



## Original Research Paper

## Desirable habitat modeling of the Whooper Swan (*Cygnus cygnus*) in the international wetland of Fereydunkenar using the multi-criteria evaluation (MCE) method

Javad Delpasand, Seyed Mahmoud Ghasempoori \*, Mehdi Gholamalifard, Elham Haghshenas

Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

### Key Words

Evaluation  
Desired Habitat Quality  
Weighted Linear Combination (WLC)  
Aquatic and Riparian Birds  
Mazandaran

### Abstract

**Introduction:** Evaluating and determining the suitability of a habitat is a practical approach to conserving and managing ecosystems, essentially wildlife management. The wintering migratory birds, including the Caspian Snowcock, are at risk of losing their wintering habitats due to potential threats. Therefore, identifying suitable habitats is essential for the largest colonies of this species.

**Materials & Methods:** A combination of Multi-Criteria Evaluation (MCE) and Geographic Information System (GIS) methods was used. The main variables used in this study include land use, slope, aspect, distance from roads, distance from rivers, distance from water sources, distance from livestock areas, distance from the sea, and residential areas in Fereydunkenar. The weight of each variable was determined based on previous studies and field surveys, and then the variables were combined and overlaid using the Weighted Linear Combination (WLC) model.

**Results:** Ultimately, six areas with the highest suitability were identified as alternative habitats for the Caspian Snowcock, which are located near livestock areas. Although livestock areas are used as hunting grounds due to their structural characteristics, shooting restrictions exist around these areas during autumn and winter seasons, and they have a higher dispersion in the northern and northeastern parts. The accuracy assessment results (ROC) yielded a suitability map with an accuracy of 0.701.

**Conclusion:** In this study, distance from residential areas, distance from main and secondary roads had the highest weight in habitat selection. Therefore, security can be considered the most important factor in habitat selection. Considering the current trend of habitat destruction in Iran, managing alternative habitats and proposing them as the most suitable habitats for protecting Caspian Snowcock populations is recommended.

\* Corresponding Author's email: [ghasempm@modares.ac.ir](mailto:ghasempm@modares.ac.ir)

Received: 22 June 2023; Reviewed: 27 July 2023; Revised: 29 August 2023; Accepted: 31 October 2023

(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.3.5

## مقاله پژوهشی

## مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوی فریادکش (*Cygnus cygnus*) در تالاب بین‌المللی فریدونکنار با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره (MCE)

جواد دلپسند، سید محمود قاسمیپوری\*، مهدی غلامعلی‌فرد، الهام حق‌شناس

گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

## کلمات کلیدی

## چکیده

ارزیابی  
سطح مطلوبیت  
زیستگاه  
ترکیب خطی وزنی  
(WLC)  
پرنده‌گان آبی و کنار  
آبی  
مازندران

**مقدمه:** ارزیابی و تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی راه عملی برای حفظ و مدیریت زیستگاه یا مدیریت حیات وحش است. قوهای فریادکش یکی از پرنده‌گان مهاجر زمستان‌گذاران ایران می‌باشند که با توجه به خطر احتمالی از دست رفتن زیستگاه‌های زمستان‌گذرانی برای بزرگ‌ترین کلونی‌های این گونه، تعیین زیستگاه‌های مطلوب امری ضروری است.

**مواد و روش‌ها:** تلفیق روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCE) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده گردید. متغیرهای اصلی شامل: کاربری اراضی، شیب، جهت، فاصله از جاده‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از آب‌بندان‌ها، فاصله از دامگاه‌ها، فاصله از دریا و مناطق مسکونی فریدونکنار می‌باشند. وزن هر یک از معیارها براساس مطالعات قبلی و مطالعات میدانی تعیین گردید و سپس با استفاده از مدل WLC ترکیب و روی هم‌گذاری متغیرها انجام شد.

**نتایج:** در نهایت ۶ منطقه با بیش‌ترین مطلوبیت به‌عنوان زیستگاه‌های جایگزین برای قوی فریادکش تعیین گردید که در نزدیکی دامگاه‌ها قرار دارند. هر چند دامگاه‌ها به‌علت ویژگی‌های تشکیلاتی به‌عنوان مکان‌هایی برای صید استفاده می‌گردد ولی امنیت و ممنوعیت تیراندازی در اطراف دامگاه‌ها در فصل پاییز و زمستان وجود دارد و در قسمت‌های شمالی و شمال‌شرقی پراکنده‌گی بیش‌تری دارند. نتایج حاصل از ارزیابی صحت (ROC) نقشه مطلوبیت ۰/۷۰۱ به‌دست آمد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** در این تحقیق، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده‌های اصلی و فرعی بیش‌ترین وزن را در انتخاب زیستگاه داشته است. بنابراین امنیت می‌تواند مهم‌ترین فاکتور برای انتخاب زیستگاه باشد. با توجه به روند کنونی تخریب زیستگاه‌های حیات‌وحش در ایران مدیریت زیستگاه‌های جایگزین و پیشنهادی به‌عنوان مطلوب‌ترین زیستگاه‌ها برای حفاظت عملی از جمعیت‌های قوی فریادکش پیشنهاد می‌گردد.

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ghasempm@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱ تیر ۱۴۰۲؛ تاریخ داوری: ۵ مرداد ۱۴۰۲؛ تاریخ اصلاح: ۷ شهریور ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۹ آبان ۱۴۰۲  
(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.3.5

## مقدمه

تعیین مطلوبیت زیستگاه تاثیر به سزایی بر بقاء گونه‌ها، مدیریت زیستگاه‌ها و حفاظت از حیات وحش خواهد داشت (۱۴). ارزیابی مطلوبیت زیستگاه به مدیران حیات وحش کمک می‌کند تا با صرف زمان و هزینه کم‌تر، عوامل تهدیدکننده جمعیت‌ها و زیستگاه بالفعل و بالقوه را با توجه به نیازهای گونه شناسایی کند (۲، ۳). در سال‌های اخیر روش‌های مدل‌سازی زیستگاه توسعه زیادی یافته‌اند، این مدل‌ها قادرند مشخص نمایند که یک گونه در چه مناطقی حضور دارد و در چه مناطقی می‌تواند حضور داشته باشد (۴). مهم‌ترین روش‌های مدل‌سازی زیستگاه گونه براساس داده‌های تعلیمی (حضور، عدم حضور و فراوانی گونه) تقسیم می‌شوند (۱۷) که نیازمند داده‌های پراکنش و حضور می‌باشد ولی در اکثر موارد به دلیل فقر اطلاعات از نحوه پراکنش گونه‌ها تهیه این داده‌ها به خصوص در مورد گونه‌های نادر اغلب پرهزینه و زمان‌بر است (۳۱). یک راه‌حل برون‌رفت از این مشکل استفاده از اطلاعات موجود درباره شرایط اکولوژیکی بوده و این کار در مواردی استفاده می‌شود که مدل‌هایی برپایه اطلاعات عینی در دسترس نباشد که روش ارزیابی چندمعیاره (MCE: Multi-Criteria Evaluation) از جمله این مدل‌هاست (۱۳). در این روش برای تعیین بهترین مناطق زیست گونه براساس معیارهای به کار رفته، به‌طور هم‌زمان بهترین گزینه و مناسب‌ترین شرایط انتخاب می‌شود. ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر سیستم‌اطلاعات جغرافیایی معمولاً شامل مجموعه معیارهای مکانی (نقشه‌ها) است که با مقادیر ارزیابی ترکیب می‌شوند (۱۱، ۲۴). روش ارزیابی چندمعیاره بیش از دوده دهه است که در انجام مدل‌سازی وزنی و زیستگاه گونه در خشکی (۲۵، ۲۸) و هم‌چنین برای گونه‌های دریایی مانند پستانداران دریایی و ماهیان مورد استفاده قرار گرفته است (۲۴). از جمله مطالعات انجام شده با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه در خشکی، می‌توان به مطالعه Rahdari اشاره کرد که ارزیابی مطلوبیت زیستگاه خرس سیاه (*Ursus thibetanus*)، مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، مهم‌ترین معیارها و محدودیت‌های موثر شناسایی شدند و به روش فازی و بولین استاندارد و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP: Analytical Hierarchy process) وزن‌دهی صورت گرفت؛ سپس روی هم‌گذاری معیارها و محدودیت‌ها با استفاده از روش WLC صورت گرفت و مدل مطلوبیت سرزمین به‌عنوان زیستگاه خرس سیاه تهیه شد (۳۷). در مطالعه‌ای دیگر که توسط Granados-Dieseldorff (۱۹) انجام گرفت به مطالعه مطلوبیت زیستگاهی ماهی *Lutjanus analis* در سواحل برزیل پرداخت. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که این مدل کارایی مناسب برای مدل‌سازی مطلوبیت

