دوفصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری
سال سوم، شماره۲، پیاپی ٦، بهار و تابستان۱۳۹۱، صفحه ۱۰۳ - ۱۱٦

بررسی تغییرات خط ساحلی تراز آب دریاچه ارومیه و تاثیر آن بر شهرهای واقع در حوضه آن

The investigation of coastline changes in Urmia Lake water level and its impact on the urban of its basin

بتول زینالی*[۱]، صیاد اصغری سراسکانرود[۲]

Batool Zeinali*[1] , Sayyad Asghari[2]

دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱٤ پذیرش: ۱۳۹٤/۰٦/۰۵

Received: 18/10/2014 Accepted: 04/05/2015

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه، هم‌چنین تعیین عوامل اصلی کاهش آب این دریاچه با استفاده از روش آماری چند متغیره تحلیل مولفه‌های اصلی در بین عوامل مورد مطالعه و تاثیر آن بر شهرهای اطراف می‌باشد. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست و هم‌چنین داده‌های ۲۹ متغیر شامل داده‌های اقلیمی و دبی ماهانه کل حوضه در دوره آماری ۱۳۸٤-۱۳٤۹ و داده‌های وضعیت گردشگری شهرهای حوضه بویژه شهر ارومیه استفاده شده است. از روی تصاویر می‌توان تشخیص داد که در طی ۳۵ سال گذشته (۱۳۸٤-۱۳٤۹) خطوط ساحلی در شرق و به ویژه جنوب شرق (مصب رودخانه دائمی و پر آب زرینه رود) پسروی بسیار مشخصی داشته است. با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی ٦ عامل اصلی به عنوان مولفه‌های اصلی کاهش آب دریاچه ارومیه در بین عوامل مورد مطالعه مشخص شد که ۷۸/۸ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. دبی‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر به عنوان مولفه اول تعیین شد که ۳۸/۸ درصد از واریانس کل را شامل می‌شود. همچنین نتایج نشان داد پایین آمدن تراز آب دریاچه ارومیه مشکلات عدیده‌ای را مخصوصاً برای شهرهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ٤۰ کیلومتری آن قرار دارند، همچنین شهرهایی که دارای جهت باد غربی و جنوب‌غربی و در شرق دریاچه قرار دارند، بوجود خواهد آورد. رتبه‌ی گردشگری شهر ارومیه از یک به چهار بعد از خشک شدن دریاچه تغییر یافته است.

واژگان کلیدی: دریاچه ارومیه، تغییرات تراز آب، عوامل طبیعی و انسانی، تحلیل مولفه‌های اصلی، مناطق شهری.

۱. استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسئول) (Zeynali.b@uma.ac.ir)

۲. استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه ارومیه

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in Urmia Lake water level as well as to determine the main factors in the reduction of Urmia Lake water through the multivariate statistical method of principal component analysis (PCA) and its effect on the urban around of Lake. For this purpose, Landsat satellite images besides the data obtained from 29 variables in the statistical periods between 1970 and 2005 have been used. These variables include climate data, and monthly discharge of total basin and tourism situation of basin urban certainly Urmia. From the images, it can be recognized that the coastline has receded, particularly in East and South East, over the past 35 years (1975-2009). By the use of principal component analysis, six components with %78.8 of the total variance among the factors under study were identified as the main factors in the reduction of Urmia Lake water. The discharges in January, February, March, November, and December with %38.8 of the total variance were determined as the first component. Result indicated that The reduction of water level in Urmia Lake will cause many problems spatially in urban that are in distance of 40 KM Urmia Lake and also theirs that have wind direction of west and south west and are in east of lake. Grade of Urmia tourism has changed from one to four.

Keywords: Urmia Lake, water level changes, natural and human factors, principal components Analysis, urban areas

1. *Assistant of Climatology, University of Mohaghegh Ardabili.(Zeynali.b@uma.ac.ir)

2. Assistant of Geomorphology, Urmia University.

مقدمه

دریاچه ارومیه یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های کشور می‌باشد که تعدادی از رودخانه‌های شمال غرب کشور در این دریاچه تخلیه می‌گردد. بیش از ۳٦ شهر و ۳۱۵۰ روستا با جمعیتی در حدود ۵ میلیون نفر در حوضه آب‌ریز دریاچه ارومیه قرار دارد. تعداد ۹ شهر و ۲۵۰ روستا نیز با حدود ۷۰۰۰۰۰ نفر جمعیت در ناحیه اکولوژیک دریاچه واقع شده است که بیش از ٦۰ درصد جمعیت در روستاها ساکن هستند. (Comprehensive … for the Lake, 2010: 20). به طور طبیعی مهم‌ترین عاملی که روی تراز آب دریاچه تاثیر می‌گذارد، عامل اقلیمی است. برای مثال تغییرات دمایی و بارش را می‌توان از جمله مهم‌ترین عوامل اقلیمی قلمداد نمود. اما تغییر در کاربری اراضی و عوامل دیگر که ساخته دست انسان‌ها می‌باشد، باعث می‌گردد تغییرات غیرطبیعی در این خصوص ایجاد گردد(Nasaji, 2010: 2).

مناطق ساحلی نواحی پویایی از عملکرد متقابل زمین، آب و اتمسفر هستند که در عین حال تحت تاثیرات تغییرات دائم طبیعی و دست‌کاری انسان قرار دارند (Beatley et al, 2002: 392). خط ساحلی عامل اساسی برای اندازه‌گیری و شناسایی منابع آب سطحی یک منطقه می‌باشد(Liu and Jezek, 2004: 938; Sherman and Bauer, 1993: 226; Zuzek et al, 2003: 126)

تکنیک‌های مرسوم برای بررسی میزان تغییرات موقعیت سواحل معمولا شامل تکنیک‌های زیر می‌باشد:

اندازه‌گیری‌های میدانی از میانگین ارتفاع سطح آب فعلی و مقایسه آن با سطح آب در دوره‌های گذشته و استنتاج در مورد میزان تغییرات حادث شده، ردیابی خطوط ساحلی از عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافیکی و مقایسه آن با داده‌های تاریخی، یکی از چندین روش موجود در این زمینه می‌باشد(Fenster et al, 1993: 148).

استفاده از تکنیک‌های جدیدتر شامل تکنیک‌های سنجش از دور، روش‌ها و مدل‌های آماری از دیگر روش‌های موجود در این زمینه می‌باشد(Dolan et al, 1991: 723; Yamano et al, 2006: 398; Siddiqui & Maajid, 2004: 1200).اشتباهات و میزان خطای هر کدام از تکنیک‌های گفته شده بستگی تام به فاکتورهای موجود در آن روش‌ها خواهد داشت که شامل میزان دقت در اندازه‌گیری خطوط ساحلی، میزان تغییرات خطوط ساحلی، تعداد نقاط اندازه‌گیری، فاصله زمانی اندازه‌گیری، طول مدت زمان داده‌های اخذ شده و روش‌های مورد استفاده شده خواهد داشت(Douglas and Crowell, 2000: 146).

