دوفصلنامه کواترنری ایران (علمی-پژوهشی)، دوره ۷، شماره ٤ و ۳، پاییز و زمستان ۱٤۰۰

ص ٤٦۰ تا ٤۸٤

بررسی پارامترهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

سحر ملکی ؛ دکتری آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران

هما رستمی*؛ دکتری آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران

چکیده:

دریاچه ارومیه در شمال غربی ایران واقع‌شده و یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های فوق شور دائمی جهان و بزرگ‌ترین دریاچه فوق شور خاورمیانه می‌باشد. در دو دهه اخیر در اثر تغییرات آب و هوا و کاهش بارش، افزایش دما و تبخیر و بسیاری دیگر از عوامل تشدیدکننده خشک‌سالی، مصرف آب در منطقه افزایش یافته همچنین احداث سد و میان‌گذر شهید کلانتری و استفاده از آب رودهای تغذیه‌کننده دریاچه جهت مصارف کشاورزی و شهری موجب کاهش شدید آب دریاچه شد. در این تحقیق مدل مفهومی جهت بررسی میزان اثرگذاری و اثرپذیری و تعیین ضرایب اهمیت نسبی و رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش یکپارچه‌سازی دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی و ماتریس ارتباطات عوامل مؤثر جهت تعیین ضرایب وزنی به روش F.D.ANP ارائه گردید تا مهم‌ترین پارامترهای موثر بر خشکی دریاچه ارومیه شناسایی شود. بررسی اولویت‌بندی زیر معیارها نشان داد تمامی زیرمعیارهایی که بعد از چهار زیر معیار مدیریتی قرارگرفته است، به‌جز افزایش دما، کاهش باران و افزایش تبخیر همگی درصورتی‌که یک برنامه مدیریتی صحیح تدوین می‌شد شرایط افت آب دریاچه رخ نمی‌داد و یا شدت بسیار کمتری داشت.

کلیدواژه‌ها: دریاچه ارومیه، اقلیم ،فرآیند تحلیل شبکه ای فازی ، خشک‌سالی ، مدیریت محیط زیست.

مقدمه:

قرار گرفتن ایران در نقطه تلاقی آسیا، آفریقا و اروپا و تنوع اقلیمی، موجب تنوع زیستی غنی ایران شده که در سال‌های اخیر آسیب‌های زیادی دیده است. لذا بررسی آثار و علل تخریب زیست‌بوم‌های طبیعی، فرسایش خاک و کاهش سطح آب رودها و دریاچه‌ها که حاصل توسعه روزافزون شهرنشینی، آلودگی‌های صنعتی، پسماندها، جنگل‌زدایی، بیابان‌زایی و غیره می‌باشد، ضروری به نظر می‌رسد. نتایج مطالعات نشان داده، دریاچه ارومیه طی ۱۳ سال گذشته بیش از ۶ متر کاهش سطح داشته است. اختصاص ۹۰ درصد منابع آبی منطقه به بخش کشاورزی، اجرای برنامه‌های رشد و توسعه منطقه‌ای بدون توجه به بنیان‌های جغرافیایی، بهره‌برداری زیاد از آب رودخانه‌ها برای آب‌رسانی به شهرها و روستاها، رشد سریع جمعیت منطقه، ضعف مدیریت منابع آب و نیز عدم سازگاری الگوهای کشت با وضعیت منابع آب، تبخیر زیاد در پی گرم شدن هوا و برداشت غیرمجاز از آب‌های

*رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: homa.rostami@ut.ac.ir

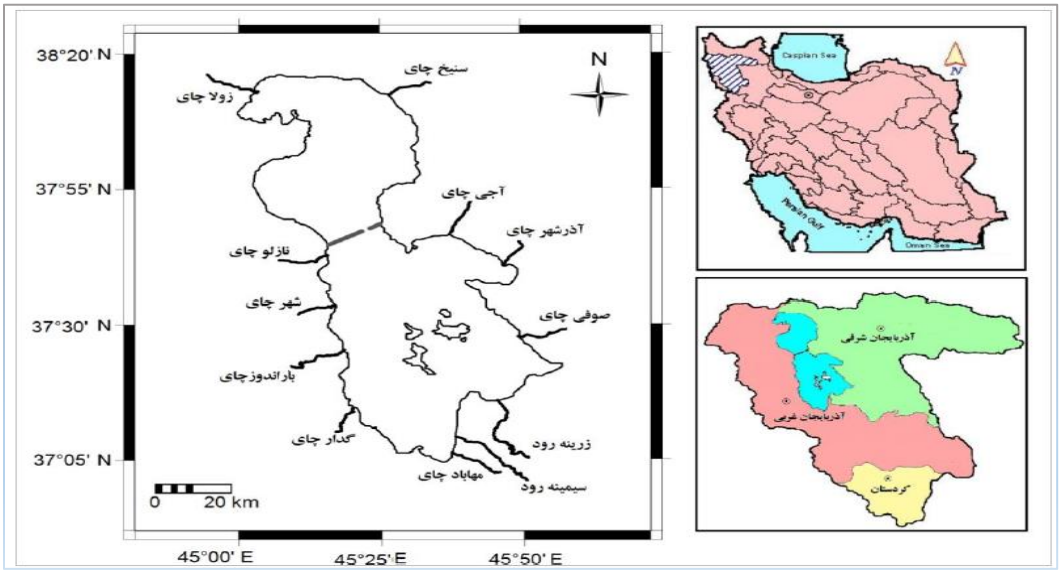
زیرزمینی در پی حفر چاه از دلایل خشک شدن این دریاچه می‌باشند. بروز خشکی دریاچه ارومیه نمودی از عدم وجود برنامه‌ریزی، امکان‌سنجی و آینده‌نگری در انجام پروژه‌های عمرانی در این منطقه بوده است (احمدیان، ۱۳۹۲). امروزه با تداوم و تشدید روند گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در بسیاری از نواحی دنیا دریاچه‌های متعددی خشک‌شده و یا درصد زیادی از حجم آبشان را ازدست‌داده‌اند. ازجمله این دریاچه‌ها می‌توان به دریاچه‌های چاد، آرال و بسیاری از دریاچه‌های آمریکا و آسیای مرکزی اشاره نمود. درزمینه بررسی علل خشک یا کم آب شدن دریاچه‌ها مطالعات بسیاری صورت گرفته که دارای نتایج متفاوتی است. به‌گونه‌ای که در برخی دریاچه‌ها عوامل طبیعی و در برخی دیگر نظیر دریاچه آرال، علل انسانی نقش پررنگ‌تری داشته‌اند. مطالعه‌ی نوسانات تراز آب دریاچه‌ها، به‌منظور حفاظت آن‌ها ازلحاظ اهمیت، ماهیت و موقعیت این مجموعه‌های آبی و به‌عنوان یک میراث طبیعی در سال‌های اخیر بین کشورها در سطح ملی و منطقه‌ای جایگاه ویژه‌ای پیداکرده است. ازاین‌رو اولین گام در شناخت و بررسی نوسان‌های سطح آب دریاچه‌ها، شناخت تئوری‌های موجود درزمینه علت تغییرپذیری سطح آب دریاچه‌ها است. در این رابطه تئوری‌های متعددی از قبیل رسوب‌گذاری دریاچه، جابجایی ژئوتکتونیکی، شاخص‌های ژئومورفولوژیک، آثار تغییر اقلیم و غیره مطرح هستند (اوقلو و همکاران، ۱۹۹۷). نظم‌فر (۱۳۹۳)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد که ۳۵۰ هزار هکتار از مساحت آبی دریاچه و ۱۹۰۰۰ هکتار از پوشش گیاهی منطقه کاهش‌یافته و به همان میزان بر مقدار ماسه‌زارهای نمکی افزوده‌شده است. فتحیان (۱۳۹۲)، به بررسی دلایل احتمالی خشک شدن دریاچه ارومیه با برآورد روند در سری زمانی متغیرهای آب و هواشناسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شرق این حوضه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداخت. بدین منظور از روش‌های آماری پارامتری تحلیل روند و اطلاعات ۱۸ ایستگاه هواشناسی و آب‌سنجی واقع در منطقه استفاده کرد و علاوه بر آن، با استفاده از تصاویر سال‌های مختلف از ماهواره لندست، کاربری اراضی منطقه و تغییرات آن با روش های مختلف طبقه‌بندی تصاویر، تعیین گردید. نتایج بخش اول، روند معنی‌دار افزایشی دما را در کل منطقه نشان داد که در مورد بارندگی این‌چنین نبود. همچنین نتایج، روند کاهشی را برای دبی بخصوص در ایستگاه‌های پایین‌دست تائید نمود. بررسی رابطه تغییرات جریان رودخانه‌ها با تغییرات همزمان دما و بارش و یک‌بار با تغییرات همزمان دما، بارش و سطح اراضی آبی، نشان داد که بیشترین همبستگی تغییرات دبی با تغییرات سطح کشت آبی و سپس با دما می‌باشد و در هیچ مورد با تغییرات بارش همبستگی معنی‌داری وجود نداشته است. کوشکی (۲۰۱۳)، پس از تجزیه‌وتحلیل تصاویر ماهواره‌ای، مورفولوژیکی، داده‌های آماری (بارش، دما، سطح آب دریاچه، بیلان آب ورودی حوضه و غیره) و عوامل انسانی (کشاورزی، احداث سد، بزرگراه و غیره) بر روی تغییرات سطح دریاچه ارومیه نتیجه‌گیری نمود که بین کلیه عوامل مذکور، خشک‌سالی بیشترین تأثیر را داشته و پس‌ازآن عوامل انسانی و احداث سازه‌هایی همچون بزرگراه و سد در کاهش سطح آب دریاچه ارومیه مؤثر بوده‌اند. ایمانفر (۲۰۰۷)، مهم‌ترین عامل مؤثر در خشکی دریاچه ارومیه را افزایش دما و میزان تبخیر و پس‌ازآن فعالیت‌های انسانی (احداث سد، کشاورزی، برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و غیره) معرفی نموده است. حسین پور (۲۰۱۰)، با استفاده از تصاویر لندست به بررسی نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه پرداخته و بر این عقیده است که از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ روند کاهشی آب شدت یافته و وسعت دریاچه از ۵۸۰۰ به ۴۰۱۷ کیلومترمربع رسیده است. وی تغییرات اقلیمی, احداث سد و استفاده بی‌حد از آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی و صنعت و مصارف خانگی را مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در خشکی دریاچه دانسته است. سیما

