**Original Article**
Journal of Natural Environment 75 (Special Issue): 46-63 (2023)
Print ISSN: 2008-7764/Online ISSN: 2423-7817
https://jne.ut.ac.ir/

**مقاله کامل**
**نشریه محیط زیست طبیعی**
دوره ۷۵، (ویژه نامه): ۴۶-۶۳ (۱۴۰۱)

# ارزیابی مخاطرات محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان با استفاده از چارچوب مفهومی DPSIR و TOPSIS

**سولماز دشتی*، فاطمه کریمی‌پور**

**گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران**

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۶** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲**

**چکیده**

تالاب‌ها تأثیری زیادی در میکرواقلیم و حفظ تعادل هیدرولوژیک و زیستی هر منطقه دارند. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی مخاطرات محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان براساس روش تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ TOPSIS انجام شد. در این پژوهش، تمرکز بر شرایط محیط زیستی تالاب گمیشان است و کلیهٔ عوامل تنش‌زا که باعث برهم خوردن تعادل بوم‌شناختی تالاب می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. مرحلهٔ اول پژوهش شامل تشریح، تجزیه و تحلیل سیستمی و شناخت ریسک‌های منطقه براساس روش DPSIR، مرحلهٔ دوم انتخاب سه شاخص (شدت اثر، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده) و نمره‌دهی به ریسک‌ها و مرحلهٔ آخر رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس روش TOPSIS است. براساس نتایج روش DPSIR، ۱۵ ریسک برای تالاب شناسایی گردید. نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکننده با استفاده از روش TOPSIS حاکی از آن است که انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود به تالاب، انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو، ورود پساب تصفیه‌خانه شهر گمیشان و روستاهای اطراف و وقوع دوره‌های خشکسالی با توجه به میزان Cli به‌ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم قرار دارند. همچنین، براساس سطح‌بندی مخاطرات، در تالاب گمیشان ۲۰٪ مخاطرات در ردهٔ غیرقابل تحمل، ۶/۶٪ درصد مخاطرات در ردهٔ قابل توجه، ۱۳/۴٪ مخاطرات در ردهٔ متوسط، ۴۰٪ مخاطرات در ردهٔ قابل تحمل و ۲۰٪ مخاطرات در ردهٔ جزئی قرار گرفتند. براساس نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌گردد مدیران یک مدیریت واحد در این تالاب انجام دهند تا علاوه بر تأمین نیاز آبی تالاب‌ها جهت حفظ پایداری خود نیازهای جوامع محلّی منطقه را بدون کمترین اثر منفی بر شرایط فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی تالاب برآورده نماید.

**کلید واژگان:** مخاطرات محیط زیستی، تالاب گمیشان، شدت اثر، TOPSIS

*نویسنده مسئول soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

**مقدمه**

تالاب‌ها یکی از بی‌نظیرترین و حاصل‌خیزترین بوم‌سازگان‌ها هستند که نقش مهمی در ارائه خدمات متعدد اکوسیستم ایفا می‌کنند (Yilma, 2019). این اکوسیستم‌ها دارای عملکرد ذخیرهٔ آب اکولوژیک، تأمین آب و تنظیم آب و هوا هستند که نقش اساسی در امنیت محیط زیست جهانی، حفظ بسیاری از چرخه‌های طبیعی و حمایت از طیف گسترده‌ای از منابع تنوع زیستی دارند (Zhang *et al*., 2021). همچنین، تالاب‌ها تنها بوم‌سازگانی هستند که برای حفاظت از آن‌ها یک کنوانسیون بین‌المللی (کنوانسیون رامسر) در سال ۱۹۷۱ تصویب شده است. کنوانسیون بین‌المللی رامسر، تالاب‌ها را این‌گونه تعریف کرد: «مناطق باتلاقی، مانداب و تورب‌زارها به‌صورت طبیعی یا مصنوعی، دائمی یا موقت، دارای آب ساکن یا جاری، شیرین، لب‌شور و شور و همچنین مناطق دریایی که در جزر کمتر از ۶ متر عمق دارند (Ramsar Convention on Wetlands, 2018). آب عنصر اصلی بوم‌سازگان‌های تالابی است و هرگونه تغییر در مقدار و کیفیت فیزیکی و شیمیایی آن به‌طور مستقیم بر ویژگی‌های بوم‌شناختی و روابط عناصر زنده و غیرزنده بوم‌سازگان تأثیر می‌گذارد (Medina *et al*., 2015).

تالاب‌ها با پوشش ۱۲/۱ میلیون کیلومتر مربعی از سطح زمین، ۴۰/۶ درصد از کل خدمات اکوسیستمی را ارائه می‌دهند (Costanza *et al*., 2014; Ramsar Convention on Wetlands, 2018) و طیف گسترده‌ای از منافع اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و فرهنگی در قالب خدمات اکوسیستمی (Davidson *et al*; 2019) نظیر حفظ تنوع زیستی، حجم زیست‌تودهٔ بالا، تولید گیاهان دارویی، حفظ کیفیت آب، پالایش آب از طریق تثبیت عناصر محلول، رسوبات و دیگر آلودگی‌ها، زیستگاه حیات وحش، تنظیم آب و هوا، کنترل سیلاب، بهبود کیفیت آب، حمل و نقل و کاربری‌های تفرجی را فراهم می‌کنند (Kim *et al*., 2011; Clarkson *et al*., 2013; Davidson *et al*., 2019; Taylor *et al*., 2020). همچنین، تالاب‌ها نقش بسیار مهمی در اهداف امنیت آب و مواد غذایی در سرتاسر جهان دارد و به‌عنوان یک اسفنج طبیعی در برابر سیلاب‌ها عمل می‌کنند (Davidson, 2014). نتایج مطالعات اقتصاد اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی برای آب و تالاب[1] (۲۰۱۳)، ارزش سالانهٔ خدمات تالاب‌های درون خشکی را ۴۴ هزار دلار در هکتار، بوم‌سازگان‌های تالابی را ۷۹ هزار دلار و حرا و باتلاق‌های جزر و مدی ۲۱۵ هزار دلار برآورد کرد. این مطالعه نشان می‌دهد که از ۱۰ بیوم در نظر گرفته شده، بوم‌سازگان‌های تالابی دارای بالاترین ارزش در هکتار در سال هستند و ارزش آن‌ها بیشتر از جنگل‌های معتدل و مراتع است. در مطالعات دیگری که در سطح بین‌المللی به انجام رسیده است، ارزش جهانی تالاب‌ها حدود ۳/۴ میلیارد دلار در سال برآورد شده است که بالاترین میزان ارزش جهانی آن در قارهٔ آسیا و در حدود ۱/۸ میلیارد دلار در سال است (Brander and Schuyt, 2010). علاوه بر این، تالاب‌ها به‌عنوان بخشی از میراث فرهنگی بشر اهمیت ویژه دارند و منشاء تعالی زیبایی‌شناختی برای جوامع می‌باشند (Verschuuren, 2016; Clarke *et al*., 2021). در حالی‌که بوم‌سازگان‌های تالابی کالاها و خدمات محیط زیستی متعددی را فراهم می‌کنند اما امروزه، در حدود نیمی از مناطق تالاب جهانی از بین رفته و وضعیت تالاب‌های باقیمانده نیز رو به کاهش است (Clarkson *et al*., 2013). این بوم‌سازگان‌های با ارزش تحت فشارهای فوق‌العاده‌ای به‌دلیل فعالیت‌های انسانی، افزایش شهرنشینی، صنعتی شدن، تشدید کشاورزی، گردشگری نامناسب و بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی می‌باشند که سبب کاهش در عملکرد هیدرولوژیکی، اقتصادی و محیط زیستی آن‌ها شده است (Bassi *et al*., 2014). این روند تخریب تالاب در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، علی‌رغم نظارت‌های انجام شده، بسیار بالا است (TEBB, 2013) و براساس گزارش‌ها از سال ۱۹۰۰روند تخریب تالاب‌ها به ۶۴ تا ۷۱ درصد رسیده است که ۳/۷ برابر سریع‌تر از سال‌های گذشته است (Davidson *et al*., 2014).

