

## بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی

محمد پاپری زارعی<sup>۱</sup>، مریم رفعتی<sup>۲\*</sup> و محمدرضا اشرفزاده<sup>۳</sup>

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد رشته تنوع زیستی، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(۲) استادیار گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: m\_rafati@iau-tnb.ac.ir

(۳) دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

<https://doi.org/10.71916/jrn.2024.10303>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۳

### چکیده

غنای گونه‌ای یکی از اجزای تنوع گونه‌ای است که با شمارش تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه محاسبه می‌شود. در این پژوهش غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی و سطوح حفاظتی آنها مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، پس از جمع‌آوری اطلاعات حضور پرندگان، وضعیت حفاظتی هر یک از گونه‌ها تعیین شد. سپس با شبکه‌بندی محدوده مورد مطالعه به سلول‌های یک در یک کیلومتر، جدول توزیع غنای گونه‌ای پرندگان تهیه شد و همچنین لکه‌های داغ تنوع زیستی توسط آماره گنیس-اردجی در سامانه اطلاعات جغرافیایی محاسبه گشت. نتایج نشان داد از ۳۲۰ گونه پرنده با سابقه مشاهده مستمر در استان بوشهر مطابق با لیست سرخ جهانی ۲۰۲۱ هیچ گونه در بحران انقراضی در سطح استان وجود ندارند. اما سه گونه پرنده بالابان (*Falco cherrug*)، عقاب صحرائی (*Aquila nipalensis*) و کرکس کوچک مصری (*Neophron percnopterus*) در معرض خطر و هفت گونه اردک مرمی (*Marmaronetta angustirostris*)، اردک سرخانی (*Aythya ferina*)، اردک دم‌دراز (*Clangula hyemalis*)، هوبره (*Chlamydotis macqueenii*)، باکلان گلوسیه (*Phalacrocorax nigrogularis*)، سنقرسفید (*Circus macrourus*) و عقاب شاهی (*Aquila heliaca*) در وضعیت آسیب‌پذیر قرار دارند. همچنین در بررسی غنای گونه‌ای مشخص شد ۲۱/۵۸ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه، تحت پوشش حضور این ۳۲۰ گونه با غنای گونه‌ای یک تا ۲۶ پرنده در هر سلول بودند. نتایج محاسبه نقاط داغ در سطح استان نیز نشان‌دهنده حضور ۳۰ لکه داغ تنوع زیستی با مساحت ۱۵۱۳۱۱/۹۰ هکتار (۶/۳۳ درصد از سطح استان) بود که اغلب در مجاورت رودهای بزرگ و اراضی مرتعی و زراعی آبی به‌خصوص نخلستان‌های خرما واقع شده‌اند که لزوم توجه بیشتر به این زیستگاه‌ها جهت حفاظت از پرندگان را می‌طلبد.

**واژه‌های کلیدی:** استان بوشهر، پرندگان، تنوع گونه‌ای، لیست سرخ جهانی، نقاط داغ.

### مقدمه

(صفری‌الموتی و همکاران، ۱۴۰۲؛ Mace et al., 2012).

بحران تغییر اقلیم، رشد جوامع بشری، استفاده نامحدود از منابع محدود و عدم لحاظ توان زیستگاه در بهره‌برداری از منابع، موجب انقراض وسیع تنوع زیستی<sup>۱</sup> شده است. تنوع زیستی، تنوع میان ارگانیسم‌های زنده از همه منابع، شامل اکوسیستم‌های زمینی، دریایی و دیگر اکوسیستم‌های آبی و مجموعه‌های اکولوژیکی است که شامل تنوع ژنتیکی درون گونه‌ها، تنوع بین گونه‌ها و اکوسیستم‌ها است که کلید سلامت و پایداری محیط زیست طبیعی یک منطقه به حساب می‌آید

توان زیستی در سال‌های اخیر به دلایل زیادی که شاید بتوان آنها را به دو عامل طبیعی و انسانی دسته‌بندی نمود، مورد تخریب جبران‌ناپذیری قرار گرفته است. فعالیت‌های انسانی زیان بزرگی در تنوع زیستی ایجاد نموده که از جمله آنها می‌توان به اختلال در فرآیندهای اکوسیستم، تخریب زیستگاه، انقراض گونه و فرسایش ژنتیکی<sup>۲</sup> اشاره کرد. از مهمترین سطوح تنوع زیستی، تنوع گونه‌ای است که سه فاکتور غنای گونه‌ای<sup>۳</sup>، یکنواختی و ناهمگنی گونه‌ای در تعیین آن نقش دارند. در این

1 Biodiversity

2 Genetic erosion

3 Species richness

بین، غنای گونه‌ای ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش برآورد تنوع گونه‌ای است که با شمارش تعداد گونه‌های موجود در یک اکوسیستم محاسبه می‌شود (نظامی، ۱۳۹۸؛ انصاری و طهماسبی، ۱۴۰۱).

اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت<sup>۱</sup>، مفهوم نقاط داغ زیستی<sup>۲</sup> را در ارتباط با افزایش غنای گونه‌ای، به‌عنوان اصلی‌ترین راهبرد جهانی خود در سال ۱۹۸۹ تصویب کرد که از آن زمان، به یک الگوی مفهومی در بین دانشمندان حفاظت تبدیل شده است (توکلی، ۱۴۰۰). اصطلاح «نقاط داغ» برای اولین بار توسط Norman Myers در سال ۱۹۸۸ به کار برده شد و از آن زمان به بعد مجموعه‌ای بزرگ از تجزیه و تحلیل‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی در این زمینه شکوفا شد (Ceballos & Ehrlich, 2006; Grenyer et al., 2006; Callicott et al., 2007; Schouten et al., 2010; Wu et al., 2013). این واژه به مناطقی اطلاق می‌شود که هم دارای غنای گونه‌ای بالا به خصوص گونه‌های بوم‌زاد<sup>۳</sup> هستند و هم به وسیله فعالیت‌های انسانی مورد تهدید و تخریب قرار گرفته‌اند (توکلی، ۱۴۰۰) که به‌عنوان کانون‌های تمرکز با اولویت بالای حفاظتی مطرح هستند (Sloan et al., 2014). نقاط داغ زیستی در مجموع ۱/۴ درصد از سطح کره زمین را با حضور ۲۹ درصد از پرندگان بومی جهان تشکیل می‌دهند (شیخی‌ئیلائلو، ۱۳۹۵).

در بین کل گونه‌های مهره‌دار جهان، پرندگان دارای بیشترین تعداد گونه هستند (همامی، ۱۳۹۲). از طرفی دیگر پایش گونه‌ای پرندگان در یک منطقه بزرگ نسبتاً آسان است. به همین دلیل مجموعه داده‌های پرندگان از لحاظ پوشش زمانی و مکانی کامل‌ترین منبع بوده و می‌توان از آنها به‌عنوان یکی از معیارها برای تعیین نقاط داغ غنای گونه‌ای استفاده نمود (Jenkins et al., 2010; Wu et al., 2013; Tu et al., 2020).

در زمینه نقاط داغ زیستی، مطالعات اندکی در ایران و سایر کشورها به‌خصوص در زمینه پرندگان انجام شده است. به‌عنوان مثال TU و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تاثیر انواع مختلف زیستگاه‌ها بر غنای گونه‌ای پرندگان در کشور تایوان پرداختند که نتایج آنان نشان داد زیستگاه‌های طبیعی مرتبط با زمین‌های کشاورزی، غنای گونه‌ای بیشتری در مقایسه با جنگل‌ها دارد. Farashi و Shariat (۲۰۱۷) در نتایج تحقیق خود عنوان کردند

۲۴ درصد از مساحت ایران می‌تواند به‌عنوان نقاط داغ تنوع زیستی در نظر گرفته شود، درحالی‌که تنها ۱۰ درصد از آنها تحت حفاظت هستند. Cucu و همکاران (۲۰۱۳) نقاط داغ زیستی ۵۹ گونه مورد تهدید شامل ۴۲ گونه پرنده و ۱۷ گونه پستاندار در پارک طبیعی دروازه‌های آهن رومانی<sup>۴</sup> را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج منجر به شناسایی نقاط داغ زیستی جدیدی در سطح پارک جهت حفاظت شد و پیشنهاد کردند که زون بافر در منطقه برای بالا بردن سطح حفاظت افزایش یابد. در پژوهشی دیگر شیخی‌ئیلائلو و کریمی (۱۳۹۴) مشخص کردند لکه‌های داغ پرندگان شناسایی شده در شهرستان نقره، ۱۴ درصد از سطح این شهرستان را می‌پوشاند که ۸۵ درصد از این نقاط داغ شناسایی شده از هیچ پشتوانه حفاظتی و حمایتی برخوردار نیستند.

در جهان ۳۶ نقطه داغ تنوع زیستی وجود دارد که دو نقطه از آن به نام‌های قفقاز و ایران آناتولی بخش‌هایی از کشور ایران را در بر می‌گیرد (همامی، ۱۳۹۲). ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای خاورمیانه برای حفاظت از تنوع زیستی است به طوری که به‌دلیل دارا بودن تنوع بالای زیستگاهی، دامنه وسیعی از گونه‌های گیاهی و جانوری می‌توانند در آن زندگی کنند (Farashi & Shariati, 2017). بسیاری از حامیان حفاظت معتقدند مناطق با غنای گونه‌ای بالا یا گونه‌های بومی زیاد باید به‌عنوان اولویتی مهم برای پایداری منابع مد نظر قرار گیرند. از این رو بررسی و تعیین لکه‌های داغ زیستی و به‌کارگیری آن در تعیین برنامه‌های حفاظتی، موجب کاهش مخاطرات تنوع زیستی می‌شود (شیخی‌ئیلائلو، ۱۳۹۵).

از آنجایی که استان بوشهر در بخش جنوبی ایران و هم‌جوار نقطه داغ ایران-آناتولی قرار گرفته است، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و شناسایی سطوح حفاظتی آنها است.

