مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۵، تابستان ۱۴۰۲ (۱۰۷- ۹۱)

تعیین راهبردهای کلیدی توسعه پایدار زیست‌بوم تالاب با تحلیل ریسک عوامل تنش‌زای محیطی

ناهید محبی [۱]

جعفر نوری [۲*]

nourijafar@gmail.com

نعمت اله خراسانی [۳]

برهان ریاضی [٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۳۱**

چکیده

زمینه و هدف: علیرغم ارزش‌های قابل ملاحظه هیدرولوژیکی و خدمات ارزشمند تالاب‌ها، امروزه بهره‌برداری نامعقول منجر به نابودی آن‌ها شده است. طبق رهنمودهای کنوانسیون رامسر، بهره‌برداری عاقلانه و رویکرد زیست‌بومی راه حل این مسئله می‌باشد. هدف اصلی مطالعه حاضر ارایه راهبردهای پایداری برای بهبود و احیای تالاب بوجاق به عنوان نمونه موردی است.

روش بررسی: فرایند ارزیابی و محاسبه ریسک اکولوژیک با ضریب ریسک انجام شد. برای نمایش توزیع مکانی عوامل تهدید با سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. به منظور تعیین راهبردهای تالاب متناسب با شاخص‌های توسعه پایدار از مدل پتانسیل عملکرد تالاب استفاده شد.

یافته‌ها: تخلیه زباله و فاضلاب، نفوذ زهاب کشاورزی، پرورش ماهی، ماهیگیری و شکار غیر قانونی، قایق‌رانی و تفرج برنامه‌ریزی نشده مهمترین عوامل تهدید کننده تالاب بودند و بیشتر در ساحل تالاب و کناره رودخانه سفیدرود تجمع داشتند. ارزیابی ریسک اکولوژیک برای قورباغه و وزغ انجام شد که در ابتدای هرم غذایی و مقاوم در برابر تنش‌های محیطی هستند، از میان مواد تنش‌زا، برای کادمیوم، مس به دو صورت محلول یا تجمع در رسوبات و حشره‌کش‌ها، امتیاز بالاتر از یک به معنی سطح ریسک خیلی زیاد ارزیابی شد. نظر به پتانسیل‌های

۱- دانشجوی دکتری گروه تخصصی مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت عمومی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴- گروه تخصصی مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

عملکردی تالاب، در نهایت راهبردهای کلیدی «حفاظت»، «بهره‌برداری خردمندانه» و «مشارکت مردمی» برای بهبود و احیای تالاب تعیین شد.

بحث و نتیجه‌گیری: تعاملات تقویت کننده تالاب بوجاق نیازهای اساسی انسان، گردشگری پایدار، کاهش اثرات و حفظ محیط‌زیست است. با مدیریت منعطف و خلاقیت می‌توان فعالیت‌های فعلی را سازگار نمود و با مشارکت مردمی عوامل ناسازگار را به تدریج حذف نمود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک اکولوژیک، رویکرد زیست‌بومی، بهره‌برداری خردمندانه، تالاب بوجاق.

Human and Environment, No. 65, Summer 2023

Identification of Key Sustainable Development Strategies for Wetland Ecosystems by Stressors Risk Analysis

Nahid Mohebbi [1]
Jafar Nouri [2 *]
nourijafar@gmail.com
Nematollah Khorasani [3]
Borhan Riazi [4]

Admission Date:June 21, 2022 Date Received: May 15, 2022

Abstract

Background and Objective: Nowadays, unplanned exploitation has acclaimed to be behind the wetland destruction despite their remarkable hydrological values and precious functions. As per Ramsar Convention's guidelines, “wise use” and ecological approach are solutions. In this study, the foremost purpose is presenting sustainability strategies as in order to recover Boujagh Wetland as case study.

Material and Methodology: The process of assessing ecological risk was performed through Risk Quotient (RQ). Geographic Information System (GIS) was used to illustrate the spatial distribution of threat factors. Determining wetland strategies related to sustainable development indicators, the Working Wetland Potential (WWP) model has been utilized.

Findings: Solid waste and effluent discharge, agriculture drainage influence, fish farming, illegal fishery and haunting, boating, and unplanned recreation were distinguished as significant threats on Boujagh area mostly concentrated around on the shoreline and along the Sefidroud River. Ecological risk assessment was conducted for frogs and toads, which are at the beginning of the food chain and relatively high resistant against environmental stresses. Cadmium and cooper risk scores were estimated upper than 1 that means very high level in both dissolved and sedimentation statuses, amongst all substances. Considering wetland functional potentials, three key strategies of "conservation", "wisdom utilization", and "public participation" were eventually recognized to improve and rehabilitate the wetland.

Discussion and Conclusion: Wetland enhancing interactions are in line with essential human needs, sustainable tourism, mitigation, and environmental conservation. Current activities could be possibly adapted via flexible management and creativity; moreover, incompatible factors might be gradually eliminated by public participation.

Keywords: Ecological risk assessment, Ecological approach, Wise use, Boujagh Wetland.

1- Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)
3- Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran
4- Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