کشور ایران به‌دلیل تنوع اقلیم، پستی و بلندی‌های فراوان،

[1] TEBB

وجود دو دریای وسیع در شمال و جنوب کشور و گسترش وسیع تشکیلات دوران سوم زمین‌شناسی که اغلب شور هستند، باعث شده است که انواع مختلفی از تالاب‌ها در آن شکل بگیرند. در این میان بیش از ۸۴ تالاب بین‌المللی با اهمیت در کشور ایران شناسایی شده است که از بین آن‌ها تاکنون ۳۳ تالاب در قالب ۲۴ عنوان با مساحت کل یک میلیون و ۴۸۱ هزار و ۱۸۷ هکتار به کنوانسیون رامسر معرفی شده است (Dezvareh and Sherkati, 2019). با این حال، در سال‌های اخیر بسیاری از تالاب‌های ایران در شرایط وخیم به‌دلیل فعالیت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسانی و طبیعی قرار گرفته‌اند که از اصلی‌ترین دلیل‌های آن تبدیل زمین، ورود رسوب‌ها و انواع آلاینده‌ها و مواد مغذی به تالاب است که ادامهٔ این روند سبب کاهش عمر طبیعی این بوم‌سازگان‌های آبی با ارزش می‌شود، به‌طوری که در صورت ادامهٔ وضعیت کنونی، این بوم‌سازگان‌ها بسیار زودتر از سرنوشت طبیعی خود از بین خواهند رفت (Mousazadeh *et al*., 2015). بنابراین، شناخت و ارزیابی تغییرات صورت گرفته در محیط زیست و عامل‌های تهدیدکننده اکوسیستم‌ها، فرآیندی است که منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوهٔ تعامل انسان و محیط زیست در مطالعات مدیریت محیط زیست می‌شود. این مسئله در مورد منطقه‌های حساس زیستی به‌ویژه تالاب‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است (Lambin and Geist, 2006). استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک محیط‌زیستی یکی از ابزارهای مهم در مطالعات مدیریت محیط زیست، شناسایی و کاهش عوامل بالقوه آسیب‌رسان محیط زیستی در مناطق تالابی جهت دستیابی به توسعهٔ پایدار است (Makvandi *et al*., 2014). ارزیابی ریسک محیط زیستی، فرآیندی است که خطرهای محیط زیستی ناشی از فعالیت‌های انسانی و بلایای طبیعی و سطح مناسبی از اقدامات مدیریتی متناسب با ریسک برای کاهش خطرها و اثرهای سوء آن‌ها تا رسیدن به سطح قابل قبولی از ریسک را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ارزیابی ریسک محیط زیستی به‌عنوان یک جزء مهم و از روش‌های فنی مناسب در ارزیابی محیط زیستی می‌باشد. در نتیجه به‌منظور بررسی، پیشگیری و کاهش اثرهای بسیار نامطلوب محیط زیستی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Wu and Zhang, 2014). از طرفی، شناخت وضعیت تالاب و عوامل تهدید کنندهٔ آن بخش اصلی فرآیند ارزیابی ریسک را تشکیل می‌دهد (Gitay *et al*., 2011). بنابراین در این پژوهش به‌منظور بررسی شناخت وضعیت موجود و بیان راهکار از چارچوب مفهومی نیرو محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ[2] استفاده شده است که یکی از جامع‌ترین روش‌ها برای ارزیابی دلیل‌ها، عواقب و پاسخ به تغییرهای محیطی می‌باشد (Abdoli and Panahandeh, 2021). مدل (DPSIR) در سال ۱۹۹۵ توسط آژانس محیط زیست اروپا به‌عنوان یک چارچوب مفهومی پذیرفته شد و توسط سازمان همکاری و توسعهٔ اقتصادی[3] در سال ۲۰۰۳ برای سازمان‌دهی روابط علت و معلولی توسعه داده شد (Patrício *et al*., 2016; Gari *et al*., 2018). DPSIR یک رویکرد مفهومی ضروری برای ساماندهی میان نیروهای محرکه، فشارها، تغییرات وضعیت و تأثیرات برای یک بیان قابل قبول بین فعالیت‌های انسانی و اجزای محیطی است تا بتواند در پاسخ به سیاست‌ها مفید واقع شود (Gebremedhin *et al*., 2018).

پژوهش‌های مختلفی جهت ارزیابی ریسک محیط‌زیستی و ارزیابی دلیل‌ها، عواقب و پاسخ به تغییرهای محیطی صورت گرفته است که از جمله می‌توان اشاره کرد به: Le Anh و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهشی چالش‌های خدمات اکوسیستمی در دلتای مکونگ ویتنام در رابطه با تأثیرات معدن شن و ماسه را با استفاده از روش DPSIR مورد مطالعه قرار دادند (Le Anh *et al*., 2020). Huang و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود از روش FMEA [4] برای ارزیابی ریسک و از روش TODIM و TOPSIS[5] برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی عوامل استفاده کردند (Huang *et al*., 2019). Malekmohammadi و Jahanishakib (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی آسیب‌پذیری

[2]Drivers, Pressures, State, Impact and Response (DPSIR)
[3]Organisation for Economic Cooperation and Development (OCED)

[4]Failure Mode Effect Analysis
[5]Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

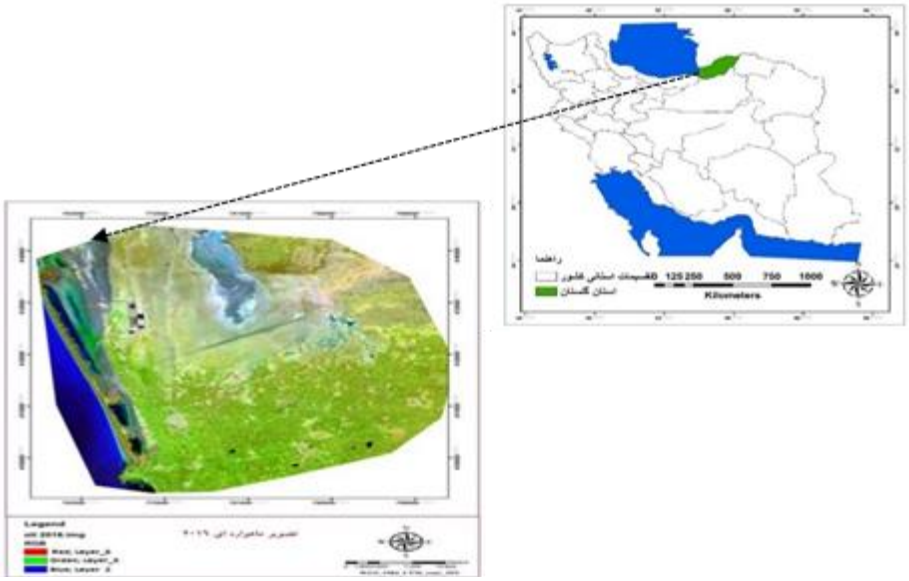
خدمات اکوسیستم چشم‌انداز تالاب با استفاده از مدل DPSIR و ارزیابی چند معیاره پرداختند (Malekmohammadi and Jahanishakib, 2017). Skondras و Karavitis (۲۰۱۵)، مدل DPSIR را با یک روش ترکیبی تجزیه و تحلیل SWOT- DPSIR (CSDA) به‌منظور بررسی میزان کارایی آن‌ها در درک بهتر شرایط مورد ارزیابی و مقایسه قرار دادند (Skondras and Karavitis, ۲۰۱۵). Atkins و همکاران (۲۰۱۱)، طی پژوهشی به‌منظور مدیریت محیط‌های دریایی، خدمات اکوسیستمی را با منافع اجتماعی در رویکرد DPSIR تلفیق کردند (Atkins *et al.*, 2011). Fouladi و همکاران (۱۳۹۹)، پژوهشی با هدف تدوین راهبردهای مدیریتی برای حفاظت تالاب جازموریان با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام دادند. Abdoli and Panahandeh (2021) به بررسی روند تغییرات پوشش محدودهٔ مرتبط با تالاب انزلی با استفاده از فناوری‌های سنجش از دور و چارچوب DPSIR پرداخته است. Ansari (۲۰۱۸) جهت ارزیابی و شناخت وضعیت محیط زیست تالاب میقان اراک جهت تدوین برنامهٔ توسعهٔ پایدار از روش DPSIR استفاده نمود. Saeedi and Saeedi Dashti (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی مخاطرات محیط‌زیستی خشک شدن مخازن چهارم و پنجم تالاب هورالعظیم به‌منظور توسعهٔ میدان نفتی آزادگان با استفاده از روش TOPSIS پرداختند. Makvandi و همکاران (۱۳۹۲)، ارزیابی ریسک محیط زیستی تالاب‌ها با استفاده از روش EFMEA به‌منظور نمره‌دهی به شاخص‌های تأثیرگذار و از روش SAW به‌منظور رتبه‌بندی آن‌ها در تالاب بین‌المللی انزلی انجام دادند.

با توجه به اینکه، تالاب‌ها یکی از مهمترین اکوسیستم‌ها در حفاظت تنوع زیستی و ارائه دهندهٔ خدمات متنوع اقتصادی و تفریحی به جوامع اطراف حاشیه تالاب هستند؛ اما کم‌توجهی به شرایط تالاب‌ها در روند توسعه، این بوم‌سازگان‌های با اهمیت را با چالش‌های جدی از جمله خشکسالی، آلودگی و کاهش تنوع زیستی و نظایر آن مواجه ساخته است. اثرات این روند تخریبی بر زندگی و تنوع زیستی، بسیاری از مسئولین و برنامه‌ریزان را بر آن داشته تا با اقدامات بازدارنده و یا بهره‌گیری از شیوه‌های نوین مدیریتی در راستای حفاظت و احیاء تالاب‌ها قدم بردارند. تالاب گمیشان در شمال کشور در استان گلستان و در حاشیه سواحل شرقی دریای خزر در مرز ایران واقع شده است و به‌عنوان یکی از تالاب‌های بین‌المللی در کنوانسیون رامسر (۱۹۷۵) ثبت شده است که طی سالیان متوالی به‌دلیل تشدید فعالیت‌های اراضی بالادست تالاب و بحران‌های طبیعی شاهد دوره‌های خشکسالی بوده است. این تالاب با توجه به موقعیت جغرافیایی و قرارگیری آن در شمال ایران و با توجه به آب و هوای خشک منطقه، کارکرد اکوسیستمی زیادی برای بوم‌سازگان‌های طبیعی و انسانی منطقه فراهم می‌نماید. امروزه، با توجه به نوسانات در سطح آب تالاب و خشک شدن قسمت‌هایی از آن، عدم برنامه‌ریزی و مدیریت در راستای اهداف توسعهٔ پایدار می‌تواند باعث ایجاد مشکلات محیط زیستی برای جوامع محلّی و تبدیل شدن این تالاب به‌عنوان کانون ریزگردها در منطقه شود (Golestan Province Environmental Organization, 2020). در این راستا، در این پژوهش به بررسی وضعیت موجود تالاب گمیشان و بیان راهکارهای مدیریتی براساس چارچوب DPSIR جهت دستیابی به توسعهٔ پایدار پرداخته شد. سپس براساس روش‌های ارزیابی چند معیاره، رتبه‌بندی صورت گرفت تا نتایج آن راه‌گشایی برای مدیران و برنامه‌ریزان جهت تصمیم‌گیری‌های مهم مدیریت محیط زیستی در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی برای این تالاب ارزشمند بین‌المللی باشد. پژوهش حاضر در صدد پاسخ به این سوالات است:

- وضعیت و شرایط محیط زیستی تالاب مورد بررسی در کدام مسیر قرار دارند؟
- ریسک‌های انسانی و طبیعی در این تالاب کدام است؟
- چه اقداماتی باید توسط برنامه‌ریزان برای حفظ محیط زیست تالاب گمیشان انجام شود؟