دریاچه ارومیه به عنوان شورترین دریاچه جهان بعد از بحرالمیت با دارا بودن ۱۰۲ جزیره و شبه جزیره، از اهمیت گردشگری، جغرافیایی، بیولوژیکی و اکولوژیکی شایان توجهی برخوردار است اما امروزه این تالاب بدلیل بروز خشکسالی، کاهش نزولات جوی، افزایش دما و عوامل انسانی در بحرانی‌ترین شرایط زیست محیطی قرار گرفته است. در حال حاضر خشک شدن دریاچه ارومیه علاوه بر تهدیدات زیست محیطی، پیامدهای ناگواری بر روی صنعت گردشگری این حوضه به‌همراه خواهد داشت (Asghari et al, 2013: 101). بنابراین در این مطالعه تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه، عوامل اصلی کاهش آب این دریاچه و تاثیر آن بر شهرهای اطراف بررسی خواهد شد.

پیشینه تحقیق

خوزه (۱۹۹۹)، در تحقیقی علل کاهش تراز آب دریاچه‌های بسته کیلاملبت[3] و گنترک[4] را در غرب استرالیا مورد بررسی قرار داده و نحوه تغییرات تراز نسبت به بارندگی، تبخیر و دبی ورودی بررسی نمود. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که مهم‌ترین علت پایین افتادگی تراز آب دریاچه‌ها، کاهش نسبت بارندگی به تبخیر از سال ۱۸٤۰ بوده است. بررسی زمان رسیدن به تعادل دوباره تراز دریاچه‌ها در این تحقیق نیز

3. Keilamlbete
4. Gnetuk

بیلان آبی آن بررسی کرده‌اند. شبیه‌سازی نوسان‌های دریاچه با استفاده از روش‌های مختلفی مانند معادله بیلان آبی دریاچه، معادله همبستگی چندگانه و شبکه‌های عصبی مصنوعی انجام شده است. برای این منظور از داده‌های ماهیانه مولفه‌های موثر بر بیلان دریاچه از قبیل دبی ورودی، بارندگی متوسط و تبخیر متوسط از سطح آزاد آب استفاده شده است. نتایج مطالعات حاکی از آن است که مدل شبکه عصبی با کاربرد هم‌زمان دبی تجمعی ورودی، بارندگی ماهیانه و تبخیر ماهیانه بهترین دقت و کمترین حساسیت را در شبیه سازی نوسانات و تراز آب دریاچه دارد و عدم قطعیت نتایج حاصل از آن دارای دامنه بیش‌تری است.

حصاری و همکاران (۱۳۸۹)، تغییرات سطح دریاچه ارومیه و هم رفتاری آن با تغییرات سطح دریای خزر و دریاچه وان ترکیه و عوامل آب و هوایی منطقه را مورد بررسی قرار دادند. بررسی‌ها بر پایه داده‌های ماهانه سطح آب دریاچه ارومیه در طی سال‌های ۱۳٤٥-۱۳۸۸ به روشنی نشان داد که سطح دریاچه ارومیه در دراز مدت روند نزولی تا ٦ متر داشته است. نتایج وجود روند، وجود پرش و اختلاف میانگین و میانه از سال ۱۳۷٤ به بعد و تصادفی نبودن روند کاهش سطح دریاچه در سطح معنی‌داری ۱٪ تائید شد. رفتار دریاچه وان و تغییرات سطح آب زیرزمینی تطابق زیادی با تغییرات سطح آب دریاچه دارد و نشانگر وجود فشار زیاد بر آب‌های زیرزمینی منطقه است.

فرامرزی و همکاران (۱۳۸۹)، نوسانات اقلیمی و تاثیر آن بر سطح دریاچه ارومیه را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که با مدل‌سازی سری زمانی برای عناصر اقلیمی مستقل و وابسته، مهم‌ترین مولفه‌های موثر در نوسان سطح دریاچه ارومیه، بارش و دبی معرفی شدند و در نهایت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مرزهای حداکثر و حداقل نوسان سطح دریاچه میزان کاهش سطح دلالت بر تاثیرپذیری بیش‌تر زمان و میزان تغییرات تراز نسبت به بارندگی بر سطح حوضه دارد.

زتستروم[5] (۱۹۹۹)، اشاره کرده است که علت اصلی خشک شدن دریاچه ابینور[6]، کاهش دبی ورودی رودخانه‌های تغذیه کننده آن بوده است.

به همین ترتیب نتایج مطالعات انجام شده بر روی دریاچه بایکال در سیبری جنوبی حاکی از آن است که دوران‌های گرم منطقه، تراز آب دریاچه بالا بوده و در دوران سرد افت قابل ملاحظه‌ای داشته و این امر ناشی از ورود حجم بیش‌تری از آب در دوران گرم بوده است(آستیوشی[7] و همکاران ، ۲۰۰٤).

در زمینه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه خطوط ساحلی و مدیریت و نظارت بر محیط‌های ساحلی دریاها و دریاچه‌ها در جهان و دریاچه ارومیه کارهای زیادی انجام گرفته است. کارمن[8] (۲۰۰۵)، در دریاچه پلایای[9] مونیگروس[10] اسپانیا، فنگ مینگ هوی[11] (۲۰۰۸)، در دریاچه پویونگ[12] چین، ایکرسن[13] (۲۰۱۰)، در دریاچه سالت[14] ترکیه از تصاویر ماهواره‌ای در تحلیل تغییرات و تحولات این مناطق در دوره‌های زمانی مختلف استفاده نموده‌اند.

رسولی و همکاران (۱۳۸۷)، نوسان‌های سطح دریاچه ارومیه را با تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۷٦ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار دادند. نتیجه بررسی این محققین نشان داد که نوسان‌های دریاچه ارومیه در طی دوره زمانی مورد مطالعه باعث کاهش ۲۳ درصد از سطح دریاچه شده است. در این مطالعه به عوامل اصلی خشک شدن سطح دریاچه اشاره‌ای نشده است.

