



Climatological parameters fluctuations in the watershed of Haft-Barm Wetland complex and their ecological water requirement

Arya Vazirzadeh¹ | Hamid Zohrabi² | Golshan Ghasemi³ | Maryam Ahmadi Basiri⁴

1. Corresponding Author, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: vazirzadeh@shirazu.ac.ir
2. Fars Department of Environment, Shiraz, Iran. E-mail: zohrabih@doe.ir
3. Fars Department of Environment, Shiraz, Iran. E-mail: arswetland@Doe.ir
4. Fars Department for Education, District 1, Shiraz, Iran. E-mail: ahmadi_7557@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 07 October 2023

Received in revised form 09 November 2023

Accepted 11 November 2023

Published online 27 January 2024

Keywords:

Ecological water requirement, Evaporation, Haft-barm wetland complex, Precipitation.

ABSTRACT

Haft-Barm wetland complex has been the only permanent freshwater wetland in Fars province from a decade ago. Considering the ecological and tourism importance of this complex, the goals of this research were to study the long-term changes of climatological factors in wetland watershed and to estimate its ecological water requirement. For this purpose, the changes of precipitation, temperature, evaporation as well as drought condition were investigated during the last three decades. Also, the volume of runoff in the watershed was calculated by Justin's method. In order to estimate the ecological water requirement of the wetland, the surface changes of wetland and the permanent and temporary water bodies of wetland during the past three decades were investigated using satellite images. Finally, by exploring the relationship between the abundance of migratory birds as well as the selected species with changes in water surface areas of wetlands, the ecological water requirement of wetland was determined. The results showed a significant decrease in rainfall and an increase in temperature and severity of drought during last decade in comparison to long condition. Also, a 40% decrease in runoff and significant decrease in lakes volume were observed in recent years compared to the long-term average. The ecological water requirement was estimated as 1.500, 2.100 and 2.800 Mcm for drought, normal and wet seasons, respectively. Considering the high degradation rate in the area, it is necessary to seriously protect the surface and underground water resources in the wetland and its watershed in order to guarantee the ecological water flow requirement of wetland.

Cite this article: Vazirzadeh, A., Zohrabi, H., Ghasemi, G., & Ahmadi Basiri, M. (2024). Climatological parameters fluctuations in the watershed of Haft-Barm Wetland complex and their ecological water requirement. *Journal of Natural Environment*, 76 (Special Issue), 247-259. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.360674.2564>



بررسی تغییرات شاخص‌های اقلیمی در حوضهٔ مجموعهٔ تالاب‌های هفت‌برم و برآورد نیازآبی اکولوژیک آن‌ها

آریا وزیرزاده^۱ | حمید ظهراپی^۲ | گلشن قاسمی^۳ | مریم احمدی باصیری^۴

۱. نویسنده مسئول، بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: vazirzadeh@shirazu.ac.ir

۲. ادارهٔ کل حفاظت محیط‌زیست فارس، شیراز، ایران. رایانامه: zohrabih@doe.ir

۳. ادارهٔ کل حفاظت محیط‌زیست فارس، شیراز، ایران. رایانامه: farswetland@doe.ir

۴. ادارهٔ کل آموزش و پرورش فارس، ناحیهٔ ۱، شیراز، ایران. رایانامه: ahmadi_7557@yahoo.com

چکیده

مجموعه تالاب‌های هفت‌برم، تنها تالاب آب شیرین دارای آب دائم در استان فارس می‌باشند. با توجه به اهمیت اکولوژیک و گردشگری این تالاب، هدف این تحقیق بررسی وضعیت اقلیمی این تالاب در سه دههٔ گذشته و برآورد نیاز آبی اکولوژیک آن بود. بدین منظور تغییرات بارش، دما، تبخیر و وضعیت خشکسالی در طی سه دههٔ گذشته در منطقه بررسی و میزان رواناب حوضه نیز به روش جاستین محاسبه شد. برای برآورد نیاز آبی اکولوژیک تالاب، ابتدا تغییرات مساحت مجموعه تالاب‌های هفت برم در طی سه دههٔ گذشته با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی و سطوح آب دائمی، موقت و بدون آب تالاب‌ها محاسبه گردید. در نهایت با بررسی ارتباط فراوانی کل پرندگان و همچنین گونه‌های شاخص با تغییرات سطح آبدار تالاب، میزان نیاز آبی اکولوژیک این تالاب‌ها تعیین شد. نتایج بررسی شاخص‌های اقلیمی بیانگر کاهش بارندگی، افزایش شدت خشکسالی و افزایش نسبی دما در دههٔ اخیر در مقایسه با وضعیت بلندمدت بود. همچنین میزان رواناب در دههٔ اخیر نسبت به میانگین بلندمدت بیش از ۴۰ درصد کاهش نشان داد. میزان نیاز آبی اکولوژیک برای شرایط خشکسالی: ۱/۵۰۰ (یک میلیون و پانصد هزار مترمکعب)، نرمال: ۲/۱۰۰ (دو میلیون و یکصد هزار متر مکعب) و ترسالی: ۲/۸۰۰ (دو میلیون و هشتصد هزار مترمکعب) برآورد شد. با توجه به روند تخریب‌های صورت گرفته در منطقه، لزوم حفاظت جدی از تالاب و حوضهٔ آبخیز آن به منظور جلوگیری از برداشت آب‌های سطحی و زیرزمینی به منظور تأمین آب مورد نیاز تالاب ضروری است.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷

کلیدواژه‌ها:

بارش،

تالاب هفت‌برم،

تبخیر،

نیاز آبی اکولوژیک.

استناد: وزیرزاده، آریا؛ ظهراپی، حمید؛ قاسمی، گلشن؛ و احمدی باصیری، مریم (۱۴۰۲). بررسی تغییرات شاخص‌های اقلیمی در حوضهٔ مجموعهٔ تالاب‌های هفت‌برم و برآورد نیازآبی اکولوژیک آن‌ها. *مجله زیست طبیعی*، ۷۶ (ویژه نامه)، ۲۴۷-۲۵۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.360674.2564>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

مجموعه تالاب‌های هفت‌برم یکی از اکوسیستم‌های آب شیرین استان فارس می‌باشد که شامل سه آبگیر دائمی و چهار آبگیر فصلی است. مساحت پهنه‌های آبی آبگیرهای دائمی در سال‌های پرآبی بیش از ۷۰ هکتار است. در سال‌های اخیر ۴ آبگیر دارای آب بوده که ۳ آبگیر بخش اصلی مجموعه تالاب‌ها را تشکیل می‌دهند. این تالاب‌ها در مرز شهرستان‌های شیراز و نورآباد ممسنی بوده و از مناطق توریستی استان می‌باشد. مجموعه تالاب‌های هفت‌برم به دلیل آب و هوای مطلوب و مناظر زیبا میزبان تعداد زیادی بازدیدکننده در نیمه اول سال می‌باشد که در صورت عدم رعایت اصول گردشگری مسئولانه می‌تواند منجر به تخریب و آلودگی تالاب گردد. مجموعه تالاب‌های هفت‌برم یکی از زیباترین سایت‌های تالابی استان می‌باشد که احتمالاً به دلیل تعداد زیاد تالاب‌های استان، از نظر حفاظتی در گذشته به آن کمتر توجه شده است و جزء هیچکدام از سطوح حفاظتی قلمداد نشده است. اما با توجه به اهمیت آن به عنوان زیستگاه پرندگان آبی و همچنین سایت گردشگری نمونه و از همه مهم‌تر به عنوان تنها تالاب دارای آب دائمی استان، نیازمند توجه بیشتر می‌باشد (Vazirzadeh, 2021b).