## مواد و روش ها

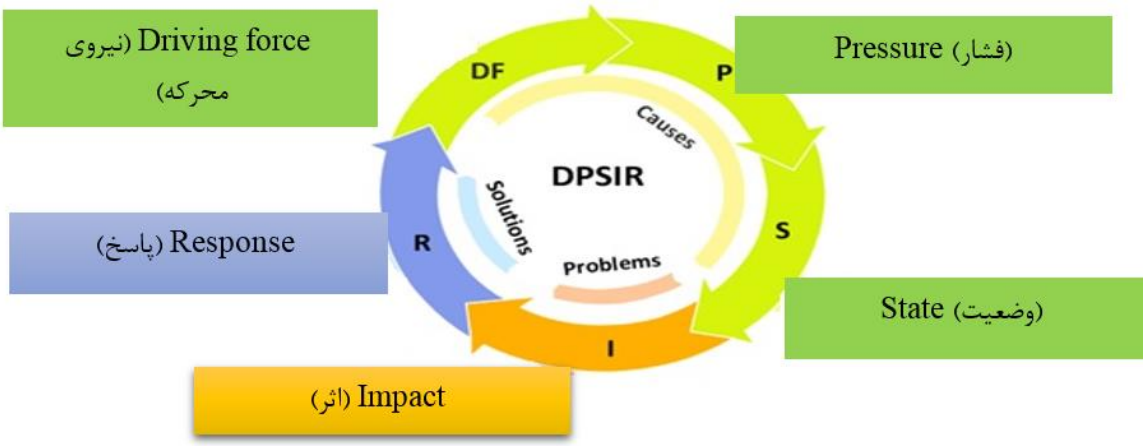
**منطقهٔ مورد مطالعه:** تالاب گمیشان در شمال کشور در استان گلستان و در ۴۰ کیلومتری شهرستان گرگان و ۴ کیلومتری



**شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و همکاران (Tatian *et al.*, 2019)**

غرب شهرستان گمیشان در حاشیهٔ سواحل شرقی دریای خزر در مرز ایران واقع شده است که از شمال به مرز ترکمنستان و از جنوب به مصب گرگانرود محدود شده است (Golestan Province Environmental Organization, 2020). این تالاب با مساحت ۱۷۷۰۰ هکتار در ارتفاع ۲۷ متر پایین‌تر از سطح دریاهای آزاد و عمق متوسط یک و نیم متر در موقعیت جغرافیایی ´´۲۰ ´۱۰ °۳۷ شمالی و ´´۳۷ ´۵۸ °۵۳ شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). تالاب گمیشان از نظر زمین‌ساختی در منطقهٔ پلایا قرار داشته و به تعبیری دیگر جزء سواحل آبگیر محسوب می‌شود. بنابراین، این از نظر طبقه‌بندی تالاب‌های رامسر، جزء تالاب‌های تیپ "J" یعنی "تالاب‌های دریایی- ساحلی" طبقه‌بندی شده است (Ramsar Convention Bureau, 2002). شرق و شمال شرقی تالاب به لحاظ گسترش وسیع اراضی مسطح، عدم وجود ارتفاعات، دور بودن از جنگل‌های جنوبی، نزدیکی به بیابان‌های ترکمنستان و نظایر آن تحت تأثیر یک اقلیم خشک و نیمه‌خشک است که با حرکت از جنوب به سمت مرز بر شدت این نوع اقلیم افزوده می‌شود. تالاب دارای آب شور است. جنس بستر در نقاط شرقی و جنوب شرقی، آهکی و در مناطق شمالی از شن و ماسه است. در انتهای غربی و مناطق جنوب غربی آن نیز جنس بستر دارای گل فراوان بوده و حالت باتلاقی به‌خود می‌گیرد (Karimi *et al.*, ۲۰۱۱). از نظر هیدرولوژیکی این تالاب به‌طور کامل وابسته به نوسانات آبی دریای خزر و اراضی بالادست مانند کانال سرریز آلاگل، زهکش شهر گمیشان و سایر کانال‌های زهکش منتهی به تالاب می‌باشد. این تالاب توسط باریکه‌ای کوچک و نواری شکلی از شن‌زار و ماسه‌زارهای ساحلی پوشیده از نی‌زارهای انبوه و دیگر گیاهان بن درآب نظیر لویی از دریا جدا شده است، که از گذشته زیستگاه مناسبی برای پرندگان آبزی و کنار آبزی و سایر زیست‌مندان آبزی است. در مجموع تعداد ۲۸ خانواده، ۷۷ جنس و ۹۳ گونه گیاهی در تالاب بین‌المللی گمیشان شناسایی شده است که بیشترین گونه‌ها در تیرهٔ Poaceae با ۱۸ گونه، Chenopodiaceae با ۱۳ گونه و Asteraceae با ۱۱ گونه می‌باشد. در بین گیاهان منطقه، تروفیت‌ها با ۶۱ گونه (۶۵/۶ درصد) بالاترین طیف زیستی را دارا هستند (Golestan Province Environmental Organization, 2020).

**روش پژوهش:** در این پژوهش، تمرکز بر شرایط محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان است و کلیهٔ ریسک‌ها و عوامل تنش‌زا و استرس‌زا که باعث بر هم خوردن تعادل اکولوژیک و به خطر افتادن موجودیت و بقای تالاب می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش، شامل سه مرحله می‌باشد. در مرحلهٔ اول تشریح، تجزیه و تحلیل سیستمی و شناخت ریسک‌های منطقه براساس روش DPSIR، مرحلهٔ دوم




**شکل ۲- چارچوب مدل مفهومی DPSIR و اثر متقابل آن‌ها**

نمره‌دهی به آن‌ها و مرحلهٔ سوم رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس روش TOPSIS است.

**شناخت وضعیت تالاب براساس رویکرد DPSIR:** مرحلهٔ اول این پژوهش شامل تشریح و تجزیه و تحلیل سیستمی با استفاده از داده‌ها و مطالعهٔ کتابخانه‌ای در چارچوب مدل DPSIR است. رویکرد DPSIR اولین بار توسط آژانس محیط زیست اروپا ارائه گردید و به‌طور گسترده‌ای در ارزیابی و مدیریت مسائل مختلف مرتبط با محیط زیست استفاده می‌شود (Song and Frostell, 2012). این ابزار، ساختار سازمان یافته‌ای را برای تجزیه و تحلیل در مقیاس‌های مختلف مکانی از آبخیزهای کوچک تا سیستم‌های جهانی فراهم می‌کند (Carr *et al.*, 2007). این رویکرد، براساس رابطه علّت–معلولی است که با فعالیت‌های انسانی (نیرومحرکه) و فشار بر محیط زیست شروع، سپس با تغییرات کمی و کیفی منابع طبیعی منجر به پاسخ‌هایی می‌شود (Jahani *et al.*, 2015). در حقیقت، مدل این قابلیت را دارد تا با رویکردی کاربردی به‌عنوان ابزاری در تصمیم‌گیری‌ها و تدوین برنامه‌های مدیریتی استفاده گردد (Hemmati, 2018). ارزیابی و شناخت مقدماتی منطقه از طریق مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ حاصل شده است. اجزای این مدل شامل: نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ می‌باشد که روابط میان آن‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.

**اجزای مدل DPSIR:** نیرو محرکه: نیرو محرکه‌ها عوامل مختلفی هستند که منجر به تغییر رفتار یک سیستم می‌شوند. این عوامل توسط طبیعت و یا انسان ایجاد می‌گردند که نشان‌دهندهٔ تحولات بزرگ اجتماعی، جمعیتی و اقتصادی در جوامع و تغییرات متناظر آن در شیوهٔ زندگی و سطح کلی از الگوهای مصرف و تولید هستند (Saadati *et al.*, 2013). در این پژوهش، نیرو محرکه اشاره به نیروهای خشکسالی، رشد جمعیت، سکونتگاه‌ها، نیازهای آبی جوامع اطراف تالاب و فعالیت‌های اقتصادی همچون کشاورزی و آبزی‌پروری دارد که منجر به مشکلات محیط زیستی یا تغییر در سبک زندگی جوامع اطراف تالاب‌ها و افزایش نیاز و تقاضا آن‌ها از تالاب‌ها می‌گردد.

فشار: این عامل بیانگر پیامدهای مختلف ناشی از اقدامات انسانی است. در اغلب مواقع، همهٔ فعالیت‌های انسانی مؤثر بر محیط زیست را می‌توان به‌عنوان فشار طبقه‌بندی کرد (Shu-dong *et al.*, 2013). در این پژوهش، اشکال مختلف فعالیت‌های جوامع انسانی در تالاب‌ها و حاشیهٔ تالاب‌ها که به‌طور مستقیم ریسک تخریب تالاب را بالا می‌برند مانند برخی از الگوهای استفاده از زمین، آب و منابع زیستی به‌عنوان عوامل فشار بر تالاب‌ها در نظر گرفته شده است.

وضعیت: فشارهای وارده بر سیستم سبب تغییر در وضعیت اکوسیستم می‌شود. تغییر شرایط محیطی به صورت غیر فعال ایجاد می‌شود. گاهی اوقات، شرایط و تغییرات در وضعیت محیط اغلب به فشارهایی که در گذشته رخ داده است، مربوط می‌شوند (به‌عنوان مثال، اسیدی شدن ناشی از تولید گازهای گلخانه‌ای)،

دیگر تغییرات ممکن است به‌طور ناگهانی ظاهر شوند (به‌عنوان مثال، سیل و خشکسالی). شاخص‌های محیط زیستی وضعیت باید به تغییرات در الگوی فشار، واکنش نشان بدهند (Zolikhaei Sayyar *et al*., 2019).

اثرات: تغییرات در وضعیت شرایط محیط زیستی، شرایط زندگی انسان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. واکنش شاخص اثر، اغلب با یک فاصلهٔ زمانی خود را نشان می‌دهند. در رویکرد DPSIR، ارزیابی اثرات اغلب با درجهٔ بالایی از مدل‌سازی مفهومی انجام می‌گیرد. شاخص اثرات برای مدیریت و تصمیم‌گیری بسیار مهم است، چرا که به‌طور مستقیم پیامدهای محیط زیستی و اجتماعی اعمال انسان را توضیح می‌دهند (Pinto *et al*., 2013). در این پژوهش، با توجه به فاکتورهای تعریف شده در مراحل قبلی، اثر هر یک از آن‌ها بر شرایط فیزیکی، شیمیایی، زیست‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی بر محیط‌های پذیرنده بیان گردید.

