



The effect of environmental variables and human disturbance on the distribution of wintering birds in Shadegan International Wetland

Mehri Badri¹ | Olyaghali Khalilipour²

1. Department of Environmental Science, Faculty of Marine Natural resource, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. E-mail: mehri.badri35@gmail.com

2. Corresponding Author, Department of Environmental Science, Faculty of Marine Natural resource, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. E-mail: o.khalilipour@kmsu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 09 November 2024

Received in revised form 04 January 2025

Accepted 10 January 2025

Published online 28 June 2025

Keywords:

Biodiversity,

CCA,

Shadegan International

Wetland,

Vegetation type,

Wintering birds.

ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of eight environmental variables (dissolved oxygen in water, electrical conductivity of water, water acidity, water depth, water temperature, vegetation type, vegetation density index and water temperature) on the abundance and diversity of wintering birds in Shadegan International Wetland. The study also explores the relationship between these environmental variables and wintering birds. In this study, we examined species identification, their numbers, and environmental variables at 41 sampling points. The relationship between bird species and environmental factors was investigated using the CCA (Canonical Correspondence Analysis) method, considering both environmental variables and indicators of human disturbance (such as distance to local residents). The CCA results revealed that vegetation type was the most influential factor affecting the diversity of wintering birds among the seven measured environmental variables. Additionally, environmental variables had a greater impact on the distribution of wintering birds in Shadegan Wetland compared to human disturbances. Birds in the wetland can be categorized into two groups based on habitat use. The first group relies on human presence for nutrition and security, while the second group prefers open areas with low plant density, seeking security by avoiding human proximity.

Cite this article: Badri, M., & Khalilipour, O. (2025). The effect of environmental variables and human disturbance on the distribution of wintering birds in Shadegan International Wetland. *Journal of Natural Environment*, 77 (4), 565-576. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.384703.2721>



تأثیر عوامل محیط زیستی و مزاحمت های انسانی بر پراکندگی پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان

مهري بدری^۱ | اولیاقلی خلیلی پور^۲

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران. رایانامه: mehri.badri35@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران. رایانامه: o.khalilipour@kmsu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	این پژوهش، جهت بررسی تأثیر هشت عامل محیط زیستی و انسانی (اکسیژن محلول در آب، هدایت الکتریکی آب، اسیدیته آب، عمق آب، دمای آب، تیپ پوشش گیاهی، شاخص تراکم پوشش گیاهی و فاصله از ساکنین محلی) مؤثر بر فراوانی و تنوع جامعه پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان (غناي گونه ای، شاخص غالبیت، شاخص تنوع گونه ای شانن-وینر و یکنواختی گونه ای کامارگو) صورت پذیرفت. در این مطالعه شناسایی گونه ها و تعداد آنها و اندازه گیری عوامل محیط زیستی در هر یک از ۴۶ نقطه نمونه برداری انجام شد. رابطه بین متغیرهای محاسبه شده پرندگان و عوامل محیط زیستی براساس عوامل محیط زیستی و مزاحمت های انسانی (فاصله از ساکنین محلی) با استفاده از روش CCA (تحلیل همبستگی کانونی ^۱) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج CCA نشان داد که در میان هشت متغیر محیط زیستی و انسانی اندازه گیری شده برای این مطالعه، تیپ پوشش گیاهی مهم ترین عامل مؤثر بر تنوع پرندگان زمستان گذران بود. نتایج نشان داد که از بین عوامل محیط زیستی و مزاحمت های انسانی، عوامل محیط زیستی بر پراکنش پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان مؤثرترند. به طور کلی می توان پرندگان موجود در تالاب را براساس نوع استفاده از زیستگاه به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول پرندگانی که وابسته به حضور انسان هستند و تغذیه و امنیت آنها در این مناطق تأمین می شود و گروه دوم که مناطق باز و کم تراکم گیاهی را به عنوان مناطق مطلوب زیستگاهی انتخاب می نمایند و امنیت آنها با دور شدن از انسان تأمین می شود.
کلیدواژه ها: پرندگان زمستان گذران، تالاب بین المللی شادگان، تنوع زیستی، تیپ پوشش گیاهی، CCA	

استاد: بدری، مهري؛ و خلیلی پور، اولیاقلی (۱۴۰۳). تأثیر عوامل محیط زیستی و مزاحمت های انسانی بر پراکندگی پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان.

محیط زیست طبیعی، ۷۷ (۴)، ۵۶۵-۵۷۶.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.384703.2721>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

