



Assessment of ecological water requirement of Dasht-e-Argan internationally important Wetland, Fars, Iran

Arya Vazirzadeh¹ | Hamid-Reza Mossafa²

1. Corresponding Author, Department of Natural Resources and Environmental Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: vazirzadeh@shirazu.ac.ir
2. Department of Water Engineering, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: mossafa.hr@shirazu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 23 September 2023

Received in revised form 26 October 2023

Accepted 01 November 2023

Published online 27 January 2024

Keywords:

Arjan wetland,
Ecological water requirement,
Satellite images,
Water surface.

ABSTRACT

Arjan wetland is one of the internationally important wetlands in Fars province, Iran. Despite its ecological and geological values as a typical polje, this wetland has lost its ecological services in the last two decades, except for short seasons in other dry seasons. The purpose of this study was to estimate the ecological water requirement of Arjan wetland. The amount of ecological (environmental) water requirement of the wetland was estimated based on the changes in the total population of migratory birds and also the selected species. Using satellite images, monthly and annual changes in the surface of the wetland as well as permanent and temporary water were estimated during the years 1990-2019. The selected species included one species of goose (gray goose) and 4 species of ducks (including shelduck, mallard, widgeon and teal). Satellite images show that in all the years studied, this wetland has been a temporary wetland, although the water level of the wetland has decreased more than 4 times in the last decade compared to the first studied decade. The abundance of gray-goose population showed the highest correlation with changes in the water level of the wetland. According to calculations, under normal conditions, the water level required to support more than 20,000 birds is between 200 and 400 hectares. Reducing the level of the wetland to less than 200 hectares creates critical conditions and the level of more than 500 hectares is desirable. Therefore, taking into account the hydrological and ecological conditions of the wetland basin, the water requirement of Arjan wetland to provide ecological services during different years in terms of climatic conditions can be estimated as follows: Drought years: at least 3 Million cubic meters, normal years: 5.25 million and wet years: 7.5 million cubic meters. Since the watershed has no permanent river to feed the wetland, protection of withdrawal from runoffs and aquifers are required to ensure the water requirement supply of wetland.

Cite this article: Vazirzadeh, A., & Mossafa, H.. (2024). Assessment of ecological water requirement of Dasht-e-Argan internationally important Wetland, Fars, Iran. *Journal of Natural Environment*, 76 (Special Issue), 45-56. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.365746.2601>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.365746.2601>



برآورد نیازآبی اکولوژیک تالاب بین‌المللی ارژن در استان فارس

آریا وزیرزاده^۱ | حمیدرضا مصفا^۲

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

۲. بخش مهندسی آب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. رایانامه: mossafa.hr@shirazu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	تالاب ارژن یکی از تالاب‌های با اهمیت بین‌المللی در استان فارس می‌باشد. میانگین مساحت بلندمدت تالاب حدود ۱۱۰۰ هکتار می‌باشد. این تالاب یک پولیه طبیعی بوده و آب آن از طریق یک پونر (سینک هول) در بخش شرقی خارج می‌گردد. تالاب ارژن در دو دهه اخیر به‌جز مقاطع فصلی کوتاهی در سایر فصول خشک بوده و توان ارائه خدمات اکولوژیک خود را از دست داده است. هدف این تحقیق، برآورد نیاز آبی تالاب ارژن بود. میزان نیاز آبی اکولوژیک تالاب براساس تغییرات جمعیت کل پرندگان و همچنین گونه‌های منتخب برآورد گردید. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تغییرات ماهانه و سالانه سطح تالاب و همچنین آب دائمی و موقت در طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۹۸ برآورد گردید. گونه‌های منتخب که دارای بیشترین فراوانی در سال‌های سرشماری بودند شامل یک گونه غاز (غاز خاکستری) و ۴ گونه اردک (شامل آنقوت، اردک سرسبز، گیلار و خوتکا) بود. تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که در تمام سال‌های مورد بررسی، این تالاب یک تالاب موقت بوده است اگرچه سطح آبدار تالاب در یک دهه اخیر نسبت به دهه اول بیش از ۴ برابر کاهش یافته است. فراوانی جمعیت غازخاکستری بیشترین همبستگی را با تغییرات سطح آب تالاب نشان داد. با بررسی همبستگی بین تغییرات سطح تالاب و تغییرات جمعیت کل پرندگان و گونه‌ای منتخب، در شرایط نرمال سطح آبی مورد نیاز برای حمایت از بیش از ۲۰ هزار پرند بین ۲۰۰ الی ۴۰۰ هکتار می‌باشد. کاهش سطح تالاب به کمتر از ۲۰۰ هکتار شرایط بحرانی ایجاد می‌نماید و سطح بیش از ۵۰۰ هکتار مطلوب می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن شرایط هیدرولوژیک و اکولوژیک حاکم بر حوضه تالاب، می‌توان نیازآبی تالاب ارژن برای برقراری خدمات اکولوژیک در طی سال‌های مختلف از نظر شرایط اقلیمی را به شرح زیر برآورد نمود: خشکسالی: حداقل ۳ میلیون مترمکعب، نرمال: ۵/۲۵ میلیون متر مکعب و ترسالی: ۷/۵ میلیون متر مکعب. با توجه به عدم وجود رودخانه دائمی در حوضه تالاب، صیانت از رواناب‌ها و جلوگیری از برداشت بیش از حد مجاز از آبخوان‌ها برای تضمین تأمین نیازآبی تالاب ضروری است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷	
کلیدواژه‌ها: تالاب ارژن، تصاویر ماهواره‌ای، مساحت آبی، نیاز آبی اکولوژیک.	

استناد: وزیرزاده، آریا؛ و مصفا، حمیدرضا (۱۴۰۲). برآورد نیازآبی اکولوژیک تالاب بین‌المللی ارژن در استان فارس. محیط زیست طبیعی، ۷۶ (ویژه نامه)، ۴۵-۵۶.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.365746.2601>



مقدمه

تالاب دشت ارژن یا تالاب ارژن یکی از تالاب‌های بین‌المللی ایران است. این تالاب براساس معیارهای جغرافیایی و همچنین معیارهای عمومی گیاهی و جانوری و معیارهای خاص پرندگان، امتیازهای لازم برای قرارگیری در لیست تالاب‌های بین‌المللی را داراست (Aubert *et al.*, 2019). تالاب ارژن در سال‌های آبدار پذیرای بیش از ۷۱ گونه از پرندگان آبی برای زمستان‌گذرانی است (Azizi Jalilian *et al.*, 2021). همچنین در گذشته، این تالاب زیستگاه زادآوری برخی از گونه‌های مرغابی‌سانان و حواصیل‌ها بوده است (Jameh Iran Consulting Co, 2013). این تالاب از نظر زمین‌شناختی یک پولیه نمونه‌وار بوده و آب آن از طریق پونرهای بخش شرقی وارد حوضه چشمه‌ی دم اسب می‌گردد (Sadeghi, 2012). این تالاب بخشی از منطقه حفاظت‌شده ارژن و پریشان است که در سال ۱۳۵۱ با وسعت ۱۹۱ هزار هکتار به‌عنوان پارک ملی انتخاب و در سال ۱۳۵۳ با کاهش وسعت آن به ۶۵ هزار هکتار به‌عنوان منطقه حفاظت‌شده معرفی گردید. همچنین بخشی از ذخیره‌گاه زیست‌کره ارژن و پریشان می‌باشد (Jameh Iran Consulting Co, 2013).