پاسخ: پاسخ‌ها، فعالیت‌هایی هستند که توسط جامعهٔ انسانی با هدف کم کردن فشارهای محیط زیستی و ارتقای کیفیت محیط انجام می‌شوند. پاسخ‌ها بهترین راه‌حل برای نیرومحرکه‌ها جهت کاهش فشارها و آثار سیستم‌های وابسته است. اما، ممکن است به‌طور مستقیم برای هر یک از نیرو محرکه، فشار، وضعیت یا اثر بکار گرفته شود. ممکن است مداخلهٔ مستقیم در هر مرحله، به مداخلهٔ در مراحل قبلی نیاز باشد (Saadati *et al*., 2013). در این پژوهش، پاسخ‌ها به مشکلات مربوط به نیرو محرکه و فشار بر تالاب‌ها با استفاده از روش‌های قانونی، حکایت‌های دولتی، اطلاع‌رسانی و مشارکت شهروندان بیان گردید.

**ارزیابی ریسک‌ها:** در مرحلهٔ دوم پژوهش، جهت ارزیابی ریسک‌ها از سه شاخص شدت ریسک، احتمال ریسک و حساسیت محیط پذیرنده استفاده شد. در ادامه، روش تعیین نمرات برای هر کدام از شاخص‌ها ارائه شده است. جهت تعیین شدت ریسک، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده از جدول‌های ۱ و ۲ استفاده شد. براساس جدول ۱، هر میزان ریسک وارد شده بر تالاب دارای شدت بیشتری باشد و آسیب بیشتری به منابع تالاب وارد نماید، نمرهٔ بالاتری را دریافت خواهد نمود. همچنین، هر چه محیط پذیرندهٔ ریسک، حساسیت بیشتری داشته باشد، ریسک نمرهٔ بالاتری را دریافت خواهد نمود (Shafiee, 2010). براساس شاخص احتمال وقوع، هر چقدر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک بیشتر باشد، ریسک نمرهٔ بالاتری می‌گیرد.

در مرحلهٔ سوم، جهت رتبه‌بندی ریسک‌ها از روش TOPSIS استفاده گردید. در این مرحله، جهت رتبه‌بندی ریسک‌ها از روش TOPSIS استفاده گردید. Huang and Yoon در سال ۱۹۸۱ تکنیکی را برای حل مشکلات مرتبط با تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه (MCDM) توسعه دادند که به روش TOPSIS معروف است (Zulqarnain *et al*., 2020). در این روش m گزینه در یک فضای n بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در این روش، کوتاه‌ترین فاصله با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله با راه‌حل ایده‌آل منفی برآورد می‌گردد (Fathi *et al*., 2011). مراحل این مدل به شرح زیر انجام گرفته است (Yamani *et al*., 2014):

۱- کمی کردن و بی‌مقیاس‌سازی، ماتریس تصمیم است. به این صورت که هر کدام از مقادیر بر اندازهٔ بردار مربوط به همان شاخص تقسیم شده است (رابطهٔ ۱):

رابطهٔ ۱

$$rij = \frac{xij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} xij^2}}$$

۲- وزن‌دهی به ماتریس، نرمالیزه شده است به گونه‌ای که برای هر شاخص وزنی تعیین می‌شود که در این مرحله مجموع وزن‌ها باید یک شود. سپس وزن‌ها در ماتریس نرمال شده ضرب می‌گردد.

۳- تعیین راه‌حل، ایده‌آل مثبت و منفی است. در این مرحله بسته به نوع شاخص و اثرگذاری، ایده‌آل مثبت و منفی تعیین می‌شود. برای شاخص‌هایی که دارای تأثیرگذاری مثبت روی هدف مسئله می‌باشند، ایده‌آل مثبت، بیشترین مقدار و برای شاخص‌های منفی عکس این قضیه است.

۴- به‌دست آوردن میزان، فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های

**جدول ۱- مقادیر مربوط به شدت ریسک، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده ( Shafiee, 2010; Malekhosseini (Jozi and Salati, 2012; and Dashti, 2016**

| تعریف شدت | تعریف احتمال وقوع | تعریف حساسیت محیط پذیرنده | امتیاز |
|---|---|---|---|
| زیان کم است و قابل چشم‌پوشی است/ زیان ناچیز به منابع (ناچیز) | اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک خیلی کم باشد | اگر محیط پذیرندهٔ حساسیت خیلی کمی نسبت به عامل ریسک داشته باشند | ۱ |
| پتانسیل آسیب کم/ زیان کم به منابع (کم) | اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک کم باشد | اگر محیط پذیرندهٔ حساسیت کمی نسبت به عامل ریسک داشته باشند | ۲ |
| پرخطر/ زیان متوسط به منابع (متوسط) | اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک متوسط باشد | اگر محیط پذیرندهٔ حساسیت متوسطی نسبت به عامل ریسک داشته باشند | ۳ |
| مضر نیست اما به‌صورت بالقوه خطرناک است/ زیان شدید به منابع (خطرناک) | اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک زیاد باشد | اگر محیط پذیرندهٔ حساسیت زیادی نسبت به عامل ریسک داشته باشند | ۴ |
| به‌صورت بالقوه بسیار خطرناک/ زیان شدید به منابع (فاجعه بار) | اگر احتمال وقوع پیامد ناشی از عامل ریسک خیلی زیاد باشد | اگر محیط پذیرندهٔ حساسیت خیلی زیادی نسبت به عامل ریسک داشته باشند | ۵ |

مثبت و منفی است. فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، براساس رابطه‌های ۲ و ۳محاسبه شده است:

رابطهٔ ۲

$$d_1^+ = \sqrt{\sum_j^n = 1(vi - v_j^+)^2}$$

رابطهٔ ۳

$$d_1^- = \sqrt{\sum_j^n = 1(vi - v_j^-)^2}$$

۵- تعیین نزدیکی نسبی، یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل است. بعد از یافتن فاصله‌های مثبت و منفی برای هر گزینه، فاصله‌های نسبی گزینه‌های تصمیم‌گیری با استفاده از رابطهٔ ۴ تعیین می‌گردد.

رابطهٔ ۴

$$cli = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

۶- رتبه‌بندی گزینه‌ها، گزینه‌های به‌دست آمده رتبه‌بندی شده و بهترین گزینه انتخاب می‌گردد. به این ترتیب فاصلهٔ نسبی هر گزینه، به‌ترتیب بزرگ به کوچک مرتب شده و گزینه‌ای که دارای بزرگ‌ترین فاصلهٔ نسبی نسبت به سایر گزینه‌ها می‌باشد، بالاترین رتبه را به‌خود اختصاص داده است.

همچنین، برای تعیین درجهٔ مخاطره‌پذیری، ریسک‌ها به‌صورت صعودی به نزولی مرتب می‌شوند و مؤلفه‌های تعداد رده و طول رده براساس رابطه‌های ۵ و ۶ تعیین می‌شوند. پس از آن ریسک‌ها براساس رده‌ها دسته‌بندی می‌شوند (Makvandi *et al*., 2016). با توجه به مفهوم ALARP ریسک‌های مورد بررسی در پنج سطح (ریسک‌های غیرقابل تحمل، قابل توجه، متوسط، قابل تحمل و جزئی) طبقه‌بندی شدند.

رابطهٔ ۵

تعداد ریسک=(n)  تعداد رده = 1+3.3log(n)

رابطهٔ ۶

طول رده = بزرگ‌ترین مقدار ریسک –کوچک‌ترین مقدار/ تعداد رده ریسک

## نتایج

در بخش اول از یافته‌های پژوهش، برای یافتن نیروی محرکه و عوامل فشار بر شرایط تالاب و بیان راهکار برای بهبود وضعیت موجود از مدل تجزیه و تحلیلی DPSIR برای تالاب گمیشان استفاده شد و با استفاده از چارچوب مفهومی آن، روابط علّت و معلولی بین آن‌ها تعیین شد. در تحقیق حاضر براساس شناخت از منطقه و مطالعات کتابخانه‌ای، ۴ نیروی محرکه (نیاز آبی جوامع اطراف، کشاورزی و آبزی‌پروری، رشد جمعیت و خشکسالی) و سپس اجزای بعدی مدل DPSIR با توجه به انواع نیروهای محرکه تعیین گردید که در جدول ۲ ارائه شده

**جدول ۲- چارچوب مدل تجزیه و تحلیلی DPSIR تالاب گمیشان**

| نیروی محرکه | فشار | وضعیت | اثر | پاسخ |
|---|---|---|---|---|
| نیاز آبی جوامع اطراف تالاب | • توسعهٔ طرح‌های آبیاری در بالا دست همچون آب‌بندان‌ها بر مسیر رودخانه اترک و گرگان‌رود<br>• احداث سد دانشمند | ✓ کاهش آب ورودی به تالاب<br>✓ برهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی<br>✓ کاهش ذخیره، تصفیه و تغذیه آب‌های زیر زمینی<br>✓ کاهش پهنه آبی تالاب و تخریب زیستگاه | ▪ کاهش سطح زیستگاه<br>▪ کاهش سطح آب‌های زیرزمینی<br>▪ کم شدن عمق آب تالاب | در جدول ۷ پس از رتبه‌بندی ریسک‌ها ارائه گردیده است |
| کشاورزی و آبزی‌پروری | • ایجاد کانال‌های بدون مجوز برای زه‌کشی آب اراضی در حاشیهٔ تالاب<br>• انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود و انتقال این مواد به تالاب<br>• استفاده بی‌رویه از آب در مزارع پرورش ماهی و میگو<br>• توسعهٔ مزارع کاشت دیم پیرامون تالاب<br>• انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو به تالاب | ✓ کاهش کیفیت آب<br>✓ کاهش کیفیت خاک<br>✓ رسوب‌گذاری و پر شدن تدریجی<br>✓ آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت کشاورزی<br>✓ آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت استخرهای پرورش آبزیان | ▪ افزایش نیترات و فسفات<br>▪ افزایش فلزات سنگین<br>▪ کاهش BOD آب<br>▪ افزایش کدورت آب<br>▪ افزایش دمای آب<br>▪ افزایش PH آب<br>▪ کاهش دانه‌بندی ذرات خاک | |
| رشد جمعیت | • ورود پساب تصفیه‌خانهٔ شهر گمیشان و روستاهای اطراف به تالاب<br>• تولید زباله<br>• برداشت بی‌رویه از منابع گیاهی تالاب برای امرار معاش<br>• صید و شکار غیرمجاز پرندگان بومی و مهاجر<br>• صید ماهی‌های تالاب<br>• تصرف و تغییر کاربری اراضی | ✓ افزایش ورود فاضلاب به تالاب<br>✓ آلودگی آب تالاب ناشی از فعالیت شهری<br>✓ برهم خوردن تعادل بیولوژیکی تالاب<br>✓ برداشت بی‌رویه از گیاهان تالاب<br>✓ بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبزی تالاب<br>✓ بهره‌برداری بی‌رویه از پرندگان تالاب | ▪ کاهش منابع ژنتیکی<br>▪ کاهش جنبه زیبایی‌شناختی<br>▪ کاهش غنای گونه‌ای<br>▪ کاهش توان کنترل آلودگی‌های خطرناک و سم‌زدایی (تصفیه آب)<br>▪ بوی بد لجن‌زار از تالاب | |
| خشکسالی | • وقوع دوره‌های خشکسالی<br>• بالا بودن دمای هوا و تبخیر آب | ✓ افزایش مناطق بیابانی و کویر زایی<br>✓ کاهش بهره‌وری و بقا تالاب | ▪ افزایش ریزگردها<br>▪ غالب شدن گیاهان شورپسند در تالاب | |

است. در مرحلهٔ دوم پژوهش، پس از تعیین ۱۵ عامل ریسک براساس نتایج DPSIR، از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی عوامل ریسک استفاده شد. جهت انجام مدل TOPSIS، سه معیار شدت اثر، احتمال وقوع و حساسیت محیط پذیرنده برای هر عامل ریسک برآورد گردید (جدول ۳). روش TOPSIS شش مرحله دارد که در جدول‌های ۴ تا ۶ به‌ترتیب نتایج مرحلهٔ وزن نهایی شاخص‌ها براساس روش آنتروپی شانون، ماتریس بی‌مقیاس موزون و نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکننده تالاب ارائه شده است.

**جدول ۳- امتیازدهی به شاخص‌های ریسک در تالاب گمیشان**

| سطح اول (هدف) | سطح دوم (انواع ریسک) | نام | سطح سوم عامل ریسک (فشار) | شدت اثر ($C_1$) | احتمال وقوع ($C_2$) | حساسیت محیط پذیرنده ($C_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعیین احتمال ریسک‌های محیط زیستی تالاب گمیشان | فیزیکی و شیمیایی | $A_1$ | انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود و انتقال این مواد به تالاب | ۵ | ۵ | ۵ |
| | | $A_2$ | انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو به تالاب | ۵ | ۴ | ۵ |
| | | $A_3$ | دپو زباله در اطراف رودخانه‌های منتهی به تالاب | ۳ | ۳ | ۳ |
| | | $A_4$ | ورود پساب تصفیه‌خانه شهر گمیشان و روستاهای اطراف به تالاب | ۵ | ۴ | ۵ |
| | زیست‌شناختی | $A_5$ | برداشت بی‌رویه از منابع گیاهی تالاب برای امرار معاش | ۴ | ۳ | ۳ |
| | | $A_6$ | صید و شکار غیرمجاز پرندگان بومی و مهاجر | ۳ | ۳ | ۳ |
| | | $A_7$ | صید ماهی‌های تالاب | ۳ | ۳ | ۳ |
| | اقتصادی- اجتماعی | $A_8$ | توسعه طرح‌های آبیاری در بالادست همچون آب‌بندان‌ها بر مسیر رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود | ۴ | ۳ | ۴ |
| | | $A_9$ | ایجاد کانال‌های بدون مجوز برای زهکشی آب اراضی در حاشیه تالاب | ۳ | ۳ | ۴ |
| | | $A_{10}$ | احداث سد دانشمند | ۴ | ۴ | ۴ |
| | | $A_{11}$ | استفاده بی‌رویه از آب در مزارع پرورش ماهی و میگو | ۳ | ۴ | ۳ |
| | | $A_{12}$ | تصرف و تغییر کاربری اراضی | ۳ | ۳ | ۲ |
| | | $A_{13}$ | توسعهٔ مزارع کاشت دیم پیرامون تالاب | ۲ | ۳ | ۲ |
| | حوادث طبیعی | $A_{14}$ | وقوع دوره‌های خشکسالی | ۴ | ۵ | ۵ |
| | | $A_{15}$ | بالا بودن دمای هوا و تبخیر آب | ۲ | ۲ | ۳ |

**جدول ٤- وزن‌های شاخص‌های مورد بررسی براساس روش آنتروپی شانون در تالاب گمیشان**

| شاخص | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
|---|---|---|---|
| وزن نهایی | ۰/۳۶ | ۰/۲۵ | ۰/۳۹ |

**جدول ۵- ماتریس نرمالیزه شده وزین**

| ریسک | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | ریسک | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۹۲ | ۰/۱۳۵ | $A_9$ | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۷۵ |
| $A_2$ | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۷۴ | ۰/۱۳۵ | $A_{10}$ | ۰/۱ | ۰/۰۷۴ | ۰/۱ |
| $A_3$ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۸۱ | $A_{11}$ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۷۴ | ۰/۰۸۱ |
| $A_4$ | ۰/۱۲۵ | ۰/۰۷۴ | ۰/۱۳۵ | $A_{12}$ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۵۴ |
| $A_5$ | ۰/۱ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۸۱ | $A_{13}$ | ۰/۰۵ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۵۴ |
| $A_6$ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۸۱ | $A_{14}$ | ۰/۱ | ۰/۰۹۲ | ۰/۱۳۵ |
| $A_7$ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۵۵ | ۰/۰۸۱ | $A_{15}$ | ۰/۰۵ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۸۱ |
| $A_8$ | ۰/۱ | ۰/۰۵۵ | ۰/۱۰۸ | | | | |

**جدول ٦- نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکنندهٔ تالاب**

| ریسک | $d^+$ | $d^-$ | Cli | رتبه | ریسک | $d^+$ | $d^-$ | Cli | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | ۰ | ۰/۱۲۳ | ۱ | ۱ | $A_9$ | ۰/۰۶۸ | ۰/۰۶۲ | ۰/۴۷۸ | ۷ |
| $A_2$ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۱۶ | ۰/۸۶۳ | ۲ | $A_{10}$ | ۰/۰۴۱ | ۰/۰۸۲ | ۰/۶۶۷ | ۵ |
| $A_3$ | ۰/۰۸۲ | ۰/۰۴۱ | ۰/۳۳۳ | ۱۰ | $A_{11}$ | ۰/۰۷۶ | ۰/۰۵۲ | ۰/۴۰۷ | ۹ |
| $A_4$ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۱۵ | ۰/۸۶۲ | ۳ | $A_{12}$ | ۰/۱۰۲ | ۰/۰۳۱ | ۰/۲۳۴ | ۱۱ |
| $A_5$ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | ۰/۴۶۱ | ۸ | $A_{13}$ | ۰/۱۱۶ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۳۷ | ۱۳ |
| $A_6$ | ۰/۰۸۲ | ۰/۰۴۱ | ۰/۳۳۳ | ۱۰ | $A_{14}$ | ۰/۰۲۵ | ۰/۱۱ | ۰/۸۱۴ | ۴ |
| $A_7$ | ۰/۰۸۲ | ۰/۰۴۱ | ۰/۳۳۳ | ۱۰ | $A_{15}$ | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۲۷ | ۰/۲۰۱ | ۱۲ |
| $A_8$ | ۰/۰۵۲ | ۰/۰۷۶ | ۰/۵۹۳ | ۶ | | | | | |

**جدول ۷- اقدامات کنترلی در راستای کاهش ریسک‌های محیط زیستی تالاب بین‌المللی گمیشان**

| عوامل ریسک | سطح ریسک | | اقدامات |
|---|---|---|---|
| | حدود رده | تعریف رده | |
| ورود پساب تصفیه‌خانهٔ شهر گمیشان و روستاهای اطراف به تالاب<br>انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود و انتقال این مواد به تالاب<br>انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو به تالاب | ۱-۰/۸۶۱ | غیرقابل تحمل | ساماندهی پساب شهری<br>ساماندهی پساب استخرهای پرورش آبزیان<br>نمونه‌برداری و کنترل حجم رسوب و طرح‌های آبخیزیداری در بالادست<br>تصفیهٔ پساب‌های شهری-روستایی قبل از تخلیه به تالاب<br>حفظ گیاهان پالایندهٔ آلودگی همچون نیزارها در حاشیهٔ رودخانه‌ها و تالاب |
| وقوع دوره‌های خشکسالی<br>احداث سد دانشمند<br>توسعهٔ طرح‌های آبیاری در بالادست همچون آب‌بندان‌ها بر مسیر رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود | ۰/۸۶۱-۰/۶۸<br>۰/۶۸-۰/۴۹۹ | قابل توجه<br>متوسط | طراحی شبکهٔ پایش خشکسالی<br>تخصیص حقابه محیط زیستی تالاب<br>بازگشایی مسیر رودخانه‌ها خصوصاً در دوره‌های خشکسالی<br>مدیریت یکپارچه آب<br>تعیین حجم آب مورد نیاز برای حفظ پایداری تالاب |
| استفاده بی‌رویه از آب در مزارع پرورش ماهی و میگو<br>ایجاد کانال‌های بدون مجوز برای زهکشی آب اراضی در حاشیه تالاب<br>دپو زباله در اطراف رودخانه‌های منتهی به تالاب<br>برداشت بی‌رویه از منابع گیاهی تالاب برای امرار معاش<br>صید و شکار غیرمجاز پرندگان بومی و مهاجر<br>صید ماهی‌های تالاب | ۰/۴۹۹-۰/۳۱۸ | قابل تحمل | شناسایی و کنترل برداشت‌های غیر مجاز در حوضهٔ<br>کنترل و نظارت بر منابع زیستی تالاب از طریق افزایش نیروهای محیط‌بان<br>جریمه‌های قانونی برای افراد متخلف<br>تعیین ظرفیت چرای دام و برداشت علوفه و نی از تالاب<br>ناحیه‌بندی مناطق مناسب و مجاز برای چرای دام |
| توسعهٔ مزارع کاشت دیم پیرامون تالاب<br>تصرف و تغییر کاربری اراضی<br>بالا بودن دمای هوا و تبخیر آب | ۰/۳۱۸-۰/۱۳۷ | جزئی | توسعهٔ‌طرح‌ها نوین همچون سیستم‌های تحت فشار آبیاری<br>نظارت بر اراضی حاشیهٔ تالاب و تعیین مرز و حریم تالاب<br>تدوین دستورالعمل الزام‌آور منطقه‌ای برای جلوگیری از تغییر کاربری اراضی<br>استفاده از گیاهان بومی مقاوم به شوری مانند *Salicornia europaea* برای کاهش میزان شوری آب در فصول گرم سال |

براساس جدول ۶، نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌های تهدیدکنندهٔ تالاب بین‌المللی گمیشان با استفاده از روش TOPSIS حاکی از آن است که انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود و انتقال این مواد به تالاب، انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو به تالاب، ورود پساب تصفیه‌خانهٔ شهر گمیشان و روستاهای اطراف به تالاب و وقوع دوره‌های خشکسالی با توجه به میزان Cli به‌ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم قرار دارند که نیازمند است با توجه به سطح ریسک و به‌ترتیب رتبه‌های آن‌ها اقدامات کنترلی در جهت کاهش ریسک‌های محیط زیستی تالاب گمیشان برداشته شود که این اقدامات در جدول ۷ ارائه شده است.

## بحث و نتیجه‌گیری

تالاب بین‌المللی گمیشان جزء تالاب‌های ساحلی دریایی و آب شور است. این تالاب با توجه به قرار داشتن در ناحیش مرزی و قرار گرفتن در منطقش نیمه بیابانی ترکمن صحرا و نیز واقع شدن در مسیر مهاجرت پرندگان زیستگاه مناسبی برای زندگی و زادآوری انواع گونه‌های جانوری و پرندگان مهاجر آبزی و کنار آبزی زمستان‌گذران می‌باشد. روباه ترکمنی، فک خزری، فلامینگو، عقاب دریایی دم سفید، پلیکان پاخاکستری و بسیاری دیگر از گونه‌های با ارزش و منحصر به فرد در این تالاب و زیستگاه های حاشیه‌ای آن پراکنش دارند که اهمیت حفاظت بیشتر این منطقه را دو چندان نموده است. همچنین در حدود ۲۰ گونه ماهی از خانواده کپورماهیان، سه‌خاره ماهیان، کفال ماهیان در محدوده آبی این تالاب وجود داشته که از زیستگاه‌های مجاور آن مانند مصب گرگانرود و دریای خزر به این تالاب وارد شده‌اند (Golestan Province Environmental Organization, 2020). اما با توجه به تحقیق حاضر نیروی محرکه و فشارهای بسیاری حیات این تالاب و فون و فلور آن را مورد تهدید قرار داده است که به‌دنبال آن اکثر جوامع محلی و افراد بومی منطقه که معیشت و اقتصاد آن‌ها وابسته به تالاب و تولیدات آن است، نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

یکی از نیروهای محرکه در منطقه که می‌تواند اثرات مهمی بر تالاب گمیشان داشته باشد، میزان رشد جمعیت است. تالاب گمیشان در شهرستان گمیشان واقع شده است. براساس گزارش سالنامهٔ آماری شهرستان گمیشان (۱۳۹۵)، در این حوضهٔ، جمعیتی بالغ بر ۶۸۷۷۳ هزار نفر معادل ۳/۸ درصد جمعیت استان زندگی می‌کند. با بررسی روند رشد جمعیت در این حوضهٔ، ملاحظه می‌شود در طی ۴۵ سال، جمعیت شهرستان با نرخ رشد ۲/۰۹ درصدی سه برابر شده است. براساس مطالعه Alemohammad و همکاران (۲۰۱۴)، نیازهای جمعیت رو به رشد نیروی محرکه‌ای محسوب می‌شوند که فشارهایی بر منابع پایهٔ سرزمین وارد می‌کنند. همچنین، منبع اصلی درآمد ساکنین روستاهای حاشیهٔ تالاب کشاورزی و دامداری است. در میان بخش‌های عمدهٔ اقتصادی سهم بخش کشاورزی در اشتغال آن ۳۶/۲ درصد، سهم بخش صنعت و معدن ۳۱/۳ درصد و سهم بخش خدمات ۲۸/۴ درصد می‌باشد. همچنین، غالب فعالیت در مناطق روستایی گمیشان مربوط به فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان گمیشان در سال ۱۳۹۲ معادل ۲۵۸۰۲ هکتار (۱۵۷۰ هکتار آبی و ۲۴۲۲۳ هکتار دیم) بوده که با رشد ۲۳ درصدی به ۴۸۰۱۶ هکتار ( ۱۱۶۸ هکتار آبی و ۴۶۸۴۸ هکتار دیم) در سال ۱۳۹۵رسیده است. تولید کشاورزی در این منطقه بیشتر شیوهٔ سنتی است و بیشتر اراضی کشاورزی به‌صورت خرده مالکی کشت می‌شود که این موضوع مانع توسعهٔ تکنولوژی و سبب توسعه و تداوم شیوهٔ تولید سنتی شده است. همچنین، کشاورزان این منطقه، با ایجاد کانال‌های آب بدون مجوز در شور شدن آب تالاب و انتقال آلاینده‌های شیمیایی به تالاب نقش دارند که در مطالعه Panahandeh and Azizi (۲۰۲۰) این موضوع تأیید شده است. آن‌ها براساس نتایج DPSIR بیان کردند که عامل اصلی تغییر در حوزهٔ آبخیز انزلی رشد جمعیت، سکونتگاه‌ها، مناطق شهری و توسعهٔ کشاورزی است. همچنین Jafariazarو همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی که در تالاب بین‌المللی رودهای شور، شیرین و میناب در شمال خور هرمز انجام داده‌اند، بیان کردند که وقتی آب از بخش کشاورزی خارج

می‌شود در زمین‌های کشاورزی که معمولاً محدودهٔ تالاب‌ها می‌باشد، انباشته می‌شوند و انباشت آب‌های آلوده در تالاب‌ها منجر به آلودگی و در نتیجه ورود خسارت و آسیب‌های بسیاری به تنوع زیستی این مناطق می‌شود. نظر به اینکه جمعیت پیرامون تالاب رو به افزایش است و تقاضا برای توسعهٔ اقتصادی و افزایش درآمد، بیشتر شده است؛ اغلب طرح‌های توسعه‌ای نظیر احداث استخرهای آبزی‌پروری و احداث جاده به‌منظور فعالیت‌های تجاری و اقتصادی روز به روز در حال گسترش می‌باشد. در سطح شهرستان، سطح مزارع پرورش میگوی شهرستان گمیشان در سال ۱۳۹۲ از ۱۶۶/۵ هکتار به ۳۸۶/۳ هکتار درسال ۱۳۹۵ رسیده است. با توجه به اینکه مزارع برای تأمین آب شور خود نیاز به آب دریای خزر دارند و از طرفی موجودیت آبی تالاب گمیشان به دریای خزر وابسته است. اینگونه اقدامات، می‌تواند تالاب را تحت تأثیر بحران‌ها و استرس‌های فراوان محیطی قرار دهد. همچنین، در حوزهٔ تالاب گمیشان به‌منظور رونق استخرهای پرورش میگو و ماهی، کانالی به طول ۱۶ کیلومتر و عرض ۵۰ متر در قلب تالاب بین‌المللی گمیشان هستند تا آب تالاب گمیشان و دریای خزر را برای طرح توسعهٔ ۲۰۰۰ هکتاری میگو منتقل کنند، طرحی که آسیب‌های زیادی به این تالاب و تنوع زیستی آن وارد می‌سازد و با ایجاد کانال‌های متعدد و خاکریز در تالاب، عملاً دو بخش شمالی و جنوبی تالاب را از هم جدا و روند خشک شدن را سرعت و شدت بخشیده است که می‌تواند این تالاب را در آینده نزدیک به ایجاد یک کانون جدید تولید ریزگرد در مرز بین ایران و ترکمنستان تبدیل نماید. از طرفی، ورود پساب‌های استخرهای پرورش میگو به داخل تالاب به‌دلیل بالا بودن میزان BOD، وجود ترکیبات آلی همچون نیتروژن و فسفر و مواد معلق می‌تواند شرایط این بوم‌سازگان‌های حساس را تغییر داده و آن‌ها را به حالت تروفی (پرتولیدی) تبدیل نمایند که مطالعات (Susetyaningsih *et al.*, 2020; Bull *et al.*, 2021) نیز مؤید این مطلب است. همچنین، پساب استخرهای پرورش میگو می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب را نیز تغییر دهد که این مسأله می‌تواند روی گیاهان و آبزیان بومی تالاب اثرات ناخوشایندی بگذارد که در مطالعه Mokhtari و همکاران (۲۰۱۱) در خلیج گواتر به این مسأله اشاره شده است. آن‌ها بیان کردند که فعالیت تکثیر و پرورش میگو موجب افزایش میانگین شوری و افزایش دامنهٔ pH کانال زهکش گردیده است. همان‌طور که بیان شد به‌دلیل اقدامات بی‌برنامه و بدون در نظرگیری اهداف بلند مدت توسعهٔ پایدار در مدیریت بهینهٔ تالاب، این طرح‌ها و فعالیت‌های اقتصادی در محیط دارای آثار سوء بر ارزش‌های محیط زیستی تالاب است که می‌تواند بر امنیت اکولوژیک و زیستی تالاب اثرات مخربی داشته باشد. همچنین، به نظر می‌رسد ایجاد سد و کانال‌های آبیاری با به اسارت کشیدن رودها عرصه بر این تالاب‌ها تنگ‌تر کرده است. بقاء آب تالاب گمیشان تحت تأثیر مستقیم دریای خزر قرار دارد، بنابراین این تالاب از نظر هیدرولوژیک به‌طور کامل وابسته به نوسانات آبی دریای خزر می‌باشد به‌طوری که در سال‌های اخیر مساحت ناحیهٔ آبی آن به‌دلیل عقب‌نشینی سطح آب دریای خزر در اثر عوامل طبیعی همچون خشکسالی و احداث سد و کانال‌های آبیاری کاهش چشمگیری داشته است. مطالعهٔ Toshani (۲۰۱۵) نشان داد که از عوامل طبیعی، پدیدهٔ خشکسالی حاکم بر منطقه است که با کمبود بارش به‌وقوع پیوسته درطی چند سال گذشته موجب کاهش سطح آب تالاب بین‌المللی گمیشان و پوشش گیاهی مرتعی در منطقه شده است. Zheng و همکاران (۲۰۱۹)، در مطالعهٔ خود بیان کردند که تغییرات هیدرولوژیکی پس از ساخت سد سهم به‌سزایی در کاهش ۴۴ درصدی تالاب‌های ساحلی داشته است. همچنین، Jafariazar و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی احداث سد در بالادست را به‌عنوان دومین عامل تأثیرگذار بر تالاب بین‌المللی رودهای شور، شیرین و میناب در شمال خور هرمز عنوان کردند. همچنین، لازم به ذکر است درصدی از آب این تالاب از آب‌های جمع‌آوری شده از اراضی بالادست مانند کانال سرریز آلاگل، زهکش شهر گمیشان و سایر کانال‌های زهکش منتهی به تالاب تأمین می‌گردد که با توجه به احداث آب‌بندان‌ها و سد دانشمند در بالادست تالاب و گسترش فعالیت‌های کشاورزی دیم توسط جوامع محلی، میزان آب ورودی به این