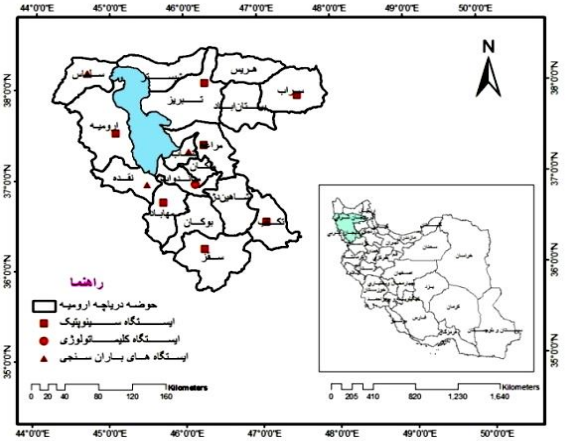
دلاور و همکاران (۱۳۸۷)، شبیه‌سازی، تحلیل حساسیت و عدم قطعیت تراز آب دریاچه ارومیه را نسبت به مولفه‌های

5. Zetterstrom
4. Ebinur lake
7. Astushi et al,
8. Carmen
9. playa-lake
10. Monegros
11. Fengming HUI
12. Poyang Lake
13. Ekercin
14. Salt Lake

یکی از پارامترهای مهم هر دریاچه تراز آب می‌باشد. بدین منظور در تحقیق حاضر تغییرات سطح آب دریاچه در دوره‌های مختلف بررسی و مهم‌ترین عوامل اقلیمی و انسانی کاهش دهنده تراز آب این دریاچه با استفاده از روش آماری تجزیه به مولفه‌های اصلی PCA بررسی شده است.

محدوده مورد مطالعه

موقعیت حوضه دریاچه ارومیه در ایران را شکل۱، نشان می‌دهد. هم‌چنین ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران‌سنجی که از داده‌های این ایستگاه‌ها برای میانگین‌گیری متغیرهای حوضه استفاده شده است نیز آورده شده است علت عدم استفاده از ایستگاه‌های دیگر سینوپتیک منطقه مورد مطالعه، عدم کفایت آماری داده‌های آن‌ها بود.



شکل ۱. نقشه موقعیت حوضه دریاچه ارومیه و ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران سنجی منطقه مورد بررسی

مواد و روش‌ها

الف. بررسی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۷۵، ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ برای بررسی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه و هم‌چنین از نرم افزارهای ENVI4 و ARDAS برای پردازش تصاویر استفاده آن نسبت به تراز حداکثر حدود ۲۲۵۸ کیلومترمربع محاسبه گردید.

عبدالهی و همکاران (۲۰۱۰)، اشاره کرده‌اند که عوامل کاهش آب دریاچه ارومیه را به می‌توان به دو گروه عوامل سطحی‌الارضی و تحت‌الارضی تقسیم نمود. عوامل سطحی بیش‌ترین تاثیر را دارند و عبارت از میزان بارش‌های جوی، تغییرات دبی آب رودخانه‌های حوضه آب‌ریز دریاچه و تغییرات دمایی دراین حوضه می‌باشند. هم‌چنین عوامل تحت‌الارضی نظیر تغییرات رژیم جریان آب‌های زیرزمینی، تغییرات بستر دریاچه به واسطه احداث میان‌گذر دریاچه، انباشت نمک و توده‌های وسیع و غیر قابل نفوذ آن در بستر دریاچه و ... در تغییر سطح تراز آب دریاچه موثرند.

علیزاده و سیدآبادی (۱۳۸۹)، عوامل پس‌روی دریاچه ارومیه را به صورت زیر خلاصه کردند:

۱. عوامل طبیعی: الف: تغییر اقلیم جهانی (کوتاه مدت) ب: کمبود بارش ج: تبخیر شدید د: حرکت گسل‌ها، فعالیت و فرایندهای تکتونیکی (بلند مدت).

۲. عوامل انسانی: الف: ساخت پل شهید کلانتری ب: عدم مدیریت اکوسیستم دریاچه ارومیه ج: عدم رعایت الگوی کشت د: ساخت و ساز سد.

نوری و آقایی (۱۳۹۱)، به ارزیابی خطرات زیست محیطی مناطق شهری حاشیه دریاچه ارومیه ناشی از نوسانات مرز پیرامونی آن طی دوره ۱۹۸۵–۲۰۱۰ پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که اکثر شهرهایی که در بخش شرقی دریاچه قرار دارند همچون تبریز، آذرشهر، صوفیان، میاندوآب، مرند و ... در معرض حداکثر خطرپذیری قرار دارند.

اصغری و همکاران (۱۳۹۲)، وضعیت گردشگری شهر-های واقع در حوضه دریاچه ارومیه را با استفاده از تکنیک تاپسیس مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که خشک شدن دریاچه ارومیه باعث جابه‌جایی مکانی اولویت‌های گردشگری به جنوبی ترین مناطق شهری حوضه دریاچه ارومیه شده است.

در تجزیه مولفه‌های اصلی، کلیه متغیرها به طور مساوی در نظر گرفته می‌شوند. در این روش بر خلاف روش رگرسیون چندگانه متغیرها به دو گروه متغیرهای مستقل و وابسته تقسیم نمی شوند بلکه هر مولفه اصلی مقداری از واریانس کل را تبیین می‌کند. بنابراین اولین مولفه اصلی حاوی بیش‌ترین اطلاعات و دارای بالاترین واریانس است و آخرین مولفه دارای کمترین مقدار واریانس می‌باشد (Torabi and Jahanbakhsh, 2003: 156).

در این مقاله کلیه محاسبات با نرم افزار SPSS انجام گردیده که اولین گام تهیه ماتریس داده‌های خام بوده است. بدین منظور ماتریس ۳۰ × ۲۹ در نرم افزار SPSS جهت انجام محاسبات تنظیم شد(عدد۳۰، نمایانگر سال‌های آماری و عدد ۲۹، بیانگر تعداد متغیرها می‌باشد).

الف. ایستگاه‌های مورد مطالعه از پوشش کاملی برخوردار بوده و لذا داده‌ها از نظر همگنی با روش آزمون توالی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این آزمون با شمارش تعداد دنباله‌ها در هر یک از متغیرها و تعین تعداد دنباله‌های مجاز، تصادفی بودن آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد (Ebdon, 1985: 50).

در این مطالعه تصادفی بودن داده‌ها با احتمال خطای ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفته و از همگن بودن آن‌ها اطمینان حاصل شده است. احتمال همگونی داده‌ها و تصادفی بودن آنها با توجه به $P\text{- value} < 0.05$ تایید می‌شود.

ب. از آن جا که متغیرهای مختلف در این مطالعه دارای مقیاس‌های اندازه گیری متفاوتی هستند لذا به دست آوردن نمره Z و استاندارد نمودن آنها ضروری می‌نمود.

ج. پس از تعین ماتریس اولیه، محاسبه همبستگی هر یک از متغیرها با خودشان و با سایر متغیرها می‌باشد این کار منجر به تشکیل ماتریس همبستگی می‌گردد.

د. گام بعدی تعین مقدارهای ویژه یا بردارهای ویژه می‌باشد.

ه. در مرحله آخر مولفه‌های اصلی مشخص می‌شوند

شده است.

مساحت دریاچه در هر یک از سال‌های مطالعه شده از روی تصاویر ماهواره‌ای اندازه‌گیری شد تا میزان تغییرات در سال‌های مورد بررسی مشخص شود.

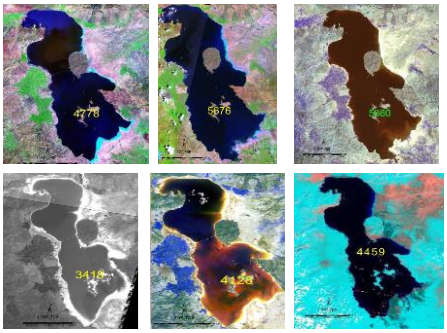
ب. بررسی عوامل اصلی کاهش تراز آب دریاچه

داده‌های مورد استفاده در این قسمت از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران سنجی و کلیماتولوژی مورد مطالعه در حوضه عبارت‌اند از:

- میانگین بارش فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین دمای فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ (با روش بلانی کریدل و تورنث وایت)؛
- میانگین باد سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین رطوبت نسبی سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین ابرناکی ۰–۲، اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین ابرناکی ٦–۳، اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- میانگین ابرناکی ۸–۷، اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵ ؛
- دبی ماهانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰–۲۰۰۵.

روش تجزیه مولفه‌های اصلی برای اولین بار توسط کارل پیرسون در سال ۱۹۰۱ شرح داده شد، اما روشی که او ارائه نمود تنها برای محاسبه دو یا سه متغیر بود. روش‌های عملی سال‌ها بعد توسط هتلینگ در سال ۱۹۹۳ توضیح داده شد(Johnson and Dean, 1988).

است. هم‌چنین با توجه به شکل۲، خطوط ساحلی در شرق و به ویژه جنوب شرق (مصب رودخانه دائمی و پر آب زرینه رود) پس‌روی بسیار مشخصی داشته است.



شکل ۲. نقشه گسترش آب دریاچه ارومیه براساس تصاویر ماهواره ای لندست (۱۹۷۵، و ۱۹۸۹، و، ۲۰۰۰و۲۰۰۵، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹)

شکل ۳. مشت عثمان شاهدی از تغییرات سطح آب در سال‌های اخیر

منبع: (www.tabnak.ir)

جدول ۱. مساحت محاسبه شده دریاچه از روی تصاویر ماهواره ای

ردیف	سال اخذ عکس	مساحت (Km2)
۱	۱۹۷۵	۵۳۶۰
۲	۱۹۹۰	۵۶۷۶
۳	۲۰۰۰	٤۷۷٤
٤	۲۰۰۳	٤۰۹۸
٥	۲۰۰٥	٤٤٥۹
٦	۲۰۰۷	٤۱٥۸
۷	۲۰۰۹	۳٤۱۸

پس از اندازه‌گیری مساحت دریاچه ارومیه در زمان‌های مختلف، مشخص شد که در تراز ماکزیمم مساحت دریاچه ٥٦۷٦ کیلومتر مربع و در تراز مینیمم، در حدود ۳٤۱۸ کیلومتر مربع می باشد که با تفاضل‌گیری از این دو عدد دامنه نوسان سطح دریاچه از ۱۹۷٥ میلادی تا ۲۰۰۹ درحدود ۲۲٥۸ کیلومتر مربع برآورد می‌شود که در شکل۲،

(Torabi and Jahanbakhsh, 2003: 157).

تاثیر کاهش تراز آب دریاچه ارومیه بر شهرهای واقع در حوضه‌ی آن

الگوریتم تاپسیس یک تکنیک چند شاخصه‌ی جبرانی بسیار قوی برای اولویت بندی گزینه‌ها از راه شبیه نمودن به جواب ایده آل می باشد. در این روش گزینه انتخاب شده می‌باید کمترین کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. به گونه اجمال در روش تاپسیس، ماتریس m*n که دارای m گزینه و n معیار می‌باشد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم فرض می‌شود هر شاخص و معیار در ماتریس تصمیم گیری دارای مطلوبیت افزایشی یا کاهشی یکنواخت است و به بیان دیگر مقادیر زیادی که معیارها در این ماتریس کسب می‌کنند. اگر از نوع سود بود هر چه مقدارش بیش‌تر باشد دارای مطلوبیت بالاتر و اگر از نوع هزینه بود دارای مطلوبیت پایین‌تری می‌باشد. از امتیازات مهم این روش آن است که به‌گونه همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده کرد (Asghari et al, 2013: 104). داده‌های مورد استفاده در این روش شامل داده‌های اقلیمی و طبیعی (دما، بارش، ساعات آفتابی، باد، رطوبت نسبی، تعداد روزهای یخبندان، طول رودخانه‌های دائمی، مساحت جنگل، تعداد سدها، چشمه‌ها، ارتفاعات، تعداد روستاهای هر شهر) برای ۱۷ شهر حوضه دریاچه ارومیه می باشد.

یافته‌ها

بررسی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه

تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در مقیاس سالیانه از سال (۱۹۷٥ – ۲۰۰۹) قابل توجه است. تغییرات دوره‌ای سطح آب دریاچه در شکل۲، نشان داده شده است. از روی تصاویر می‌توان تشخیص داد که در طی ۳٥ سال گذشته نوسان‌های قابل ملاحظه‌ای در سطح آب دریاچه رخ داده

است و سایر ضرایب کمتر از ۰/۵ می‌باشند که کاملاً ناچیز بوده و قابل صرف نظر کردن می‌باشد.

(Eigen Value= 10.1, percent of variance=38.8%)

دبی آوریل، می، ژوئیه، آگوست در دومین مولفه بالاترین ضرایب را به خود اختصاص داده‌اند. بنابراین دبی آوریل، می، ژوئیه، آگوست به عنوان دومین متغیر اصلی که سهم بالایی از تغییرات را توجیه می‌کنند در نظر گرفته شده‌اند.

(Eigen Value = 3.35, percent of variance =12.9%)

مقادیر دما و تبخیر و تعرق تابستان در سومین مولفه بیشتر از سایر متغیرها همبستگی نشان داده است.

(Eigen Value = 2, percent of variance = 8%)

دبی اکتبر در چهارمین مولفه بالاترین ضریب را به خود اختصاص داده است که ۷/۱۱ ٪ از کل واریانس را به خود اختصاص داده‌اند.

(Eigen Value = 1.84, percent of variance =7.11%)

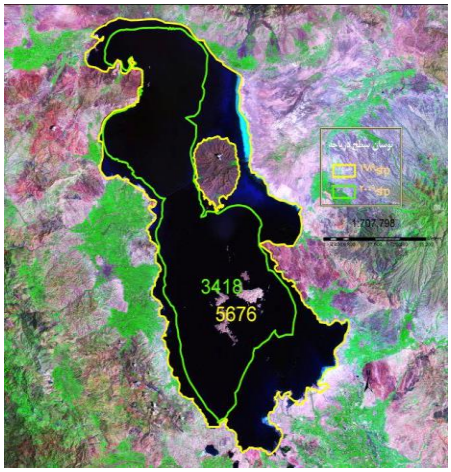
مقادیر باد و تبخیر – تعرق پاییز در پنجمین مولفه بالاترین ضریب را به خود اختصاص داده‌اند که ٦/۱۱ ٪ از واریانس کل را شامل می‌شوند.

(Eigen Value= 1.59, percent of variance=6.11%)

مقادیر ابرناکی ۳-٦، اکتا در آخرین مولفه مورد قبول بیشتر از سایر متغیرها همبستگی نشان داده است.

(Eigen Value= 1.51, percent of variance=5.8%)

میزان این کاهش نشان داده شده است.



شکل۲. مساحت سطح دریاچه در تراز حداکثر و حداقل مشاهده شده (۲۰۰۹-۱۹۷۵)

عوامل اصلی کاهش تراز آب دریاچه ارومیه

درصد تغییرات تبیین شده در مولفه‌ها در جدول۲، نشان داده شده‌است که ٦، مولفه اصلی مشخص گردید. همان‌طوری‌که ملاحظه‌می‌شود اولین، دومین، سومین، چهارمین، پنجمین و ششمین مولفه‌ها به ترتیب ۳۸/۸۷ ٪، ۱۲/۹ ٪، ۸ ٪، ۷/۱۱ ٪، ٦/۱۱ ٪ و ۵/۸ ٪ درصد از تغییرات را از کل واریانس به خود اختصاص داده‌اند که در مجموع این شش مولفه ۷۸/۸٪ از کل واریانس را تبیین می‌کنند. اما نکته مهم این است که دریابیم کدام متغیرها دارای همبستگی بالایی با ضرایب عامل در اولین مولفه بوده اند. بدین منظور به جدول ضرایب عامل مراجعه می‌شود.

جدول۳، همبستگی ضرایب عامل را با مولفه‌های به دست آمده نشان می‌دهد. با توجه به جدول ضرایب عامل، متغیرهایی که دارای ضرایب بیش از ۰/٦تا ۰/۹ بوده‌اند با علامت (*) مشخص شده‌اند. مقادیر دبی ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر در اولین مولفه دارای بالاترین ضریب عامل می‌باشند. نتایج مربوط به سایر متغیرها نشان می‌دهند که دبی ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر بالاترین تغییرات را نسبت به کل واریانس تبیین نموده

جدول ۲. درصد تغییرات تبیین شده در مولفه ها

مولفه ها	مجموع مقادیر ویژه	درصد واریانس تبیین شده	درصد حجمی
۱	۱۰/۱۰	۳۸/۸	۳۸/۸
۲	۳/۳۵	۱۲/۹	۵۱/۷
۳	۲/۰۹	۸	۵۲/۸
٤	۱/۸٤	۷/۱۱	٦٦/۹
۵	۱/۵۹	٦/۱۱	۷۳
٦	۱/۵۱	۵/۸	۷۸/۸
۷	۰/۹۸	۳/۷	۸۲/٦
۸	۰/۸	۳/۰۷	۸۵/۷
۹	۰/۷٤	۲/۸	۸۸/۵۹
۱۰	۰/٦۵	۲/۵	۹۱/۰۹
۱۱	۰/٤۸	۱/۸۷	۹۲/۹
۱۲	۰/٤۵	۱/۷	۹٤/۷
۱۳	۰/۳۲	۱/۲	۹۵/۹
۱٤	۰/۲۳	۰/۹	۹٦/۸
۱۵	۰/۲۰	۰/۷۷	۹۷/٦
۱٦	۰/۱۵	۰/٦	۹۸/۲
۱۷	۰/۱۱	۰/٤	۹۸/٦
۱۸	۰/۰۹	۰/۳۷	۹۹/۰۵
۱۹	۰/۰۷	۰/۲۸	۹۹/۳۳
۲۰	۰/۰۵	۰/۲	۹۹/۵۵
۲۱	۰/۰۳	۰/۱٤	۹۹/٦۹
۲۲	۰/۰۳٦	۰/۱۳	۹۹/۸۳
۲۳	۰/۰۱٦	۰/۰٦	۹۹/۸۹
۲٤	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۹۹/۹۵
۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۳	۹۹/۹۸
۲٦	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۱۰۰

جدول۳. ضرایب شش مولفه اصلی برای هر یک از متغیرها

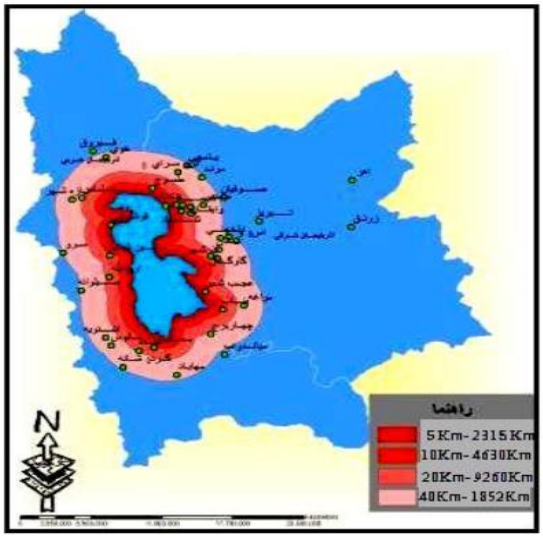
متغییر	۱	۲	۳	٤	٥	٦
بارش زمستان	۰/۱۰	۰/۰۷	-۰/۷۲	۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۳۳
بارش بهار	۰/۰۹	۰/۱۳	-۰/۰٦	۰/۵۳	-۰/۵۹	۰/۳۱
بارش پاییز	-۰/٦۸	۰/٤۲	-۰/۰٦	-۰/۱٦	-۰/٤۰	۰/۱۲
دما تابستان	-۰/۲۲	-۰/۰٥	۰/۷٦*	۰/۱۰	۰/۰۷	-۰/۱۸
دما پاییز	-۰/۱۸	-۰/۲٤	۰/۰۷	-۰/۰٥	۰/٤۷	-۰/۱٥
دبی ژانویه	۰/۸۷*	۰/۱۸	-۰/۱٥	۰/۱۱	-۰/۱٥	۰/۰۷
دبی فوریه	۰/۸٦*	۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۱۹	-۰/۱٦	۰/۱۲
دبی مارس	۰/۷۹*	۰/۳۸	-۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۱٥	۰/۲۲
دبی آوریل	۰/٤٥	۰/۷۳*	-۰/۰۰۳	۰/۰۸	-۰/۱۱	۰/۰۱
دبی می	۰/۲٥	۰/۸۹*	-۰/۰٦	۰/۰۸	-۰/۲٥	۰/۰۳
دبی ژوئن	۰/۰۳	۰/۸٥*	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۳۷	-۰/۰۱
دبی ژوئیه	۰/۲٦	۰/۸۷*	-۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰٥	۰/۱۰
دبی اگوست	۰/۲۳	۰/٦٦	-۰/٤۰	-۰/۱۷	۰/۰۷	-۰/۰۷
دبی سپتامبر	۰/۱۹	۰/۵۲	۰/۲٦	۰/۵٥	۰/٤٤	-۰/۰۹
دبی اکتبر	۰/۱۸	۰/۰٦	-۰/۰۸	۰/۸٤*	-۰/۰۲	۰/۰۹
دبی نوامبر	۰/۷۸*	۰/۲۰	-۰/۱٦	۰/۳۷	-۰/۱۲	۰/۰٦
دبی دسامبر	۰/۷۹*	۰/۲۳	-۰/۲٤	۰/۲۱	-۰/۲۸	-۰/۰۸
باد سالانه	-۰/۱٦	۰/۰۳٦	۰/٤۱	-۰/۰٦	۰/۷٤*	۰/۲٤
تبخیر و تعرق زمستان	-۰/٦۹	۰/۰۰۷	۰/۵۳	-۰/٤۷	۰/۱۸	۰/۳٦
تبخیر و تعرق بهار	-۰/۰۷	-۰/۱۹	۰/۵۳	-۰/٤۷	۰/٤۸	۰/۰٥
تبخیر و تعرق تابستان	-۰/۲٦	-۰/۱۰	۰/۷۳*	-۰/۲۹	۰/۱٦	۰/۳۰
تبخیر و تعرق پاییز	-۰/٥۱	-۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۱۱	۰/٦۷*	۰/۰۱
رطوبت نسبی سالانه	۰/۳۷	۰/۰٦	-۰/٤۱	۰/۵۸	-۰/٤٤	-۰/۰۱
ابرناکی ۰-۲، اکتا سالانه	-۰/۲٤	-۰/۰۹	۰/۰٤	-۰/۲۹	۰/۰۳	-۰/۷۷
ابرناکی ۳-٦، اکتا سالانه	۰/۰٤	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۱٤	-۰/۰۲	۰/۸۳*
ابرناکی۷-۸ اکتا سالانه	۰/٤٥	-۰/۰٦	-۰/۲٦	۰/۵۸	-۰/۳۰	-۰/۰٦

متغیرهای دارای ضرایب بیش از ۰/٦ – ۰/۹

کشاورزی و .. معرفی شد که با بروز خشک‌سالی‌ها این افت سطح آب، تشدید و در نهایت منجر به خشک شدن شدن بخشی از این دریاچه شده است.

در این مطالعه عامل اصلی افت سطح آب دریاچه ارومیه، کاهش جریان ورودی به این دریاچه از طریق انحراف آب رودخانه‌های تغذیه کننده آن برای مقاصد

دریاچه انجام دهند (Noori & Aghaei, 2012: 90).



شکل ۳. شهرهای واقع در حریم دریاچه ارمیه

منبع: Noori & Aghaei, 2012

شهرهایی که جهت وزش باد در آن‌ها جنوب‌غربی است و در شرق دریاچه واقع شده‌اند در منطقه حداکثر خطر پذیری قرار دارند که از جمله می توان به شهرهای تبریز، آذرشهر، صوفیان، میاندواب و مرند اشاره کرد. در کل می‌توان بیان نمود که اکثریت شهرهای منطقه اطراف دریاچه ارومیه که در بخش شرقی آن قرار دارد و جهت باد آنها غربی و جنوب‌غربی است در خطر تاثیر پذیری جابه‌جایی ذرات نمک قرار دارند (Noori & Aghaei, 2012: 90)

طبق مطالعات نوری و آقائی (۱۳۹۱)، بیشترین آمار جمعیتی مربوط به شهر های واقع در حریم ۳ و ٤ می باشد.

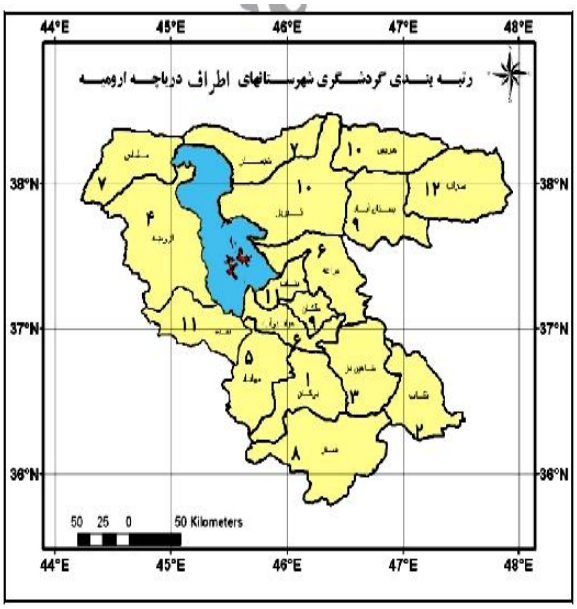
همان‌طور که در قبل اشاره گردید یکی از مشکلات وارده بر شهرهای حوضه این دریاچه، تغییر وضعیت گردشگری آنها می‌باشد که در اینجا به صورت موردی شهر ارومیه بررسی می‌گردد.

وضعیت توریسم شهر های حوضه دریاچه ارومیه قبل و بعد از خشک شدن دریاچه

با خشک شدن دریاچه ارومیه عمدتاً دو چالش بزرگ مقاصد ساحلی و گردشگری شهرهای حوضه دریاچه ارومیه را تهدید می‌کند. چالش اول مربوط به محیط طبیعی خشک شدن این دریاچه اثرات بسیار ناگوار بر مناطق شهری اطراف خواهد داشت. از جمله این پیامدها، تغییر اقیلم محلی از جمله افزایش دما و کاهش بارش، تغییر پوشش گیاهی، اثرات نامطلوب بر حیات وحش منطقه (از بین رفتن آرتمیا و مهاجرت پرندگان بومی و مهاجر)، آلودگی هوا به دلیل گرد و غبارهای مسموم و بروز بیماری‌های مختلف در سکونتگاه‌های شهری اطراف این دریاچه، از بین رفتن گردشگری برای استفاده از آب درمانی و اقلیم این منطقه، پایین آمدن میزان کشاورزی در اثر شور شدن زمین‌های اطراف می‌باشد.

در صورت خشک شدن دریاچه ارومیه، مناطق شهری اطراف دریاچه با زیان‌های جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی، بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و توریستی روبه رو خواهند شد.

نوری و آقایی (۱۳۹۱) در تحقیقی ٤ حریم برای اطراف دریاچه ارومیه قائل شدند. حریم اول محدودهٔ ۵ کیلومتری اطراف دریاچه ارومیه را در بر گرفته است. حریم دوم از ۵ کیلومتری دریاچه تا ۱۰ کیلومتری آن را شامل می‌شود. حریم سوم از ۱۰ کیلومتری دریاچه تا ۲۰ کیلومتری آن قرار گرفته است و در نهایت حریم چهارم از ۲۰ کیلومتری دریاچه تا ٤۰ کیلومتری آن قرار دارد. از بیرونی‌ترین حریم (حریم چهارم) به طرف داخل (حریم اول) بر دامنه مشکلات زیست محیطی، اقتصادی، بهداشتی، اجتماعی، توریستی افزوده می شود. شهرهای بزرگی مثل خوی، مرند، مراغه، میاندواب، مهاباد و اشنویه به همراه روستا - های تابعه بر روی حریم چهار قرار دارند. شهرهای ارومیه، نقده، آذرشهر، سلماس و شبستر بر روی حریم سه، شهر - های عجب‌شیر، تسوج، بناب و نوشین شهر بر روی حریم دو و چندین شهر کوچک‌تر بر روی حریم اول قرار دارد. هر کدام از شهرهای واقع در حریم‌ها باید خود در تجدید حیات دریاچه ارومیه مصرتر باشند تا از مشکلات پیشرو پیشگیری کنند و مخصوصاً ارگان‌های محیط زیستی شهرها در حریم۱، بایستی تلاش زیادی در تجدیدحیات دریاچه



شکل ٤. اولویت گردشگری شهرهای اطراف دریاچه ارومیه بعد از خشک شدن آن با استفاده از تکنیک تاپسیس، منبع: Asghari et al, 2013:109

بحث و نتیجه‌گیری

دریاچه ارومیه یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های کشور می‌باشد که تعدادی از رودخانه‌های شمال غرب کشور در این دریاچه تخلیه می‌گردد. به طور طبیعی مهم‌ترین عاملی که روی تراز آب دریاچه تاثیر می‌گذارد، عامل اقلیمی است. برای مثال تغییرات دمایی و بارش را می‌توان از جمله مهم‌ترین عوامل اقلیمی قلمداد نمود. اما تغییر در کاربری اراضی و عوامل دیگر که ساخته دست انسان‌ها می‌باشد، باعث می‌گردد تغییرات غیرطبیعی در این خصوص ایجاد گردد. هدف اصلی این تحقیق، بررسی تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های مختلف و هم‌چنین تعیین عوامل اصلی کاهش آب این دریاچه با استفاده از روش آماری چند متغیره تحلیل مولفه‌های اصلی در بین عوامل طبیعی و انسانی می‌باشد.دریاچه ارومیه نوسان‌های شدیدی را در دهه‌های اخیر داشته است. در دوره مورد بررسی، بیش‌ترین تراز آبی این دریاچه در سال ۱۹۸۹ بوده که شاهد افزایش سطح آب دریاچه به میزان زیادی هستیم و کم ترین تراز آبی آن در سال ۲۰۰۹ مشاهده شد که این امر تاثیرات است که به شکل مستقیم و غیر مستقیم بر گردشگری منطقه اثر گذار است و شامل فرسایش و آسیب پذیری در برابر سیل بر اثر از بین رفتن پوشش گیاهی، از بین رفتن حیات وحش و گونه‌های گیاهی منطقه، افزایش درجه شوری آب شرب، تغییر چشم اندازهای ساحلی، شیوع بیماری‌ها و ... می‌باشد. علاوه بر محیط طبیعی، خشک شدن دریاچه ارومیه بر محیط اقتصادی و اجتماعی شهرها هم اثر گذار است بطوریکه در سال‌های اخیر با روند صعودی خشک شدن دریاچه ارومیه شاهد تخریب اقامتگاه‌ها، مجتمع‌های تفریحی و مسکونی، تخریب زیرساخت‌های ساحلی، بیکاری ساکنان محلی، کاهش ورود گردشگران، کاهش درآمد دریافتی منطقه از صنعت گردشگری و در نهایت فشار تقاضا بر مقاصد مجاور مواجه هستیم. با پسروی آب دریاچه ارومیه سرمایه گذاری در بخش گردشگری این دریاچه با مشکل مواجه شده و دیگر ساخت امکانات گردشگری دریایی در این منطقه مفهومی ندارد و این مهم‌ترین عامل انتقال گردشگری از شهرهای اطراف دریاچه به قسمت های دیگر است. مطابق شکل ٤، از ۱۷ شهر مورد بررسی در حوضه دریاچه ارومیه شهرهای بوکان با رتبه ۱، تکاب با رتبه ۲ و شاهین دژ با رتبه ۳، دارای اولویت مکانی گردشگری می‌باشند که بدلیل وضعیت بحرانی دریاچه ارومیه مقصد گردشگری از شهرهای اطراف دریاچه به قسمت‌های جنوبی حوضه (شهرهای بوکان، تکاب و شاهین دژ) انتقال یافته است. نمره تاپسیس شهرهای بوکان، تکاب و شاهین دژ به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲٤ و ۰/۲۳ می باشد که بالاترین نمره های تاپسیس را در بین ۱۷ شهر مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند. نمره تاپسیس شهر ارومیه ۰/۲۱ می‌باشد. پایین‌ترین نمره تاپسیس (۱/۲) مربوط به شهر سراب می‌باشد.

درصد واریانس کل و شامل دبی ماه اکتبر، عامل پنجم ٦/۱۱ درصد واریانس کل و شامل باد سالانه و تبخیر و تعرق فصل پاییز و عامل ششم ۵/۸ درصد واریانس کل و شامل مقادیر ابرناکی سالانه ۳-٦، اکتا می‌باشد. بدین صورت خشک شدن دریاچه، اثرات جبران ناپذیر اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، توریستی و بهداشتی بر روی مناطق شهری حوضه این دریاچه خواهد گذاشت خصوصاً شهرهایی که در حریم اول، دوم، سوم و چهارم دریاچه ارومیه قرار دارند و همچنین شهرهایی که جهت وزش باد در آن‌ها جنوب‌غربی است و در شرق دریاچه واقع شده‌اند. بعد از خشک شدن دریاچه ارومیه موقعیت گردشگری شهر ارومیه از رتبه اول به رتبه چهار افت کرده است.

زیادی را در فیزیوگرافی، ژئومورفولوژی و هیدروگرافی این دریاچه گذاشته است. بیش ترین پسروی در قسمت شرق و به ویژه جنوب شرق دریاچه که مصب زرینه رود است، دیده می‌شود که این پسروی ها همراه با گسترش پهنه‌های نمکی در سواحل این دریاچه می‌باشد. عوامل اصلی کاهش آب دریاچه ارومیه با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی در بین عوامل بررسی شده، ٦ عامل معرفی شد که ۷۸/۸ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند.

در این میان، عامل اول ۳۸/۸ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند و شامل دبی ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر می‌باشد. عامل دوم ۹/ ۱۲درصد از واریانس کل و شامل دبی ماه‌های آوریل، می، ژوئیه، آگوست، عامل سوم ۸ درصد واریانس کل و شامل دما و تبخیر تعرق پتانسیل فصل تابستان، عامل چهارم ۷/۱۱

References

1. Asghari, S. Jalali, T. Zeinali, B. (2013), The analysis of tourist status variability in cities around the lake, Journal of Regional Planning, 3: 100-114.
2. Abdollahi Sharif, J. Alipour, A. Mokhtarian Asl, M. (2010), investigation of hydrological changes of Urmia Lake basin in recent decades and its effects on water of Lake, the fourteenth of Iran Geology congress, Urmia university: 1-7.
3. Alizadeh, A., SaidAbadi, R. (2010), investigation of water reduction factors in Urmia Lake, the fourteenth of Iran Geology congress, Urmia University: 1-6.
4. Astushi U. Masaki T. and Yoshio I. (2004), lake – level changes during the past 100000 Years at Lake Baikal, Southern Siberian, Quaternary research, 62: 214-222.
5. Comprehensive management plan for the Lake, (2010), developed in collaboration with government agencies, environmental organizations and local communities: 1-75.
6. Beatley, T. Brower, DJ. & Schwab AK. (2002), an introduction to coastal zone management. Second edition, Island Press: 1-329.

7. Carmen, CJ. Herrero, MA. Casterad, (2005), Landsat monitoring of playa-lake in the Spanish Monegros desert, Journal of Arid Environments 63:497-516.

8. Delavar, M. Morid, S. Shafiei Far, M. (2008), Simulation, sensing analysis and uncertainty of Urmia Lake level compared to components of its water balance, hydrolic Journal, 1: 45-55.

9. Dolan, R., Fenster, M.S., Holme, S.J. (1991), Temporal analysis of shoreline recession and accretion. Journal of Coast research 7(3): 723-744.

10. Douglas, BC., Crowell, M. (2000), long- term shoreline position prediction and error propagation. Journal of Coast research 16(1): 145-152.

11. Ebdon, D. (1985), Statistics in Geography: a practical approach, second edition, Blackwell Publishing: 1-230.

12. Ekercin, E., Ormeci, C. (2010), Evaluates climate change effects on water and salt resources in salt lake, Turkey using multitemporal SPOT imagery, Environ Monit Assess, 163: 361-368.

13. Faramarzi, MH. Rajaei, AH. Sari Saraf, B. (2010), Investigation of climate fluctuations and its effects on Urmia Lake level, the secondary of national congress environmental crisis of Urmia Lakes, Naghadeh Payam Noor University: 1-25.

14. Fengming, H. Bing, X. Huabing H. Yuv, Q. and Gong, P. (2008), modeling spatial – temporal change of Poyang lake using multitemporal Landsat imagery, International Journal of remote sensing, 20: 5767-5784.

15. Fenster, MS. Dolan, R. Elder, JF. (1993), a new method for predicting shoreline position from historical data. Journal of Coast research. 9 (1), 147-171.

16. Hesari,B.,Tayefeh, N.N. (2010), investigation of Urmia Lake level changes and its relation with Caspian sea level changes and Van Lakes in Turkey and area climate factors, The secondary of national congress environmental crisis of Urmia Lakes, Naghadeh Payam noor University : 1-14.

17. Johnson, RA. & Wichern Dean, W. (1988), applied multivariate statistical analysis, Prentice Hall International Inc.

18. Jose D. Sales, (1999), uncertainty analysis of reservoir sedimentation, journal of hydraulic engineering, April: 339-350.

19. Liu, H. Jezek, KC. (2004), Automated of coastline imagery by integrating canny edgy detection and locally adaptive thresholding methods. International journal remote Sensing 25(5):937-958

20. Nasaji Zavareh, M. Rasouli, AA. Javan, Kh. (2010), forecasting of monthly water level in Urmia Lake by Artificial Neural Network, the secondary of national congress environmental crisis of Urmia Lakes, Naghadeh Payam Noor University.

21. Noori, GH. & Aghaei, V. (2012), Assessment of environmental hazard of Border areas of the Urmia lake resulting from fluctuations in the peripheral border during 1985 to 2010, Journal of environmental hazards, 1 year: 79-94.

22. Rasouli, AA. Abasian, Sh. Jahanbakhsh, S. (2008), monitoring of Urmia Lake level fluctuation by multispectral and multi temporal satellite images process , Modarres Journal of human sciences, 2: 53-71.

23. Sherman, DJ. Bauer, B.O. (1993), Costal geomorphology through the looking glass. Geomorphology 7: 225-249.

24. Sidddiqui, MN. Maajid, S. (2004), Monitoring of geomorphologic change for planning reclamation work in coastal area of Karachi, Pakistan. Adv. Space Research. 33: 1200-1205

25. Torabi, S., Jahanbakhsh, S. (2003), determining of main variables in Iran

climate classification: introduction and applying of factor analysis and Principal component analysis in analysis of Geography and climatology studies , Geography researches, 72:151-165.

26. www.tabnak.ir500 × 216Search by image

27. Yamano, H. Shimazaki, H. Matsunaga, T. Ishoda, A. Mcclennen, C. Yokoki, H. Fujita, K. Osawa, Y. Kayanne, H. (2006), Evaluation of various satellite sensors for Waterline extraction in a coral reef environment: Majuro extraction in a coral reef environment: Majuro atoll, Marshall Island, Geomorphology, No. 82: 398-411.

25. Zetterstrom, R. (1999), Child health and environmental pollution in the Aral Sea region in Kazakhstan, Acta Paediatrica Supplement, 429: pp 49-54.

28. Zuzek, P.J., Narin, R.B., Thieme, Sj. (2003), Spatial and temporal consideration for calculating shoreline change rates in the Great Lakes Basin, Journal of Coast research. 38:125-146.