بررسی اثرات تغییرات بارش و خشکسالی بر اکوسیستم دریاچه زریوار

نادر فلاح[۱]، امیر گندمکار[۲]*، علیرضا عباسی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰

چکیده

حوضه‌های آبی و تالاب ها به واسطه وجود آب متنوع‌ترین اکوسیستم‌های کره زمین از نظر زیستی می‌باشند. آنها در سرتاسر کره زمین گستـرده شده‌اند و نقش مهمی در چرخه آب دارند. با توجه به اهمیت این موضوع پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات بارش و خشکسالی در دریاچه زریوار و اثرات آنها بر اکوسیستم دریاچه صورت پذیرفته است. در این راستا از آمار بارش سالانه ایستگاه دریاچه زریوار طی دوره آماری ۱۳۹۷-۱۳۷۸ استفاده شده است. پس از سنجش بهنجاری داده ها با استفاده از آزمون اندرسون دارلینگ مشخص شد که توزیع نابهنجار دارند، لذا برای محاسبه روند آنها از آزمون ناپارامتری من- کندال استفاده شد. جهت بررسی خشکسالی دریاچه از شاخص SIAP استفاده شد. طبق نتایج به دست آمده بارش طی دوره مورد مطالعه فاقد روند بوده است. بررسی های خشکسالی نیز نشان داد که سال های ۱۳۸۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ جزو سال های خشک دریاچه بوده است. سایر سال ها نیز شرایط بسیارخشک بر دریاچه حاکم بوده است. خشکسالی های رخ داده سبب تأثیرات منفی بر فعالیت های اطراف دریاچه از جمله کشاورزی، دامپروری و پرورش آبزیان، گردشگری دارد و فعالیت افراد فعال شاغل در این بخش ها کاهش چشمگیری پیدا می کند. در مقابل، سال ۱۳۹۷ سالی بسیار پربارش بوده و سبب سرریز و جاری شدن آب در رودخانه زریوار و همچنین تقویت و تغذیه آب زیرزمینی دشت جنوب دریاچه و بالا بردن کیفیت آب در مسیر رودخانه شده و نقش بسزایی در احیا و تقویت اکوسیستم دریاچه دارد.

کلمات کلیدی: اکوسیستم، بارش، خشکسالی، دریاچه زریوار

[۱] گروه جغرافیا، واحد نجف¬آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف¬آباد، ایران.
[۲] گروه جغرافیا، واحد نجف¬آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف¬آباد، ایران.
[۳] گروه جغرافیا، واحد نجف¬آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف¬آباد، ایران

مقدمه

تالاب ها دارای سیستم اجتماعی- اکولوژیکی پیچیده ای هستند. در یک قرن اخیر تأثیر فعالیت های انسانی روی اکوسیستم های آبی افزایش یافته است. تا جایی که منجر به تخریب بسیاری از این اکوسیستم ها شده است. از آن جایی که آب به عنوان بستری برای انتقال فضولات و مواد آلاینده خانگی، کشاورزی و صنعتی محسوب می شود، این موضوع باعث انحطاط و تخریب هرچه بیشتر این منبع شده است (هاشمی، ۱۳۹۴). توان های محیطی و طبیعـــی از جمله منابع خدادادی و بزرگی هســـتند که در هـــر یک از مناطق کره زمین، نمونه هایی از آن ها وجود دارند. شناخت این توان ها که منابع غنی و بسیار مهمی در بسیاری از زمینه ها، شامل کشـــاورزی، اقتصاد، گردشـــگری، ورزش و غیره هستند، می تواند ما را در جهت توســـعه و گســـترش این مناطق همراه بـــا بهره برداری بهینه و مفیـــد از آن ها یاری دهد. یکی از این توان های طبیعی، دریاچه ها هســـتند که نمونه های متفاوتی از آن ها را با قابلیت های گوناگون در سراســـر کشـــور می توانیم پیدا کنیم. شـــناخت انواع توان های محیطی، از جمله دریاچه ها که بخشی از منابع غنی و بســـیار مهمی در بســـیاری از زمینه ها از جمله گردشگری، کشاورزی، اقتصـــاد و ... هســـتند، می تواند ما را در جهت توســـعه و گســـترش همراه با بهره بـــرداری بهینـــه و مفید از آنهـــا یاری دهد. دریاچه زریبـــار نیز از این قاعده مســـتثنا نیست و به عنوان یکی از زیباترین دریاچه های طبیعی منطقه حتی ایران، می تواند در توسعه ی اقتصادی، کشاورزی، گردشگری و هم چنین بســـیاری از زمینه های دیگر، برای منطقه و به خصوص شهرســـتان مریوان، مفید باشـــد (احمدی و درخشان، ۱۳۹۰). خشکسالی و تغییرات بارش از پدیده های زیان بار طبیعی است که انسان همواره با آن روبرو بوده است. این پدیده ها به شیوه های مختلف بر زندگی انسان تأثیر می گذارد. به جرأت می توان بیان نمود که مهمترین تأثیر آنها بر منابع آب می باشد. در این میان دریاچه ها و تالاب ها نیز از این اثرات بی نصیب نمانده اند و اکوسیستم آنها تحت تأثیر قرار می گیرد. پژوهش ها نشان می دهد که یکی از عوامل موثر بر افت تراز سطح آب دریاچه ها خشکسالی و کاهش بارش می باشد (السدون[۱] و همکاران، ۲۰۰۹). دریاچه ها در بین عوامل مختلف بیشترین پاسخ را به شرایط خشکسالی نشان می دهند (اهرن[۲] و همکاران، ۲۰۰۶). در رابطه با تالاب ها و دریاچه ها تاکنون مطالعاتی صورت گرفته است از جمله: ویتنر و روزنبری (۱۹۹۸) که خشکسالی تالاب پرایری را بررسی و خشکسالی را عامل اصلی خشک شدن این تالاب دانسته اند. ناندینتسیتیگ[۳] و همکاران (۲۰۰۷)، روند هشت نمایه

۱ _ Elsdon

۲ _ Aherne

۳ _ Nandinetsityg

بارندگی‌های فرین و شش نمایه دماهای فرین را در اطراف دریاچه مونگولیا به روش رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و به این نتیجه رسید که روزهای داغ و شب‌های گرم در منطقه مذکور در حال افزایش و روزها و شب-های سرد در حال کاهش می‌باشد، بارندگی نیز به تدریج در حال افزایش است. فیسچر [۱] و همکاران (۲۰۱۰)، در مطالعه روندهای دما و بارش با روش های آماری رگرسیون ومن کندال در حوضه رودخانه ژوجیانگ در جنوب چین نشان داد در دماهای سالانه و دوره های گرم روندهای معنی دار مثبت در مقابل در داده های بارش و دوره های سرد روند های منفی مشاهده شده است. هانگ[۲] و همکاران (۲۰۱۱) نوسانات آب دریاچه کاتن وود را بررسی و دریافتند تغییرات دما و بارش از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر سطح آب این دریاچه می باشد. ریتر[۳] و همکاران (۲۰۱۱)، تغییرات دما و بارش ۸۸ ایستگاه در حوضه دانوب را طی دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۰ و با استفاده از آزمون های من کندال و رگرسیون خطی بررسی کردند. نتایج نشان داد که دماهای فصول تابستان و پاییز افزایش قابل توجهی داشته اما در فصول زمستان و بهار میزان افزایش آن چشمگیر نبوده است. یو و همکاران[۴] (۲۰۱۲: ۳۲۶)، با استفاده از اطلاعات دما و بارش روزانه حوضه هیلونگ جیانگ و آزمون من کندال و روش رگرسیون خطی حداقل مربعات و تجزیه و تحلیل آماری هیدورولوژیکی به بررسی تغییرات دما و بارش در این حوضه پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که روندهای معنی دار دما افزایش داشته و بارش تنها در قسمت کمی از حوضه افزایش داشته است. کاراجیاندیس[5] (۲۰۱۲)، روند بارش های فرین اروپا را بررسی و دریافتند که بارشهای فرین منطقه دارای روند کاهشی، افزایشی و بدون روند بوده و با افزایش ارتفاع تعداد آنها نیز افزایش می یابد. ازینه[۶] و همکاران (۲۰۱۴) خشکسالی مدیترانه را با استفاده از شاخص های بارش استاندارد، شاخص سطح آب استاندارد و شاخص استاندارد پوشش گیاهی بررسی و به این نتیجه رسیدند که همبستگی بالایی بین شاخص های SPI، SWI وجود دارد الحاق و ژانگ[۷] (۲۰۱۸) خشکسالی بر پایه دو شاخص SPI و SDI، و تأثیر آن بر عملکرد ذرت خوشه‌ای در سودان را بررسی کردند. نتایج همبستگی مکانی بین محصولات SDI، SPI3 و بارندگی TRMM حاکی از آن بود که در اراضی کشاورزی همبستگی مثبت و معنی‌دار و در مناطق کوهستانی همبستگی منفی است. منتظری (۱۳۸۶) روند خشکسالی های اقلیمی زیرحوضه های زاینده رود را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه دست یافت که بارش زیر حوضه

