دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال سیزدهم، شماره‌ی ۴۱
بهار ۱۳۹۲، صفحات ۹۱ -۷۷

دکتراکبراصغری زمانی[۱]

ارزیابی تغییرات سطح دریاچه ارومیه به عنوان چالش عمیق زیست محیطی فرا روی منطقه شمال غرب ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۰۸/۱۵

چکیده:

دریاچه ارومیه (چیچست[۲])در شمال غرب ایران به عنوان یکی از زیستگاه‌های اصلی آرتمیا در جهان شناخته می‌شود. طی دهه گذشته بر اثر یک دوره خشکسالی و طرح‌های احداث سد که همزمان به وقوع پیوسته‌اند، زمینه تبخیر بیش از پیش آب دریاچه فراهم گردیده و تفاوت‌های قابل توجهی در سطوح آب دریاچه به وجود آمده است. این روند زمینه بروز بحران‌های زیست محیطی چشمگیر در منطقه شمال غرب کشور را فراهم نموده است. در پژوهش حاضر نظر به نقش و اهمیت دریاچه ارومیه در توازن و تعادل بخشی زیست محیطی / اکولوژیکی شمال غرب کشور تلاش گردیده است تا با استفاده از اطلاعات اسنادی و داده های سنجش از دور (تصاویر ETM+ لندست ۷، TM لندست ۵، و TM بندست ٤ و Aster) و نیز بهره گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی فرایند تغییرات به وقوع پیوسته در سطح دریاچه ارومیه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با کاهش روند نزولات آسمانی، تبخیر بیش از پیش آب دریاچه و نیز اثرات منفی ناشی از

۱ – عضو هیأت علمی گروه جغرافیای دانشگاه زنجان E- mail:azamani621@gmail.co

۲ – نام باستانی دریاچه ارومیه و ریشه در زبان اوستایی و پارسی باستان دارد

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

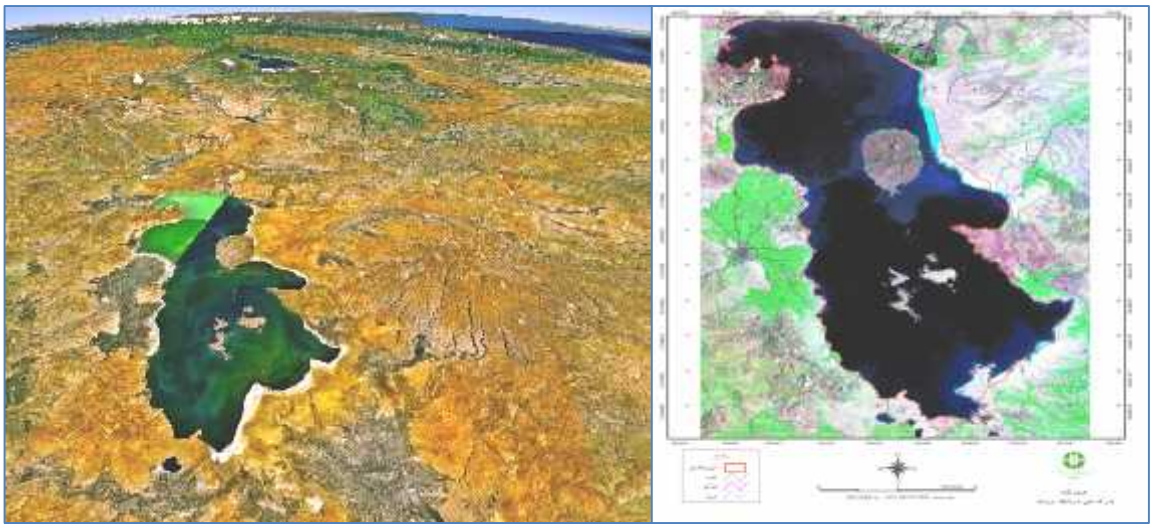
پدیده های انسان ساختی از قبیل ایجاد سدها، بهره گیری بی‌مهابا از منابع آبی سطحی و زیرسطحی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه، زمینه کامل برای بروز یک بحران وسیع زیست محیطی/ اکولوژیکی فراهم گردیده است، به عبارتی منطقه در آستانه یک بحران طبیعی بسیار نگران کننده قرار دارد.

کلید واژه ها: دریاچه ارومیه، تصاویر Landsat و Aster، تغییرات سطح آب و خط ساحل، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

دریاچه ارومیه (چیچست) در شمال غرب ایران به عنوان یکی از زیستگاه‌های اصلی آرتمیا در جهان شناخته می‌شود. طی دهه گذشته بر اثر یک دوره خشکسالی و طرح‌های احداث سد که همزمان به وقوع پیوسته‌اند، زمینه تبخیر بیش از پیش آب دریاچه فراهم گردیده و تفاوت‌های قابل توجهی در سطح آب دریاچه به وجود آمده است. از دیدگاه حفاظت از طبیعت، دریاچه ارومیه نخست در دهه ۱۳٤۰ خورشیدی، زمانی که هنوز سازمان شکاربانی و نظارت بر صید، یعنی سلف سازمان حفاظت محیط زیست کنونی وجود داشت، مورد توجه قرار گرفت. برآوردهای مربوط به همان زمان بیانگر این نکته است که در فصل جفت گیری بیش از ۵۰۰۰۰ فلامینگو و ۲۸۰۰ قطعه پلیکان سفید به جزایر دریاچه مهاجرت می‌نموده‌اند، (اسکندر، بی تا، ۱۹). در دهه ۱۹٦۰ نیز این واقعیت شناخته شده بود که، حفاظت از اکوسیستم‌های آبی به ویژه تالاب‌های حساس را با ید از خشکی آغاز کرد. شرایط ایده آل عبارتست از مدیریت بر کل حوضه آبی، لیکن هرگاه این شرایط مهیا نباشد، حداقل می‌بایست برای اکوسیستم آبی حریم حفاظتی مناسبی را در نظر گرفت. وانگهی در فاصله سال‌های ۱۳٤۵ تا ۱۳٤۹ ارتفاع سطح آب دریاچه ارومیه یک حداقل ٤۷/ ۱۲۷۳ متر و یک حداکثر ۱۲۷۷/۱۳ متر (۳/٦٦ متر تفاوت) را پشت سر نهاده بود، (وزارت نیرو، ۱۳٦۷: ۱۱). در نتیجه اطلاعات مقدماتی درباره نوسانات سطح آب دریاچه وجود داشت و قاعدتاً می‌بایستی اصلاحاتی در مرزهای پارک ملی صورت پذیرد. گفتنی است که این اصلاحات تا به امروز معوق مانده و وسعت قانونی پار ک ملی دریاچه ارومیه همچنان همان رقم ٤٦۳٦ کیلومتر مربع (٤٦۳٦۰۰ هکتار) می‌باشد، (دفترحقوقی و امور مجلس، ۱۳۷۹: ٤۸۷)، شکل شماره (۱).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل شماره (۱) : محدوده پارک ملی دریاچه ارومیه (راست) و نمای سه بعدی از حوضه پیرامونی آن (چپ)