زیستگاهی گونه‌های دریایی را دارد. روش WLC یکی از روش‌های متداول در ارزیابی چندمعیاره است که کاربرد وسیعی در GIS پیدا کرده است (۱۲) و در فرآیند ارزیابی و مطلوبیت مناطق بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش هر معیار استاندارد شده در وزن متناظر آن ضرب شده و نتایج تمامی فاکتورها با یکدیگر جمع و بر تعداد معیارها تقسیم می‌شوند (۳۹). از جمله مطالعات انجام شده در زمینه بررسی مطلوبیت زیستگاه برای پرندگان آبی می‌توان به مطالعه Dong و همکاران، در غرب Songnen کشور چین (۹)؛ Sebastião و González و همکاران، در مناطق کشاورزی در اسپانیا (۴۱)؛ Tian و همکاران، در شانگهای چین (۴۴) و هم‌چنین به مطالعه‌ای بر اساس شاخص مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای پرندگان آبی نظیر قوهای کوچک در دریاچه IJsselmeer در هلند توسط Lee و همکاران، اشاره کرد (۴۰). قوی فریادکش با نام عمومی (Whooper swan) و نام علمی (*Cygnus cygnus*) گونه‌ای از قوها بوده و به خانواده غازسانان (Anseriformes) تعلق دارد (۴). زیستگاه‌هایی که قوهای فریادکش انتخاب می‌کنند، محدوده جغرافیایی گسترده‌ای را شامل می‌گردد. به طوری که در زیستگاه‌هایی با آب تازه مانند زیستگاه تالابی از آب‌های کم‌عمق تا عمیق، دریاچه‌های عمیق و یا رودخانه متصل به تالاب‌های کم‌عمق، زمین‌های کشاورزی، شالیزارها، باتلاق و مراتعی حضور دارند (۳۳). با توجه به افزایش جمعیت قوهای فریادکش و روند افزایشی استفاده از زمین‌های کشاورزی توسط این گونه در بسیاری از نقاط جهان و ایران، لازم است تا با ارزیابی سرزمین، زیستگاه‌های مطلوب برای این گونه شناسایی شود تا اقدامات حفاظتی هدفمند بر پایه اطلاعات مکانی انجام گردد (۳۶، ۳۷). زیستگاه‌های انتخاب شده توسط این گونه در ایران بیش‌تر مناطق تالابی و نزدیک به رودخانه‌ها هستند (۶). در بین مناطق حفاظت شده محیط زیست در شمال ایران، در طول سال‌های گذشته تالاب‌های انزلی و میانکاله به ترتیب در غرب و شرق سواحل خزر و تالاب‌های فریدونکنار در منطقه مرکزی مازندران زیستگاه زمستان‌گذران تعداد معدودی از این پرنده بوده است. در بین این تالاب‌ها، تالاب بین‌المللی فریدونکنار نسبت به دو تالاب مذکور کلونی‌های بزرگ‌تری از گونه هدف را در سال‌های اخیر در خود جای داده است (۸). این تالاب در جنوب شرقی شهر فریدونکنار با مساحت ۵۴۲۸ هکتاری با مجموعه متنوعی از گیاهان و جانوران آبی، به یکی از غنی‌ترین اکوسیستم‌های تالابی شمال کشور تبدیل شده است. اهمیت این تالاب به علت حضور گونه در معرض انقراض درنای سبیری و هم‌چنین پرندگان زمستان‌گذران نظیر قو، غاز پازرد، عروس غاز، عقاب دریایی، کشیم و سایر گونه‌ها می‌باشد (۲۵). در اکثر مطالعات، محققین به بررسی کیفی زیستگاه‌های انتخابی توسط پرندگان آبی پرداخته‌اند و کم‌تر مطالعه‌ای به صورت کمی

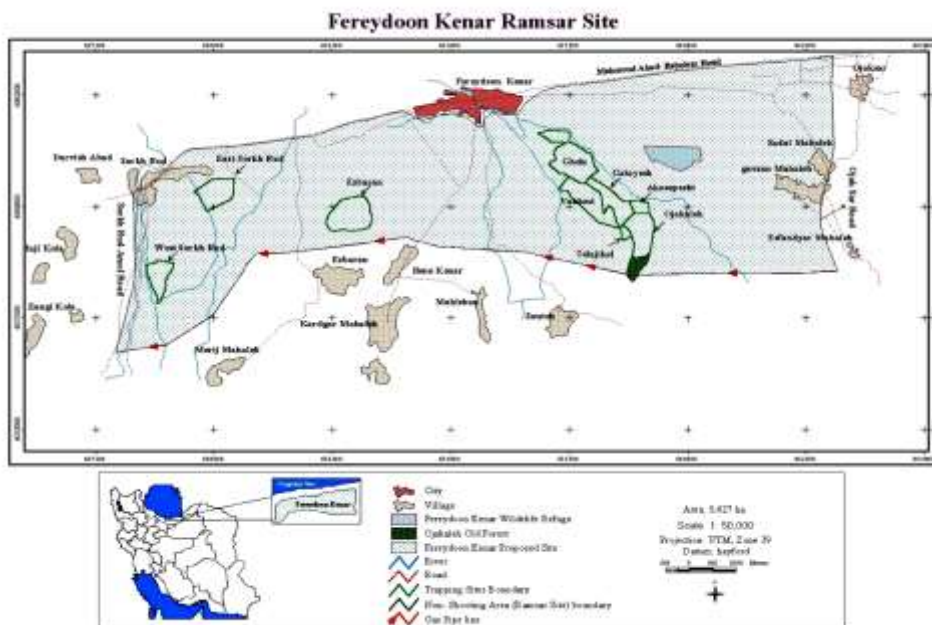
۳۶' تا ۳۹" و ۳۶' عرض شمالی واقع شده است. منطقه مزبور از سمت شرق به جاده اجاکسر، از غرب به جاده سرخورد- آمل، از شمال به جاده اصلی محمودآباد- فریدونکنار و از جنوب به جاده گاز محدود می‌گردد. این منطقه یکی از ۲۲ سایت ثبت شده در پیمان نامه بین‌المللی رامسدر ایران می‌باشد (۷). علاوه بر ثبت بین‌المللی، این تالاب هم‌چنین توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست تحت عناوینی مانند منطقه شکار ممنوع (کل منطقه) و پناهگاه حیات وحش (۴۸ هکتار از منطقه) حفاظت می‌شود (۱۳). مجموعه تالابی دارای تپ تالاب‌های مصنوعی یا انسان‌ساخت می‌باشد که در واقع همان زمین‌های زراعی هستند که در بهار و تابستان زیر کشت برنج رفته و در پائیز زمستان توسط آب نهرها و رودخانه‌ها به صورت غرقابی درآمد و با توجه به وسعت و عمق، مقادیر متفاوتی آب در خود ذخیره می‌نمایند (شکل ۱).

**روش پژوهش:** روند اجرایی این تحقیق طی سه مرحله می‌باشد. گام اول: جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مراکز و سازمان‌های زیربند و تشکیل پایگاه داده، گام دوم: آماده‌سازی معیارها و فاکتورها و گام سوم: وزن‌دهی و استاندارد سازی معیارها و روی هم‌گذاری آن‌ها با استفاده از روش WLC در نرم‌افزار IDRISI خلاصه می‌گردد (شکل ۲).