(۲۰۱۴)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌ی مادیس، میزان تبخیر از سطح دریاچه ارومیه را برآورد نمود. بر اساس نتایج حاصل، مجموع ارتفاع و حجم تبخیر (طی ۷ ماه آوریل تا اکتبر در سال ۲۰۱۰) به ترتیب معادل ۱۱۳۶ میلی‌متر و ۳/۸ میلیارد مترمکعب می‌باشد. وی نتیجه‌گیری نمود که حتی در صورت تأمین نیاز آبی دریاچه در شرایط نرمال، معادل ۳/۱ میلیارد مترمکعب روند کاهشی تراز دریاچه تداوم خواهد داشت. طبق گزارش منتشرشده توسط UNEP (۲۰۱۲)، احداث سدها, تقسیم آب‌های سطحی، کاهش مقدار بارش و افزایش میانگین دما و درنتیجه فشار بیش‌ازحد بر سفره‌های آب زیرزمینی برای مصارف شهری و کشاورزی در حوضه مهم‌ترین دلایل خشکی آب دریاچه شمرده‌شده‌اند. عباسی (۱۳۹۳)، در مطالعاتی پیرامون علل نوسانات تراز آب دریاچه ارومیه دو دیدگاه متضاد را مطرح می‌کند: دیدگاه اول که متخصصان زیست‌محیطی و زمین شناسان بیشتر بر آن پافشاری دارند بیانگر استقلال روند کاهش ارتفاع سطح آب از متغیرهای آب‌وهوایی است و افزایش دما و کاهش بارندگی تنها سبب تشدید روند خشک شدن دریاچه می‌گردد. ازاین‌رو بهبود شرایط دریاچه در صورت کاهش دما و افزایش بارندگی غیرمنطقی به نظر می‌رسد. دیدگاه دوم را بیشتر متخصصان منابع آب مطرح می‌کنند که دلیل اصلی خشک شدن دریاچه ارومیه را کاهش ۱۷ درصدی میزان بارندگی نسبت به سال‌های اخیر ذکر کرده‌اند . حسن‌زاده (۲۰۱۲)، در بررسی مدل‌سازی اثرات نسبی فاکتورهای مختلف روی کاهش سطح آب دریاچه ارومیه نشان می‌دهد که ۶۵٪ تغییرات به دلیل کاهش جریان ورودی است که ناشی از انحراف جریان‌های بالادست برای مصارف کشاورزی بوده است. احداث سدها ۲۵ ٪و کاهش بارش ۱۰ ٪ مؤثر بوده است. علوی پناه و همکاران (۱۳۸۴)، در بررسی کیفیت آب در دو سوی میان‌گذر شهید کلانتری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تأثیر میان‌گذر را بر تغییرات کیفی آب موردمطالعه قراردادند. نتایج حاصل از مطالعه پروفیل بازتاب‌های طیفی، اختلاف قابل‌توجهی را در توزیع پارامترهای کیفی آب در دو سوی میان‌گذر نشان دادند که آن را ناشی از عدم ارتباط هیدرولیکی کامل میان دو سوی میان‌گذر می‌دانند. صاحب‌نظران بر این باورند که ارتباط تنگاتنگی میان چرخه هیدرولوژی و سیستم اقلیمی وجود دارد و نوسانات تراز دریاچه‌ها را می‌توان به‌واسطه این عوامل تجزیه‌وتحلیل کرد (بیتس و همکاران،۲۰۰۸). کبدی و همکاران(۲۰۰۶)، در پژوهشی به تحلیل حساسیت تراز دریاچه تانا در اتیوپی نسبت به تغییر اقلیم پرداختند. نتایج این بررسی که با مدل‌سازی معادلات بیلان آبی دریاچه و بررسی تغییرات داده‌های بارش، تبخیر، تراز دریاچه برای بازه زمانی ۱۹۹۲-۱۹۶۰ انجام شد نشان داد که در شرایط هیدرولوژیکی کنونی، تراز دریاچه حساسیت کمتری نسبت به متغیرهای اقلیمی نشان می‌دهد و این تغییرات بیشتر متأثر از افزایش بهره‌برداری از منابع آب حوضه رود تانا می‌باشد که با ساخت سد در ناحیه پایاب رودخانه در سال ۱۹۶۶ برای تأمین آب بخش کشاورزی و نیروگاه‌های برق‌آبی انجام شد. آلدن و همکاران(۲۰۰۳)، در بررسی اثر تغییر اقلیم بر تراز آب دریاچه‌های بزرگ (دریاچه‌های پنج‌گانه) امریکا، کاهش ۴۰ میلی‌متری بارش، افزایش ۰/۷ درجه سانتی‌گرادی دما و افزایش ۵۰ درصدی تبخیر را از علل تغییرات تراز آب دریاچه‌ها عنوان کردند. لذا با توجه به وجود تناقض در نتایج حاصل از تحقیقات پیشین در این زمینه، لزوم مطالعات جامع و همه‌جانبه درزمینه شناسایی و تعیین ضریب اهمیت نسبی عوامل مؤثر بر کاهش سطح آب دریاچه ارومیه جهت شناسایی راهکارهای اجرایی کارا و بازدارنده ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به این که دریاچه ارومیه جزو دریاچه‌های شور بوده و پس از خشک شدن، گسترش نمک و ذرات بسیار ریز آن بر روی زمین‌های کشاورزی و باغات آسیب‌های اقتصادی بسیاری را به دنبال داشته و همچنین می‌تواند منبعی برای پخش ریز گردها به اطراف خود باشد، لازم است که علل اصلی بروز چنین حوادثی بررسی‌شده و با شناخت کافی و برنامه‌ریزی دقیق از تکرار چنین وقایعی جلوگیری به عمل آید. لذا در این مقاله مطالعات پیشین موردبحث و تحلیل قرارگرفته و درنهایت با ارائه مدلی مفهومی تمامی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه با استفاده از نظرات خبرگان و مطالعات پیشین بررسی‌شده و با کمک F.D.ANP ضرایب اهمیت نسبی عوامل با توجه به وابستگی درونی معیارها و اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها تعیین گردید.

موقعیت جغرافیایی منطقه:

دریاچه ارومیه در شمال‌غرب ایران یکی از بزرگ‌ترین دریاچه‌های شور جهان و ازنظر وسعت بیستمین دریاچه جهان است که دارای ویژگی‌های شیمیایی، ریخت‌شناسی، رسوب‌شناسی و زیست‌محیطی خاصی می‌باشد. از دیدگاه ژئومورفولوژی، دریاچه ارومیه یک ناحیه فرونشسته زمین‌ساختی است که در اثر عملکرد گسل تبریز در شرق و گسل ارومیه در غرب به وجود آمده است.کلیه سیستم زهکشی و جریان‌های آب سطحی و زیرزمینی واحد دریاچه مذکور می‌شود، و از این منظر دریاچه ارومیه عامل اصلی ایجاد شبکه هیدرو گرافی و ریخت‌شناسی حوضه آبریز محسوب می‌شود. مختصات جغرافیایی دریاچه بین"۱۵ ´۰۶ °۳۷ و "۱۵´۱۵ °۳۸عرض شمالی و "۱۳´۰۰ °۴۵ و "۲۰ ´۵۵°۴۵ طول شرقی است. این دریاچه ناحیه‌ای به مساحت حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع را می‌پوشاند و بیشترین درازا و پهنای آن به ترتیب ۱۴۰ و ۵۰ کیلومتر است. مساحت آن در زمان‌های کم‌آبی و پرآبی متفاوت می‌باشد و از ۴۷۵۰ تا ۶۱۰۰کیلومترمربع متغیر است. عمق متوسط آن ۶ تا ۱۲ متر است به‌طوری‌که در قسمت‌های شمالی حدود ۶ متر و در قسمت‌های جنوبی از ۱۲ تا۱۶ متر متغیر است. حوضه آبریز دریاچه یک حوضه داخلی بسته ، با مساحت ۵۱۷۸۶ کیلومترمربع، مناطقی از سه استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و کردستان را تحت پوشش خود دارد که تمام رواناب‌های ناشی از بارندگی به سمت دریاچه جاری می‌شوند. حوضه آبریز دریاچه ارومیه در تقسیم‌بندی ساختارهای تکتونیکی- رسوبی ایران، عمدتاً در زون البرز- آذربایجان قرارگرفته است. مرز شمالی زون مذکور با زون شمالی توسط گسل البرز و مرز جنوبی آن با گسل سمنان مشخص می‌گردد. مجموعه‌ای از سازندهای پرکامبرین تا رسوبات عهد حاضر در این حوضه گسترش دارند. سنگ‌های آذرین و آذرآواری با مساحت ۱۱۳۵۰ کیلومترمربع بیشترین وسعت ارتفاعات را در سطح حوضه آبریز در برمی‌گیرند(۳۴٪) و پس‌ازآن سنگ‌های کربناته با وسعت ۷۲۰۰ کیلومترمربع (۲۱٪) و سنگ‌های دگرگونی با وسعت ۵۴۰۰کیلومترمربع (۱۶٪) و مابقی ارتفاعات معادل (۲۹ درصد) با سنگ‌های کربناته تخریبی- کلوئیدی و رسوبات تبخیری پوشیده شده است (عباسی، ۱۳۹۴).



شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه،دریاچه،جزایر و رودهای اصلی آن(منبع: سیما و تجریشی،۱۳۹٤).

با در نظر گرفتن عرض جغرافیایی و ارتفاع حوضه آبریز، اقلیم عمومی آن مشابه با اقلیم سرزمین‌های با عرض جغرافیایی میانه و ارتفاع متوسط با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً معتدل است. متوسط بارش در منطقه در حدود ۳۵۰ میلی‌متر تخمین زده می‌شود که بخش عمده بارش از فصل پاییز تا اواسط بهار رخ می‌دهد. متوسط دمای سالانه برحسب ارتفاع بین ۶.۵ تا ۱۳.۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است. متوسط سالانه تبخیر سطحی حوضه حدود ۱۵۰۰ میلی‌متر تخمین زده‌شده و با توجه به شرایط بین ۱۰۰۰ تا ۲۱۰۰ میلی‌متر نوسان دارد. هم‌چنین متوسط تبخیر سالانه از سطح دریاچه بین ۹۰۰ تا ۱۱۷۰ میلی‌متر تخمین زده می‌شود. متوسط بارندگی سالانه در محدوده حوضه آبریز ارومیه بین ۲۰۰ تا بیش از ۸۵۰ میلی‌متر متغیر است. حدود ۱۵۰۰ گونه گیاهی در حوضه دریاچه ارومیه به ثبت رسیده است (حدود ۱۵ درصد جامعه گیاهی ایران)، بیشترین تنوع گیاهی در نواحی کوهستانی کمترین آن در نمک زارهای اطراف دریاچه می باشد. در حوزه اکولوژیکی دریاچه ارومیه، ۲۷ نوع پستاندار، ۲۱۲ نوع پرنده، ۴۱ نوع خزنده، ۷ نوع دوزیست و ۲۶ نوع ماهی وجود دارد.

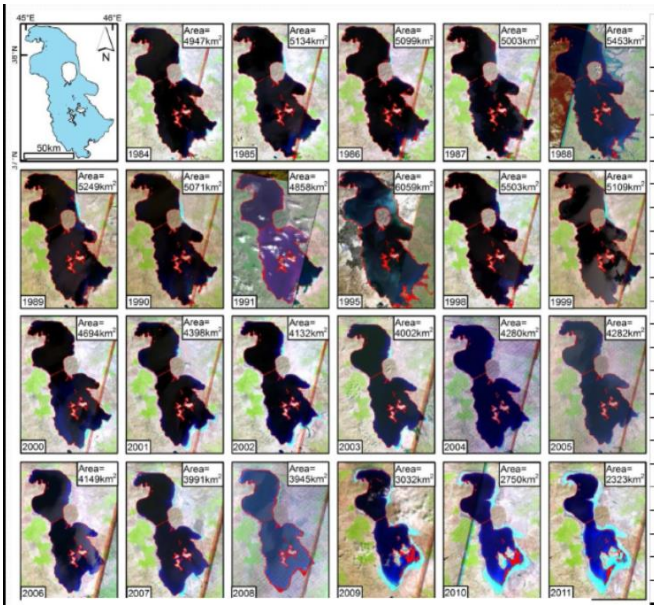
دریاچه ارومیه زیستگاه زمستانی گروه های بزرگی از مرغان آبزی می باشد. علاوه بر این، بزرگترین کلنی های تولید مثل فلامینگو در ایران (بیش از ۲۰۰۰۰ جفت) را پذیرا می شود، همچنین در این منطقه ۱۱ گونه از پرندگان مورد تهدید جهانی، به ثبت رسیده است. مهمترین بی مهره حوضه آبریز دریاچه ارومیه می باشد که یک میگوی بومی (artimia urmiana) – آرتیمیای آبشور است. به دلیل عدم وجود ماهی در این دریاچه، این جانور دارای اهمیت بوده و تأمین کننده غذای بسیاری ازگونه های مهم پرندگان (مثلاً فلامینگو ودرناهای مهاجر) می باشد. به علت افزایش شوری بیش از حد در سالهای اخیر، تخم های این میگو دیگر قادر به بیرون آمدن نبوده و بنابراین جمعیت آن در حال کاهش است. این اکوسیستم نمونه بی بدیلی از حوضه آبریز بسته در ایران و خاورمیانه است که در آن کلیه آبهای سطحی و زیرزمینی به درون یک دریاچه شور تخلیه می شود. این دریاچه و اراضی پیرامون آن به عنوان مهمترین ذخیره گاه زیستکره توسط یونسکو تعیین شده است.

