Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸
Volume 15, No. 3, Fall 2019 (IR-WRR)
۹۱-۱۰۴

تعیین نیاز آبی زیست محیطی تالاب انزلی با استفاده از روشهای اکوهیدرولوژیکی

هادی مدبری[۱] و علیرضا شکوهی[۲*]

چکیده

تالاب‌ها یکی از مهمترین زیستگاه‌های طبیعی در جهان بوده و دارای ارزش‌ها و فواید بسیاری به ویژه در گردش انرژی در محیط زیست می‌باشند. جانوران و گیاهان در این محیط آبی به هم وابسته‌اند و نقش اکولوژیک هریک از آنها، ادامه حیات در این اکوسیستم را امکان‌پذیر می‌نماید. به منظور حفظ ارزشهای زیست محیطی و اقتصادی- اجتماعی تالاب‌ها، تعیین مقدار آب مورد نیاز برای تامین نیازهای اکولوژیکی مرتبط با آنها ضروری می‌باشد. تالاب بین‌المللی انزلی به عنوان مطالعه موردی در پژوهش حاضر انتخاب شد. در این پژوهش تخمین نیاز آبی زیست محیطی تالاب انزلی، که به عنوان یکی از تالاب‌های مهم ایران در فهرست کنوانسیون رامسر ثبت شده و دارای ارزش‌های زیستگاهی متنوع می‌باشد، توسط یک رویکرد ترکیبی اکولوژیکی- هیدرولوژیکی به دست آمد. در این روش وضعیت هیدرولوژیکی تاریخی رودخانه‌های ورودی به تالاب و تراز سطح دریای خزر که از عوامل تأثیرگذار بر روی فاکتورهای هیدرولوژیکی تالاب هستند، بررسی گردید و با درنظرگرفتن توابع اکولوژیکی مهم برای تالاب انزلی، شاخص کلیدی انتخاب شد. ارتباط بین عمق و تراز آب تالاب با شرایط اکولوژیکی شاخص منتخب در سالها و بخشهای مختلف تالاب بررسی گردید و تراز اکولوژیکی و همچنین حجم متناظر با آن برای تالاب در دو سطح حداقل و مطلوب تعیین گردید.

کلمات کلیدی: نیاز آبی زیست محیطی، تالاب، شاخص اکولوژیکی، روش اکوهیدرولوژیکی، تالاب انزلی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۱۲/۱۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۳/۶

Using Eco-Hydrologic Methods in Determining Anzali Wetland Environmental Water Requirement

H. Modaberi [1] and A.R. Shokoohi [2]*

Abstract

Wetlands are one of the important natural habitats across the world and have a lot of environmental benefits especially for energy circulation in the environment. In such aqua habitat, animals and plants are dependent on each other and the ecological role of each sustains the ecosystem. To conserve environmental and socio-economic values of wetlands, it is of vital importance to determin their ecological water requirement. In this research the wetland environmental water requirement was determined by using a combined hydrologic-ecological method.The international Anzali wetland, which has been enrolled at the Ramsar convention, was selected as the case study. In this method, the historical hydrologic condition of rivers entering the wetland and the Caspian Sea water level as the prominent and influential factors on the hydrologic condition of the wetland were analyzed. The key index was then selected considering the most important ecological functions for the wetland. The relationship between the depth and water surface level of the wetlands and the ecological condition of the selected index were investigated across the different parts of the wetland for different years. Based on the results, the ecological level and the pertinent volume of the wetland were determined at minimum and optimum conditions.

Keywords: Environmental Water Requirement, Wetland, Ecological Index, Eco-Hydrologic Method, Anzali Wetland.

Received: March 5, 2019
Accepted: May 27, 2019

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، گروه مهندسی آب، قزوین، ایران.
۲- استاد دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، گروه مهندسی آب، قزوین، ایران. کد پستی: ۳۴۱۴۸۹۶۸۱۸
*- نویسنده مسئول

1- Ph.D. Student, Department of Water Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
2- Professor of Water Engineering Department, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: shokoohi@eng.ikiu.ac.ir
*- Corresponding Author

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان زمستان ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

برداشت آب برای مقاصد مختلف، از مصارف کشاورزی گرفته تا صنعت و تأمین آب شرب، دبی جریان رودخانه را کاهش داده و علاوه بر آنکه زیستگاه درون رودخانه را تغییر می‌دهد (Nikghalb et al., 2016) می‌تواند در اکوسیستم‌هایی مانند تالاب‌ها که عموماً در پایین‌دست حوضه آبریز قرار دارند، صدمات جبران‌ناپذیری را وارد آورد. بسیاری از برنامه‌های توسعه منابع آب که برای افزایش دستیابی بـه آب اجرا شده‌اند به اندازه کافی به پیامدها و ایجاد اختلال در خدماتی که بوسیله تالاب‌ها ارائه می‌شود توجه نداشته و در تعداد زیادی از تالاب‌ها، افزایش استحصال آب در بالادست به بهای از دست رفتن و یا حداقل کاهش وسعت و خدمات تالاب‌ها در مناطق پایین دست حوضه آبریز بـه انجام رسیده است (Garg, 2013). سدسازی و تنظیم یـا انحراف جـریـان آب بـدون رعـایت ملزومـات زیست محیطی، وقـوع سیلاب و خشکسالی، تغییر اقلیم و گرمـایش جهانـی نیز از عـوامـل تأثیرگذار در تخریب اکوسیستم‌های طبیعی می‌بـاشند (Shokoohi and Hong, 2011). تالاب‌ها بخش مهم و شاخصی از چرخه آب بوده و حفظ مطلوبیت آنها بـرای انجام خـدمات اکولوژیکی از طریق تأمین بهینه آب از نظر کمی و کیفی بسیار حیاتـی است (Gibbs et al., 2016) از میان نزدیک به ۲۰۰ تالاب موجود در ایران که تعدادی از آنها در لیست بین‌المللی کنوانسیون رامسر ثبت شده‌اند، برخی شامل تالاب انزلی، بختگان، شادگان و شورگل در فهرست مونترو، یعنی فهرست تالاب‌هایی که از تغییرات شدید اکولوژیکی رنج می برند یا در آستانه ورود به این تغییرات هستند، قرار گرفته‌اند (Ramsar Convention, 2012). کشورهایی که تالاب‌های آنها در فهرست مونترو قرار دارد چنانچه به منظور حل مشکلات بوجود آمده برای تالاب‌ها و رسیدن به حالت ایده‌آل سریعا اقدام ننمایند، ممکن است با جریمه مواجه شوند (Ramsar Convention, 2012). برقراری تعادل بین نیازهای اکوسیستم‌های آبی و سایر مصارف، بخصوص کشاورزی، در یک حوضه آبریز از اصلی‌ترین دغدغه‌ها در رفع مشکلات و مدیریت کلان آب در سطح ملی و بین‌المللی می‌باشد. رژیم جریان به عنوان یکی از بـرجسته‌ترین عوامل تعیین‌کننده خصوصیات اکوسیستم‌های آبی، محیط زنـده را بـه شدت تحت تأثیر قـرار می‌دهـد (Khanmohammadi and Shokoohi, 2018). تغییر در رژیم طبیعی جریان سبب بروز مشکلاتی در اکوسیستم شده و تغییراتی را به لحاظ فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و اکولوژیکی بوجود می‌آورد (Gibes et al., 2016; Oryan et al., 2014). بنابراین تامین آب کافی بـرای حفظ فرآیندهای اکولوژیکی اکوسیستم‌های آبی بسیـار ضروری می‌باشد (Zarakani et al., 2017).