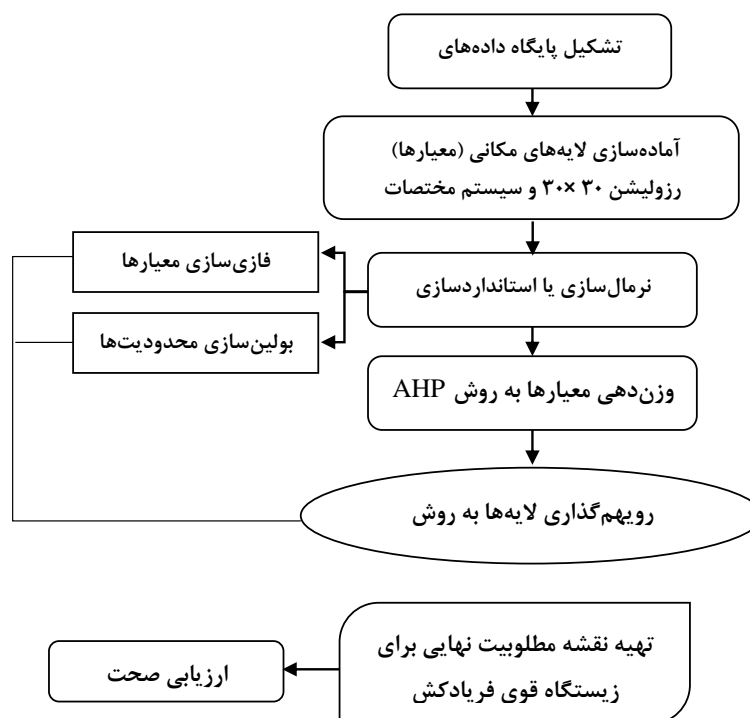
زیستگاه انتخابی توسط پرندگان آبی را مورد بررسی قرار داده است. بنابراین در این تحقیق علاوه بر استفاده از معیارهای کمی، با کمی کردن بعضی از عوامل کیفی، نظیر امنیت و وجود آبندها که نقش مهمی در حضور این پرندگان دارد به تعیین زیستگاه‌های مطلوب می‌پردازد. از طرفی با توجه به روند تخریب زیستگاه این گونه و در نتیجه افزایش حضور آن‌ها در بخش‌های کشاورزی درگیری‌های بین مدیران حیات وحش و کشاورزان بوجود آمده است. بنابراین با توجه به حضور کلونی‌های بزرگی از قوهای فریادکش در منطقه فریدونکنار پیشنهاد یافتن زیستگاه مطلوب برای مقابله با بحران احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعه حاضر با به‌کارگیری روش AHP به منظور وزن‌دهی معیارها، هم‌چنین توابع عضویت فازی و روش WLC به مدل‌سازی مطلوبیت قوی فریادکش در تالاب بین‌المللی فریدونکنار پرداخته شده است.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** مجموعه تالاب فریدونکنار با نام کامل "آب بندان‌های فریدونکنار، ازباران و سرخورد" با وسعتی معادل ۵۴۲۷ هکتار و با ارتفاع متوسط ۲۳- متر زیر سطح دریاهای آزاد در محدوده جغرافیایی ۲۶" و ۵۲" تا ۳۶" و ۵۲" طول شرقی و ۳۸" و



شکل ۱: نقشه کلی کمپلکس تالابی فریدونکنار در سال ۱۴۰۲ (۱۳)



شکل ۲: مراحل تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه به روش WLC

می‌گردد (۲۶). انتخاب توابع عضویت مورد نیاز برای استانداردسازی، به اطلاعات کاربر درباره چگونگی تغییر مطلوبیت برای هر فاکتور وابسته است که در این مطالعه استانداردسازی براساس میزان مطلوبیت معیارهای معرفی شده برای حضور قوی فریادکش انجام شده است. هم‌چنین فضای تصمیم‌گیری به‌واسطه مجموعه محدودیت‌هایی که در رابطه با متغیرهای تصمیم‌گیری اعمال می‌گردند، تعیین حدود می‌گردند. فاکتورها به مقیاس پیوسته مطلوبیت از ۰ تا ۲۵۵ (روش فازی) استاندارد می‌شوند و محدودیت‌ها به دو طبقه مطلوب (۱) و نامطلوب (۰) تقسیم می‌گردد.

**وزن‌دهی معیارها به روش AHP:** فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است مبتنی بر دانش کارشناسی است و برای تصمیم‌گیری‌های چند معیاره پیچیده، به منظور دستیابی به نتایج علمی و قابل قبول استفاده می‌شود. در این روش، در ابتدا با استفاده از دانش کارشناسی و مرور منابع، لیست طولی از متغیرها تعیین می‌شوند و سپس اهمیت هر یک از معیارها از طریق مقایسات زوجی بین معیارها مشخص می‌شود. مقیاس وزن‌دهی شامل اعداد صحیح در بازه ۱ تا ۹ می‌باشد (جدول ۲)، که عدد یک نشان از اهمیت برابر دو معیار دارد و عدد ۹ نشان از اهمیت بسیار زیاد معیار اول نسبت به معیار دوم دارد (۱۸).

**تهیه پایگاه داده مکانی:** پایگاه داده‌های مکانی نیاز اولیه تشخیص، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است. به‌منظور تشکیل پایگاه داده مورد نیاز برای انجام پژوهش، لایه‌های رقومی لازم از سازمان نقشه‌برداری کشور، اداره کل حفاظت محیط زیست و آب منطقه‌ای واقع در استان مازندران جمع‌آوری گردید؛ بخشی از اطلاعات نیز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و تصاویر ماهواره‌ای حاصل گردید. سپس با انجام اصلاحاتی مانند رقومی کردن داده‌ها، یکسان کردن اندازه سلول‌ها، یکسان کردن سیستم مختصات جغرافیایی و برش تصویر بر روی داده‌های اولیه، لایه‌ها آماده برای اجرای مدل شدند.

**معیارهای قانون تصمیم تحقیق:** معیارها مبنای اصلی تصمیم بوده که قابلیت اندازه‌گیری و ارزیابی دارند و شامل دو نوع محدودیت (Constraints) و فاکتور (Factor) هستند. برای تعیین یک قانون تصمیم و استفاده از ارزیابی چندمعیاره نیاز به تعریف و تعیین معیارها می‌باشد؛ در جدول ۱، معیارهای قانون تصمیم، منبع تهیه و هم‌چنین توضیحاتی در مورد دلایل انتخاب آن‌ها ارائه گردیده است. مقیاس تمامی نقشه‌ها ۱:۲۵۰۰۰ است.

**استانداردسازی (Fuzzy) معیارها:** به دلیل وجود واحدهای متفاوت در اندازه‌گیری معیارها نیاز است تا در فرایند تصمیم‌گیری، معیارها استاندارد شوند و برای این امر از توابع عضویت فازی استفاده

