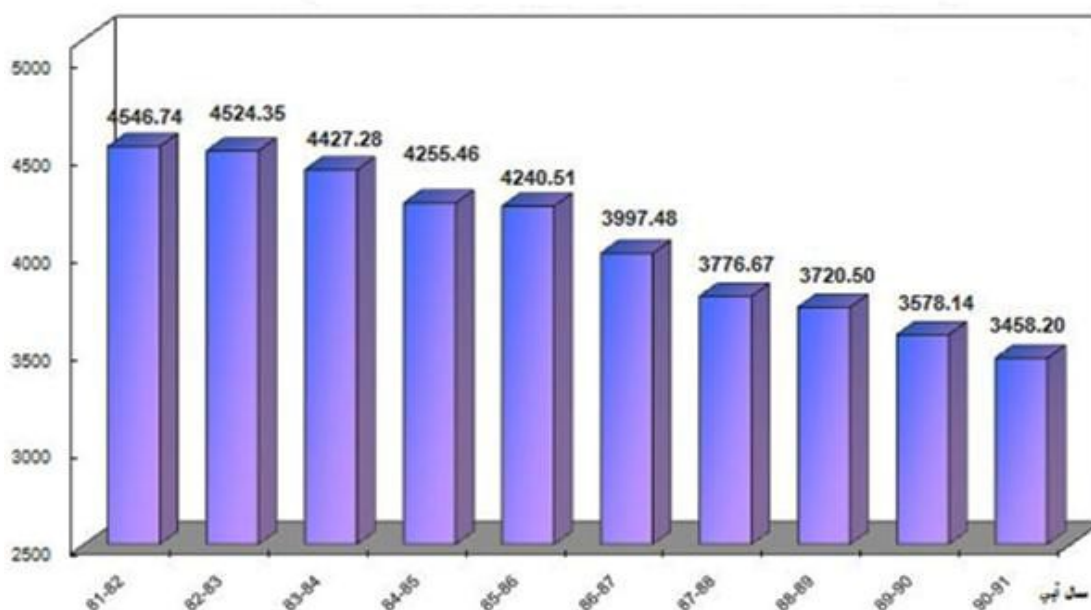
شکل ۵. نقشه تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه طی دو دهه اخیر (۲۰۱۲-۱۹۸۹)

با توجه به تصاویر ماهواره‌ای به دست آمده از منطقه و بنا به محاسبات صورت گرفته در این تحقیق بیانگر این مطلب است که تغییرات سطح آب بر روی شکل و اندازه، مساحت خطوط ساحلی و موقعیت پدیده‌های ژئومورفیک دریاچه بسیار چشم‌گیر بوده و کاهش ۶۰ درصد مساحت دریاچه طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۲ حاکی از آن است

که دریاچه در بازه زمانی حدود نیمی از مساحت خود را از دست داده است شکل ۶ و ۷ تغییرات حجم آب و وسعت دریاچه طی سال‌های اخیر را نشان می‌دهد (شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان، ۱۳۸۶: ۱۵).



شکل ۶. نمودار تغییرات حجم آب دریاچه ارومیه طی ۱۰ سال‌های اخیر

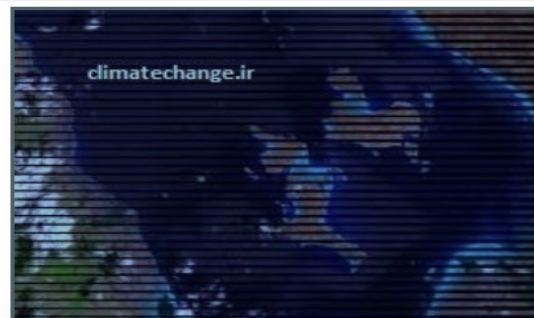


شکل ۷. نمودار تغییرات وسعت دریاچه طی ۱۰ سال‌های اخیر

البته قابل ذکر است که دریاچه طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۴ دوره کوتاه پیشروی را نیز داشته که این پیشروی باعث به زیر آب رفتن بخش اعظم زمین‌های باتلاقی و شور زار منطقه گردیده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۸۶: ۴). یکی از شاخص‌هایی که به شکل محسوس نوسان ارتفاع سطح آب دریاچه را نشان می‌دهد جزایر جنوبی دریاچه است با توجه به شکل ۸ و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای جزایر دریاچه در شکل مشخص می‌شود که مساحت جزایر دریاچه به تدریج طی سال‌های اخیر در حال افزایش است تغییرات مساحت دریاچه و جزایر آن می‌تواند ناشی از یک چرخه بازخورد مثبت باشد که دریاچه را در حالت بحرانی قرار داده است.