(مأخذ: اداره کل حفاظت محیط زیست آذربایجان شرقی)

ضرورت تحقیق

طی دو دهه اخیر و تحت تأثیر تحولات کلیماتولوژیک کلان در شمال غرب ایران، کاهش میزان نزولات آسمانی، تبخیر و تعرق فراوان ناشی از افزایش متوسط درجه حرارت در شمال غرب کشور به همراه دخالت عوامل انسان ساختی از قبیل سدسازی‌ها و جلوگیری موثر از برقراری توازن و تعادل طبیعی در بیلان آب دریاچه ارومیه سبب بروز زمینه یک مخاطره زیست محیطی جبران ناپذیر در شمال غرب ایران شده است. مخاطرات زیست محیطی متعدد و حاد، در کنار نگرانی‌ها و توجهات اخیر نظام مدیریت کلان کشور به امر ممانعت از نابودی دریاچه ارومیه به عنوان یک میراث طبیعی ملی و بین‌المللی نادر در شمال غرب ایران و نیز متأثر شدن مستقیم و غیرمستقیم جامعه انسانی بالغ بر سیزده میلیون انسان در منطقه شمال غرب و غرب کشور به دلیل اضمحلال دریاچه و نیز توجه جامعه جهانی بدان به عنوان یک میراث زیست محیطی جهانی از جمله‌ی ضرورت‌های اساسی در پرداختن به چنین موضوع و تحقیقی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق شامل تصاویر ماهواره ای +ETM لندست ۷، TM لندست ۵، و TM لندست ٤ و همچنین تصاویر Aster مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۸، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ و داده های سازمان هواشناسی ایران می‌باشد. جدول (۱) نمایانگر وضعیت قدرت تفکیک طیفی و قدرت تفکیک مکانی تصاویر ماهواره ای مورد استفاده است. به منظور استفاده از تصاویر ماهواره ای جهت شناسایی وضعیت تغییرات سطح دریاچه ارومیه ضروری بود تا تصاویر مورد استفاده از نظر هندسی و رادیو متریک شرایط کاملاً برابری داشته باشند، بدین منظور در راستای تصحیح هندسی[۳] تصاویر ماهواره ای از منابع داده های زمین[٤] مرجع استفاده شده است. تصحیح‌های هندسی و

3 - Geometric Correction
4 -Georefrence

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

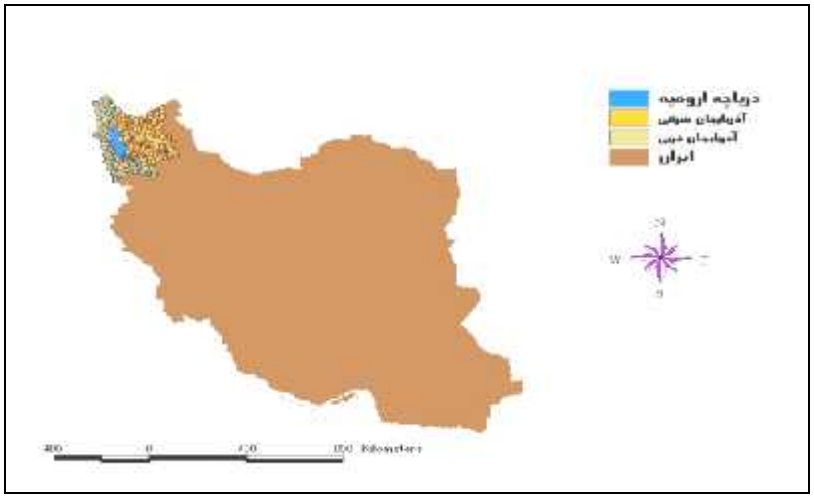
رادیومتریک تصاویر ماهواره ای و استخراج داده‌ها در نرم افزارهای Envi و ArcGIS صورت پذیرفته است. تحلیل‌های آماری نیز در محیط‌های نرم افزاری SPSS و Excel انجام گردیده است.

ناحیه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش دریاچه ارومیه است. این دریاچه در مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه تا ۳۸/۵ درجه عرض شمالی و ٤٥ تا ٤٦ درجه طول شرقی واقع شده است، شکل (۲). سطح آن نسبت به سطح آب دریاهای آزاد، ۱۳۰۰ متر بالاتر قرار دارد. دریاچه ارومیه بیستمین دریاچه بزرگ دنیا و دومین دریاچه شور آن بعد از بحرالمیت محسوب می‌گردد. این دریاچه به طور متوسط مساحتی در حدود ۵۱۰۰ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. حداکثر عمق دریاچه ١٦ متر و عمق متوسط آن ۵ متر می‌باشد. میانگین طول آن به طور تقریب ١٤٠ کیلومتر و پهنای آن بین ١٦ الی ٦٣ کیلومتر متغیر است و حجم تقریبی آن ۳۱ میلیارد متر مکعب برآورد می‌گردد. حوضه آبریز دریاچه مساحتی در حدود ٥١٨٧٤ کیلومترمربع می‌باشد. آب دریاچه عمدتاً از رودخانه های زرینه رود، سیمینه رود، گدار، باراندوز، شهرچای، نازلوچای و زولا تغذیه می‌گردد. شوری آب دریاچه بسته به سال‌های مختلف ٤ الی ٨ برابر شوری آب‌های آزاد می‌باشد، (جلالی، بی تا: ۱). این دریاچه توسط سازمان یونسکو[5] به عنوان یک میراث زیست محیطی حفاظت شده به ثبت جهانی رسیده است، (Birkett, 1995:307). عوارض و اشکال جغرافیایی در بالاخص شرق دریاچه ارومیه دو بخش را داراست که از یکدیگر کاملاً متفاوت می‌باشند. این بخش‌ها شامل یک ناحیه مسطح الویال است که از طریق چندین رودخانه دائمی و شبکه ای از رودخانه های فصلی آبیاری می‌شوند. در مقابل بخش دیگر شامل نواحی مرتفعی است که در امتداد شمال شرق، مرکز و جنوب شرق ناحیه گسترش پیدا کرده‌اند (Niknami and others, 2008:170). همچنین این دریاچه به عنوان یکی از تالاب‌های بین‌المللی (ثبت شده در کنوانسیون رامسر) به ثبت رسیده است و ۳/۱۵ درصد از کل مساحت کشور را در برمی گیرد، و به مانند چهارده پارک ملی دیگر ایران مشمول محدودیت‌های ویژه است، (علیشیری، ۱۳۸۵: ۱). دریاچه ارومیه دارای ۱۰۲ جزیره بزرگ و کوچک می‌باشد که عمده‌ترین آن‌ها عبارتند از: جزیره کبودان (قویون داغی) با ۳۱۲۵ هکتار مساحت، جزیره اشک با ۱۲۵۰ هکتار مساحت، جزیره اسپیر با ۱۲۵۰ هکتار مساحت، جزیره آرزو با ۸۰۰ هکتار مساحت، جزایر نه‌گانه (محل تخم‌گذاری پرندگان). میانگین نمک محلول در آب دریاچه بین ۲۲۰ الی ۳۰۰ میلی گرم در هر لیتر بوده و بر اساس شرایط زمانی و مکانی متفاوت می‌باشد. برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهد که شوری آب دریاچه از سال ۲۰۰۱ به بعد به بیش از ۳۰۰ میلی گرم در هر لیترنیز رسیده است، (Esmaeili and others, 2010:368). به رغم شوری زیاد، جلبک‌های سبزی از قبیل اوندِلا[6] و سخت پوستانی از قبیل آرتمیا سالینا[7] و باکتری‌ها از موجودات زنده دریاچه هستند. این سامانه زیستی در دوام حیات دریاچه نقش موثری را دارد و از نابودی آن جلوگیری می‌کنند.