به‌منظور کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، دانشی تحت عنوان نیاز آبی زیست محیطی[1] ایجاد شده است که برحسب تعریف به "رژیم آبی مورد نیاز برای بقا و حفظ پایداری اکولوژیکی محیط‌های آبی در سطح حداقل ریسک" گفته می‌شود (Yang and Yang, 2016). براین اساس می‌توان گفت که تعیین و تخصیص نیاز آبی زیست محیطی مؤثرترین نگرش برای حفاظت از عملکرد اکوسیستم‌های آبی می‌باشد. در ابتدا عمده کارهای انجام شده در زمینه تعیین نیاز زیست محیطی بیشتر بر روی رودخانه‌ها و به طور ویژه روی زیستگاه ماهی‌ها متمرکز بود (Tharme, 2003) اما در سالیان اخیر علاوه بر رودخانه‌ها و مسایل مرتبط با جریان زیست محیطی آنها، به تعیین نیاز آبی زیست محیطی تالاب‌ها براساس روشهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی پرداخته شده است (Davis et al., 2001). در روش هیدرولوژیکی، تعیین جریان زیست محیطی رودخانه یا تالاب بر مبنای درصدی از رژیم طبیعی جریان می‌باشد. این روش به طور مستقیم روی ارزش‌های اکولوژیکی موجود متمرکز نمی‌شود (Shokoohi and Amini, 2014). از مزایای این روش می‌توان به سادگی، هزینه کم و عدم نیاز به اطلاعات دقیق از نیاز آبی گیاهان و جانوران اشاره نمود اما این روش قادر نیست پیامدهای نـاشی از کاهش تخصیص نسبت بـه نیاز آبی تالاب را پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل نماید. همچنین قابلیت دفاع از این روش در تعاملات مربوط به تخصیص آب بسیار کم می‌باشد. در مقایسه با روش هیدرولوژیکی، رویکرد اکولوژیکی از ارزشهای اکولوژیکی موجود و مسائلی که تالاب‌ها از این نظر با آن مواجه هستند استفاده می‌نماید و به همین جهت تخصیص‌هایی که با استفاده از این رویکرد به دست می‌آیند از قابلیت دفاع بیشتری نسبت به روش‌های هیدرولوژیکی برخوردار می‌باشند (king et al., 2003). از معایب این روش، کمبود اطلاعات مربوط به نیازمندی‌های گونه‌های گیاهی و جانوری است و از محاسن آن، قابلیت استفاده در محیط‌هایی است که برگشت آنها به حالت قبل از توسعه امکان‌پذیر نمی‌باشد (Gippel et al., 1996; Roberts et al., 2000). در استرالیا با رویکرد اکولوژیکی، Davis et al. (2001) در استرالیا با استفاده از رویکردهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی، Dong et al. (2008) در چین با استفاده از رویکرد هیدرولوژیکی، Yang et al. (2011) در چین با استفاده از رویکرد هیدرولوژیکی، سازمان محیط زیست استرالیا در سال ۲۰۱۲ در حوضه Murray Darling با استفاده از رویکردهای ترکیبی و Gibbs et al. (2016) در استرالیا با استفاده از رویکرد هیدرولوژیکی تحقیقاتی را در زمینه نیاز آبی زیست محیطی تالاب‌ها انجام دادند. در ایران نیز مطالعات مشابهی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات Sima and Tajrishi (2006) در تالاب شادگان، Abbaspour and Nazaridoust (2007) روی دریاچه ارومیه،

www.SID.ir

Archive of SID

Peeri (2010) روی دریاچه هامون، Sarhadi and Soltani (2013) در تالاب گاوخونی، Ganjali (2015) در تالاب قوری‌گؤل، Sajedipour et al. (2017) در تالاب بختگان، Gorji-Shani and Barani (2017) و Khangholi et al. (2018) در تالاب میقان اشاره کرد. روش‌های مورد استفاده در همه این مطالعات را می‌توان در زمره روشهای هیدرولوژیکی، اکولوژیکی یا ترکیبی دانست. به غیر از این روشهای مورد بحث در این مقاله محققین از روشهای دیگری نیز به مفهوم تأمین حق‌آبه زیست محیطی تالاب‌ها توجه نشان داده‌اند. Banihabib and Najafi (2018) با استفاده از مفاهیم تئوری بازی و ورشکستگی در راستای تأمین حق‌آبه زیست محیطی تالاب هورالهویزه مطالعاتی را به انجام رسانیده‌اند و در این مطالعه با استفاده از تعاملات میان قدرتهای منطقه نشان داده‌اند چگونه می‌توان حق‌آبه تالاب را افزایش داد. Shahbazbegian and Bagheri (2016) برای ارزیابی آب مورد نیاز تالاب هیرمند (دست سیستان) به ارزیابی شاخص‌های آسیب‌پذیری در منطقه در اثر نوسان جریان رودخانه هیرمند پرداختند. مطالعات دیگری از این دست نیز موجود است که به علت پیمودن مسیری متفاوت از آنچه که پژوهش حاضر می‌پیماید از ذکر آنها خودداری می‌شود.

تالاب بین‌المللی انزلی به عنوان یک ناحیه زیست محیطی از ارزش فراوانی برخوردار است. این تالاب در ایجاد رطوبت و بهبود شرایط آب و هوایی ناحیه پیرامون خود و همچنین کنترل سیلاب نقش مهمی داشته و محلی مناسب برای پژوهش‌های گیاه‌شناسی، جانورشناسی و سایر علوم زیستی است (Babaee et al., 2007). در چند دهه اخیر، تالاب بین‌المللی انزلی با مشکلات عدیده‌ای مواجه شده است که نوسان و تغییر سطح آب تالاب یکی از این مشکلات است (Kazemi et al., 2014). براساس شواهد موجود عدم مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه آبریز تالاب انزلی و فعالیتهای انسانی از عوامل اصلی مشکلات بوجود آمده در این تالاب می‌باشند. بهره‌برداری بی‌رویه از رودخانه‌ها به منظور رفع نیازهای کشاورزی، تغییر کاربری اراضی جنگلی به شالیزار، تأسیس آب‌بندها و بندهای انحرافی در مسیر رودخانه‌ها از یک طرف و دفع مواد زاید شامل فاضلاب شهری، فاضلابهای صنعتی و پسابهای کشاورزی (که نقش مهمی در آلودگی تالاب و مرگ آبزیان و تغییر شرایط محیط تالاب داشته است) (Zebardast and Jafari, 2011) از طرف دیگر، سبب کاهش حقابه زیست محیطی تالاب گردیده است. بـــه منظور حفظ اکوسیستم‌های حساسی چـون تالاب انزلی و حفظ ارزشهای زیست‌محیطی، اقتصادی- اجتماعی و همچنین توجه به نقش کلیدی آب در کارکردهای وابسته به اکوسیستم‌های آبی علی‌الخصوص تالاب‌ها، تعیین مقدار آب مورد نیاز برای این اکوسیستم‌ها ضروری می‌باشد. این مقاله در نظر دارد تا با استفاده از یک رویکرد اکوهیدرولوژیکی به تعیین نیاز آبی تالاب انزلی بپردازد. در راستای اهداف پژوهش، ابتدا سعی می‌شود وضعیت هیدرولوژیکی تاریخی رودخانه های ورودی به تالاب و تراز سطح دریای خزر که از عوامل تأثیرگذار بر روی فاکتورهای هیدرولوژیکی تالاب هستند، بررسی گردد. آنگاه با شناسایی گونه حساس گیاهی یا جانوری به عنوان گونه شاخص اکولوژیکی، شرایط بهینه و همچنین حداقل قابل قبول تالاب در ارتباط با وضعیت استقرار گونه شاخص در سالهای گذشته تعیین گردد. سپس، براساس مشخصات مرفولوژیکی تالاب و با در دست داشتن اطلاعات مربوط به رابطه گونه شاخص و تالاب، حجم آب مناسب برای تخصیص به تالاب در دو حالت کمینه و مطلوب بدست آورده می‌شود.

۲- مواد و روشها

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

تالاب بین‌المللی انزلی در جنوب غربی دریای خزر واقع گردیده است و یکی از ۲۴ تالاب بین‌المللی ایران است که در سال ۱۳۵۴ به همراه ۱۸ تالاب دیگر به دفتر کنوانسیون رامسر معرفی شد. وسعت تالاب انزلی در فصل‌های زمستان و بهار به دلیل افزایش بارش، تا حدود ۲۱۸ کیلومترمربع و در فصل تابستان به سبب کم شدن حجم ورودی آب، کمبود بارش و افزایش میزان تبخیر به ۸۰ کیلومترمربع می‌رسد (Ashouri and Abdous, 2012). تفاوت میان قسمت‌های مختلف تالاب از نظر خصوصیات جغرافیایی، ویژگی آب و هوایی و تنوع گیاهی و جانوری، سبب تقسیم تالاب به چهار بخش شرقی، مرکزی، غربی و جنوب غربی (سیاه کشیم) شده است. شکل ۱ موقعیت جغرافیائی و بخشهای مختلف تالاب انزلی را نشان می‌دهد (Javdankherad et al., 2011). در حالی‌که قسمت اعظم بخش شرقی تالاب امروزه پوشیده از گیاهان آبزی بن در آب و یکی از آلوده‌ترین و کم‌عمق‌ترین محدوده‌های تالاب انزلی است، در بخش مرکزی تالاب انزلی پهنه آبی وسیعی وجود دارد و خروجی آب تالاب به دریا در محدوده این بخش از تالاب قرار دارد. عمیق‌ترین بخش تالاب در بخش غربی آن قرار دارد در حالی‌که در سیاه کشیم به عنوان قدیمی‌ترین منطقه حفاظت شده در مجموعه تالاب انزلی، امروزه به جز چند پهنه آبی و رودخانه‌های جاری در آن، بقیه سطح تالاب از گیاهان آبزی بن در آب به ویژه نی پوشیده شده است (Javdankherad et al., 2011). در سالیان اخیر ارتباط بخش سیاه کشیم با سایر بخشها به دلیل کاهش عمق به حداقل رسیده است. مشاهدات میدانی (در دوره زمانی مورد مطالعه؛ از اوایل سال ۹۶ تا اواخر سال ۹۷) نشان می‌دهد که این

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش ارتباط با سایر قسمتها و افت تراز سطح آب راه را برای تجاوز ساکنان حاشیه تالاب به بخشهای مختلف سیاه کشیم و کم کردن پهنای تالاب در این بخش باز نموده است.