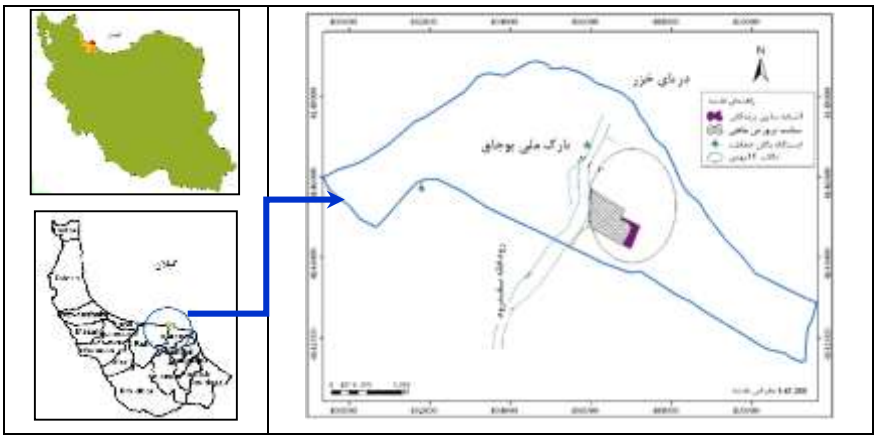
مقدمه

تالاب به عنوان کلیه زمین" شناخته می‌شود و انواع خدمات و مزایای اکوسیستمی مانند ذخیره کربن، حفاظت از تنوع زیستی و تنظیم آب و هوا را در سطوح محلی و جهانی ارائه می‌دهد (۱). دیرین شناسی، هیدرولوژی و بوم شناسی حفاظتی جنبه‌های مرتبط با هم از این اکوسیستم‌های شکننده هستند که آنها را شایسته عنوان مجموعه دانش می‌کند (۲). امروزه به دلیل توسعه اقتصادی و اختلالات انسانی، بیش از نیمی از تالاب های جهان ناپدید شده‌اند و تالاب‌های موجود نیز وضعیت چندان مناسبی ندارند (۳). علیرغم ظرفیت‌های بالای اقتصادی و توان فوق‌العاده تالاب‌ها در تامین غذای بشر، روند سریع توسعه و شهرنشینی و پیامدهای مربوطه، تخریب تالاب را تشدید می‌کند (۴) از این رو مدیریت بهینه و حفاظت از آنها به روش منطقی بسیار حایز اهمیت است (۱). برای مقابله با این چالش، دانشمندان، سیاست‌گذاران، دولت‌ها و ذینفعان خواستار مدیریت مبتنی بر اکوسیستم برای درک تأثیر شدت و موقعیت فعالیت‌های انسانی بر زیست‌بوم‌های تالابی و مدیریت جامع برای تضمین عرضه پایدار این خدمات هستند (۵) کنوانسیون رامسر که حفاظت از تالاب‌ها را در سراسر جهان ترویج می‌کند، به طور کلی، اصول «رویکرد زیست بومی» و «بهره‌برداری خردمندانه» را به عنوان رویکردهای مدیریت یکپارچه و به منظور اطمینان از نتایج پایداری و عادلانه بودن ارکان مدیریت توصیه می‌کند (۳) برای حفاظت از تالاب تنها قرار گرفتن در فهرست رامسر کافی نیست بلکه مدیریت اصولی در واقع تلاش برای استفاده عاقلانه از تالاب است که از طریق برنامه‌ریزی در سطح ملی، تامین اعتبار، آموزش و آگاهی عمومی امکان‌پذیر است (۶) که در اصل شامل سیاست‌ها و قوانینی است که طرح‌ریزی مدیریتی و تعریف پروژه‌های توسعه‌ای را برای استفاده از زمین و منابع متناسب با توان پذیرش محیط زیست، بکارگیری اقدامات سازگار و همکاری‌های بین‌المللی را تسهیل می‌کند (۷). پیوستن به این کنوانسیون مستلزم تعهد به این ارکان است و به کشورها کمک می‌کند تا بهترین استفاده ممکن از تالاب را متناسب با توسعه پایدار داشته باشند (۸). در بند دهم قطعنامه هفتم کنوانسیون «چارچوب ارزیابی ریسک تالاب» را برای پیش‌بینی و ارزیابی تغییر در ویژگی اکولوژیکی تالاب‌ها مطرح می‌کند (۹). ارزیابی ریسک اکولوژیک مدلی شناخته شده برای تحلیل عوامل تهدیدکننده زیست‌بوم تالاب است و نتایج آن می‌تواند به عنوان داده‌های ورودی در بخش مدیریت محیط زیست استفاده شود (۱۰). «شدت» و «احتمال» وقوع و «آستانه تحمل پذیرنده‌ها» سه فاکتور اصلی ارزیابی ریسک اکولوژیک است که میزان آسیب‌پذیری گونه‌ها و احتمال آسیب‌های جبران‌ناپذیر برای محیط زیست را تخمین می‌زند (۱۱). مواد شیمیایی وارد شده به تالاب و رودخانه از طریق پساب‌ها و رواناب‌های آلوده در بالادست ها و ارگانیسم‌های حیاتی را در معرض خطر قرار می‌دهند (۱۲). فلزات سنگین، عناصر سمی، اکسیژن مورد نیاز تجزیه شیمیایی (COD)، اکسیژن مورد نیاز تجزیه بیولوژیکی (BOD)، نیتروژن و فسفر از جمله عوامل محیطی تنش‌زا در آب تالاب هستند (۱۳) که در اثر عوامل مختلفی چون کود و سموم کشاورزی و فاضلاب آلوده بهداشتی و یا صنعتی وارد محیط آب شده و کیفیت آن را برای زیستمندان خصوصاً گونه‌های ابتدای زنجیره غذایی نظیر گیاهان آبزی، کف زیان و ماهی‌ها در مخاطره قرار می‌دهند (۱۴). میزان ریسک آلاینده‌ها به سه مقوله غلظت ماده شیمیایی، مدت زمان در معرض قرار گرفتن و میزان تحمل گونه هدف بستگی دارد(۱۵). آستانه تحمل گونه‌ها در مقابل مواد استرس‌زا با شاخص‌های غلظت اثر پیش بینی نشده (NOEC)، سطح اثر پیش بینی نشده (NOEL)، متوسط غلظت کشنده (LC_{50}) و یا متوسط دوز کشنده (LD_{50}) تعیین می‌شود (۱۶). این مقیاس‌ها غلظت‌های مواد شیمیایی هستند که منجر به مرگ ۵۰ درصد از گروه حیوانی تحت آزمایش در آزمایشگاه در یک نوبت می‌شوند و میزان مسمومیت را در دو سطح حاد و مزمن را بررسی می‌کنند (۱۷). سامانه اطلاعات جغرافیایی نیز ابزاری کاربردی برای تسهیل در تحلیل تصویری و مدیریت داده‌ها و نشان دادن سطوح ریسک است که داده‌های پیچیده اکوسیستم و خطرات را به صورت ساده نمایش می‌دهد (۱۸). مطالعه مدیریت تالاب در سواحل رودخانه یانگ تسه یانگ در چین توسط Zhai *et al.* (سال ۲۰۲۰) با استفاده از ارزیابی خطر اکولوژیک انجام شده و نتیجه‌گیری نموده شدت فعالیت‌های انسانی با سناریوی حفاظت

از محیط زیست به طور قابل ملاحظه‌ای ارتباط مستقیم دارد. خطر اکولوژیکی تالاب‌ها در آن منطقه در هسته شهری کم و در حومه شهر زیاد بوده است و فعالیت‌های ساختمانی خطر بیشتری را برای تالاب‌ها داشته است. در صورت ادامه روند رودخانه یانگ تسه با خطرات بیشتری مواجه خواهد شد. نتایج مطالعه مذکور، برای تدوین سیاست حفاظت از تالاب در کمربند اقتصادی رودخانه یانگ تسه استفاده شد (۱). مدیریت یکپارچه تالاب، بایستی ابعاد اکولوژی، اجتماعی ـ اقتصادی و کاربری اراضی را به صورت یکپارچه مدنظر قرار دهند (۷). بر این اساس، روش‌های تلفیقی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره کاربرد قابل توجهی داشته و ضمناً نتایج قابل درکی را از مدیریت تالاب و اولویت‌های آن ارایه نموده‌اند (۱۹). مفهوم پتانسیل عملکردی تالاب یک رویکرد علمی ـ کاربردی برای شناسایی کاربری‌های سازگار و بهره‌وری سبز در توسعه پایدار تالاب است (۲۰) و از آن برای شناسایی، سازماندهی و تجزیه و تحلیل عوامل پیچیده‌ای استفاده می‌شود که مردم، اقتصاد و زیست بوم تالاب را به هم پیوند می‌دهند(۲۱). هدف آن افزودن ارزش به مزایای خدمات اکوسیستمی تالاب است، بدون اینکه پایداری بیوفیزیکی یا اجتماعی ـ اقتصادی آن را تضعیف کند(۱۲). در واقع استفاده خردمندانه از تالاب و حفظ عناصر ضروری اکولوژیکی آن را حمایت می‌کند (۲۲). در اغلب تجربیات پیشین، تفرج پایدار و حفاظت دو استراتژی مهم مدیریتی هستند که در برنامه‌های مدیریت محیط زیست تالاب، به عنوان بهره‌برداری‌های سازگار پیشنهاد شده‌اند (۲۱). هدف اصلی در مطالعه حاضر، تبیین راهبردهای مدیریت یکپارچه محیط زیست تالاب با رویکرد اکوسیستمی و بر مبنای اصول توسعه پایدار است. تا از طریق یک چارچوب مدیریتی جامع‌نگر، تمامی عوامل تهدید آمیز تالاب شناسایی و راهکارهای مدیریتی قابل اجرا را در راستای بهره‌برداری عاقلانه و اهداف توسعه پایدار ارایه نماید (۲۳). در این مطالعه شدت تاثیر و توزیع فضایی انواع مختلف فعالیت‌های انسانی در محدوده پارک ملی و تالاب بوجاق طی سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۹ به عنوان نمونه موردی بررسی شد.