۱ - Fischer
۲ - Huang
۳ - Reiter
۴- Yu

5- Karagiannidis
6- Ezzine
7 - Elhag & Zhang

های زاینده رود، در هیچ ماهی دارای روند معنادار منفی نیست و روند مثبت نیز فقط در ماههای فوریه، مارس، مه و ژوئن مشاهده می شود. همچنین اعمال آزمون ناپارامتری من-کندال بر روی ماتریس شاخص SPI مشخص شد که در ماههای ژانویه، آوریل، مه، ژوییه، اوت، اکتبر، نوامبر و دسامبر هیچ یک از زیر حوضه ها روند معناداری نشان نمی دهند. مهسافر و همکاران (۱۳۸۹: ۴۷) اثر تغییراقلیم بر بیلان آب دریاچه ارومیه را بررسی کردند. نتایج حاکی از افزایش سالانه دما و کاهش تراز آب دریاچه ارومیه می باشد. مقیمی و همکاران (۱۳۹۱) اثرات تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم دریاچه ارومیه را بررسی کردند. نتایج نشان داد عمق آب دریاچه ارومیه با تداوم خشکسالی ها پایین می رود. خورشید دوست و همکاران (۱۳۹۴) تغییرات بارش و دبی زیر حوضه های رودخانه های کرخه را بررسی کردند. نتایج نشان داد روند بارش در سری زمانی سالانه ایستگاه های شمالی حوضه افزایشی و در ایستگاه های جنوبی حوضه کاهشی است. اسمعیلی (۱۳۹۴) تأثیر خشکسالی را بر دریاچه ها بررسی کردند. نتایج نشان می دهد خشکسالی از نظر کمی و کیفی بر روی آب دریاچه تاثیر منفی گذاشته است. پورمحمدی و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی بیلان آبهای سطحی و زیرزمینی تحت تاثیر پدیده نوسانات اقلیم دشت تویسرکان پرداختند. نتایج نشان داد که بیلان دشت منفی و کسری مخزن به میزان ۲/۱۲- میلیون مترمکعب در سال آبی ۱۳۸۷ـ ۱۳۸۸ است . شفیعی و رائینی (۱۳۹۴: ۱۱۸) تأثیر خشکسالی و ترسالی را بر افت تراز سطح آب دریاچه پریشان بررسی کردند. نتایج نشان داد نمایه های خشکسالی بررسی شده به جز نمایه SPI رابطه معنادار با تراز آب دریاچه نشان دادند. مسماریان و مساح (۱۳۹۵)، تأثیر نوسانات اقلیم بر بیلان آب زیرزمینی دشت شهرکرد در دوره‌های آتی را بررسی کرد. نتایج نشان داد بارندگی سالانه در منطقهٔ مطالعه‌شده در دورهٔ ۲۰۱۵ـ ۲۰۲۹ به‌طور متوسط ۱۲ درصد افزایش و دمای سالانه به‌طور متوسط ۰/۴ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌یابد. فلاح و فلاح (۱۳۹۵: ۱) ارتباط دما و بارش دریاچه زریوار را با نوسانات آب این دریاچه بررسی کردند. نتایج نشان داد که جهش و روند افزایشی دما از سال ۱۹۹۳ ،کاهش بارش ودبی رودخانه ها از سال ۱۹۹۴ ،روند افزایشی ارتفاع سطح ایستابی و روند کاهشی سطح آب دریاچه زریوار با تاخیر چهار ساله، از سال۱۹۹۸ آغاز شده است. حیدریان و همکاران (۱۳۹۵: ۲۷۱) تغییرات عمق تالاب زریوار را بررسی و نتیجه گرفتند بازتاب طیفی نوار قرمز بیشترین همبستگی را با عمق آب داشت. تقیلو و همکاران (۱۳۹۶: ۱۷) توان ژئوتوریستی دریاچه زریوار را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد دریاچه، آسیب پذیری زیادی ازنظر ظرفیت اکولوژیکی دارد و توان گردشگری دریاچه در صورت مدیریت غیراکولوژیک و رعایت‌نشدن اصول

مدیریتی پایدار به مخاطره خواهد افتاد. گویلی و همکاران (۱۳۹۷: ۳۳۹) مدل های هوشمند را در پیش بینی نوسانات تراز سطح اب دریاچه زریوار مقایسه کردند. نتایج نشان داد از چهار مدل مذکور به صورت قابل ملاحظه‌ای عملکرد مدل WANN از مدل‌های دیگر در پیش بینی سطح آب دریاچه بهتر بود. پس از مدل WANNبه لحاظ صحت مقادیر شبیه‌سازی شده به ترتیب مدل‌هایANFIS ، GEPو ANNتعیین شدند. عزتی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر تغییرات دما و بارش بر بارش سالانه و ماهانه در دهانه سد طالقان با استفاده از داده های هیدرومتری و اقلیمی تاریخی بررسی کردند. نتایج نشان داد در حالی که بارش های کلی هیچ نوع روند نشان ندادند، هر دو دما و رواناب در فصل زمستان، به خصوص در ماه های فوریه و آوریل افزایش یافت. اکوسیستم تالاب ها دارای اهمیت بسزایی در زندگی مردم از جمله کشاورزی، گردشگری و ... می باشند؛ لذا مطالعه آنها و بررسی تأثیر عوامل و عناصر مختلف بر آنها ضرورت دارد. دریاچه زریوار با مساحتی در حدود ۳ هزار هکتار ترکیبی از آب، نیزار و حیات وحش در میان کوه های جنگلی و سر به فلک کشیده محصور شده و یکی از دریاچه های با ارزش غرب ایران و از قطب های گردشگری کشور محسوب می شود. این تالاب به دلیل مهاجرت فصلی تعدادی از پرندگان به عنوان یک اکوسیستم آبی مهم در چرخه حیات منطقه اهمیت داشته و به مثابه یک نگین زیبا، دارای توان بالقوه ای از نظر اکوتوریسم محسوب می شود. از این رو مطالعه حاضر با هدف بررسی اکوسیستم تالاب زریوار و تأثیر بارش و خشکسالی بر اکوسیستم این تالاب صورت گرفته است.

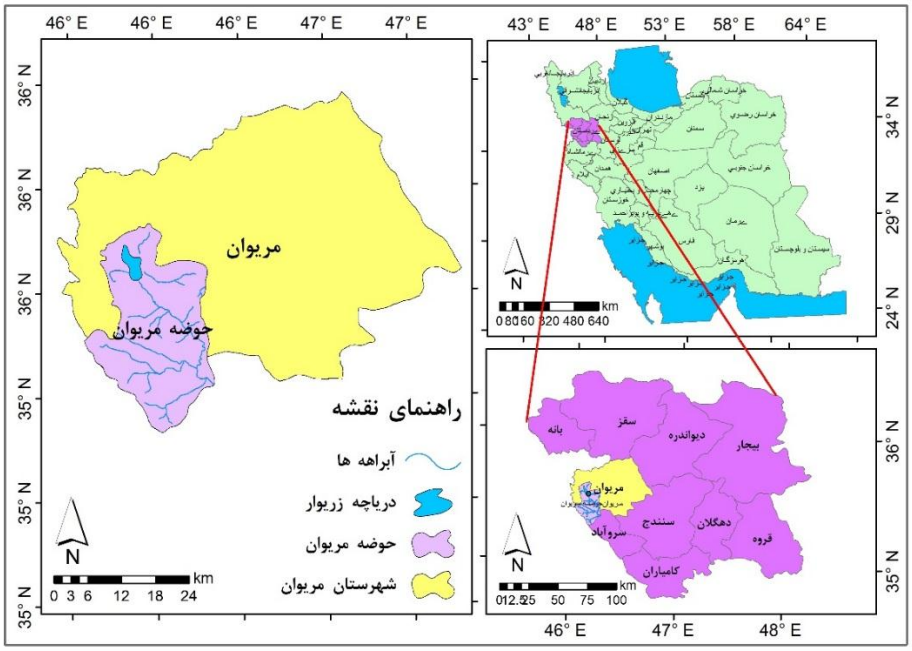
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

دریاچه آب شیرین زریوار یا زریبار در منتهی الیه گوشه غربی استان کردستان و در فاصله ۲ کیلومتری غرب شهر مریوان واقع و از مکان‌های دیدنی و گردشگری استان کردستان است. این دریاچه یکی از منحصر به فردترین دریاچه‌های آب شیرین در جهان به شمار می‌رود. این دریاچه یکی از مراکز زمستان گذرانی و جوجه آوری پرندگان مهاجر می‌باشد. حوضه آبخیز دریاچه زریوار با مساحت ۱۵۸۲۷ هکتار در موقعیت جغرافیایی طول شرقی"۵۱ '۰۴ °۴۶ تا "۳۰ '۱۵ °۴۶ و عرض شمالی "۲۳ '۲۸ °۳۵ تا "۳۰ '۳۶ °۳۵ در نزدیکی شهرستان مریوان در غرب استان کردستان قرار گرفته که شامل دو حوضه فرعی شهری با مساحت۵۰۰۰ هکتار و مریوان با مساحت ۱۰۸۲۷ هکتار است. حداکثر ارتفاع حوضه ۲۱۲۰ متر و حداقل ارتفاع آن در محل خروجی تالاب زریبار ۱۲۸۳ متر از سطح دریا می باشد. شیب متوسط حوضه۱۸/۲درصد است و تالاب زریبار کانون تمرکز رواناب های سطحی ۸ واحد هیدورلوژیکی حوضه زریوار است. بخش اصلی و

کاسه دریاچه به شکل کشیده با طول متوسط حدود ۴/۵ کیلومتر و عرض متوسط نزدیک به ۲ کیلومتر است. فرونشست محلی نسبتاً باریک و کشیده ای هم روند با رشته کوه ها و پهنه گسل اصلی زاگرس وجود دارد(صمد زاده، ۱۳۹۸: ۴۴۶). به این ترتیب مساحت کاسه دریاچه حدود ۸/۳ است که با حواشی نیزار جمعا حدود ۲۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. در شکل (۱) موقعیت این دریاچه در حوضه مریوان، شهرستان مریوان و استان کردستان نشان داده شده است.

پدیده جالب این حوضه، اکوسیستم آب شیرین دریاچه زریوار است که در نیمه غربی حوضه واقع شده است. تاکنون ۹۷ نوع پرنده، ۳۱ گونه پستاندار، ۱۳ گونه خزنده، ۱۱ نوع ماهی یک گونه مارماهی، پنج گونه فیتوپلانکتون و ۱۷ گونه زئوپلانکتون در تالاب بین المللی زریوار شناسایی شده است .

این دریاچه در ارتفاع ۱۲۸۵ متری از سطح دریا واقع شده ، طول دریاچه شش کیلومتر و عرض آن ۱۷۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و عمق متوسطش حدود ۳ متر است. مساحت آن حدود ۷۲۰ هکتار است. حجم آب دریاچه از ۵/۲۲ میلیون متر مکعب تا ۵/۴۷ میلیون مترمکعب در طول سال متغیر است. نکته قابل توجه در تشکیل این دریاچه وجود چشمه های آب شیرین در کف این دریاچه می باشد ، که تأمین کننده آب این دریاچه می باشد و به این خاطر زریوار را بزرگترین چشمه آب شیرین جهان عنوان نموده اند.



شکل ۱- نقشه موقعیت دریاچه زریوار در حوضه مریوان، شهرستان، استان و ایران

منبع: نویسندگان

داده ها و روش ها

پژوهش حاضر بر اساس ماهیت و روش از نوع توصیفی _موردی و تحلیلی است و بر اساس هدف پژوهش از نوع کاربردی می باشد. در این پژوهش به بررسی تغییرات بارش و خشکسالی در دریاچه زریوار و تأثیر آن بر اکوسیستم این دریاچه پرداخته شده است. بدین منظور از آمار بارش سالانه ایستگاه دریاچه زریوار طی مقطع زمانی ۱۳۹۷-۱۳۷۸ استفاده شده است. ابتدا بارش دریاچه از نظر آماری بررسی شد. سپس سنجش بهنجاری داده ها با استفاده آزمون اندرسون دارلینگ بررسی و مشخص شد که داده ها از توزیع غیرنرمال برخوردار می باشند. لذا از آزمون ناپارامتری من- کندال جهت بررسی روند داده ها استفاده شد. در ادامه به منظور بررسی خشکسالی دریاچه از شاخص SIAP و بدین صورت سالهای خشک و مرطوب دریاچه مشخص شد.

آزمون من- کندال

این آزمون ابتدا توسط من[1] (۱۹۴۵) ارایه و سپس توسط کندال [2](۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت (سرانو[3]، ۱۹۹۹، ۸۵). این روش بطور متداول و گسترده ای در تحلیل روند سری های هیدرولوژیکی و هواشناسی بکار گرفته می شود (لتنمایر[4]، ۱۹۹۴، ۵۸۶). از نقاط قوت این روش می توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری های زمانی ای که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی کنند اشاره نمود. اثر پذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری های زمانی مشاهده می گردند نیز از دیگر مزایای استفاده از این روش است (تورگی[5]، ۲۰۰۵). این آزمون برای تعیین تصادفی بودن و روند در سری ها استفاده می شود. در صورت وجود روند، داده ها غیرتصادفی بوده و برای تعیین تصادفی بودن داده ها از رابطه (۱) استفاده می شود (فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

رابطه (۱)
$$T=\frac{4P}{N(N-1)}-1$$

Tآماره من کندال و P مجموع تعداد رتبه های بزرگتر از ردیفniکه بعد از آن قرار می گیرند و از رابطه (۲) به دست می آید:

رابطه (۲)
$$p=\sum_{i-1}^{N-1} ni$$

این آماره برای N>10 به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $\frac{4N+10}{9N(N-1)}$ شبیه است .بنابراین آزمون معنی داری آن از رابطه(۳) قابل محاسبه می باشد :

[1] -Mann
[2]- Kendall
[3] -Serrano
[4]- Lettenmaier
[5]- Turgay

رابطه (۳)
$$(T)_t = \pm tg\sqrt{\frac{4N+10}{9N(N-1)}}$$

در این رابطهtg برابر با مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد (z) بر اساس احتمال ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می باشد. در صورت اعمال این مقدار، t(T)در این تحقیق برابر ۰/۳۱± می شود. حال با توجه به مقدار بحرانی به دست آمده اگر t(T)- <T<t(T) یعنی ۰/۳۱ - <T< ۰/۳۱+ باشد هیچ گونه روند مهمی در سری ها مشاهده نمی شود و سری ها تصادفی هستند و اگر t(T)- >T یعنی T<-۰/۳۱شد روند منفی در سری ها و اگر T> t(T) یعنی T> ۰/۳۱+ باشد روند مثبت در سری ها غالب خواهد بود. جهت شناسایی روند های جزیی و کوتاه مدت، نقاط جهش و نقاط شروع روند سری های زمانی از نمودار سری زمانی بر حسب مقادیر ui و 'ui استفاده می گردد. مراحل محاسبه این آماره ها به قرار زیر است:

۱ – داده ها به ترتیب وقوع ردیف می شوند و ترتیب زمانی داده ها را n در نظر می گیریم(علیزاده، ۱۳۸۶).

۲ - داده ها رتبه بندی می شوند که برای این منظور از آماره T(نسبت رتبه I به رتبه های ما قبل) استفاده می شود.

۳ – امید ریاضی E_i، واریانس V_iو شاخص من – کندال U_i براساس رابطه های زیر محاسبه می شوند:

رابطه (۴)
$$Ei = ni(ni-1)/4$$

رابطه (۵)
$$Vi = ni(ni-1)(2ni+5)/72$$

رابطه (۶)
$$Ui = (\sum ti - Ei)/\sqrt{V_i}$$

در روابط فوق ni ترتیب زمانی داده ها می باشد. این شاخص دارای توزیع نرمال است لذا جهت شناسایی معنی دار بودن از جدول منحنی استفاده می شود. برای بررسی تغییرات باید شاخص 'ui نیز محاسبه شود، مراحل محاسبه 'ui بدین شرح است:

۱ – داده ها رتبه بندی می شوند که برای این منظور از آماره'T (نسبت رتبه I به رتبه های ما بعد) استفاده می شود.

۲ – امید ریاضی E_i'، واریانس V_i'و شاخص U_i'از رابطه های زیر محاسبه می شود:

رابطه (۷)
$$Ei' = [N-(ni-1)](N-ni)/4$$

رابطه (۸)
$$Vi' = [N-(ni-1)](N-ni)[2(N-(ni-1))]+5/72$$

رابطه (۹)
$$Ui' = -(\sum ti' - Ei')/\sqrt{Vi'}$$

در روابط فوق N تعداد سال های آماری مورد استفاده می باشد در این روش مقادیر متوالی از مقدار ui و 'ui حاصله از آزمون من-

کندال به صورت گرافیکی نمایش داده می شود. محل تلاقی شاخص ui و 'ui با محدوده ی ۹۵ درصد اطمینان نشان دهنده تغییرات سری زمانی بوده و رفتار ui بعد از محل تلاقی، وضعیت روند (کاهشی یا افزایشی) سری را نشان می دهد(گوسنز و برگر[1]، ۱۹۸۶، ۳۸۵). زمانی که روند معنی داری در داده ها وجود داشته باشد، خطوط ui و 'ui همدیگر را قطع می کنند (عزیزی و روشنی، ۱۳۸۷، ۱۳). اگر مقادیر ui و 'ui از منحنی ها چندین بار روی هم قرار بگیرند روند یا تغییری وجود نخواهد داشت ولی در جایی که همدیگر را قطع می کنند منحنی ها محل شروع روند یا تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می گذارند. اگر منحنی ها همدیگر را در داخل محدوده (۱/۹۶ ±) قطع کنند نشانه زمان آغاز تغییر ناگهانی و در صورتی که خارج از محدوده بحرانی همدیگر را قطع کنند بیانگر وجود روند معنی دار در سری زمانی است. عدم تلاقی دو شاخص معرف عدم روند سری می باشد (فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

شاخص معیار بارندگی سالانه (SIAP):

خلیلی (۱۳۷۰) به منظور بررسی روند خشکسالی ها و ترسالی ها در گستره ایران شاخص معیار بارندگی سالانه را بصورت زیر ارائه نمود:

رابطه (۱۰)

در جدول (۱) رتبه بندی شاخص SIAP ارایه شده است.

جدول ۱- رتبه بندی شاخص SIAP

وضعیت خشکسالی	رتبه بندی خشکسالی
خیلی مرطوب	مساوی یا بیشتر از یک
مرطوب	۱+ تا ۰/۵+
نرمال	۰/۵+ تا ۰/۵-
خشک	۰/۵- تا ۱-
بسیار خشک	کمتر از ۱-

نتایج

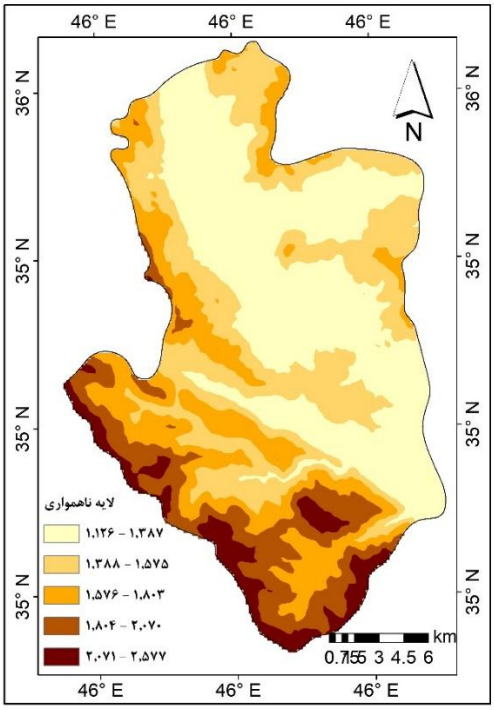
در جدول (۲) اطلاعات مربوط لایه ناهمواری و شیب حوضه ارایه شده است. در شکل (۲) نقشه ناهمواری حوضه مریوان ارایه شده است. همان گونه که مشاهده می شود قسمت های جنوبی حوضه از ارتفاع بیشتری برخوردار می باشد و قسمت های شمالی حوضه تا نواحی نزدیک جنوب حوضه از ارتفاع کمتری نسبت به جنوب حوضه برخوردار می باشد. در شکل (۳) نقشه شیب حوضه و در شکل (۴) نقشه جهت شیب این حوضه ارایه شده است. نقشه شیب حوضه نیز نشان دهنده ان است که در مناطق جنوبی حوضه که ارتفاع بیشتری دارا می باشند از شیب بیشتری هم نسبت به سایر قسمت های حوضه برخوردار می باشند.

1- Goossens & Berger

جدول ۲- اطلاعات لایه های ناهمواری و شیب حوضه مریوان

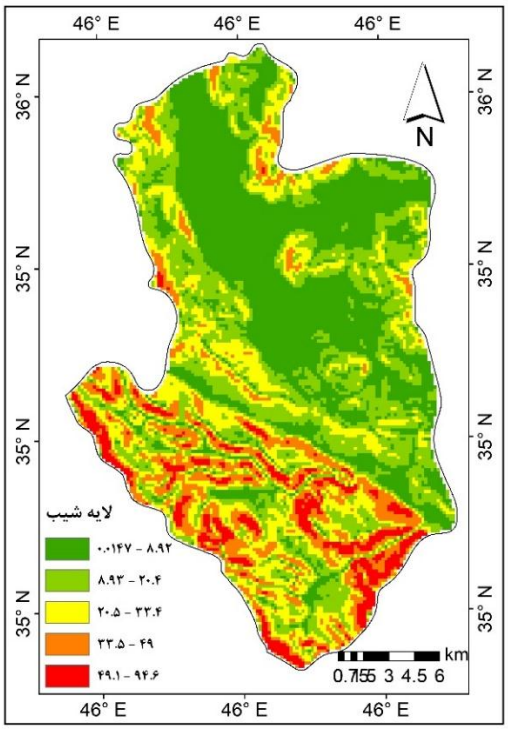
لایه ناهمواری	لایه شیب
۱۱۲۶-۱۳۸۷	۰/۰۱۴۷-۸/۹۲
۱۳۸۸-۱۵۷۵	۸/۹۳-۲۰/۴
۱۵۷۶-۱۸۰۳	۲۰/۵-۳۳/۴
۱۸۰۴-۲۰۷۰	۳۳/۵-۴۹
۲۰۷۱-۲۵۷۷	۴۹/۱-۹۴/۶

منبع: یافته های تحقیق



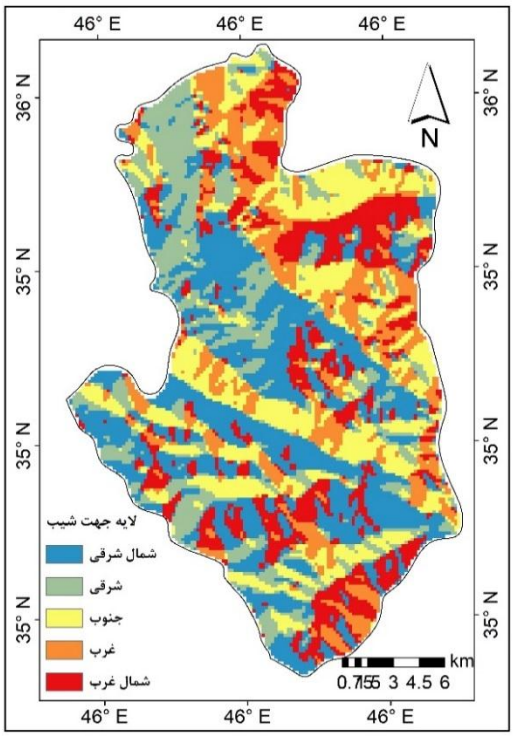
شکل ۲- نقشه لایه ناهمواری حوضه مریوان

منبع: یافته های تحقیق



شکل ۳- نقشه لایه شیب حوضه مریوان

منبع: یافته های تحقیق



شکل ۴- نقشه لایه جهت شیب حوضه مریوان

منبع: یافته های تحقیق

دریاچه زریوار به عنوان یک واحد اکولوژیکی و یک اکوسیستم آبی در کردستان پدیده ای بسیار زیبا و نادر می باشد. زریوار با قرار گرفتن در یک دره طولی نسبتاً وسیعی از دو طرف غرب و شرق با کوه های پوشیده از جنگل احاطه شده است . پوشش غالب اراضی در این منطقه را جنگل و بیشه زارهای نیمه انبوه تشکیل می دهند که گونه غالب جنگلی آن بلوط ایرانی بوده و در حالیکه سایر گونه های جنگلی دیگر مانند گلابی وحشی، زالزالک، بادام در شیب ها و نقاط مختلف آن خودنمایی می کند. بارندگی و دما دراین حوضه در جهت عکس هم عمل نموده و به همین علت زمستان، مازاد آب فراوان و تابستان نیاز آبی شدید احساس می شود.

مقادیر متوسط بارش ماهانه دریاچه زریوار در جدول (۳) درج شده است. همان گونه که مشاهده می شود بیشترین بارش در بهمن ماه با مقدار ۱۷۵/۸ میلیمتر و کمترین بارش در مردادماه با ۰/۸ میلیمتر رخ داده است. ویژگی های آماری بارش سالانه دریاچه زریوار بررسی و در جدول (۴) ارایه شده است. در شکل (۵) نیز توزیع فراوانی بارش نمایش داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود حداقل بارش سالانه این دریاچه ۴۶۱/۶ میلی متر و در سال ۱۳۷۹ رخ داده است. بیشترین بارش نیز در سال ۱۳۹۷ و با مقدار ۱۴۱۲/۸ میلی متر به وقوع پیوسته است. طی دوره آماری مورد مطالعه متوسط بارش ۸۴۲/۹ میلی متر و انحراف معیار بارش ۲۱۸/۵ بوده است. همان گونه که در شکل (۵) مشاهده می شود طی سال های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۶ مقدار بارش کمتر از سایر سال های مورد مطالعه بوده است. طی سال های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸، ۱۳۹۴، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ مقدار بارش بیشتر از میانگین سالانه بوده است. در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ نیز بیشترین مقدار بارش طی دوره آماری مورد مطالعه رخ داده است.

جدول ۳- مقادیر متوسط بارش ماهانه دریاچه زریوار

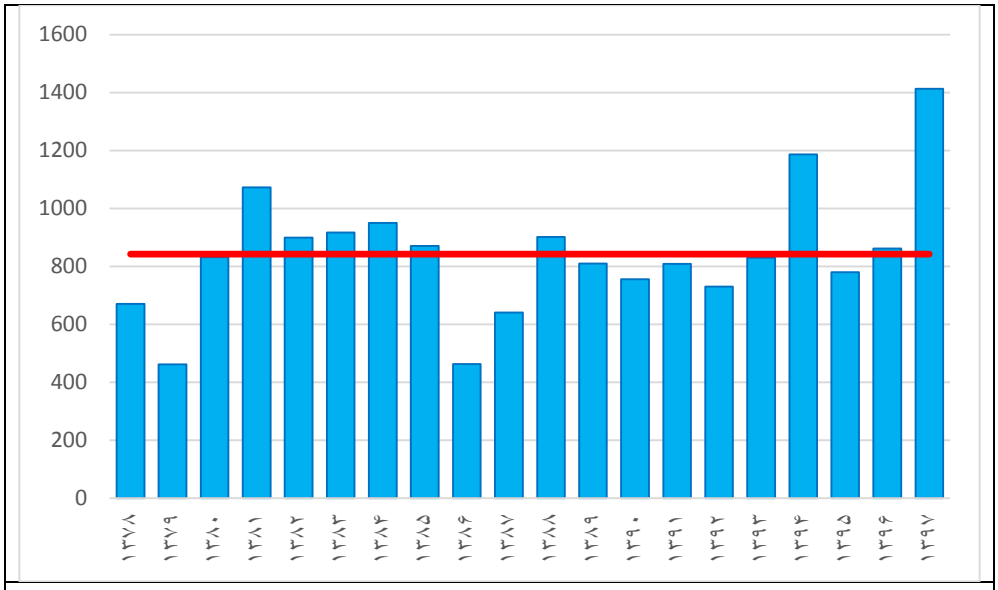
ماه	بارش	ماه	بارش	ماه	بارش	ماه	بارش
مهر	۱۲/۶	دی	۱۱۸/۹	فروردین	۹۹/۷	تیر	۱/۱
آبان	۱۰۵/۳	بهمن	۱۷۵/۸	اردیبهشت	۷۸/۱	مرداد	۰/۸
آذر	۱۱۸/۷	اسفند	۱۲۱/۱	خرداد	۶/۷	شهریور	۴/۱

منبع: یافته های تحقیق

جدول ۴- خصوصیات آماری بارش سالانه دریاچه زریوار

متوسط بارش سالانه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۸۴۲/۹	۴۶۱/۶	۱۴۱۲/۸	۸۴۲/۹	۲۱۸/۵

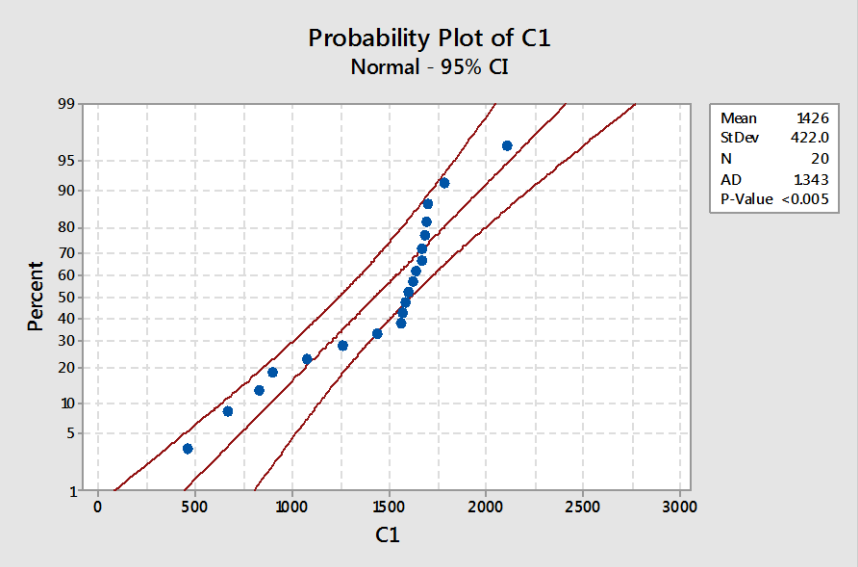
منبع: یافته های تحقیق



شکل ۵- توزیع فراوانی بارش دریاچه زریوار

منبع: یافته های تحقیق

جهت بررسی روند بارش دریاچه زریوار، ابتدا داده های بارش توسط آزمون اندرسون دارلینگ سنجش شدند. درشکل (۶) نیز نمودار نرمال سنجی آن ارایه شده است. با توجه به این شکل و همچنین مقدار آزمون اندرسون دارلینگ (۱/۳۴) می توان بیان نمود که بارش سالانه دریاچه زریوار از توزیع غیرنرمال برخوردار می باشد لذا ضرورت دارد تا از آزمون های ناپارامتری برای محاسبه روند استفاده شود.



شکل ۶- سنجش بهنجاری داده های مورد مطالعه توسط آزمون اندرسون دارلینگ

منبع: یافته های تحقیق

روند بارش سالانه دریاچه زریوار توسط آزمون من- کندال بررسی شد. در جدول (۵) نیز نتیجه آن ارایه شده است. با توجه به اینکه مقدار tg این آزمون در این پژوهش و برای دوره آماری مورد مطالعه ۰/۳۱ به دست آمد و مقدار روند ۰/۱۳ به دست آمده و بین ۰/۳۱± می باشد لذا نتیجه گرفته می شود که بارش دریاچه زریوار بدون روند می باشد.

جدول ۵- نتایج روند بارش دریاچه زریوار

مکان	روند بارش
دریاچه زریوار	۰/۱۳

منبع: یافته های تحقیق

رطوبت هوا و بارش های مناسب در این منطقه موجب ایجاد پوشش گیاهی زیبایی در این ناحیه شده است. وجود دریاچه زریوار در میان جنگل های انبوه و زیبای بلوط و گونه ها مختلف درختان جنگلی، سرزمین با شکوه را در غرب ایران پدید آورده است و آن را به مهم ترین جاذبه گردشگری غرب کشور تبدیل کرده است. همچنین وجود نیلوفر های آبی با گل های سفید در کنار های دریاچه و علف های هفت بند و نی های بلند در قسمت جنوب شرقی دریاچه منظره ای رویایی به زریوار بخشیده است.

دریاچه زریوار در نزدیکی شهرستان مریوان در استان کردستان قرار دارد، هوای منطقه در بهار و تابستان بسیار خنک و معتدل می باشد و در پاییز و زمستان هوای زریوار سرد و خشک می باشد. متوسط دمای حداقل و حداکثر در این حوضه به ترتیب ۵ و ۲۰/۱ درجه سانتیگراد می باشد.

جهت بررسی تغییرات جزیی و کوتاه مدت بارش نیز نمودار آن ترسیم و در شکل (۷) نشان داده شده است. طبق این نمودار بارش دریاچه زریوار در دوره آماری مورد مطالعه دارای یک دوره تغییرات تصادفی افزایشی طی سال های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ بوده است. از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ نیز سیر افزایشی پیدا کرده است.

شکل ۷- تغییرات جزیی و کوتاه مدت بارش دریاچه زریوار

منبع: یافته های تحقیق

بارش سالانه دریاچه زریوار توسط آزمون SIAP نیز بررسی شد تا سال های خشک و مرطوب آن شناسایی شود. نتایج این آزمون در جدول (۶) ارایه شده است. طبق این نتایج سال های ۱۳۸۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ از شرایط خشک و سایر سال های مورد مطالعه از شرایط بسیارخشک برخوردار بوده اند. در شکل (۸) نیز مقادیر به دست آمده از شاخص SIAP بر روی نمودار نشان داده شده است. در این نمودار مرز بین دوره خشک و بسیارخشک با دوره نرمال با خط قرمز شده است. بدین صورت که محدوده بین ۰/۵+ و ۰/۵- دوره نرمال، و مقادیر کمتر از ۰/۵- دوره خشک و بسیارخشک را نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می کنید تمام سالها شرایط خشک و بسیارخشک داشته اند و تنها سال ۱۳۹۴ اندکی به دوره نرمال نزدیک می باشد.

خشکسالی های رخ داده از نظر کمی و کیفی روی آب دریاچه تأثیر منفی گذاشته است. به طوری که مساحت دریاچه از ۱۸ کیلومترمربع به ۱۲ کیلومترمربع رسیده است. همچنین بر زندگی جانوری دریاچه نیز تأثیر گذاشته و سبب کاهش تعداد پرندگان بومی و غیربومی خواهد شد. از سوی دیگر سطح آب‌های زیرزمینی نیز کاهش داشته و با توجه به وابستگی که فعالیت‌هایی مانند آبزی پروری، کشاورزی و گردشگری با دریاچه زریوار دارند؛ خشکسالی اثرات منفی زیادی روی این فعالیت‌ها در محدوده دریاچه خواهد گذاشت. خشکسالی زراعت، دامپروری و پرورش طیور در روستاها را که وابستگی مستقیم به دریاچه دارند را تحت تأثیر قرار می‌دهد و دچار کاهش سطح زیرکشت می شوند. عدم تأمین آب کافی برای گیاهان باعث می شود شرایط جذب تمام عناصر مورد نیاز گیاهان فراهم نباشد و باعث

بروز کمبودهایی در رشد گیاهان می شود. در رابطه با دام و طیور نیز کاهش آب به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی دامپروری و پرورش طیور تأثیر می گذارد. همین امر موجب کاهش تعداد دام های خانوارها شده و معیشت آنها را تحت تأثیر قرار می دهد.

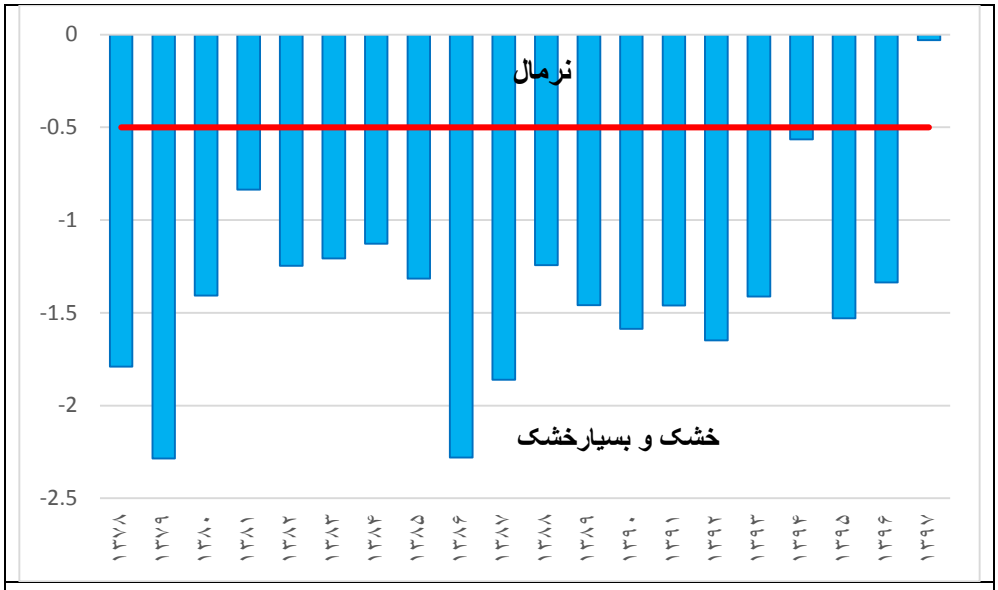
پرورش آبزیان یکی دیگر از مواردی است که تحت تأثیر خشکسالی قرار می گیرد. خشکسالی باعث کاهش تعداد مزارع پرورش ماهی و به‌دنبال آن کاهش صید و میزان تولید ماهی شده که هم بر زندگی اهالی بومی که معاش آنها وابسته به صید وصیادی در منطقه می باشد و هم بر ورود گردشگران به این محل اثرات منفی می گذارد.

اهمیت آب و تأثیر آن بر صنعت گردشگری بر همگان روشن و امری اجتناب ناپذیر است. با توجه به اینکه زریوار یکی از اصلی ترین جاذبه های گردشگری مریوان می باشد؛ لذا کمبود آب دریاچه گردشگری زریوار و مریوان را تحت تأثیر خود قرار می دهد و اثرات منفی در جذب گردشگر دارد.

جدول ۶- نتایج خشکسالی براساس شاخص SIAP

سال	SIAP	وضعیت	سال	SIAP	وضعیت
۱۳۷۸	-۱/۷۹	بسیار خشک	۱۳۸۸	-۱/۲۴	بسیار خشک
۱۳۷۹	-۲/۲۸	بسیار خشک	۱۳۸۹	-۱/۴۵	بسیار خشک
۱۳۸۰	-۱/۴	بسیار خشک	۱۳۹۰	-۱/۵۸	بسیار خشک
۱۳۸۱	-۰/۸۳	خشک	۱۳۹۱	-۱/۴۶	بسیار خشک
۱۳۸۲	-۱/۲۴	بسیار خشک	۱۳۹۲	-۱/۶۴	بسیار خشک
۱۳۸۳	-۱/۲	بسیار خشک	۱۳۹۳	-۱/۴۱	بسیار خشک
۱۳۸۴	-۱/۱۲	بسیار خشک	۱۳۹۴	-۰/۵۶	خشک
۱۳۸۵	-۱/۳۱	بسیار خشک	۱۳۹۵	-۱/۵۲	بسیار خشک
۱۳۸۶	-۲/۲۸	بسیار خشک	۱۳۹۶	-۱/۳۳	بسیار خشک
۱۳۸۷	-۱/۸۶	بسیار خشک	۱۳۹۷	-۰/۰۳	خشک

منبع: یافته های تحقیق



شکل ۸- توزیع فراوانی مقادیر شاخص SIAP

منبع: یافته های تحقیق

عوامل تهدید کننده دریاچه زریوار

عوامل انسانی

این عوامل را می توان چنین دسته بندی کرد (احمدی و درخشان، ۱۳۹۰):

اجتماعی: تغییر کاربری های زراعی به سایر کاربری ها، ورود فاضلاب های انسانی و مواد زائد روستاهای حاشیه به دریاچه، نبود شناخت کافی و درک روشن از مسائل زیست محیطی در میان اقشار جامعه، نپرداختن به مقوله آموزش به طور جدی و اصولی در ساختار برنامه ها، خصوصا سازمان حفاظت محیط زیست، شکار غیرقانونی پرندگان و پستان داران و ریختن غیراصولی بچه ماهی های پرورشی به داخل دریاچه (غیربومی)، تعدد مدیریت و ناهماهنگی نهادهای متولی (از جمله محیط زیست، شیلات، امورآب، شهرداری، جهادکشاورزی و ...)، منفعت طلبی های شخصی، افزایش روزافزون جمعیت، گسترش شهرنشینی، پیشرفت و توسعه صرفا یک بعدی و سریع، تولید مستمر انواع آلوده کننده ها و ...

اقتصادی: تخریب جنگل های اطراف دریاچه، حفر چاه های متعدد و بهره برداری بیش از اندازه از آن ها در اطراف دریاچه، فعالیت های غیراصولی تفریحی شامل ماهی گیری، شکار بی رویه، قایق رانی و ...، بهره برداری بدون ضابطه از منابع طبیعی.

کالبدی: دخالت های حریصانه بشر برای بهره برداری هرچه بیشتر، بدون توجه به ظرفیت مکان و میزان توانایی آن و در نتیجه، تغییر سیمای اطراف دریاچه، استفاده نامحدود بدون در نظرگرفتن نیاز آیندگان، و تبدیل شدن

دریاچه از یک اکوسیستم باز به اکوسیستم بسته در اثر احداث سد خاکی (فرجی، ۱۳۸۰).

عوامل طبیعی

این عوامل نیز به نوبـــه خود در افزایش مسائل و مشکلات این دریاچه نقش دارند، ولی به نظر می رســـد در رابطه با عوامل انسانی نقش کمرنگ تری دارند که اهم آن ها عبارت اند از:

- بارش های سنگین و رگباری که باعث افزایش رسوب ورودی به دریاچه می شوند.
- خشکسالی ها و کمبود بارش در فصول متفاوت سال که موجب کاهش آب ورودی می شود.

کمبود بارش های جوی باعث افت سطح آبخوان ها و در پی آن خشک شدن چشمه ها و چاه ها می شود. با توجه به اینکه مقداری از آب دریاچه زریوار از منابع آبی که از ته دریاچه می جوشد تأمین می شود لذا کمبود بارش ها بر آب دریاچه تأثیر گذاشته و باعث کاهش آب آن می شود.

- یخبندان ها و دماهای بســـیار پایین که باعث برهم زدن تعادل اکوسیستم دریاچه می شوند (احمدی و درخشان، ۱۳۹۰).

بحث و نتیجه گیری

از آنجا که تالاب ها در پست ترین نقاط حوضه های آبریز واقع شده اند لذا هرگونه عملکرد مثبت یا منفی، افزایش یا کاهش بارش، بر روی آنها تأثیر می گذارد. اکثر تالاب ها و حوضه های آبخیز کشور از مشکلات زیست محیطی رنج می برند و در بسیاری از موارد حتی کارکردهای آنها نیز خدشه دار شده است. یکی از مشکلات وارد شده به آنها مسأله کاهش بارش و خشکسالی و به طور کلی تغییراقلیم می باشد. تغییراقلیم باعث تغییر در مقدار بارش ها و در بسیاری از موارد کاهش بارش، تغییر نوع بارش و افزایش دما می شود. در نتیجه این تغییرات مقدار آب ورودی به تالاب ها نیز کاهش پیدا کرده و اکوسیستم تالاب را تحت تأثیر خود قرار می دهد. همچنین در زمینه های کشاورزی، دامپروری و پرورش آبزیان، گردشگری تأثیرگذار می باشد و فعالیت افراد فعال شاغل در این بخش ها کاهش چشمگیری پیدا می کند. لذا مطالعات جامع در زمینه حفاظت از تالاب ها و دریاچه ها و چگونگی بهره برداری بهینه از آنها ضرورت دارد. بررسی توان های محیطی هر منطقه به منظور استفاده بهینه از منابع آب و خاک آن و جلوگیری از پیامدهای نامطلوب زیست محیطی آن اکوسیستم اهمیت دارد. دریاچه زریوار به عنوان یک واحد اکولوژیکی و یک اکوسیستم آبی در کردستان پدیده ای بسیار زیبا و نادر می باشد. زریوار با قرار گرفتن در یک دره طولی نسبتاً وسیعی از دو طرف غرب و شرق با

کوه های پوشیده از جنگل احاطه شده است. دریاچه زریوار نیز دارای کاربری های گوناگون است، سالیانه شمار زیادی گردشگر به این منطقه وارد شده که علاوه بر آن که منبع درآمدی برای ساکنان منطقه می باشند از سوی دیگر سبب تخریب و آلودگی اکوسیستم دریاچه می شوند. همچنین فعالیت های کشاورزی و دامداری بیش از حد نیز موجب فرسایش و از بین رفتن خاک و آسیب به اکوسیستم دریاچه شده است. با توجه به اهمیت این موضوع پژوهش حاضر به بررسی تغییرات بارش و خشکسالی و تأثیر آنها بر اکوسیستم این دریاچه پرداخته است. نتایج به دست آمده نشان داد که طی دوره آماری مورد مطالعه بارش فاقد روند بوده است. از نظر خشکسالی نیز در کل دوره آماری مورد مطالعه حوضه از شرایط خشک و بسیارخشک برخوردار بوده است. به طوری که سال های ۱۳۸۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ دارای شرایط خشک در سایر سال های مورد مطالعه دارای شرایط بسیارخشک بوده است. حتی در سال ۱۳۹۷ نیز با توجه به افزایش بارش، شرایط بسیار خشک در حوضه مشاهده شده است. افزایش بارش در سال های اخیر و به خصوص سال ۱۳۹۷ باعث سرریز و جاری شدن آب در رودخانه زریوار و همچنین تقویت و تغذیه آب زیرزمینی دشت جنوب دریاچه و بالا بردن کیفیت آب در مسیر رودخانه خواهد شد و نقش بسزایی در احیا و تقویت اکوسیستم دریاچه دارد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش اسمعیلی (۱۳۹۴) مبنی بر رخداد خشکسالی در دریاچه زریوار و اثرات کمی و کیفی آن بر دریاچه همخوانی دارد.

منابع

۱. احمدی، عبدالمجید، درخشان، مهدی، ۱۳۹۰، مسائل و مشکلات دریاچه زریوار و ارائه راهکارهایی برای حل آنها، آموزش جغرافیا، دوره ۲۵، شماره ۳، صص ۵۳-۵۰.

۲. اسمعیلی، ناهید، ۱۳۹۴، تاثیر خشکسالی بر دریاچه ها و فعالیت های وابسته به آن(مطالعه موردی: دریاچه زریوار-مریوان)، دومین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی،تهران

۳. پورمحمدی، سمانه، دستورانی، محمدتقی، جعفری، هادی، رحیمیان، محمدحسن، گودرزی، مسعود، مسماریان، زهرا، باقری، فاطمه، ۱۳۹۴، بررسی بیلان آب زیرزمینی دشت تویسرکان همدان به کمک مدل ریاضی مادفلو، اکوهیدرولوژی، دوره ۲، شماره ۴، صص ۳۸۲-۳۷۱.

۴. تقیلو، علی اکبر، اصغری، صیاد، سلطانی، ناصر، آفتاب، احمد، ۱۳۹۶، تحلیل و ارزیابی توان ژئوتوریستی دریاچه زریوار، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره ۲۸، شماره ۴، شماره پیاپی ۶۸، صص ۳۲-۱۷.

۵. حیدریان، کبری، کبودوندپور، شهرام، امان اللهی، جمیل، ۱۳۹۵، بررسی تغییرات عمق تالاب بین المللی زریوار با استفاده از سنجش از دور و مدل شبکه عصبی مصنوعی، فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۳، صص ۲۷۱-۲۸۹.

۶. خلیلی، علی. ۱۳۷۰ . گزارش های حوضه ای هواشناسی طرح جامع آب کشور، وزارت نیرو، جاماب ، تهران.

۷. خورشید دوست، ع، رضایی، ب،۱۳۹۴. بررسی روند تغییرات بارش دبی زیر حوضه های رودخانه کرخه با استفاده از روش های ناپارامتریک مطالعه موردی: حوضه آبریز کشکان، علوم مهندسی آبیاری (مجله علمی کشاورزی) : زمستان ۱۳۹۴ , دوره ۳۸ , شماره ۴ ; از صفحه ۱۷۷ تا صفحه ۱۸۸ .

۸. شفیعی، مریم، رائینی سرجاز، محمود، ۱۳۹۴، ارزیابی تأثیر روند خشکسالی و ترسالی هواشناسی بر افت تراز سطح آب دریاچه پریشان، پژوهشنامه مدیریت جامع حوزه آبخیز، سال ششم، شماره ۱۲، صص ۱۲۶-۱۱۸.

۹. صمدزاده، رسول، ۱۳۹۸، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات سمت

۱۰. عزتی، منیژه، شکوهی، علیرضا، نوری، مجتبی ,پی سینگ، ویجی، ۱۳۹۷، بررسی روند تغییرات دما و بارش و اثر آن بر پتانسیل منابع آب ورودی به سد طالقان، تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران)، دوره ۴۹، شماره ۴، صص ۷۱۶-۷۰۵.

۱۱. عزیزی، قاسم، روشنی، محمود، ۱۳۸۷، مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی خزر به روش من-کندال، پژ.هش های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص۲۸-۱۳.

۱۲. فلاح، نادر و فلاح، معصومه،۱۳۹۵،ارتباط سنجی دما و بارش با نوسانات آب دریاچه زریوار با استفاده از نرم افزارIdrisi وو تحلیل های آماری در محیطSPSS ،اولین کنفرانس بین المللی آب، محیط زیست و توسعه پایدار،اردبیل.

۱۳. فرجی، حســـین، ۱۳۸۰، مشکلات و تنگناهای دریاچه ی زریوار مریوان. انجمن قلم کردستان ایران.

۱۴. فرج زاده، منوچهر، فیضی، وحید، ملاشاهی، مریم، ۱۳۸۹، مطالعه تغییر اقلیم در شمال غرب ایران به روش من کندال، همایش کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، خرم آباد.

۱۵. گویلی، سیاوش، جوادی، سامان، بنی حبیب، محمدابراهیم، ثانی خانی، هادی، ۱۳۹۷، مقایسه مدل‌های هوشمند در پیش‌بینی نوسانات تراز سطح آب دریاچه زریوار با درنظرگیری تراز آب زیرزمینی، تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۴، شماره ۳، صص ۳۴۴-۳۳۹.

۱۶. منتظری، مجید، ۱۳۸۶، شناسایی تحلیل روند خشکسالی های اقلیمی زیر حوضه های زاینده رود در نیم سده گذشته، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، زمستان، شماره ۲۲، ص ۱۴۴-۱۲۵.

۱۷. مهسافر، حمید، مکنون، رضا، ثقفیان، بهرام، ۱۳۸۹، اثرات تغییراقلیم بر بیلان آبی دریاچه ارومیه، تحقیقات منابع آب ایران، سال هفتم، شماره ۱، صص ۵۸-۴۷.
۱۸. مقیمی، پریسا و عباسپور، مجید و جاوید، امیرحسین و احمدی گیوی، فرهنگ، ۱۳۹۱، بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم دریاچه ارومیه، نهمین همایش بین المللی مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، تهران.
۱۹. مسماریان، ز، مساح، ع. ۱۳۹۵. تأثیر نوسانات اقلیم بر بیلان آب زیرزمینی دشت شهرکرد در دوره‌های آتی، اکوهیدرولوژی، دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، صفحه ۲۳۳-۲۴۲.
۲۰. هاشمی، سیدمختار، ۱۳۹۴، تدوین و ارائه چارچوبی نهادی و ساختاری(سازمانی) برای اجرای مدیریت یکپارچه منابع آب در ایران، دفتر پژوهش‌های کاربردی شرکت مدیریت منابع آب ایران.
21. Aherne, J., T. Larssen, B.J. Cosby and P.J. Dillon. 2006. Climate variability and forecasting surface water recovery from acidification: modelling drought-induced sulphate release from wetlands. Science Total Environment, 365: 186-99.
22. Ezzine, H., Bouziane, A. and Quasar, D., 2014, Seasonal comparisons of meteorological and agricultural drought indexes in morocco using open short time series data, Journal of Applied Earth Observation and Geo Information, 26, 36-48.
23. Elsdon, T.S., M. De Bruin, N.J. Diepen and B.M. Gillanders. 2009. Extensive drought negates human influence on nutrients and water quality in estuaries. Science of the Total Environment, 407: 3033-43.
24. Elhag, K, Zhang, W. (2018). Monitoring and Assessment of Drought Focused on Its Impact on Sorghum Yield over Sudan by Using Meteorological Drought Indices for the Period 2001–2011, Remote Sensing, 10(8), 1231.
25. Fischer, T, Gemmer, M, Luliu, L, Buda, S, Temperature and precipitation trends and dryness pattern in the Zhujiang River Basin, south china 2007-1961, 2010, Quaternary International, pp 1-11.
26. Goossens C, Berger A. 1986, Annual and seasonal climatic variations over the Northern Hemisphere and Europe during the century. Annales Geophysicae 4: pp 385-399.
27. Huang, S., D. Dahal, C. Young, G. Chander and S. Liu. 2011. Integration of Palmer Drought Severity Index and remote sensing data to simulate wetland water surface from 1910 to 2009 in Cottonwood Lake area, North Dakota. Remote Sensing of Environment, 115: 3377-3389.
28. Karagiannidis, A., F., Karacostas, T., Maheras, P. and Makrogiannis, T., 2012, Climatological aspects of extreme precipitation in Europe, related to mid-latitude cyclonic systems, Theor .Appl.Climatol., No. 107, pp. 165-174.
29. Lettenmaier,D.P.,E.F.Wood, and J. R.Wallis, 1994, Hydro-climatological Trends in the Continental United States, 1948-88.J. Climate, 7: pp586-607.
30. Nandintsetseg, Banzragch, Greene, J. Scott, . Goulden, Clyde E, 2007, Trends in extreme daily precipitation and temperature near lake Hövsgöl, Mongolia, International Journal of Climatology 27:341-347.
31. Reiter, A. w. (2011). Reccent climate change at the upper danube a temporal and spatial analysis of temperature and precipitation time series. Climatic change, online first.

32. Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A., 1999, Trend Analyisi of Monthly Precipitation Over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. phys. Chem. EARTH(B), vol:24, no. 1-2: pp 85-90.
33. Turgay, P. and Ercan K.(۲۰۱۰). Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological processes published onlineinwiley
34. Winter, T.C. and D.O. Rosenberry. 1998. Hydrology of Prairie Pothole wetlands during drought and deluge: A 17-year study of the Cottonwood Lake wetland complex in North Dakota in the perspective of longer term measured and proxy hydrological records. Climatic Change, 40: 189-209.
35. Yu, L.-L. ,.-Q.-D. (2012). Variations of Temperature, Precipitation, and Extreme Events in Heilongjiang River ,. Procedia Engineering, Volume 28 , 326-330.

Investigating the effects of rainfall and drought changes on Zarivar Lake ecosystem

Nader Fallah[1], Amir Gandomkar[2], Alireza Abbasi[3]

Abstract:

Watersheds and lagoons are the most biologically diverse ecosystems on Earth due to the presence of water. They are spread all over the planet and play an important role in the water cycle. Due to the importance of this issue, the present study was conducted to investigate the changes in rainfall and drought in Zarivar Lake and their effects on the lake ecosystem. In this regard, the annual rainfall statistics of Zarivar Lake station during the statistical period of 1397-1398 has been used. After normalization of the data using Anderson Darling test, it was found that they have an abnormal distribution, so the non-parametric Mann-Kendall test was used to calculate their trend. SIAP index was used to assess the lake drought. According to the results, precipitation has not been trending during the study period. Drought studies also showed that the years 1381, 1394 and 1397 were among the dry years of the lake. In other years, the lake was very dry. Droughts have a negative impact on activities around the lake, including agriculture, animal husbandry and aquaculture, tourism, and the activity of active people working in these sectors is significantly reduced. In contrast, 1397 is a very rainy year and causes water to overflow and flow in Zarivar River and also strengthens and nourishes groundwater in the southern plain of the lake and improves water quality along the river and has a significant role in revitalizing and strengthening the lake ecosystem.

Keywords: Ecosystem, Rainfall, Drought, Zarivar Lake

[1] Department of Geographic،Najaf Abad Branch،Islamic Azad University Najaf Abad،Iran.

[2] Department of Geographic،Najaf Abad Branch،Islamic Azad University Najaf Abad،Iran.

[3] Department of Geographic،Najaf Abad Branch،Islamic Azad University Najaf Abad،Iran.