5 -United Nation Education, Scientific and Cultural Organization
6 -Oundella
7 -Artemia salina

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل شماره (۲) : موقعیت دریاچه ارومیه در شمال غرب ایران

در خصوص ساختار باتیمتریک دریاچه اطلاعات زیادی در دسترس نیست و به عبارت دیگر، دریاچه اساساً از دیدگاه باتیمتریک یا عمق شناسی تاکنون مورد بررسی واقع نشده است. اطلاعات موجود عمق دریاچه را در حدود ٦ متر در نواحی شمالی و ۱۲ تا ۱۵ متر در نواحی جنوبی ذکر می‌کند. همچنین برآورد شده است که، عمق دریاچه در نزدیکی شرق صخره کاظم داشی واقع در شمال غربی دریاچه به ۲۰ متر هم برسد. با همه این اوصاف، برای شناخت اکوسیستم یک دریاچه اطلاعات باتیمتریک در شمار اطلاعات پایه به حساب می‌آید که در مورد دریاچه ارومیه این اطلاعات هنوز وجود ندارد. با توجه به موارد فوق بایستی به این نکته توجه داشت که در پیش نویس سوم برنامه مدیریت جامع دریاچه ارومیه در تبیین چشم انداز ۲۵ ساله دریاچه چنین بیان گردیده است، دریاچه ارومیه دریاچه ای است با آب کافی برای پایدار سازی چشم انداز زیبا و تنوع زیستی غنی که مردم و جوامع محلی از ظرفیت‌های آن خردمندانه بهره‌برداری می‌کنند و آگاهانه در حفاظت پایدار آن کوشا هستند و دریاچه بستری برای تقویت تعامل و گسترش همکاری‌های سازنده میان نهادها در استان‌های ذیربط است، (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸٦: ٤).

بیلان آبی دریاچه ارومیه

آب دریاچه ارومیه عمدتاً از طریق رودخانه های ورودی به دریاچه و سپس بارندگی تأمین می‌شود. در خصوص تغذیه دریاچه یک نظریه دیگر نیز وجود دارد که نیازمند تحقیقات بیشتر است. بنابراین نظریه از کف دریاچه چشمه‌هایی می‌جوشد که به آب آن اضافه می‌شود و یکی از عوامل حرکات و جریان‌های دورانی آب دریاچه وجود همین چشمه‌هایی است که در زیر آب می‌جوشد و این حرکات و جریان‌های دورانی آب در مواقع آرامش دریاچه، در پاره ای از قسمت‌های بندر گلمانخانه به خوبی دیده می‌شود (خاماچی، ۱۳۷٦: ۱۳). علی رغم اینکه نظریه مذکور به کرات تکرار شده است، ولی تاکنون هیچ حرکتی در جهت اثبات یا رد آن صورت نگرفته است. در شرایط طبیعی تعداد ۱۵ رشته رودخانه با رژیم دائمی، ۷ رشته با رژیم فصلی و ۳۹ مسیل در نهایت به دریاچه ارومیه منتهی می‌گردند. با این وصف، با توجه به تغییراتی که طی سال‌های اخیر در حوضه دریاچه ارومیه به وقوع پیوسته است،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

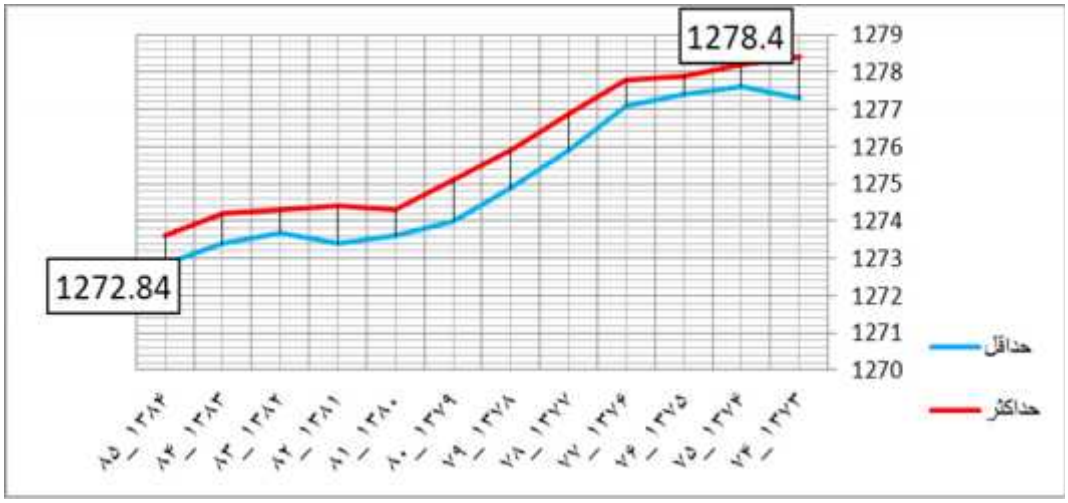
این شرایط طبیعی را دیگر نمی‌توان صادق دانست. حوضه دریاچه ارومیه را می‌توان به سه منطقه اصلی طبقه بندی نمود و سپس رودخانه های هر یک از مناطق سه‌گانه را مورد شناسایی قرار داد:

الف – حوضه شرقی و رودخانه های اصلی آن : مهم‌ترین رودخانه های این بخش عبارتند از آجی چای، بیوک چای، قلعه چای، صوفی چای، مردق چای و لیلان چای.