محدوده مورد مطالعه

پارک ملی بوجاق با مساحت ۳۲۶۰ هکتار، در محدوده ساحل جنوبی دریای خزر، در استان گیلان، شهرستان آستانه اشرفیه و نزدیک شهر کیاشهر قرار دارد (۲۴). از سمت شرق به تأسیسات صدا و سیما و روستای امیر کیاسر از غرب به رودخانه اشمک و شهر زیباکنار از جنوب به کیاشهر و از شمال به دریای خـزر محدود می‌شود (۲۶). از نظر مختصات جغرافیایی تالاب بوجاق در مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه و ۷ ثانیه طول شرقی قرار دارد. در شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است (۲۴). این تالاب در فهرست تالاب‌های بین المللی کنوانسیون رامسر و اولین پارک ملی خشکی ـ دریایی ایران است و مجموعه مرداب کیاشهر، دلتای سفیدرود و لاگون بوجاق را شامل می‌شود (۲۵). مطالعات پیشین اغلب بر ویژگی خاصی از تالاب مانند آلودگی پساب در مناطق حساس، اثرات نوسانات دریای خزر، اکوتوریسم، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی، پرندگان و تکامل دلتای سفیدرود بر اساس سطح دریای خزر متمرکز شده است (۲۶). در حالیکه با توجه به حساسیت‌ها و ارزش‌های اکولوژیک خاص منطقه، ارزیابی دقیق تأثیر فعالیت‌های انسانی بر زیست بوم تالاب و تعیین بهره‌برداری‌های سازگار با شرایط منطقه برای حفاظت و احیای تالاب به سمت شرایط مطلوب یک امر ضروری است (۲۷).

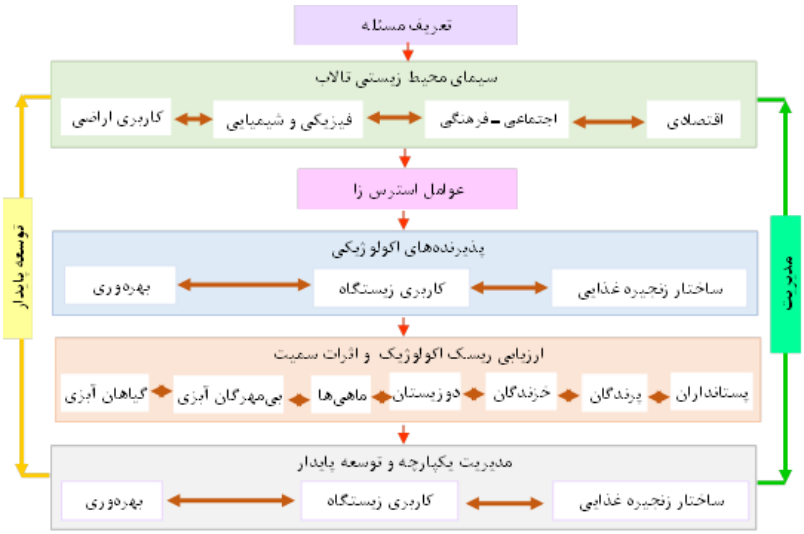


شکل ۱- موقعیت پارک ملی و تالاب بوجاق (۲۴)

Figure 1. Location of Boujagh National Park and Wetland

روش بررسی

به منظور تبیین راهبردهای توسعه پایدار، یک مدل مدیریتی به عنوان چارچوب مطالعه انتخاب شد که در واقع روش‌های مهندسی را برای تحلیل وضعیت تلفیق می‌کند و کل رویه‌ها را با توجه به روابط و پیامدها در بخش‌های مختلف دسته‌بندی می‌کند (۲۸). در شکل (۲) مراحل انجام مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۲- فرایند ارزیابی ریسک و توسعه پایدار (۱۴)

Figure 2. Risk assessment process and sustainable development

در مرحله اول، با بررسی وضعیت موجود تالاب، انواع توسعه‌های ناسازگار، مخاطرات محیط زیستی و تهدیدها شناسایی و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی موقعیت آن در محدوده مشخص شد (۲۹). در راستای شناسایی دقیق تعارضات محیطی و پیامدهای ناشی از مخاطرات آن برای زیستمندان تحلیل و برآورد ریسک اکولوژیک با معادله ضریب خطر (فرمول ۱) انجام شد (۱۰). برای این منظور چند گونه شاخص آبزی در ابتدای زنجیره غذایی انتخاب شد(۳۰). در این مقاله از میان موجودات شاخص بررسی شده در تالاب، به طور خلاصه نتایج تحقیق بر روی دو گونه ساده از دوزیستان منطقه شامل وزغ (*Boffo sp.*) و قورباغه برکه (*Rana sp.*) به عنوان گونه هدف ارایه شده است (۳۲) که در تالاب و ساحل کناری رودخانه سفیدرود به وفور یافت می‌شوند

و جزو اولین گونه‌های مهره‌دار در ابتدای زنجیره غذایی هستند؛ لذا هر گونه مسمومیت و آلودگی در بافت بدن این موجودات در طول زنجیره غذایی منتقل می‌شود.(۳۳) در این تحقیق برای سنجش میزان آستانه تحمل گونه از روش آزمایشگاهی استفاده نشده است، بلکه مقادیر تست شده در مطالعات قبلی که توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و سایر مراجع معتبر انجام شده، مبنا قرار داده شده است (۳۴). عموماً برای سنجش اثر حداکثر غلظت دریافت شده دو سناریوی نقطه مرگ موجود زنده و یا زیر سطح کشندگی در نظر گرفته می‌شود (۳۵). در این مقاله بدترین حالت ممکن یعنی مرگ موجود زنده در نظر گرفته شد. همچنین جهت بررسی غلظت پارامترهای کیفی آب از نتایج اندازه‌گیری انجام شده در دوره‌های مختلف و طی چهار دوره در سال، توسط سازمان حفاظت محیط زیست، استفاده شده است (۲۶) و سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی توزیع آن در سطح تالاب مشخص شد(۳).

$$\text{ضریب ریسک} = \frac{\text{حداکثر غلظت دریافت شده}}{\text{غلظت پیش بینی شده بدون اثر}} \quad (۱)$$

(۱۰). در جدول (۱) مقادیر مربوط به غلظت‌های سمی محرک‌های شیمیایی مانند فلزات سنگین (۱۴ ، ۳۶) و حشره‌کش‌های آلی ـ شیمیایی (۱۰) در دو حالت حاد یا مزمن بررسی شده است (۳۶).

جدول ۱- بررسی درجه سمیت عناصر سمی و حشره‌کش‌ها (۱۰، ۱۴ و ۳۶)

Table 1. Consideration of toxicity level of poisonous elements and insecticides

محرک شیمیایی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	مقادیر سمیت مزمن		مقادیر سمیت حاد	
	معیار انتشار مزمن کیفیت آب	دهمین صدک محاسبه شده	معیار انتشار حاد کیفیت آب	پنجاهمین صدک محاسبه شده
کادمیوم	۰/۲۵	۴۴۴	۲	۹۶۲،۵
مس	۹	۱۱/۸	۱۳	۲۴۳
جیوه	۰/۷۷	۱/۵۲	۱/۴	۵۴
روی	۱۲۰	۹۴	۱۲۰	۰۵۰،۶
حشره‌کش د.د.ت	۰/۰۰۱	۱۰۷	۱۰۷	۵۹۴،۱

در جدول (۲) مقادیر مربوط به غلظت پیش بینی شده بدون اثر برای دو گونه قورباغه برکه و وزغ معمولی به تفکیک در محیط آبی و رسوبات کف تالاب ارایه شده است(۳۲).