زمین‌های حاشیه تالاب‌های هفت‌برم دارای کاربری زراعت و باغداری و گردشگری می‌باشد. در سال‌های اخیر ساخت ویلا در این منطقه شدت یافته است که ادامه روند فعلی می‌تواند منجر به تخریب تالاب گردد. این تالاب‌ها یکی از سایت‌های ماهیگیری ورزشی معروف استان نیز می‌باشد. با توجه به وضعیت اقلیمی استان در سال‌های اخیر و خشکیدگی اغلب تالاب‌های مهم و از طرفی اهمیت تالاب‌های هفت‌برم از منظر اکولوژیک و گردشگری، اطلاع از تغییرات شاخص‌های اقلیمی چون بارش، تبخیر و دما و شاخص‌های وابسته به آن چون رواناب‌های سطحی از اهمیت زیادی در حفاظت و مدیریت این مجموعه در سال‌های آتی برخوردار است (Vazirzadeh, 2021b). منبع اصلی تأمین آب مجموعه تالاب‌های هفت‌برم عمدتاً از رواناب‌های اطراف و چشمه‌های با دبی کم حاشیه تالاب می‌باشد (Vazirzadeh, 2021b). به دلیل افزایش سرعت توسعه کشاورزی و ویلاسازی در حاشیه تالاب که منجر به حفر چاه و برداشت‌های غیرمجاز از آب‌های سطحی، زیرزمینی و منابع آبی تالاب شده است، احتمال خشکیدگی این تالاب‌های ارزشمند در سال‌های آتی چندان دور از انتظار نیست. بنابراین لازم است نیاز آبی اکولوژیک تالاب‌های هفت‌برم تعیین گردد تا از یک سو بتوان با تکیه بر آن از توسعه خارج از ظرفیت در منطقه جلوگیری نمود و از طرف دیگر شرایط اکولوژیک لازم برای حفاظت از تنوع زیستی تالاب‌ها را فراهم نمود.

تاکنون روش‌های مختلفی برای برآورد نیازآبی منابع آبی پیشنهاد شده است. غالب روش‌های پیشنهادی برای تعیین نیاز آبی رودخانه‌ها تدوین شده است که می‌توان با اعمال تغییراتی در برآورد نیازآبی تالاب‌ها نیز بکار برد. عمده روش‌های تعیین نیاز آبی که تاکنون برای تالاب‌های کشور بکار برده شده است شامل شیوه هیدرولوژیکی-براساس رژیم تاریخی رودخانه‌ها و تالاب‌ها- و همچنین روش اکولوژیک می‌باشد (Vazirzadeh and Kafeai, 2022). روش اکولوژیک مورد توصیه سازمان محیط‌زیست کشور نیز می‌باشد و در بسیاری از تالاب‌های تحت مدیریت این سازمان در کشور و استان فارس بکار رفته است. در این روش، یک یا چند گونه گیاهی یا جانوری به عنوان شاخص تالاب انتخاب می‌شود که تغییرات جمعیتی آن با تغییرات سطح یا حجم آب تالاب مرتبط باشد. با بررسی تغییرات جمعیت گونه (های) منتخب در طی درازمدت (در صورت دسترس بودن آمار سرشماری بلندمدت) و برآورد تغییرات سطح تالاب در طی سال‌های متناظر، می‌توان حداقل سطح و حجمی از تالاب را که برای حمایت تعداد قابل قبولی از گونه (های) منتخب را برآورد کرد. این سطح براساس نظرات کارشناسی و همچنین تاریخچه حضور گونه در تالاب خواهد بود. به طور مثال Vazirzadeh و همکاران (۲۰۲۳) از روش اکولوژیک برای برآورد نیاز آبی تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی بختگان و طشک استفاده نمودند. در این مطالعه براساس همبستگی بین تغییرات بلند مدت سطح آب تالاب که از طریق تصاویر ماهواره‌ای برآورد شد و همچنین تغییرات جمعیت پرندگان آبی که از طریق سرشماری سالانه به دست آمد، نیاز آبی محاسبه گردید. Rezaei و Tavabe و همکاران (۲۰۲۲) نیز به همین شیوه اقدام به برآورد نیاز آبی تالاب پریشان نمودند. در مطالعه دیگری از همبستگی بین تغییرات جمعیت فلامینگو و سطح آب بختگان، برای برآورد نیاز آبی اکولوژیک این تالاب استفاده شد (Sajedipour et al., 2017).

علی‌رغم اهمیت و ارزش اکولوژیک بالای مجموعه تالاب‌های هفت‌برم تاکنون پژوهش‌های اندکی در خصوص این تالاب صورت گرفته است. در مطالعه Alem و Mohammadi (۲۰۱۴) به منظور تعیین منشاء آب تالاب‌های هفت‌برم، سه آبخوان آهکی،

اطلاعات هواشناسی منطقه

بارش: در این پژوهش برای ارزیابی وضعیت بارش درازمدت در منطقه مورد مطالعه از اطلاعات ایستگاه‌های تحت مدیریت سازمان هواشناسی و وزارت نیرو استفاده شد. در منطقه مورد مطالعه ایستگاه هواشناسی وجود ندارد، بنابراین اقدام به جمع‌آوری اطلاعات ایستگاه‌های مناطق مجاور به منظور برآورد میزان بارش در منطقه مورد مطالعه از طریق میان‌یابی گردید. در این زمینه چهار ایستگاه مارون، باتون، دشت ارژن و قلات شیراز در نزدیکی حوضه هفت برم قرار دارند که از اطلاعات این ایستگاه‌ها برای مطالعه وضعیت هواشناسی منطقه استفاده شد. برای یکسان‌سازی دوره آماری، برای همه فاکتورها داده‌های سال‌های ۹۵-۱۳۶۵ در نظر گرفته شد. همچنین به منظور اطلاع از میزان بارش در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های بارش ایستگاه‌های ذکر شده، اقدام به تهیه خطوط هم‌باران در منطقه شد.

ارزیابی شاخص‌های اقلیمی در منطقه مورد مطالعه: به منظور اطلاع از وضعیت دوره‌های خشکسالی و ترسالی در منطقه از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) استفاده شد (McKee *et al.*, 1993). به منظور تعیین تبخیر در سطح حوضه مورد مطالعه از آمار ایستگاه‌های دشت ارژن، قلات شیراز و مارون استفاده گردید. به منظور برآورد میزان تبخیر در سطح حوضه با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های مذکور خطوط هم‌تبخیر منطقه ترسیم گردید. به منظور اطلاع از وضعیت تغییرات دمایی در سطح حوضه هفت برم از داده‌های ایستگاه‌های دشت ارژن، مارون و قلات شیراز طی دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ استفاده شد. در نهایت جهت برآورد میزان دما در سطح حوضه مورد مطالعه اقدام به تهیه نقشه هم‌دما با استفاده از ایستگاه‌های مذکور گردید.

ارزیابی همگنی و روند تغییرات داده‌های بلندمدت: ارزیابی همگنی داده‌های مورد استفاده در بخش هواشناسی، با استفاده از آزمون همگنی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. همچنین به منظور تحلیل سری‌های زمانی داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیک و بررسی وجود یا عدم وجود روند در آن‌ها از تخمین گر سن استفاده شد. در نهایت روند معنی‌داری تغییرات با استفاده از آزمون ناپارامتری من‌کنندال مورد بررسی قرار گرفت (Amarasinghe, 2020).