¹Canonical correlation analysis

مقدمه

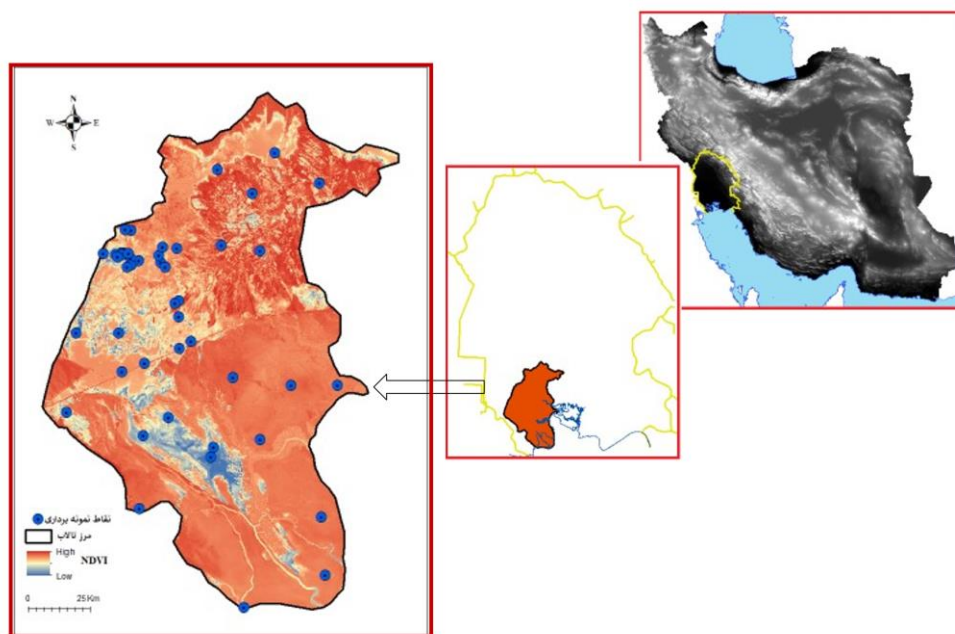
افزایش جمعیت انسانی و در نتیجه تخریب اکوسیستم ها منجر به تهدید حیات بسیاری از گونه های گیاهی و جانوری و برهم خوردن تعادل اکولوژیک می شود (He et al., 2023). در مدیریت حیات وحش و زیستگاه ها، آگاهی از پراکنش حیات وحش از اهمیت به سزایی برخوردار است (Amat and Green, 2010; Behrouzi-Rad, 2014). همچنین بقای گونه ها به عواملی نظیر عوامل زیستی، دسترسی منابع غذایی، ویژگی های زیستگاه و ساختار سیمای سرزمین و همچنین فعالیت های انسانی وابسته است (Williams, 2003; Yuan et al., 2014)؛ بنابراین پایش پویایی سیمای سرزمین در تالاب ها باهدف شناخت ویژگی های آنها و برای حفاظت از پرندگان در طولانی مدت می تواند بسیار حائز اهمیت باشد (Jensen, 2004; Jones et al., 2009; Tomaselli et al., 2023). از آنجا که خصوصیات زیستگاه تعیین کننده منابع غذایی در دسترس است، هرگونه تغییر در عوامل محیط زیستی که بر روی ساختار زیستگاه و پوشش گیاهی تأثیر بگذارد، بر جامعه پرندگان آبی نیز اثرگذار خواهد بود (Laiolo, 2002; Torras and Saura, 2008). تالاب بین المللی شادگان نیز زیستگاهی حیاتی برای طیف وسیعی از گونه های پرندگان زمستان گذران و همچنین زیستگاه مناسبی برای جوجه آوری آنها به حساب می آید. این تالاب یکی از مهم ترین زیستگاه های زمستان گذرانی گونه های در خطر انقراض از جمله اردک مرمی (*Marmaronetta angustirostris*) در جهان به حساب می آید و سالانه ۳۰ تا ۶۰ درصد جمعیت جهانی این گونه را حمایت می کند (Hosseini Moosavi et al., 2012). از طرفی، افزایش روزافزون جمعیت انسانی در اطراف تالاب منجر به بهره برداری بیش از حد از گیاهان تالابی گشته است که بقای بسیاری از پرندگان از جمله پرندگان زمستان گذران به آن وابسته است. همچنین حضور انسان در مناطق بکر تالاب جهت صید ماهی منجر به کاهش امنیت در منطقه گشته است؛ بنابراین لازم است جهت مدیریت گونه های جانوری موجود در تالاب بین المللی شادگان از جمله پرندگان زمستان گذران اطلاعات دقیق از پراکندگی و مطلوبیت های آنها داشته باشیم. شناسایی مناطق بالقوه مساعد برای حضور پرندگان، تعیین مهم ترین عوامل محیط زیستی مؤثر بر پراکنش و حضور آنها، یافتن زیستگاه های جدید برای گونه های کمیاب و درخطر انقراض پرندگان، تأثیر تغییر اقلیم بر نحوه پراکنش پرندگان از جمله مواردی است که در زمینه مدیریت دقیق پرندگان تالاب بین المللی شادگان لازم است در نظر گرفته شود (Tian et al., 2024).

مدل سازی زیستگاه پرندگان می تواند جهت دستیابی به این اطلاعات سودمند باشد. به منظور مدل سازی فراوانی یا مطلوبیت زیستگاه روش های زیادی توسعه یافته اند. این روش ها معمولاً مبتنی بر یک گونه خاص صورت می گیرند. درحالی که در بوم شناسی جوامع و به خصوص در پرندگان آبی که معمولاً به صورت اجتماعی از جوامع مختلف هستند، بهتر است از روش های استفاده شود که همه اجتماع پرندگان با هم در نظر گرفته شوند (Kroeger et al., 2022). روش های آماری چندمتغیره، از جمله روش های مبتنی بر جوامع بوم شناختی هستند که برای مشخص کردن مطلوبیت زیستگاه نیز استفاده می شوند. روش تحلیل همبستگی کانونی^۲ یکی از روش های چندمتغیره است که همبستگی بین دو مجموعه متغیر وابسته و مستقل را بررسی می کند. به بیانی دیگر، این روش به بررسی رابطه چند متغیر مستقل و چند متغیر وابسته می پردازد (Mukherjee et al., 2022). تحقیق حاضر نیز فرض نموده است که عوامل محیط زیستی مانند کیفیت آب، پوشش گیاهی و منابع غذایی، به طور قابل توجهی بر پراکنش پرندگان زمستان گذران تأثیر می گذارند. از طرفی، مزاحمت های انسانی نظیر صید ماهی و برداشت گیاهان تالابی، باعث کاهش امنیت و تغییر رفتار پرندگان زمستان گذران می شود. همچنین شناسایی و مدیریت بهینه زیستگاه های پرندگان می تواند به بهبود حفاظت از گونه های نادر و در خطر انقراض کمک کند. براساس این فرضیات هدف اصلی در این تحقیق استفاده از روش CCA در شناسایی مهم ترین فاکتورهای محیط زیستی مؤثر بر پراکنش پرندگان زمستان گذران و همچنین تحلیل تأثیرات مزاحمت های انسانی بر پراکنش و رفتار پرندگان زمستان گذران بود.

^۲Canonical Correlation Analysis (CCA)

روش‌شناسی پژوهش

تالاب بین‌المللی شادگان در موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی واقع در استان خوزستان به فاصله ۴۱ کیلومتری از شهرستان اهواز قرار گرفته است (Hosseini Moosavi et al., 2012). مساحت این تالاب در کنوانسیون رامسر ۴۰۰ هزار هکتار به ثبت رسیده است (Changizi et al., 2024) (شکل ۱). این تالاب در اراضی بسیار مسطح و کم شیب دشت خوزستان و در دلتای رودخانه جراحی قرار دارد. تالاب بین‌المللی شادگان وسیع‌ترین تالاب ایران است و از این نظر در لیست تالاب‌های بین‌المللی رامسر قرار دارد (Hejazi et al., 2011).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی تالاب بین‌المللی شادگان

نمونه‌برداری در طول فصول پاییز و زمستان (از ابتدای آبان تا بهمن‌ماه) ۱۳۹۶ به صورت نقطه‌ای و تصادفی در ۴۶ نقطه، به وسیله قایق و با شعاع ۵۰۰ متری (Johnson, 2007) انجام شد. برای نمونه‌گیری از نقاط مختلف تالاب از روش نقطه‌ای تصادفی استفاده شد. منظور از نقطه‌ای تصادفی این است که ابتدا محدوده نقاط به صورت سیستماتیک با توجه به وضعیت دسترسی، پراکنده بودن تالاب و پوشش دادن تمامی انواع زیستگاه‌ها از جمله زیستگاه‌های باز و پوشش گیاهی کم‌تراکم، پوشش گیاهی پرتراکم، نمونه‌گیری از جزایر کوچک موجود در تالاب، نماینده انواع تیپ پوشش گیاهی بودن و همچنین سایر فاکتورها مشخص گردید و در آن محدوده به صورت تصادفی نمونه‌گیری صورت گرفت. چالش اصلی نمونه‌گیری در تالاب شادگان این است که به خاطر پدیده یوتریفیکیشن اکثر نقاط تالاب دارای پوشش گیاهی بسیار انبوه است. از آنجا که نمونه‌گیری عوامل محیط‌زیستی باید نماینده آن منطقه باشد؛ بنابراین نمونه‌گیری ممکن است به دلایل دشواری دسترسی (مناطق با پوشش گیاهی انبوه و متراکم می‌توانند دسترسی به نقاط نمونه‌گیری را بسیار مشکل کنند. این مسئله ممکن است باعث شود که نمونه‌گیری به صورت صحیح و بدون تأثیرات خارجی انجام نشود (Pekel et al., 2016)، چندگانگی اکوسیستمی (تالاب‌ها دارای تنوع بالایی از نظر ترکیب گیاهی و جغرافیایی هستند که اکوسیستم‌های متنوعی را در داخل آن ایجاد می‌کند. نمونه‌گیری اشکوب‌بندی شده نیاز به همگونی نسبی اکوسیستم‌ها دارد تا بتوان نتایج قابل اعتمادی به دست آورد (Turner and Suther, 2015)، تأثیر پوشش گیاهی بر نمونه‌ها (پوشش گیاهی می‌تواند بر ترکیب و کیفیت نمونه‌های جمع‌آوری شده تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، ریشه‌ها و مواد آلی ممکن است بر ترکیب شیمیایی نمونه‌ها تأثیرگذار باشند (Keddy, 2010)، زمان‌بر بودن فرآیند در تالاب شادگان (نمونه‌گیری در مناطق با پوشش گیاهی متراکم زمان زیادی می‌برد و ممکن است پرهزینه باشد (Zedler and Kercher, 2005) که دارای پوشش گیاهی انبوه و نفوذپذیری کم هستند،