جدول ۲- مقادیر آستانه تحمل بر اساس نقطه اثر نهایی یا مرگ گونه(۳۲)

Table 2. Threshold values based on the ultimate effect point or death of the species

محرک شیمیایی	محیط اثر	قورباغه		وزغ	
		غلظت اثر پیش بینی نشده (NOEC)	سطح اثر پیش بینی نشده (NOEL)	غلظت اثر پیش بینی نشده (NOEC)	سطح اثر پیش بینی نشده (NOEL)
اکسیژن محلول (DO)		<۸-۱	<۱/۱۴-۹	<۸	<۱/۱۴-۹
اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)		>۳/۱۷-۰/۲	>۳/۱۲-۰	>۱۷/۲	>۳/۱۲-۰
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)		>۱۲۰-۲۵	>۲۲ ->۱۲۰	>۱۲۰-۳۰	>۲۸ ->۱۲۰
فسفر		>۴۵-۲۵	>۳۴-۲۰	>۴۵-۲۵	>۳۴-۲۰
نیتروژن		>۱۸-۱۴	>۱۰-۲	>۱۸-۱۴	>۱۰-۲
کادمیوم	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۷۶۰-۵۸۰	>۲۶۰۰-۵۸۰	۵۸۰	>۵۸۰
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۱-۱/۱	>۱/۴-۱/۳	>۱/۱	۱/۱
مس	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۰۰-۶۴	>۶۴ ->۲۰۰	۲۰۰	>۲۰۰
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰-۲۸/۹	>۰/۲۸ ->۰/۹	۰/۹	>۰/۹
سرب	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۲۴۰۰-۲۰۰۰	>۶۱۰۰-۱۲۰۰	۲۶۰۰	>۲۶۰۰
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰-۲۷/۴۸	>۰/۰-۴۸/۷	۰/۴۸	>۰/۴۸
زینک	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۲۰۰-۹۰۰	>۱۴۰۰-۱۲۰۰	۱۲۰۰	۲۷۰۰
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۳/۵-۰/۲	>۳/۱۷-۰	۱۷	۶۴
حشره‌کش‌ها و سموم کشاورزی		۳۶۰-۳۰۰	>۶۰۰-۳۵۰	۳۱۰	>۳۵۰

بر اساس مقدار کمی ضریب ریسک، سطوح ریسک طبقه بندی می‌شوند. در جدول (۳)، شرایط طبقه بندی سطوح ریسک نشان داده شده است(۱۰).

جدول ۳- طبقه بندی سطوح ریسک بر اساس ضریب محاسبه شده (۱۰)

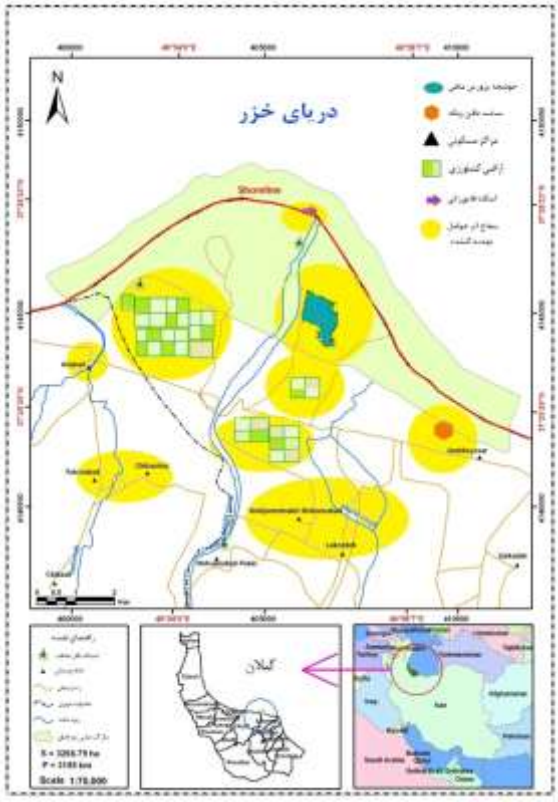
Table 3. Risk catagorization based on evaluated Risk Quotients

طبقه	مقدار ضریب ریسک (RQ)	سطوح ریسک
۱	مقدار RQ کمتر از ۰/۱	سطح ناچیز
۲	مقدار RQ بین ۰/۱ تا ۰/۴	سطح کم
۳	مقدار RQ بین ۰/۴ تا ۰/۷	سطح متوسط
۴	مقدار RQ بین ۰/۷ تا ۱	سطح زیاد
۵	مقدار RQ بیشتر از ۱	سطح خیلی زیاد

در مرحله نهایی نیز راهبردهای توسعه پایدار با استفاده از روش تحلیلی چند معیاره پتانسیل عملکردی تالاب عنوان گردید. این روش در واقع دو مقوله بهره‌برداری خردمندانه و رویکرد زیست بومی را شامل می‌شود. مهمترین شاخص توسعه پایدار در تالاب، بهره‌وری سبز است که از طریق برآورد دو مقوله «اثر بخشی» و «کارآمدی» بدست می‌آید(۲۰).

یافته‌ها

ساختمان‌سازی پیرامون تالاب، شهرنشینی، تغییرات مداوم کاربری اراضی، کشاورزی، ساخت و بهره برداری از اسکله، قایق‌رانی، فعالیت معدن شن و ماسه و پرورش ماهی از مهمترین عوامل ایجاد مخاطره در این تالاب معرفی شده است. در شکل (۳) موقعیت عوامل مخاطره آمیز تالاب و محدوده‌های در معرض تهدید جانمایی شده است.

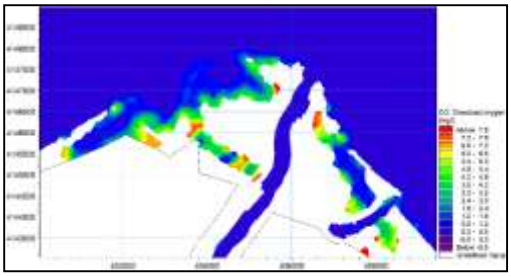


شکل ۳- جانمایی عوامل تهدید در محدوده پارک ملی و تالاب بوجاق

Figure 3. Zoning of threatening factors in Boujagh National Park and Wetland area

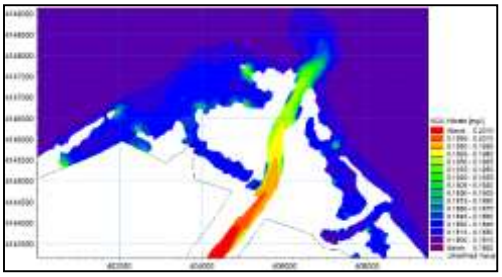
نتایج بررسی غلظت پارامترهای کیفی آب در تالاب بوجاق طی چهار فصل مختلف سال نشان می‌دهد، اکسیژن محلول در آب یا به اختصار DO، شاخصی برای تعیین کیفیت آب است و حلالیت آن با فشار اتمسفر و دمای آب متغیر است. این پارامتر در تابستان کمترین مقدار خود را داشته و در سایر فصول تغییرات آن چندان قابل توجه نبوده است. فسفر از مهمترین پارامترهای موثر در تغذیه‌گرایی تالاب است که به صورت فسفات (PO_4) قابل جذب توسط فیتوپلانکتون‌ها است. تفاوت زیادی بین غلظت فسفر در فصول مختلف در سطح تالاب مشاهده نمی‌شود. نیتروژن در آب محلول است و فراوان‌ترین ترکیب شیمیایی آن نیترات (NO_3) است که در فصل پاییز از حداکثر غلظت برخوردار است. سموم کشاورزی در فصل تابستان بیش از دوره‌های دیگر تهدیدکننده است. میزان غلظت عناصر سمی و فلزات سنگین با جریان آب به تدریج کاهش یافته و در رسوبات تجمع می‌یابد. با توجه به اینکه در اثر فعالیت‌های صنعتی در بالادست به محیط وارد می‌شوند، لذا تغییرات محسوسی بین فصول مختلف مشاهده نشد؛ اما در

فصل بهار غلظت این آلاینده‌ها از جریان آب رودخانه به تالاب بیشتر از سایر فصول متغیر بود. بر این مبنا، کیفیت آب رودخانه دارای محدودیت کشاورزی، آبزی‌پروری و تفرج است. البته در داخل تالاب به دلیل ارتباط محدود آن با رودخانه وضعیت نسبتاً مناسبتر است. در شکل (۴) پراکنش آلاینده‌های شاخص تالاب بر حسب غلظت در سناریوی بدترین حالت ممکن نشان داده شده است.