تالاب کم است که نتایج Tatian و همکاران (۲۰۱۹) در راستای این مطلب است. آن‌ها بیان داشتند که میزان آب دریا در اطراف تالاب گمیشان از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۵، ۰/۸۷ درصد کاهش یافته و در عین حال میزان کاربری مرتع و کشاورزی در اطراف تالاب به‌ترتیب ۱/۶۲ و ۱/۰۸ درصد افزایش یافته است. همچنین، آب ورودی به‌دلیل این فعالیت‌ها، دارای میزان کدورت بالا و انباشته از عناصر نیترات و فسفر است که این مسأله در ماه‌های تیر و مرداد که به‌دلیل گرمای هوا و افزایش تبخیر آب، سطح آب تالاب به‌طور طبیعی پایین است، مشکل‌ساز است و گاهاً باعث بروز مشکلاتی همچون بلوم (شکوفایی) جلبکی و کاهش عمق آب تالاب می‌گردد. نتایج این پژوهش با نتایج Karimi (۲۰۱۱) هم‌راستا است که تأثیر منفی کود و سم حاصل از سیستم‌های کشاورزی بر سواحل تالاب گمیشان، تخلیه فاضلاب‌های شهری و تعرض برخی افراد به زمین‌های تالاب را از مهمترین تأثیرات انسانی بر اکوسیستم تالاب گمیشان ذکر کرده است. در این پژوهش، تلاش شد که با رویکردی ترکیبی براساس روش DPSIR و ارزیابی ریسک به شناسایی ریسک‌ها و حفظ ارزش‌های بوم‌شناختی و هیدرولوژیکی تالاب گمیشان پرداخته شود. در واقع، نتایج حاصل از این فرآیند می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان حائز اهمیت باشد تا براساس عواملی از جمله نیرو محرکه و فشار چارچوبی از وضعیت منطقه و اثرات اقدامات آن‌ها بر تالاب‌ها به‌دست آورند تا بتوانند براساس آن اقدامات مدیریتی در راستای کاهش فشارها بر این تالاب بین‌المللی بردارند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، انتقال پساب کشاورزی به رودخانه‌های اترک و گرگان‌رود و انتقال این مواد به تالاب، انتقال پساب استخرهای پرورش ماهی و میگو به تالاب، ورود پساب تصفیه‌خانهٔ شهر گمیشان و روستاهای اطراف به تالاب و وقوع دوره‌های خشکسالی به‌ترتیب به‌عنوان مهمترین عوامل تهدیدکنندهٔ محیط زیست تالاب گمیشان مطرح شده است که از عوامل اصلی بروز اثرات نامطلوب در ویژگی‌ها و ارزش‌های بی‌نظیر تالاب هستند. با توجه به اینکه تالاب بین‌المللی گمیشان به‌عنوان تالابی ارزشمند در لیست کنوانسیون رامسر ثبت شده است، بنابراین حفظ و نگهداری این تالاب به‌عنوان اکوسیستم‌های کارکردی برای پایداری توسعه امری لازم و ضروری است. با توجه به اینکه این تالاب با فعل و انفعالات و فرآیندهای بالادست و پایین‌دست خود در سطح حوضهٔ آبریز در ارتباط است، باید در چارچوب حوضهٔ آبریز خود یک مدیریت واحد صورت بگیرد تا علاوه بر تأمین نیاز آبی تالاب‌ها جهت حفظ پایداری خود نیازهای جوامع محلی منطقه را بدون کمترین اثر منفی بر شرایط فیزیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی تالاب برآورده نماید. امید است که با تدابیر اصولی و بهره‌گیری از توان‌های بالقوه موجود و نیز تدوین راهبردهای لازم، هماهنگی، برنامه‌ریزی، کنترل و نظارت توسط دستگاه‌ها و سازمان‌های مرتبط و اعمال مدیریت واحد، حیات ثمربارتری برای آیندهٔ تالاب رقم زده شود.

## References


Abdoli, M., Panahandeh, M., 2021. Investigating the trends of Anzali wetland connected domain coverage using remote sensing techniques and DPSIR conceptual framework. Environmental Studies 18(4), 125-140. (In Persian)

Alemohammad, S., Yavari, A.R., Salehi, S., Zebardast, L., 2014. Using the Strategic Environmental Assessment for Compilation Policies of Sustainable Development Plan in Lake Urmia. Environmental Studies 40(3), 645-667. (In Persian)

Ansari, A., 2018. Recognition and Evaluation of the Environmental Status of Meighan Wetland and Planning for a Sustainable Development. Environmental Researches 9(17), 29-42. (In Persian)

Atkins, J.P., Burdon, D., Elliott, M., Gregory, A.J., 2011. Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. Marine pollution Bulletin 62(2), 215-226.

Bassi, N., Kumar, M.D., Sharma, A., Pardha-Saradhi, P., 2014. Status of wetlands in India: A review of extent, ecosystem benefits, threats, and management

strategies. Hydrology: Regional Studies 2, 1-19.

Brander, L., Schuyt, K., 2010. Benefits transfer: The economic value of world's wetlands. Available at: TEEBweb. org.

Bull, E.G., Cunha, C.D.L., Scudelari, A.C., 2021. Water quality impact from shrimp farming effluents in a tropical estuary. Water Science and Technology 83(1), 123-136.

Carr, E.R., Wingard, P.M., Yorty, S.C., Thompson, M.C., Jensen, N.K., Roberson, J., 2007. Applying DPSIR to Sustainable Development. Sustainable Development & World Ecology 14, 543-555.

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 & Policy 116, 220-229.

Clarkson, B.R., Ausseil, A.G.E., Gerbeaux, P., 2013. Wetland ecosystem services. Ecosystem services in New Zealand: conditions and trends. Manaaki Whenua Press. Lincoln. pp. 192-202.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change 26, 152e158.

Davidson, N.C., 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in a global wetland area. Marine and Freshwater Research 65, 934-941.

Davidson, N.C., Van Dam, A.A., Finlayson, C.M., McInnes, R., 2019. Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. Marine and Freshwater Research 70(8), 1189-1194.

Dezvareh, A., Sherkati, B., 2019. Wetland Ecosystem Monitoring Method Iranian Wetlands Protection Plan. 228 p. (In Persian)

Fathi, M.R., Matin, H.Z., Zarchi, M.K., Azizollahi, S., 2011. The application of fuzzy TOPSIS approach to personnel selection for Padir Company, Iran. Management Research 3(2), 1-14.

Fouladi, M., Mahdavi Najafabadi, R., Rezai, M., Moslemi, H., 2020. Wetland Management Strategies with Emphasis on Water Resources Using, SWOT and WASPAS Models. Ecohydrology 7(1), 165-182. (In Persian).

Gari, S.R., Guerrero, C.E.., Bryann, A., Icely, J. D., Newton, A., 2018. A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. Water Science 32(2), 318-337.

Gebremedhin, S., Getahun, A., Anteneh, W., Bruneel, S., Goethals, P.A., 2018. Drivers-pressure-state-impact-responses framework to support the sustainability of fish and fisheries in Lake Tana. Sustainability 10, 2957.

Gitay, H., Finlayson, C.M., Davidson, N., 2011. A framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. Ramsar Convention Secretariat.

Golestan Province Environmental Organization., 2020. Gomishan wetland upgrade report. 3 p. (In Persian)

Gomishan statistical yearbook., 2016. Economic, social, and cultural report of Gomishan city in 2016. Management and Planning Organization of Golestan province. 115 p. (In Persian)

Hemmati, T., 2018. Strategic Land Planning Using Automatic Cell and Genetic Algorithm (Study Area: Karaj County). Ph.D. Thesis, Azad University, Science and Research Branch, Tehran (In Persian).

Huang, J., Liu, H.C., Duan, C.Y., Song, M.S., 2019. An improved reliability model for FMEA using probabilistic linguistic term sets and the TODIM method. Annals of Operations Research 312, 1-24.