۲-۲- روش انجام کار

در این مطالعه نیاز آبی زیست محیطی تالاب انزلی توسط یک رویکرد ترکیبی اکولوژیکی- هیدرولوژیکی به دست آورده شده است. مراحل انجام کار در این روش شامل مطالعه، محاسبه و ارزیابی پارامترهای موثر ژئومورفولوژیکی- هیدرولوژیکی، انتخاب مناسب‌ترین شاخص براساس روابط میان جانوران، گیاهان و اکوسیستم آبی به عنوان زیستگاه آنها جهت تعیین نیاز آبی زیست محیطی تالاب و در نهایت تعیین حجم آب متناظر با شرایط زندگی شاخص منتخب می‌باشد. به منظور انتخاب شاخص مناسب اکولوژیکی برای تعیین نیاز آبی تالاب انزلی از روش ارزشگذاری add-hoc استفاده گردید. این امر بدان مفهوم است که ارزشگذاری با توجه به منابع، تجربیات موجود و نظرات کارشناسان خبره انجام گرفته است (Shokoohi and Amini, 2014). مهمترین عوامل و پارامترهای ژئومورفولوژیکی و هیدرولوژیکی مورد بررسی عبارت بودند از: دبی سالانه (براساس تحلیل دبی‌های روزانه) رودخانه‌های ورودی به تالاب، عمق تالاب، تراز سطح دریا که مرتبط با تراز سطح تالاب است، سطح و حجم آب در بخش‌های مختلف. اطلاعات مربوط به دبی رودخانه‌ها در دوره آماری از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۹۵ که در ایستگاههای هیدرومتری موجود در آن ثبت می‌شود از شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان دریافت شد. این ایستگاهها همانطور که در شکل ۲ ملاحظه می‌گردد در فاصله بسیار نزدیک به تالاب قرار دارند.

شکل ۳ منحنی سطح- حجم- ارتفاع تالاب را نشان می‌دهد. برای تهیه منحنی یاد شده از داده‌های مربوط به تعیین تراز سطح آب تالاب (تهیه شده توسط شرکت جایکا مربوط به دو دوره زمانی ۲۰۰۳ و ۲۰۱۰)، نقشه DEM منطقه (از ترکیب داده‌های لیزر اسکن هوایی تهیه شده در سال ۱۳۹۱، نقشه توپوگرافی شهر انزلی با مقیاس ۱:۱۰۰۰ و نقشه‌های هیدروگرافی تهیه شده توسط شرکت جایکا) و لایه‌های حریم و بستر تالاب انزلی (تهیه شده توسط شرکت جایکا) استفاده به عمل آمد.

از آنجا که تراز سطح آب در تالاب انزلی متأثر از تراز سطح دریای خزر و جریان ورودی به تالاب می‌باشد لذا داده‌های مربوط به تراز سطح دریا در ایستگاه انزلی نیز از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۶ از اداره کل بنادر و کشتیرانی استان گیلان دریافت گردید.

Fig. 1- Location and different parts of Anzali wetland

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و بخشهای مختلف تالاب انزلی

www.SID.ir

Archive of SID

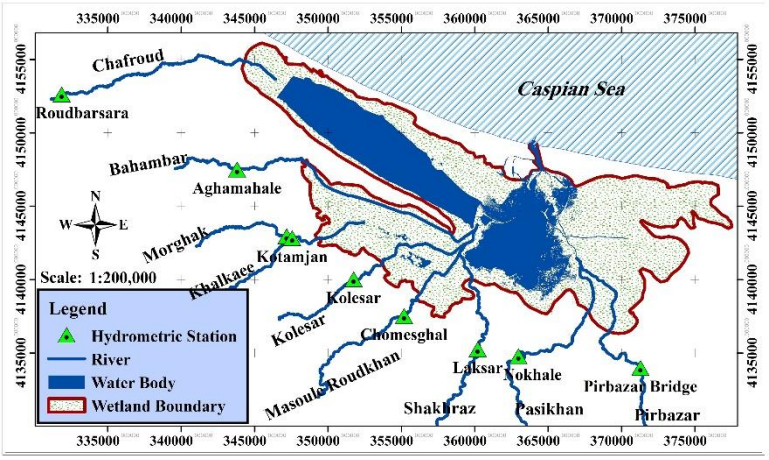

Fig. 2- Rivers and hydrometry stations in Anzali wetland watershed

شکل ۲- رودخانه‌های ورودی به تالاب انزلی و ایستگاههای هیدرومتری حوضه

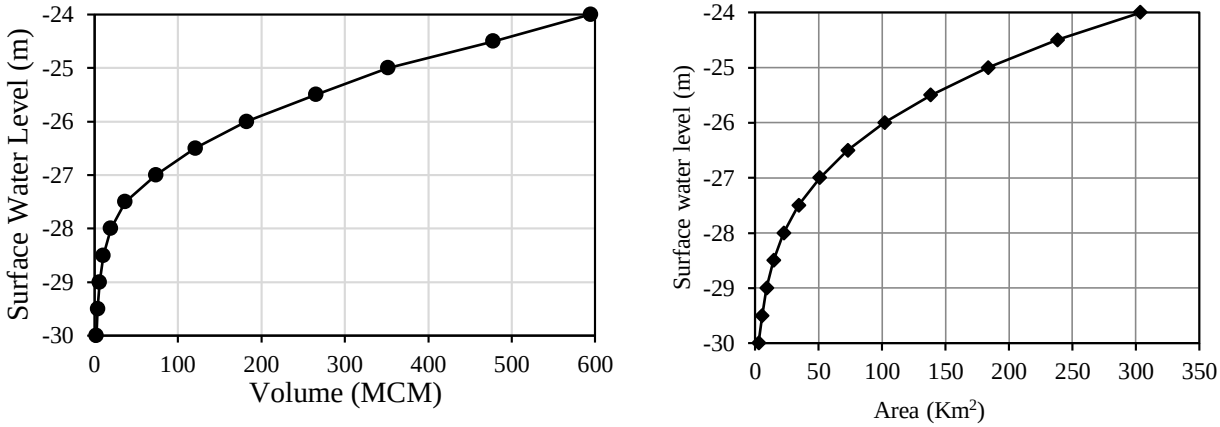

Fig. 3- Elevation -area-volume curve of Anzali wetland

شکل ۳- منحنی سطح- حجم- ارتفاع تالاب انزلی

مباحث مربوط به تراز آب دریای خزر و ارتباط آن با سطح آب تالاب انزلی در بخش ۳-۲ ارائه شده است.

در بخش مطالعات اکولوژیکی و با توجه به اهداف تحقیق لازم بود گونه‌های حفاظت شده اعم از گونه‌های گیاهی و جانوری، گونه‌های فیتوپلانکتون، ماهی‌ها و ارتباط مستقیم بین گونه‌ها و سطح (حجم) آب در دسترس مورد بررسی و شناسایی قرار گیرند. برای شناسایی گیاهان و جانوران موجود در تالاب به منظور انتخاب شاخص اکولوژیکی، از داده‌های موجود در سازمان محیط زیست و شیلات استان گیلان استفاده به عمل آمد. در ادامه با تحلیل اطلاعات پایه موجود در هر بخش، یک شاخص اکولوژیکی با در نظر گرفتن این مفروضات که گونه انتخاب شده باید دارای سطح حفاظتی بالا بوده، یا در بالای هرم غذایی تالاب قرار داشته و سلامت اکولوژیکی‌اش نشان دهنده وجود سایر گونه‌ها در زنجیره پایین باشد تعیین گردید. در مرحله بعد، برای حفظ مطلوبیت زیستگاه برای شاخص منتخب در دو سناریوی حداقل قابل قبول و مطلوب، تراز اکولوژیکی تالاب بدست آمد. تراز اکولوژیکی مطلوب در واقع تراز سطح آب در تالاب است به نحوی که گونه شاخص منتخب در بهترین شرایط باقی بماند و هیچ‌گونه کاهش جمعیتی برای حضور آن گونه در تالاب اتفاق نیفتد. همچنین، تراز اکولوژیکی حداقل، نیاز آبی زیست‌محیطی در تراز ارتفاعی است که اگر حجم، سطح یا عمق آب از آن کمتر شود، گونه مورد نظر دچار انقراض شده و یا به تالاب مراجعت ننماید. در این حالت نیاز آبی کمترین مقدار بوده و حجم آب بدست آمده نسبت به شرایط طبیعی کمتر خواهد بود. در مرحله آخر، با در دست داشتن تراز اکولوژیکی تالاب و دیاگرام حجم- سطح- ارتفاع، حجم آب متناظر،

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین نیاز آبی تالاب انزلی در دو سطح حداقل و مطلوب تخمین زده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی منابع آب سطحی تغذیه‌کننده تالاب انزلی

به منظور تعیین نیاز زیست محیطی تالاب انزلی براساس روش اکوهیدرولوژیکی، ابتدا منابع آب سطحی منطقه از نظر تبادل جریان با تالاب مورد بررسی قرار گرفت. منابع اصلی تأمین آب تالاب انزلی شامل نزولات جوی، رودخانه‌های جاری در حوضه آبریز تالاب و ارتباط هیدرولوژیکی تالاب با دریای خزر می‌باشد. تعداد رودخانه‌های جاری در حوضه آبریز تالاب و ورودی به آن شامل ۹ رودخانه اصلی است که از ارتفاعات جنوب غرب منطقه سرچشمه گرفته و به داخل تالاب می‌ریزند و از طریق خروجی تالاب در بندر انزلی (بخش مرکزی تالاب) به دریای خزر وارد می‌گردند. بطور کلی تالاب انزلی را می‌توان یک مخزن ذخیره درنظر گرفت که علاوه بر مؤلفه‌های تبخیر، بارش و جریان آب زیرزمینی دارای ۹ ورودی و یک خروجی در بندر انزلی می‌باشد. تمامی رودخانه‌های مذکور دارای جریان دائمی بوده و با مقایسه شیب رودخانه‌ها نسبت به یکدیگر معلوم می‌شود که تندترین شیب مربوط به رودخانه‌های غربی است و به تدریج به سمت شرق از شیب آنها کاسته می‌شود. رودخانه پسیخان پرآب‌ترین رودخانه‌ای است که به تالاب می‌ریزد. جدول ۱، میانگین سالانه دبی رودخانه‌های ورودی به بخشهای مختلف تالاب انزلی را به همراه مختصات جغرافیایی ایستگاههای هیدرومتری روی آن‌ها، جدول ۲، خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه های منتهی به تالاب انزلی و همچنین شکل ۴، میانگین سالانه دبی در هریک از ایستگاههای هیدرومتری را در بازه زمانی ۱۳۵۹–۱۳۹۵ در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد. جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهند که بزرگ‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه در حوضه تالاب انزلی رودخانه پسیخان، با سطح حوضه‌ای معادل ۸۳۸ کیلومتر مربع و میانگین دبی سالانه خروجی به تالاب در حدود ۲۰/۳ متر مکعب بر ثانیه (حدود ۳۰ درصد از مجموع دبی‌های ورودی از رودخانه‌های موجود در حوضه تالاب) می‌باشد (Shokoohi and Modabberi, 2019). متوسط درازمدت مجموع آبدهی سالانه ورودی به تالاب انزلی ۶۲/۵ متر مکعب در ثانیه است که معادل حجمی در حدود یک میلیون و ۹۷۰ هزار متر مکعب در سال می‌باشد.

عامل تأثیرگذار بعدی در وضعیت تالاب انزلی به عنوان یک مخزن، ارتباط هیدرولوژیکی تالاب با دریای خزر می‌باشد. روند کلی و همچنین نوسانات سطح آب دریای خزر مهمترین عاملی است که باعث تغییر سطح آب تالاب انزلی می‌شود. میزان آب موجود در تالاب انزلی و در پی آن تغییرات سطح تالاب با تغییرات سطح آب دریای خزر ارتباط مستقیم دارد. هرچه سطح آب در دریای خزر بالاتر باشد مقدار آب در تالاب نیز افزایش می‌یـــابد و بنابراین تالاب سطح بیشتری را اشغال می‌نماید. نوسانات تراز آب دریای خزر تابع تغییرات در ورودی رودخانه‌های منتهی به دریا و شدت تبخیر از سطح آن می‌باشد. البته لازم به ذکر است در طی دهه‌های اخیر دخالت‌های انسانی در مدیریت منابع آب حوضه‌های رودخانه‌ای دریای خزر، بخصوص ولگا با بیشترین میزان آبدهی به خزر نیز، نقش مؤثری در روند و همچنین نوسانات تراز آب خزر ایفا کرده است (Dehbashi et al., 2012).

عامل دیگری که در بررسی نوسانات دریای خزر باید مورد توجه قرار گیرد، تبخیر از سطح آب این دریا بوده که با توجه به شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی در سال‌های مختلف، این عامل نیز بر تراز آب دریای خزر تأثیرگذار بوده است (Haghani et al., 2016). شکل ۵ تغییرات تراز آب تالاب و دریا را در دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۶ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌گردد تراز سطح آب تالاب تحت تأثیر تراز سطح آب دریای خزر است.

Table 1- Mean annual flow and location of hydrometry stations

جدول ۱- میانگین سالانه دبی و مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری رودخانه‌های ورودی به تالاب انزلی

River	Hydrometry stations			Mean annual flow (m^3/s)
	Name	Longitude	Latitude	
Chafroud	Roudbarsara	4152616	331846	2
Bahambar	Aghamahaleh	4147503	343802	1.7
Morghak	Kotamjan	4142960	347180	3.3
Khalkaee	Kotamjan	4142828	347548	4.3
Kolesar	Kolesar	4140028	351742	6.5
Masoule roudkhan	Chomesghal	4137526	355172	5.1
Shakhraz	Laksar	4135259	360196	10.3
Pasikhan	Nokhale	4134794	362962	20.3
Pirbazar	Pirbazar Bridge	4133990	371287	9

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2- Physiographic characteristics of watersheds pertaining to Rivers entering Anzali wetland
جدول ۲- خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی

River	Area (Km^2)	Perimeter (Km)	Max. elevation (m)	Mean elevation (m)	Min. elevation (m)
Chafroud	197.25	97.13	2404	701.91	-28.5
Bahambar	176.25	77.54	688	42.06	-28.5
Morghak	312.92	114.78	2836	1096.87	-28.5
Khalkaee	354.43	112.39	3082	917.55	-28.5
Kolesar	269.23	82.04	1742	247.34	-28.5
Masoule roudkhan	412	130.55	3035	866.25	-28.5
Shakhraz	456.13	119.44	2819	520.2	-28.5
Pasikhan	838.37	163.92	2821	457.7	-28.5
Pirbazar	368.66	97.4	782	74.4	-28.5

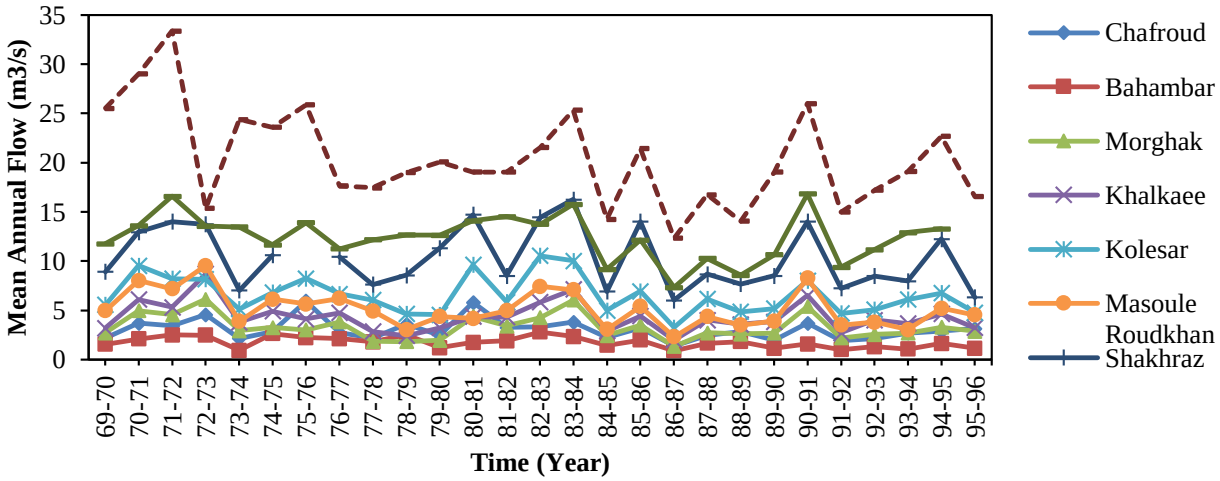

Fig. 4- Mean annual flow of rivers entering Anzali wetland (m^3/s)
شکل ۴- میانگین دبی سالانه رودخانه‌های ورودی به تالاب انزلی

شرکت جایکا نیز در مطالعات خود به این نکته اشاره کرده است که کانال خروجی تالاب در بندرانزلی به عنوان نقطه کنترل سطح آب تالاب عمل می‌کند (JICA, 2005) به طوری‌که در شرایط نرمال و غیر سیلابی اختلاف تراز سطح آب تالاب و دریا حدود ۰/۴ متر است. نکته قابل توجه در شکل ۵ کاهش شدید اختلاف سطح آب تالاب و دریای خزر بعد از سال ۱۳۸۸ می‌باشد. احداث موج‌شکن در خروجی تالاب در سال ۱۳۸۸، همانطور که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد، سبب ایجاد مخزنی در محل اتصال تالاب به دریا شده است که سطح آن تابعی از سطح آب دریای خزر می‌باشد. شیب کم منطقه (و لذا شیب کم سطح آب) سبب می‌گردد که اثر این سازه هیدرولیکی به بالادست منتقل گردد و همین امر، با توجه به تبعیت سطح آب در تالاب از مقطع کنترل پایین دست، می‌تواند عامل اصلی کاهش اختلاف سطح آب دریا و تالاب تلقی گردد.

۳-۲- تخمین تراز سطح آب تالاب به عنوان یک شاخص هیدرولیکی- اکولوژیکی مهم

با به‌دست آوردن تراز سطح آب تالاب می‌توان مساحت و حجم آب تالاب را بـــا استفاده از منحنی‌های ارتفاع- مساحت- حجم تالاب (شکل ۳) محاسبه کرد.

یکی از مشکلات موجود برای تأمین اطلاعات پایه در تالاب انزلی عدم وجود ایستگاه‌های ترازسنجی مناسب و برنامه‌ای منظم و مداوم برای ثبت تراز سطح آب در طول زمان می‌باشد. در مقابل، ارتفاع سطح آب دریای خزر به طور پیوسته و منظم از سال ۱۳۰۵ (1926) تاکنون اندازه‌گیری شده است. برای اثبات این فرض که می‌توان از روی سطح آب دریای خزر به سطح آب تالاب پی برد، لازم است تا رابطه میان سطح آب این دو بخش استخراج گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

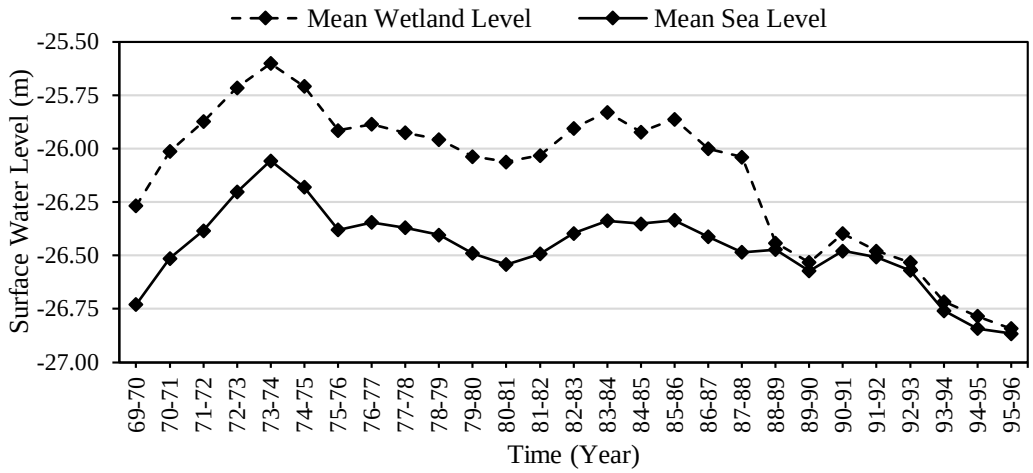

Fig. 5- Difference between Anzali wetland and Caspian Sea mean surface water level (1980 to 2017)

شکل ۵- اختلاف بین میانگین تراز آب دریای خزر و تالاب انزلی از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۶

Fig. 6- Location of the breakwater at the central part of Anzali wetland entering into the Caspian Sea

شکل ۶- موقعیت موج شکن در انتهای بخش مرکزی تالاب انزلی در محل اتصال به دریای خزر

در این بین، درنظرگرفتن برخی نکات از نظر ارتباط هیدرولیکی دو سیستم یادشده لازم است. مطابق آنچه که ذکر گردید، تراز آب تالاب انزلی متأثر از تراز آب دریای خزر می‌باشد و در عین حال وجود هرنوع سازه تنظیمی می‌تواند بر این ارتباط مؤثر باشد (مطالعات شرکت جایکا، ۲۰۰۵). براین اساس پس از احداث موج شکن در خروجی تالاب در سال ۱۳۸۸ سطح آب تالاب تحت تأثیر این مقطع کنترل نیز قرار دارد. فرض بر این است که تالاب در کل، به صورت یک مخزن عمل می‌نماید و بسته به شرایط مرزی پایین‌دست (تراز سطح دریا قبل از احداث موج‌شکن یا سطح آب در محل موج‌شکن) و شرایط مرزی بالادست (جریان ورودی از رودخانه‌ها)، تراز آب تالاب و لذا مساحت و حجم آن تغییر می‌کند. بر اساس این مفروضات، رابطه بین دبی رودخانه‌های ورودی به تالاب و اختلاف تراز بین سطح تالاب و دریا در دو شرایط قبل و بعد از احداث موج شکن مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه حاصله در شکل ۷ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد رابطه میان دبی ورودی و اختلاف تراز سطح دریا و تالاب در هر دو دوره قبل و بعد از احداث موج شکن انزلی معنی‌دار بوده و داده

www.SID.ir

Archive of SID

پرتی نیز ملاحظه نمی‌گردد. با استفاده از این روابط و داشتن دبی ورودی به تالاب و تراز دریای خزر در زمانهای مختلف می‌توان میانگین تراز سطح آب تالاب را با دقت قابل قبولی برآورد نمود.

۳-۳- انتخاب شاخص اکولوژیکی جهت تعیین تعیین نیاز آبی زیست محیطی تالاب انزلی

بررسی منابع و نظر کارشناسان خبره نشان می‌دهد که پرندگان آبزی در میان ویژگی‌های اکولوژیکی بارز تالاب‌ها، شاخص‌های خوب تغییرات محیط زیست و منابع طبیعی هستند (Reid et al., 2013). تغییرات در منابع اولیه مانند غذا، آب و خواسته‌های مختلف مورد نیاز زندگی سبب کمبود جمعیت و تغییر تراکم و پراکنش پرندگان آبزی می‌شود (Cumming et al., 2012). تغییر در رژیم هیدرولوژیکی، از جمله تغییرات عمق، سطح و جریان آب عوامل مهم طبیعی هستند که می‌تواند بر تغذیه و زاد و ولد پرندگان آبزی تأثیر بگذارد (Bellio and Kingsford., 2013). با توجه به مطالب مطرح شده، تمرکز اصلی جهت انتخاب شاخص جانوری روی پرندگان آبزی مهاجر قرار گرفت. در این راستا جایگاه، محل پرورش و مکانهای مخصوص در مهاجرت پرندگان، آب مورد نیاز برای حیات وحش و وضعیت حفاظتی تالاب انزلی در چهار بخش اصلی آن نیز مورد مطالعه قرار گرفت. از طرف دیگر نتایج بررسی‌ها با توجه به حضور گونه‌های متنوع گیاهان و پرندگان آبزی در بخشهای مختلف تالاب و نتایج حاصل از نظر خبرگان نشان داد که باید بیشترین تمرکز روی ارتباطات اکولوژیکی پرندگان آبزی با گیاهان آبزی باشد.