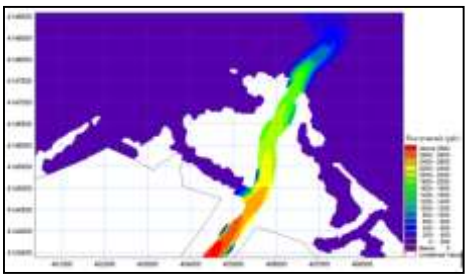
الف) بدترین شرایط تهدیدکننده تغییرات اکسیژن محلول در تالاب ـ تابستان

a) The Worst threatened conditions of Desolved Oxygen changes in the wetland – summer



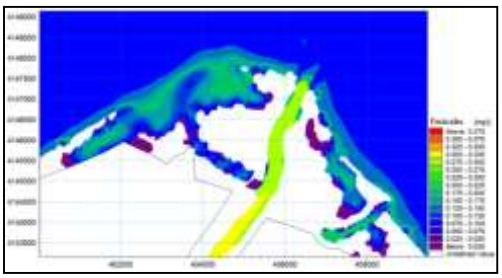
ب) بدترین شرایط تهدیدکننده تغییرات نیترات در تالاب ـ پاییز

b) The Worst threatened conditions of Nitrate changes in the wetland – Autumn



ج) بیشترین میزان غلظت توزیع عناصر سمی در تالاب ـ بهار

c) The highest concentration of toxic elements distribution in the wetland – spring



د) بیشترین میزان غلظت توزیع سموم در تالاب ـ تابستان

d) The highest concentration of poison distribution in the wetland – summer

شکل ۴- نمایش پراکنش مواد شیمیایی محرک برحسب سناریوی بدترین حالت ممکن در تالاب بوجاق

Figure 4. Illustrating the modeling results of the stressors and chemical substances' distribution according to the worst possible scenario in Bojag Wetland

با توجه به مقادیر غلظت آلاینده‌ها در سطح تالاب و نیز آستانه تحمل گونه‌ها هدف، مقادیر کمی ریسک محاسبه شده است. نتایج این محاسبه در جدول (۴) خلاصه شده است.

جدول ۴- برآورد و طبقه بندی سطوح ریسک بر اساس نقطه اثر نهایی یا مرگ گونه

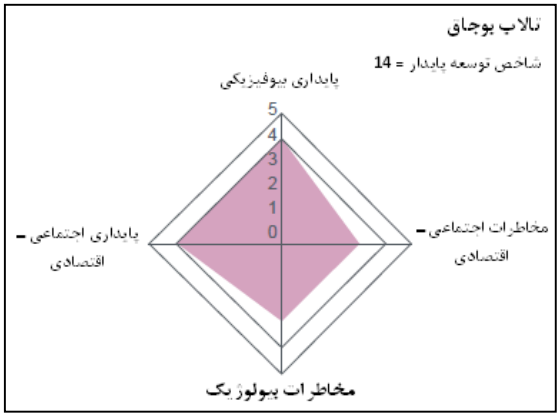
Table 4. Estimation and classification of risk based on the ultimate effect point or death of the species

محرک شیمیایی	محیط اثر	قورباغه برکه		وزغ معمولی	
		ضریب ریسک	سطح ریسک	ضریب ریسک	سطح ریسک
	اکسیژن محلول (DO)	۰/۶۶	متوسط	۰/۶۸	متوسط
	اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)	۰/۵۳	متوسط	۰/۵۹	متوسط
	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)	۰/۴۶	متوسط	۰/۴۸	متوسط
	فسفر	۰/۳۳	کم	۰/۲۸	کم
	نیتروژن	۰/۴۷	متوسط	۰/۴۱	متوسط
کادمیوم	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱/۴۳	خیلی زیاد	۱/۲۰	خیلی زیاد
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۹۱	خیلی زیاد	۱/۴۳	خیلی زیاد
مس	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۹۱	زیاد	۰/۸۳	زیاد
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۱/۳۵	خیلی زیاد	۰/۹۰	زیاد
سرب	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۶۵	متوسط	۰/۵۲	متوسط
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۸۴	زیاد	۰/۶۷	زیاد
زینک	رسوب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۶۳	متوسط	۰/۶۷	متوسط
	فلز محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۵۴	متوسط	۰/۵۹	متوسط
	حشره‌کش‌ها و سموم کشاورزی	۱/۸۱	خیلی زیاد	۱/۴۵	زیاد

با توجه به فعالیت‌های مخاطره آمیز قایق‌رانی، ریزش روغن در ساحل و آب، نفوذ زهآب کشاورزی آلوده به محیط آبی تالاب و یا تجمع این مواد در رسوبات کف ساحل رودخانه سفیدرود و حاشیه تالاب، گونه‌های کفزی، گیاهان آبزی و دوزیستان بیشتر از سایر گونه‌ها در معرض محرکهای شیمیایی و غلظت‌های با سمیت حاد آنها قرار دارند. شاید در نگاه کلی، این طور نتیجه گیری شود که قورباغه و وزغ دو گونه مقاوم به آلودگی هستند, اما همانطور که ارزیابی ریسک اکولوژیک و آستانه تحمل این گونه‌ها نشان می‌دهد، مشخص است که آلودگی و فعالیت‌های تهدید کننده انسانی در حوضه تالاب می‌تواند زندگی این موجودات را نیز تحت الشعاع قرار داده و در صورت قرار گرفتن طولانی مدت در معرض عوامل استرس‌زای محیطی و یا محرک‌های شیمیایی (حالت مزمن) و یا قرار گرفتن کوتاه مدت در معرض غلظت غیر قابل تحمل از این مواد، تعداد این گونه ها به ۵۰ درصد جمعیت و یا حتی کمتر تقلیل یابد. این مواد شیمیایی در بافت بدن این گونه ها تجمع می‌یابد و با توجه به اینکه این گونه‌ها در طبقات ابتدایی هرم غذایی قرار دارند و غذای طیف گسترده‌ای از موجودات را تشکیل می‌دهد، از طریق خورده شدن، مواد سمی را به بدن سایر موجودات منتقل نموده و آنها نیز در زمان تغذیه دچار مسمومیت می‌شوند و با ادامه روند، میزان سم در بدن آنها افزایش یافته تا اینکه منجر به مرگ موجودات دیگر نیز می‌گردد. مهمترین مواد شیمیایی تاثیر گذار بر زندگی دوزیستان فلزات سنگین و عناصر سمی مانند سرب، کادمیوم و حشره کش‌های آلی ارزیابی شد. به علاوه، آستانه تحمل این گونه‌ها در مقابل آلاینده‌های دیگر پایین‌تر است. از این رو مقادیر ریسک برای این گونه‌ها در سطوح زیاد و خیلی زیاد ارزیابی شده است.