رویکردهای مختلفی برای محاسبه نیاز آبی تالاب‌ها با هدف حفظ یا بازگردانی کارکردهای آن‌ها وجود دارد. به‌طور کلی این رویکردها را می‌توان در سه گروه هیدرولوژیک، اکولوژیک و جامع تقسیم‌بندی نمود (Fennessy *et al.*, 2007). انتخاب هر یک از این رویکردها به اطلاعات هیدرولوژیک و اکولوژیک منطقه، هزینه، زمان و هدف از تعیین نیاز آبی بستگی دارد. با استفاده از دیدگاه‌های اکولوژیک، الزامات مربوط به کنواسیون رامسر ممکن است مستقیماً مورد توجه قرار گیرند، چرا که رژیم‌های آبی می‌توانند به‌گونه‌ای مدیریت شوند که نیازمندی‌های زیست‌مندان به‌خصوص پرندگان آبی را برآورده سازند. همچنین تعیین نیاز آبی اکولوژیک یا محیط‌زیستی بیشترین پتانسیل را برای تعاملات تخصیص منابع آب دارد (Sajedipour *et al.*, 2017). از آنجا که تالاب دشت ارژن هم از منظر اکولوژیک با داشتن تنوع گونه‌ای بسیار مطلوب، هم از نظر زمین‌شناختی با دربرداشتن یک پولیه تمام عیار با ارتباطات جالب سفره‌های آب زیرزمینی در منطقه و هم از منظر اکوتوریسم دارای ارزش‌های فراوان می‌باشد. بنابراین حفاظت از تالاب ارژن با تأمین نیاز محیط‌زیستی آن از اهمیت به‌سزایی برای احیاء کارکردهای اکولوژیک و اقتصادی تالاب برخوردار است که این تحقیق نیز با هدف محاسبه نیاز آبی محیط‌زیستی تالاب ارژن بر اساس روش اکولوژیک به‌اجرا درآمد.

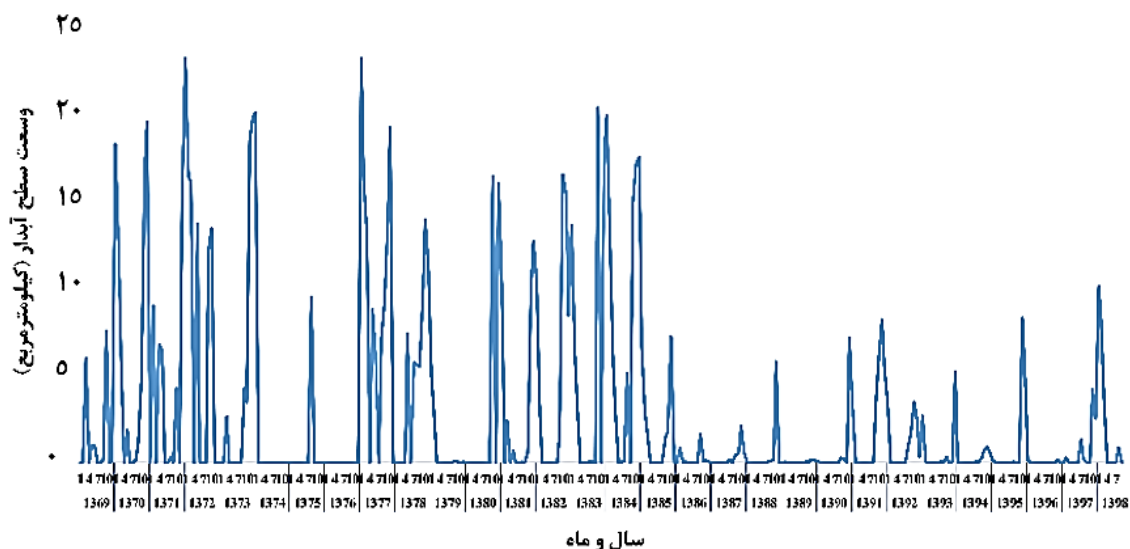
روش‌شناسی پژوهش

موقعیت منطقه مورد مطالعه: تالاب دشت ارژن در فاصله حدود ۶۰ کیلومتری شهر شیراز، در مسیر جاده ی شیراز-کازرون و در بخش جنوبی رشته کوه‌های زاگرس با مختصات جغرافیایی ۵۱°۵۶' تا ۵۱°۵۹' طول شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۹°۳۶' الی ۲۹°۳۹' شمالی واقع شده است. تالاب دشت ارژن دارای نظام هیدرولوژی نیمه‌باز بوده و با سفره‌های آب اطراف از جمله چشمه دم اسب در ارتباط می‌باشد (Sadeghi, 2012). تالاب ارژن به‌همراه تالاب پریشان به‌عنوان یکی از سایت‌های تالابی با ارزش بین‌المللی با کد IR37 در کنوانسیون رامسر ثبت شده است. تالاب‌های ارژن و پریشان از سایت‌های اصلی تخم‌گذاری حواصیل بوده و بیش از یک درصد جمعیت محلی برخی گونه‌ها از جمله ۱۱ گونه اردک را حمایت می‌کنند (Jameh Iran Consulting Co, 2013).

برآورد نیاز آبی اکولوژیک تالاب ارژن

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 ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ از طریق سامانه گوگل ارث انجین دانلود 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 گوگل ارث انجین، متوسط تغییرات سطح آبدار هر تالاب در مقیاس‌های فصلی و سالانه نیز محاسبه شد (Ebrahimi-Khusfi *et al.*, 2022).

تغییرات جمعیت پرندگان تالاب: برای تعیین نیاز آبی اکولوژیک تالاب ارژن از داده‌های سرشماری پرندگان این تالاب که توسط اداره کل محیط زیست فارس برای سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۸ تهیه شده بود، استفاده گردید (Jin *et al.*, 2011).



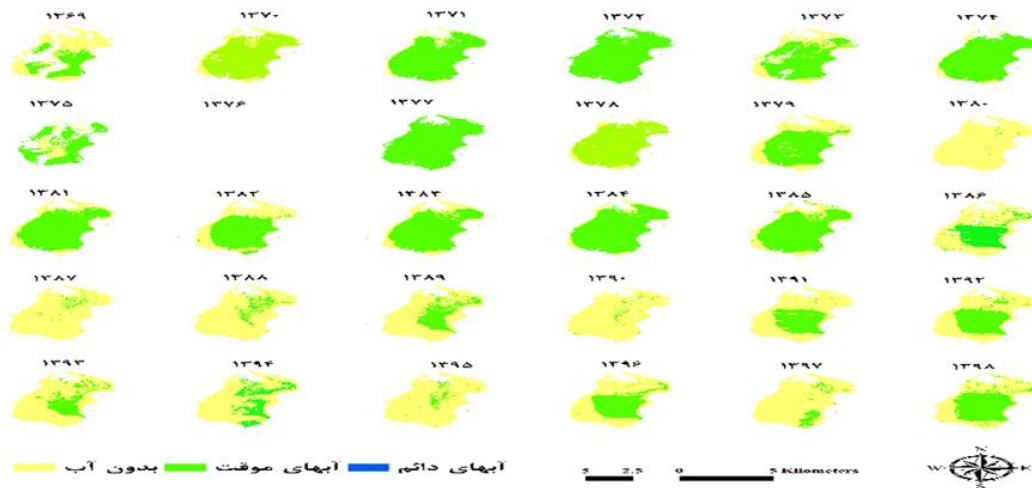
شکل ۱- تغییرات ماهانه-سالانه سطح تالاب ارژن در طی سه دهه

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). با بررسی دقیق‌تر تغییرات جمعیتی پرندگان آبی تالاب ارژن تعدادی از گونه‌ها از خانواده مرغابی‌ان 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 یک گونه غاز (غاز خاکستری، *Anser anser*) و ۴ گونه اردک شامل آنقوت (*Tadorna ferruginea*)، اردک سرسبز (*Anas platyrhynchos*)، گیلار (*Anas penelope*) و خوتکا (*Anas crecca*) بود.

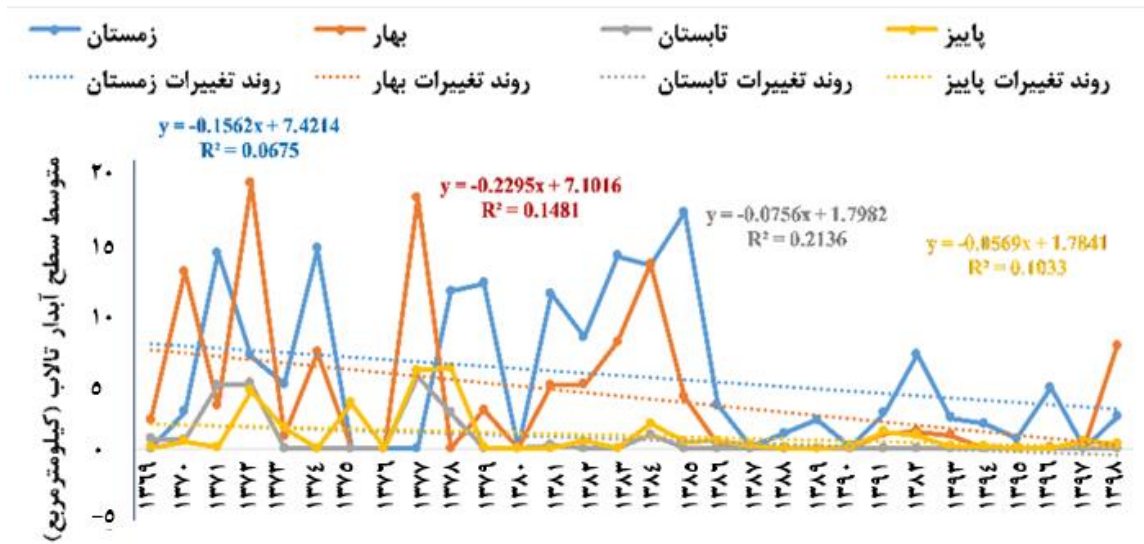
یافته‌های پژوهش

تغییرات سطح تالاب در سه دهه گذشته: تغییرات سالانه-ماهانه و متوسط سطح آبدار سالانه تالاب ارژن در طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۹۸ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شکل‌های ۱ ارائه شده است. همچنین تغییرات آب‌های موقت و دائم این تالاب در طی سال‌های یاد شده در شکل ۳ مشاهده می‌شود. این تصاویر به وضوح نشان می‌دهد که بعد از سال ۸۶ سطح آبدار تالاب به شدت افت نموده است؛ به طوری که پیش از آن غالباً میانگین سطح آبدار تالاب بیش از ۴ کیلومتر مربع بوده است (در فصل بهار گاهی بیش از ۲۰ کیلومتر مربع سطح آبی را شامل شده است)، اگرچه همیشه تغییرات سال به سال وجود داشته، اما پس از سال ۸۶ سطح آبدار تالاب در اغلب سال‌ها به کمتر از ۱ کیلومتر مربع کاهش پیدا کرده است. همچنین مقایسه سطوح آبدار دائمی و موقت تالاب نیز نکات جالبی را مشخص می‌نماید. اول اینکه در تمام سال‌های بررسی شده سطح آب‌های دائمی بسیار اندک بوده و غالب سطح تالاب را آب‌های موقت می‌پوشاند (آب‌هایی که تا سال آبی جدید باقی نمی‌مانند). دوم اینکه، پس از سال ۱۳۸۶ سطح آب‌های موقت نیز شدیداً کاهش یافته است.

متوسط سطح آبدار تالاب در طی سال‌های ۱۳۶۹ الی ۱۳۷۹، ۴/۱ کیلومتر مربع، در طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹، ۲/۷۵ کیلومتر مربع و در طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸، ۰/۸۷ کیلومتر مربع بوده است. به عبارت دیگر، متوسط سطح آبدار تالاب در دهه آخر نسبت به دهه اول بیش از ۴ برابر کاهش یافته است. همچنین بررسی تغییرات ماهانه سطح آبدار تالاب (شکل‌های ۱ و ۳) نشان می‌دهد که بیشترین سطح آبدار تالاب در فصل بهار و سپس زمستان و کمترین مقدار آن در فصول تابستان و پاییز می‌باشد. روند تغییرات سالانه و فصلی متوسط سطح آبدار تالاب ارژن (شکل ۴) بیانگر شیب کاهشی سطح آبدار این تالاب بین‌المللی در فاصله زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. شیب تغییرات در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۰/۲۲-، ۰/۱۵-، ۰/۰۷- و ۰/۰۵- کیلومتر مربع در هر سال از بازه زمانی مورد بررسی بوده است. بررسی روند تغییرات سطح آبدار تالاب‌ها بیانگر کاهش معنی‌دار



شکل ۲- تغییرات سطح آب دائمی، موقت و سطح بدون آب تالاب ارژن در طی سه دهه

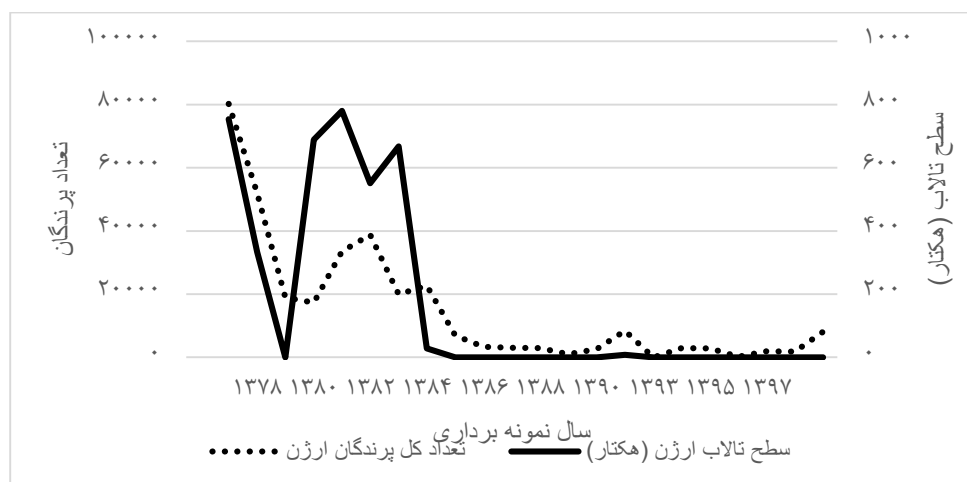


شکل ۳- روند تغییرات سطح تالاب ارژن در طی سه دهه در طی چهار فصل

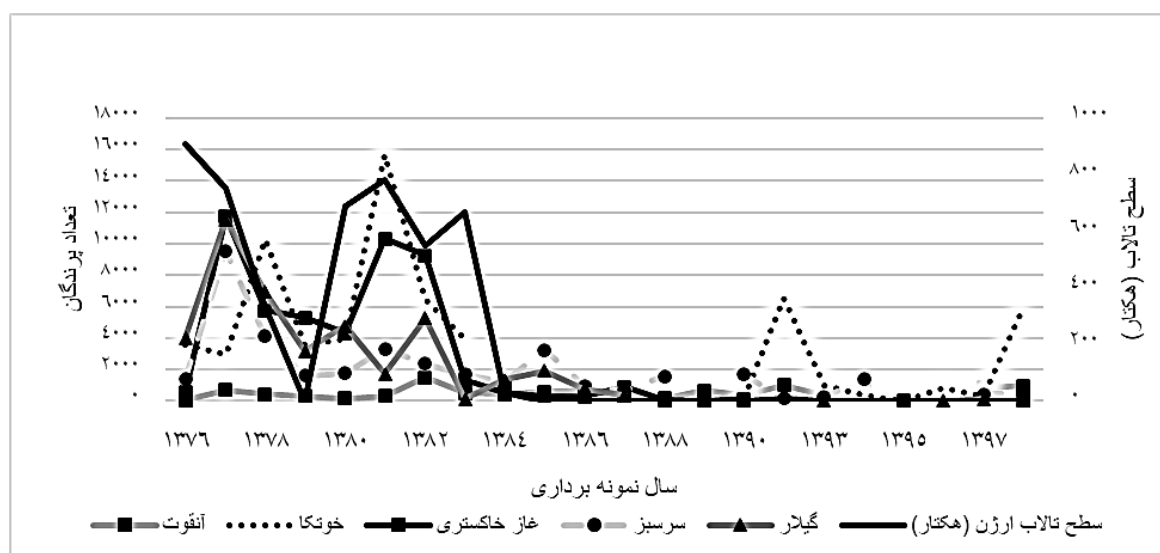
سطح آبدار تالاب در طی فصل‌های بهار و زمستان در طی سه دهه گذشته می‌باشد، مسئله‌ای که موجب خشکیدگی تالاب در اغلب اوقات سال در طی سال‌های پس از دهه ۸۰ شمسی شده است.

تغییرات جمعیت پرندگان تالاب دشت ارژن طی سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۸: براساس آمار سرشماری سالیانه انجام شده توسط اداره کل حفاظت محیط‌زیست فارس، فراوانی و غنای گونه‌ای پرندگان گزارش شده از تالاب ارژن در طی ۲۰ سال گذشته تغییرات زیادی داشته است. در شکل ۴، همبستگی فراوانی کل پرندگان آبی تالاب ارژن با تغییرات سطح آب تالاب ارژن در طی سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۸ ترسیم شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد پس از سال ۱۳۸۴ و همسو با خشکیدگی تالاب جمعیت پرندگان آبی به شدت کاهش یافته است. در سال‌های پرآبی تالاب و زمانی که تالاب بیش از ۵۰۰ هکتار مساحت داشته است آمار سالیانه پرندگان گزارش شده از این تالاب بیش از ۵۰ هزار قطعه می‌باشد. همچنین در سال‌های نرمال که سطح آب تالاب بین ۲۰۰ الی ۴۰۰ هکتار بوده، جمعیت پرندگان آبی نیز بین ۲۰ الی ۴۰ هزار قطعه گزارش شده است. اما در سال‌های بحرانی که سطح آب تالاب کمتر از ۱۰۰ هکتار بوده و یا دچار خشکیدگی شده است جمعیت پرندگان به زیر ۱۰ هزار قطعه و در سال‌های اخیر اغلب زیر ۵ هزار قطعه گزارش شده است.

تغییرات جمعیت پرندگان منتخب (گونه‌های شاخص): با بررسی دقیق‌تر تغییرات جمعیتی پرندگان آبی تالاب ارژن تعدادی از گونه‌ها از خانواده مرغابی‌ان که بیشترین حضور را در سال‌های پایش در طی دو دهه گذشته داشتند به‌عنوان گروه گونه‌ای شاخص



شکل ۴- تغییرات فراوانی پرنندگان آبی تالاب ارزن همسو با تغییرات سطح تالاب در سال‌های مختلف

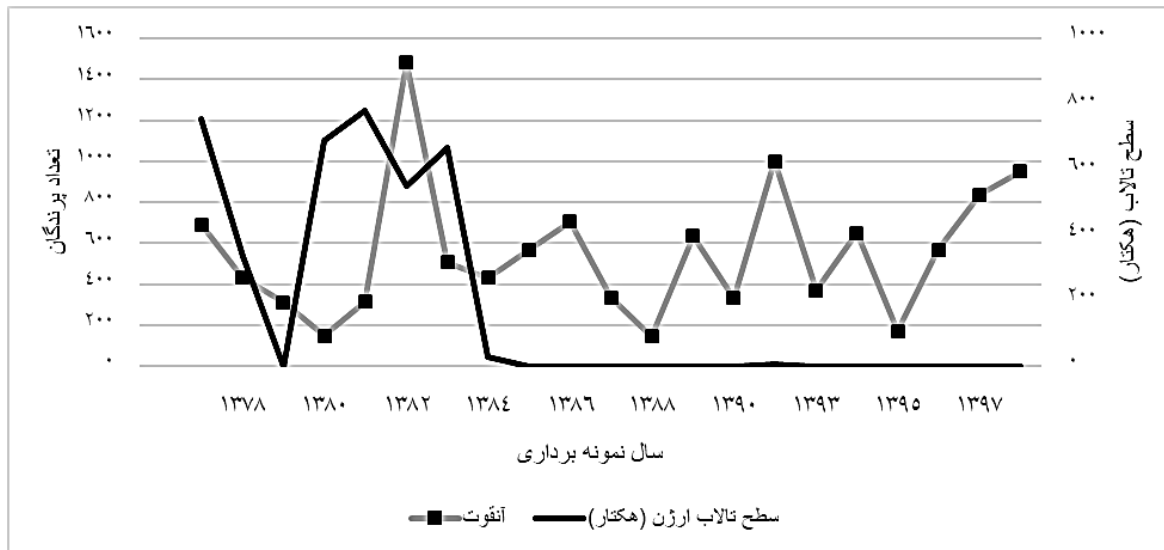


شکل ۵- تغییرات جمعیت گونه‌های منتخب همسو با تغییرات سطح تالاب ارزن در سال‌های مختلف

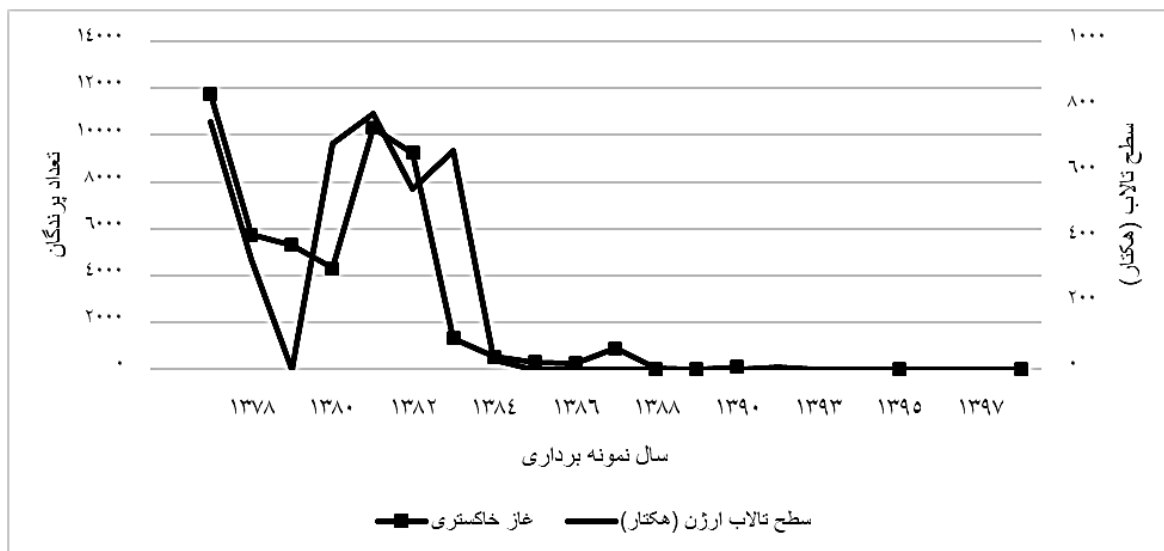
انتخاب و تغییرات جمعیت آن‌ها متناسب با تغییرات سطح آب تالاب مورد بررسی قرار گرفت. این گروه گونه‌ای شامل یک گونه غاز (غاز خاکستری) و ۴ گونه اردک (شامل آنقوت، اردک سرسبز، گیلاز و خوتکا) بود. در شکل ۵، تغییرات جمعیت این گونه‌های شاخص با یکدیگر همراه با تغییرات سطح آب تالاب ارزن ارائه شده است.

نتایج بررسی تغییرات جمعیتی این گونه‌ها مؤید مطالب زیر می‌باشد:

گونه آنقوت با حداقل جمعیت و همچنین با حداقل تغییرات بیشترین حضور را در طی سال‌های نمونه‌برداری با حداکثر ۱۴۸۲ قطعه در سال ۱۳۸۲ و حداقل ۱۴۴ قطعه در سال ۱۳۸۸ گزارش شده است. متوسط جمعیت این گونه در کل سال‌های پایش در حدود ۶۰۰ قطعه بوده است (شکل ۶). گونه غاز خاکستری بیشترین همبستگی را با تغییرات سطح آب نشان می‌دهد. به طوری که جمعیت آن در سال‌های پرآبی فراوان و در سال‌های کم آبی به شدت کاهش داشته است. بیشترین جمعیت این گونه در طی سال‌های ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۳ مشاهده شده است. این گونه در سال ۱۳۷۷ با بیش از ۱۱ هزار قطعه بیشترین فراوانی را داشته است. همچنین کمترین جمعیت این گونه پس از سال ۱۳۸۴ و همزمان با خشکیدگی تالاب گزارش شده است. به طوری که در این سال‌ها جمعیت این گونه به زیر ۵۰۰ قطعه رسیده و کمترین جمعیت این گونه در سال ۱۳۸۹ با ۶ قطعه مشاهده شده است. در سال‌های اخیر جمعیت این گونه به زیر ۵۰ قطعه رسیده است (شکل ۷). جمعیت گیلاز نیز همانند جمعیت غاز خاکستری همبستگی شدیدی با سطح آب داشته است. به طوری که بیشترین جمعیت آن در دهه هفتاد و نیمه اول دهه ۸۰ مشاهده شده و پس از آن جمعیت آن به شدت کاهش یافته است. در سال‌های اخیر، گزارش جمعیت این گونه به زیر ۲۰۰ قطعه رسیده است. حداکثر جمعیت این گونه در سال ۱۳۷۷ با



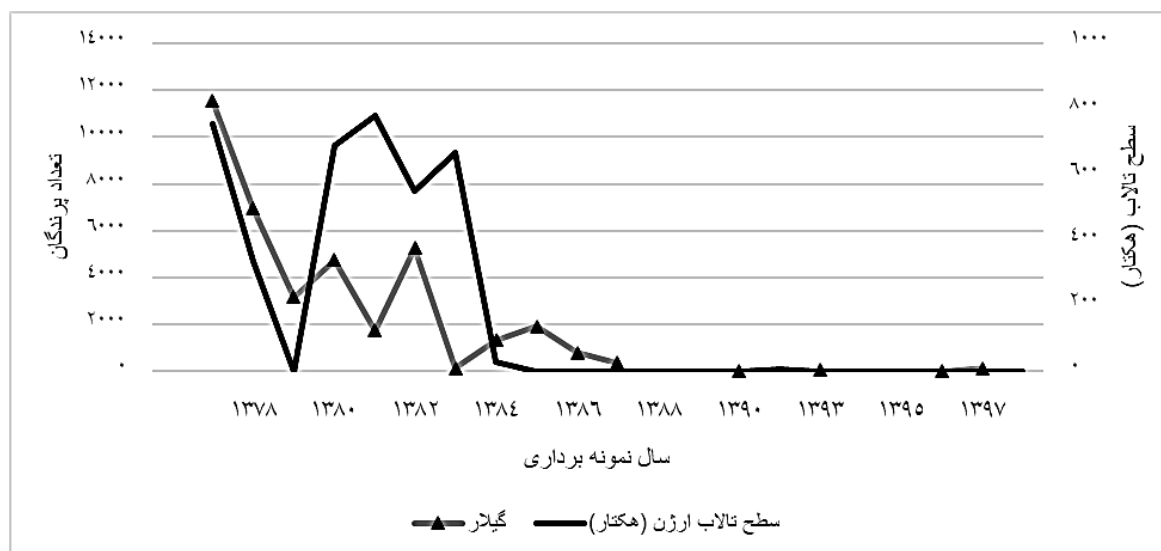
شکل ۶- تغییرات جمعیت گونه آنقوت همسو با تغییرات سطح تالاب ارژن در سال‌های مختلف



شکل ۷- تغییرات جمعیت گونه غاز خاکستری همسو با تغییرات سطح تالاب ارژن در سال‌های مختلف

۱۱۵۳۵ قطعه و حداقل جمعیت آن در سال ۱۳۹۶ با ۴ قطعه گزارش شده است (شکل ۸). گونه خوتکا در سال‌های پرآبی دارای فراوانی بیشتر بوده و در سال‌های کم آبی جمعیت آن کاهش یافته است. بیشترین جمعیت این گونه حداکثر ۱۵۶۷۵ قطعه در سال ۱۳۸۲ و حداقل ۲۹۵۰ قطعه در سال ۱۳۸۸ مشاهده شده است. متوسط جمعیت این گونه در سال‌های پایش در حدود ۵۰۰۰ قطعه بوده است (شکل ۹). جمعیت اردک سرسبز نیز متناظر با کاهش سطح آب به‌طور پیوسته در سال‌های گذشته روند کاهشی داشته است. حداکثر جمعیت این گونه در سال ۱۳۷۷ با ۹۵۲۵ قطعه و حداقل جمعیت آن در سال ۱۳۹۱ با ۱۷۰ قطعه گزارش شده است. در طی ده سال اخیر جمعیت این گونه غالباً زیر ۱۵۰۰ قطعه گزارش شده و روند کاهشی محسوسی داشته است (شکل ۱۰). براساس آنچه بیان شد می‌توان نتیجه گرفت که در گروه گونه‌آبی بررسی شده بیشترین همبستگی با تغییرات سطح آب مربوط به غاز خاکستری و گیلار و کمترین وابستگی مربوط به آنقوت بوده است. گونه‌های خوتکا و اردک سرسبز نیز همبستگی مناسبی با تغییرات سطح آب نشان داده و می‌توان در درجه دوم یا میانه دسته‌بندی کرد.

با در نظر گرفتن تمام شرایط پیش گفته می‌توان بیان نمود که سطح حداقلی آب تالاب ارژن برای فراهم نمودن شرایط زیستگاهی برای جمعیت متوسط از پرندگان بین ۲۰۰ الی ۴۰۰ هکتار می‌باشد. چنانچه سطح آب به کمتر از ۲۰۰ هکتار برسد جمعیت پرندگان به شدت کاهش می‌یابد و می‌توان سطح ۲۰۰ الی ۴۰۰ هکتاری سطح تالاب را به‌عنوان حداقل نیاز اکولوژیک



شکل ۸- تغییرات جمعیت گونه گیلار همسو با تغییرات سطح تالاب ارژن در سال‌های مختلف



شکل ۹- تغییرات جمعیت گونه خوتکا همسو با تغییرات سطح تالاب ارژن در سال‌های مختلف

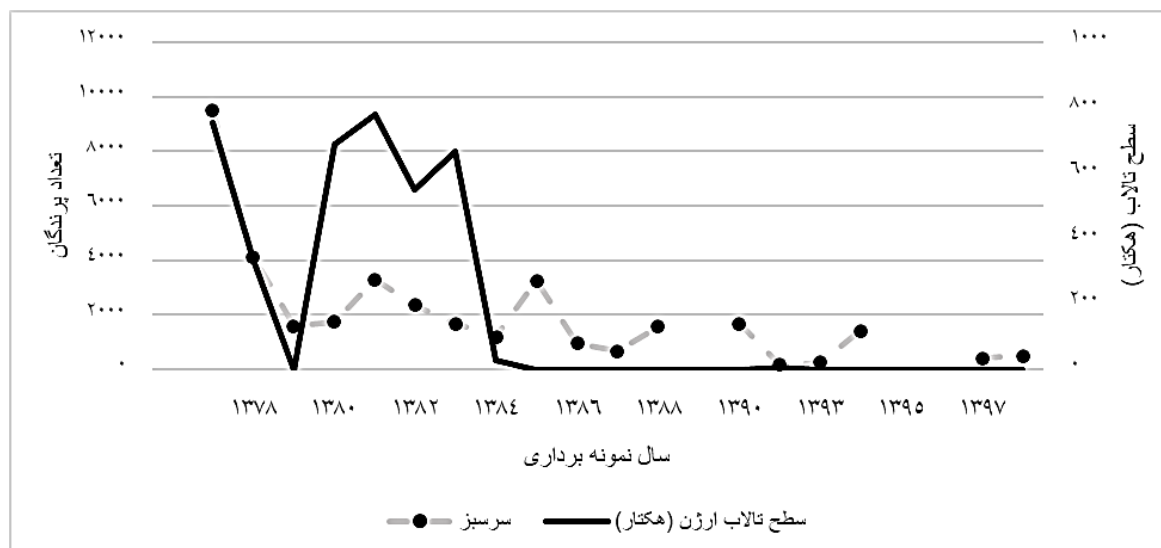
تالاب در نظر گرفت. سطح آب بیش از ۵۰۰ هکتار شرایط عالی و زیر ۲۰۰ هکتار شرایط بحرانی اکولوژیک می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن عمق متوسط ۱/۵ متر برای تالاب ارژن و براساس رابطه عمق-سطح محاسبه شده برای تالاب ارژن (Sadeghi, 2012)، و مساحت محاسبه شده برای برقرای شرایط مطلوب اکولوژیک جهت حمایت از پرندگان آبی می‌توان نیاز آبی تالاب ارژن برای برقراری خدمات اکولوژیک در طی سال‌های مختلف از نظر شرایط اقلیمی را به شرح زیر برآورد نمود:

خشکسالی: حداقل ۳ میلیون مترمکعب

نرمال: ۵/۲۵ میلیون متر مکعب

ترسالی: ۷/۵ میلیون متر مکعب

توزیع ماهانه نیاز آبی در سناریوهای مختلف: در جدول ۱ توزیع ماهانه نیاز آبی تالاب ارژن در سناریوهای مختلف ارائه شده است. این توزیع براساس شرایط اقلیمی درازمدت مطالعه شده به‌ویژه بارش در منطقه تعیین شده است (Vazirzadeh, 2021).



شکل ۱۰- تغییرات جمعیت گونه اردک سرسبز همسو با تغییرات سطح تالاب ارژن در سال‌های مختلف

جدول ۱- توزیع ماهانه نیاز آبی محاسبه شده برای تالاب ارژن در سناریوهای مختلف

حجم توزیع در ماه‌های مختلف (هزار مترمکعب)

مهر	فروردین	اردیبهشت	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر	مهر
۴۵۰	۴۵۰	۳۰۰	۱۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷۸۷/۵	۷۸۷/۵	۵۲۵	۲۶۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱۲۵	۱۱۲۵	۷۵۰	۳۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

بحث و نتیجه‌گیری

تالاب‌ها اکوسیستم‌هایی با رژیم هیدرولوژی غالباً متغییر بوده و سطح آبی اغلب تالاب‌ها موقت می‌باشد. در واقع تالاب‌ها در فصل‌های پرآبی چون زمستان و بهار حداکثر سطح آب را داشته و در تابستان و پاییز به کمترین سطح و گاهی خشکی می‌رسند. به دلیل عمق آب کم اغلب تالاب‌های استان فارس، خشکیدگی تالاب در بخشی از فصول خشک سال معمول می‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده است که میزان تولید در تالاب‌های با خشکیدگی قابل پیش‌بینی بیش از تالاب‌های دائماً آبدار و یا تالاب‌های با دوره‌های هیدرولوژی غیرقابل پیش‌بینی می‌باشد (Brinson et al., 1981).

بررسی سطح تغییرات تالاب ارژن در طی سه دهه گذشته بیانگر آن است که تغییرات سطح تالاب در کل سال‌ها وجود داشته است. به طور مثال در هر سه دهه بررسی شده، سال‌هایی وجود داشته است که میانگین سطح تالاب به صفر میل نموده است. از طرف دیگر، بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که سطح آب دائم در تالاب ارژن بسیار کم بوده و در سه دهه بررسی شده تقریباً هیچگونه آب دائمی وجود نداشته است که نشان می‌دهد این تالاب یک تالاب موقت است. علت اصلی این موضوع ویژگی خاص زمین‌شناختی و جغرافیایی تالاب می‌باشد. تالاب ارژن یک پولیه نمونه‌وار می‌باشد و از طریق پونرهای بخش شرقی آن آب آن خارج می‌شود. در گذشته تصور بر این بود که تالاب ارژن با تالاب پریشان در ارتباط بوده است اما مطالعات دانشگاه شیراز نشان داد که خروجی پونر این تالاب وارد چشمه دم اسب می‌گردد (Sadeghi, 2012). در تمام طول سال در صورت وجود آب در تالاب خروج آب از پونر اتفاق می‌افتد، اما در فصل زمستان و بهار خروجی از طریق ورود بارندگی و آب‌های جاری و زیرزمینی جبران می‌گردد اما در فصول تابستان و بهار به دلیل نبود بارندگی تالاب رو به خشکی می‌رود. آنچه از بررسی تغییرات سطح تالاب به خوبی نمایان است، کاهش شدید سطح تالاب از نیمه دوم دهه ۸۰ می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد علت اصلی این کاهش شدید تحت تأثیر تغییرات هواشناسی منطقه و کاهش بارش در منطقه و فعالیت‌های انسانی و برداشت بیش از اندازه از منابع آبی منطقه می‌باشد (Vazirzadeh, 2021).

روش‌های مختلفی برای برآورد نیازآبی منابع آبی وجود دارد. غالب روش‌های پیشنهادی برای تعیین نیازآبی برای رودخانه‌ها تدوین شده است، چون این روش‌ها معمولاً در مناطقی (اروپا و آمریکای شمالی) توسعه یافته‌اند که معمولاً مشکل خشکیدگی و تأمین حقایق تالاب وجود ندارد، بلکه مشکلات اصلی آن‌ها در رابطه با آلودگی تالاب‌ها و یا تغییر رژیم هیدرولوژیک رودخانه و تالاب‌های حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌باشد (Xu et al., 2019). عمده روش‌های تعیین نیازآبی تالاب‌ها شیوه هیدرولوژیک براساس رژیم تاریخی رودخانه‌ها و تالاب‌ها و همچنین روش اکولوژیک می‌باشد. هر دو روش در خصوص تالاب ارژن یکدیگر را تأیید می‌نمایند. به عبارت دیگر هم بررسی تغییرات سطح تالاب و هم فراوانی جمعیت پرندگان تالاب ارژن بیانگر آن است که کاهش میانگین سطح تالاب به کمتر از ۵۰۰ هکتار، شرایط نامطلوب هیدرولوژیک و اکولوژیک ایجاد می‌نماید. مطالعات قبلی در دهه ۸۰ در خصوص حفاظت از تالاب ارژن براساس اصول هیدرولوژیک نشان داده است که روند کاهش تغییرات سطح تالاب تشدید شده و ادامه این روند را سبب خشکیدگی در سال‌های آتی پیش‌بینی نمودند (Sadeghi, 2012). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پیش‌بینی قبلی درست بوده و خشکیدگی تالاب در دهه ۹۰ تشدید شده است و ادامه این روش سبب خشکیدگی کامل تالاب خواهد شد و می‌بایست در این راستا چاره‌ای اندیشیده شود.