Hwang, C.-L., Yoon, K., 1981. Methods for Multiple Attribute Decision Making. In: Multiple Attribute Decision Making. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 58-191

Jafariazar, S., Sabzghabaei, G.R., Tavakoly, M., Dashti, S., 2019. Assessment and Management of environmental risk of Salty, Sweet, and Minab Rivers International Wetlands on the basis of multi-criteria decision-making methods. Spatial Analysis Environmental Hazards 5(4), 65-88. (In Persian)

Jahani, F., Malekmohammade, B., Zebardast, L., Adele, F., 2015. Investigate the Potential and Application of Ecosystem Services as Ecological Indicators in the DPSIR Model (Case Study: Choghakhor Wetland). Environmental Researches 5(10), 109-120.

Jozi, S.A., Salati, P., 2012. Environmental risk assessment of low density polyethylene unit using the method of failure mode and effect analysis. Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly 18(1), 103-113.

Karimi, Z., 2011. Study of Flora and Vegetation of International Gomishan Lagoon. Biology 23(1), 436-447. (In Persian)

Kim, K.G., Lee, H., Lee, D.H., 2011. Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas: a comparative analysis. Landscape and Ecological Engineering 7(1), 27-32.

Lambin, E.F., Geist, H., 2006. Land-use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. Springer. Germany.

Le Anh, H., Schneider, P., 2020. A DPSIR Assessment on Ecosystem Services Challenges in the Mekong Delta, Vietnam: Coping with the Impacts of Sand Mining. Sustainability 12(22), 9323.

Makvandi, R., Astani, S., Cheraghi, M., 2014. Environmental Risk Assessment of Wetlands Using SAW and EFMEA (Case Study: International Wetland Anzali). Wetland Ecobilology 5(17), 61-74. (In Persian)

Makvandi, R., Astani, S., Lorestani, B., 2016. Environmental Risk Assessment of Wetlands Using TOPSIS and EFMEA (Case Study: International Wetland Gavkhoni). Environmental Studies 6(11), 85-98. (In Persian)

Malekhosseini, F., Dashti, S., 2016. Environmental Risks Assessment in Dena Protected Area Using of Multiple Criteria Decision Making (TOPSIS). Environmental Studies 14(3), 41-56. (In Persian)

Malekmohammadi, B., Jahanishakib, F., 2017. Vulnerability assessment of wetland landscape ecosystem services using driver-pressure-state-impact-response (DPSIR) model. Ecological Indicators 82, 293-303.

Medina, M., Gregus, K.A., Nichol, R.H., O'Toole, S.M., 2015. Gomez TM adation and axon guidance by growth cone invadosomes. Development 142(3), 486-96.

Mokhtari, A., Vliallahi J., Mohammadi, S., Khodami. S., 2011. Assessment of Environmental Effects of Shrimp Farm Complex Goater in Chabahar. Wetland 3(9), 15-21. (In Persian)

Mousazadeh, R., Ghaffarzadeh, H.R., Nouri, J., Gharagozlou, A., Farahpour, M., 2015. Land-use change detection and impact assessment in Anzali international coastal wetland using multi-temporal satellite images. Environmental Monitoring and Assessment 187(12), 776.

Panahandeh, M., Azizi, M., 2020. Investigation of Structural Changes in Anzali Watershed Based on Landscape Ecology Approach. Natural Environment 73(2), 227-241. (In Persian)

Patrício, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K.N., Smith, C.J., 2016. DPSIR-two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management. Frontiers in Marine Science 3, 177.

Pinto, R., deJonge, V.N., Neto, J.M., Domingos, T., 2013. Towards a DPSIR driven integration of ecological value, water uses and ecosystem services for estuarine systems. Ocean Coast Management 72, 64-79.

Ramsar Convention Bureau., 2002. The Ramsar Convention Manual, A guide to the Concention on wetlands. 7th edition, Switzerland.

Ramsar Convention on Wetlands., 2018. Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

Saadati, S., Motevallian, S.S., Rheinheimer, D.E., Najafi, H., 2013. Indicators for Sustainable Management of Wetland Ecosystems Using a DPSIR Approach: A Case Study in Iran. In proceeding of: 6th International Perspective on Water Resources & the Environment conference (IPWE 2013), At Izmir, Turkey.

Saeedi, Y., Dashti, S., 2017. Environmental Risk Assessment of Drying the 4th and 5th Reservoir of Hour-Al-Azim Wetland Aiming to Develop Azadegan Oil-Field Using TOPSIS Method. Irrigation Sciences and Engineering 91(1), 139-152. (In Persian)

Shafiee, M., 2010. Environmental risk assessment of Hillah protected area using multi-criteria decision-making method. Master Thesis, Environmental Management, Islamic Azad University, Ahvaz Science and Research Branch. 138 p. (In Persian)

Shu-dong, Z., Mueller, F., Burkhard, B., Xing-jin, C., Ying, H., 2013. Assessing Agricultural Sustainable Development Based on the DPSIR: Case Study in Jiangsu,

China. Integrative Agriculture 12(7), 1292-1299.

Skondras, N.A., Karavitis, C.A., 2015. Evaluation and comparison of DPSIR framework and the combined SWOT-DPSIR analysis (CSDA) approach: towards embracing complexity. Global NEST Journal 17(1), 198-209.

Song, X., Frostell, B., 2012. The DPSIR framework and a pressure-oriented water quality monitoring approach to ecological river restoration. Water 4(3), 670-682.

Susetyaningsih, R., Suntoro, S., Gunawan, T., Budiastuti, M.T.S., 2020. Impact of shrimp pond waste on water quality (case study of Trisik Lagoon in Yogyakarta). In AIP Conference Proceedings 2296(1), 020050.

Tatian, M., Mottahedi, S., Tamartash, R., Akbarlou, M., 2019. Investigation of Vegetation and Land Use Changes in International Gomishan Wetlands Area. Environmental Studies 10(19), 107-116. (In Persian)

Taylor, N.G., Grillas, P., Al Hreisha, H., Balkız, Ö., Borie, M., Boutron, O., Sutherland, W.J., 2021. The future for Mediterranean wetlands: 50 key issues and 50 important conservation research questions. Regional environmental change 21(2), 1-17.

TEEB., 2013. The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. London and Brussels, Institute for European Environmental Policy (IEEP) & Ramsar Secretariat. 78 p.

Toshani, I., 2015. The effect of climate change on rainfall in Golestan. Master Thesis in Rangeland Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 124 p. (In Persian)

Verschuuren, B., 2016. Religious and spiritual aspects of wetland management. The wetland Book. pp. 1-11.

Wu, K., Zhang, L., 2014. Progress in the development of environmental risk assessment as a tool for the decision-making process. Service Science and Management 7, 131-143.

Yamani, M., Gooraei, A., Shamsipoor, A.A., Moradipour, F., 2014. Evaluation of mountain climate geo-climate in order to identify winter geotourism areas (Case study: Lorestan province). Regional Planning 4(16), 81-94. (In Persian)

Yilma, G., 2019. Wetlands ecosystem service in terms of economic values: A case of Lake Hawassa, southern Ethiopia. Plants and Environment 1(2), 89-96.

Zhang, Y., Yan, J., Cheng, X., He, X., 2021. Wetland Changes and Their Relation to Climate Change in the Pumqu Basin, Tibetan Plateau. Environmental Research and Public Health 18(5), 2682.

Zheng, Y., Zhang, G., Wu, Y., Xu, Y.J., Dai, C., 2019. Dam effects on downstream riparian wetlands: The Nenjiang River, Northeast China. Water 11(10), 2038.

Zolikhaei Sayyar, L., Naderi Mahdeei, K., Movahedei, R., 2019. Designing a Model for Agricultural Water Sustainable Management (AWSM) by Using DPSIR Approach (Hamadan, Iran). Agricultural Science and Sustainable Production 29(4), 247-276. (In Persian)

Zulqarnain, R.M., Saeed, M., Ahmad, N., Dayan, F., Ahmad, B., 2020. Application of TOPSIS method for decision making. Int. J. Sci. Res. in Mathematical and Statistical Sciences 7(2).

Original Article

**Journal of Natural Environment 75(Special Issue): 46-63 (2023)**
Print ISSN: 2008-7764/Online ISSN: 2423-7817
https://jne.ut.ac.ir/

# Environmental hazard assessment of Gomishan International wetland using conceptual framework DPSIR and TOPSIS

**Soolmaz Dashti*, Fatemeh Karimipoor**

Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Corresponding author: solmazdashti@gmail.com

## Abstract
Wetland have a great impact on the micro climate and maintain the hydrological and biological balance of each region. Therefore, this study was conducted to evaluate the environmental hazards of the Gomishan wetland based on the TOPSIS multi-criteria decision making method. In this study, the focus is on the environmental conditions of Gomishan wetland and all the stressor and factors that cause their ecological balance of the wetland are or investigated. In the first stage, description, system analysis and identification of regional risks based on DPSTR method, in the second stage, selection of three indicators (service of affect, probability of occurrence and sensitivity of the accepting environment) and scoring of risks and in the last step is to rank these based on the TOPSIS method. Results of DPSIR method, 15 risk factors where identified for Gomishan wetland. The result of ranking the risks threatening international wetlands using TOPSIS method. Indicated that the transfer of agricultural effluent to Atrak and Gorgan rood rivers and the transfer, transfer of fish and shrimp ponds effluent, effluent of Gomishan treatment plant and surrounding village and occurrence of droughts according to the amount of Claire in the first to fourth priorities, respectively. Also, based on hazard leveling, in Gomishan wetland 20% of hazards are in the unbearable category 6.6% of his hazards are in the significant category 13.4% of the hazards are in the significant category, 40% of the hazards are in the tolerable category and 20% are hazards in the category were partially located. Based on the results of this study, it is suggested that the managers of a single. Management in this wetland to meet the needs of local communities without the legal negative effect on physical, chemical and hydrological conditionals of the wetland in addition to meeting the water needs of the wetland.

**Keywords:** Environmental hazard, Gomishan wetland, impact intensity, TOPSIS