علیرغم مخاطرات اکولوژیکی که فعالیت‌های انسانی بر محیط تالاب بوجاق دارد، ایجاد یک تفکر جدید برای تامین نیاز اقتصادی و بهره‌مندی از ارزش‌های اقتصادی تالاب موضوع مقوله بسیار

مهمی است که نمی‌توان آن را نادیده گرفت. زیرا مزایای حاصل از آن خود به خدمات اکوسیستم وابسته است. به عنوان نمونه، توسعه با هدف کاهش فقر، صرفاً به معنای گسترش زیرساخت‌های ساخته شده نیست. بلکه بایستی نقش اکوسیستم نیز در نظر گرفته شود. یک رویکرد این است که زیست بوم تالاب به‌عنوان «زیرساخت طبیعی» مد نظر باشد و بر این اساس، طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت زیرساخت‌های طبیعی و انسان ساخت انجام شود، تا از این طریق مزایای تالاب نیز به حداکثر ممکن افزایش یابد. حوضچه‌های پرورش ماهی در این محدوده که یکی از عوامل مخاطره آمیز در تالاب هستند، اغلب به عنوان مزیت اقتصادی منطقه محسوب می‌شوند که در حال گسترش هستند. اما مخازن شیلات به ندرت انتظارات را برآورده می‌کند. از این رو، در ساخت زیرساخت‌های آبی نیاز به تفکر جدیدی است. ایده‌ای که در این مطالعه پیشنهاد می‌شود، افزایش تولید ماهی با ساختن تالاب‌های کوچک در منطقه و تخلیه به یک مخزن مجزا و در مناطق خشک تالاب است. فرض بر این است که وقتی تراز آب کاهش می‌یابد، این تالاب‌ها زیستگاه‌های متنوع‌تری ایجاد می‌کنند و پناهگاه‌ها و مناطق پرورش ماهی را فراهم می‌کنند که منجر به تولید بیشتر ماهی در مخازن، جلوگیری از ورود گونه مهاجم به تالاب، کاهش تلاش برای ماهیگیری و بهبود معیشت مردم می‌شود. بنابراین بهره‌وری سبز یا توسعه متوازن و سازگار با محیط زیست به عنوان یک استراتژی مهم مدیریتی پیشنهاد می‌شود که تصمیم گیری در مورد انواع مناسب بهره‌برداری از تالاب بوجاق را با در نظر گرفتن هزینه‌های به صورت دقیق متناسب با منافع ذینفعان و بدون ایجاد خسارت بر زیست بوم تالاب تسهیل می‌سازد. علاوه بر فراوانی در تنوع تهدیدهای شناسایی شده، شدت آسیب‌هایی که بر محیط تالاب وارد شده نیز، زیاد است، بنابراین نمی‌توان با قطعیت کامل کاربری خاصی را پیشنهاد داد. بنابراین نیاز به یک تحلیل علمی در این خصوص است که در این مقاله با بکارگیری روش تحلیل پتانسیل عملکردی تالاب کاربریهای سازگار در پیرامون تالاب اولویت بندی گردید. شکل (۵) به صورت گرافیکی پتانسیل عملکردی مطالعه موردی را تحلیل می‌کند. طبق تحلیل انجام شده، تالاب بوجاق پتانسیل بسیار کمی برای فعالیت‌های کشاورزی دارد. همچنین معیارهای مناسب اجتماعی ـ اقتصادی و هم از نظر خطر محدود شده است و این دو عامل توامان با هم, پایداری بلندمدت طرح توسعه تالاب را تضعیف می‌کند. این تالاب از نظر تناسب بیوفیزیکی و اجتماعی ـ اقتصادی تا حد زیادی مناسب است، اما از نظر خطرات بیوفیزیکی و اجتماعی ـ اقتصادی در معرض آسیب جدی است.



شکل ۵- نمودار تحلیلی شاخص‌های توسعه پایدار تالاب بوجاق بر اساس مخاطرات محیط زیستی

Figure 5. Analytical chart of sustainable development indicators of Bojag Wetland based on environmental hazards

بر این اساس منسجم‌ترین تعاملات تقویت‌کننده و اهداف مدیریتی تالاب بوجاق را می‌توان در چهار دسته «نیازهای اساسی انسان»، «گردشگری پایدار»، «کاهش اثرات محیط زیستی در تالاب» و «بهبود و حفظ محیط‌زیست» متمایز نمود. به طور کلی، این تعاملات، اهدافی چون «مصرف کارآمد منابع»، «حفظ کیفیت آب در سطح مطلوب» و «استفاده خردمندانه» از مناظر

تالابی را برای دستیابی به توسعه پایدار در این اکوسیستم حساس حیاتی تاکید می‌کند. آموزش توسعه پایدار نیز به ویژه با هدف جلب مشارکت عمومی در این منطقه، در ایجاد انسجام برای حفظ محیط زیست از نظر سیاست‌های محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی تاثیر گذار خواهد بود و به بهبود کیفیت آب در تالاب و بهبود سلامت اکوسیستم وابسته است. بهبود کیفیت آب گردشگری پایدار را افزایش می‌دهد و برای جامعه محلی وابسته به تالاب درآمد ایجاد می‌کند. تفرج پایدار نیز به منظور حفظ و افزایش یکپارچگی و جذابیت زیست بوم تالاب باید اصولی تنظیم و نظارت شود. بر این اساس مهمترین راهبردهای توسعه پایدار تالاب بوجاق را می‌توان به شرح جدول (۵) عنوان نمود.

جدول ۵- راهبردهای توسعه پایدار و سناریوهای مدیریتی تالاب بوجاق با رویکرد زیست بومی

Table 5. Sustainable development strategies and management scenarios of Bojag Wetland with the ecological approach

	راهبردهای کلیدی		
	حفاظت	**بهره‌برداری خردمندانه**	**مشارکت مردمی**
سناریوهای مدیریتی	حفاظت از زیستگاه‌ها	جایگزینی تدریجی فعالیت‌های اقتصادی مخرب محیط زیست	آموزش و اطلاع رسانی و بهره‌گیری از مشارکت مردم محلی
	حفاظت از تنوع زیستی	تامین منابع درآمد پایدار برای معیشت مردم همراه با آموزش	بهره‌گیری از مشارکت سازمانهای محلی مردمی
	احیای تالاب	حذف تدریجی کاربری‌های ناسازگار و جلوگیری از شکل‌گیری مجدد	بهره‌گیری از مشارکت سازمانهای محلی دولتی و خصوصی
	تامین حقابه محیط زیستی تالاب	حذف عوامل اختلال، آلودگی و تخریب حوضه تالاب، ممنوعیت ساخت و ساز در حریم رودخانه و تالاب	بهره‌گیری از مشارکت سایر ذینفعان، هنرمندان و ورزشکاران
	جلوگیری از دست‌اندازی به حریم و بستر تالاب	احیا و بازسازی تالاب	افزایش درک محیط و حس تعلق از طریق آموزش به ذینفعان
	اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوضه	شناسایی ظرفیت‌ها و تعریف فعالیت‌های اقتصادی سازگار با توان اکولوژیک منطقه	تقویت ساختار مدیریتی و سازمان اجرایی حفاظت از پارک ملی و تالاب بوجاق با بکارگیری جوامع محلی
	خروج نسبی و تعدیل دام در منطقه و احیای علفزار با گیاهان بومی	تامین زیرساخت‌های مناسب برای اجرای فعالیت‌های اقتصادی	جذب سرمایه گذاران و معرفی کارکردهای تالاب و ارزش‌های اقتصادی آن برای حفاظت از ارزش‌های تالاب
	جلوگیری از ورود گونه‌های مهاجم و هر گونه ماهی پرورشی	**مدیریت گردشگری پایدار** تامین خدمات و زیرساخت‌های لازم برای گردشگران با تاکید بر حفظ ارزشهای طبیعی تالاب، افزایش آگاهی و اطلاع رسانی برای رویدادهای فصلی، طراحی امکانات و تسهیلات بر حسب پایداری با در نظر گرفتن نیازهای تفریحی، کاهش فشار ناشی از گردشگری بر اکوسیستم از طریق تعیین صحیح پهنه‌های دارای توان اکولوژیک گردشگری و تغییر در الگوهای استفاده و کاهش ازدحام	

بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، مطالعه مدیریت محیط زیست تالاب با دو رویکرد زیست بومی و توسعه پایدار و با استفاده از ارزیابی ریسک اکولوژیک برای نمونه موردی تالاب بوجاق انجام شد. با عنایت به اینکه انتشار مواد آلاینده به آب تالاب و یا تجمع در رسوبات منجر به بر هم زدن تعادل اکوسیستم و ایجاد مخاطرات برای زیستمندان به ویژه گونه‌های کفزی، گیاهان آبزی و دوزیستان

می‌شود بنابراین مخاطرات بر حسب میزان غلظت، مدت زمان در معرض بودن و آستانه تحمل گونه، ریسک اکولوژیکی ارزشیابی شد. از میان گونه‌های مختلف تالاب، به عنوان نمونه قورباغه برکه و وزغ معمولی انتخاب شد که از گونه‌های ابتدای زنجیره غذایی و مقاوم در برابر آلودگی هستند. سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی موقعیت عوامل مخاطره‌آمیز تالاب و توزیع آلاینده‌ها نمایش داده شد. در مجموع، نتایج نشان داد فلزات سنگین و عناصر سمی مانند سرب، کادمیوم و حشره کش‌های آلی مهمترین عوامل تنش‌زای محیطی هستند. به ترتیب برای قورباغه و وزغ، ریسک اکولوژیک کادمیوم به صورت محلول امتیاز ۱/۹۱ و ۱/۴۳، تجمع در رسوبات امتیاز ۱/۴۳ و ۱/۲۰ و حشره‌کش‌ها امتیاز ۱/۸۱ و ۱/۴۵ ارزیابی شد. از آنجایی این مواد تنش‌زا، به منابع آلوده کننده محیطی مرتبط با فعالیتهای اقتصادی پیرامونی تالاب مستقیما مربوط بودند، لذا چالش کلیدی در مدیریت محیط زیست منطقه مورد مطالعه، ایجاد یک تفکر جدید برای برقراری تعادل میان بهره‌برداری از تالاب و حفاظت از تنوع زیستی آن است که ضمن توسعه اجتماعی ـ اقتصادی، از ارزش‌های تالاب و خدمات اکوسیستمی آن نیز کاسته نشود. بدین منظور از مدل تحلیلی پتانسیل عملکردی تالاب استفاده شد و در نهایت سه راهبرد کلیدی «حفاظت»، «بهره‌برداری خردمندانه» و «مشارکت مردمی» مشخص شد. این نتایج با مطالعات قبلی در زمینه ارزیابی توان اکولوژیکی تالاب همخوانی دارد. تفاوت اصلی و نوآوری متمایز کننده این مطالعه این است که مطابق با رهنمودهای دستورالعمل‌های کنوانسیون رامسر، به مفهوم بهره‌برداری عاقلانه و مدیریت انعطاف پذیر توجه ویژه شده است، برای توضیح بیشتر، در مطالعات قبلی صرفاً دو راهکار مدیریتی حفاظت و تفرج پایدار تعیین شده است، در این مطالعه ضمن تایید این مطالب، پیشنهاد شد در اقدامات توسعه‌ای نسبتاً سازگار فعلی، تغییرات منطقی و معقول صورت گیرد تا حداقل اثرات ناسازگار را داشته باشند و اقدامات ناسازگار موجود با هدف احیای تالاب حذف گردند. در این راستا، نظارت دقیق، اطلاع رسانی، مشارکت مردمی و ایجاد انگیزه‌هایی برای معیشت پایدار همراه با حفظ ارزش‌های طبیعی تالاب از جمله راهکارهای مهم و کاربردی به منظور بهبود و ارتقای تالاب به سمت مطلوب معرفی شد، البته در صورتی که ساختار طبیعی تالاب بوجاق در برنامه‌های مدیریتی حفظ شود. در واقع به ویژگی‌های هیدرولوژیکی، تنوع زیستی و بهینه‌سازی عملکرد کلی اکوسیستم تالاب توجه شود. در مطالعات آتی، راهبرد بهره‌وری سبز در برنامه‌ریزی توسعه‌ای در پیرامون تالاب به طور جدی لحاظ شود و برای تعریف هر کاربری جدید، دو مقوله مهم شامل امکان‌سنجی بر اساس توان اکولوژیکی و توان احیای تالاب به عنوان پایه تصمیم گیری قرار داده شود. همچنین پیشنهاد آخر بر این است که پژوهش‌های آتی نیازها و دانش اجتماعی را در شبکه‌های اکولوژیکی تالاب بگنجاند و آنها را به طور مؤثر به شبکه‌های اجتماعی ـ اقتصادی منطقه پیوند دهد.

References

1. Zhai, T., Wang, J., Fang, Y., Liu, J., Huang, L., Chen, K., & Zhao, C., 2021. Identification and Prediction of Wetland Ecological Risk in Key Cities of the Yangtze River Economic Belt: From the Perspective of Land Development. Sustainability, Vol. 13, No. 1, pp.411-428.
2. Naqinezhad, A., Ramezani, E., Khalili, A.H., Joosten, H., 2019. Habitat and floristic peculiarities of an isolated mountain mire in the Hyrcanian region of northern Iran: A harbor for rare and endangered plant species. Mires and Peat, Vol. 24, No. 21, pp. 1-22.
3. Isunju, J.B., Kemp, J., 2016. Spatiotemporal analysis of encroachment on wetlands: a case of Nakivubo wetland in Kampala, Uganda. Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 188, No. 203, pp. 1-17.
4. Clarke, B., Thet, A. K., Sandhu, H., & Dittmann, S., 2021. Integrating Cultural Ecosystem Services valuation into coastal wetlands restoration: A case study from South Australia.

Environmental Science and Policy, Vol. 116, pp. 220-229.