جدول ۱: معیارهای قانون تصمیم

ردیف	عنوان	منبع تهیه	توضیحات
۱	توپوگرافی	سازمان نقشه برداری کشور	نقشه ارتفاع از لایه توپوگرافی و نقشه‌های شیب و جهت از نقشه ارتفاع تهیه گردید. بر اساس مطالعات Downey و همکاران (۱۰) شیب‌های کم‌تر از ۳ درصد برای لانه‌سازی پرندگان آبی مناسب در نظر گرفته شده بود. با توجه به وسعت کم و جلگه‌ای بودن منطقه مورد مطالعه از تاثیر ارتفاع چشم پوشی شد.
۲	کاربری‌ها	اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران	بر اساس مطالعات Rees و همکاران (۳۸) مهم‌ترین زیستگاه‌ها برای این گونه شامل مزارعی با باقی مانده محصولات کشاورزی، مراتع آبگرفته، زمین‌های چمن و آبندها می‌باشد. بنابراین بعد از طبقه‌بندی کاربری‌ها با توجه به اهمیت کاربری‌ها در توزیع و فراوانی پرندگان آبی، کاربری‌های آبی و کشاورزی دارای مطلوبیت و سایر کاربری‌ها بی ارزش هستند.
۳	جاده‌ها	اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران	بر اساس مطالعات Downey و همکاران (۱۰) یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب زیستگاه توسط گونه‌های حیات وحش، امنیت (تردد ماشین، انسان، عدم شکار و...) می‌باشد. هم‌چنین بر اساس مطالعات Nabavi (۳۰) در تعیین تراکم و تنوع گونه‌ای پرندگان آبی در تالاب شادگان نتایج بیان می‌کند قسمت‌های جنوبی تالاب به علت عمق مناسب آب، امنیت و دوری از جاده‌ها از تراکم و تنوع بالایی از برخوردار می‌باشد. بنابراین بعد از تهیه نقشه جاده‌ها از سازمان محیط زیست این نقشه در محیط GIS به دو جاده درجه یک و درجه دو تفکیک گردید. علت این تفکیک امنیت بیش تر جاده‌های خاکی (درجه دو) نسبت به امنیت کم‌تر در جاده‌های آسفالت (درجه یک) در همان فاصله مکانی می‌باشد.
۴	دامگاه‌ها	سازمان آب منطقه‌ای مازندران	بر اساس نظریه Quan و همکاران (۳۶) دو فاکتور مهمی که بر روی جمعیت پرندگان آبی و کنار آبی مهاجر اثر می‌گذارد شکار و صید و دستکاری زیستگاهی می‌باشد. کاربری دامگاه در حقیقت مناطقی است که جزء مناطق تیراندازی ممنوع محسوب می‌گردد. از طرفی دیگر در خود دامگاه‌ها شکار توسط توره‌های صیادی صورت می‌گیرد.
۵	رودخانه‌ها	اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران	رودخانه‌ها به علت داشتن آب جاری منبع مهمی برای زندگی پرندگان آبی هستند. طبق بررسی‌های Ahmadpour و همکاران (۱) بیش‌ترین تجمع پرندگان آبی و کنار آبی در دهانه رودخانه‌ها و آبندهای ساحلی نظیر فریدونکنار صورت می‌گیرد. Brazil (۴) عنوان کرد، بیش‌ترین تجمع قوهای فریادکش در دهانه وردی رودخانه‌ها و دریاچه‌های کم عمق بود.
۶	منطقه فریدونکنار	اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران	منطقه فریدونکنار به علت موقعیت کلی و ویژه خود ژئستگاه مناسبی برای بسیاری از گونه‌های پرندگان از جمله گونه‌های در خطر انقراض غاز پا زرد، درنا سیبری و عروس غاز می‌باشد.
۷	مناطق مسکونی	اداره کل حفاظت محیط زیست مازندران	وجود مناطق مسکونی به‌عنوان عامل اساسی در عدم امنیت برای گونه‌های حیات وحش محسوب می‌شود. طبق مطالعاتی که Rees و همکاران (۳۸) بر روی رفتارهای قوهای فریادکش در اثر فعالیت انسان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که قوها به‌علت خوگرفتن با فعالیت انسانی در فاصله کمی از انسان‌ها حضور دارند.
۸	فاصله از دریا	تعیین خط مرزی دریا از گوگل ارث	با توجه به این‌که قوهای فریادکش در ارتفاعات زیاد از مسیرهای دریایی مهاجرت می‌کنند بنابراین زیستگاه خود را با فاصله مناسب از دریا انتخاب کرده تا در صورت اختلالات زیستگاهی و عدم امنیت در زیستگاه به سمت مسیر دریایی حرکت کنند.
۹	آب‌بندان	استخراج از نقشه کاربری	طبق مطالعات Sebastián-González و همکاران (۴۱) مهم‌ترین عامل در حضور و فراوانی گونه‌ها در آبندها به فاصله آن‌ها از هم و دوری و نزدیکی از تالاب‌ها بستگی دارد. بر اساس مطالعات Paracuellos و همکاران (۳۲) وجود آبندها را یکی از عوامل موثر در فراوانی و توزیع پرندگان آبی در تالاب‌ها معرفی کرده است.

جدول ۲: ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص i نسبت به j مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص i دارای ارجحیت خیلی بیش‌تری از j است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص مطلقاً i از j مهم‌تر و قابل مقایسه با j نیست.
۱۲ و ۱۴ و ۱۶ و ۱۸ و ۲۰ و ۲۲ و ۲۴ و ۲۶ و ۲۸ و ۳۰ و ۳۲ و ۳۴ و ۳۶ و ۳۸ و ۴۰ و ۴۲ و ۴۴ و ۴۶ و ۴۸ و ۵۰		ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای I است.

زیستگاهی با مطلوبیت مساوی و بیش از ۲۱۰ و وسعت کم تر از ۶ هکتار حذف می‌گردد و سایت‌های نهایی مشخص می‌گردد.

**ارزیابی صحت:** ارزیابی صحت با بازدید میدانی و بر مبنای شاخص ROC انجام شد. از آماره AUC/ROC در دامنه ۰-۱ بر اساس محاسبه درصد مثبت کاذب و درصد مثبت واقعی به منظور مقایسه یک تصویر پیوسته شایستگی با یک تصویر بولین (نقاط حضور قوی فریادکش) استفاده می‌شود که ارزش ۱ نشان‌دهنده توافق مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافق تصادفی است (۰/۱، ۰/۳۵).

## نتایج

**فازی سازی معیارها:** تصاویر معیارهای فازی شده در شکل ۳ و هم‌چنین نوع و شکل توابع فازی مورد استفاده در هر معیار در جدول ۳ ارائه شده است.

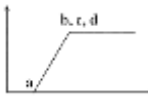
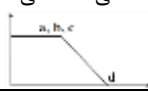
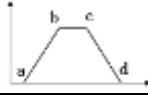
### مدل سازی ارزیابی چندمعیاره (MCE): روش ترکیب خطی

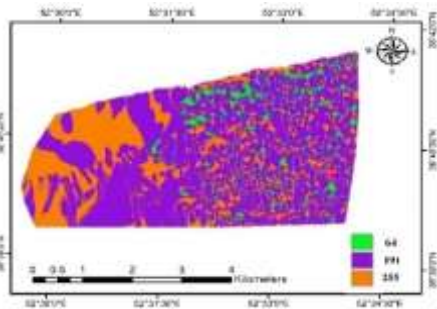
وزن‌دار (رابطه ۱) رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چند معیاری است. ابتدا همه معیارها در وزن فاکتور (وزن جبران) ضرب می‌شود (رابطه ۱). در این رابطه، S نشان‌دهنده میزان مطلوبیت،  $W_i$  نشان دهنده وزن فاکتور  $i$  و  $X_i$  امتیاز معیار در فاکتور  $i$  می‌باشد. سپس با ضرب کردن در نتایج محدودیت ( $C_i$ )، مناطق دارای ارزش صفر حذف می‌شوند و فقط مناطق مناسب باقی می‌ماند (۳۷).

$$S = \sum_{i=1}^n [W_i \cdot X_i \cdot C_i] \quad \text{رابطه ۱}$$

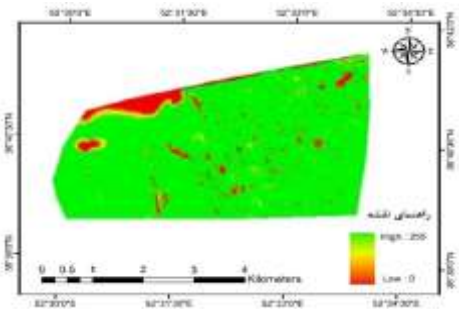
بعد از تهیه نقشه مطلوبیت نهایی حاصل از خروجی مدل، با توجه به مطالعات Gayet و همکاران (۱۷) حداقل مساحت زیستگاهی مورد نیاز برای قوها ۱۰ تا ۳۰ هکتار و براساس مطالعات Paracuellos مساحت زیستگاهی مناسب برای قوها بالا ۱۰ هکتار در نظر گرفته شد (۳۲). بنابراین با استناد بر این مطالعات و حضور در منطقه، برای انتخاب مطلوب‌ترین زیستگاه‌ها و بیش‌ترین وسعت، طبقات