### مواد و روش‌ها

استان بوشهر در در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی قرار گرفته است. این استان وسعتی معادل ۲،۲۷۴،۳۰۰ هکتار دارد که سطح منطقه مورد

4 Iron gates natural park

1 International Union for Conservation of Nature (IUCN)

2 Biodiversity hotspots

3 Endemic species

## بررسی غنای گونه‌های پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی/۱۵

مطالعه این پژوهش با در نظر گرفتن بخش ساحلی و مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست در کرانه آبی خلیج فارس به حدود ۲,۳۸۹,۰۶۱ هکتار می‌رسد. استان بوشهر از شمال به استان‌های خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج فارس و استان هرمزگان، از شرق به استان فارس و از غرب به خلیج فارس محدود است. در شرق استان که وسیع‌ترین طول را در امتداد خلیج فارس دارد، سلسله کوهای زاگرس جنوبی باعث درهم تنیدگی اقلیم ساحلی و اقلیم نیمه‌کوهستانی شده است. این استان به‌طور کامل در نوار فوق حاره یا کمربند پرفشار جنب حاره قرار گرفته است که مهمترین ویژگی آن کمبود بارش با متوسط بارش سالیانه ۲۱۷ میلی‌متر، همچنین حداقل دمای ۵ درجه و حداکثر ۵۰ درجه است (گرامی مطلق و شبانکاری، ۱۳۸۵).

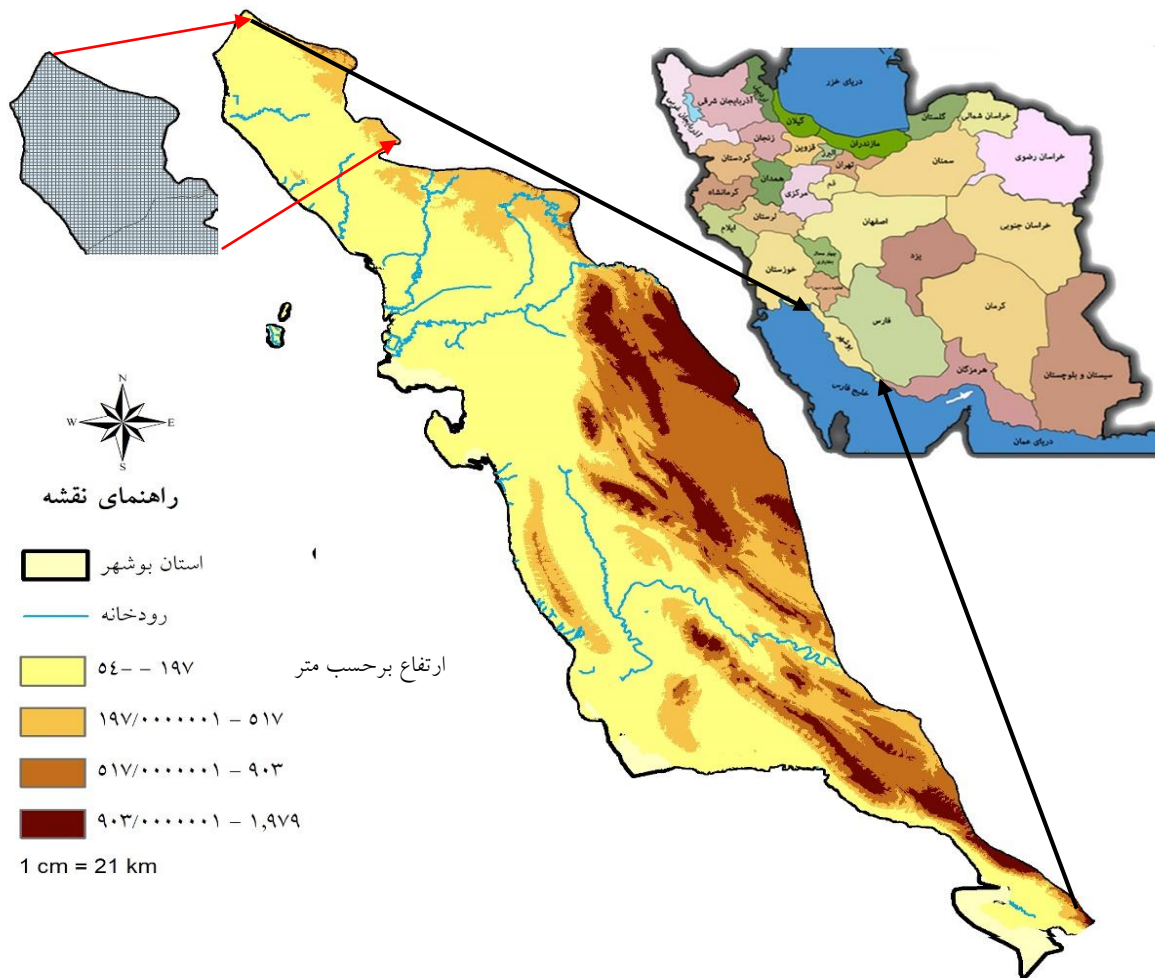
در راستای انجام این تحقیق ابتدا با جمع‌آوری اطلاعات حضور پرندگان از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان بوشهر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ (مشمول بر سرشماری پرندگان، نمونه‌های برداشت شده از بانک ژن، نگاهتگاه حیات وحش، گونه‌های مکشوفه یگان حفاظت) و منابع موجود در این زمینه (منصوری، ۱۳۹۲؛ بختیاری، ۱۳۹۳؛ کابلی و همکاران، ۱۳۹۵؛