به‌صورت مطلوب قابل اجرا نباشد. در چنین شرایطی ممکن است سایر روش‌های نمونه‌گیری از جمله روش اشکوب‌بندی کارایی بالایی نداشته باشند. تمامی داده‌های تحقیق جهت مطابقت با تغییرات اخیر، در سال ۱۴۰۲ به‌روزرسانی شدند؛ یعنی از آنجا که سازمان محیط‌زیست هر ساله در تالاب بین‌المللی شادگان تقریباً در این ایستگاه‌ها سرشماری زمستانه دارد، بنابراین اطلاعات حضور پرندگان براساس آخرین سرشماری و حضور میدانی به‌همراه آنها، به‌روزرسانی گردید. از طرفی در این ایستگاه‌ها تمامی عوامل محیط‌زیستی و انسانی احتمالی مؤثر بر حضور گونه‌ها مجدد مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات میدانی در طول روز از زمان طلوع خورشید تا ساعت ۱۴ بعدازظهر در شرایط جوی مساعد و نبود بارندگی و وزش باد شدید صورت گرفت، در طول مطالعه، موقعیت جغرافیایی هر منطقه با استفاده از GPS ثبت شد. وضعیت پرندگان آبی و خشکی‌زی با استفاده از سرشماری پرندگان با روش مشاهده مستقیم (Total Count) و با دوربین دوچشمی انجام شد. با این فرض که رابطه بین گونه‌های پرندگان و محیط تحت تأثیر عوامل محیط‌زیستی و تعاملات انسانی قرار می‌گیرد (Yuan et al., 2014)؛ دو نوع متغیر شامل عوامل محیط‌زیستی و عوامل انسانی که متغیرهای اثرگذار احتمالی در مناطق نمونه‌برداری به‌حساب می‌آمدند ثبت گردیدند. براساس اطلاعات مربوط به نحوه زندگی پرندگان و مشخصات محیط‌زیستی تالاب، هشت عامل محیط‌زیستی و انسانی شامل اکسیژن محلول در آب، هدایت الکتریکی آب، اسیدیته آب، عمق آب، دمای آب، تیپ پوشش گیاهی، عامل تراکم پوشش گیاهی و فاصله از ساکنین محلی (Gregory et al., 2002; Lai et al., 2024; Liu et al., 2024) محاسبه شد. عوامل محیط‌زیستی اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، اسیدیته، عمق، و دما توسط مولتی‌متر مدل هانا^۳ در زمستان ۱۴۰۲، اندازه‌گیری شد و در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. تیپ پوشش گیاهی غالب در منطقه سه تیپ پوشش گیاهی نیزار (*Phragmites australis*)، جگن (Cyperaceae) و علفزارهای حاشیه آب^۴ بودند. برای بررسی تیپ پوشش گیاهی منطقه ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سنتینل^۵ با وضوح بالا از منطقه مورد نظر جمع‌آوری گردید. پس از انجام تصحیحات مختلف در محیط SNAP جهت طبقه‌بندی تصاویر از روش طبقه‌بندی نظارت نشده^۶ در محیط ArcGIS نسخه ۱۰/۸ استفاده شد و طبقات تیپ پوشش گیاهی مشخص گردید. سپس با استفاده از پیمایش زمینی پوشش گیاهی غالب ایستگاه‌های مختلف به‌دست آمد. جهت ارزیابی صحت طبقات استخراج شده از GIS با داده‌های زمینی، از ابزار Confusion Matrix در محیط ArcGIS نسخه ۱۰/۵ استفاده شد. تراکم پوشش گیاهی^۷ با استفاده از تصاویر مربوط به ماهواره لندست ۸ و با استفاده از باندهای چهار و پنج تصاویر مربوط به ژانویه ۲۰۲۲ در نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۵ محاسبه گردید. پس از تهیه لایه مورد نظر، میزان تراکم پوشش گیاهی در محل مناطق نمونه‌برداری محاسبه گردید. متغیر فاصله از ساکنین محلی به‌عنوان عامل انسانی (مزاحمت انسانی) در نظر گرفته شد. میزان فاصله از ساکنین محلی با استفاده از الگوریتم فاصله در نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۵ تهیه گردید. برای تجزیه و تحلیل روابط بین عوامل محیط‌زیستی ثبت شده و پرندگان زمستان‌گذران شناسایی شده، ابتدا داده‌های حضور و عدم حضور به شاخص‌های تنوع زیستی تبدیل شد. به‌طور کلی، تبدیل داده‌های حضور/عدم حضور به شاخص‌های تنوع زیستی مانند غنای گونه‌ای، شاخص غالبیت، شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر و یکنواختی گونه‌ای کامارگو می‌تواند درک جامع‌تری از ساختار جامعه گونه‌ها ارائه دهد. این روش امکان بررسی دقیق‌تر ساختار جامعه گونه‌ها را فراهم می‌کند و می‌تواند روابط پیچیده‌تری را آشکار کند (Magurran, 2004)؛ بنابراین برای محاسبه تحلیل جایگشت لامبدا (جدول ۳) و رج‌بندی تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده (جدول ۲) از این رویکرد استفاده شد. برای این منظور به‌همراه داده‌های حضور و عدم حضور گونه‌ها، اطلاعات مربوط به تعداد گونه‌ها نیز در نظر گرفته شد و از این اطلاعات برای هر ایستگاه به‌صورت مجزا چهار شاخص تنوع زیستی به‌عنوان عوامل وابسته محاسبه شد. سپس با روش رج‌بندی که روشی برای تعیین ارتباط ترکیبی جوامع پرندگان و عوامل محیط‌زیستی است، مورد پردازش قرار گرفتند. در این بررسی، به‌منظور تعیین نوع روش رج‌بندی ابتدا به روش تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده^۸ رج‌بندی انجام گرفت و طول گرادیان اندازه‌گیری شد. پس از آن باتوجه به اندازه طول گرادیان