روش های تحقیق

پژوهش حاضر ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر گردآوری داده‌ها و نحوه اجرا، توصیفی- تحلیلی و پیمایشی است و در زمره مطالعات موردی نیز جای می‌گیرد. جهت تعیین روابط میان عوامل مؤثر بر خشک‌سالی دریاچه ارومیه و اولویت‌بندی آن‌ها از روش یکپارچه‌سازی تکنیک دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (F.D.ANP) استفاده‌شده است. پرسشنامه‌ها بر اساس مبانی نظری طراحی و جهت رفع ابهام و افزایش روایی محتوایی آن‌ها، از مشارکت خبرگان استفاده شد و پایایی پرسشنامه‌های مقایسات زوجی با شاخص ناسازگاری موردبررسی قرار گرفت. در خصوص پایایی روش دیمتل، چون این روش ناپارامتری است بنابراین نیاز به محاسبه و آزمون‌های آماری ندارد. در این پژوهش ، پس از بررسی منابع کتابخانه‌ای و مطالعات صورت‌گرفته، نتایج پژوهش‌های منتشرشده پیرامون علل خشک شدن دریاچه ارومیه بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ (۲۰۰۳ تا ۲۰۱۶) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به پیشینه مطالعاتی موجود و نظر خبرگان با استفاده از پرسشنامه، عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه به ۴چهار دسته اصلی طبقه‌بندی شد: ۱- عوامل اقلیمی (کاهش باران، کاهش سهم برف، افزایش دما، افزایش تبخیر) ۲- عوامل انسانی (حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش حد مجاز از آب چاه‌ها، افزایش سطح زیر کشت، کشت محصولات با نیاز آبی بالا، افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های هم‌جوار) ۳- عوامل تکنولوژی (احداث سدها، احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق، احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب، عدم وجود الگوی آبیاری مناسب) ۴- عوامل مدیریتی (آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها، عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت، عدم تدوین برنامه استراتژیک در حوزه نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن، عدم یک برنامه مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه).

یافته‌ها

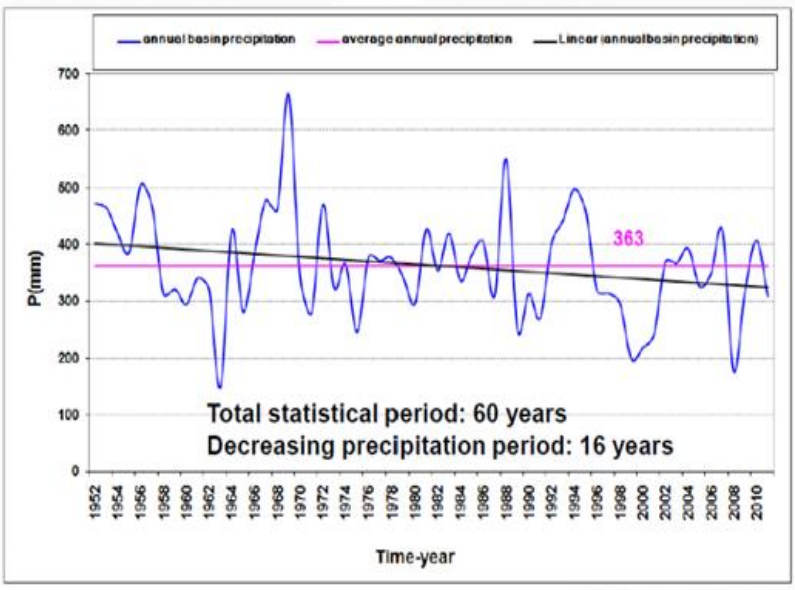
تغییرات سطح دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۱ نشان‌دهنده کاهش سطح دریاچه از ۴۹۴۷ به ۲۳۲۳ کیلومترمربع می‌باشد همچنین این تغییرات در یک دوره آماری ۴۷ ساله از ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۰ ، روندی نزولی را نمایش می‌دهند (شکل۲).



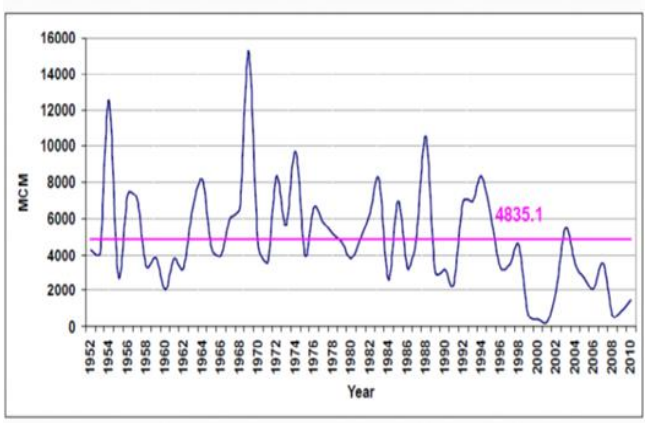
Year	Surface Of the Lake (Km^2)
1984	4947
1985	5134
1986	5099
1987	5003
1988	5453
1989	5249
1990	5071
1991	4858
1995	6059
1998	5503
1999	5109
2000	4694
2001	4398
2002	4132
2003	4002
2004	4280
2005	4282
2006	4149
2007	3991
2008	3945
2009	3032
2010	2750
2011	2323

شکل ۲:تغییرات سطح دریاچه ارومیه (۲۰۱۱-۱۹۸٤) (منبع:کوشکی، ۲۰۱۳)

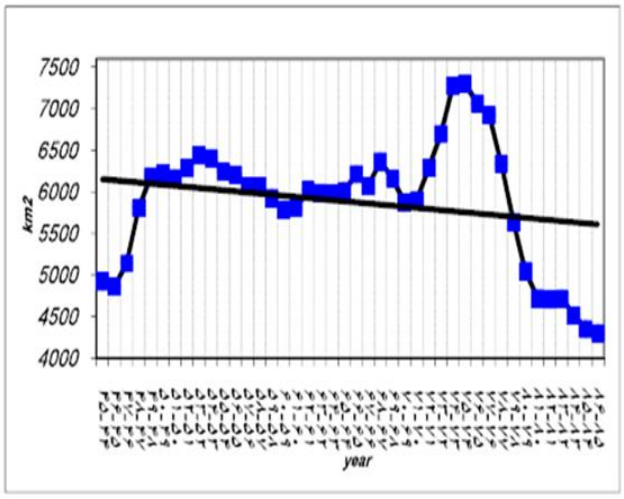
داده‌های آماری ۶۰ ساله بارش بین سال‌های ۱۹۵۲ تا ۲۰۱۰ روندی نزولی را نشان می‌دهد که حاکی از کاهش بارندگی در این دوره آماری می‌باشد (شکل۳) تغییرات در جریانات ورودی به دریاچه نیز موردبررسی قرار گرفت تا سهم عوامل مختلف مشخص گردد (شکل۴).



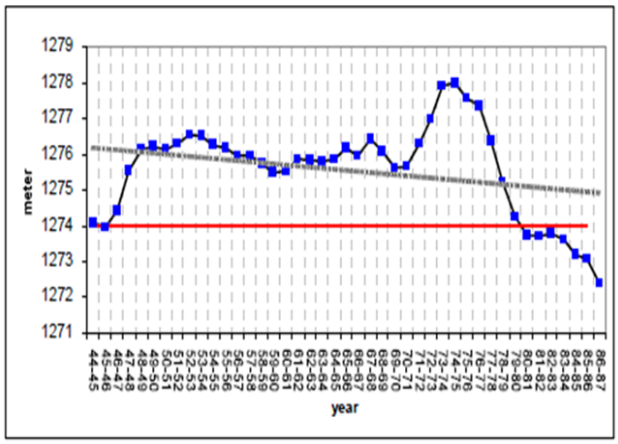
شکل۳: تغییرات بارش (به میلی‌متر) در دوره ٦٠ ساله در دریاچه ارومیه



شکل ٤: تغییرات جریان ورودی به دریاچه ارومیه در دوره ۵۹ ساله



شکل ٥: تغییرات محدوده‌ی دریاچه ارومیه در دوره ٤٠ ساله

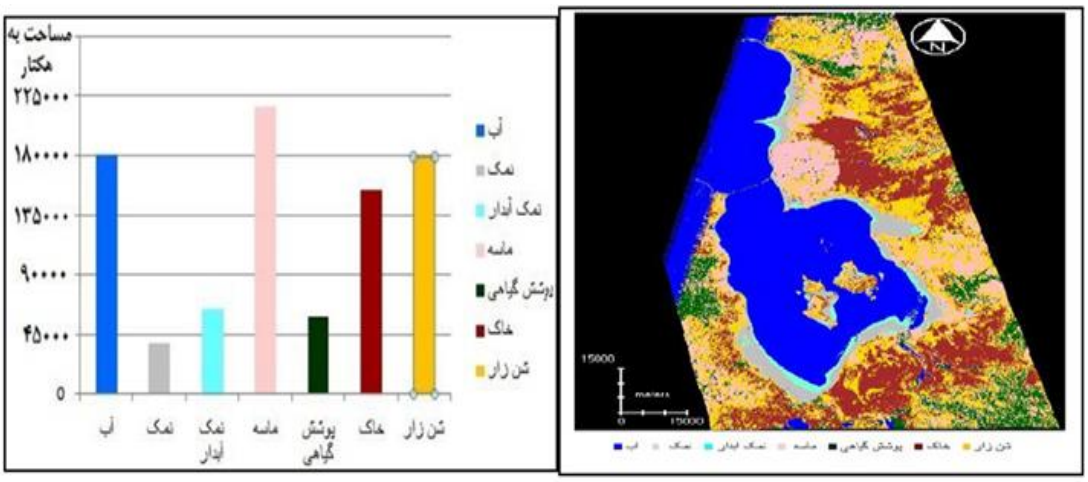


شکل ٦: تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه در دوره ٤٠ ساله

بررسی عوامل انسانی (کشاورزی، احداث سد، بزرگراه و غیره) بر روی تغییرات سطح دریاچه ارومیه توسط کوشکی (۲۰۱۳) انجام شد که بین کلیه عوامل مذکور خشک‌سالی بیشترین تأثیر را داشته و پس‌ازآن سازه‌هایی همچون بزرگراه و سد در کاهش سطح آب دریاچه ارومیه مؤثر بوده‌اند. همچنین ایمانفر ۲۰۰۷، حسین پور ۲۰۱۰، و سیما ۲۰۱۴، مهم‌ترین عامل مؤثر در خشکی دریاچه ارومیه را افزایش دما و میزان تبخیر و پس‌ازآن فعالیت‌های انسانی (احداث سد، کشاورزی، برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و غیره) معرفی نموده است.

جدول ۱: سهم عوامل مختلف بر تغییرات سطح دریاچه ارومیه(کوشکی،۲۰۱۳)

شرایط	درصد تغییرات
خشک‌سالی	۴۸/۸۵
عوامل انسانی	۲۷/۲۷
احداث سد	۲۳/۸۷



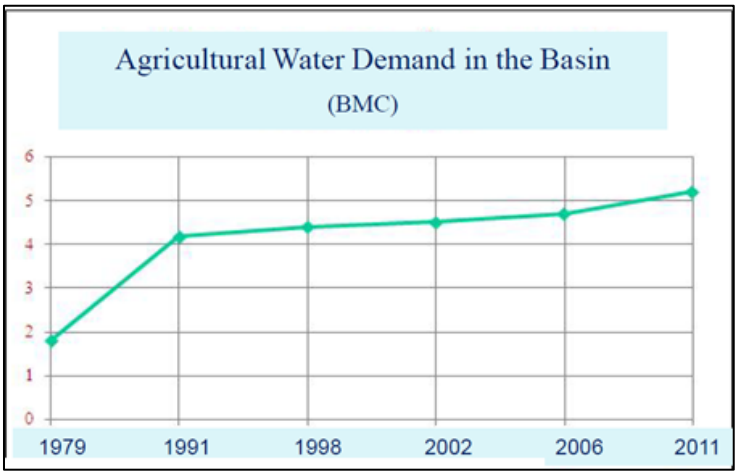
شکل۷ : نقشه طبقه‌بندی‌شده تصاویر ۲۰۱۱ (سمت راست) همراه با هیستوگرام آن (سمت چپ)(ایمانفر، ۲۰۰۷)

عده‌ای از محققان چون نظم فر ۱۳۹۳، احمدیان ۱۳۹۲ ، فتحیان ۱۳۹۲ ، علوی‌پناه ۱۳۸۴، حسن‌زاده ۲۰۱۱، عباسی ۱۳۹۴ و غیره با توجه به مسائلی که در ذیل می‌آید تکنولوژی، عوامل انسانی و مدیریتی را مقدم می‌شمارند.

شکل ۸: تصاویر به‌دست‌آمده از ترکیب باندهای مختلف سنجنده ETM و TM :سمت راست(سال ۱۹۸۹) و سمت چپ(سال ۲۰۱۱)،(منبع:نظم فر،۱۳۹۳)

با توجه به اینکه، آب دریاچه عمدتاً از طریق رودخانه‌های ورودی به دریاچه و سپس بارندگی تأمین می‌شود به‌طوری‌که رودخانه‌های موجود در این حوضه با دبی متوسط ۴/۵ میلیارد مترمکعب در سال مهم‌ترین و حیاتی‌ترین منبع تأمین آب این دریاچه هستند (چرب‌گو وهمکاران، ۱۳۸۹). بنابراین هرگونه دخالت در نحوه‌ی رفتار رودها در این حوضه باعث تغییرات عظیم در دریاچه می‌گردد. در حال حاضر، بیش از ۳۶ سد مخزنی بزرگ و کوچک، ۴۱ سد انحرافی، ۱۵ ایستگاه پمپاژ و همچنین تعداد فراوانی آب‌بندهای فصلی کوچک در حوضه آبریز دریاچه ارومیه احداث‌شده است.

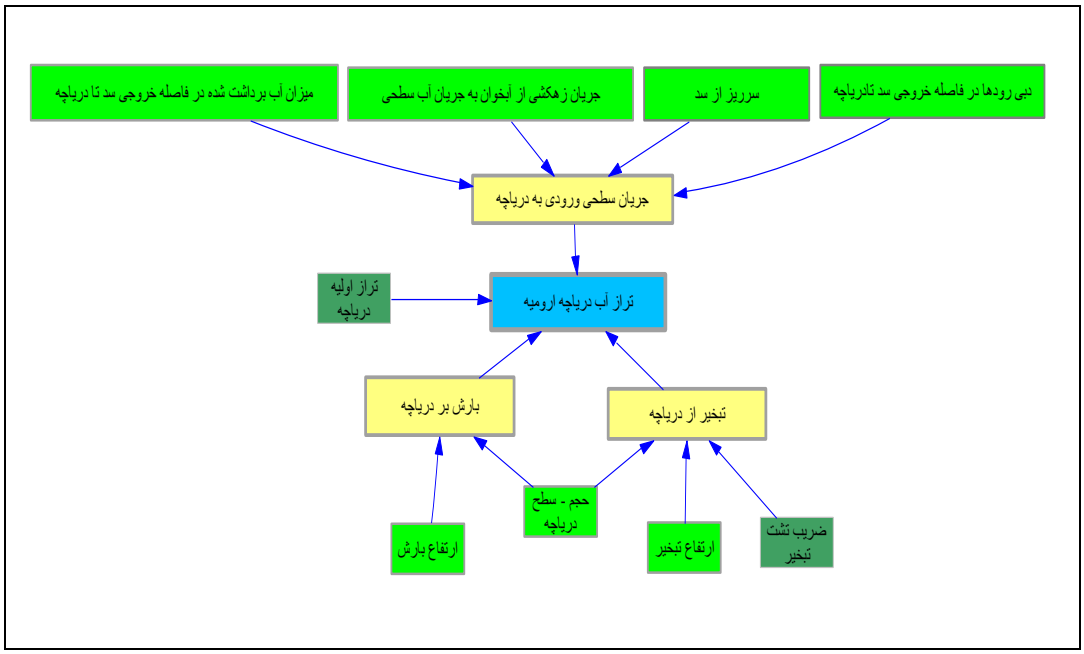
همچنین بر اساس مطالعات صورت گرفته، در طی نیم‌قرن اخیر جمعیت حوضه ۱۰ برابر افزایش‌یافته که با تغییرات معیشتی – اقتصادی نیز همراه بوده است. افزون بر این، شرایط مساعد حوضه با داشتن دشت‌هایی مانند تبریز، ارومیه، مراغه، مهاباد، میاندوآب، نقده، سلماس، پیرانشهر و آذرشهر نیز این منطقه را به یکی از کانون‌های ارزشمند فعالیت کشاورزی و دامداری در ایران تبدیل کرده که همین استعداد بالفعل منطقه در کشاورزی سبب گردیده، تمام تلاش جهت تبدیل مراتع و مناطق دیم به زمین‌های آبی توسط دستگاه‌های دولتی و ساکنین محلی صورت گیرد و بالطبع این تمایل جهت گسترش کشاورزی، نیازمند تأمین آب برای کشت و زرع می‌باشد. آمار و اطلاعات در خصوص توسعه کشاورزی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه طی سه دهه اخیر نشان می‌دهد سطح اراضی آبی در این منطقه از سال ۱۳۵۸ که معادل ۱۵۸ هزار هکتار بوده در سال ۱۳۸۵ بالغبر ۴۱۰ هزار هکتار گزارش گردیده که حدود سه برابر افزایش را نشان می‌دهد، علاوه بر آن الگوی زراعی به‌تدریج در جهت محصولات با نیاز آبی بیشتر ازجمله باغات و نباتات علوفه‌ای به‌ویژه یونجه تغییر کرده است و به‌تبع آن مصارف آب از منابع آب زیرزمینی و سطحی از ۱/۸ به ۵/۵ میلیارد مترمکعب در سال افزایش‌یافته است. هم‌چنین بهره‌برداری از جریان رودخانه‌ها از طریق سدها نیز تشدید شده است، به‌طوری‌که در فاصله سال‌های ۱۳۴۹–۱۳۷۴(۲۵ سال)، ۱۷ سد و طی سال‌های ۱۳۷۵–۱۳۸۹(۱۴ سال)، ۱۹ سد در منطقه به بهره‌برداری رسیده است.



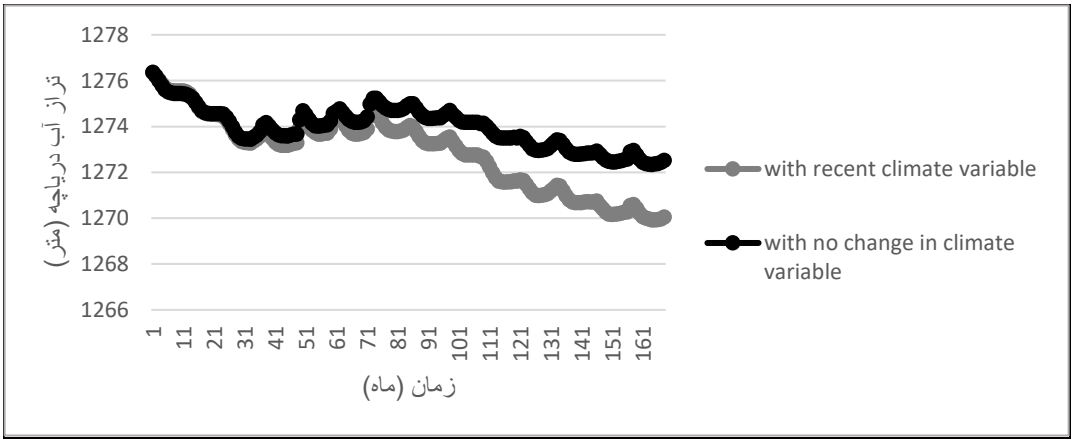
شکل ۹ : نیاز آبی کشاورزی در حوضه دریاچه ارومیه(منبع:نظم فر،۱۳۹۳)

از سوی دیگر، تخصیص حقابه حدود ۹۰ درصدی بخش کشاورزی از منابع آبی حوضه سبب کاهش حقابه طبیعی دریاچه شده و بحران دریاچه را به‌طور فزاینده‌ای تشدید داده است. این در حالی است که حداکثر راندمان آبیاری کشاورزی ۳۴ درصد است و این یعنی ۶۶ درصد آب برداشتی از رودخانه‌ها و چاه‌ها که به مصرف بخش کشاورزی می‌رسد هدررفته و تبخیر می‌شود. به نظر می‌رسد با توجه به وضعیت بحرانی دریاچه ارومیه، انجام پروژه‌های اقتصادی مذکور متضمن منافع پایدار زیست‌محیطی نبوده، درواقع توجه به اولویت‌های اقتصادی به قیمت نادیده‌انگاری اکوسیستم باارزشی همچون ارومیه مغایر با مفهوم توسعه پایدار به‌عنوان زیربنای توسعه اقتصادی است. زیرا در هر توسعه‌ای که متکی به آب باشد اولویت حقآبه دریاچه در جایگاه نخست باید قرار بگیرد. هرچند ممکن است این رویکرد در مواردی توسعه را محدود سازد، اما می‌تواند خلاقیت را بالابرده و انسان را مجبور به بهره‌وری بالاتری کند . اتفاقی که گویا در خصوص دریاچه ارومیه رخ نداده است. عباسی و همکاران ۱۳۹۴، حجم آب دریاچه با توجه به تفاضل ورودی و خروجی‌ها از یکدیگر و مقدار اولیه تراز آب و منحنی سطح–حجم دریاچه تعریف نمودند (شکل ۱۰). مدل نشانگر آن است که حداکثر تأثیر کاهش بارش و افزایش تبخیر بر روی دریاچه نیز در حد ناچیزی درافت تراز آب دریاچه نقش داشته است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تغییرات درجه حرارت که اثر آن به شکل افزایش تبخیر دیده می‌شود و همین‌طور کاهش بارش در چند سال اخیر با تغییراتی همراه بوده به‌گونه‌ای که مقدار متوسط سالانه تبخیر قبل از شروع خشک‌سالی‌ها ۱۰۶/۵ میلی‌متر بوده که با تفاوت ۱۷/۶۳ درصدی مقدار این متغیر در طی ۱۵ سال اخیر به ۱۲۵/۳ میلی‌متر رسیده است. در خصوص بارش نیز مقدار متوسط سالانه آن قبل از شروع خشک‌سالی‌ها مقدار ۳۱۷ میلی‌متر را نشان می‌دهد که این مقدار در ۱۵ سال اخیر به رقم ۲۶۸/۴ میلی‌متر رسیده که با تغییر ۱۵/۳درصدی همراه است. بررسی علت اینکه آیا تغییر در میزان بارش و تبخیر در دریاچه در مقیاس محلی رخداده یا منطقه‌ای، نیازمند پژوهش بیشتری در این زمینه است، اما شاید بتوان این فرض را پذیرفت که ازآنجاکه دریاچه و تالاب‌های پیرامون آن به‌عنوان عوامل تعدیل‌کننده اقلیم عمل می‌کنند که به‌موازات کاهش وسعت دریاچه و تالاب‌ها، کاهش خروج گرما از محیط به‌صورت گرمای نهان، بر دمای محیط افزوده می‌شود در این شرایط به‌موازات گرمای تخلیه‌شده به محیط مقدار تبخیر افزوده‌شده و تبخیر بیشتر نیز بر کاهش وسعت دریاچه اثر گذاشته و این اثرات به‌صورت یک چرخه

بازخوردی در محیط عمل می‌کنند. این تغییرات در مقایسه با اثر عوامل انسانی که تأثیر شگرفی را بر میزان آب سطحی ورودی به دریاچه داشته، سبب تغییرات جزئی در تراز آب دریاچه دانست و این عوامل طبیعی را فقط می‌توان یک‌روند معمول در تغییرات اقلیم‌شناسی منطقه محسوب کرد نه به‌عنوان عامل مخرب و مسبب اصلی خشک شدن دریاچه ارومیه. به‌عبارت‌دیگر روند فعلی کاهش تراز آب دریاچه ارومیه به میزان قابل‌توجهی مستقل از متغیرهای اقلیمی است.

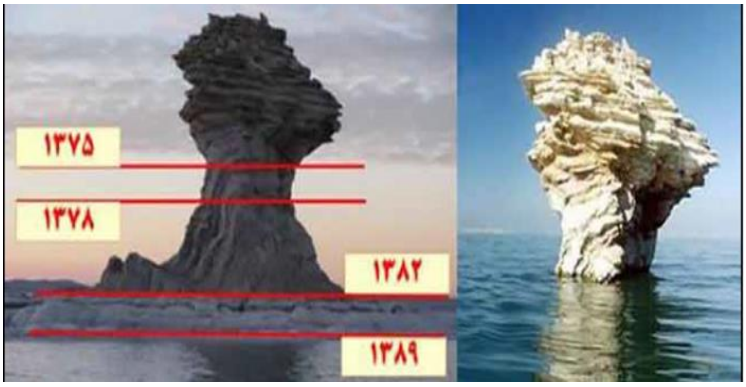


شکل ۱۰: طرحواره علی و معلولی متغیرهای ورودی به دریاچه ارومیه در مدلVensim (عباسی، ۱۳۹٤)

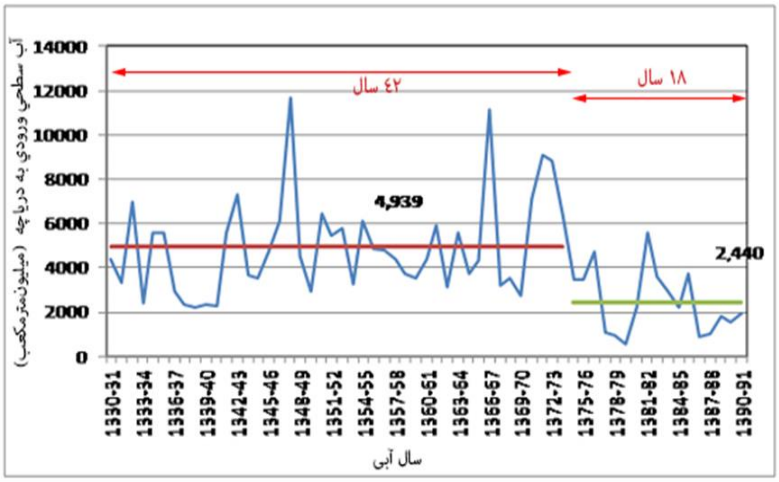


شکل۱۱: تأثیر متغیرهای اقلیمی بر روند تراز آب دریاچه ارومیه (عباسی، ۱۳۹٤)

بررسی مدل‌سازی اثرات نسبی فاکتورهای مختلف روی کاهش سطح آب دریاچه ارومیه نشان داده که ۶۵٪ تغییرات به دلیل کاهش جریان ورودی است که ناشی از انحراف جریان‌های بالادست برای مصارف کشاورزی بوده است.در این زمینه احداث سدها ۲۵٪ و کاهش بارش ۱۰٪ نقش داشته اند. متوسط بارش سالانه حوضه از ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۶ حدود ۲۳۵ میلی‌متر بوده و با نوسانی حدود ۴۴۰ میلی‌متر در ۱۹۶۸ به کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر در سال ۲۰۰۰ رسیده است (حسن زاده،۲۰۱۱). علوی‌پناه و همکاران(۱۳۸۴)، در بررسی کیفیت آب در دو سوی میان‌گذر شهید کلانتری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تأثیر میان‌گذر را بر تغییرات کیفی آب موردمطالعه قراردادند. نتایج حاصل از مطالعه پروفیل بازتاب‌های طیفی، اختلاف قابل‌توجهی را در توزیع پارامترهای کیفی آب در دو سوی میان‌گذر نشان داد که آن را ناشی از عدم ارتباط هیدرولیکی کامل میان دو سوی میان‌گذر دانسته اند.



شکل ۱۲: تغییرات ارتفاع آب دریاچه ارومیه از ۱۳۷۵تا ۱۳۸۹(حسن زاده،۲۰۱۱)



شکل ۱۳:آب سطحی ورودی به دریاچه ارمیه(میلیون متر مکعب) در سال های آبی مختلف (حسن زاده،۲۰۱۱)

بررسی و پایش تغییرات آب دریاچه ارومیه و میزان ارتباط آن با تغییرات اقلیمی و هیدرولوژی منطقه شایان اهمیت است. هرچند بیشتر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، به واکاوی تغییرات تراز دریاچه‌ها با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و تأثیر فعالیت‌های انسانی معطوف می‌باشد.

چراکه صاحب‌نظران بر این باورند که ارتباط تنگاتنگی میان چرخه هیدرولوژی و سیستم اقلیمی وجود دارد و نوسانات تراز دریاچه‌ها را می‌توان به‌واسطه این عوامل تجزیه‌وتحلیل کرد. لذا با توجه به وجود تناقض در نتایج حاصل از تحقیقات پیشین، لزوم مطالعات جامع و همه‌جانبه درزمینه شناسایی دقیق میزان تأثیرگذاری عوامل انسانی و طبیعی بر کاهش سطح آب دریاچه ارومیه ضروری به نظر می‌رسد.

تعیین روابط درونی عوامل با روش دیمتل فازی

با توجه به فرض مسئله مبنی بر وابستگی میان عوامل مؤثر بر "خشک شدن دریاچه ارومیه" روابط درونی آن‌ها با روش دیمتل فازی محاسبه و نتایج حاصل ارائه گردید. ماتریس ارتباطات عوامل مؤثر جهت تعیین ضرایب وزنی به روش F.D.ANP مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲: ماتریس روابط مستقیم فازی معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه

	C1			C2			C3			C4		
C1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۲	۰/۵۴۲	۰/۷۵۰	۰/۲۵۰	۰/۴۵۸	۰/۶۲۵	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۵۰
C2	۰/۲۵۰	۰/۴۱۷	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۵۸	۰/۶۶۷	۰/۷۵۰	۰/۴۱۷	۰/۶۲۵	۰/۷۹۲
C3	۰/۲۵۰	۰/۴۱۷	۰/۵۴۲	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۸۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۲	۰/۵۰۰	۰/۶۲۵
C4	۰/۲۰۸	۰/۳۷۵	۰/۵۰۰	۰/۶۶۷	۰/۹۱۷	۰/۹۵۸	۰/۷۰۸	۰/۹۵۸	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

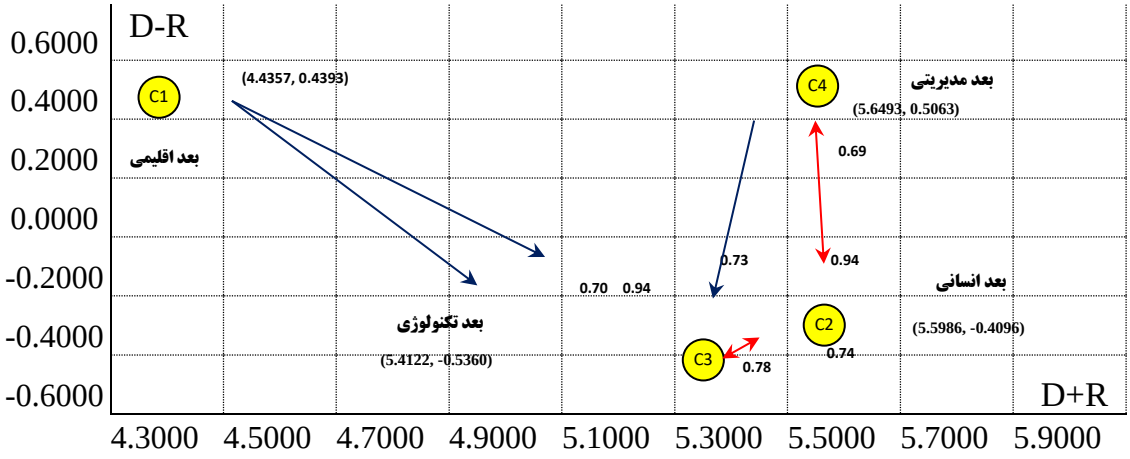
جدول ۳: ماتریس رابطه کلی معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه

	C21			C22			C23			C24		
C1	۰/۰۴۹	۰/۲۶۸	۰/۹۲۳	۰/۱۸۸	۰/۵۹۶	۱/۶۰۷	۰/۱۸۰	۰/۵۷۷	۱/۵۱۵	۰/۱۵۵	۰/۵۱۰	۱/۴۴۱
C2	۰/۱۵۷	۰/۴۴۱	۱/۰۶۰	۰/۱۲۰	۰/۴۷۴	۱/۳۴۰	۰/۲۸۲	۰/۶۸۷	۱/۵۰۷	۰/۲۳۲	۰/۵۸۴	۱/۴۱۳
C3	۰/۱۴۶	۰/۴۱۵	۱/۰۵۱	۰/۲۲۷	۰/۶۲۹	۱/۵۵۵	۰/۱۰۵	۰/۴۳۶	۱/۲۴۸	۰/۱۷۸	۰/۵۱۹	۱/۳۴۸
C4	۰/۱۶۸	۰/۵۰۳	۱/۱۹۱	۰/۳۷۳	۰/۸۵۷	۱/۸۱۰	۰/۳۹۷	۰/۸۷۴	۱/۷۵۱	۰/۱۲۳	۰/۴۸۲	۱/۳۴۷

جدول٤: ماتریس ارتباطات دیفازی‌شده معیارهای اصلی به روش **CFCS**

۰/۶۴۳۲	حد آستانه	C1	C2	C3	C4
بعد مدیریتی	C1	۰/۳۷۱	۰/۷۲۶	۰/۶۹۹	۰/۶۴۱
بعد انسانی	C2	۰/۵۲۷	۰/۵۹۶	۰/۷۷۸	۰/۶۹۳
بعد تکنولوژی	C3	۰/۵۰۷	۰/۷۴۳	۰/۵۵۴	۰/۶۳۴
بعد اقلیمی	C4	۰/۵۹۴	۰/۹۳۸	۰/۹۴۳	۰/۶۰۳

در ماتریس ارتباطات فوق، میزان اثرگذاری و اثرپذیری معیارهای اصلی بر یکدیگر محاسبه و جهت بررسی بهتر از نمودار علی استفاده شد. در نمودار(شکل ۱۵) روابط پراهمیت‌تر با توجه به حد آستانه شناسایی و تأثیرات آن‌ها به‌صورت پیکان در محور مختصات نشان داده شد.



شکل ۱۵: نمودار علی (نقشه شبکه روابط درونی) معیارهای اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه

جدول ۵:ترتیب خالص عناصر دیفازی شده عوامل اصلی تأثیرگذار بر خشک شدن دریاچه ارومیه

نوع عوامل	D-R	اولویت‌بندی بر اساس شدت اثرگذاری/ اثرپذیری خالص در سیستم	D+R	اولویت وزنی و اهمیت نهایی در سیستم	رتبه
تأثیرگذار	۰/۵۰۶۳	بعد مدیریتی	۵/۶۴۹۳	بعد مدیریتی	۱
	۰/۴۳۹۳	بعد اقلیمی	۵/۵۹۸۶	بعد انسانی	۲
تأثیرپذیر	-۰/۴۰۹۶	بعد انسانی	۵/۴۱۲۲	بعد تکنولوژی	۳
	-۰/۵۳۶۰	بعد تکنولوژی	۴/۴۳۵۷	بعد اقلیمی	۴

با توجه به محدودیت فضا، ماتریس ارتباطات دیفازی شده نتایج حاصل از آن در سطح زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه ارائه شد (حد آستانه: ۰.۰۴۴۵).

جدول ٦:مقایسات زوجی جهت اولویت‌بندی معیارهای اصلی

روش گوگوس و بوچر نرخ ناسازگاری به			۰/۰۲۱۵۶۳	CRg		۰/۰۰۲۷۹۹۶	CRm	
مدیریتی C4			تکنولوژی C3			انسانی C2			اقلیمی C1			میانگین هندسی
۰/۹۶۳	۰/۶۴۸	۰/۴۶۰	۱/۱۶۵	۰/۸۴۲	۰/۶۶۱	۰/۸۲۳	۰/۶۳۷	۰/۵۱۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	C1
۱/۲۸۵	۰/۹۱۸	۰/۵۸۹	۱/۸۳۰	۱/۲۶۰	۰/۸۴۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۹۳۵	۱/۵۷۰	۱/۲۱۵	C2
۱/۴۸۴	۰/۸۹۱	۰/۶۲۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۱۷۸	۰/۷۹۴	۰/۵۴۷	۱/۵۱۳	۱/۱۸۸	۰/۸۵۸	C3
۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۶۰۲	۱/۱۲۲	۰/۶۷۴	۱/۶۹۸	۱/۰۸۹	۰/۷۷۸	۲/۱۷۲	۱/۵۴۳	۱/۰۳۸	C4

جدول ۷: محاسبات درجه بزرگی Si ها و وزن نهایی معیارهای اصلی خشک شدن دریاچه ارومیه

وزن	معیار	Si کمترین درجه بزرگی		Siمقادیر مقایسه‌ای		Si			
۰/۱۷۲۶	C1	۰/۵۸۷۱	V(S1 ≥ S2 , S3, S4)	۰/۵۸۷۱	V(S1 ≥ S2)	۰/۳۰۸۴	۰/۱۸۹۵	۰/۱۲۱۹	S1
				۰/۷۸۸۵	V(S1 ≥ S3)				
				۰/۵۹۸۹	V(S1 ≥ S4)				
۰/۲۹۳۶	C2	۰/۹۹۸۸	V(S2 ≥ S1 , S3 , S4)	۱/۰۰۰۰	V(S2≥ S1)	۰/۴۷۲۳	۰/۲۸۷۷	۰/۱۶۸۷	S2
				۱/۰۰۰۰	V(S2≥ S3)				
				۰/۹۹۸۸	V(S2 ≥ S4)				
۰/۲۳۹۹	C3	۰/۸۱۶۱	V(S3 ≥ S1 , S2, S4)	۱/۰۰۰۰	V(S3≥ S1)	۰/۴۰۴۰	۰/۲۳۴۷	۰/۱۳۹۹	S3
				۰/۸۱۶۱	V(S3≥ S2)				
				۰/۸۱۹۷	V(S3≥ S4)				
۰/۲۹۳۹	C4	۱/۰۰۰۰	V(S3 ≥ S1 , S2, S4)	۱/۰۰۰۰	V(S4≥ S1)	۰/۵۰۵۲	۰/۲۸۸۱	۰/۱۶۱۲	S4
				۱/۰۰۰۰	V(S4≥ S2)				
				۱/۰۰۰۰	V(S4≥ S3)				

جدول۸: ماتریس ضرایب وزنی زیرمعیارها نسبت به معیار مرتبط سطح بالایی (ضرایب وزنی بیرونی)

زیرمعیارهایی مدیریتی		زیرمعیارهای تکنولوژی		زیرمعیارهای انسانی		زیرمعیارهای اقلیمی	
C41	۰/۲۷۹۶	C31	۰/۳۳۱۷	C21	۰/۳۲۶۲	C11	۰/۲۷۰۳
C42	۰/۲۶۹۳	C32	۰/۲۰۹۳	C22	۰/۲۴۳۵	C12	۰/۲۲۷۳
C43	۰/۲۲۵۳	C33	۰/۲۱۶۸	C23	۰/۳۰۱۰	C13	۰/۲۶۳۶
C44	۰/۲۲۵۷	C34	۰/۲۴۲۲	C24	۰/۱۲۹۳	C14	۰/۲۳۸۸

جدول ۹: وزن نهایی معیارها و زیر معیارهای مؤثر خشک شدن دریاچه ارومیه

رتبه	وزن	کد	زیر معیارها	وزن	رتبه	کد	معیار	
۸	۰/۰۶۰۵	C11	کاهش باران	۰/۲۱۹۴	۳	C1	اقلیمی	عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه
۱۲	۰/۰۵۱۷	C12	کاهش سهم برف					
۵	۰/۰۷۳۶	C13	افزایش دما					
۱۴	۰/۰۳۳۷	C14	افزایش تبخیر					
۹	۰/۰۵۹۶	C21	حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش حد مجاز از آب چاه‌ها	۰/۲۲۰۱	۲	C2	انسانی	
۱۳	۰/۰۵۱۴	C22	افزایش سطح زیر کشت					
۱۰	۰/۰۵۵۴	C23	کشت محصولات با نیاز آبی بالا					
۱۱	۰.۰۵۳۶	C24	افزایش نیاز آبی به علت افزایش جمعیت استان‌های هم‌جوار	۰/۱۸۶۸	۴	C3	تکنولوژی	
۶	۰/۰۶۴۵	C31	احداث سدها					
۱۶	۰/۰۲۹۱	C32	احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق					
۱۵	۰/۰۳۱۱	C33	احداث بزرگراه و بروز عدم اختلاط آب					
۷	۰/۰۶۲۰	C34	عدم وجود الگوی آبیاری مناسب					
۳	۰/۰۹۰۱	C41	آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها	۰/۳۷۳۷	۱	C4	مدیریتی	
۱	۰/۱۰۴۱	C42	عدم اعتقاد مدیران به محیط‌زیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت					
۲	۰/۱۰۰۶	C43	عدم تدوین برنامه استراتژیک در حوزه نگهداشت دریاچه					
۴	۰/۰۷۹۰	C44	عدم یک برنامه مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه					

بحث و نتیجه گیری

بحث گرمایش جهانی بحث مهم سال‌های اخیر بوده و اکثر خشک‌سالی ها و یا خشک شدن بسیاری از رودها و دریاچه‌ها را به آن ربط داده‌اند.اما لازم است بررسی شود که آیا خشک شدن هر رود و یا دریاچه‌ای ناشی از گرمایش جهانی و افزایش دما بوده است؟نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شرایط دریاچه‌هایی که در نواحی خشک و نیمه خشکی همچون ایران قرارگرفته‌اند بسیار متفاوت‌تر از دریاچه‌های نواحی معتدل و مرطوب می‌باشد.در این نواحی،عامل تبخیر نمی‌تواند مهم‌ترین علت کاهش آب دریاچه و یا خشک شدن آن به‌حساب آید.گرچه،باید این

نکته را نیز اذعان نمود که افزایش دما و به‌تبع آن افزایش تبخیر در منطقه، محرک اولیه‌ی کاهش آب دریاچه بوده اما عامل اصلی نمی‌باشد. بسیاری از فعالیت‌های انسانی نظیر سدسازی،کشاورزی متکی بر آبیاری گسترده،انتقال آب دریاچه به فواصل دور جهت مصارف شهری و صنعتی و استحصال بی‌رویه آب از چاه‌های زیرزمینی در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌توانند مهم‌ترین عوامل خشک شدن دریاچه به شمار آیند.همان گونه که بسیاری از تحقیقات و مطالعات انجام‌شده در نواحی مختلف دنیا نشان می‌دهد چنانچه دریاچه‌ای در منطقه خشک و یا نیمه‌خشک واقع‌شده باشد و هیچ‌گونه زهکش خروجی نداشته باشد اگر تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار بگیرد خشک خواهد شد،(نظیر دریاچه‌های امریکا،افریقا و نواحی مرکزی آسیا).امروزه مدل‌های هیدرولوژیکی برای چنین دریاچه‌هایی (دریاچه‌های فاقد زهکش خروجی) طراحی‌شده که می‌توانند تغییر بیلان آب ورودی و خروجی دریاچه را در ارتباط با تغییرات اقلیمی محاسبه نموده و در پیش‌بینی تغییرات موجود و آتی بکار گرفته شوند. به طور کلی می توان عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه را بدین صورت طبقه بندی نمود: دریاچه ارومیه به طور نرمال از حدود ۱۳ تا ۱۵ سال گذشته شروع به خشک شدن کرده و سطح آب آن ۶ متر کاهش یافته است .همچنین تبخیر زیاد و برداشتهای غیرمجاز از منابع آبهای زیرزمینی سبب تشدید روند خشک شدن دریاچه شده است .احداث میانگذر دریاچۀ ارومیه تغییراتی در سیستم طبیعی دریاچه بوجود آورده است.این تغییرات تنها به اثرات شیمیایی و زیستی محدود نمی شود؛ بلکه عواقب دیگری نظیر تغییر در نحوه رسوب گذاری درداخل دریاچه و خشک شدن بخش هایی از دریاچه را بدنبال داشته است .براساس مطالعات انجام شده با استفاده از تصاویرماهواره ای در یک دورۀ چهارده ساله احداث جاده شهیدکلانتری تغییراتی در روند فرآیندرسوب گذاری طبیعی ایجاد کرده است که علاوه بر مختل کردن نظم طبیعی چرخۀ آب و پراکنش ته نشینی مواد معلق، تغییراتی در روند طبیعی و وضعیت اکولوژیکی دریاچه بوجود آورده است (نظریها،۱۳۸۱). با مقایسه پیامدهای احداث میانگذر خاکی شهیدکلانتری برروی دریاچۀ ارومیه و خاکریز گریت سالت لیک در ایالت یوتا آمریکا نتیجه گیری میشود که قسمت شمالی دریاچه بیشتر از آب شور و قسمت جنوبی از طریق بازشدگی تغذیه میشود. میزان شوری آب قسمت شمالی حدود ۲۴ تا ۲۶ درصد درصد و تقریباً دو برابر میزان شوری قسمت جنوبی میباشد .کارشناسان، مسوولان و فعالان زیست محیطی کشور در سال های اخیر علل مختلفی را برای روند خشک شدن دریاچه ارومیه مطرح کرده اند. در حوزه دریاچه ارومیه تاکنون ۳۷ سد زده شده است، ۱۲ سد در حال احداث است و ۴۰ سد نیز در حال مطالعه است یعنی در حوزه آبریز دریاچه ۹۰ سد در حال مطالعه و احداث وجود دارد،علاوه براین ۲۴ هزار و ۷۰۰ چاه غیر مجاز در حوزه آبریز دریاچه ارومیه وجود دارد که بیش از یک میلیارد و ۴۰۰ میلیون متر مکعب آب از سفره های زیرزمینی برداشت می شود و این پدیده ای نیست که امروز اتفاق افتاده باشد بلکه در دو تا سه دهه گذشته اتفاق افتاده که ما به آن بی توجهی کرده ایم .خشکسالی و کاهش ریزش باران، حفر چاه های غیرمجاز، برداشت های بی رویه از سفره های آب زیرزمینی، استفاده از روش های سنتی و ناصحیح آبیاری و در برخی مواقع سوء مدیریت ها از جمله دلایلی است که برای خشک شدن دریاچه ارومیه مطرح می شود .در سال های اخیر ۲۳ هزار حلقه چاه در اطراف حوضه آبریز دریاچه ارومیه حفر شده که از این تعداد ۱۸ هزار حلقه چاه غیر مجاز است. در دشت های حاشیه دریاچه ارومیه به علت کمبود آب، کشاورزان به منابع آب زیر زمینی روی آورده و به حفر چاه به ویژه در سمت شرق دریاچه ارومیه اقدام کرده اند .این در حالی است که برداشت بی رویه آب و استفاده نادرست از آن به علت استفاده از روش های سنتی و ناصحیح در آبیاری موجب تشدید خشک

شدن دریاچه ارومیه می شود .میانگین ظرفیت آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه حدود ۶ میلیارد و ۸۰۰ میلیون متر مکعب در سال است .حدود ۳ میلیارد و ۱۰۰ میلیون متر مکعب از این مقدار برای حفظ زیست بوم دریاچه موردنیاز است .از بقیه آن می توان به گونه ای کاملا پایدار برای توسعه کشاورزی و صنعتی، همچنین آب آشامیدنی استفاده کرد. اما در حال حاضر، برآورد می شود به طور میانگین تنها حدود یک پنجم مقدار آب مورد نیاز وارد دریاچه شده و بقیه آب از سرچشمه ها برای مصارف کشاورزی و صنعتی برداشت می شود. بسیاری از کارشناسان محیط زیست و مسئولان کشور براین باورند که خشک شدن دریاچه ارومیه عوارض جبران ناپذیری نه تنها برای استان های کشور بلکه برای کشورهای منطقه دارد.افزایش نمک و مواد شیمیایی معلق در هوا، تغییر زمان بندی فصل ها، کاهش دوره زراعت، بیماری های تنفسی، افزایش انواع سرطان ها و سقط جنین و ضررهای اقتصادی غیر قابل جبران از جمله پیامدهای احتمالی خشکی دریاچه ارومیه خواهد بود .کاهش سطح آب دریاچه ارومیه منجر به گردشگران ورودی به منطقه شده و درآمدهای اقتصادی مردم ساکن در نزیکی دریاچه را کاهش و در نهایت منجر به مهاجرت خواهد شد .بروز انواع بیماری ها در انسان، حیوانات و گیاهان، شیوع بیماری های چشمی، کاهش حاصلخیزی زمین های کشاورزی، برهم خوردن تعامل کمی و کیفی آبهای زیرزمینی منطقه و ضررهای اقتصادی غیر قابل جبران نیز از دیگر پیامدهای خشکی دریاچه ارومیه خواهد بود .حرکت ذرات نمک معلق در هوا به شهرها، روستاها و اراضی اطراف، کاهش سریع سطح آب های زیرزمینی در دشت های منطقه، کوچ مردم روستاها و شهرهای اطراف دریاچه ارومیه به سایر مناطق کشور نیز از چالش های ناشی از وضعیت فعلی دریاچه ارومیه هستند .از سوی دیگر خشک شدن ارومیه ریزگردهای نمکی را برای استان های ایران و همچنین کشورهای منطقه به ارمغان خواهد آورد همان گونه که خشک شدن دریاچه و تالاب های عراق پدیده ریزگردها را برای ایران و دیگر کشورها ایجاد کرد. با توجه به موضوع پژوهش مبنی بر ارائه مدل ارزیابی جهت بررسی عوامل مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه بر اساس تکنیک F.D.ANP ، نتایج پژوهش به‌اختصار شرح داده می‌شود. نتایج دیمتل فازی بیانگر آن است، که در بین عوامل اصلی مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه، بزرگ‌ترین و کمترینR+D به ترتیب مربوط به معیارهای "مدیریتی" و "اقلیمی" است که دارای بیشترین و کمترین تعامل با سایر معیارهای هم‌سطح خود می‌باشند. همچنین معیار "مدیریتی" با بیشترین دیفازی مثبت D-R، تأثیرگذارترین عامل در بین عوامل اصلی مؤثر بوده و دارای بیشترین اهمیت نسبی است و نقش کلیدی در خشک شدن دریاچه ارومیه ایفا می‌کند و درصورتی‌که در همین شرایط اقلیمی، زیرمعیارهای مطرح‌شده در بعد مدیریت در مدل مفهومی، در اولویت و توجه مدیران قرار می‌گرفت، به‌طورقطع خشک شدن دریاچه ارومیه با چنین ابعاد اتفاق نمی‌افتاد. معیار"تکنولوژی" دارای کمترین دیفازی D-R است و تأثیرپذیرترین معیار می‌باشد. به عبارتی این مؤلفه، مشکل اصلی مسئله موردنظر است و توسط معیار تأثیرگذار "مدیریت"قابل‌بهبود است. در تشریح این جمله می‌توان این‌گونه بیان نمود که مجموعه زیرمعیارهای بعد تکنولوژیکی که مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه می‌باشند در صورت توجه به مسائل مدیریتی به‌طور یقین به وجود نمی‌آمدند و این نقش مهم بعد مدیریت و اثرگذاری آن بر سایر عوامل را به‌وضوح نشان می‌دهد. در بین زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه، بیشترین و کمترین تعامل با سایر زیرمعیارها، به ترتیب مربوط به"حفر چاه غیرمجاز و استخراج بیش حد مجاز از آب چاه‌ها" و "کاهش سهم برف" است. نتایج حاکی از آن است که تأثیرگذارترین زیر معیار در خشک شدن دریاچه ارومیه "عدم تدوین برنامه استراتژیک در حوزه نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن" بوده است

که از اهمیت زیادی برخوردار است و در بروز این خشک شدن نقش مؤثری ایفا کرده است و بایستی در اولویت برنامه‌های اجرایی مدیران در این حوزه و سایر دریاچه‌های سطح کشور قرار گیرد. همچنین،زیر معیار "افزایش تبخیر" تأثیرپذیرترین زیر معیار در خشک شدن دریاچه ارومیه است که توسط تأثیرگذارترین زیر معیارها که همان "زیرمعیارهای مدیریتی" است، قابل‌کنترل بوده است و با برنامه‌ریزی مناسب می‌شد جلوی اثرات افزایش تبخیر را گرفت. فهرست کامل اولویت معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه طبق شدت اثرگذاری/ اثرپذیری خالص در سیستم،از بخش یافته‌های پژوهش قابل‌دسترسی است. نتایج حاصل از روش F.D.ANP جهت تعیین میزان اهمیت نسبی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر خشک شدن دریاچه ارومیه و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس ضرایب وزنی کسب‌شده حاکی از آن است، که در بین معیارهای اصلی، " بعد مدیریتی" در رتبه اول، "بعد انسانی" در رتبه دوم، معیار "بعد اقلیمی" در رتبه سوم و درنهایت "بعد تکنولوژیکی" ازلحاظ اهمیت نسبی در رتبه آخر قرارگرفته است(جدول ۹).در بین۱۶ زیرمعیار، عامل"عدم اعتقاد مدیران به محیطزیست و توجه به اهداف کوتاه‌مدت " ازلحاظ میزان اهمیت در رتبه اول، "عدم تدوین برنامه استراتژیک در حوزه نگهداشت دریاچه در سال‌های گذشته و به‌روزرسانی آن" در رتبه دوم، عامل"آینده‌پژوهی نامناسب در احداث سدها و سازه‌ها" در رتبه سوم، عامل"عدم یک برنامه مدیریت ریسک در شرایط بحرانی دریاچه" در رتبه چهارم و درنهایت "احداث بزرگراه و بروز کاهش عمق" در رتبه آخر قرارگرفته است. چهار زیرمعیاری که دارای بیشترین ضریب اهمیت نسبی است متعلق به بعد مدیریت است و این مسئله بیانگر اهمیت این بعد و زیرمعیارهای مرتبط با آن است. شاید در نگاه اول زیرمعیارهای بعد اقلیمی دلیل خشک شدن معرفی گردد. اما درست نیست زیرا این پژوهش نشان می‌دهد که مسائل اقلیمی اثرگذاری کمی بر سایر عوامل در سطح معیار و زیرمعیار دارد و نقطه قوت فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی در تعیین کمیت عوامل این است که اثرگذاری‌ها و اثرپذیری عوامل را در تعیین ضرایب وزنی تأثیر می‌دهد و این روش با توجه به وابستگی و عدم استقلال عوامل نسبت به یکدیگر در چنین مدل‌هایی بهترین پاسخ را در بردارد. همچنین درصورتی‌که همین شرایط اقلیمی با آگاهی مدیریتی و توجه به مدیریت استراتژیک و مدیریت ریسک توسط مدیران اجرایی اتفاق می‌افتاد این مسئله رخ نمی‌داد. در بخش یافته‌ها،ضرایب وزنی و رتبه‌بندی تمامی معیارها و زیرمعیارها ازلحاظ میزان اهمیت ارائه‌شده است. با توجه به شکل۱۳ می توان گفت در سال های اخیر میزان جریان آب ورودی به داخل دریاچه ارومیه به شدت کاهش یافته که در اثر احداث سد و میانگذر و غیره بوده است همچنین بررسی اولویت‌بندی زیرمعیارها نشان می‌دهد تمامی زیرمعیارهایی که بعد از ۴ زیرمعیار مدیریتی قرارگرفته است، به‌جز افزایش دما، کاهش باران و افزایش تبخیر همگی درصورتی‌که یک برنامه استراتژی صحیح تدوین می‌شد این عوامل رخ نمی‌داد یا اثرات بسیار کمتری داشت و این امر مؤید صحت تحقیق حاضر است. امید است برای سایر تالاب‌ها و دریاچه‌های کشور، در سطح مدیریت استراتژیک ، مدیریت ریسک تدوین گردد و این به چیزی جز اعتقاد مدیران به محیطزیست وابسته نیست که در این پژوهش رتبه نخست را به خود اختصاص داده است.

ازجمله مهمترین راهکارهای بازگرداندن دریاچه ارومیه به شرایط عادی عبارتند از:

۱- مشارکت دادن همه گروه های ذینفع در برنامه ریزی تخصیص منابع برای آینده دریاچه ارومیه کسب و کارهای متنوع و گروه های ذینفع سیاسی اطراف دریاچه ارومیه منافع متفاوتی دارند . این امر باید به رسمیت شناخته شود. ضروری است منافع این گروه های ذینفع در مذاکرات مربوط به

آینده دریاچه در نظر گرفته شـوند .طرح" برنامه توسـعه ملل متحد "به ایجاد این بسـتر کمک کرده است .بنابراین، بله، چارچوبی موجود است .و راهبری سیاسی می تواند از این بستر استفاده بیشتری به عمل آورد .جوامعی که از سیاست های توسعه ای دولت سود می برند باید در استفاده از آب عقیده خود را ابراز کنند .چند نمونه درخشـان از آنچه می توان انجام داد و تکرار کرد وجود دارد .این تجربه در تعدادی از تالاب های اقماری اطراف دریاچه ارومیه که درحال احیا شـدن هسـتند بوقوع پیوسـته اسـت. مکانهایی مانند :تالابهای قره قشلاق؛ نوروزلو؛ شورگل؛ دورگه سنگی؛ دورنا گل؛ سولدوز؛ قوری گل و کانیبرازان.

۲- توقف افزایش مصرف آب به عنوان منبعی رایگان و تعیین ارزش واقعی آن :ریشه استفاده نادرست از آب مبتنی بر برداشتی از جوامع محلی است که براساس آن آب یک" منبع رایگان "برشمرده می شود –پدیده ای که علمای اقتصـاد به آن به عنوان فاجعه عوام اشـاره می کنند .این که آب زیرزمینی در ایران باید رایگان باشد غیرقابل تصور است .زیرا منابع آب به قدر کافی وجود ندارد و به زودی کمتر نیز خواهد شـد .در حال حاضـر منابع آب سـطحی با قیمتی به مراتب کم تر از هزینه تهیه آن در اختیار کشـاورزان گذاشـته می شـود .گام نخسـت در تغییر تصـور نادرسـت درباره آب به عنوان یک" منبع رایگان"، می تواند شروع تعیین نرخی اقتصادی برای استفاده از آن به عنوان بخشی از رویکرد اثربخش و جامع مدیریت منابع آب و اراضـی باشـد. . این کار به ترغیب مدیریت و اسـتفاده عاقلانه از آن کمک خواهد کرد. با قیمت های درست آب، فعالیت های حاشیه ای کشاورزی سودی نخواهد داشت و این کار باعث بهینه سازی و رقابت سالم می شود. اما تنها قیمت گذاری کافی نیست. برای تضمین یکپارچگی مناسب و اتحاد منافع گروه های ذینفع در کل حوضه آبریز ارومیه، تجدید نظر، تنظیم و اجرای مجموعه ای درست از سیاستها و قوانین در چند بخش لازم خواهد بود. تدوین یک برنامه مناسب سرمایه گذاری برای ظرفیت سازی و تغییر ساختاری نیز مورد نیاز خواهد بود.

۳- متوقف کردن برداشت غیرقانونی آب: یکی از ابزارهای تعیین کننده در تغییر بازی به نفع بازگشت تعادل به موازنه آب کنترل برداشتهای غیرقانونی از آبخوان هاست. بهره برداری غیرقانونی در مورد برداشت از آب های سـطحی – که خود بخش قابل توجهی از "هدر رفتن" آب را تشـکیل می دهد، نیز صـدق می کند. و این نیز نیازمند پافشاری بر اجرا خواهد بود.

۴- تجدید نظر در اندیشه انتقال آب بین حوضه ای: کارشناسان محیط زیست به پنج دلیل برای عدم کارآیی این تفکر اشاره می کنند. اول، ساخت و مهم تراز آن تداوم بهره برداری آن بسیار گران خواهد بود. دوم اینکه، زمان بر خواهد بود. سـوم، این کار در حوضـه ای دیگر ایجاد مشـکل خواهد کرد، مگر اینکه بررسیهای عمیق و جامعی صورت گرفته و تغییرات اقلیمی نیز در نظر گرفته شود. چهارم، یک مشکل بوم شناختی نیز برای دریاچه ارومیه به وجود خواهد آورد .

پیشنهادهای راهبردی

۱) کنترل رشد جمعیت کل منطقه به ویژه کانون های شهری و روستایی پیرامون دریاچه

۲) تهیه برنامه های ساختاری – راهبردی برای کاربری اراضی منطقه به همراه ضوابط و مقررات دقیق ساخت و ساز و استقرار کاربری ها.

۴) اعمال دقیق مقررات ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه های بزرگ پیرامون دریاچه نظیر احداث سد، احداث شهرک های صنعتی و مسکونی، استقرار کشت و صنعت ها، کارخانه های سیمان و فولاد و نظایر آن.

۵) اعمال مدیریت دقیق بهبود مدیریت استفاده از آب و خاک حوضه.

۶) مطالعه و اعمال سیستم کشت متناسب با قابلیت اراضی و سازگار با منابع آبی منطقه.

۷) همکاری کلیه سازمانهای بین المللی و ملی در حفظ و حراست از این ذخیره گاه زیستکره.

منابع

Ahmadian, M.&Asghari, S. (2013). The Environmental consequences of reduced water levels in the Lake Urmia and its survival, *Journal of Territory*, (40): 81-96. (in persian)

Alavipanah, K., Khodaei, K. &Biglou, J. (2005). Study of satellite data efficacy on water quality in the Urmia lake causeway, *Physical Geography Research Quarterly*, (53): 57-69.(in persian)

Alden, M., Mortsch, L.&Scheraga, J. (2003). Climate Change and Water Quality in the Great Lakes Region: Risks, Opportunities, and Responses. *A Report prepared for the Great Lakes Water Quality Board of the International Joint Commission.*

Bates, B., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., &Palutikof, J. (2008). Climate change and water. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).*

Chang, D.Y. (1996). Theory and Methodology Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, (95): 649-655.

Chang, D.Y., Zhu, k.j.& Jing, Y. (1999). A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*,(116): 450-456.

Chen, J.F., Hsieh, H.N.&Do, Q.H. (2015). Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP andcomprehensive evaluation approach. *Applied Soft Computing*(28): 100–108.

Cil, I.&Turkan, Y.S. (2013). An ANP-based assessment model for lean enterprise transformation. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (64):1113–1130.

Eimanifar, A. &Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (Northwest Iran)a brief review,*Saline SystemsBioMed Central Ltd*, (3:5): 1-8.

Faezeh, A., Azizi, Gh.,Karimi. M.&Nazif, S.(2014). Assessment of climate change`s portion on declining water level in Urmia lake, *Thesis of M.A. in Climatology, Faculty of Geography, University of Tehran.*

Fathian, F., Morid, S.&Arshad, S.(2013). Trend Assessment of Land Use Changes Using Remote Sensing Technique and its Relationship with Streamflows Trend (Case Study: The East Sub-Basins of Urmia Lake), *Journal of Water and Soil*,(27):642-655.

Gogus, O.&Boucher, T.O.(1998). Strong transitivity and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, (94):1-133.

Golabian, H., 2010. Urumia Lake: Hydro-Ecological Stabilization and Permanence Macro-engineering Seawater in Unique Environments. *Berlin, Springer-Verlag.* 365-397.

Hassanzadeh,E.,Zarghami,M.&Hassanzadeh, Y.(2012). Determining the main factors in declining the urmia lake level by using system Dynamics Modelling,*Journal of water Resource Management*, 26(1):129-145.

Hoseinpour, M., FakheriFard, A.&Naghili,R. (2010). Death of Urmia Lake, a Silent Disaster Investigating of causes, results and solutions of Urmia Lake drying, *The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran*, 26-28.

Jeng, D.J.F.&Tzeng, G.H., (2012). Social influence on the use of Clinical Decision Support Systems: Revisiting the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology by the fuzzy DEMATEL technique. *Computers & Industrial Engineering*,(62): 819–828.

Kadioglu, M., Sen, Z. &Batur, M.(1997). The great test soda-water Lake in the world and how it is influenced by climatic change, *Ann Geophysical,Springer Verlag,*(15): 1489-1497.

Kahraman, C., Ertay, T., &Büyüközkan, G. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *European Journal of Operational Research,*(171): 390–411.

Kebede, S., Y, Travi, T. Alemayehu & Marc V. (2006). Water balance of Lake Tana and its sensitivity to fluctuations in rainfall, Blue Nile basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology,* (316): 233-247.

Koushki, R.(2013). Assessing the portions of each parameter on decline of the Lake's water level in different years, *Lake Urmia Conference, Berlin Centre for Caspian Region Studies (BC CARE)*.

Leung, L.C.&Cao, D., (2000). On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. *Europen Journal of Operational Reasearch,* 124(1)

Lin, C.J.& Wu, W.W.(2008). A causal analytical method for group decision making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications,*(34): 205-213.

Nasiri, K.K., Modiri, M.&Hashemzadeh, G.(2015). Assessment Model for Implementing a Lean Transformation in Enterprise Based on the Fuzzy Anp, Fuzzy Dematel and Fuzzy Vikor, *journal of modiriat-e-farda*, 42 (13): 129-156.(in persian)

Nazmfar, H., Fathi, M.&Khaligi, M.(2014). Effects of water level fluctuations in Lake Urmia in Iran on the bio-ecology of the North West using telemetry data, *Geography and Environmental Planning*, 26(3): 193-208.(in persian)

Opricovic, S.&Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(5): 635–652.

Reza, K., &Vassilis, S. M.(1998). Delphi hierarchy process (DHP): A methodology for priority setting derived from the Delphi method and analytical hierarchy process,*European Journal of Operational Research*, (697): 947–914.

Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. *Pittsburgh: RWS Publications.*

Saaty, T.L. (2002). Decision making, scaling, and number crunching, *Journal of Decision Sciences*,(20): 404-409.

Shariatmadari1, A.,Abbaspour, M.,Abedi, Z.,Vafaeenejad, A.& Tabatabai, R. (2015).Assessment of the environmental condition of Lake Urmia by combining DPSIR framework and productivity model (Ishikawa), *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, Vol. 6 (6): 596-600.

Sima, S., and Tajrishy, M. (2014). Developing water quality maps of a hyper-saline lake using spatial interpolation methods, *Sharif University of Technology, ScientiaIranica, Transactions A: Civil Engineering*, 22(1): 30-46.

United Nations Environment Program (UNEP).(2012). the drying of Iran's Lake Urmia and its environmental consequences.*Report*.

Wang, Y., Jung, K.A., Yeo, G.T.& Chou, C.C. (2014). Selecting a cruise port of call location using the fuzzy-AHP method: A case study in East Asia. *Tourism Management,*(42): 262-270.

Yüksel, I.&Dağdeviren, M., (2010). Using the fuzzy analytic network process (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case study for a manufacturing firm. *Expert Systems with Applications*, (37): 1270–1278.

Zarghami, M. (2011). Effective watershed management; Case study ofUrmia Lake, Iran, *Lake and Reservoir Management*,(27):87–94.