5. Endter-Wada, J., Kettenring, K.M., Sutton-Grier, A., 2020. Sutton-Grier, Protecting wetlands for people: Strategic policy action can help wetlands mitigate risks and enhance resilience. Environmental Science and Policy, Vol.108, pp. 37-44.
6. Wang, Q., Li, S., Li, R., 2019. Evaluating water resource sustainability in Beijing, China: Combining PSR model and matter-element extension method. Journal of Cleaner Production, Vol.206, pp. 171-179.
7. Grechi, L., Franco, A., Palmeri, L., Pivato, A., & Barausse, A., 2016. An ecosystem model of the lower Po river for use in ecological risk assessment of xenobiotics. Ecological Modelling, Vol. 332, pp. 42-58.
8. Evers, S., Yule, C.M., Padfield, R., O'Reilly, P., Varkkey, H., 2017. Keep wetlands wet: the myth of sustainable development of tropical peatlands–implications for policies and management. Global Change Biology, Vol. 23, No. 2, pp.534-549.
9. Sarkar, S., Parihar, S.M., Dutta, A., 2016. Fuzzy risk assessment modeling of East Kolkata Wetland Area: A remote sensing and GIS-based approach. Environmental modeling & software, Vol. 75, pp.105-118.
10. Cesen, M., Heath, D., Krivec, M., Kosmrlj, J., Kosjek, T., Heath, E., 2018. Seasonal and spatial variations in the occurrence, mass loadings, and removal of compounds of emerging concern in the Slovene aqueous environment and environmental risk assessment. Environmental Pollution, Vol. 242, pp. 143-154.
11. Jin, Y., Yang, W., Sun, T., Yang, Z., Li, M., 2016. Effects of seashore reclamation activities on the health of wetland ecosystems: A case study in the Yellow River Delta, China. Ocean & Coastal Management, Vol. 123, pp. 44-52.
12. Shifflett, S.D., Schubauer-Berigan, J., 2019. Assessing the risk of utilizing tidal coastal wetlands for wastewater Management. Journal of Environmental Management, Vol. 236, pp. 269-279.
13. Ke, X., Gui, S., Huang, H., Zhang, H., Wang, C., & Guo, W., 2017. Ecological risk assessment and source identification for heavy metals in surface sediment from the Liaohe River protected area, China. Chemosphere, Vol. 175, pp. 473-481.
14. Eagles-Smith, C.A., Wiener, J.G., Eckley, C.S., Willacker, J.J., Evers, D.C., Marvin-DiPasquale, M., Obrist, D., Fleck, J.A., Aiken, G.R., Lepak, J.M., Jackson, A.K., Webster, J.P., Stewart, A.R., Davis, J.A., Alpers, C.N., Ackerman,J.T., 2016. Mercury in western North America: A synthesis of environmental contamination, fluxes, bioaccumulation, and risk to fish and wildlife. Science Total Environment. Vol. 5, No. 094, pp. 1-14.
15. Ai, S., Gao, X., Wang, X., Li, J., Fan, B., Zhao, S., Liu, Z., 2021. Exposure and tiered ecological risk assessment of phthalate esters in the surface water of Poyang Lake, China. Chemosphere, Vol. 262, 127864.
16. Levine, S.L., Giddings, J., Valenti, T., Cobb, G.P., Carley, D.S., McConnell, L.L., 2019. Overcoming Challenges of

Incorporating Higher Tier Data in Ecological Risk Assessments and Risk Management of Pesticides in the United States: Findings and Recommendations from the 2017 Workshop on Regulation and Innovation in Agriculture. Integrated Environmental Assessment and Management, Vol. 15, No. 5, pp. 714-725.

17. Liang, J., Liu, J., Yuan, X., Zeng, G., Yuan, Y., Wu, H., Li, F., 2016. A method for heavy metal exposure risk assessment to migratory herbivorous birds and identification of priority pollutants/areas in wetlands. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 23, No. 12, pp.1-8.
18. Boon, P. I., Allen, T., Carr, G., Frood, D., Harty, C., Mcmahon, A., ... and Yugovic, J., 2015. Coastal wetlands of Victoria, south-eastern Australia: providing the inventory and condition information needed for their effective management and conservation. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, Vol. 25, No. 4. pp. 454-479.
19. Harwell, M. A., Gentile, J. H., McKinney, L. D., Tunnell Jr, J. W., Dennison, W. C., Kelsey, R. H., ... & Tunnell, J., 2019. Conceptual Framework for Assessing Ecosystem Health. Integrated Environmental Assessment and Management, Vol. 15, No. 4, pp. 544-564.
20. McCartney, M.P., Houghton-Carr, H.A, 2009. Working Wetland Potential: An index to guide the sustainable development of African wetlands. In Natural Resources Forum, Vol. 33, No. 2, pp. 99-110. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd
21. Ostrovskaya, E., Douven, W., Schwartz, K., Pataki, B., Mukuyu, P., Kaggwa, R.C., 2013. Capacity for sustainable management of wetlands: Lessons from the WETwin project. Environmental Science and Policy, Vol. 34, pp.128-137.
22. Elekwachi, W., Nwankwoala Hycienth, O., Ocheje Johnmark, F., Onyishi, C.J., 2019. Oil spill incidents and wetlands loss in Niger Delta: Implication for sustainable development goals. International Journal of Environment and Pollution Research, Vol. 7, No. 1, pp.1-20.
23. Raimondo, S., Sharpe, L., Oliver, L., McCaffrey, K. R., Purucker, S. T., Sinnathamby, S., & Minucci, J. M., 2019. A unified approach for protecting listed species and ecosystem services in isolated wetlands using community-level protection goals. Science of the Total Environment, Vol. 663, pp. 465-478.
24. Alemi Safaval, P., Kheirkhah Zarkesh, M., Neshaei, S.A.; Ejlali, F., 2018. Morphological changes in the southern coasts of the Caspian Sea using remote sensing and GIS, Caspian Journal of Environmental Science, Vol. 16, No. 3, pp.271-285.
25. Karimi, M., Samani, J. M. V., Mazaheri, M., 2021. Shoreline spatial and temporal response to natural and human effects in Boujagh National Park, Iran. International Journal of Sediment Research, Vol. 36, No.5, pp.582-592.
26. Mohebbi. N., Nouri, J., Khorasani, N.A., Riazi, B., 2021. Integrated environmental management for human communities' risks around wetlands by ecological risk approach. International

Journal of Human Capital in Urban Management, Vol.7, No.1, pp.1-16.

27. Jaramillo, F., Desormeaux, A., Hedlund, J., Jawitz, J. W., Clerici, N., Piemontese, L., ... & Åhlén, I., 2019. Priorities and interactions of sustainable development goals (SDGs) with a focus on wetlands. Water, Vol. 11, No. 3, pp.1-21.
28. Bratley, K., Ghoneim, E., 2018. Modeling urban encroachment on the agricultural land of the eastern Nile Delta using remote sensing and a GIS-Based Markov Chain model. Land, Vol. 7, No. 4, pp. 114-134.
29. Madu, C.N., Kuei, C.H., Ozumba, B.C., Nnadi, V.E., Madu, I.E., Ezeasor, I.C., 2018. Using the DPSIR framework and data analytics to analyze oil spillages in the Niger delta area. Land use policy, Vol.78, pp.78-90.
30. Chaves, M.J.S., Barbosa, S.C.; Malinowski, M.M., Volpato, D., Castro, I.B., Santos Franco, T.C.R., Primel, E.G., 2020. Pharmaceuticals and personal care products in a Brazilian wetland of international importance: Occurrence and environmental risk assessment. Science of the Total Environment, Vol. 734, No. 139374, pp. 1-11.
31. Nasrolahi, A., Smith B.D., Ehsanpour M., Afkhami M., Rainbow P.S., 2017. Biomonitoring of trace metal bioavailability in the barnacle Amphibalanus improvises along the Iranian coast of the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 2017. Vol.16, No.1, pp. 1-25.
32. Sattari, M., Imanpour Namin, J., Bibak, M., Forouhar Vajargah, M., Bakhshalizadeh, S., & Faggio, C., 2020. Determination of Trace Element Accumulation in Gonads of Rutilus kutum (Kamensky, 1901) from the South Caspian Sea Trace Element Contaminations in Gonads. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, Vol. 90, No.4, pp.777-784.
33. Liu, X., Liu, L., Peng, Y., 2017. Ecological zoning for regional sustainable development using an integrated modeling approach in the Bohai Rim, China. Ecological Modelling, Vol. 353, pp.158-166.
34. Riva, F., Zuccato, E., Davoli, E., Fattore, E., Castiglioni, S., 2019. Risk assessment of a mixture of emerging contaminants in surface water in a highly urbanized area in Italy. Journal of Hazardous Materials, Vol. 361, pp. 103–110.
35. Nys, C., Van Regenmortel, T., Janssen, C.R., Oorts, K., Smolders, E., De Schamphelaere, K.A., 2018. A framework for ecological risk assessment of metal mixtures in aquatic systems. Environmental toxicology and chemistry, Vol. 37, No.3, pp.623-642.