جدول ۳: نوع و شکل توابع فازی معیارهای مورد استفاده در این مطالعه

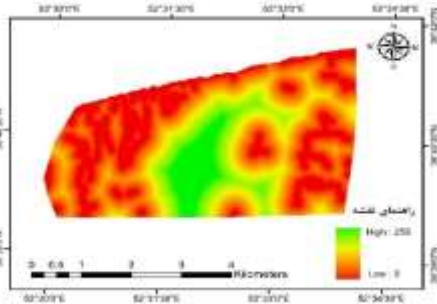
محدودیت	نقاط کنترل				شکل و نوع تابع	واحد	معیار
	d	c	b	a			
۰ تا ۴۰۰	-	-	۱۴۳۱	۴۰۰	خطی - افزایشی 	متر	فاصله از جاده‌های اصلی (AR)
۰ تا ۲۰۰	-	-	۳۹۰۷	۲۰۰	خطی - افزایشی		فاصله از جاده‌های فرعی (UR)
ندارد		۶۲۴۵	۱۰۰	۰	خطی - کاهشی 		فاصله از رودخانه‌ها (RV)
۰ تا ۱۰۰۰	-	-	۱۰۴۲۵	۰	خطی - کاهشی		فاصله از دریا (MD)
۰ تا ۹۰۰	-	-	۳۶۰۵	۶۰۰	خطی - افزایشی		فاصله از مناطق مسکونی (AR)
۰ تا ۱۰۰	۶۲۲۴	۷۰۰	۳۰۰	۱۰۰	خطی - متقارن 		فاصله از دامگاه‌ها (DD)
ندارد	-	-	۳۷۴۶	۰	خطی - کاهشی		فاصله از آب بدن‌ها (DW)
ندارد	-	-	۵۵۰۵	۰	خطی - کاهشی		فاصله تالاب فریادکنار (DF)
کاربری‌هایی مسکونی، جنگل، مناطق ساحلی، بستر رودخانه‌ها	-	-	۵	۳	خطی - افزایشی		کاربری (LU)
کم‌تر از ۰/۸ و بیش‌تر از ۱۲	-	-	۵	۱	خطی - افزایشی		شیب (DS)
ندارد	-	-	۳	۱	خطی - افزایشی		جهت (DA)



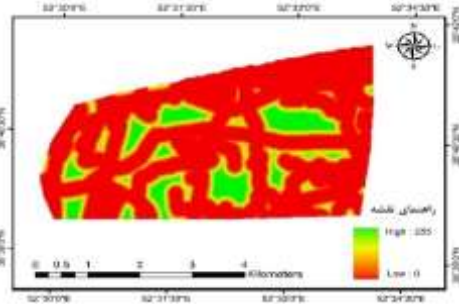
الف



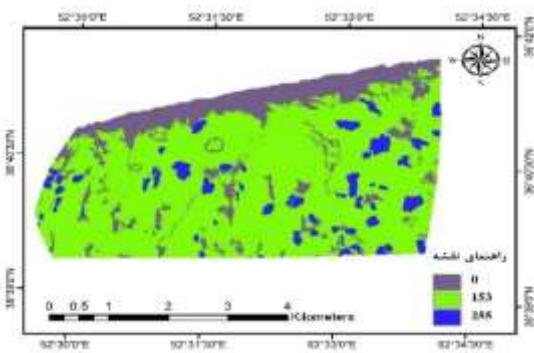
ب



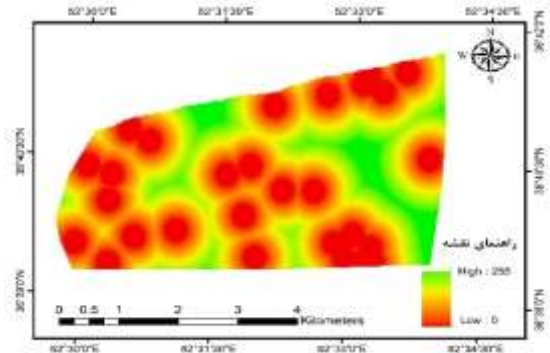
ج



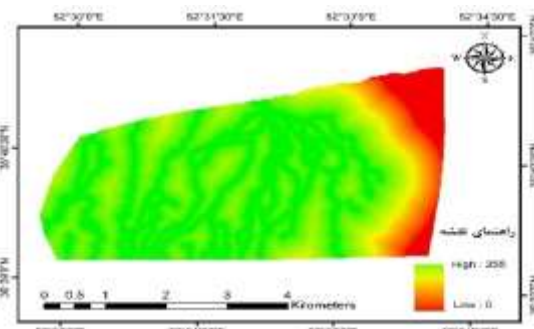
د



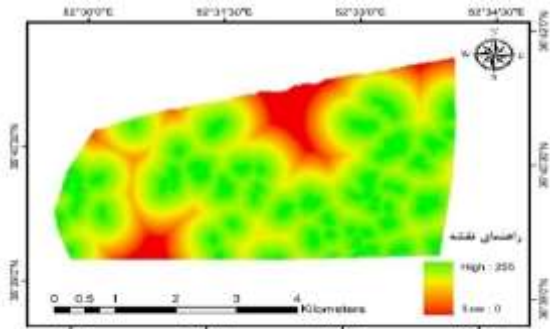
ه



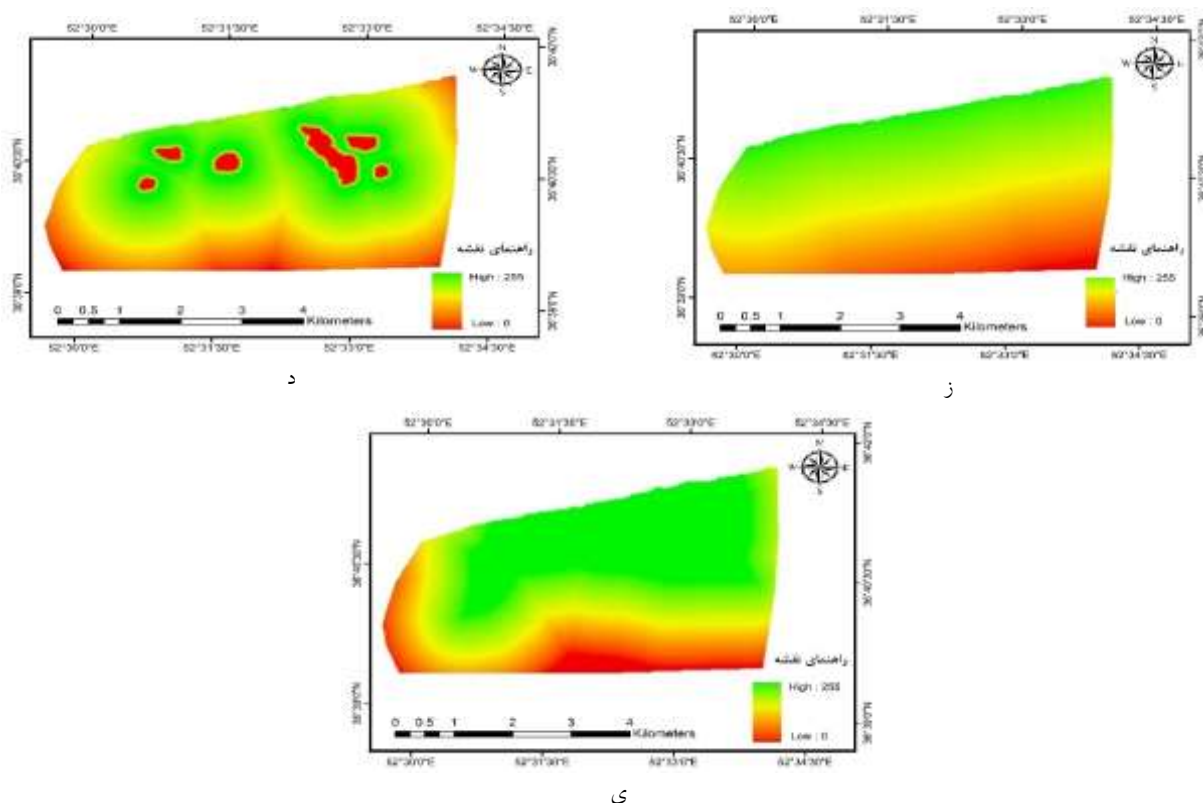
و



ز



ح



شکل ۳: تصاویر خروجی فازی معیارهای مدل سازی مطلوبیت زیستگاه قوی فریادکش، الف) شیب، ب) جهت، پ) جاده اصلی، ت) جاده فرعی، ث) مناطق مسکونی، ج) کاربری اراضی، د) آب‌بندان، ر) رودخانه، ز) فاصله از دریا، د) دامگاه، ی) فاصله تالاب

مناطق دارای بیشترین مطلوبیت با رنگ سبز مشخص شده است. بعد از مشخص شدن نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه و اعمال محدودیت‌ها، مناطقی که دارای حداقل مساحت کم‌تر از ۶ هکتار و نیز میزان مطلوبیت مساوی و بیش از ۲۱۰ هستند انتخاب شدند. نقشه خروجی به دست آمده ۶ زیستگاه را به عنوان زیستگاه‌های جایگزین برای قوهای فریادکش معرفی می‌کند (شکل ۶).