^۳Hanna Hi98194^۴Wet Meadows^۵Sentinel2^۶ISO Cluster Unsupervised Classification^۷NDVI^۸Detrended Correspondence Analysis (DCA)

که بیشتر از ۴ بود، برای بررسی ارتباط عوامل محیط‌زیستی با پرندگان آبی زمستان‌گذران از CCA استفاده شد. جهت استفاده از این روش ابتدا ماتریس عوامل مستقل و ماتریس عوامل وابسته تهیه شد. البته تحلیل خود داده‌های حضور/عدم حضور به‌عنوان عوامل وابسته با عوامل مستقل محیط‌زیستی نیز برای شناسایی همبستگی‌های انواع پرندگان شناسایی شده با این عوامل محیط‌زیستی می‌تواند مفید باشد (Ter Braak, 1986)؛ بنابراین با استفاده از این رویکرد مشخص گردید که چه پرندگانی با این عوامل محیط‌زیستی رابطه مثبت و یا منفی می‌توانند داشته باشند (شکل ۲). برای این منظور داده‌های حضور و عدم حضور در ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشخص شد و سپس این داده‌ها شامل ۴۶ ستون حضور و عدم حضور به‌عنوان عامل وابسته به وجود آمد و سپس تأثیر عوامل محیط‌زیستی مستقل روی آنها با استفاده از روش CCA مورد بررسی قرار گرفت. در ماتریس عوامل مستقل ستون‌های آن همان هشت عامل محیطی اندازه‌گیری شده و سطرهای آن ایستگاه‌های مورد بررسی بود. همچنین ستون‌های ماتریس وابسته شامل چهار متغیر وابسته اندازه‌گیری شده شامل غنای گونه‌ای، شاخص غالبیت، شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر و یکنواختی-گونه‌ای کامارگو و سطرهای آن ایستگاه‌های نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. برای تعیین اهمیت نسبی عوامل مستقل محیط‌زیستی بر پراکنش پرندگان آبی منطقه، از روش جایگشت مونت کارلو (Monte Carlo Permutation) برای محاسبه مقدار لامبدای هر یک از محورها قانونی استفاده شد (Jongman et al., 1995; Lai et al., 2024). کلیه پردازش‌ها با استفاده از نرم‌افزار CANOCO نسخه ۴/۵ انجام شد. جهت بررسی میزان همبستگی بین عوامل با توجه به اینکه هم عامل طبقه‌ای (تیپ پوشش گیاهی) و هم عامل پیوسته وجود داشت، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. آزمون رتبه‌ای اسپیرمن یک آزمون آماری است که برای مقایسه متغیرهای طبقه‌ای بیش از دو طبقه و متغیرهای پیوسته استفاده می‌شود. این آزمون به این معنی است که ما می‌توانیم متغیرهایی که به چندین طبقه تقسیم شده‌اند را با متغیرهای پیوسته مقایسه کنیم و ببینیم آیا بین آنها تفاوت یا رابطه وجود دارد یا خیر (Siegel and Castellan, 1988).

یافته‌های پژوهش

نتایج مشخص نمود که هیچ همبستگی بیشتر از ۰/۸ بین متغیرهای محیطی وجود ندارد، بنابراین متغیرها به‌طور مستقل عمل می‌کنند (جدول ۱). نتایج تحلیل همبستگی قانونی نشان داد که مقادیر ویژه و همبستگی بین گونه-محیط در دو محور اول قانونی بسیار بالاتر از دو محور دیگر است و همچنین درصد واریانس داده‌های گونه و رابطه گونه-محیط بر روی این دو محور کمتر از دو محور آخر است یعنی اینکه داده‌ها بر روی این دو محور پراکندگی کمتری دارند یا می‌توان گفت داده‌ها به میانگین نزدیک‌ترند و نیز دو محور اول ارتباط گونه-محیط را به‌طور تقریبی به ترتیب ۲۵/۷ و ۵۰/۲ نشان می‌دهند، پس در کل دو محور اول قانونی می‌تواند توضیح خوبی برای رابطه گونه-محیط باشند و تغییرات عوامل محیط‌زیستی منطقه و تنوع پرندگان را توجیه کند. بنابراین، محورهای یک و دو بیشترین تغییرات تنوع پرندگان را به‌خود اختصاص داده‌اند. تمام محورهای قانونی ۱۶/۵ درصد واریانس گونه و ۷۶/۲ درصد واریانس رابطه گونه-محیط را توضیح می‌دهند. دو محور اول ۱۰/۹ درصد از واریانس گونه و ۵۰/۲ از واریانس رابطه گونه-محیط را نشان دادند. همبستگی بین گونه-محیط برای همه محورها مثبت و مستقیم است و در محور اول و دوم بیشترین همبستگی را دارند. این همبستگی‌ها نشان‌دهنده قوت و قدرت توضیحی متغیرهای محیط‌زیستی روی ترکیب جامعه پرندگان است (جدول ۲). عوامل محیط‌زیستی در تالاب بین‌المللی شادگان بر روی محورهای قانونی اول و دوم قرار دارند. ایستگاه‌های هفت، ده، شانزده، هفده، نوزده، بیست‌ویک، بیست‌وشش، بیست‌وهفت و بیست‌وهشت که بیشتر شامل گونه‌های کاکایی بزرگ (*Larus ichthyæetus*)، چوب‌پا (*Himantopus himantopus*) و ماهی‌خورک ابلق (*Ceryle rudis*) می‌باشند، با عوامل محیط‌زیستی فاصله از ساکنین محلی و اکسیژن محلول، عمق، هدایت الکتریکی و تیپ پوشش گیاهی رابطه مثبت دارند. این ایستگاه‌ها همچنین با عوامل دما و اسیدیته و متغیر تراکم پوشش گیاهی رابطه منفی دارند؛ پس هرچه از ساکنین محلی دورتر شوند و عمق بیشتر و دما و اسیدیته محیط کمتر باشد، زیستگاه‌های مربوطه برای این پرندگان مطلوب‌تر می‌شوند. همچنین ایستگاه‌های یک، دو، سه، چهار، شش، هشت، ده، دوازده، پانزده، بیست، بیست‌و دو و بیست‌سه که بیشتر گونه‌هایی همانند حواصیل‌زرد (*Ardeola ralloides*),
(*Ardeola ralloides*)