همان‌گونه که بیان شد مهمترین دلایل کاهش سطح تالاب ارژن در سال‌های اخیر کاهش ورودی تالاب از چشمه‌ها و منابع تغذیه زیرزمینی و همچنین کاهش رواناب‌ها بوده است که دو مورد اول نتیجه دخالت‌های انسانی و مورد سوم متأثر از تغییرات آب و هوایی است که آن هم در مقیاس جهانی متأثر از فعالیت‌های انسانی است. براساس مطالعات انجام شده به خصوص مطالعه بخش ژئوهیدرولوژی دانشگاه شیراز، گزینه‌های متعددی برای کاهش خشک شدن تالاب ارژن وجود دارد که به شرح زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد (Sadeghi, 2012):

- متوقف نمودن بهره‌برداری بیش‌تر آب از چاه‌های اطراف تالاب و حوضه آبریز چشمه دشت ارژن

این گزینه ممکن است با توجه به شرایط اقتصادی-اجتماعی منطقه امکان‌پذیر نباشد و پیامدهایی داشته باشد. ولی پیشنهاد می‌گردد که از حفر هر گونه چاه جدید در حوضه آبریز چشمه سادات و به خصوص در اطراف تالاب خودداری شود. حفر چاه در اطراف تالاب علاوه بر اینکه آب ورودی به تالاب را کاهش می‌دهد، باعث پایین آمدن سطح سفره آب زیرزمینی و در نتیجه افزایش نفوذ آب از کف تالاب می‌شود. اگر پرکردن چاه‌های مازاد بر ظرفیت حوضه امکان‌پذیر نیست، پیشنهاد می‌گردد که کلیه چاه‌هایی که در فاصله ۲۰۰ متری از تراز نرمال تالاب قرار گرفته‌اند، جابه‌جا شوند و هیچ‌گونه چاه جدیدی در اطراف تالاب حفر نگردد.

همچنین با توجه به اینکه براساس گزارش اطلس منابع آب ایران (Farsab Sanat, 2016)، مقداری آب زیرزمینی از محدوده مطالعاتی مجاور (بنه‌رود و زنگنه) وارد حوضه مطالعاتی ارژن می‌گردد، جلوگیری از حفر چاه و برداشت غیر مجاز از آب‌های زیرزمینی حوضه مجاور نیز توصیه می‌گردد.

- ایجاد بستر غیرقابل نفوذ در کف تالاب برای جلوگیری از خروج آب از پونرها که این گزینه شرایط اکولوژیک تالاب را تغییر خواهد داد، بنابراین توصیه نمی‌شود.

- پر کردن کانال و پونر

در صورتی که کانال و پونر با خاک پر شود، امکان دارد پس از یک یا دو سال مجدداً پونر جدید ایجاد شود و مسئله برای طولانی مدت حل نخواهد کرد. ضمن اینکه آب فروچاله و کانال یک پدیده جذاب زمین‌شناختی است و در ایران منحصر به فرد می‌باشد و می‌تواند مورد استقبال گردش‌گران باشد، بنابراین باید آن را با مورفولوژی موجود حفظ کرد.

- ایجاد بند خاکی

براساس مطالعه (Sadeghi (2012 یکی از راه‌کارهای جلوگیری از خشک شدن تالاب ارژن احداث یک بند خاکی به ارتفاع ۹ متر قبل از ورود آب به پونر می‌باشد (براساس ارتباط شخصی دکتر رئیسی ارتفاع ۳ متر را تأیید می‌نمایند اگرچه در منبع مورد اشاره ۹ متر ذکر شده است). براساس مطالعات انجام شده در حال حاضر در زمستان و بهار حجم زیادی از آب وارد پونر شده و از چشمه دم اسب خارج می‌شود و با توجه به ساخت سد نرگسی در زیردست چشمه دم اسب (در منبع مورد اشاره به اشتباه سد چشمه عاشق ذکر شده است)، این آب در فصل زمستان و بهار در سد ذخیره شده و در تابستان از آن استفاده می‌شود. در این طرح، آبی که در زمستان

و اوایل بهار وارد پونر می‌گردد، توسط یک بند خاکی ذخیره می‌گردد و در سایر فصول سال از کف تالاب نفوذ نموده و از چشمه دم اسب خارج می‌شود. این اقدام دو پیامد مطلوب خواهد داشت: (۱) از خشک شدن تالاب ارژن جلوگیری می‌کند و (۲) در تابستان که حجم ورودی به سد نرگسی کاهش می‌یابد و به دلیل گذر از بسترهای نمکی موجود در مسیر، شوری ورودی به سد افزایش می‌یابد، از این رو رهاسازی آب از تالاب ارژن منجر به افزایش حجم آب ورودی به سد نرگسی و در نتیجه کاهش شوری آن می‌گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی اداره کل حفاظت محیط‌زیست فارس انجام شده است. از کلیه همکاران و دانشجویانی که در اجرای این تحقیق با نویسندگان همکاری نموده‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

References

- Aubert, C., Djamali, M., Jones, M., Lahijani, H., Marriner, N., Naderi-Beni, A., Sharifi, A., Ponel, P., Gandouin, E., 2019. A major hydrobiological change in Dasht-e Arjan Wetland (southwestern Iran) during the late glacial–early Holocene transition revealed by subfossil chironomids. *Canadian Journal of Earth Sciences* 56(8), 848-856.
- Azizi Jalilian, M., Salmanmahiny, A. R., Shayesteh, K., Taheri Sarteshnizi, F., 2021. Conservation Prioritization of the Iran's Surface Water Resources based on Ecological Sensitivity. *Journal of Water and Sustainable Development* 8(2), 33-46.
- Brinson, M.M., Lugo, A.E., Brown, S., 1981. Primary productivity, decomposition and consumer activity in freshwater wetlands. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12, 123-161.
- 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.
- Farsab Sanat Consulting Engineers, 2016. Updating water balance data of Dash-e- Arjan studding area. Iran Water Resources Management Co. 55 p. (In Persian)
- 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.
- Jameh Iran Consulting Co, 2013. Revision of plan for management of Arjan and Parishan conserved Areas. Fars Department of Environment, 452 p.
- Jensen, M.E., 2010. Estimating evaporation from water surfaces. In *CSU/ARS Evapotranspiration Workshop*, Fort Collins, CO (pp. 1-27).
- Jin, X., Yan, D., Wang, H., Zhang, C., Tang, Y., Yang, G., Wang, L., 2011. Study on integrated calculation of ecological water demand for basin system. *Science China Technological Sciences* 54(10), 2638-2648.
- 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.
- Sadeghi, M., 2012. Conservation of Arjan Lake: a hydrological approach. Master thesis. Shiraz University. 190 p. (In Persian)
- 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, 246-255.
- Tiner, R.W., 1996. Wetland definitions and classifications in the United States. Fretwell, J.D., Williams, J.S., Redman, P.J. (compilers) *National Water Summary on Wetland Resources*. US Geological Survey, Reston, VA, USA. Water-Supply Paper 2425, 27-34.
- Vazirzadeh, A., 2021. 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)

- Wittmann, F., Householder, E., De Oliveira, A., Lopes, A., Junk, W., Piedade, M., 2015. Implementation of the Ramsar convention on South American wetlands: an update.
- Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., Liu, Y., 2019. Wetlands of international importance: Status, threats, and future protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(10), 1818.