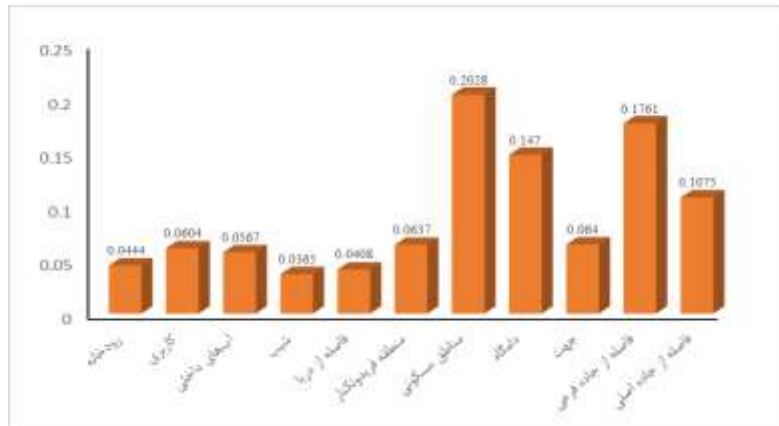
**ارزیابی صحت:** میزان شاخص ROC برای نقشه مطلوبیت زیستگاه براساس داده‌های حضور ۰/۷۰۱ به دست آمد. در شکل ۶ داده‌های حضور با زیستگاه‌های مطلوب جایگزین براساس نتایج حاصل از روش WLC نشان داده شده است. همان‌طور که این نقشه بیان می‌کند حضور قوها بیش‌تر در اطراف دامگاه‌ها می‌باشد. وجود امنیت در اطراف این کاربری‌ها، آب‌بندان‌ها (وجود آب) و وجود منابع غذایی حاصل از کشاورزی مهم‌ترین دلایل حضور قوها در اطراف دامگاه‌ها می‌باشد.

**وزن دهی معیارها:** به منظور ارزیابی با استفاده از روش WLC

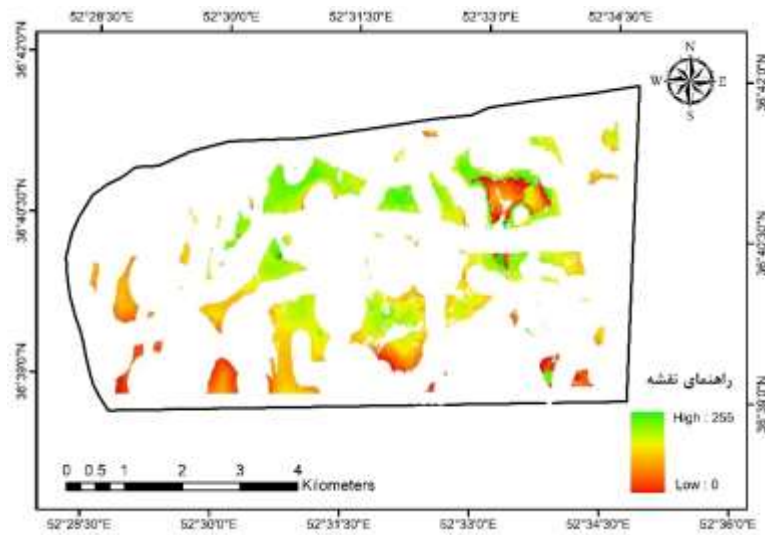
ابتدا وزن هر یک از معیار براساس نظر کارشناسی تعیین شد، سپس وزن هر یک از معیارها به روش AHP در نرم‌افزار IDIRSI تعیین شد (شکل ۴). در نهایت نتیجه ناسازگاری‌ها مقایسه‌های زوجی معدل ۰/۰۷ به دست آمد که قابل قبول و مطلوب است. براساس شکل ۴، معیارهای فاصله تا مناطق مسکونی (۰/۲۰۲۸) و فاصله تا جاده فرعی (۰/۱۷۶۱) و بعد از آن فاصله تا دامگاه (۰/۱۴۷) و فاصله تا جاده اصلی (۰/۱۰۷۵) بیش‌ترین امتیاز را در بین فاکتورها در نظر گرفته شده به خود اختصاص داده‌اند و معیارهای شیب (۰/۰۳۶۵) و فاصله از دریا (۰/۰۴۰۸) کم‌ترین وزن را در بین فاکتورها کسب کرده‌اند.

**نقشه مطلوبیت زیستگاه:** شکل ۵ نقشه خروجی نهایی مطلوبیت

زیستگاه برای قوی فریادکش با استفاده از روش WLC را به صورت درجاتی از مطلوبیت را از ۰ تا ۲۵۵ نشان می‌دهد. در این شکل،



شکل ۴: وزن تعیین شده برای هر معیار از طریق روش



شکل ۵: نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه



شکل ۶: نقشه نهایی زیستگاه‌های مطلوب و تطبیق آن با داده‌های حضور قوی فریادکش

## بحث

با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین مناطق مطلوب برای زیستگاه قوی فریادکش در نزدیکی دامگاهها قرار دارد. هر چند دامگاهها به علت ویژگیهای تشکیلاتی به عنوان مکانهایی برای صید استفاده می‌گردد ولی امنیت و ممنوعیت تیراندازی در اطراف دامگاهها در فصل پاییز و زمستان وجود دارد (۵). این مناطق در قسمت‌های شمالی و شمال شرقی پراکندگی بیش‌تری دارند. شاید یکی دیگر از دلایل کاهش مطلوبیت در قسمت‌های جنوبی فاصله از دریا و افزایش ارتفاع باشد. هر چند به علت وسعت کم منطقه مطالعاتی ارتفاع تأثیر چندانی ندارد. با توجه به کوچک بودن منطقه مورد مطالعه، تغییرات شیب، ارتفاع و جهت بسیار کم می‌باشد. پرنندگان آبی و کنار آبی از جمله قوهای فریادکش زیستگاههایی با ارتفاع و شیب کم را انتخاب می‌کنند. بنابراین با توجه به ارتفاع کم منطقه (حداکثر ارتفاع ۳ متر)، شیب متوسط ۰.۳٪ و نیز جهت غالب شمالی، این ۳ فاکتور تأثیر چندانی بر انتخاب زیستگاه در منطقه مورد مطالعه ندارد (۴۲، ۴۳). به علت تشدید کشاورزی در مناطق زمستان‌گذاران قوهای فریادکش، طی چند دهه اخیر حضور این گونه در زمین‌های کشاورزی افزایش یافته است. از آنجا که کاربری کشاورزی در منطقه مورد مطالعاتی بیشترین طبقه را به خود اختصاص داده این عامل نیز نمی‌تواند به عنوان فاکتوری در حضور یا عدم حضور قوها تأثیر زیادی داشته باشد. بنابراین بیشترین بخش منطقه مطالعاتی قابلیت حضور قوها را خواهد داشت. افزایش جمعیت قوها در زمین‌های کشاورزی در دانمارک نیز از سال ۱۹۹۱ تا سال ۱۹۹۳ براساس مطالعات Laubek و همکاران، ثبت شده است؛ به نحوی که حدود ۸۰ درصد قوها در مناطق کشاورزی با عمق کم آب حضور داشتند (۲۱). بنابراین کاربری‌های کشاورزی و مناطق آبی از بیشترین مطلوبیت برای این گونه برخوردار است. فاکتور دیگری که در حضور قوها و به‌طور کل پرنندگان آبی در منطقه مطرح می‌باشد وجود رودخانه‌ها و آبندها است. وجود رودخانه‌ها و آبندها در رودخانه‌ها و آبندهای متعدد در منطقه فریدونکنار منجر به تجمع و فراوانی پرنندگان آبی می‌گردد. اکثر آبندهای موجود در منطقه مطالعاتی در تابستان و بهار به عنوان کاربری کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آبندها به علت باقی ماندن محصولات زراعی، در زمستان و پاییز زیستگاه مناسبی برای پرنندگان آبی و کنار آبی محسوب می‌شوند. رودخانه‌هایی با عمق کم‌تر از ۱ متر، جریان ملایم آب، pH مناسب و مواد غذایی کافی مکان‌های مناسبی برای استراحت و تغذیه قوها هستند. با توجه به نتایج مطالعات Sebastián-González و همکاران (۴۱) و Paracuellos (۲۲) دوری و نزدیکی آبندها نسبت به هم و تراکم آن‌ها نقش مهمی در حضور و فراوانی گونه‌های آبی دارد.