رواناب سطحی دشت: منطقه مورد مطالعه دارای رودخانه دائمی نمی‌باشد و جریان‌های فصلی پدیده غالب هیدرولوژی آب‌های سطحی آن است. با استناد به نقشه‌های اطلس منابع آب ایران و بیلان کودیان-سرگاه (ParsAb, 2015) و کارشناسی و بررسی انجام شده، نقشه آبراهه‌های منتهی به دریاچه مطابق شکل ۱ الف است. به منظور محاسبه حجم آب ورودی به تالاب از طریق رواناب‌های فصلی، باید از روش‌های تجربی استفاده نمود. بدین منظور از روش جاستین استفاده شد (Rawat *et al.*, 2021). روش جاستین براساس عملکرد حوضه‌های مشابه استوار است. جهت برآورد رواناب تولیدی و طبق گزارش ارائه شده اطلس منابع آب ایران از داده‌های دو ایستگاه تنگ چوگان و شیب تنگ استفاده شد که محل قرارگیری آن‌ها در شکل ۱ ب ارائه شده است. در این روش با در اختیار داشتن مقدار بارش (P)، درجه حرارت (T)، شیب حوضه (S) و ضریب مدل جاستین (K) و با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ می‌توان رواناب سالانه حوضه را برآورد نمود.

$$R = KS^{0.155} \frac{P^2}{1.8T + 32} \quad \text{رابطه ۲}$$

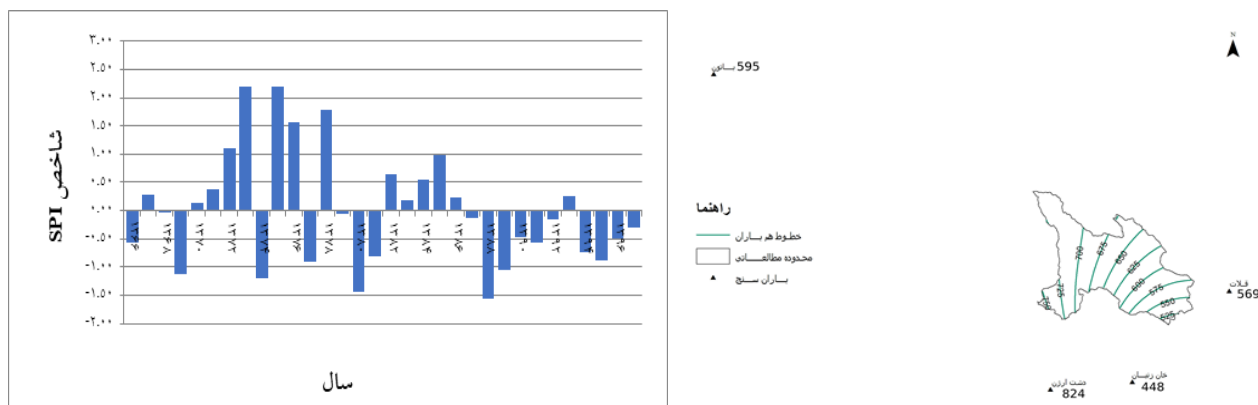
$$S = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\sqrt{A}} \quad \text{رابطه ۳}$$

همچنین شیب حوضه براساس حداقل ارتفاع به متر (H_{\min})، حداکثر ارتفاع به متر (H_{\max}) و مساحت حوضه براساس مترمربع (A) محاسبه شد. لازم به ذکر است که در محاسبه‌ها، مساحت دریاچه‌ها از کل حوضه کم شده است.

برآورد نیاز آبی اکولوژیک تالاب هفت‌برم: برای تعیین نیاز آبی اکولوژیک تالاب هفت‌برم از داده‌های سرشماری پرندگان این تالاب که توسط اداره کل محیط‌زیست فارس برای سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۸ تهیه شده بود، استفاده گردید. همبستگی تغییرات فراوانی پرندگان با تغییرات سطح آب تالاب در سال‌های متناظر بررسی و حداقل آب مورد نیاز برای ایجاد زیستگاهی که بتواند حداقل تعداد قابل قبول پرندگان براساس آمار دراز مدت در دسترس را حمایت نماید، تعیین گردید (Sajedipour *et al.*, 2017).

جدول ۱- بارش سالانه برحسب میلی متر در ایستگاه‌های مختلف در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۶۵

نام ایستگاه	میانگین سالانه	حداکثر سالانه	حداقل سالانه	انحراف معیار	مقدار آماره Z آزمون من کندال	معنی داری ($\alpha=0.05$)
دشت ارژن	۸۲۴/۲۳	۱۵۶۱/۵۰	۳۹۹/۰۰	۳۰۳/۰۶	-۰/۳۹	غیرمعنی دار
قلات	۵۶۹/۳۴	۹۶۴/۵۰	۲۷۴/۸۰	۱۸۸/۴۰	-۲/۳	معنی دار
باتون	۵۹۵/۷۴	۱۰۲۶/۵۰	۲۴۹/۳۰	۲۰۶/۷۰	-۱/۹۷	معنی دار
خان زنیان	۴۴۸/۰۱	۷۳۱/۰۰	۱۶۱/۵۰	۱۴۱/۷۵	-۰/۷۹	غیرمعنی دار



شکل ۲- خطوط هم‌تبخیر (راست) و روند خشکسالی-ترسالی (چپ) در محدوده تالاب هفت‌برم

برای محاسبه حداقل سطح مورد نیاز ابتدا سطحی از تالاب که سرشماری پرنده مورد نظر در آن سطح صفر گزارش شده، تعیین می‌گردد. سپس سطحی از تالاب که سرشماری پرنده مورد نظر در آن سطح در حداقل تعداد است، محاسبه می‌گردد. میانگین این دو سطح به عنوان حداقل سطح قابل قبول تعیین می‌گردد. سطح مطلوب نیز سطحی از تالاب است که بیشترین تعداد جمعیت پرنده مورد نظر را دارد و افزایش مساحت تالاب بیش از آن منجر به افزایش جمعیت پرنده نمی‌گردد (Sajedipour et al., 2017). لازم به ذکر است که سرشماری پرندگان برای همه سال‌های یادشده انجام نشده و فقط اطلاعات برای ۱۰ سال موجود می‌باشد.

تغییرات سطح و حجم تالاب در درازمدت: در این بخش ابتدا، وسعت پهنه‌های آبی تالاب با استفاده از محصولات سطح جهانی آب برای ۳۶۰ ماه مربوط به بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ از طریق سامانه گوگل ارث انجین دریافت شد. این محصولات با استفاده از تصاویر سنجنده‌های ۵، ۷ و ۸ لندست تولید شده‌اند که از سال ۱۹۸۴ تاکنون قابل دسترس می‌باشند. پس از دریافت چارت زمانی تغییرات ماهانه سطح آبدار تالاب از طریق برنامه‌نویسی در برنامه گوگل ارث انجین، متوسط تغییرات سطح آبدار هر تالاب در مقیاس‌های فصلی و سالانه نیز محاسبه شد (Ebrahimi-Khusfi et al., 2022).

یافته‌های پژوهش

بارش در منطقه مورد مطالعه: اطلاعات بارش ایستگاه‌های مجاور زیرحوضه هفت‌برم در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین شکل ۲ الف نقشه هم‌باران در زیرحوضه هفت‌برم را نشان می‌دهد. در مجموع می‌توان بیان نمود متوسط بارش در حوضه تالاب ۷۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. در این میان، بیش‌ترین بارش در فصل زمستان در منطقه به‌وقوع می‌پیوندد. ارزیابی روند داده‌ها دلالت بر روند کاهشی و گاهاً معنی‌دار داده‌های بارش در مقیاس سالانه و فصلی دارد که خود منجر به کاهش رواناب تولیدی در سطح حوضه و در نتیجه رواناب ورودی به تالاب‌های هفت‌برم می‌باشد.

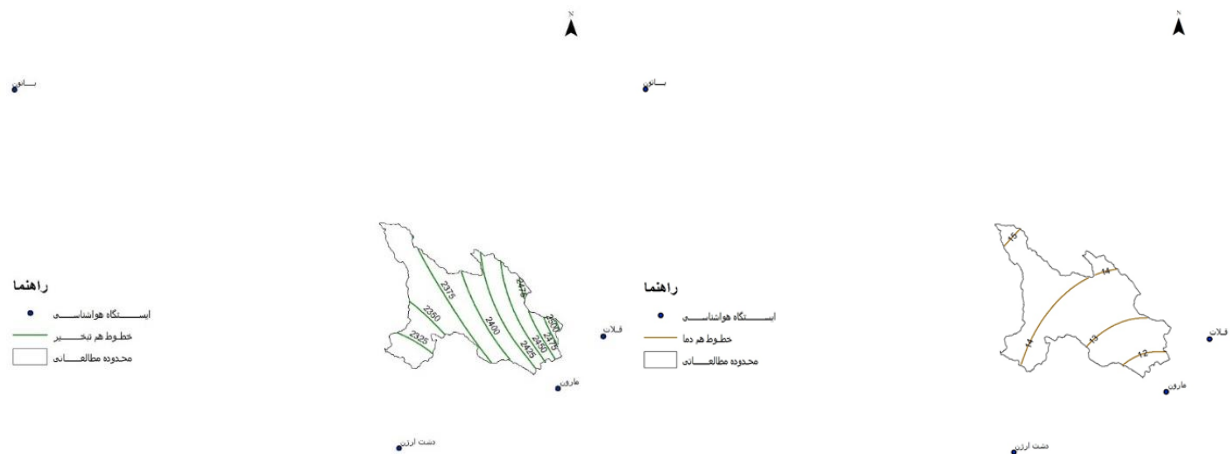
بررسی دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی با استفاده از شاخص SPI: ارزیابی روند خشک‌سالی منطقه در شکل ۲ ب نشان داده شده است. نتایج دلالت بر وجود خشک‌سالی طی دوره مورد بررسی در منطقه به‌طور متناوب است. در معیار SPI اعداد بزرگ‌تر از ۲+ و ۲- به ترتیب بیانگر ترسالی شدید و خشک‌سالی شدید است و اعداد بین ۱+ و ۱- شرایط نرمال را نشان می‌دهد و بین این

جدول ۲- دمای سالانه برحسب درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های مختلف براساس سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹

نام ایستگاه	میانگین سالانه	حداکثر سالانه	حداقل سالانه	انحراف معیار	مقدار آماره Z آزمون من کندال	معنی‌داری ($\alpha=0.05$)
دشت ارژن	۱۳/۸۶	۱۵/۴۰	۹/۷۳	۱/۰۹	۱/۵۲	غیرمعنی‌دار
مارون	۱۰/۶۰	۱۳/۵۵	۸/۶۰	۱/۴۹	۱/۹۶	معنی‌دار
باتون	۲۱/۸۵	۲۳/۳۰	۲۰/۷۰	۰/۰۶	۱/۶۲	غیرمعنی‌دار
قلات	۱۳/۴۷	۱۵/۵۷	۹/۸۹	۱/۱۷	۱/۹۹	معنی‌دار

دو دسته سال‌های حد واسط را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در دهه هفتاد شدیدترین ترسالی‌ها و در دهه ۹۰ شدیدترین خشکسالی‌ها اتفاق افتاده است. دهه ۸۰ هم شرایط تقریباً نرمال بوده است.

دمای منطقه: اطلاعات دمای چهار ایستگاه مجاور تالاب هفت‌برم در جدول ۲ ارائه شده است. ارزیابی روند تغییرات دما با استفاده از آزمون من‌کندال انجام شد. نتایج نشان داد که دمای هوا در تمام مقیاس‌های زمانی (سالانه و فصلی) روند افزایشی داشته و در دو ایستگاه افزایش معنی‌دار بوده است. در نهایت به منظور برآورد میزان دما در سطح حوضه مورد مطالعه اقدام به تهیه نقشه هم‌دما با استفاده از ایستگاه‌های مذکور گردید (شکل ۳ الف) بر این اساس، دمای متوسط حوضه ۱۳/۸۰ درجه سلسیوس حاصل شد.



شکل ۳- خطوط هم‌دما (راست) و هم‌تبخیر (چپ) در حوضه مورد مطالعه

تبخیر در منطقه مورد مطالعه: براساس تحلیل‌های انجام شده، متوسط تبخیر در ایستگاه‌های دشت ارژن، مارون و قلات شیراز در جدول ۳ ارائه شده است.

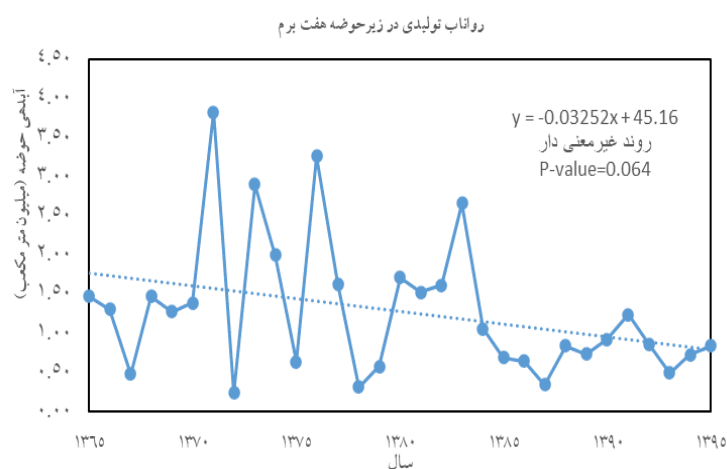
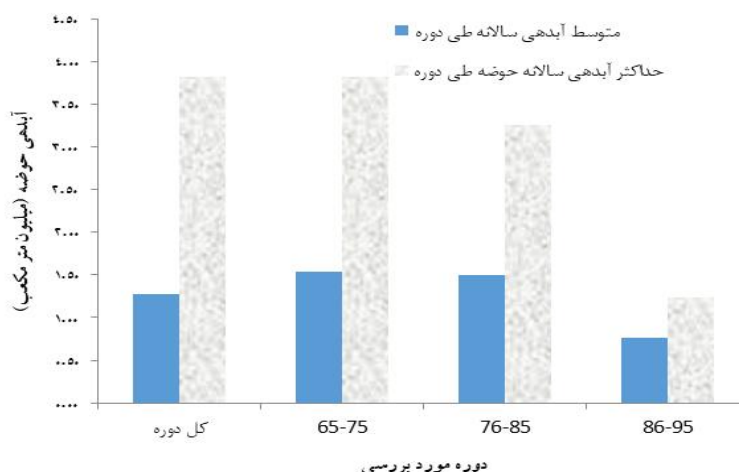
خطوط هم‌تبخیر منطقه مورد مطالعه براساس نتایج درون‌یابی داده‌های ایستگاه مجاور ترسیم گردید (شکل ۳ ب). مطابق نتایج، میزان متوسط تبخیر در حوضه تالاب برابر با ۲۳۲۵ میلی‌متر در سال به‌دست آمد. ارزیابی آماری روند تبخیر حاکی از معنی‌دار بودن روند تبخیر افزایشی در ایستگاه قلات بود.

رواناب سطحی زیرحوضه هفت‌برم: حجم رواناب سطحی تخمینی براساس روش جاستین در زیرحوضه هفت‌برم در شکل ۴ الف ارائه شده است. همچنین متوسط آب‌دهی سالانه و حداکثر آب‌دهی سالانه زیرحوضه مورد مطالعه طی دوره بررسی شده در شکل ۴ ب ارائه شده است. براین اساس، میزان رواناب منطقه در طی یک دهه اخیر (۹۵-۸۶) حدود ۴۰/۴ درصد نسبت به بلند مدت (کل دوره) کاهش یافته است. روند تغییرات حجم ذخیره مخزن تالاب هفت‌برم در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج بیانگر کاهش معنی‌دار حجم مخزن در دهه ۹۰ نسبت به دهه ۸۰ و ۷۰ می‌باشد.

تغییرات سطح تالاب در سه دهه گذشته: تغییرات سالانه سطح آبدار (آب‌های موقت و دائم) تالاب هفت‌برم در طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۹۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شکل ۶ ارائه شده است. این تصاویر گویای این است که وسعت تالاب‌های هفت‌برم در طی سه دهه گذشته دارای نوساناتی بوده است. بصورتی که دهه هشتاد پرآب‌ترین زمان تالاب بوده است و از ابتدای

جدول ۳- تبخیر سالانه برحسب میلی‌متر در ایستگاه‌های مختلف براساس سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۵

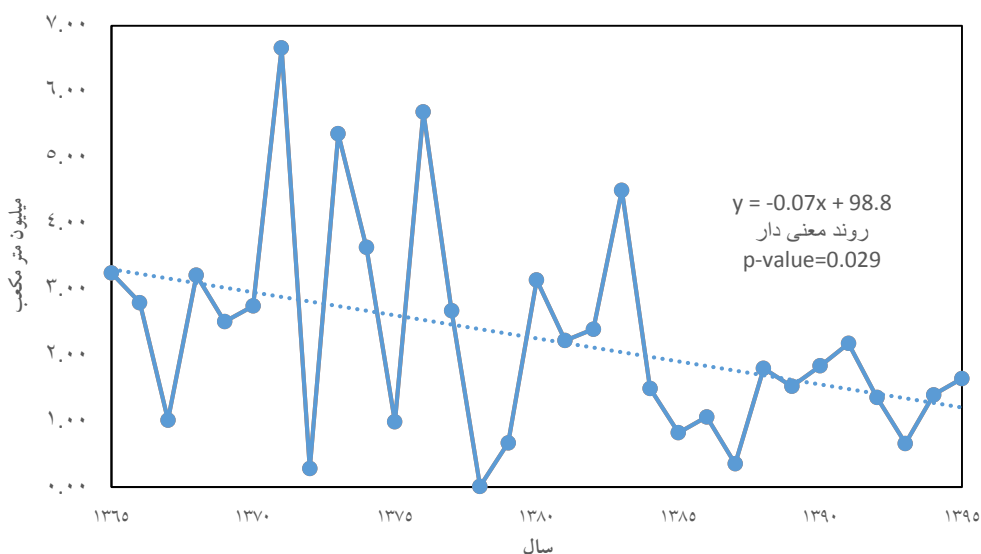
نام ایستگاه	میانگین سالانه	حداکثر سالانه	حداقل سالانه	انحراف معیار	مقدار آماره Z آزمون من کندال	معنی داری (/۰۵)
دشت ارزن	۲۲۰۷/۴۶	۲۷۸۴/۳۰	۱۶۴۶/۹۰	۲۸۴/۱۶	۱/۶۷	غیرمعنی دار
قلات	۲۶۸۱/۳۳	۳۱۹۹/۸۰	۲۲۸۴/۵۰	۲۴۸/۹۹	۱/۹۹	معنی دار
مارون	۲۴۴۳/۶۰	۲۸۰۱/۷۰	۱۹۸۲/۸۰	۱۹۹/۴۶	۱/۶۲	غیرمعنی دار
باتون	۲۳۱۸/۶۰	۲۸۵۷/۴۰	۱۸۵۷/۷۰	۲۷۲/۹۵	۱/۶۷	غیرمعنی دار



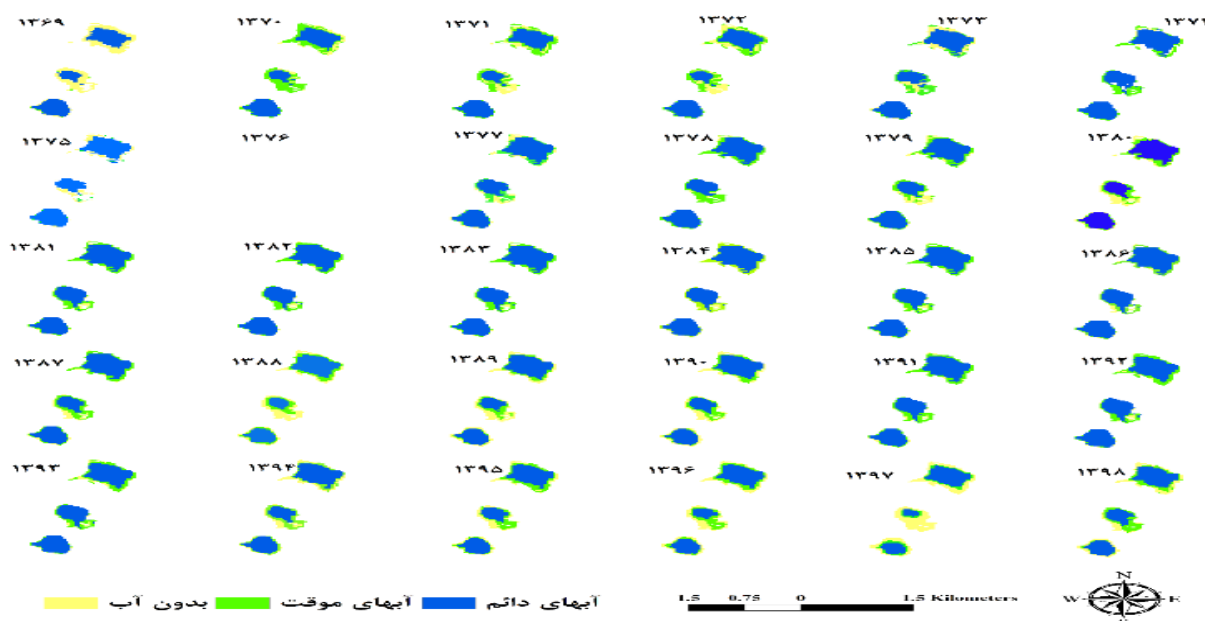
شکل ۴- حجم رواناب در سال‌های مورد مطالعه (بالا) و حجم رواناب به تفکیک دوره‌های مختلف (پایین) در زیر حوضه هفت برم

دهه ۹۰ سطح تالاب‌ها کاهش یافته است. به طوری که سطح بستر بدون آب در دهه ۹۰ افزایش یافته است. براساس آمار سرشماری سالیانه انجام شده توسط اداره کل حفاظت محیط زیست فارس، فراوانی و غنای گونه‌ای پرندگان گزارش شده از تالاب هفت برم در طی سال‌های گذشته تغییرات زیادی داشته است.