الف- سال ۱۳۸۷



ب- سال ۱۳۸۸



د- سال ۱۳۹۰



ج- سال ۱۳۸۹



و- سال ۱۳۹۱

شکل ۸. تغییرات وضعیت جزایر جنوبی دریاچه ارومیه طی سال‌های اخیر

نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی تغییرات نوسانات سطح اساسی آب دریاچه ارومیه است و تغییرات خطوط ساحلی طی سال‌های (۲۰۱۲-۱۹۸۹) از تصاویر سنجنده‌های مختلف استخراج شد و مشخص شد که دریاچه ارومیه، به‌ویژه در سال‌های اخیر، در معرض تغییرات قابل ملاحظه‌ای قرار گرفته است (که در مقیاس‌های درازمدت قابل مشاهده است). کاهش سطح آب دریاچه ارومیه و پس‌روی آن به‌ویژه در دوره زمانی مورد مطالعه و همچنین نتایج حاصل از بررسی تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدات میدانی در طی این پژوهش بیانگر آن است که تقریباً نیمی از دریاچه خشک شده و تبدیل به نم‌زار و باتلاق شده است. در واقع در حال حاضر از مجموع ۵ هزار و ۷۰۰ کیلومترمربع مساحت دریاچه ارومیه ۲ هزار و ۷۰۰ کیلومترمربع آن به زمین نمکی و شورزار تبدیل شده و همین امر باعث تغییرات مورفولوژیکی در بخش ساحلی و باعث ایجاد و افزایش مساحت مکان‌های ژئومورفیکی چون پلایها و شورزارها در سواحل دریاچه شده است. ارتفاع سطح آب این دریاچه در بازه زمانی مورد مطالعه بین ۳ الی ۴ متر پایین آمده است.

در نیمه غربی دریاچه نقش عوامل ژئومورفولوژی در ارائه محیط مناسب یا نامناسب کاملاً مشهود است. مورفولوژی بخش‌هایی که در آن شیب زیاد و ماهیت سنگی است مانند نوار ساحلی شمال غرب دریاچه متفاوت از بخش‌های دیگر منطقه مورد مطالعه است مورفولوژی عمده به جا مانده از پس‌روی دریاچه در بخش‌های هموار بیش‌تر زمین‌های باتلاقی و شورزارها (پلایا) بوده و در مناطق ناهموار پادگانه‌ها و تراس‌های دریاچه‌ای بر جای مانده‌اند که شاهدی از تغییرات آب‌وهوایی کواترنر نیز هستند. همچنین میزان پس‌روی آب دریاچه در برخی از نقاط مورد مطالعه تا حدی بوده که تعداد جزایر دریاچه (از قبیل جزایر اسلامی و جزایر نه‌گانه) به طور کامل از آب خارج گردیده‌اند که این مورد نیز به نوبه خود مورفولوژی خاصی را در سواحل آن ایجاد نموده است.

مهم‌ترین واحدهای ژئومورفولوژی شناسایی شده در نیمه غربی دریاچه ارومیه عبارتند از: نوار ساحلی، پلایا یا زمین شور و باتلاقی، دشت آبرفتی، مخروطه‌افکنه و تالاب‌ها، تراس دریاچه‌ای و جزایر بیرون آمده از آب و زمین‌های کویری هستند که کاهش سطح آب دریاچه و پس‌روی سریع آن را در بازه زمانی مورد مطالعه باعث تغییراتی در این واحدهای مورفولوژیکی شده است. عمده‌ترین اثر تغییرات مذکور در روی واحد ژئومورفولوژی زمین‌های شورزار و باتلاقی منعکس گردیده است.

بر اساس چرخه تغییرات اکولوژیکی دریاچه ارومیه در دوره‌های مختلف می‌توان برای آینده این حوضه و زمین‌های اطراف آن دو چرخه اصلی، مرحله تمرکز مواد تبخیری و مرحله غرقابی را طرح نمود که در مرحله غرقابی به دلیل افزایش واردات بر اثر سیلاب‌ها از شدت شوری آب دریاچه کاسته شده و ضمناً از زمین‌های شورزار اطراف دریاچه خبری نخواهد بود و یا در گستره کمتری وجود خواهد داشت. در مرحله تمرکز مواد تبخیری که در حال حاضر این مرحله تسلط دارد در صورت به صفر رسیدن ورودی جریان آب و کاهش بارش مستقیم بر سطح دریاچه، واحد مورفولوژی پلایا و پوسته‌های سطحی چندضلعی گسترش بیشتری خواهد یافت مرحله مفروض سوم برای دریاچه مرحله خشکیدگی است که در صورت حاکمیت شرایط خشکی، چرخه مذکور مستقر خواهد شد و در این صورت چاله کم‌عمق دریاچه ارومیه به مانند دشت کویر تبدیل به چاله کویری خواهد گردید. به طور متوسط در حدود ۶۰ درصد مساحت دریاچه کاهش یافته است؛ به طوری که در طول ده سال گذشته، به طور متوسط حدود ۶۰ کیلومتر از مجموع خطوط ساحلی دریاچه جابه‌جا شده است و جزیره اسلامی به عنوان بزرگترین جزیره این دریاچه به طور کامل از آب خارج شده است و مساحت خارج شده از زیر آب به صورت زمین‌های بدون کشت، خشک و نمکی در معرض باد در تصاویر و طبیعت قابل مشاهده است که تهدیدی جدی برای مزارع واقع در اطراف دریاچه محسوب می‌شود. در واقع باید اذعان کرد پتانسیل آب‌وخاک مناسب در حوضه دریاچه ارومیه شرایطی را فراهم آورده است که در جهت حفظ، بهبود و بهره‌برداری بهینه از این منابع باارزش، پروژه‌های آبی متعددی روی رودخانه‌های جاری در سطح حوضه مطالعه شده قرار گیرد. بدیهی است طراحی و اجرای این پروژه‌ها بدون در نظر گرفتن آثار زیست‌محیطی آنها، مسائل و مشکلاتی را فراهم ساخته و بر شاخص‌های کمی و کیفی آب دریاچه اثر گذاشته است. این به آن معناست که در صورت عدم مدیریت یکپارچه منابع آب در کل حوضه، شرایط زیست‌محیطی دریاچه ارومیه مورد تهدید قرار خواهد گرفت. اگرچه حساسیت کمی و کیفی دریاچه به این طرح‌ها پس از گذشت سال‌ها نمایان می‌شود، ولی عموماً فرایند برگشت آنها بسیار پیچیده بوده است و یا جبران آنها غیرممکن می‌شود.

مهم‌ترین چالش‌های موجود در منطقه مورد مطالعه شامل:

- پخش و پراکنش بلورهای نمک بر روی زمین‌های مزروعی پیرامون دریاچه و تقلیل کیفی شرایط خاک

- افزایش شدید شوری آب‌های تخت الارضی
- کاهش رژیم آبدهی رودخانه‌های ورودی به علت بروز خشک‌سالی
- از بین رفتن کاربری‌های گردشگری وافت سرمایه‌گذاری
- از بین رفتن تنوعات زیستی و تقلیل شرایط کیفی و کمی زیستگاه‌های متمرکز در دریاچه.
- مهم‌ترین اقدامات مورد نیاز برای مدیریت راهبردی منابع آب دریاچه ارومیه شامل مواردی به شرح زیر است:
- پهنه‌بندی مورفولوژی سواحل دریاچه ارومیه
- تعیین شدت آسیب‌پذیری کاربری‌های پیرامون دریاچه ارومیه
- اثر نوسانات سطح تراز آب دریاچه ارومیه بر روی منابع آب شیرین موجود در منطقه
- نقش فرایند خشک‌زایی و گرم شدن سطح کره زمین در تغییرات شکل منابع آب دریاچه ارومیه
- توسعه شبکه‌های اندازه‌گیری تغییر سطح تراز آب دریاچه و کنترل خصوصیات شیمیائی و فیزیکی منابع آب دریاچه ارومیه
- انجام عملیات پایش بر روی دریاچه ارومیه به منظور شناسایی صفات رسوبی بستر و کیفیت آب.

منابع

- تراپی، احمد؛ ضرابیان، محمدرضا؛ رومیانفر، سمیرا (۱۳۶۷) بررسی بیلان و نوسان سطح آب دریاچه ارومیه سال آبی (۸۶-۸۵)، سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی.
- خورشید دوست، علی محمد (۱۳۶۸) مقدمه‌ای بر پالئوژئومورفولوژی دریاچه ارومیه، تحقیقات جغرافیایی، ۴ (۱۴)، صص. ۱۵۹-۱۴۹.
- درویشی خاتونی، جواد (۱۳۸۹) سهم زیست‌محیطی دریاچه ارومیه از آب رودخانه‌ها و تأمین آب مورد نیاز جهت حفظ تراز بهینه، چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین، صص. ۱۶-۸.
- دریاباری، سید جمال‌الدین (۱۳۸۸) مدیریت سواحل دریایی مازندران با تأکید بر نوسانات آب دریا، جغرافیای انسانی، ۲ (۱)، صص. ۵۶-۴۹.
- رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۷) مبانی سنجش از دور و کاربردی با تأکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز.
- زمانی اکبری، اصغر؛ ملکی، سعید (۱۳۸۹) ارزیابی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه طی دوره زمانی (۲۰۰۵-۱۹۸۹) با استفاده از داده‌های RS و GIS، همایش ژئوماتیک، صص. ۹۱-۷۷.
- سازمان حفاظت محیط‌زیست (۱۳۸۶) برنامه مدیریت جامع دریاچه ارومیه استراتژی حفاظت و بهره‌برداری پایدار از دریاچه ارومیه (سومین پیش‌نویس مشورتی).
- شهرابی، مصطفی (۱۳۷۳) زمین‌شناسی ایران (دریاها و دریاچه‌های ایران)، طرح کتاب سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ اول انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- علوی‌پناه، کاظم؛ خدایی، کمال؛ بیگلری، منصور (۱۳۸۴) مطالعه کارایی داده‌های ماهواره‌ای بررسی کیفیت آب در دو سوی میان‌گذر دریاچه ارومیه، پژوهش‌های جغرافیایی، ۵۳، صص. ۶۹-۵۷.
- قنبری، عبدالله (۱۳۷۱) دریاچه ارومیه و تغییرات آن از پلیوسن تا عهد حاضر، مجموعه مقالات سمینار بررسی علل شوری آب‌های تحت‌الارضی و راه‌های جلوگیری آن در شرق دریاچه ارومیه، چاپ اول، انتشارات فروغ آزادی.

مرادی هوسین، عیسی؛ بهاری، نصرت (۱۳۸۹) بررسی تأثیرات مخاطرات زیست‌محیطی دریاچه ارومیه بر روی اکوسیستم ناحیه، دومین همایش ملی بحران زیست‌محیطی پارک ملی دریاچه ارومیه، دانشگاه پیام نور.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان غربی (۱۳۸۶) مروری بر تغییرات هیدرولوژیک دریاچه ارومیه و پیامدهای زیست‌محیطی آن و راهکارهای مقابله با آنها، انتشارات سازمان آب منطقه چاپ سوم طرح احیای دریاچه ارومیه.

نوحه‌گر، احمد؛ حسین‌زاده، محمدمهدی؛ حیدرزاده، مریم (۱۳۸۹) تأثیر عناصر اقلیمی محلی بر نوسانات کوتاه‌مدت تراز دریا (مطالعه موردی: سواحل شمالی تنگه هرمز - بندرعباس)، پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۱ (۱ و ۲)، صص. ۱۳-۱.

وظیفه‌امندی، مجید (۱۳۹۰) مطالعه جامعه‌شناسی میزان ارتباط و پیوستگی مردم با طبیعت دریاچه ارومیه و عوامل مرتبط با آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم محیطی و معماری، استاد راهنما: محمد عباس‌زاده، دانشگاه تبریز.

هوشیار، حسن (۱۳۸۹) تأملی بر دریاچه ارومیه و بحران حاکم بر آن، دومین همایش ملی بحران زیست‌محیطی پارک ملی دریاچه ارومیه، دانشگاه پیام نور نقده.

Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A., Nouri, N. (2007) Coastline change detection using remote sensing, **Environmental Science and Technology**, 4 (1), pp. 61-66.

Omar Qudah, E., Hussein, H. (1994) **Recession of Dead Sea through the Satellite Imae Royal Jordanian Geographic Center Amman – Jordan.**

Singh, K., Deshpande, N. V., Sakalley, B., Rajak S. N., Kelsy, J. (1991) **Satellite Remote Sensing For Surface Water Assessment and Management of Bhopal Lake – An Integrated Approach**, Remote Sensing Applications, Centre M.P. Council of Science & Technology Bhopal, India.