ب – حوضه جنوبی و رودخانه های اصلی آن : زرینه رود، سیمینه رود، مهاباد چای و گادار چای تشکیل دهنده مهم‌ترین رودخانه های این بخش می‌باشند.

پ – حوضه غربی و رودخانه های اصلی آن : باراندوز چای، شهرچای، روضه چای و نازلو چای نیز تشکیل دهنده رودخانه های مهم حوضه غربی می‌باشند (وزارت نیرو، ۱۳٦۷: ۱۲).

در مورد میزان آب‌دهی رودخانه های مذکور اطلاعات لازم در اختیار نگارنده قرار ندارد. در این خصوص تنها می‌توان به ذکر این نکته پرداخت که، بیشترین دبی متعلق به سیمینه رود است. بعد از آن به ترتیب آجی چای و زرینه رود قرار می‌گیرند. این سه رودخانه در مجموع ٦۰% تمامی آبی را که توسط رودخانه‌ها و مسیل‌ها به دریاچه می‌ریزد، تشکیل می‌دهند.



نمودار شماره (۱) : تغییرات سطح تراز آب دریاچه ارومیه طی سال ۱۳۷٤ الی ۱۳۸٤ (میلیون مترمکعب)

مأخذ: سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۸۷)

تراز آب دریاچه ارومیه

بررسی‌ها نشان می‌دهند که تراز دریاچه ارومیه در طی دوره ۱۳۷٤ الی ۱۳۸۵ از یک روند روبه کاهش پیروی نموده است، (هاشمی، ۱۳۸۷: ۱۵) نمودار (۱). مطالعات نظری دوست (۱۳۸۵) تراز آب اکولوژیکی را برای دریاچه ۱/۲۷٤ متر پیشنهاد نموده است. در شرایط کنونی تراز آب ۱/۵ متر پایین‌تر از رقم مذکور است که به معنی کمبود آب به میزان ۹ میلیون مترمکعب می‌باشد، (نظری دوست، ۱۳۸۵: ۱۲). این آمار جدی بودن مشکل تعادل آب دریاچه ارومیه را نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که نوسانات دریای خزر به صورت دوره ای دارای تأثیر مستقیمی بر دریاچه های کوچک بوده است. ایستگاه‌های مشاهده، نوساناتی را در دریاچه های ارومیه، وان و سوان تا حد ۵۰-

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۲۰ سانتی متر خصوصاً در خلال سال‌های ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۷ نشان داده‌اند که ناشی از سیستم‌های گسل و زهکشی زیرزمینی پس از بالا آمدن سطح دریای خزر بوده است (اسپهبد و همکاران، ۱۳۸٤: ۹-۲).



شک **شکل شماره ۳ : نمایی از عقب نشست تامل بر انگیز خط ساحلی دریاچه ارومیه در منطقه شرق و جنوب غربی آن**

ل (۳) نمایی از عقب مأخذ: برداشت میدانی نگارنده (منطقه عمومی بندر گردشگری رحمانلو)

سنجش تغییرات دوره ای دریاچه ارومیه بر اساس تصاویر ماهواره ای

در این بخش از پژوهش با هدف ارزیابی عمق بحران در تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه، با استفاده از تصاویر +ETM لندست ۷، TM لندست ۵، و TM لندست ٤ و همچنین تصاویر Aster و پردازش آن‌ها تلاش گردیده بیش از پیش وخامت شرایط منطقه و بحران زیست محیطی دریاچه ارومیه نشان داده شود. جدول (۲۱) خصوصیات فضایی و طیفی حسگرهای مورد اشاره را نشان می‌دهد. برای این بخش از پژوهش سه نرم افزار ENVI 4، ER Mapper 7 و Idrisi Ands مورد استفاده قرار گرفته است.

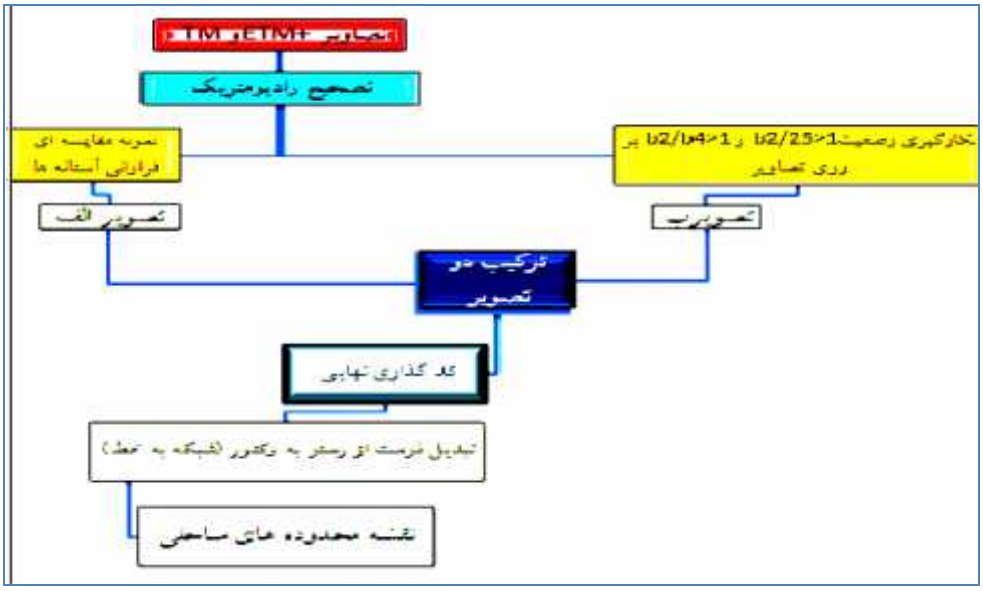
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول شماره ۱- خصوصیات قدرت تفکیکی و طیفی تصاویر ماهواره های لندست ۷ +ETM و لندست TM۵

تفکیک زمین ETM+TM (متر)	دامنه طیف(میکرون) ETM+TM	شماره باند
۳۰	۰/۴۵ تا ۰/۵۲ – ۰/۵۱۵ تا ۰/۴۵	۱
۳۰	۰/۵۲ تا ۰/۶۰ – ۰/۶۰ تا ۰/۵۲۵	۲
۳۰	۰/۶۳ تا ۰/۶۹ – ۰/۶۹ تا ۰/۶۳	۳
۳۰	۰/۷۶ تا ۰/۹۰ – ۹۰ تا ۰/۷۵	٤
۳۰	۱/۵۵ تا ۱/۷۵ – ۱/۷۵ تا ۱/۵۵	۵
۶۰/۱۲۰	۱۰/۵ تا ۱۲/٤ – ۱۲/۵ تا ۱۰/٤	٦(L/H)
۳۰	۲/۰۸ تا ۲/۳۵ – ۲/۳۵ تا ۲/۰۹	۷

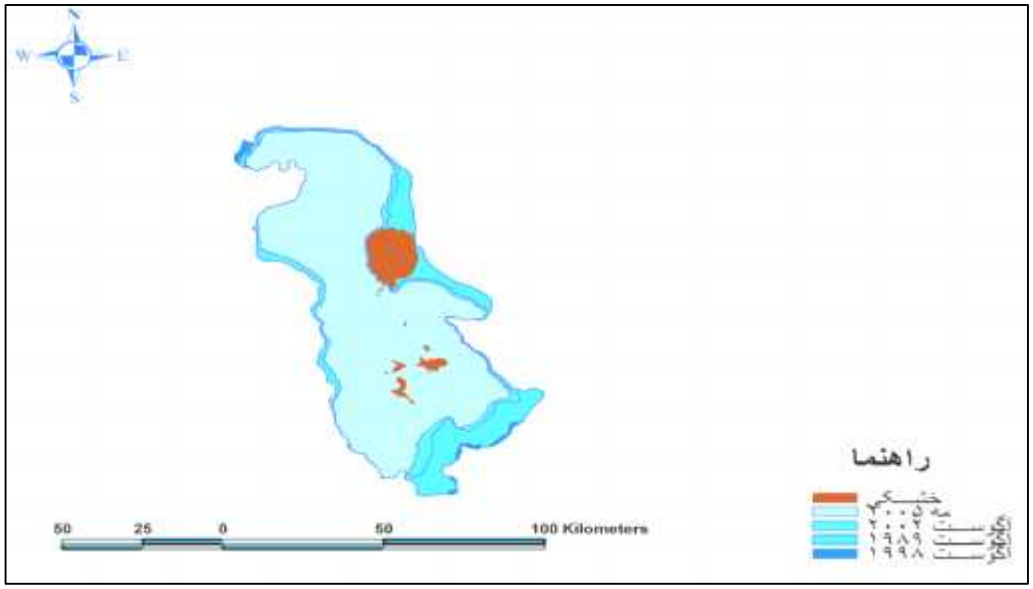
روش‌های متفاوتی برای استخراج خطوط ساحلی و ترسیم تفاوت‌های موجود در سطح آب دریاها و دریاچه‌ها برای دوره های مختلف از تصاویر ماهواره ای ارایه شده و توسعه یافته است. نوار ساحلی می‌تواند از طریق تصاویر تک طیفی استخراج شود، بر این اساس ضریب بازتاب آب نزدیک به صفر و برابر آن در طیف‌های بازتابی فرا سرخ خواهد بود، بر همین اساس ضریب بازتاب اکثریت مطلق پوشش زمین، بیش از سطوح آبی خواهد بود، (مشاورین سامان گستر طرح، ۱۳۸۸: ۱٦). برای نمونه این موضوع می‌تواند از طریق نمودار مقایسه ای فراوانی آستانه‌ها در یکی از طیف‌های مادون قرمز تصاویر +ETM یا TMبه دست آید. آزمون‌ها نشان می‌دهد که از ٦ باند انعکاسی TM، طیف مادون قرمز میانی (باند ۵) برای استخراج محل تلاقی آب به خشکی بهترین باند می‌باشد (Kelley;1998:305-315). باند ۵ تباین شدیدی را مابین خشکی و آب به واسطه جذب میزان بالایی از انرژی مادون قرمز میانی توسط آب، حتی آب‌های گل آلود، و بازتاب قوی مادون قرمز میانی توسط اشکال طبیعی و گیاهانی که در همین محدوده هستند، نشان می‌دهد. از سه باند مادون قرمز TM باند ۵ بهترین تعامل طیفی بدون تناقض را ما بین سطوح آبی و خشکی را بالاخص محیط‌های لجن زار را با قطعیت کمتری مواجه می‌سازد، (Ghorbanali; 2004:82). نمودار مقایسه ای فراوانی‌های باند ۵ تصاویر TM معمولاً انحنای تیز مضاعفی را به خاطر انعکاس اندک آب و انعکاس بالای گیاهان نشان می‌دهد، (Chen;2003:628). ناحیه متراکم بین آب و زمین در نوک انحناء قرار می‌گیرد. ناحیه متراکم برآیند و اثر پیکسل‌های ترکیبی و رژیم‌های مرطوب بین آب و خشکی است. اگر مقدار انعکاس به دو قسمت منقسم گردد، می‌تواند آب (مقادیر حداقل) و اراضی خشکی (مقادیر حداکثر) را نمایش دهد. نمودار (۲) مراحل پردازش تصاویر ماهواره ای مورد اشاره را نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



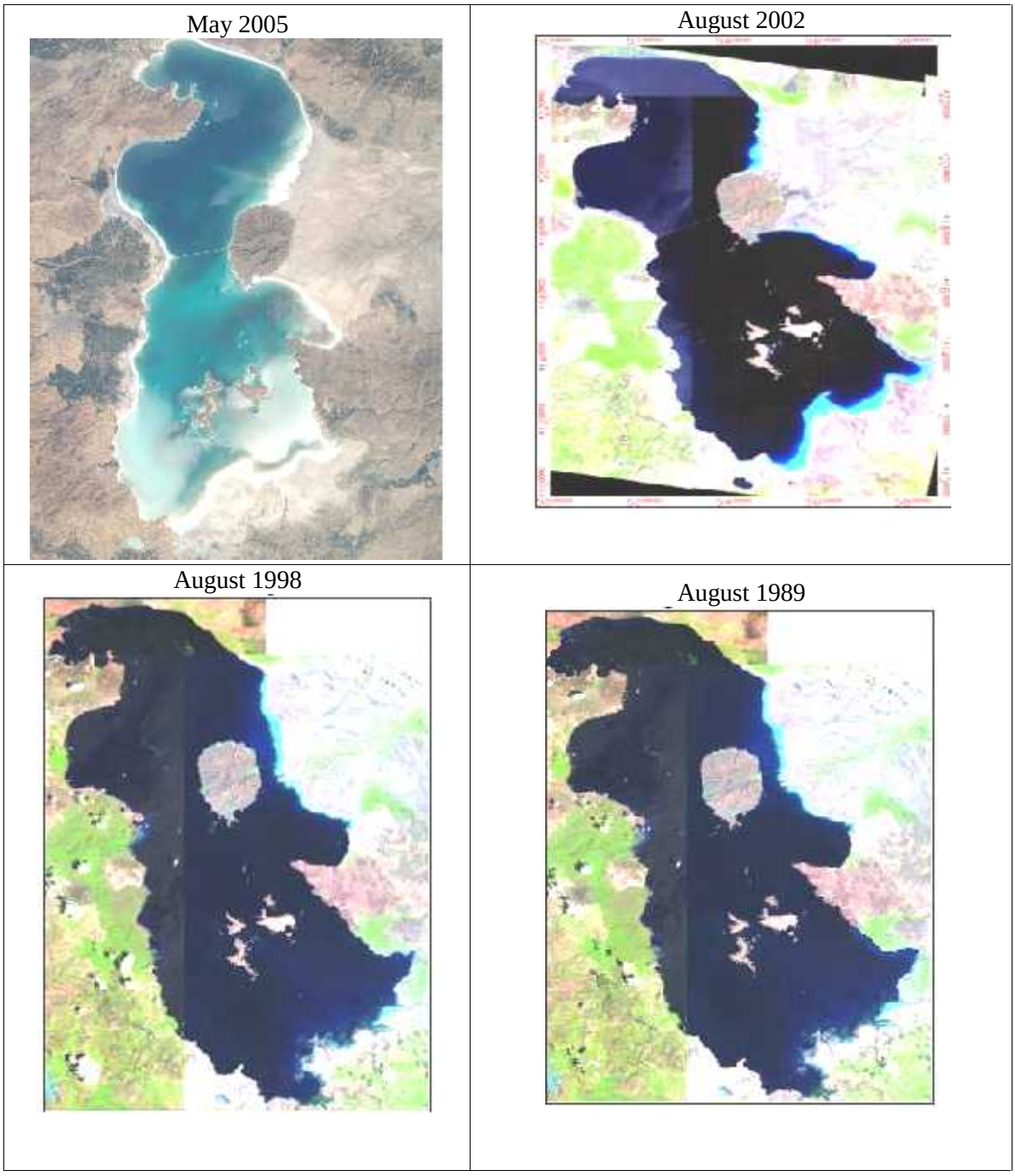
نمودار شماره ۲: مراحل استخراج خطوط ساحل از تصاویر دوره های زمانی مختلف دریاچه ارومیه

با توجه به نمودار فوق و بر مبنای استفاده از تصاویر ماهواره ای TM شکل (٤)، باند ۵ که مربوط به باند مادون قرمز بوده و برای استخراج محل تلاقی آب به خشکی بهترین مزیت را داراست استخراج و سپس تفریق باندی بر روی هر یک از تصاویر دوره ای جهت تعیین مرزهای آب دریاچه در دوره های مختلف انجام پذیرفت در خصوص تصاویر Aster نیز از عملیات همسان سازی بهره گرفته شد تا در نهایت از طریق ترکیب تصاویر به صورت دودویی و اعمال فرایند همپوشانی، محدوده خطوط ساحلی مشخص گردید تا میزان تغییرات آن‌ها معین شود، نتیجه این فرایند پردازشی استخراج خطوط ساحلی برای دوره های یاد شده است، شکل (۵).



شکل شماره ٤ : تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه بر اساس تصاویر ماهواره ای +ETM، TM و Aster

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



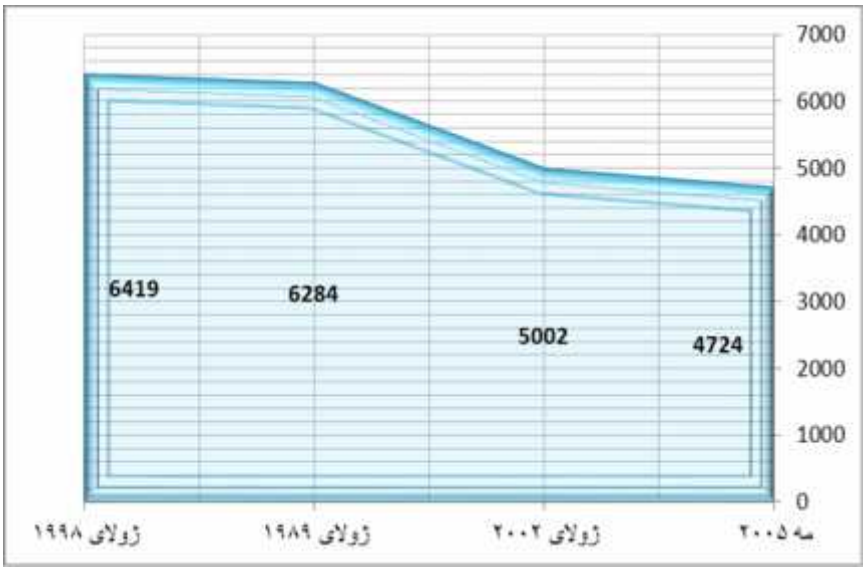
شکل شماره ۵ : تصاویر +ETM، TM و Aster از دریاچه ارومیه

همچنین نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری در محیط نرم افزاری SPSS نشان از همبستگی آماری درخور توجه ما بین متوسط حداکثر حرارت‌های سالانه در ایستگاه‌های سینوپتیک ارومیه و تبریز و کلیماتولوژی مراغه را که نشان دهنده اقلیم عمومی حاکم بر منطقه شمال غرب ایران و دریاچه ارومیه است، نشان می‌دهد، جدول (۲) ونمودار (۳ و ٤).

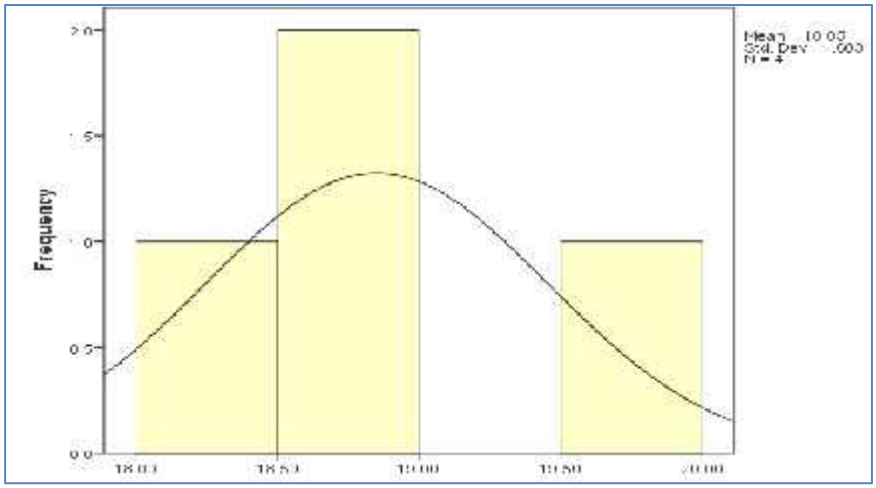
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول شماره ۲- ضریب همبستگی مابین کاهش سطح دریاچه ارومیه و متوسط حداکثر حرارت برای چهار دوره زمانی مورد مطالعه

	مساحت دریاچه ارومیه	متوسط دمای بیشینه
میزان همبستگی	۱	۰/۸٦
مساحت دریاچه ارومیه		۰/۹۱٤
تعداد رخداد	٤	٤
میزان همبستگی	۰/۸٦	۱
متوسط دمای بیشینه در شمالغرب	۰/۹۱٤	٤
تعداد رخداد	٤	



نمودار ۳ : میزان نرمال بودن مابین کاهش سطح دریاچه ارومیه و متوسط حداکثر حرارت برای چهار دوره زمانی مورد مطالعه



نمودار ٤ : تغییرات مساحت دریاچه ارومیه طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۸۹ (کیلومترمربع)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

داده های فوق نشان می‌دهد که بین میزان شدت حرارت و میزان تبخیر دریاچه ارومیه و افزایش میزان تغییرات سطحی دریاچه رابطه مستقیم معنی داری وجود دارد. در کنار این موضوع استحصال بیش از پیش منابع سطحی و زیرسطحی و ساخت تعداد قابل توجهی سد بر روی سر شاخه رودهای اصلی وارده به دریاچه ارومیه مزید بر علت می‌باشد و تأثیرات آن‌ها نه تنها کمتر از بحث حرارت نیست که از نظر بسیاری از محققین نقش اساسی‌تر نیز دارند.

تبخیر از دریاچه

پدیده تبخیر تنها عامل تخلیه آب دریاچه و بنابراین مهم‌ترین پارامتر در تعادل آب دریاچه است که در عین حال شاید مشکل‌ترین پارامتر از لحاظ اندازه گیری نیز باشد. این امر در کنار کاهش نزولات جوی عمده عوامل بحران در سطح دریاچه ارومیه از منظر پارامترهای طبیعی محسوب می‌گردند، نمودار (۵) میزان بارش در منطقه را نشان می‌دهند. جدول (۳) نیز مقادیر تبخیر از سطح دریاچه بر پایه مطالعات مختلف را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳- برآورد میزان تبخیر در دریاچه ارومیه

	مشاور یکم	موسسه تحقیقات آب
تبخیر، میلی‌متر	۱۱۷۲- ۸۹٤	۱۱۸۰
تبخیر کلی، میلیون مترمکعب	-	۵/۸۷۳
سال‌های آبی	۱۳۷۱-۱۳٤۵	۱۳۸۱- ۱۳٤٦

مأخذ:(هاشمی، ۱۳۸۷: ۱۸-۱۷)



نمودار ۵: میزان بارش در شمال غرب ایران بر اساس ایستگاه‌های سینوپتیک منطق مأخذ: سازمان هواشناسی ایران

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تعادل آبی در دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه با حجم آبی معادل ۳۲ میلیارد مترمکعب یکی از بزرگ‌ترین و همچنین مهم‌ترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم‌های تالابی ایران می‌باشد. تعادل آبی این دریاچه مانند هر بدنه آبی دیگر می‌تواند به عنوان مبنایی برای کنترل اثرات پروژه های توسعه مورد استفاده قرار گیرد. معادله کلی $I - O = \Delta S$ می‌تواند برای این منظور مورد استفاده قرار گیرد که در آن :

I= کل جریان ورودی به دریاچه (بارش، جریان ورودی از رودخانه و جریان ورودی از آب‌های زیرزمینی)

O= کل جریان خروجی (تبخیر از سطح دریاچه)

ΔS= تغییرات در میزان ذخیره آب

بر اساس مطالعات موسسه تحقیقات آب از ۲۱٦ میلیون مترمکعب جریان آب زیرزمینی ٤۲ میلیون مترمکعب آن وارد دریاچه شده و مابقی به دلیل سطح بالای آب در اراضی تبخیری، پیش از ورود به دریاچه تبخیر می‌شوند. البته به دلیل عدم وجود داده های کافی امکان برآورد دقیق این پدیده موجود نمی‌باشد. به طور کلی جریان آب زیرزمینی به دریاچه دارای مقادیر اندکی است. با توجه به عقب نشینی ۷/۳ کیلومتری خط ساحلی در سال‌های اخیر و استفاده وسیع از آب‌های زیرزمینی به نظر می‌رسد مقدار ٤۲ میلیون متر مکعب قابل قبول بوده و در معادله تعادل آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برآورد تعادل آبی دریاچه ارومیه برای دوره ۸۱- ۱۳٤٦ برابر جدول شماره (٤) می‌باشد، (هاشمی، ۱۳۸۷، ۱۹).

جدول شماره ٤- تعادل آبی دریاچه ارومیه (تمامی اعداد به میلیون مترمکعب می‌باشند)

جریان آب ورودی به دریاچه از منابع مختلف (I)			جریان‌های خروجی (O)	تغییرات در حجم مخزن(ΔS)
آب‌های سطحی	بارش بر سطح دریاچه	آب‌های زیرزمینی	تبخیر از سطح دریاچه	
٤/٥٧٨	۱/۱٤٥	٤۲	٥/۸۷۳	-۱۰۸/۰۸

مأخذ: (هاشمی، ۱۳۸۷: ۱۹)

نیاز آبی دریاچه ارومیه

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره گردید برای یک دوره ٤٥ ساله (۸۱- ۱۳٤٥) جریان آب ناشی از آب‌های سطحی در حدود ٤/٥٧٨ میلیون مترمکعب می‌باشد. تعادل آبی این دریاچه در گذشته برقرار بوده است. لیکن پس از خشکسالی‌های دوره بالاخص ۸۰- ۱۳۷۸ و اجرای طرح‌های توسعه منابع آب میزان آب ورودی به دریاچه یک روند رو به کاهش داشته است. از مشخصه های نیاز آبی در آینده افزایش میزان آن در تمامی بخش‌ها خواهد بود. در آغاز دهه ۸۰ شمسی جمعیت موجود در منطقه حدود ٤/۸ میلیون نفر تخمین زده شده و برابر برآوردهای انجام شده تا سال ۱۳۹۹ حداقل به ۷/۱ میلیون نفر افزایش خواهد یافت. همچنین در حدود ١٤ شهر صنعتی تا سال ۱۳۹۹ و بیش از ۲۰۰ هزار هکتار اراضی آبیاری شده به این مجموعه اضافه خواهد شد. تأثیر این افزایش‌ها در وهله نخست

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بر دریاچه ارومیه خواهد بود. هرچند امید می‌رود با انتقال آب از ارس به مناطق شرق و شمال شرق دریاچه ارومیه تا حدودی از میزان خسارات جبران ناپذیر جلوگیری گردد، (مشاورین لار، ۱۳۸۵: ۲).

نتیجه گیری

دریاچه ارومیه به عنوان یکی از میراث‌های طبیعی بین اللملی در شمال باختری ایران بی شک یکی از موهبات طبیعی ارزشمندی است که طی سال‌های اخیر تحت تأثیر بی مهری‌های طبیعی[۸] و انسانی متوالی و متعدد در مسیر پرشیب ناپایداری‌های زیست- محیطی قرار گرفته و با وخامت بیش از پیش شرایط به سمت نابودی می‌رود. کاهش ۲۶ درصدی مساحت دریاچه طی سال ۲۰۰۵ میلادی (۱۳۸٤ شمسی) نسبت به مساحت آن در سال ۱۹۹۸(۱۳۷۷) که دریاچه ارومیه در دوره مطالعه این پژوهش بیشترین مساحت را با ابعادی قریب به ٦٤۱۹ کیلومتر مربع داشته و نیز کاهش ۲۵/۲ درصدی آخر دوره (۲۰۰۵) به اول دوره مورد مطالعه (۱۹۸۹) حاکی از آن است که در یک بازه زمانی کمتر از ۲۰ سال (۱٦ سال) دریاچه در حدود یک- چهارم از مساحت خود را از دست داده 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 و گرم فصول تابستان و تا حدودی پاییز به مرور اراضی زراعی و مرغوب منطقه عمومی آذربایجان بالاخص در استان آذربایجان شرقی خاصه دشت‌های حاصلخیز مراغه، بناب و تبریز به سمت شور شدن و در نهایت کویری شدن پیش می‌روند. اگر این روند به هر عنوان مدیریت زیست – محیطی مناسبی را در سطح کلان ملی و منطقه ای متوجه و عامل به خود نسازد بی شک در بلند مدت بایستی در انتظار بحران‌های زیستی کلان در منطقه و جریانات جمعیتی غیر متعارف در شمال غرب کشور و برهم خوردن توازن‌های نه چندان مناسب وضع موجود در توزیع جمعیتی این منطقه و کشور در ابعادی وسیع‌تر و پرهزینه تر بود.

۹- بایستی در نظر داشت که سامانه های طبیعی اگر تنها عوامل ناپایداریهای محیطی باشند به شکل خود تنظیم می توانند فرایندهای ناپایداری را به سمت پایداری نسبی، مجدداً مدیریت نمایند و تنها زمانی که فاکتورهای انسانی در محیط دخالت نادرستی داشته باشند پایداریهای نسبی سامانه های طبیعی غیرقابل برگشت می نمایند، تجربه دریاچه آرال در دوران شوروی سابق بر مبنای اندیشه های بلندپروازنه خروشچف در توسعه مزارع کشت صنعتی پنبه نمونه ای از این مقوله است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

۱- هاشمی، مختار (۱۳۸۷)، ***«مروری بر وضعیت منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه»***، سازمان حفاظت محیط زیست.

۲- سازمان محیط زیست (۱۳۸٦)، **برنامه مدیریت جامع دریاچه ارومیه استراتژی حفاظت و بهره برداری پایدار از دریاچه ارومیه** (سومین پیش نویس مشورتی)

۳-جلالی، حسین (بی تا)، «مطالعه دوام بتن در شرایط محیطی دریاچه ارومیه»،www.urmiacivil.mihanblog.com.

٤- علیشیری، علی، امیرمردفر، راشین (۱۳۸۵)، «***ارزیابی زیست محیطی ایجاد تفرجگاه در بندر رحمانلو***، سازمان محیط زیست»

٥- مشاورین لار (۱۳۸۵)، «مطالعات امکان سنجی انتقال آب از رودخانه ارس به مناطق شرق و شمال شرق دریاچه ارومیه»، گزارش اجتماعی- کشاورزی. وزارت نیرو، شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی

٦- مشاورین سامان گستر طرح (۱۳۸۸)، «مطالعات طرح جامع شرق دریاچه ارومیه، پیش نویس اولیه طرح»، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری.

7- Birkett, C., Mason, I., (1995), "A new global lakes database for remote sensing programme studying climatically sensitive large lakes", ***J. Grt. Lakes Res***., 21 (3) , 307-318.

8- Chen, C.H., (2003). " ***Frontiers of remote sensing information processing***", World scientific publishing Co. Singapour.

9- Esmaeili Dahesht, L., Negarestan, H., Eimanifar, A., Mohebbi, F.; Ahmadi, R., (2010). "The fluctuations of physicochemical factors and phytoplankton populations of Urmia Lake, Iran". ***Iranian Journal of Fisheries Sciences***, 9(3): 368-381.

10- Kelley, G.W., Hobgood, J.S., Bedford, K.W., Schwab, D.J., (1998), "Generation of three-dimensional lake model forecasts for Lake Erie", ***J. Weat. For***, 13: 305-315.

11- Kamal, A., Niknami , A., Chaychi, A., (2008), "A GIS Technical Approach To The Spatial Pattern Recognition Of Archaeological Site Distribution On The Eastern Shores Of Lake URMIA, Norhwestern IRAN".

12- Ghorbanali, A., (2004), " Coastline monitoring by remote sensing technology". MSc thesis, Department of GIS Engineering, Khaje Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]