در شکل ۷ تغییرات فراوانی کل پرندگان آبی تالاب هفت برم با تغییرات سطح آب تالاب هفت برم در طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۸ ترسیم شده است. بالاترین آمار پرندگان مربوط به سال‌هایی است که مساحت تالاب بیش از ۷۰ هکتار بوده است. در سایر سال‌ها و به خصوص در چندسالی که در دهه نود همزمان با کاهش سطح آب تالاب به زیر ۵۰ هکتار آمار سرشماری پرندگان در دسترس می‌باشد، جمعیت پرندگان به زیر ۱۰۰۰ قطعه کاهش پیدا کرده است.



شکل ۵- تغییرات حجم ذخیره مخزن مجموعه تالاب‌های هفت‌برم

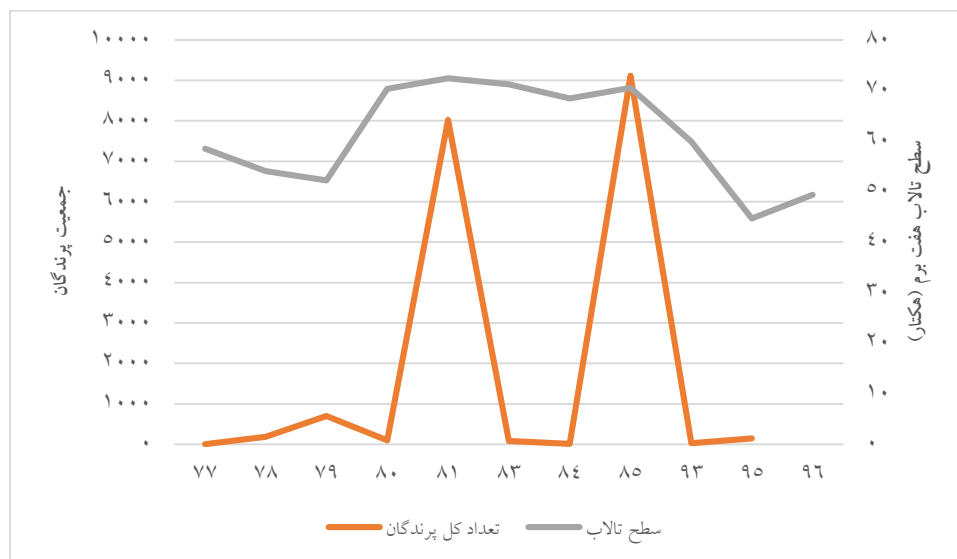


شکل ۶- سطح آب‌های دائم و موقت در سه برم اصلی مجموعه تالاب‌های هفت‌برم در طی سالهای مختلف

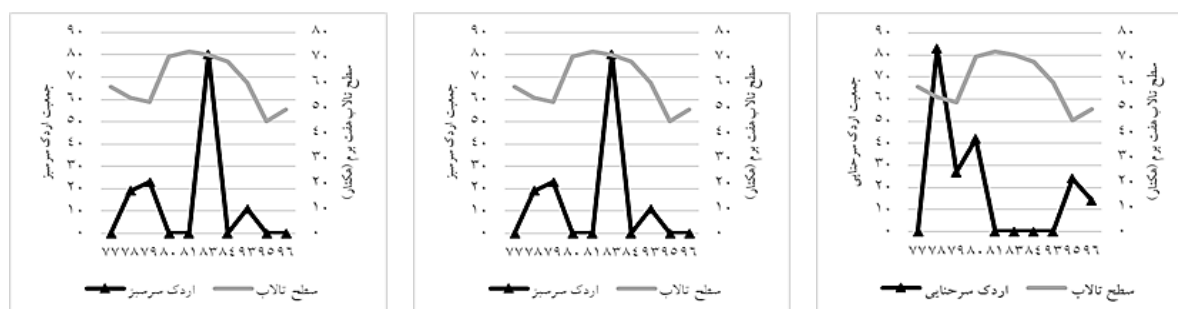
تغییرات جمعیت پرندگان شاخص: به منظور بررسی دقیق‌تر تغییرات جمعیتی پرندگان آبی تالاب هفت‌برم تعدادی از گونه‌ها که بیشترین حضور را در سال‌های پایش در طی دو دهه گذشته داشتند به‌عنوان گونه‌های شاخص انتخاب و تغییرات جمعیت آن‌ها متناسب با تغییرات سطح آب تالاب مورد بررسی قرار گرفت. این گروه شامل چنگر معمولی، اردک سرسبز و اردک سرخنایی بود. در شکل‌های ۷ و ۸، تغییرات جمعیت این گونه‌های شاخص با یکدیگر و به‌صورت منفرد همراه با تغییرات سطح آب تالاب هفت‌برم آورده شده است.

نتایج بررسی تغییرات جمعیتی این گونه‌ها مؤید مطالب زیر می‌باشد:

گونه چنگر معمولی با بیشترین تکرار گزارش در ۷ سال از ۱۰ سال سرشماری در دسترس، حضور داشته است. پس آن گونه‌های اردک سرخنایی و اردک سرسبز به‌ترتیب با ۵ و ۴ بار تکرار در گزارش‌های سرشماری مشاهده شد. در نیمه اول دوره مورد بررسی پرندگان از جمعیت بیشتری متناسب با سطح بیشتر تالاب برخوردار بوده‌اند.



شکل ۷- تغییرات تعداد کل پرندگان و سطح آب تالاب هفت‌برم در طی سال‌های مختلف



شکل ۸- تغییرات جمعیت گونه‌های منتخب همسو با تغییرات سطح تالاب هفت‌برم در سال‌های مختلف

در گونه چنگر معمولی بیشترین جمعیت در سال ۸۱ (۵۲۵۰ قطعه) سرشماری شده است. در سایر سال‌ها جمعیت گزارش شده زیر ۵۰ قطعه می‌باشد. بیشترین جمعیت اردک سرخایی در تالاب هفت‌برم در سال ۷۸ با ۸۳ قطعه گزارش شده است. بیشترین آمار این گونه قبل از دهه هشتاد مشاهده شده است. در این سال‌ها سطح آب تالاب بیش از ۶۰ هکتار بوده است. در سال‌های با کاهش سطح آب تالاب به کمتر از ۴۵ هکتار جمعیت اردک سرخایی نیز کاهش زیادی داشته است. در بین گونه‌های بررسی شده جمعیت اردک سرسبز بیشترین همبستگی را با تغییرات سطح تالاب هفت‌برم نشان داد. به طوری که بیشترین تعداد گزارش شده از این گونه در سال ۱۳۸۳ بوده که همزمان با سال‌های حداکثر سطح تالاب به میزان بیش از ۷۰ هکتار بوده است. در دهه‌های ۷۰ و ۹۰ با کاهش سطح تالاب جمعیت این گونه نیز متناسب با آن کاهش داشته است. براساس آنچه بیان شد می‌توان نتیجه گرفت که در میان گونه‌های بررسی شده بیشترین همبستگی با تغییرات سطح آب مربوط به اردک سرسبز است.

با در نظر گرفتن تمام شرایط می‌توان بیان نمود که زمانی که سطح آب تالاب بیش از ۷۰ هکتار باشد بهترین شرایط برای پرندگان آبی فراهم است. از طرفی، وقتی سطح آب به کمتر از ۴۰ هکتار کاهش پیدا می‌کند جمعیت پرندگان سریعاً کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که سطح حداقلی آب تالاب هفت‌برم برای فراهم نمودن شرایط زیستگاهی برای جمعیت پرندگان بین ۴۵ الی ۵۵ هکتار می‌باشد و به عبارت دیگر می‌توان سطح ۴۵ الی ۵۵ هکتاری تالاب را به عنوان حداقل نیاز اکولوژیک تالاب در نظر گرفت. سطح آب بیش از ۷۰ هکتار شرایط مطلوب و زیر ۴۰ هکتار شرایط بحرانی اکولوژیک می‌باشد. با در نظر گرفتن عمق متوسط ۴ متر برای مجموعه تالاب‌های هفت‌برم (Vazirzadeh, 2021b) حجم آب مورد نیاز (نیاز آبی) برای داشتن سطوح پیش گفته در شرایط متفاوت بارش به شرح زیر برآورد می‌گردد:

خشکسالی: ۱/۵۰۰ (یک میلیون و پانصد هزار مترمکعب)

نرمال: ۲/۱۰۰ (دو میلیون و یکصد هزار متر مکعب)

ترسالی: ۲/۸۰۰ (دو میلیون و هشتصد هزار مترمکعب)

بحث

نتایج بررسی فاکتورهای هواشناسی نشان می‌دهد که بارش حوضه در درازمدت کاهش داشته، به‌خصوص در سال‌های اخیر روند کاهش شدیدتر بوده است. همچنین دما و تبخیر نیز روند افزایشی داشته است. از طرف دیگر، بررسی شاخص خشکسالی منطقه نشان می‌دهد که در دوره زمانی بررسی شده، شدیدترین خشکسالی‌ها در دهه متأخر رخ داده است. نتایج همه این موارد منجر به کاهش رواناب حوضه شده است که آن‌هم به نوبه خود منجر به کاهش معنی‌دار حجم ذخیره تالاب در دهه اخیر شده است. با در نظر گرفتن مجموع این تغییرات می‌توان نتیجه گرفت که شاخص‌های اقلیمی به نفع تالاب هفت‌برم نبوده و در صورت ادامه این روند در آینده وضعیت تالاب نیز وخیم‌تر خواهد بود. روند تغییرات فاکتورهای اقلیمی در حوضه تالاب هفت‌برم مشابه سایر تالاب‌های فارس چون بختگان، پریشان و ارژن می‌باشد اما شاید بتوان تاب‌آوری این تالاب تاکنون و عدم خشکیدگی آن را به نسبت بیشتر عمق به سطح تالاب در مقایسه با سایر تالاب‌های استان و تأثیرپذیری کمتر از وضعیت آب‌های زیرزمینی و وابستگی آن به رواناب‌های فصلی دانست. براساس Mohammadi و Alem (۲۰۱۴) اگرچه سه آبخوان آهکی، آبرفتی و سازند گچساران در اطراف این تالاب‌ها شناسایی گردید اما نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که تالاب ارتباط اندکی با آبخوان‌ها داشته و منبع اصلی تأمین آب تالاب‌ها از آب‌های سطحی گزارش شد. اما با گسترش کشاورزی و باغداری و ویلاسازی در منطقه که منجر به انحراف مسیر رواناب‌ها برای تأمین آب می‌گردد، خطر خشکیدگی تالاب ارژن را تهدید می‌نماید. مطالعه پیشین توسط Vazirzadeh (۲۰۲۱b) نشان می‌دهد که تغییرات جدی در حال انجام در زیرحوضه تالاب هفت‌برم از جمله، تغییر کاربردی و ویلاسازی، افزایش بی‌رویه سطح زیرکشت در حوضه، برداشت شدید از آب‌های زیرزمینی، برداشت مستقیم آب از تالاب برای مصارف کشاورزی، استفاده بیش از اندازه از سموم کشاورزی و گردشگری غیرمسئولانه می‌تواند آسیب جدی به حیات این تالاب وارد نماید. تحقیقات مشابه در خصوص سایر تالاب‌ها در ایران و جهان نیز نشان می‌دهد که عوامل انسانی مهمترین عامل تخریب تالاب‌هاست (Hashemi, 2015; Maleki et al., 2019).

تالاب‌ها دارای کارکردها و ارزش‌های متنوعی هستند که یکی از مهمترین کارکردهای اکولوژیک تالاب‌ها ایجاد شرایط زیستگاهی مناسب برای پرندگان مهاجر و آبزیان می‌باشد (Erwin, 2009). برآورد نیاز آبی اکولوژیک تالاب‌ها به‌منظور برآورد حداقل آب ممکن برای حفاظت و حمایت از این کارکرد اکولوژیک می‌باشد (Fennessy et al., 2007). در این تحقیق براساس تغییرات جمعیت پرندگان آبی در طی ده سال که سرشماری در تالاب هفت‌برم انجام شده بود و ارتباط آن با تغییر مساحت تالاب میزان نیاز آبی اکولوژیک تالاب برای سه سناریوی خشکسالی، نرمال و ترسالی براساس معیار SPI برآورد گردید. اگرچه محدودیت سال‌های سرشماری انجام آنالیزهای آماری برای درک همبستگی بین تغییرات سطح تالاب و جمعیت پرندگان مشکل می‌نمود اما نظر به اهمیت موضوع از بعد حفاظتی و لزوم تلاش برای به‌دست آوردن تصویری حتی نه چندان واضح از وضعیت اکولوژیک تالاب به‌منظور آگاه‌سازی جوامع محلی، بهره‌برداران و ذینفعان و همچنین مسئولین حفاظت و با توجه به وضعیت وخیم سایر تالاب‌ها در استان فارس و کشور، شاید بتوان به همین قدر بسنده نمود تا در سال‌های آتی با تکمیل اطلاعات بتوان تصویر واضح‌تری به‌دست آورد. نتایج به‌دست آمده در خصوص نیاز آبی با گزارش اطلس منابع آب ایران در خصوص حجم ذخیره برم‌ها (۱/۹۵ میلیون مترمکعب) براساس داده‌های به‌روز شده تا پایان دهه ۹۰ هم‌خوانی دارد (ParsAb, 2015). همچنین حجم ذخیره برآورد شده براساس تصاویر ماهواره‌ای که در تحقیق حاضر گزارش شده است نیز نتایج نیازآبی را تأیید می‌نماید. اگرچه عوامل مختلفی چون فراهمی غذا، کیفیت آب و غیره در جذب پرندگان آبی برای زمستان‌گذرانی و زادآوری در تالاب‌ها نقش دارند اما تحقیقات نشان داده است که مهمترین عامل در تالاب‌های ایران و به‌خصوص استان فارس سطح آب و عمق تالاب می‌باشد (Rezaei Tavabe et al., 2022; Vazirzadeh, 2021a). این تحقیق نشان داد که اگرچه اردک سرسبز تنها در ۴ زمان از ۱۰ بار سرشماری انجام شده حضور داشت اما در سال‌هایی که تالاب‌ها از بیشترین سطح گسترش برخوردار بودند جمعیت این گونه نیز بالاترین تعداد را نشان داد. اردک سرسبز از مهمترین گونه‌های مهاجر به استان فارس می‌باشد و از نظر حفاظتی نیز در معرض انقراض می‌باشد. این گونه نه تنها زمستان‌گذرانی را در تالاب‌های استان‌های فارس و خوزستان طی می‌کند بلکه در برخی تالاب‌ها زادآوری نیز

دارد. بهترین مکان برای آشیان سازی این گونه نيزارهای متراکم و دور از دسترس می باشد و با توجه به عمق نسبتاً زیاد تالاب های هفت برم، این موقعیت در زمانی پیش می آید که سطح آب تالاب در حداکثر خود باشد تا زمین های کم عمق اطراف که برای رشد گیاهانی چون نی مناسب است، غرقاب گردد (JamehIran, 2016). ایجاد امنیت از دیگر فاکتورهای بسیار مهم تأثیرگذار بر انتخاب زیستگاه زمستان گذرانی در پرندگان مهاجر است. با توجه به وسعت کم تالاب های هفت برم و افزایش شدید ساخت و ساز در حریم تالاب ها و تراکم زیاد گردشگران، امنیت کافی برای حضور پرندگان آبی در این تالاب فراهم نیست. این موضوع می تواند یکی از دلایل کاهش آمار پرندگان آبی در سال هایی باشد که سطح آب کافی نیز در تالاب فراهم بوده است (مثل سال های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴). از طرف دیگر، روش سرشماری پرندگان در سازمان حفاظت محیط زیست می تواند یکی دیگر از دلایل این موضوع باشد. با توجه به اینکه سرشماری پرندگان آبی در تالاب ها یک فعالیت مقطعی می باشد ممکن است در زمان مراجعه کارشناسان در زمان خاصی از سال برای سرشماری پرندگان به دلایل مختلف از جمله مناسب نبودن دمای محیط و آب و یا تأخیر/تعمیل در مهاجرت پرندگان به دلیل شرایط اقلیمی مبدأ، پرندگان اندکی در تالاب سرشماری گردند اما پس از فراهم شدن شرایط محیطی پرندگان به تالاب مراجعه نمایند اما در سرشماری سالانه محاسبه نگردند. تجربیات شخصی مؤلفان از بازدیدهای مکرر از تالاب های فارس مؤید این موضوع می باشد که لازم است با توجه به محدودیت نیروی انسانی و امکانات لجستیکی سازمان محیط زیست با کمک جوامع محلی و همچنین روش های نوین بتوان آمار دقیق تری از سرشماری سالانه پرندگان آبی داشت (Vazirzadeh and Kafaei, 2022).

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در حال حاضر و در ادامه شرایط اقلیمی حاکم بر حوضه مجموعه تالاب های هفت برم در یک دهه اخیر، روند تغییرات شاخص های اقلیمی اصلی چون بارش، دما و تبخیر مساعد نیست؛ همچنین روند مهاجرت پرندگان آبی به تالاب نیز شدیداً کاهش یافته است. با توجه به اینکه علاوه بر وجود آب با کمیت و کیفیت مناسب، ایجاد شرایط امن برای زمستان گذرانی پرندگان آبی ضروری می باشد، بنابراین لازم است سازمان های متولی در حفاظت از حریم و حوضه آبخیز تالاب به منظور جلوگیری از برداشت از آب های سطحی و زیرزمین حوضه و همچنین ایجاد امنیت با جلوگیری از ساخت و ساز در حریم تالاب، نهایت تلاش خود را جهت حفاظت از تنها تالاب آب شیرین آبدار استان بکار گیرند.

تقدیر و تشکر

منابع مالی این تحقیق توسط اداره کل حفاظت محیط زیست فارس و در قالب قرارداد شماره ۰-۲۷۲۲-۱۳-۱۳۹۷ با نویسنده اول تأمین شده است. از همه مدیران و کارشناسان استان، شهرستان و همکاران دانشگاهی که در انجام این تحقیق نویسندگان را یاری نمودند صمیمانه سپاسگزار می گردم.

References

- Alem H, Mohammadi, Z., 2014. Determining the water sources of lakes: A case study of Lakes Haftbarm, Fars province, Iran. *International Bulletin of Water Resources & Development* 2(2), 206-227.
- Amarasinghe, A.G., 2020. Analysis of long-term rainfall trends in Sri Lanka using chrips estimates. *American Journal of Multidisciplinary Research & Development (AJMRD)* 2(11), 34-44.
- Ebrahimi-Khusfi, Z., Nafarzadegan, A. R., Ebrahimi-Khusfi, M., Zandifar, S., 2022. Monitoring the water surface of wetlands in Iran and their relationship with air pollution in nearby cities. *Environmental Monitoring and Assessment* 194(7), 1-20.
- Esmaili, H.R., Sayadzadeh, G., 2021. *Limnology of Haft-Barm Wetland*. Fars Department of Environment, 141 p.
- Erwin, K.L., 2009. Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management* 17(1), 71-84.

- Fennessy, M.S., Jacobs, A.D., Kentula, M.E., 2007. An evaluation of rapid methods for assessing the ecological condition of wetlands. *Wetlands* 27(3), 543-560.
- Harbor, J. M. (1994). A practical method for estimating the impact of land-use change on surface runoff, groundwater recharge and wetland hydrology. *Journal of the American Planning Association* 60(1), 95-108.
- Hashemi, H., 2015. Climate change and the future of water management in Iran. *Middle East Critique*, 24(3), 307-323.
- JameIran Consulting Co 2016. Revised conservation Program for Dash-Arjan and Parishan Conservating Area. Fars Department of Environment, 420 p.
- Maleki, S., Koupaei, S.S., Soffianian, A., Saatchi, S., Pourmanafi, S., Rahdari, V., 2019. Human and climate effects on the Hamoun wetlands. *Weather, Climate, and Society* 11(3), 609-622.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* 17(22), 179-183.
- ParsAb Consulting Co. 2015. Revised status of water recourses of Kodiyan and Sargah region. 128 p.
- Rawat, K.S., Singh, S.K., Szilard, S., 2021. Comparative evaluation of models to estimate direct runoff volume from an agricultural watershed. *Geology, Ecology, and Landscapes* 5(2), 94-108.
- Rezaei Tavebeh, K., Tabibian, S., Samadi-kouchaksaraei, B., Bagherzadeh Karimi, M., Gholamzadeh, P., 2022. Estimation of environmental water requirement and ecological water level of parishan wetland with the purpose of transferring water from nargesi dam and restoration of the wetland. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 53(3), 435-446.
- Sajedipour, S., Zarei, H., Oryan, S., 2017. Estimation of environmental water requirements via an ecological approach: a case study of Bakhtegan Lake, Iran. *Ecological Engineering* 100(1), 246-255.
- Vazirzadeh, A. 2021a. The impact of human activities on the diversity of wetland ecosystems in Fars province: a look at the way we have traveled and the road ahead. 1st Fars Biodiversity Conference, March 2021, Shiraz University, Iran, pp. 227-237. (in Persian)
- Vazirzadeh, A. (2021b). A research project on the water requirement of Haft-barm wetland. Fars Department of Environment. 120 p.
- Vazirzadeh, A., Kafaie, S., 2022. Estimation of ecological water flow requirements of Bakhtegan and Tashk internationally important wetlands and contribution of climatic and anthropogenic factors in their drought. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 53(10), 2225-2245.