امنیت یکی دیگر از عوامل حضور و عدم حضور قوها در یک زیستگاه می‌باشد. امنیت می‌تواند شامل دوری از جاده‌ها، مناطق مسکونی و نزدیکی به مناطق شکار ممنوع و سایر موارد باشد. با این وجود طی چند دهه اخیر قوها ترس خود را از مردم از دست داده‌اند و در بعضی از کشورها از جمله ژاپن محل‌های نزدیک مناطق روستایی را برای تغذیه انتخاب می‌کنند. در مطالعه‌ای توسط Begleri و همکاران، بر روی ارزیابی مطلوبیت زیستگاه غاز پیشانی سفید (*Anser albifrons*) (Scopoli, 1769) در ایران که با مدل BIOMOD انجام گرفت که نتایج نشان داد، پارامترهایی نظیر میزان بارش سالیانه، فاصله تا زمین‌های کشاورزی دیم، بارش گرم‌ترین فصل سال و فاصله تا تالاب‌ها، بیشترین تأثیر را در پراکنش غاز پیشانی سفید دارند (۱۵)؛ این در حالی است که در مطالعه حاضر معیارهای فاصله تا مناطق مسکونی، فاصله تا جاده فرعی و بعد از آن فاصله تا دامگاه و فاصله تا جاده اصلی بیشترین اهمیت را دارند. هم‌چنین در مطالعه‌ای که توسط Li و همکاران، جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای محیط زیستی و چگونگی انتخاب زیستگاه توسط غاز پیشانی سفید با استفاده از پکیج BIOMOD انجام شد، مشخص گردید که پارامترهای مرتبط با اقلیم و توپوگرافی نظیر میزان دما و بارش، ارتفاع شیب و فاصله تا نزدیک‌ترین آب‌های داخلی با نحوه پراکنش این گونه در زیستگاه‌های مطلوب زمستان‌گذرانی زادآوری و دوره‌های مختلف مهاجرت در ارتباط هستند (۲۳). در مطالعه حاضر نیز میزان اهمیت پارامترهای توپوگرافی و فاصله تا آب‌ها (رودخانه و دریا) بررسی شده و نتایج نشان‌دهنده اهمیت این معیارهاست ولی پارامترهای اقلیمی نظیر دما و بارندگی باید بررسی گردد. در مطالعه‌ای دیگر که توسط Kasprzykowski و Polakowski به تجزیه و تحلیل تأثیر پارامترهای اقلیمی و تأثیر آن بر پراکنش جمعیت و سایت‌های جستجوی غذا در دو گونه *Anser albifrons* و *Anser anser* پرداختند که نتایج نشان دادند اولویت تغذیه‌ای و زیستی این دو گونه در مناطقی با بارندگی زیاد و دمای کم می‌باشد (۳۵). بنابراین پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی پارامترهای اقلیمی نظیر دما و بارش به منظور ارزیابی مطلوبیت زیستگاه برای قوی فریادکش نیز به همراه سایر پارامترها در نظر گرفته شود. نتایج Brazil (۴) نیز نشان می‌دهد که قوها در بعضی نقاط جهان به مناطق شهری و روستاها گرایش پیدا کرده‌اند. هم‌چنین نتایج مطالعات Rees و همکاران، حاکی از آن است که زمانی که ماشین‌ها در مزارع و جاده‌های خاکی مزارع در حال جابجایی و تردد بودند منجر به اختلال در حضور قوها در مزارع می‌شدند (۳۳)؛ این مطالعه صحت نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر را نشان می‌دهد چراکه در تحقیق حاضر بین معیارهای زیستگاهی در نظر گرفته شده، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده‌های

2. **Almasieh, K., Kaboli, M. and Beier, P., 2016.** Identifying habitat cores and corridors for the Iranian black bear in Iran. *Ursus*. 27(1): 18-30.
3. **Beiki, M.M., Chamani, A., Lorestani, B. and Gholamalifard, M., 2023.** Habitat suitability and the effect of physical parameters on Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the Khorkhoran wetland. *Journal of Animal Environment*. 15(1): 43-50. (In Persian)
4. **Brazil, M.A., 1981.** The behavioural ecology of the Whooper Swan (*Cygnus cygnus cygnus*).
5. **Chisholm, H. and Spray, C., 2002.** Habitat usage and field choice by Mute and Whooper Swans in the Tweed Valley, Scotland. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*. 25: 177-182.
6. **Darvishi, S., Kehkha, A.A. and Ahmadpoor Borazjani, M., 2020.** Developing a bio-economic model for Freydoonkenar wetland management. *Iranian Economic Research*. 24(81): 187-213. (In Persian)
7. **Davis, T.J., Blasco, D. and Carbonell, M., 1971.** The Ramsar Convention manual: a guide to the Convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971).
8. **Delpasand, J., Ghasempouri, S.M. and Gholamalifard, M., 2012.** Opportunities and challenges caused by the effects of manual feeding of wintering migratory birds in northern Iran: A case study of Whooper Swans in Sarkhrood, Fereydunkanar International Wetland. (In Persian)
9. **Dong, Z., Wang, Z., Liu, D., Li, L., Ren, C., Tang, X., Jia, M. and Liu, C., 2013.** Assessment of habitat suitability for waterbirds in the West Songnen Plain, China, using remote sensing and GIS. *Ecological Engineering*. 55: 94-100.
10. **Downey, P.O., 2004.** Bitou bush management and plant conservation: establishing priorities for control. In *Proceedings of the 14th Australian Weeds Conference*. eds. Sindel, B.M. and Johnson, S.B., 697-700.
11. **Eastman, R.J., 2012.** IDRISI help system. Accessed in IDRISI Selva. 17 p.
12. **Esfandiyari Darabadi, F., Rafiei Mahmoodjagh, H., Farzaneh, R. and Gholamalifard, M., 2021.** Investigation of land use changes in Zarrineh Rud catchment and its effect on soil erosion using WLC model. *Hydrogeomorphology*. 8(29): 68-45.
13. **Environmental Organization, Office of Wildlife Protection and Management, 2023.** Available from: <https://www.doe.ir>.
14. **Evcin, O., Kucuk, O. and Akturk, E., 2019.** Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. *Environmental Monitoring and Assessment*. 191: 1-13.
15. **Begleri, F.Q.A., Farashi, A. and Shariati Najafabadi, M., 2022.** Habitat modeling of white-fronted goose (*Anser albifrons*) habitat in Iran. *Applied Biology*. 35(1): 61-78. (In Persian)
16. **Folke, C., 2006.** Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*. 16(3): 253-267.
17. **Gayet, G., Guillemain, M., Benmergui, M., Mesleard, F., Boulinier, T., Bienvenu, J. P., Fritz, H. and Broyer, J., 2011.** Effects of seasonality, isolation, and patch quality for habitat selection processes by mute swans (*Cygnus olor*) in a fishpond landscape. *Oikos*. 120(6): 801-812.
18. **Ghodspour, S.H. and O'Brien, C.A., 1998.** Decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*. 56: 199-212.
19. **Granados-Dieseldorff, P.A., 2009.** A GIS-based spatial model for predicting habitat suitability for juvenile mutton snapper (*Lutjanus alalis*) in Belize.
20. **Haghshenas, E., Gholamalifard, M., Mahmoudi, N. and Kutser, T., 2021.** Developing a GIS-based decision rule for sustainable marine aquaculture site selection: An application of the ordered weighted average procedure. *Sustainability*. 13(5): 2672.