در این مرحله از مطالعه این نتیجه حاصل شد که بهترین گونه‌ای که بتوان آن را به عنوان گونه شاخص اکولوژیکی تالاب انزلی معرفی نمود تا با تامین مطلوبیت زیستگاه برای آن گونه، سلامت اکولوژیکی تالاب انزلی تأمین گردد، پرستوی دریایی تیره می‌باشد. شایان ذکر است که در انتخاب گونه پرستوی دریایی تیره به عنوان شاخص اکولوژیکی، علاوه بردرنظرگرفتن ارزشهای حفاظتی بین‌المللی، ملی، اکولوژیکی، گردشگری و اقتصادی، عوامل دیگری همچون حضور و جوجه‌آوری چشم‌گیر پرنده مهاجر در سراسر تالاب نیز درنظرگرفته شد. نکته مهم و مؤثر دیگر در انتخاب پرستوی تیره دریایی به عنوان شاخص اکولوژیکی تالاب، تشخیص وجود ارتباط بین جوجه‌آوری این پرنده آبزی مهاجر و حضور یک گونه گیاهی خاص و وابستگی رشد این گیاه به عمق آب تالاب بود. به طور خلاصه می‌توان گفت که براساس ارزیابی به عمل آمده، در صورت وجود شرایط مطلوب زیستگاه برای پرنده مزبور، عمق جریان در تالاب مناسب بوده و لذا بقیه شرایط اکولوژیکی مطلوب در تالاب فراهم می‌باشد.

پرستوی دریایی تیره در زمره پرندگان مهاجر تابستان‌گذر در تالاب انزلی است، از طرف دیگر بیشترین فشار و استرس بر حجم آب اکولوژیکی مورد نیاز برای تالاب، به علت میزان بارش کم، دمای هوا و تبخیر زیاد از سطح تالاب و میزان برداشت از رودخانه‌های ورودی به تالاب جهت آبیاری اراضی شالیزاری، در فصل تابستان وارد می‌آید. براین اساس، فرض بر آن است که تأمین نیاز آبی تالاب در فصل تابستان به منزله تأمین شرایط "مطلوب" و یا "بهتر"، در بقیه فصول است. این نکته توجیه مناسب دیگری برای انتخاب پرستوی تیره دریایی به عنوان گونه شاخص می باشد.

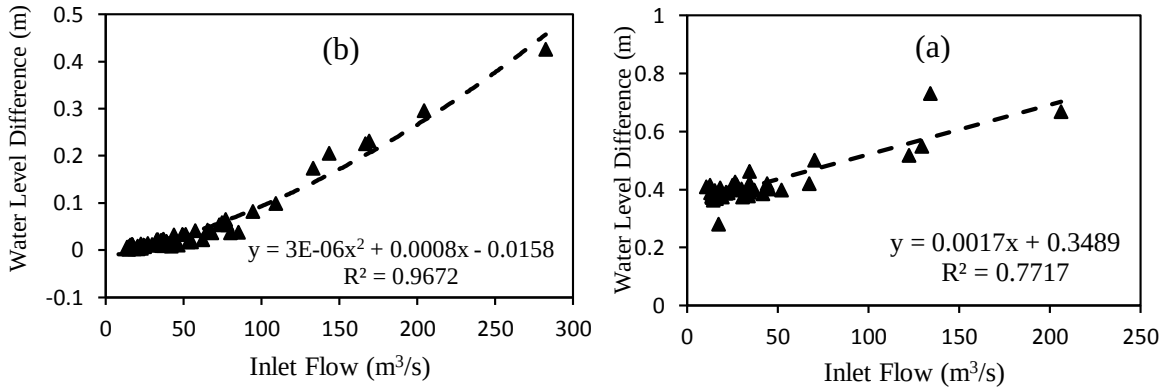

Fig. 7- Relationship between the wetland total daily inflow and the difference between the level of water in the wetland and the Caspian Sea (a) before construction of the breakwater and (b) after construction of the breakwater

شکل ۷- نمودار برازش مجموع دبی ورودی روزانه به تالاب و اختلاف تراز سطح آب تالاب و دریا در شرایط الف) قبل از احداث موج شکن و ب) بعد از احداث موج شکن

www.SID.ir

Archive of SID

لازمه مطلوبیت زیستگاه برای پرستوی دریایی تیره عمق آب ۱ ±۰/۱ متر می‌باشد.

در این عمق شرایط تالاب به گونه‌ای است که گونه گیاهی سه کوله خیز به صورت مجتمع رویش می‌نماید (Cowell and Dodd, 1995) و در این حالت پناهگاه مناسبی برای لانه‌سازی، جوجه‌آوری و تهیه غذای این پرنده می‌باشد. شکل ۸ نحوه آشیانه‌سازی و جوجه‌آوری پرستوی دریائی تیره بر روی گیاه سه کوله خیز را به صورت انفرادی و انبوه نشان می‌دهد.

ارزیابی‌های به عمل آمده نشان داد که انتخاب پرستوی دریایی تیره به عنوان شاخص اکولوژیکی به منظور تعیین جریان زیست محیطی برای تالاب انزلی، عملاً وضعیت تالاب از نظر عمق جریان، و به تبع آن، دیگر عوامل هیدرولوژیکی اثرگذار را آنچنان تعریف می‌نماید که شرایط مناسب برای بخش‌های مختلف اقتصادی مانند گردشگری و ماهیگیری تأمین گردد، زیرا وجود چنین عمقی از آب در تالاب سبب افزایش جمعیت، زادآوری و مهاجرت ماهی‌ها می‌گردد که بدنبال خود افزایش رفاه عمومی را برای ماهیگیران به همراه خواهد داشت. همچنین عمق آب مناسب انتخاب شده، سبب جلوگیری از اختلال در رفت و آمد قایق‌هایی که برای تفریح گردشگران در تالاب مهیا شده‌اند، می‌گردد و سبب رونق گردشگری و اکوتوریسم می‌شود.

۳-۴- تعیین تراز اکولوژیکی تالاب انزلی براساس مکان‌یابی شاخص کلیدی در دو سطح مطلوب و حداقل

بررسی‌های به عمل‌آمده نشان داد که لانه‌سازی و جوجه‌آوری انبوه پرستوی دریایی تیره بر روی گیاه سه‌کوله خیز در سالهایی که (قبل از سال ۷۵) تالاب از نظر وضعیت زیست محیطی در شرایط مطلوبی قرار داشته و تمامی ذینفعان از آن راضی بوده‌اند در مناطق خاصی از بخش سیاه کشیم به نامهای کلاس آبکنار و نرگستان انجام می‌گرفت (Behroozyrad et al., 2002). پس از کاهش تراز سطح آب تالاب در این منطقه و به دنبال آن کاهش عمق آب، دیگر شرایط مطلوب برای رویش گیاه سه‌کوله‌خیز و جوجه‌آوری این پرنده وجود نداشت. به همین دلیل این پرنده محل اصلی جوجه‌آوری خود را از منطقه سیاه کشیم به سلکه منتقل نمود (شکل ۱). جوجه‌آوری پرستوی دریایی تیره تا سال ۱۳۸۸در بخش سلکه گزارش شده است و از آن سال به بعد به دنبال کاهش دوباره تراز و عمق آب تالاب و عدم رویش انبوه گیاه سه‌کوله‌خیز در این منطقه مشاهده شد که این پرنده محل زیستگاه خود را به سرخانکل و بخش غربی تالاب تغییر داده است (Khaleghizadeh, 2007). باتوجه به موارد ذکر شده می‌توان خاطر نشان کرد که اگر تالاب انزلی در بخشهای مختلف خود آب کافی داشته باشد و شرایط مطلوب در آن برقرار گردد، خاستگاه اصلی این پرنده در منطقه حفاظت شده سیاه کشیم می‌باشد (Khaleghizadeh, 2007).

Fig. 8- Nesting and breeding of whiskered tern on the water chestnut in an individual and aggregated manner

شکل ۸- نحوه آشیانه‌سازی و جوجه‌آوری پرستوی دریایی تیره روی سه کوله خیز به صورت انفرادی و انبوه

www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه برای اینکه بتوان سلامت اکولوژیکی کل تالاب انزلی را تضمین نمود باید عمق یا تراز آب تالاب به عمق یا تراز آب مورد نظر در بخش سیاه‌کشیم برسد. باتوجه آمار موجود در سازمان محیط زیست، استعلام از محیط‌بانان و مطالعه گزارش محیط‌بانان مندرج در دفترچه یادداشت‌های موجود در سر محیط‌بانی‌های مناطق مختلف و در نهایت مصاحبه با ذینفعان محلی درخصوص توزیع جمعیت پرستوی تیره دریایی و توسعه گیاه سه‌کوله‌خیز، سال ۱۳۷۵ به عنوان سال مطلوب برای تالاب انتخاب گردید. در این سال عمق آب مناسب برای رویش گیاه سه کوله خیز در منطقه سیاه‌کشیم وجود داشت. برای تعیین سطح آب تالاب در این سال، ابتدا حجم جریان ورودی به تالاب از طریق تجمیع جریان رودخانه‌های نه‌گانه ورودی به تالاب محاسبه و سپس با داشتن سطح آب دریای خزر و با مراجعه به شکل ۷-الف تراز سطح آب تالاب بدست آمد. براین اساس تراز آب تالاب در سال ۱۳۷۵ معادل ۰/۱± ۲۵/۷- متر محاسبه و به عنوان تراز اکولوژیکی مطلوب انتخاب شد.

برای اینکه بتوان شرایط حداقل اکولوژیکی را نیز برای تالاب انزلی معین کرد از آمار جوجه‌آوری پرستوی دریایی تیره در مناطق مختلف استفاده گردید. همانطور که ذکر گردید از سال ۱۳۷۵ به بعد، عمق آب تالاب در منطقه سیاه کشیم کم شد به نحوی‌که دیگر گیاه سه کوله خیز آب کافی جهت رشده به صورت انبوه را نداشت. در نتیجه آمار جوجه‌آوری این پرنده به صورت انبوه از سال ۱۳۷۵ در منطقه سیاه کشیم به صورت تدریجی کاهش یافته و در سال ۱۳۸۸ به کمترین مقدار خود رسیده است. اگر عمق آب تالاب در این منطقه از عمق آب در سال ۱۳۸۸ کمتر گردد، آنگاه شرایط اکولوژیکی تالاب دچار خسارات برگشت ناپذیری مانند انقراض یا عدم مهاجرت این گونه به این منطقه گشته و به دنبال آن سایر ذینفعان تالاب مانند قایقرانان، ماهیگیران و صیادان پرنده نیز متضرر خواهند شد. مشاهدات نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۹ و بعد از آن با کاهش دوباره عمق آب پرستوی دریائی تیره در منطقه سیاه کشیم به صورت انبوه جوجه‌آوری نکرد و محل جوجه‌آوری خود را به مناطق دیگر تالاب انزلی مانند سلکه، سرخانکل و بخش غربی که عمق آب بیشتری داشتند، تغییر داد. در نتیجه می‌توان تراز آب در سال ۱۳۸۸ را با مقدار تراز ۰/۱ ± ۲۶- متر به عنوان حداقل تراز اکولوژیکی تالاب انزلی درنظر گرفت.

۳-۵- تخمین مساحت و حجم متناظر با شرایط تراز اکولوژیکی مطلوب و حداقل

با تخمین تراز سطح آب تالاب در شرایط اکولوژیکی حداقل و مطلوب، با استفاده از منحنی سطح- حجم- ارتفاع (شکل ۳)، مساحت و حجم تالاب برآورد گردید. با توجه به نتایج بدست آمده که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد، حداقل حجم آب تخمین زده شده برای نیاز آبی تالاب با در نظر گرفتن دامنه عمق آب قابل تحمل برای شاخص منتخب، معادل ۱۶۷ میلیون مترمکعب می‌باشد. این حجم از آب لازم است با برنامه‌ریزی مناسب برای مصارف رودخانه های بالادست، در شرایط کم آبی وخشکسالی به تالاب تخصیص داده شود. براساس نتایج مندرج در همین جدول، حداقل آب زیست‌محیطی قابل تخصیص به تالاب برای حفظ شرایط مطلوب اکولوژیکی و همچنین در نظر گرفتن تلرانس ۱۰ سانتی‌متر، معادل ۲۱۸ میلیون مترمکعب خواهد بود. میانگین این ارقام بدون در نظر گرفتن تلرانس ۱۰ سانتی‌متر برای شرایط حداقل و مطلوب به ترتیب ۱۸۲ و ۲۳۷ میلیون متر مکعب خواهد بود. برنامه‌ریزی برای تخصیص جریان به منظور حفظ احجام مزبور در تالاب انزلی، هدف مطالعه‌ای دیگر می‌باشد که در آن علاوه بر عوامل بیلان (جریان رودخانه‌های ورودی، بارش مستقیم بر تالاب، تبخیر، تغذیه و تخلیه به آب زیرزمینی، تخلیه و تغذیه از دریا) عوامل پیچیده اقتصادی، اجتماعی، سیاسی حاکم بر حوضه فومنات (حوضه آبریز انزلی) نیز مد نظر قرار خواهد گرفت.

Table 3- Required water for Anzali wetland to guarantee the minimum acceptable and optimum ecological conditions

جدول ۳- مقادیر تراز، سطح و حجم در شرایط مختلف اکولوژیکی تالاب

Ecological condition	Elev. (m)	A (Km^2)	$V \times 10^6 (10^3)$
Minimum acceptable	-26.1	96	167
Optimum (lower level)	-25.8	115	218

۴- نتیجه‌گیری

تالاب بین‌المللی انزلی که به عنوان یک اکوسیستم آبی منحصر بفرد در شمال ایران خدمات زیادی را در اختیار همگان قرار داده است در سالیان اخیر تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی عدیده‌ای قرار گرفته و با توجه به باقی ماندن نام این تالاب در لیست مونترو به جرأت می‌توان گفت که ادامه حیات آن با خطراتی جدی مواجه می‌باشد. با توجه به نقش کلیدی آب در کارکردهای وابسته به اکوسیستم‌های آبی، تعیین مقدار آب مورد نیاز جهت حفظ ارزش‌های زیست محیطی و اقتصادی- اجتماعی ذینفعان مرتبط با تالاب ضروری می‌باشد. روش‌های مختلفی برای تعیین نیاز آبی تالاب‌ها وجود دارد. این رویکردها شامل روش‌های هیدرولوژیکی و اکولوژیکی می‌باشد. روش به کار گرفته شده در این

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق یک روش ترکیبی از رویکردهای اکولوژیکی و هیدرولوژیکی می‌باشد. در این روش ابتدا مطالعه جامعی از وضعیت تامین منابع آب تالاب شامل دبی رودخانه‌های ورودی به تالاب و تراز آب دریا صورت پذیرفت. سپس وضعیت بیولوژیکی و اکولوژیکی جانوران و گیاهان تالاب بررسی گردید و در نهایت با تلفیق مطالعات انجام شده و استفاده از نظرات خبرگان، پرنده آبزی پرستوی دریایی تیره که عملیات لانه سازی خود را روی گیاه سه‌کوله‌خیز انجام می‌دهد به عنوان شاخص اکولوژیکی انتخاب شد. پرستوی دریایی تیره آشیانه‌سازی و جوجه‌آوری خود را روی گیاه سه‌کوله‌خیز در ماههایی از سال (عمدتاً فصل تابستان) انجام می‌دهد که بیشترین برداشت از آب ورودی به تالاب در رودخانه‌های منتهی بدان صورت گرفته و از طرف دیگر به علت افزایش دمای هوا، میزان تبخیر از سطح آب تالاب و تبخیر و تعرق از گیاهان تالابی افزایش می‌یابد. فرض اساسی تحقیق این است که با تامین حجم آب مورد نیاز این پرنده، نیاز آبی سایر گونه‌های تالابی در دیگر ماههای سال نیز مرتفع خواهد گردید. با اعمال مدیریت صحیح و یکپارچه منابع آب در بالادست و در حوضه رودخانه‌های ورودی به تالاب می‌توان تا حد امکان (تا جایی که به عوامل انسانی بستگی دارد) تراز آب تالاب انزلی را به تراز اکولوژیکی مطلوب و یا در مواقع خشکسالی به تراز حداقل رساند. با توجه به معیارهای تعریف شده برای مطلوبیت زیستگاه پرنده شاخص انتخابی، تراز اکولوژیکی مربوط به تالاب برای دو شرایط حداقل و مطلوب تعریف و در نهایت با استفاده از منحنی سطح- حجم- ارتفاع محاسبه شده برای تالاب انزلی، دو حجم ۱۸۲ میلیون مترمکعب و ۲۳۷ میلیون مترمکعب به ترتیب به عنوان دو حد حجم حداقل و حجم مطلوب زیست‌محیطی تعیین گردیدند.

پی‌نوشت‌ها

1- Environmental Water Requirement

۵- مراجع

Abbaspour M, Nazaridoust A (2007) Determination of environmental water requirements of Lake Urmia, Iran: an ecological approach. International Journal of Environmental Studies 64(2):161-169

Ashoori A, Abdoos A (2013) Important wetland habitats for the waterbirds of Gilan, Iran. Katibeh Gilan, 260 p (In Persian)

Babaee H, Khodaparast H, Abedini A (2007) Evaluation of heavy metals (Cd, Cu, Fe, Pb) in surficial sediment of Anzali wetland. Iranian Journal of Scientific Fisheries 16(1):9-16 (In Persian)

Banihabib ME, NajafiMarghmaleki S (2018) Assessment of game and bankruptcy theories to supply environmental water of Hawizeh Wetland. Iran-Water Resources Research 14(2):12-22 (In Persian)

Behroozyrad B, Riahi A, Khaleghizade A (2002) A monthly survey of biodiversity changes of waterfowls and waders in Selkeh and Siahkeshim international wetlands. Iranian Journal of Natural Resources 55(2):21-35 (In Persian)

Bellio M, Kingsford RT (2013) Alteration of wetland hydrology in coastal lagoons: implications for shorebird conservation and wetland restoration at a Ramsar site in Sri Lanka. Biological Conservation 167:57-68

Colwell MA, SL Dodd (1995) Waterbirds communities and habitat relationships in coastal pastures of northern California. Conservation Biology 9(4):827-834

Cumming GS, Paxton M, King J, Beuster H (2012) Foraging guild membership explains variation in waterbird responses to the hydrological regime of an arid-region flood-pulse river in Namibia. Freshwater Biology 57:1202-1213

Davis JA, Froend RH, Hamilton DP, Horwitz P, McComb AJ, Oldham CE (2001) Environmental water requirements to maintain wetlands of national and international importance. Environmental Flows Initiative Technical Report Number 1, Commonwealth of Australia, Canberra 120p

Dehbashi M, Azarmsa S, Vafakhah M (2017) Water level fluctuation analysis and forecast in the Caspian Sea using stochastic time series models. Journal of Geographical Research 13(25):23-33 (In Persian)

Dong X, Du P, Tong Q, Chen J (2008) Ecological water requirement estimates for typical areas in the Huaihe Basin. Tsinghua Science and Technology 13(2):243-248

Ganjali S (2015) Optimize modeling of environmental water requirement of Ghourigol wetland using a comprehensive method. In Proc. of 13nd National Conference on the Evaluation of Environmental Impacts, 17-18 Febuary, Tehran, Iran, 1-17 (In Persian)

Garg JK (2013) Wetland assessment, monitoring and management in India using geospatial techniques. Journal of Environmental Management 148:112-123

Gibbs MS, Clarke K, Taylor B (2016) Linking spatial inundation indicators and hydrological modeling to improve assessment of inundation extent. Ecological Indicators 60:1298-1308

www.SID.ir

Archive of SID

Mediterranean region. Water Resources Management 30:4969-4984

Oryan S, Sadeghiyan M, Makhdoum M, Zarankabi M (2014) Comparison of environmental flow requirement assessment methodologies for rivers and proposing the appropriate approach for Iran by using TOPSIS technique. Environmental Research 4(8):3-14

Peeri H (2010) Environmental water requirements of Hamun wetland. Journal of Wetland Ecobiolog, IAUA 2(6):57-69

Ramsar (2012) Water allocation and management. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, vol. 10. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. www.Ramsar.org.

Reid JRW, Colloff MJ, Arthur AD, McGinness HM (2013) Influence of catchment condition and water resource development on waterbird assemblages in the Murray-Darling Basin, Australia. Biological Conservation 165:25-34

Roberts J, Young WJ, Marston F (2000) Estimating the water requirements for plants of floodplain wetlands: A guide, CSIRO Land and Water. Report No. 99/60, Canberra, 165p

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

Sarhadi A, Soltani S (2013) Determination of water requirements of the Gavkhuni wetland, Iran: a hydrological approach. Journal of Arid Environments 98:27-40 (In Persian)

Scott D (1995) A directory of wetlands in the Middle East. IUCN and IWRB, Gland and Slimbridge Switzerland and UK, 192p

Shokoohi A, Amini M (2014) Introducing a new method to determine rivers' ecological water requirement in comparison with hydrological and hydraulic methods. International Journal of Environmental Science and Technology 11(3):747-756

Shahbazbegian MR, Bagheri A (2016) Systemic analysis of vulnerability of the sistan plain to water scarcity-experiencing policy options based on the resilience approach. Iran-Water Resources Research 12(1):40-55 (In Persian)

Shokoohi A, Hong Y (2011) Using hydrologic and hydraulically derived geometric parameters of perennial rivers to determine minimum water requirements of ecological habitats (case study: Mazandaran Sea Basin-Iran). Hydrological Process 25:3490-3498

Gippel CJ (1996) Water management manual of wetlands management wetlands conservation. Report Series No.4, 101p

Gorji-Shani R, Barani G (2017) Evaluation of the Hawizeh marshes water requirements with respect to dust control and improvement in environmental conditions. Journal of Hydraulics 12(3):13-27 (In Persian)

Haghani S, Leroy SAG, Wesselingh F, Rose N (2016) Rapid evolution of coastal lagoons in response to human interference under rapid sea level change: A south Caspian Sea case study, Quaternary International 408:93-112

Javedan Kherad E, Esmaili Sari A, Bahramifar N (2011) Investigation of persistent organic pollutants residue in sediments of international Anzali Wetland, Iran. Journal of Environmental Studies 37(57):35-44 (In Persian)

JICA, DOE, MOJA (2005) The study on integrated management for ecosystem conservation of the Anzali Wetland in the Islamic Republic of Iran. Draft final report Vol. II: Maim report. Nippon Koei Co. 150p

Kazemi A, Jafari H, Torabian A, Matkan A (2015) Estimating eutrophication of inland waters using field spectrometry data (Case study: Anzali wetland). Environmental Science Journal 12(2):87-98 (In Persian)

Khaleghizadeh A (2007) Waterbirds in microhabitats of Selke and Espand, in the Anzali wetlands, Iran. Sandgrouse 29(1):17-34

Khangholi E, Naderi M, Hadipour M, Alipourardi M (2018) Evaluating minimum environmental requirement of Meighan wetland. Journal of Wetland Ecology 10(3):91-102

Khanmohammadi S, Shokoohi A (2018) Using RVA model for defining river ecological regime for determining environmental flow. Iran-Water Resources Research 14(2):224-235

King JM, CBrown, Sabet H. (2003) A scenario-based holistic approach to environmental flow assessments for rivers, River Research and Applications 619-639

Murray-Darling Basin Authority (MDBA) (2012) Assessment of environmental water requirements for the proposed basin plan: Hattah lakes. Murray-Darling Basin Authority (MDBA),Publication No: 23/12, 150p

Nikghalb S, Shokoohi A, Singh VP, Yu R, (2016) Ecological regime versus minimum environmental flow: Comparison of results for a river in a semi

www.SID.ir

Archive of SID

water quantity and quality, a case study of the Baiyangdian Wetland, China. Ecological Engineering 96:150-161

Zarakani M, Shokoohi A, Sing VP (2017) Introducing a holistic ecological model under data shortage for determining river ecological water requirements. Iran-Water Resources Research 13(2):140-153 (In Persian)

Zebardast L, Jafari H (2012) Use of remote sensing in monitoring the trend of changes of Anzali wetland in Iran and proposing environmental management solution. Journal of Environmental Studies 37(57):64-57 (In Persian)

Zhang C, Yuan Y, Zeng G, Liang J, Guo S, Huang L, Hua S, Wu H, Zhu Y, An H, Zhang L (2016) Influence of hydrological regime and climatic factor on water bird abundance in Dongting Lake Wetland, China: implications for biological conservation. Ecological Engineering 90:473-481

Shokoohi, A, Modabberi H (2019) Evaluating and comparing the sensitivity of NSFWQI and IRWQISC models to water quality parameters. Iran-Water Resources Research 14(5):118-132 (In Persian)

Sima S, Tajrishi M (2006) Water allocation for wetland environmental water requirements: The case of Shadegan Wetland, Jarrahi Catchment, Iran. In: World Environmental and Water Resource Congress 2006: Examining the Confluence of Environmental and Water Concerns. American Society of Civil Engineers, Omaha, Nebraska, US, pp. 1–10

Tharme R E (2003) A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Research and Application 19(5-6):397-441

Yang Y, Yin X, Yang Z (2016) Environmental flow management strategies based on the integration of

www.SID.ir