اگر ت ساحلی (*Egretta gularis*)، چنگر معمولی (*Fulica atra*)، اردک مرمری (*Marmaronetta angustirostris*) و کشیم-کوچک (*Tachybaptus ruficollis*) در آنها وجود دارد، با عوامل فاصله از ساکنین محلی و اکسیژن محلول، عمق، هدایت الکتریکی و تیپ پوشش گیاهی رابطه منفی داشته و با عوامل اسیدیته و شاخص تراکم پوشش گیاهی و دما رابطه و همبستگی مثبت دارند، پس با افزایش اسیدیته و کاهش فاصله تا ساکنین محلی، مطلوبیت ایستگاه های مذکور برای این پرندگان افزایش می یابد (شکل های ۲ و ۳). نتایج تحلیل لامبدا جهت تعیین مهم ترین عامل مؤثر بر پراکنش پرندگان زمستان گذران نیز نشان داد که تیپ پوشش گیاهی با مقدار ($p\text{-value}=0/001$) و بیشترین مقدار f ($f=1/91$) مهمترین عامل تأثیرگذار بر پراکندگی پرندگان آبی است و از آنجا که تیپ پوشش گیاهی در این مطالعه بیانگر عوامل محیط زیستی است، در نتیجه از بین دو عامل عوامل محیط زیستی و مزاحمت های انسانی، عوامل محیط زیستی عوامل مؤثرتر بر پراکنش پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان در مطالعه حاضر می باشند. علاوه بر تیپ پوشش گیاهی، فاصله از ساکنین محلی و دما از مهمترین عوامل پراکندگی پرندگان زمستان گذران در این تالاب بودند (جدول ۳).

جدول ۱- نتایج تحلیل همبستگی بین عوامل محیط زیستی در تالاب بین المللی شادگان

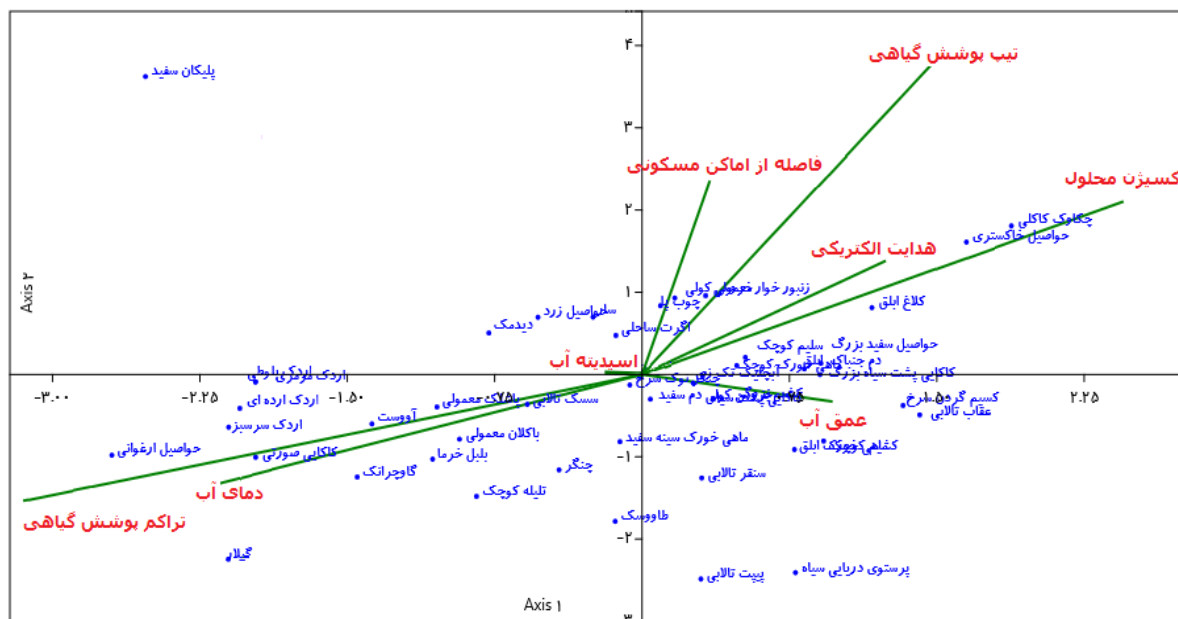
عوامل محیط زیستی	اکسیژن محلول	هدایت الکتریکی	اسیدیته	دما	عمق	شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI)	تیپ پوشش گیاهی	فاصله از ساکنین محلی
	۱/۰۰۰	۰/۵۱۱۱	۱/۰۰۰	-۰/۱۲۷۸	-۰/۲۴۴۹	-۰/۳۷۸۳	-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
			۱/۰۰۰	-۰/۰۰۵۳	-۰/۳۴۴۹	-۰/۳۷۸۳	-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
				۱/۰۰۰	-۰/۳۴۴۹	-۰/۳۷۸۳	-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
					۱/۰۰۰	-۰/۳۷۸۳	-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
						۱/۰۰۰	-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
							-۰/۴۳۴۰	۱/۰۰۰
								۱/۰۰۰
								۱/۰۰۰
								۱/۰۰۰
								۱/۰۰۰

جدول ۲- جدول رج بندی تحلیل تطبیقی قوس گیری شده (DCA) برای گونه های پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان

محورها	۱	۲	۳	۴
مقادیر ویژه	۰/۲۳۶	۰/۲۲۵	۰/۱۳۰	۰/۱۰۸
همبستگی بین گونه-محیط	۰/۸۸۶	۰/۸۲۳	۰/۷۷۰	۰/۶۹۸
درصد واریانس داده های گونه	۵/۶	۱۰/۹	۱۳/۹	۱۶/۵
درصد واریانس تجمعی رابطه گونه-محیط	۲۵/۷	۵۰/۲	۶۴/۴	۷۶/۲

جدول ۳- نتایج تحلیل جایگشت لامبدا جهت تعیین اهمیت نسبی عوامل محیط زیستی مؤثر بر پرندگان زمستان گذران تالاب بین المللی شادگان

ردیف	عوامل محیط زیستی	f	P-value
۱	اکسیژن محلول	۰/۹۴	۰/۵۷۱
۲	هدایت الکتریکی	۰/۴۵	۰/۹۹۱
۳	اسیدیته	۰/۴۷	۰/۹۸۸
۴	عمق	۰/۴۷	۰/۳۸۳
۵	دما آب	۱/۴۵	۰/۰۶۵
۶	تیپ پوشش گیاهی	۱/۹۱	۰/۰۰۱
۷	شاخص تراکم پوشش گیاهی	۱/۳۷	۰/۰۷۲
۸	فاصله از ساکنین محلی	۱/۴۶	۰/۰۷۰



شکل ۲- نمودار پراکندگی CCA، پراکنش پرندگان در ارتباط با عوامل محیط‌زیستی در تالاب بین‌المللی شادگان بر روی محورهای اول و دوم

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، از تحلیل CCA و تحلیل Wilk's Lambda برای بررسی رابطه بین عوامل محیط‌زیستی و گونه‌های پرندگان زمستان‌گذران در تالاب بین‌المللی شادگان استفاده شد. در مرحله اول، با استفاده از DCA مناسب بودن تحلیل چندمتغیره مستقیم برای داده‌های تنوع گونه‌های پرندگان مورد بررسی قرار گرفت. در همین راستا، بزرگ‌ترین طول گردان از اولین محور دسته‌بندی DCA مقدار ۴/۴۲۷ بود که نشان‌دهنده مدل پاسخ تک مدلی مناسب است (Yuan et al., 2014; Bahrami and Ghorbani, 2016)؛ بنابراین، آزمون CCA همراه با CCA نسبی در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. بررسی مقیاس نمونه‌برداری‌های متعدد در پرندگان نشان داد که مقیاس نمونه‌برداری از عوامل مهم در بررسی مطلوبیت به حساب می‌آید و بسیاری از مطالعات بر مقیاس متوسط با قطعه نمونه ۵۰۰ متر × ۵۰۰ متر تا ۲ کیلومتر متمرکز شده است (Heikkinen et al., 2004; Taleshi and Akbariani, 2011). در این مطالعه، مقیاس مطالعه با شعاع ۵۰۰ متر انجام شد. برای تعیین اینکه آیا مقیاس، می‌تواند بر نتایج حاصل از مطالعه ما تأثیرگذار باشد، باید مطالعات بیشتر با مقیاس‌های مختلف انجام شود. بسیاری از مطالعات مشابه نشان داد که داده‌های نتایج پرندگان حداقل برای یک سال قابل اعتماد است (Fuller et al., 1997; Söderström et al., 2001). مطالعات رابطه بین پراکندگی گونه‌های پرندگان و عوامل محیط‌زیستی به‌طور عمده در تأثیر زیستگاه و عوامل انسانی متمرکز شده است (Chapman and Reich, 2007; Yuan et al., 2014). در این مطالعه، ارتباط قابل توجه بین دو گروه متغیرهای مستقل محیط‌زیستی و فراوانی پرندگان آبی در تالاب بین‌المللی شادگان با استفاده از CCA تأیید شد. نتایج نشان داد همانند سایر مطالعات (Yuan et al., 2013; Yuan et al., 2014)، عوامل محیط‌زیستی و مزاحمت‌های انسانی هر دو بر روی تنوع و فراوانی پرندگان زمستان‌گذران تأثیر گذارند، اما عامل مؤثرتر بر پراکنش پرندگان زمستان‌گذران، تیب پوشش گیاهی با مقدار $p < 0.001$ (value = $f(1/91) = 1.91$) بود. بنابراین به‌عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه اجتماع پرندگان آبی و خشکی‌زی در تالاب بین‌المللی شادگان محسوب می‌شود و از آنجا که تیب پوشش گیاهی در این مطالعه بیانگر متغیر زیستگاهی است، در نتیجه از بین دو عامل عوامل محیط‌زیستی و مزاحمت‌های انسانی، عوامل محیط‌زیستی عوامل مؤثرتر بر پراکنش پرندگان زمستان‌گذران تالاب بین‌المللی شادگان در مطالعه حاضر هستند (جدول ۴). اگر چه سایر مطالعات نیز مشخص نموده‌اند که پرندگان با پوشش گیاهی تالاب رابطه مستقیم داشته و از پوشش گیاهی آن به‌عنوان منبع غذایی و محل اختفا و پناهگاه استفاده می‌کنند

(Behrouzi Rad, 2014). به طور کلی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب تالاب و همچنین عمق آب تالاب، اندازه تالاب، پوشش گیاهی تالاب، در دسترس بودن غذا و دیگر منابع و امنیت تالاب از مهمترین عواملی هستند که بر مطلوبیت و انتخاب زیستگاه توسط پرندگان آبی تأثیر می گذارند. هر گروه از پرندگان بخش خاصی از یک زیستگاه آبی را ترجیح می دهند که پوشش گیاهی، غذا و امنیت لازم را برای آنها فراهم می کند (Balapure et al., 2013). فاکتورهای اساسی مورد نیاز پرندگان (آب، غذا، امنیت و پناهگاه) نقش اساسی در حضور پرندگان در زیستگاه های آبی دارند، ولی سیمای طبیعی و امکان دسترسی پرندگان به هریک از فاکتورهای مورد نیاز، نیز در حضور آنها مؤثر است (Behrouzi Rad, 2014). نتایج این تحقیق نشان داد که همانند سایر مطالعات (Desgranges et al., 2006) تیپ پوشش گیاهی و دمای آب می تواند ارتباط قوی با فراوانی و تراکم پرندگان داشته باشد. مطلوب بودن زیستگاه تالابی همان طور که توسط تراکم پرندگان قابل اندازه گیری است، می تواند به طور قابل توجهی براساس تغییرات در عمق آب نیز سنجیده شود (Desgranges et al., 2006). از طرف دیگر عمق آب، براساس نوع تغذیه پرندگان گیاهان آبی خاص و متنوعی را در اختیار هر گونه از پرندگان گیاه خوار و دانه خوار قرار دهد و بستر مناسبی را برای زیست پرندگان آبی در تالاب فراهم نماید (Fredrickson and Reid, 1998). پرندگان آبی و کنار آبی منطقه به صورت مهاجر زمستان گذران بوده و جمعیت بعد از فصل زمستان رو به کاهش می گذارد که از دلایل بسیار مهم آن عدم فراهم بودن شرایط مورد نیاز گونه های آبی به ویژه افزایش گرما در فصل تابستان و عدم وجود تیپ پوشش گیاهی مناسب است (Behrouzi Rad and Hasan Zadeh Kiabi, 2008). عوامل محیط زیستی انتخاب شده در مطالعه اخیر به خوبی رابطه گونه با محیط را تفسیر کردند. مطالعات قبلی نشان داد که فراوانی گونه های پرندگان در نزدیکی مناطق مسکونی رو به کاهش است (Summers et al., 2011). نتایج این تحقیق نشان داد که لزوماً این فرضیه برای همه گونه ها صادق نیست. همچنین افزایش اسیدیته نیز برای برخی گونه ها مثل چنگر و اردک مرمری مطلوب است. در این زمینه هم توجیه بوم شناختی و هم رفتاری می توان داشت. از لحاظ بوم شناختی افزایش اسیدیته آب ممکن است باعث کاهش برخی از گونه های بی مهرگان آبی شود که رقابت غذایی با این پرندگان دارند. این امر می تواند دسترسی به منابع غذایی برای چنگر معمولی و اردک مرمری را افزایش دهد (Crowther and Bradford, 2013). همچنین برخی از گونه های گیاهی که در آب های اسیدی بهتر رشد می کنند، ممکن است زیستگاه بهتری برای این پرندگان فراهم کنند. این گیاهان می توانند پناهگاه، مکان تخم گذاری، و منابع غذایی اضافی فراهم کنند (Robinson and Holmes, 1984). در برخی موارد، افزایش اسیدیته ممکن است باعث کاهش تعداد شکارچیان طبیعی این پرندگان شود، که در نتیجه بقای بیشتری برای آنها فراهم می کند (Crowther and Bradford, 2013). از لحاظ رفتاری پرندگانی مانند چنگر معمولی و اردک مرمری ممکن است به زیستگاه های نزدیک به مناطق مسکونی بیشتر جذب شوند، زیرا ممکن است غذا و پناهگاه در این مناطق بیشتر فراهم باشد (Hamer and McDonnell, 2008). از طرفی در نزدیکی مناطق مسکونی، این پرندگان ممکن است با گونه های دیگری که در مناطق وحشی تر بیشتر دیده می شوند، رقابت کمتری داشته باشند (Parker and Sutherland, 1986). برخی از گونه ها به حضور انسان عادت کرده اند و می توانند از مزایای این نزدیکی، مانند دسترسی آسان تر به غذا و محافظت در برابر شکارچیان، بهره مند شوند (Hamer and McDonnell, 2008). نتایج نشان داد که همانند سایر مطالعات گونه های وابسته به کنار آب و پوشش گیاهی زیاد به مناطق مسکونی نزدیک تر می شوند (Darvill et al., 2023) تا پرندگانی که جهت تغذیه به مناطق عمیق و یا باز آبی نیاز دارند. این اختلاف ممکن است تا حدی به دلیل ویژگی های خاص تالاب بین المللی شادگان باشد؛ زیرا در این تالاب مردم بومی به شدت در برابر حضور شکارچیان عکس العمل نشان می دهند و امنیت خوبی در مناطق نزدیک به روستاها برقرار است و به علاوه وجود احشام آنها در آب و مناطق دارای پوشش گیاهی و دفع مدفوع آنها در نزدیکی مناطق مسکونی منجر به پر غذایی در مناطق نزدیک به انسان ها شده (Numbere, 2023) و می تواند خیلی از پرندگان از جمله پرندگان کنار آبی و خشکی زی که وابسته به مناطق پوشش گیاهی زیاد هستند را افزایش دهد. از طرفی اکثر مناطق باز آبی و دارای تراکم کم پوشش گیاهی در مناطق دور از مناطق مسکونی قرار دارند و بعضی از پرندگان، به خصوص پرندگان آبی مانند مرغابی سانان، ترجیح می دهند به دلیل وجود امنیت بالا از این مناطق استفاده کنند. کیفیت آب مورد نیاز برای پرندگان آبی برای رشد و تغذیه طبیعی شامل میانگین دمای آب ۹ تا ۳۹ درجه سانتی گراد و اکسیژن محلول ۱ تا ۱۶ میلی گرم در لیتر است (Rehman et al., 2020). رابطه بسیار قوی بین دمای آب و اکسیژن محلول در آب وجود دارد به طوری که با افزایش دمای آب اکسیژن محلول کاهش می یابد (Mishra et al., 2023). مقدار

اکسیژن محلول نشان داد که با افزایش مقدار آن، شرایط زیستگاهی بهبود می‌یابد. از آنجا که میزان پایین اکسیژن نشان‌دهنده وجود آلاینده‌ها در آب است (Mishra *et al.*, 2023). ولی در تالاب بین‌المللی شادگان احتمالاً به دلیل ورود حجم زیاد آب و بارندگی‌های زمستانی در منطقه، آلودگی‌ها کمتر است. بنابراین کیفیت خوب زیستگاه در مناطقی با Do بالا منجر به افزایش تنوع گونه‌ای پرندگان آن شده است. به‌طور کلی می‌توان پرندگان موجود در تالاب را براساس نوع استفاده از زیستگاه به دو گروه تقسیم نمود. گروه اول پرندگانی که وابسته به حضور انسان هستند و تغذیه و امنیت آنها در این مناطق تأمین می‌شود و گروه دوم که مناطق باز و کم تراکم گیاهی را به‌عنوان مناطق مطلوب زیستگاهی انتخاب می‌نمایند و امنیت آنها با دور شدن از انسان تأمین می‌شود. بنابراین لازم است در این تالاب در امر مدیریت زیستگاه برای پرندگان زمستان‌گذران این امر مهم در نظر گرفته شود تا بیشترین بازدهی مدیریتی ایجاد شود. این مطالعه نقش حیاتی در حفاظت از گونه‌های پرندگان زمستان‌گذار در تالاب بین‌المللی شادگان دارد. با شناسایی عوامل محیط‌زیستی که بر پراکنش و فراوانی پرندگان تأثیر می‌گذارند، می‌توان به ایجاد برنامه‌های حفاظتی مؤثرتر و مدیریت بهتر زیستگاه‌های آبی منطقه پرداخت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بهبود شرایط زیستگاهی از طریق حفاظت و تقویت پوشش گیاهی مناسب و کاهش مزاحمت‌های انسانی می‌تواند به افزایش تنوع و جمعیت پرندگان منجر شود. همچنین، اطلاعات حاصل از این مطالعه می‌تواند به‌عنوان مرجعی برای سیاست‌گذاران و مدیران محیط‌زیست در جهت توسعه و اجرای طرح‌های حفاظتی برای حفظ تنوع زیستی این تالاب و دیگر زیستگاه‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

References

- Amat, J.A., Green, A.J., 2010. Waterbirds as Bioindicators of Environmental Conditions. In: Hurford, C., Schneider, M., Cowx, I. (eds) Conservation Monitoring in Freshwater Habitats. Springer, Dordrecht.
- Bahrami, B., Ghorbani, A., 2016. Investigation and determining environmental factors affecting on distribution of rangeland habitats in Southeast of Sabalan. Natural Ecosystems of Iran 7(1), 33-44.
- Balapure, S., Dutta, S., Vyas, V., 2013. Physico-chemical factors affecting the distribution of wetland birds of Barna Reservoir in Narmada Basin, Central India. International Journal of Biodiversity and Conservation 5(12), 817-825.
- Behrouzi Rad, B., 2014. Waterbirds Population, Species Diversity and Similarity Fluctuation in Relation to Water Pollution in Miangaran Wetland in South of Iran. International Journal of Marine Science 4, 1-5.
- Behrouzi Rad, B., Hasan Zadeh Kiabi, B., 2008. Identification and Seasonal Comparison of Diversity and Abundance of Waterbirds of Kolahi and Tiab Wetlands at Tangeh Hormoz. Environmental Sciences 5(3), 113-126.
- Changizi, M., Savari, A., Dashti, S., Orak, N., Karimi, F., 2024. An approach to ecosystem-based wetland management (EBWM): the case of the Shadegan wetland, Iran. Wetlands Ecology and Management 32, 857-885.
- Chapman, K.A., Reich, P.B., 2007. Land use and habitat gradients determine bird community diversity and abundance in suburban, rural and reserve landscapes of Minnesota, USA. Biological Conservation 135, 527-541.
- Crowther, T.W., Bradford, M.A., 2013. The role of acidity in determining the abundance and distribution of aquatic species. Journal of Ecology 101(3), 710-718.
- Darvill, R., Westphal, A.M., Flemming, S.A., Drever, M.C., 2023. Abundance Estimates for Marsh Bird Species in the Columbia Wetlands, British Columbia, Canada. Waterbirds 45(3), 266-276.
- Desgranges, J., Ingram, J., Morin, J., Savage, C., Borcarad, D., 2006. Modelling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario st: Lawrence River hydrosystem. Environmental Monitoring and Assessment 113, 329-365.
- Fredrickson, L.H., Reid, F., 1998. Waterfowl Management Handbooks: Water fowl Use of wetland complexes, wildlife university of Missouri-columbia fisheries. Fish and Wildlife Leaflet 13, 1-6.
- Fuller, R.J., Trevelyan, R.J., Hudson, R.W., 1997. Landscape composition models for breeding bird populations in lowland English farmland over a 20-year period. Ecography 20, 295-307.
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Donald, P.F., 2002. Bird census and survey techniques. European Bird Census Council.

- Hamer, A.J., McDonnell, M.J., 2008. Factors influencing amphibian occurrence and movement in urban environments. *Landscape and Urban Planning* 81(1-2), 23-32.
- He, N., Guo, W., Wang, H., Yu, L., Cheng, S., Huang, L., Jiao, X., Chen, W., Zhou, H., 2023. Temporal and Spatial Variations in Landscape Habitat Quality under Multiple Land-Use/Land-Cover Scenarios Based on the PLUS-InVEST Model in the Yangtze River Basin. *China Land Science* 12(7), 1-19.
- Heikkinen, R.K., Lout, M., Virkkala, R., Rainier, K., 2004. Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural-forest mosaic. *Applied. Ecology* 41, 824-835.
- Hejazi, S.J., Zareie, R., Goodarzi, M., 2011. Study and evaluation of geographical and environmental effects of tourism using AHP model (case study: Shadegan international lagoon). *Journal of wetland ecobiology* 3(9), 59-70. (In Persian)
- Hosseini, S.M., Amini, A., Saba, M.S., 2012. Study on Changing Trend of Wintering Waterfowls and Waders in Hoor Al-Azim and Shadegan Wetlands (2007-2010). *Journal of Wetland Ecobiology* 3(12), 69-80 (In Persian)
- Jensen, J.R., 2004. Digital change detection: Introductory digital image processing. A remote Sensing. Prentice Hall, 252 p.
- Johnson, M., 2007. Measuring habitat quality, a review. *The Condor* 109, 489-504.
- Jones, D.A., Hansen, A.J., Bly, K., Doherty, K., Verschuyt, J.P., Paugh, J.I., Carle, R. Story, S.J., 2009. Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. *Remote Sensing of Environment* 113, 1346-1356.
- Keddy, P.A., 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge University Press.
- Kroeger, S.B., Hanslin, H.M., Lennartsson, T., D'Amico, M., Kollmann, J., Fischer, C., Albertsen, E., Speed, J.D., 2022. Impacts of roads on bird species richness: A meta-analysis considering road types, habitats and feeding guilds. *Science of The Total Environment* 812, 1-10.
- Lai, J., Wang, Y., Huang, T., Lyu, Y., Zhao, Y., Liu, J., 2024. Maximum entropy analysis of bird diversity and environmental variables in Nanjing Megapolis, China. *Sustainability* 16(4), 123-140.
- Laiolo, P., 2002. Effects of habitat structure: floral composition and diversity on a forest bird community in north-western Italy. *Folia Zoologica* 51, 121-128.
- Liu, Z., Hu, W., Ma, L., Huang, X., Zhao, Y., 2024. Spatio-temporal variations of vegetation cover and its influencing factors in highland lake basin. *Frontiers in Environmental Science* 12, 1502208.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science.
- Mukherjee, A., Pal, S., Adhikari, S., Mukhopadhyay, S.K., 2022. Physical habitat attributes influence diversity and turnover of waterbirds wintering at wetlands on Central Asian and East Asian-Australasian Flyways in Eastern India. *Wetlands* 42(5), 50.
- Numbere, A.O., 2023. Chapter 17 - Impact of anthropogenic activities on mangrove forest health in urban areas of the Niger Delta: its susceptibility and sustainability. In: Chatterjee, U., Pradhan, B., Kumar, S., et al. (eds), *Water, Land, and Forest Susceptibility and Sustainability*. Academic Press 2, 459-480.
- Parker, G.A., Sutherland, W.J., 1986. Ideal free distributions when individuals differ in competitive ability: Phenotype-limited ideal free models. *Animal Behavior* 34(4), 1222-1242.
- Pekel, J. F., Cazabat, L., Defourny, P. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 540(7633), 418-422.
- Robinson, S.K., Holmes, R.T., 1984. Effects of plant species and vegetation structure on the winter habitat use by forest birds. *Ecology* 65(1), 9-15.
- Siegel, S., Castellan, N.J., 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Söderström, B., Pärt, T., Linnarsson, E., 2001. Grazing effects on between-year variation of farmland communities. *Ecological Applications* 11, 1141-1150.
- Summers, P.D., Cunningham, G.M., Faring, L., 2011. Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise?. *Journal of Applied Ecology* 48, 1527-1534.
- Taleshi, H., Akbarinia, M., 2011. Biodiversity of woody and herbaceous vegetation species in relation to environmental factors in lowland forests of eastern Nowshahr. *Iranian journal of Biology* 24(5), 766-777. (In Persian)
- Ter Braak, C.J.F., 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology* 67(5), 1167-1179.

- Tian, Z., Huo, D., Yi, K., Que, J., Lu, Z., Hou, J., 2024. Evaluation of Suitable Habitats for Birds Based on MaxEnt and Google Earth Engine—A Case Study of Baer's Pochard (*Aythya baeri*) in Baiyangdian, China. *Remote Sensing* 16(1), 64.
- Tomaselli, V., Mantino, F., Tarantino, C., Albanese, G., Adamo, M., 2023. Changing landscapes: habitat monitoring and land transformation in a long-time used Mediterranean coastal wetland. *Wetlands Ecology and Management* 31(1), 31-58.
- Torras, O., Saura, S., 2008. Effects of silvicultural treatment on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. *Forest Ecology and Management* 255, 3322-3330.
- Turner, R.E., Suther, D.M., 2015. Microtopographic heterogeneity and the distributions of wetland vegetation. *Vegetatio* 68(2), 135-147.
- Williams, A.K. 2003. The influence of probability of detection when modeling species occurrence using GIS and survey data. Virginia Polytechnic Institute and State University, 281 p.
- Yuan, Y., Liang, J., Huang, L., Long, Y., Shen, S., Peng, Y., Wu, H., Zeng, G., 2013. Effects of environmental factors on the distribution of dominant wintering waterfowl species in East Dongting Lake wetland, South-central China. *China Journal of Applied Ecology* 24, 527-534.
- Yuan, Y., Zeng, G., Liang, J., Li, X., Li, Z., Zhang, C., Huang, L., Lai, X., Lu, L., Wu, H., Yu, X., 2014. Effects of landscape structure, habitat and human disturbance on birds: A case study in East Dongting Lake wetland. *Ecological Engineering* 67, 67-75.
- Zedler, J. B., Kercher, S., 2005. Wetland resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources* 30(1), 39-74.