اصلی و فرعی بیش‌ترین وزن را در انتخاب زیستگاه داشته است. بنابراین همان‌طور که اشاره شد امنیت می‌تواند مهم‌ترین فاکتور برای انتخاب زیستگاه باشد. این در حالی است که با توجه به رودخانه‌های فراوان و یکنواختی و یا تغییرات اندک شیب، ارتفاع و جهت در منطقه این معیارها وزن‌های کم‌تری را برای تعیین زیستگاه به خود اختصاص داده‌اند. وزن کاربری‌ها نیز در تعیین زیستگاه مطلوب چندان بالا نیست. علت مساحت بالایی است که کاربری کشاورزی به خود اختصاص داده است. در نهایت با توجه به وزن معیارها ۶ زیستگاه به‌عنوان زیستگاه مطلوب شناسایی شدند. در آخر با توجه به معیارهای انتخابی برای تعیین زیستگاه‌های جایگزین برای قوهای فریادکش در تالاب فریدونکنار، ۶ زیستگاه جایگزین به علت وجود امنیت، عدم شکار و صید، عدم محدودیت زیستگاه، دارا بودن شرایط موثر در حضور گونه هدف از قبیل وجود منابع غذایی، شیب مناسب و وجود آبندان‌ها انتخاب گردید. باید به این نکته نیز توجه داشت که عواملی دیگری نظیر کیفیت آب، اقلیم، ویژگی‌های خاک نیز در انتخاب زیستگاه توسط گونه‌های حیات وحش موثر می‌باشد که به دلیل فقدان داده‌ها از تاثیر آن‌ها صرف نظر شده است. در نهایت پیشنهاد می‌گردد به‌منظور مدیریت زیستگاه این گونه مهم پایش مستمر و حلقه‌گذاری سالیانه قوهای فریادکش برای بررسی دقیق‌تر مسیرهای مهاجرتی انجام گیرد. هم‌چنین حفاظت از مناطق کنونی و مناطق جایگزین پیشنهاد شده در مطالعه حاضر هرچه بیش‌تر صورت گیرد و در نهایت از استفاده از سایر مدل‌ها در زمینه ارزیابی زیستگاه حیات وحش و بررسی عوامل موثر به‌منظور مقایسه با مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌گردد. با توجه به تخریب زیستگاه‌های زمستان‌گذران به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تهدید قوهای فریادکش تعیین زیستگاه‌های مطلوب در منطقه فریدونکنار به‌دلیل جمعیت بالاتر از برد محیط به‌روش MCE انجام گردید. در نهایت ۶ زیستگاه مطلوب با توجه به ویژگی‌های مورد نیاز قوهای فریادکش در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. با توجه به روند کنونی تخریب زیستگاه‌های حیات وحش در ایران مدیریت زیستگاه‌های جایگزین و پیشنهادی به‌عنوان مطلوب‌ترین زیستگاه‌ها برای حفاظت عملی از جمعیت‌های قوی فریادکش پیشنهاد می‌گردد.

## منابع

1. **Ahmadpour, M., Karimi, M.H., Ghasempouri, S.M. and Ahmadpour Kacho, M., 2011.** The autumn review of the diversity and density of aquatic birds and waders in Trilogy of Damgah in Sorkhrud International Wetland. *Journal of Wetland Ecobiology*. 2(6): 33-42. (In Persian)

- USA. Agriculture, Ecosystems and Environment. 85(1-3): 83-94
40. **Sebastián-González, E., Sánchez-Zapata, J.A. and Botella, F., 2010.** Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: Spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *European Journal of Wildlife Research*. 56(1): 11-20.
41. **Shams-Esfandabad, B., Heidari, S., Asadi, Z., Fallahi, M. and Kaboli, M., 2022.** Management of habitats and birds in Payam Airport to reduce bird strikes with airplanes. *Journal of Natural Environment*. 74(4): 647-662. (In Persian)
42. **Su, Y., Long, R., Chen, G., Wu, X., Xie, K. and Wan, J., 2007.** Genetic analysis of six endangered local duck populations in China based on microsatellite markers. *Journal of Genetics and Genomics*. 34(11): 1010-1018.
43. **Tian, B., Zhou, Y., Zhang, L. and Yuan, L., 2008.** Analyzing the habitat suitability for migratory birds at the Chongming Dongtan Nature Reserve in Shanghai, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 80(2): 296-302.
44. **Van der Lee, G.E., Van der Molen, D.T., Van den Boogaard, H.F. and Van der Klis, H., 2006.** Uncertainty analysis of a spatial habitat suitability model and implications for ecological management of water bodies. *Landscape Ecology*. 21(7): 1019-1032.
21. **Laubek, B., 1995.** Habitat use by Whooper Swans (*Cygnus cygnus*) and Bewick's Swans (*Cygnus columbianus bewickii*) wintering in Denmark: Increasing agricultural conflicts. *Wildfowl*. 46: 8-15.
22. **Li, X., Tian, H., Wang, Y., Li, R., Song, Z., Zhang, F. and Li, D., 2013.** Vulnerability of 208 endemic or endangered species in China to the effects of climate change. *Regional Environmental Change*. 13(4): 843-852.
23. **MacMillan, H., Moore, A., Augé, A. and Chilvers, L., 2016.** IS-based multi-criteria analysis of breeding habitats for recolonising species: New Zealand sea lions. *Ocean and Coastal Management*. 130: 162-171.
24. **Majnounian, H., 2011.** An introduction to the protection and management of wetlands. Saffron Publishing House, first edition. 348 p. (In Persian)
25. **Malchevski, Y., 2012.** Geographical information system and multicriteria decision analysis. Translated by Akbar Parhizkar and Ata Ghafari Gilande, Publications of Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books, third edition. (In Persian)
26. **Malczewski, J., 2006.** Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 8(4): 270-277.
27. **Malekian, M., Azimi, E. and Pourmanafi, S., 2021.** Modeling of habitat suitability and prioritizing of destruction factors for the common crane (*Grus grus*) in aquatic ecosystems of Markazi Province. *Journal of Animal Environment*. 13(1): 129-138. (In Persian)
28. **Mehri, A., Salmanmahiny, A., Mirkarimi, S.H. and Rezaei, H.R., 2014.** Use of optimization algorithms to prioritize protected areas in Mazandaran Province of Iran. *Journal for Nature Conservation*. 22(5): 462-470.
29. **Nabavi, S.M., Behrouzrad, B. and Youssefejun, S., 2006.** Abundance distribution and species diversity of waterfowl of Shadegan wetland. *Journal of Environmental Studies*. 31(38): 109-116. (In Persian)
30. **Naqibzadeh, A., Sarhangzadeh, J. and Sayedi, N., 2021.** Habitat desirability modeling of Göttered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) by Ecological Niche Factor Analysis in the Bidouyeh Protected Area, Iran. *Journal of Wildlife and Biodiversity*. 5(4): 15-27.
31. **Paracuellos, M., 2006.** How can habitat selection affect the use of a wetland complex by waterbirds? *Biodiversity and Conservation*. 15(14): 4569-4582.
32. **Paudel, P.K., Hais, M. and Kindlmann, P., 2015.** Habitat suitability models of mountain ungulates: identifying potential areas for conservation. *Zoological studies*. 54: 37.
33. **Paulauskas, A., Stanevičius, V. and Baublys, V., 2012.** Coexistence and population genetic structure of the Whooper Swan (*Cygnus cygnus*) and Mute Swan (*Cygnus olor*) in Lithuania and Latvia. *Central European Journal of Biology*. 7(5): 886-894.
34. **Polakowski, M. and Kasprzykowski, Z., 2016.** Differences in the use of foraging grounds by Greylag Goose (*Anser anser*) and White-fronted Goose (*Anser albifrons*) at a spring stopover site. *Avian Biology Research*. 9(4): 265-272.
35. **Quan, R.C., Wen, X. and Yang, X., 2002.** Effects of human activities on migratory waterbirds at Lashihai Lake, China. *Biological Conservation*. 108(3): 273-279.
36. **Rahdari, V., 2020.** Black Bear habitat suitability modeling in a part of Sistan and Baluchestan Province using the multi-criteria evaluation method. *Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources)*. 73(3): 485-499. (In Persian)
37. **Rees, E.C., Bruce, J.H. and White, G.T., 2005.** Factors affecting the behavioural responses of Whooper Swans (*Cygnus c. cygnus*) to various human activities. *Biological Conservation*. 121(3): 369-382.
38. **Safari, K., Jozi, S.A. and Rezaian, S., 2023.** Application of multi-criteria decision-making methods in land use evaluation to determine municipal waste landfills location. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 14(1): 1-23. (In Persian)
39. **Schneider, L.C. and Pontius, R.G.Jr., 2001.** Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts,