

بررسی تغییرات خط ساحلی تراز آب دریاچه ارومیه و تاثیر آن بر

مناطق شهری اطراف دریاچه

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

Batool Zeinali^{*1}, Sayyad Asghari²

بتول زینالی^{*}، صیاد اصغری سراسکانرود^۲

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

پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۶

دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۶

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in Urmia Lake water level by the use of satellite images 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). 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 average seasonal precipitation, temperature, seasonal potential evapotranspiration, annual average wind, relative humidity, cloudiness of (0-2), (3-6), (7-8) Okta, and monthly discharge of total basin. 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); and its maximum and minimum water level has declined about 2258 square kilometers. 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. The reduction of water level in Urmia Lake will cause many problems spatially in urban and rural 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.

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

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و هم‌چنین تعیین عوامل اصلی کاهش آب این دریاچه با استفاده از روش آماری چند متغیره تحلیل مولفه‌های اصلی در بین عوامل مورد مطالعه می‌باشد. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست و هم‌چنین داده‌های ۲۹ متغیر شامل میانگین بارش، دما، تبخیر و تعرق پتانسیل فصلی، میانگین باد، رطوبت نسبی، ابرناکی (۰-۲)، (۳-۶)، (۷-۸) اکتا سالانه و دبی ماهانه کل حوضه در دوره آماری ۱۳۸۴-۱۳۴۹ استفاده شده است. از روی تصاویر می‌توان تشخیص داد که در طی ۳۵ سال گذشته (۱۳۸۴-۱۳۴۹) خطوط ساحلی در شرق و به ویژه جنوب شرق (مصوب رودخانه دائمی و پر آب زرینه رود) پسروی بسیار مشخصی داشته است و تراز آب ماکزیمم و مینیمم آن حدود ۲۲۵۸ کیلومتر مربع کاهش داشته است. با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی ۶ 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. پایین آمدن تراز آب دریاچه ارومیه مشکلات عدیده‌ای را مخصوصاً برای شهرها و روستاهایی که در اطراف دریاچه تا فاصله ۴۰ کیلومتری آن قرار دارند. هم‌چنین شهرها و روستاهایی که دارای جهت باد غربی و جنوب‌غربی و در شرق دریاچه قرار دارند، بوجود خواهد آورد.

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

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

2. Assistant of Geomorphology, Geography Department, Urmia University.

۱. استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسئول)

(Zeynali.b@uma.ac.ir)

۲. استادیار ژئومورفولوژی، گروه علمی جغرافیا، دانشگاه ارومیه.

مقدمه

اندازه‌گیری، فاصله زمانی اندازه‌گیری، طول مدت زمان داده‌های اخذ شده و روش‌های مورد استفاده شده خواهد داشت (Douglas and Crowell, 2000: 146)

پیشینه تحقیق

خوزه (۱۹۹۹)، در تحقیقی علل کاهش تراز آب دریاچه‌های بسته کیلامبت^۳ و گنتوک^۴ 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 ۱۸۴۰ بوده است. بررسی زمان رسیدن به تعادل دوباره تراز دریاچه‌ها در این تحقیق نیز دلالت بر تأثیرپذیری بیش‌تر زمان و میزان تغییرات تراز نسبت به بارندگی بر سطح حوضه دارد.

زتستروم^۵ (۱۹۹۹)، اشاره کرده‌است که علت اصلی خشک‌شدن دریاچه اینور^۶، کاهش دبی ورودی رودخانه‌های تغذیه‌کننده آن بوده است.

به همین ترتیب نتایج مطالعات انجام شده بر روی دریاچه بایکال در سبیری 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^۷ و همکاران، ۲۰۰۴). 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 گرفته‌است. کارمن^۸ (۲۰۰۵)، در دریاچه پلایای^۹ مونیگروس^{۱۰} اسپانیا، فنگ مینگ هوی^{۱۱} (۲۰۰۸)، در دریاچه پویونگ^{۱۲}

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 تأثیر 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 تأثیرات 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 معمولاً 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

3. Keilamlbete
4. Gnetuk
5. Zetterstrom
4. Ebinur lake
7. Astushi et al,
8. Carmen
9. playa-lake
10. Monegros
11. Fengming HUI
12. Poyang Lake

پرش و اختلاف میانگین و میانه از سال ۱۳۷۴ به بعد و تصادفی نبودن روند کاهش سطح دریاچه در سطح معنی داری ۱٪ تأیید شد. رفتار دریاچه وان و تغییرات سطح آب زیرزمینی تطابق زیادی با تغییرات سطح آب دریاچه دارد و نشانگر وجود فشار زیاد بر آب های 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 رسیده اند که با مدل سازی سری زمانی برای عناصر اقلیمی مستقل و وابسته، مهم ترین مولفه های موثر در نوسان سطح دریاچه ارومیه، بارش و دبی معرفی شدند و در نهایت با استفاده از تصاویر ماهواره ای مرزهای حداکثر و حداقل نوسان سطح دریاچه میزان کاهش سطح آن نسبت به تراز حداکثر حدود ۲۲۵۸ کیلومترمربع محاسبه گردید.

عبدالهی و همکاران (۲۰۱۰)، اشاره کرده اند که عوامل کاهش آب دریاچه ارومیه را به می توان به دو گروه عوامل سطحی الارضی و تحت الارضی تقسیم نمود. عوامل سطحی بیش ترین تاثیر را دارند و عبارت از میزان بارش های جوی، تغییرات دبی آب رودخانه های حوضه آبریز دریاچه و تغییرات دمایی در این حوضه می باشند. همچنین عوامل تحت الارضی نظیر تغییرات رژیم جریان آب های زیرزمینی، تغییرات بستر دریاچه به واسطه احداث میان گذر دریاچه، انباشت نمک و توده های وسیع و غیر قابل نفوذ آن در بستر دریاچه و ... در تغییر سطح تراز آب دریاچه موثرند.

علیزاده و سیدآبادی (۱۳۸۹)، عوامل پس روی 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 گسل ها، فعالیت و فرایندهای تکتونیکی (بلند مدت).

چین، ایکرسن^{۱۳} (۲۰۱۰)، در دریاچه سالت^{۱۴} ترکیه از تصاویر ماهواره ای در تحلیل تغییرات و تحولات این مناطق در دوره های زمانی مختلف استفاده نموده اند.

رسولی و همکاران (۱۳۸۷)، نوسان های سطح دریاچه ارومیه را با تصاویر ماهواره ای از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار دادند. نتیجه بررسی این محققین نشان داد که نوسان های 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 اشاره ای نشده است.

دلاور و همکاران (۱۳۸۷) شبیه سازی، تحلیل حساسیت و عدم قطعیت تراز آب دریاچه ارومیه را نسبت به مولفه های بیلان آبی آن بررسی کرده اند. شبیه سازی نوسان های دریاچه با استفاده از روش های مختلفی مانند معادله بیلان آبی دریاچه، معادله همبستگی چندگانه و شبکه های عصبی مصنوعی انجام شده است که برای این منظور از داده های ماهیانه مولفه های 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 هم زمان 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 بیش تری 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. بررسی ها بر پایه داده های ماهانه سطح آب دریاچه ارومیه در طی سال های ۱۳۴۵-۱۳۸۸ به روشنی نشان داد که سطح دریاچه ارومیه در دراز مدت روند نزولی تا ۶ متر داشته است. نتایج وجود روند، وجود

13. Ekercin

14. Salt Lake

افزارهای ENVI4 و ARDAS برای پردازش تصاویر استفاده 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 عبارت از:

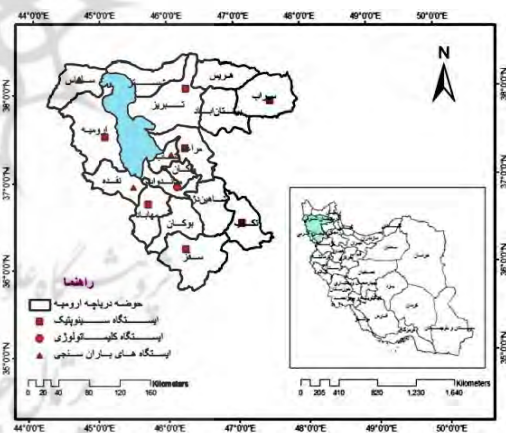
- میانگین بارش فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، باران سنجی و کلیماتولوژی مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین دمای فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین تبخیر و تعرق پتانسیل فصلی کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی مورد مطالعه در حوضه با روش بلانی کریدل و تورنت وایت.
- میانگین باد سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین رطوبت نسبی سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین ابرناکی (۰-۲) اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین ابرناکی (۶-۳) اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در حوضه.
- میانگین ابرناکی (۸-۷) اکتا سالانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه در حوضه.
- دبی ماهانه کل حوضه در دوره آماری ۱۹۷۰-۲۰۰۵.

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

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 شکل ۱، 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 حوضه دریاچه ارومیه

روش تحقیق

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

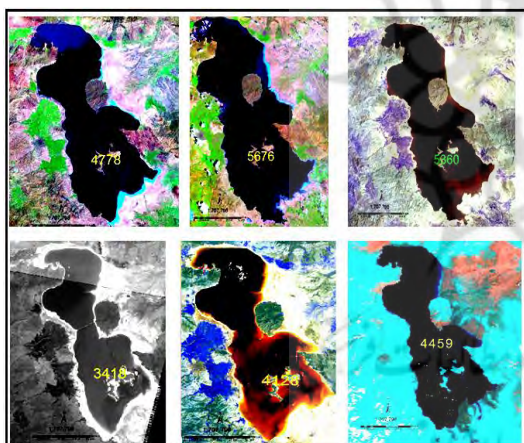
ج. پس از تعیین ماتریس اولیه، محاسبه همبستگی هر یک از متغیرها با خودشان و با سایر متغیرها می باشد این کار منجر به تشکیل ماتریس همبستگی می گردد.

د. گام بعدی تعیین مقادیرهای ویژه یا بردارهای ویژه می باشد.

ه. در مرحله آخر مولفه های اصلی مشخص می شوند (Torabi and Jahanbakhsh, 2003: 157).

یافته ها

بررسی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در مقیاس سالیانه از سال (۱۹۷۵ ° ۲۰۰۹) قابل توجه است. تغییرات دوره ای سطح آب دریاچه در شکل ۲، نشان داده شده است.



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

از روی تصاویر می توان تشخیص داد که در طی ۳۵ سال گذشته نوسان های قابل ملاحظه ای در سطح آب دریاچه رخ داده است. هم چنین با توجه به شکل ۲، خطوط ساحلی در شرق و به ویژه جنوب شرق (مصوب رودخانه دائمی و پر آب زرينه رود) پس روی بسیار مشخصی داشته است.

روش تجزیه مولفه های 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. روش های عملی سال ها بعد توسط هتلینگ در سال ۱۹۹۳ توضیح داده شد (Johnson and Dean, 1988).

در تجزیه مولفه های اصلی، کلیه متغیرها به طور مساوی در نظر گرفته می شوند. 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 می کند. بنابراین اولین مولفه اصلی حاوی بیشترین اطلاعات و دارای بالاترین واریانس است و آخرین مولفه دارای کمترین مقدار واریانس می باشد (Torabi and Jahanbakhsh, 2003: 156).

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

الف. ایستگاه های مورد مطالعه از پوشش کاملی برخوردار بوده و لذا داده ها از نظر همگنی با روش آزمون توالی مورد بررسی قرار گرفته اند. در این آزمون با شمارش تعداد دنباله ها در هر یک از متغیرها و تعیین تعداد دنباله های مجاز، تصادفی بودن آن ها مورد بررسی قرار می گیرد (Ebdon, 1985: 50).

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

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

عوامل اصلی کاهش تراز آب دریاچه ارومیه

درصد تغییرات تبیین شده در مولفه‌ها در جدول ۲، نشان داده شده است که ۶ مولفه اصلی مشخص گردید. همانطوری که ملاحظه می‌شود اولین، دومین، سومین، چهارمین، پنجمین و ششمین مولفه‌ها به ترتیب ۳۸/۸۷٪، ۱۲/۹٪، ۸٪، ۷/۱۱٪، ۶/۱۱٪ 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 دریاچه کدام متغیرها دارای همبستگی بالایی با ضرایب عامل در اولین مولفه بوده اند. بدین منظور به جدول ضرایب عامل مراجعه می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳، همبستگی ضرایب عامل را با مولفه‌های به دست آمده نشان می‌دهد. با توجه به جدول ضرایب عامل، متغیرهایی که دارای ضرایب بیش از ۰/۶ تا 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 است و سایر ضرایب کمتر از ۰/۵ می‌باشند که کاملاً ناچیز بوده و قابل 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%)

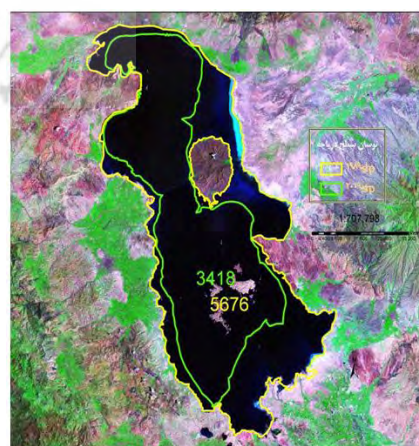


شکل ۳. مشت عثمان شاهدهی از تغییرات سطح آب در سال‌های اخیر
منبع: (www.tabnak.ir)

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	۴۷۷۴
۴	۲۰۰۳	۴۰۹۸
۵	۲۰۰۵	۴۴۵۹
۶	۲۰۰۷	۴۱۵۸
۷	۲۰۰۹	۳۴۱۸

پس از اندازه‌گیری مساحت دریاچه ارومیه در زمان‌های مختلف، مشخص شد که در تراز ماکزیمم مساحت دریاچه ۵۶۷۶ کیلومتر مربع و در تراز مینیمم، در حدود ۳۴۱۸ کیلومتر مربع می‌باشد که با تفاضل‌گیری از این دو عدد دامنه نوسان سطح دریاچه از ۱۹۷۵ میلادی تا ۲۰۰۹ در حدود ۲۲۵۸ کیلومتر مربع برآورد می‌شود که در شکل ۲، میزان این کاهش نشان داده شده است.



شکل ۲. مساحت سطح دریاچه در تراز حداکثر و حداقل
مشاهده شده (۱۹۷۵-۲۰۰۹)

مقادیر باد و تبخیر ° تعرق پاییز در پنجمین مولفه بالاترین ضریب را به خود اختصاص داده اند که ۶/۱۱٪ از واریانس کل را شامل می شوند.

مقادیر ابرناکی (۳-۶) اکتا در آخرین مولفه مورد قبول بیشتر از سایر متغیرها همبستگی نشان داده است.

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

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

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
۴	۱/۸۴	۷/۱۱	۶۶/۹
۵	۱/۵۹	۶/۱۱	۷۳
۶	۱/۵۱	۵/۸	۷۸/۸
۷	۰/۹۸	۳/۷	۸۲/۶
۸	۰/۸	۳/۰۷	۸۵/۷
۹	۰/۷۴	۲/۸	۸۸/۵۹
۱۰	۰/۶۵	۲/۵	۹۱/۰۹
۱۱	۰/۴۸	۱/۸۷	۹۲/۹
۱۲	۰/۴۵	۱/۷	۹۴/۷
۱۳	۰/۳۲	۱/۲	۹۵/۹
۱۴	۰/۲۳	۰/۹	۹۶/۸
۱۵	۰/۲۰	۰/۷۷	۹۷/۶
۱۶	۰/۱۵	۰/۶	۹۸/۲
۱۷	۰/۱۱	۰/۴	۹۸/۶
۱۸	۰/۰۹	۰/۳۷	۹۹/۰۵
۱۹	۰/۰۷	۰/۲۸	۹۹/۳۳
۲۰	۰/۰۵	۰/۲	۹۹/۵۵
۲۱	۰/۰۳	۰/۱۴	۹۹/۶۹
۲۲	۰/۰۳۶	۰/۱۳	۹۹/۸۳
۲۳	۰/۰۱۶	۰/۰۶	۹۹/۸۹
۲۴	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۹۹/۹۵
۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۳	۹۹/۹۸
۲۶	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۱۰۰

جدول ۳. ضرایب شش مولفه اصلی برای هر یک از متغیرها

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
بارش زمستان	۰/۱۰	۰/۰۷	-۰/۷۲	۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۳۳
بارش بهار	۰/۰۹	۰/۱۳	-۰/۰۶	۰/۵۳	-۰/۵۹	۰/۳۱
بارش پاییز	-۰/۶۸	۰/۴۲	-۰/۰۶	-۰/۱۶	-۰/۴۰	۰/۱۲
دما تابستان	-۰/۲۲	-۰/۰۵	۰/۷۶*	۰/۱۰	۰/۰۷	-۰/۱۸
دما پاییز	-۰/۱۸	-۰/۲۴	۰/۰۷	-۰/۰۵	۰/۴۷	-۰/۱۵
دبی ژانویه	۰/۸۷*	۰/۱۸	-۰/۱۵	۰/۱۱	-۰/۱۵	۰/۰۷
دبی فوریه	۰/۸۶*	۰/۱۸	-۰/۱۲	۰/۱۹	-۰/۱۶	۰/۱۲
دبی مارس	۰/۷۹*	۰/۳۸	-۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۲۲
دبی آوریل	۰/۴۵	۰/۷۳*	-۰/۰۰۳	۰/۰۸	-۰/۱۱	۰/۰۱
دبی می	۰/۲۵	۰/۸۹*	-۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۲۵	۰/۰۳
دبی ژوئن	۰/۰۳	۰/۸۵*	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۳۷	-۰/۰۱
دبی ژوئیه	۰/۲۶	۰/۸۷*	-۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱۰
دبی اگوست	۰/۲۳	۰/۶۶	-۰/۴۰	-۰/۱۷	۰/۰۷	-۰/۰۷
دبی سپتامبر	۰/۱۹	۰/۵۲	۰/۲۶	۰/۵۵	۰/۴۴	-۰/۰۹
دبی اکتبر	۰/۱۸	۰/۰۶	-۰/۰۸	۰/۸۴*	-۰/۰۲	۰/۰۹
دبی نوامبر	۰/۷۸*	۰/۲۰	-۰/۱۶	۰/۳۷	-۰/۱۲	۰/۰۶
دبی دسامبر	۰/۷۹*	۰/۲۳	-۰/۲۴	۰/۲۱	-۰/۲۸	-۰/۰۸
باد سالانه	-۰/۱۶	۰/۰۳۶	۰/۴۱	-۰/۰۶	۰/۷۴*	۰/۲۴
تبخیر و تعرق زمستان	-۰/۶۹	۰/۰۰۷	۰/۵۳	-۰/۴۷	۰/۱۸	۰/۳۶
تبخیر و تعرق بهار	-۰/۰۷	-۰/۱۹	۰/۵۳	-۰/۴۷	۰/۴۸	۰/۰۵
تبخیر و تعرق تابستان	-۰/۲۶	-۰/۱۰	۰/۷۳*	-۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۳۰
تبخیر و تعرق پاییز	-۰/۵۱	-۰/۲۲	-۰/۰۳	-۰/۱۱	۰/۶۷*	۰/۰۱
رطوبت نسبی سالانه	۰/۳۷	۰/۰۶	-۰/۴۱	۰/۵۸	-۰/۴۴	-۰/۰۱
ابرناکی (۲-۰) اکتا سالانه	-۰/۲۴	-۰/۰۹	۰/۰۴	-۰/۲۹	۰/۰۳	-۰/۷۷
ابرناکی (۳-۶) اکتا سالانه	۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۷	-۰/۱۴	-۰/۰۲	۰/۸۳*
ابرناکی (۷-۸) اکتا سالانه	۰/۴۵	-۰/۰۶	-۰/۲۶	۰/۵۸	-۰/۳۰	-۰/۰۶

*متغیرهای دارای ضرایب بیش از ۰/۶ - ۰/۹

افت سطح آب، تشدید و در نهایت منجر به خشک شدن بخشی از این دریاچه شده است.

خشک شدن این دریاچه اثرات بسیار ناگوار بر مناطق شهری و روستایی اطراف خواهد داشت. از جمله این پیامدها، تغییر اقلیم محلی از جمله افزایش دما و کاهش

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

شهرهای واقع در حریم‌ها باید خود در تجدید حیات دریاچه ارومیه مصرتتر باشند تا از مشکلات پیشرو پیشگیری کنند و مخصوصاً ارگان‌های محیط زیستی شهرها در حریم ۱، بایستی تلاش زیادی در تجدید حیات دریاچه انجام دهند (شکل ۳)، (Noori & Aghaei, 2012: 90).



شکل ۳. شهرهای واقع در حریم دریاچه ارومیه

منبع: Noori & Aghaei, 2012

شهرهایی که جهت وزش باد در آن‌ها جنوب غربی است و در شرق دریاچه واقع شده‌اند در منطقه حداکثر خطر پذیری قرار دارند که از جمله می توان به شهرهای تبریز، آذرشهر، صوفیان، میانداوب و مرند اشاره کرد. در کل می توان بیان نمود که اکثریت شهرهای منطقه اطراف دریاچه ارومیه که در بخش شرقی آن قرار دارد و جهت باد آنها غربی و جنوب غربی است در خطر تاثیر پذیری جابجایی ذرات نمک قرار دارند (Noori & Aghaei, 2012: 90) طبق مطالعات نوری و آقایی (۱۳۹۱) بیشترین آمار جمعیتی مربوط به شهرهای واقع در حریم ۳ و ۴ می باشد.

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 و روستایی 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 می باشد.

در صورت خشک شدن دریاچه ارومیه، مناطق شهری و روستایی اطراف دریاچه با زیان‌های جبران ناپذیر زیست محیطی، بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و توریستی روبه رو خواهند شد.

بیش از ۳۶ 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 ۶۰ درصد جمعیت در روستاها ساکن هستند.

(Comprehensive ۴. for the Lake, 2010: 20)

نوری و آقایی (۱۳۹۱) در تحقیقی ۴ حریم برای اطراف دریاچه ارومیه قائل شدند. حریم اول محدوده ۵ کیلومتری اطراف دریاچه ارومیه را دربرگرفته 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 ۴۰ 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، میانداوب، مهاباد و اشنویه به همراه روستاهای تابعه بر روی حریم چهارم قرار دارند. شهرهای ارومیه، نقده، آذرشهر، سلماس و شبستر به همراه روستاهای تابعه بر روی حریم سه، شهرهای عجب‌شیر، تسوج، بناب و نوشین شهر به همراه روستاهای تابعه بر روی حریم دو و چندین شهر کوچک‌تر بر روی حریم اول قرار دارد. هر کدام از

بحث و نتیجه گیری

کاهش آب دریاچه ارومیه با استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی در بین عوامل بررسی شده، ۶ 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 ۱۲/۹ درصد 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 درصد واریانس کل و شامل دبی ماه اکتبر، عامل پنجم ۶/۱۱ 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 (۳-۶ اکتا) می‌باشد. بدین صورت خشک شدن دریاچه، اثرات جبران ناپذیر اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، توریستی و بهداشتی بر روی مناطق شهری و سکونتگاه‌های روستایی اطراف خواهد گذاشت خصوصاً آنهایی که در حریم اول، دوم، سوم و چهارم دریاچه ارومیه قرار دارند و همچنین شهرها و روستاهایی که جهت وزش باد در آن‌ها جنوب‌غربی است و در شرق دریاچه واقع شده‌اند.

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 کم‌ترین تراز آبی آن در سال ۲۰۰۹ مشاهده شد که این امر تاثیرات زیادی را در فیزیوگرافی، ژئومورفولوژی و هیدروگرافی این دریاچه گذاشته است. بیش‌ترین پسروی در قسمت شرق و به ویژه جنوب شرق دریاچه که مصب زرینه رود است، دیده می‌شود که این پسروی‌ها همراه با گسترش پهنه‌های نمکی در سواحل این دریاچه می‌باشد. عوامل اصلی

References

1. 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
2. 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), 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. Siddiqui, 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.
- monitoring of Urmia Lake level fluctuation
26. www.tabnak.ir 500 × 216 Search 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, S.J. (2003), Spatial and temporal consideration for calculating shoreline change rates in the Great Lakes Basin, *Journal of Coast research.* 38:125-146.