Porter et al., 2005) و جمع‌بندی آنها با اطلاعات به‌دست آمده از تحقیقات میدانی نگارنده طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱، تمامی گونه‌های پرندگان موجود در سطح استان شناسایی شد. سپس وضعیت حفاظتی هر یک از گونه‌ها بر اساس لیست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت و کنوانسیون منع تجارت گونه‌های گیاهی و جانوری در خطر انقراض<sup>۱</sup> تعیین گردید. لازم به ذکر است در مشاهده و ثبت پرندگان از دوربین چشمی ۴۰ × ۸ اشنایدر، دوربین عکاسی کتان (مدل Canon 7 D Mark II) به همراه لنز ۶۰۰-۱۵۰ سیگما اسپرت، تلسکوپ زاواریسکی HD80، جی‌پی‌اس Garmin ۶۴S و پهباد مویک پرو پلاتینیوم برای مناطق غیرقبل دسترس کمک گرفته شد.

در ادامه نقشه استان بوشهر در نرم‌افزار ArcMap ۱۰٫۸٫۲ تهیه و با اجرای دستور Greate Fishnet به ابعاد یک در یک کیلومتر شبکه‌بندی شد که نقشه‌ای با ۲۳۳۵۱ سلول ایجاد گردید (شکل ۱). با توجه به ثبت پراکنش گونه‌ها در نرم‌افزار Google earth، لایه نمونه‌برداری به فرمت kml تبدیل و در نرم‌افزار مذکور فراخوانی شد و جهت به‌دست‌آوردن غنای گونه‌ای، داده‌های تکراری از حضور یک گونه در هر یک از سلول‌ها، حذف شد.

در راستای انجام این تحقیق ابتدا با جمع‌آوری اطلاعات حضور پرندگان از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان بوشهر طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ (مشمول بر سرشماری پرندگان، نمونه‌های برداشت شده از بانک ژن، نگاهتگاه حیات وحش، گونه‌های مکشوفه یگان حفاظت) و منابع موجود در این زمینه (منصوری، ۱۳۹۲؛ بختیاری، ۱۳۹۳؛ کابلی و همکاران، ۱۳۹۵؛

گرامی مطلق و شبانکاری، ۱۳۸۵).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی استان بوشهر و شبکه نمونه برداری

موجود در هر سلول بود (غنای گونه‌ای)، ایجاد گردد (شیخی‌ئی‌لانلو و کریمی، ۱۳۹۴؛ Tu et al., 2020)

### محاسبه لکه‌های داغ

تحلیل لکه‌های داغ توسط آماره Getis-Ord Gi و با اجرای دستور Hot Spot Analysis Getis-Ord در نرم‌افزار Arcmap صورت می‌پذیرد که در این روش آماره مذکور برای کلیه سلول‌های موجود در داده‌ها، محاسبه شده و امتیاز Z بر اساس رابطه (۱) به دست می‌آید. این آماره خوشه‌های فضایی معنی‌دار در سطوح ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد را محاسبه و با دستور Union آنها را با هم تلفیق کرده تا تعداد لکه‌های نهایی به دست آید. برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنی‌دار باشد، هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند باید دارای مقادیر بالای Z باشند (پرور و همکاران، ۱۴۰۱).

در ادامه، پراکنش جغرافیایی هر گونه در نرم‌افزار ArcMap فراخوانی شد و به تعداد کل گونه‌های پرنده موجود در استان، در لایه‌های جداگانه با فرمت Shape File ذخیره شد. سپس تمامی لایه‌های ShapeFile پراکنش پرندگان با لایه شبکه‌ای Fish Net مورد هم‌پوشانی قرار گرفت که برحسب تعداد گونه‌های شناسایی شده در استان، layer polygon با در نظر گرفتن سلول‌های دارای حضور یا عدم حضور پرندگان (به ترتیب با ارزش سلولی ۱ و ۰) ایجاد شد. از آنجایی که تنها لایه‌های رستر قابلیت جمع جبری دارند، تمامی لایه‌های به دست آمده به فرمت Raster تبدیل شد و در یک پایگاه داده جغرافیایی<sup>۱</sup> به نام هر گونه شناسایی شده به‌طور مجزا ذخیره گردید. در ادامه جهت به دست آوردن مجموع وزن هر سلول برای محاسبه غنای گونه‌ای، تمامی لایه‌های ایجاد شده از طریق فرمان Raster Calculator جمع جبری شده تا لایه نهایی که نشان‌دهنده تعداد گونه‌های

## بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی/۱۷

در تحقیق حاضر نیز همین تعداد بود. فهرست مورد مطالعه پرندگان استان بوشهر بر اساس رده‌های حفاظتی لیست سرخ جهانی در سال ۲۰۲۱، در نه رده منقرض شده (EX)<sup>۱</sup>، منقرض شده در طبیعت (EW)<sup>۲</sup>، در بحران انقراض (CR)<sup>۳</sup>، در معرض خطر انقراض (EN)<sup>۴</sup>، آسیب‌پذیر (VU)<sup>۵</sup>، نزدیک به تهدید (NT)<sup>۶</sup>، کمترین نگرانی (LC)<sup>۷</sup>، کمبود داده (DD)<sup>۸</sup> و ارزیابی نشده (NE)<sup>۹</sup> مورد بررسی قرار گرفت که بر این اساس، از کل گونه‌های مشمول رده‌های CR، EN، VU و NT به‌ترتیب ۵، ۹، ۲۰ و ۲۹ گونه در ایران (جمعا ۶۳ گونه) و ۳، ۷ و ۱۶ گونه در استان بوشهر (جمعا ۲۶ گونه) در رده‌های حفاظتی مذکور قرار داشتند که اسامی این پرندگان در جدول (۱) آمده است. همچنین مطابقت لیست مورد مطالعه پرندگان استان بوشهر با طبقه‌بندی کنوانسیون سایتس در سال ۲۰۲۱ نشان داد از تعداد ۵۲ گونه موجود در این فهرست، به‌ترتیب ۲، ۴۴ و ۶ گونه در رده‌های یک (I)، دو (II) و سه (III) این کنوانسیون واقع شده‌اند (جدول ۱).

رابطه (۱) نحوه محاسبه آماره Getis-Ord  $G_i^*$

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \bar{X} w_{i.}}{s \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i.})^2]}{n-1}}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

در این فرمول  $X_j$  مقدار خصیصه برای عارضه (j)،  $w_{ij}$  وزن فضایی بین عارضه و  $i$ ،  $j$  و  $n$  تعداد کل عارضه‌ها را نشان می‌دهد (انواری و همکاران، ۱۴۰۰؛ اسدی و همکاران، ۱۳۹۹).

### نتایج

جمع‌آوری داده‌های مربوط به حضور پرندگان طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ و مشاهدات میدانی در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱، نشان‌دهنده حضور ۳۴۳ گونه پرنده در سطح استان بوشهر بود که با توجه به عدم مشاهده ۲۳ گونه از این تعداد در ۱۰ سال اخیر، ۳۲۰ گونه پرنده با سابقه مشاهده مستمر به‌عنوان لیست پرندگان استان بوشهر در نظر گرفته شد. مبنای انجام مطالعات

جدول ۱. فهرست پرندگان مشمول ۴ رده مورد سنجش در لیست سرخ جهانی ۲۰۲۱ و رده‌های سایتس در استان بوشهر

شماره	نام گونه	اسم علمی	IUCN	CITES
۱	اردک مرمری	Marmaronetta angustirostris	VU	
۲	اردک سرحنایی	Aythya ferina	VU	
۳	اردک بلوطی	A.nyroca	NT	
۴	اردک دم‌دراز	Clangula hyemalis	VU	
۵	هویره	Chlamydotis macqueenii	VU	III
۶	صدف‌خوار	Haematopus ostralegus	NT	
۷	خروس کولی معمولی	Vanellus vanellus	NT	
۸	خروس کولی سینه‌سیاه	V. spinosus	NT	
۹	گیلان‌شاه دم‌سیاه	Limosa limosa	NT	
۱۰	گیلان‌شاه حنایی	L. lapponica	NT	
۱۱	گیلان‌شاه بزرگ	Numenius arquata	NT	
۱۲	تلیله بزرگ	Calidris tenuirostris	NT	
۱۳	تلیله بلوطی	C. ferruginea	NT	
۱۴	کبوتر دریایی دودی	Puffinus griseus	NT	
۱۵	باکلان گلو سیاه	Phalacrocorax nigrogularis	VU	
۱۶	پلیکان خاکستری	Pelecanus crispis	NT	III
۱۷	فلامینگوی بزرگ	Phoenicopterus roseus		II
۱۸	لک‌لک سیاه	Ciconia nigra		II
۱۹	کفچه نوک	Platalea leucorodia		II
۲۰	بحری	Falco peregrinus		I
۲۱	شاهین	F. peregrinoides		I
۲۲	دلچه کوچک	F. naumanni		II
۲۳	دلچه معمولی	F. tinnunculus		II
۲۴	شاهین‌آمور	F. amurensis		II
۲۵	ترم‌تای معمولی	F. columbarius		II
۲۶	لیل	F. subbuteo		II

1 Extinct  
2 Extinct in the Wild  
3 Critically Endangered

4 Endangered  
5 Vulnerable  
6 Near Threatened

7 Least Concern  
8 Data Deficient  
9 Not Evaluated

شماره	نام گونه	اسم علمی	IUCN	CITES
۲۷	بالابان	Falco cherrug	EN	II
۲۸	پیغوی کوچک	Accipiter badius		II
۲۹	قرقی	A. nisus		II
۳۰	طرلان	A. gentilis		II
۳۱	سنقر تالابی	Circus aeruginosus		II
۳۲	سنقر خاکستری	C. cyaneus		II
۳۳	عقاب مارخور	C. gallicus		II
۳۴	سنقر سفید	C. macrourus	VU	II
۳۵	عقاب پرپا	Hieraaetus pennatus		II
۳۶	عقاب طلایی	Aquila chrysaetos		II
۳۷	عقاب دوبرادر	A. fasciata		II
۳۸	عقاب صحرایی	A. nipalensis	EN	II
۳۹	عقاب شاهی	A. heliaca	VU	II
۴۰	عقاب ماهیگیر	Pandion haliaetus		II
۴۱	سارگپه تاجدار	Pernis ptilorhynchus		II
۴۲	کورکور بال سیاه	Elanus caeruleus		II
۴۳	عقاب خالدار بزرگ	Clanga clanga	NT	II
۴۴	کورکور سیاه	Milvus migrans		II
۴۵	هما	Gypaetus barbatus	NT	II
۴۶	کرکس کوچک	Neophron percnopterus	EN	II
۴۷	دال معمولی	Gyps fulvus		II
۴۸	دال سیاه	Aegypius monachus	NT	II
۴۹	عقاب دریایی دم سفید	Haliaeetus albicilla		II
۵۰	سارگپه پابلند	Buteo rufinus		II
۵۱	سارگپه معمولی	B. buteo		II
۵۲	درنای معمولی	Grus grus		II
۵۳	جغد انبار	Tyto alba		II
۵۴	مرغ حق جنوبی	Otus brucei		II
۵۵	شاه بوف	Bubo bubo		II
۵۶	جغد ماهی خوار	Ketupa zeylonensis		II
۵۷	جغد طلایی	Strix butleri		II
۵۸	جغد کوچک	Athene noctua		II
۵۹	جغد خالدار کوچک	A. brama		II
۶۰	جغد گوش دراز	Asio otus		II
۶۱	جغد تالابی	A. flammeus		II
۶۲	چکاوک گندم زار	Melanocorypha megarhynchos		III
۶۳	بلبل معمولی	Luscinia megarhynchos		III
۶۴	طرکه کوهی	Monticola saxatilis		III
۶۵	شاه طوطی	Psittacula eupatria	NT	II
۶۶	زردپره رخ زرد	Emberiza cineracea	NT	III

تا ۲۶ گونه در هر سلول مشاهده شد که سلول‌های با غنای گونه ۱ دارای بیشترین فراوانی (۲,۷۲۳ سلول) و سلول‌های با غنای گونه‌ای ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۶ گونه دارای کمترین فراوانی بودند (جدول ۲).

محاسبه آماره Getis برای تعیین نقاط داغ نیز تعداد ۳۰ لکه داغ زیستی (با مقدار Z بین ۱/۹۶ تا ۱/۶۵ در سطح اطمینان ۹۵ درصد) (پرور و همکاران، ۱۴۰۱) در سطح استان را نشان داد

در ادامه، پس از شبکه‌بندی منطقه مورد مطالعه به ۲۳,۳۵۱ سلول، تعداد ۱۸,۱۹۵ سلول (۷۷/۹۲ درصد) دارای ارزش صفر به منزله عدم حضور گونه و ۵,۱۵۶ سلول (۲۲/۰۸ درصد) دارای ارزش بیش از صفر به منزله تایید حضور گونه بودند که سلول‌های دارای حضور گونه، مساحتی در حدود ۵۱۵,۶۰۰ هکتار از سطح استان بوشهر را تحت پوشش خود داشتند. همچنین در بررسی غنای گونه‌ای پرندگان این استان، تعداد ۱

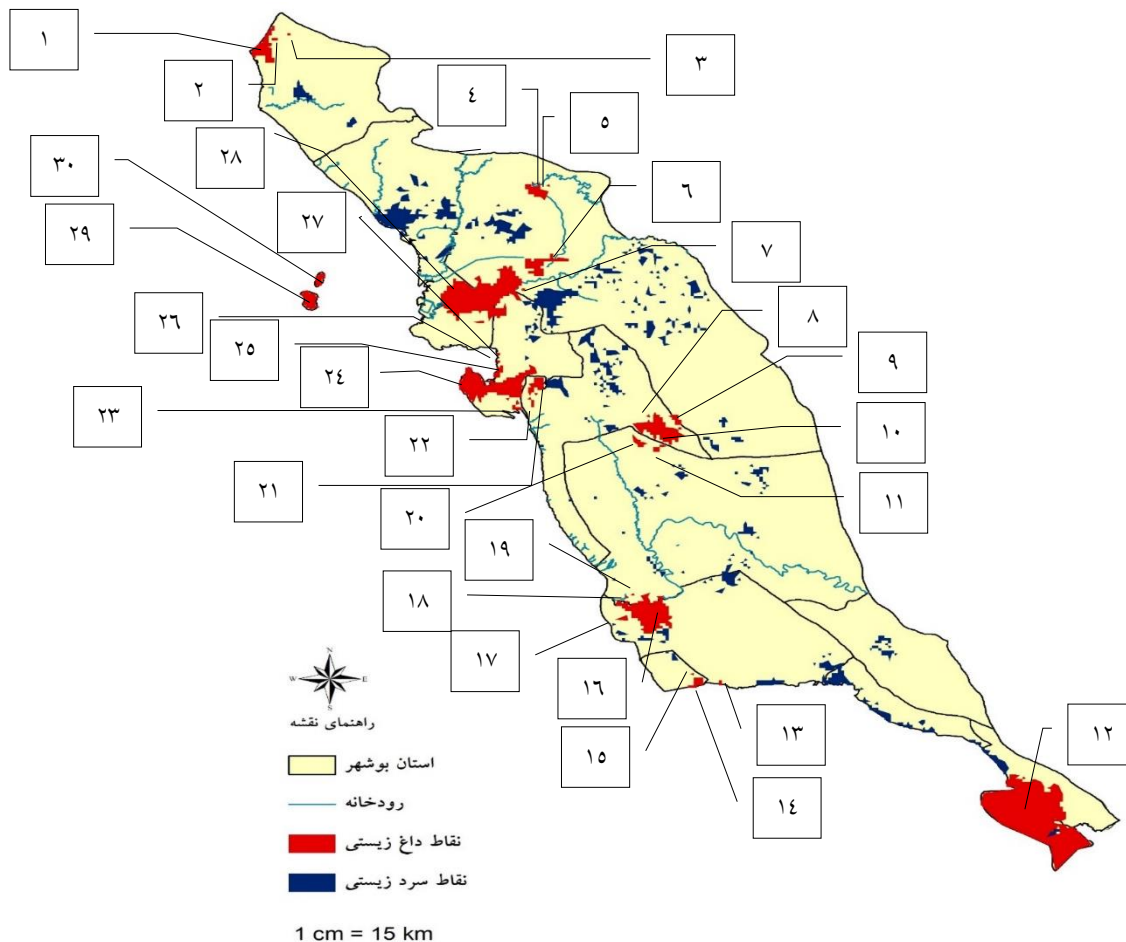
## بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی/۱۹

خلیج فارس در داخل جزیره خارگ و خارگو مشاهده شدند. لازم به ذکر است شماره لکه‌های داغ به همراه موقعیت قرارگیری و مساحت هر کدام در شکل (۲) و جدول (۳) آمده است.

که این تعداد ۶/۳۳ درصد معادل ۱۵۱،۳۱۱/۹۰ هکتار از سطح منطقه مورد مطالعه را می‌پوشاند که بزرگترین لکه با وسعت ۵۷،۹۳۲/۴ هکتار در جنوب و کوچک‌ترین آنها با مساحت ۶۴ هکتار در جنوب‌غربی استان واقع شده‌اند. دو لکه داغ نیز در

جدول ۲. توزیع سلولی پرندگان استان بوشهر برحسب غنای گونه‌ای

شماره	غنای گونه‌ای	تعداد سلول	درصد	شماره	غنای گونه‌ای	تعداد سلول	درصد
۱	۰	۱۸۱۹۵	۷۷/۹۲	۱۲	۱۱	۱۰	۰/۰۴۳
۲	۱	۲۷۲۳	۱۱/۶۶	۱۳	۱۲	۸	۰/۰۳۴
۳	۲	۱۱۱۷	۴/۷۸	۱۴	۱۳	۱۲	۰/۰۵۱
۴	۳	۶۰۶	۲/۶۰	۱۵	۱۴	۱۰	۰/۰۴۳
۵	۴	۲۹۵	۱/۲۶	۱۶	۱۵	۳	۰/۰۱۳
۶	۵	۱۵۵	۰/۶۶	۱۷	۱۶	۳	۰/۰۱۳
۷	۶	۹۵	۰/۴۱	۱۸	۱۷	۳	۰/۰۱۳
۸	۷	۵۴	۰/۲۳	۱۹	۱۸	۱	۰/۰۰۴
۹	۸	۲۲	۰/۰۹	۲۰	۱۹	۱	۰/۰۰۴
۱۰	۹	۲۱	۰/۰۹	۲۱	۲۰	۱	۰/۰۰۴
۱۱	۱۰	۱۶	۰/۰۷	۲۲	۲۶	۱	۰/۰۰۴



شکل ۲. نقشه نقاط داغ و سرد زیستی در سطح استان بوشهر

جدول ۳. مساحت لکه‌های داغ و سرد زیستی در استان بوشهر

شماره	مساحت هکتار	درصد مساحت کل	شماره	مساحت هکتار	درصد مساحت کل	شماره	مساحت هکتار	درصد مساحت کل	شماره	مساحت هکتار	درصد مساحت کل
۱	۴۸۳۱	۳/۱۹۳	۹	۸۶۴	۰/۵۷۱	۱۷	۴۷۲/۴	۰/۳۱	۲۵	۹۰۰	۰/۵۹۴
۲	۲۰۰	۰/۱۳۲	۱۰	۲۹۵۹۴	۱۹/۵۶	۱۸	۶۷/۵	۰/۰۴۵	۲۶	۱۰۰	۰/۰۶۷
۳	۱۰۰	۰/۶۶	۱۱	۵۶۴	۰/۳۷۳	۱۹	۶۷/۵	۰/۰۴۵	۲۷	۲۴۴	۰/۱۶
۴	۲۵۴۷/۳	۱/۶۸۳	۱۲	۵۷۹۳۲/۴	۳۸/۲۹	۲۰	۹۵۱/۵	۰/۶۴	۲۸	۲۹۶۹۴/۸	۱۹/۶۲
۵	۸/۵	۰/۰۴۵	۱۳	۲۰۰	۰/۱۳۲	۲۱	۲۱۹۵/۴	۱/۴۵	۲۹	۱۱۰۰	۰/۷۳
۶	۱۰۰	۰/۰۶۶	۱۴	۱۲۰۰	۰/۷۹۳	۲۲	۳۶۸/۵	۰/۲۴	۳۰	۲۵۹۵/۷	۱/۷۱۵
۷	۴۴۱۶/۶	۲/۹۱۹	۱۵	۶۴	۰/۰۴۲	۲۳	۵۳۵	۰/۳۵			
۸	۶۷/۵	۰/۰۴۵	۱۶	۱۴۱۵۷/۲	۹/۳۶	۲۴	۱۶۲۵۲/۴	۱۰/۷۴	جمع	۱۵۱۳۱۱/۹۰	۱۰۰

## بحث و نتیجه گیری

تعیین نقاط داغ زیستی یکی از اولویت‌های مطالعاتی برای تعیین لکه‌های با ارزش حفاظتی به دلیل داشتن تنوع گونه‌ای بالا و یا گونه‌های آندمیک زیاد بوده است (شیخی‌نیلانلو، ۱۳۹۵). بحران‌های تنوع زیستی و انقراض سریع گونه‌ها، کشورها را بر آن داشت تا مکان‌هایی که دارای نقاط داغ تنوع زیستی هستند را تحت حفاظت قرار دهند (نظامی، ۱۳۹۸). در همین راستا مطالعه حاضر به بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی اختصاص یافت.

نتایج این مطالعه نشان داد ۳۲۰ گونه پرنده با سابقه مشاهده مداوم و حضور مستمر در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. این منطقه با وسعت اندکی از سهم خود (حدود ۱/۵ درصد از کل مساحت ایران)، اما ۵۶/۷۳ درصد از کل پرندگان ایران که ۵۶۴ گونه هستند را شامل می‌شود. طبق نظر Evans (۱۹۹۴)، تیپ‌های زیستگاهی پراکنش پرندگان در ایران شامل ۸ تیپ زیستگاه بیابانی و کویری، کوهستان‌های مرتفع، جنگل‌ها و درخت‌زارها، جلگه‌های پست و گرم جنوب، زیستگاه‌های ساحلی خلیج فارس، استپ‌های خشک حاشیه کویر و کوهپایه‌ها، تالاب‌ها و جزایر دور از ساحل و آبسنگ‌های مرجانی در خلیج فارس و تنگه هرمز است که استان بوشهر تمامی این زیستگاه‌ها را دارا است. در مطالعه Tu و همکاران (۲۰۲۰) نیز به اهمیت تنوع زیستگاهی در افزایش غنای گونه‌ای پرندگان اشاره شده است.

نتایج مطابقت گونه‌های موجود در استان بوشهر با لیست سرخ جهانی نشان داد خوش‌بختانه هیچ گونه در بحران انقراضی در سطح استان وجود ندارد. اما بالابان، عقاب

صحرائی و کرکس کوچک مصری در رده در معرض خطر و اردک مرمی، اردک سرخ‌نایی، اردک دم‌دراز، هوبره، باکلان گلوسپاه، سنقرسفید و عقاب شاهی در وضعیت آسیب‌پذیر واقع شده‌اند. در این زمینه باید عنوان کرد گونه‌های در معرض خطر و آسیب‌پذیر با اندازه جمعیت موثر به ترتیب زیر ۲،۵۰۰ و ۱۰،۰۰۰ عدد (دری‌گیو، ۱۳۹۳) هستند که با توجه به حضور پررنگ پرندگان آبی و شکاری در این لیست، باید به حفاظت از زیستگاه‌های آنها توجه ویژه‌ای معطوف داشت. همچنین مطابقت لیست پرندگان استان با کنوانسیون سایتس مشخص شد دو گونه پرنده شکاری بحری و شاهین در ضمیمه یک و ۴۴ گونه که باز هم حدود ۶۸ درصد آنها جزء پرندگان شکاری هستند، در ضمیمه دو کنوانسیون سایتس قرار دارند. پرندگان شکاری در دو راسته عقاب شکلان<sup>۱</sup> و شاهین‌شکلان جای<sup>۲</sup> می‌گیرند (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵) که به ترتیب از هر راسته ۲۴ و ۸ گونه در استان بوشهر حضور داشته و از این تعداد، همگی در ضمیمه دو کنوانسیون سایتس و تنها دو گونه بحری و شاهین از راسته شاهین‌شکلان در ضمیمه یک واقع شده‌اند. پرندگان شکاری گونه‌هایی شاخص هستند که در رأس هرم غذایی قرار می‌گیرند و ارزیابی کلی از سلامت اکوسیستم را ارائه می‌دهند. آنها نقش مهمی در کنترل جمعیت گونه‌های دیگر از جمله موش‌ها، خرگوش‌ها، حشرات و خزندگان دارند که با حذف یا کاهش جمعیت این پرندگان از چرخه زیستی، زاد و ولد بیش از اندازه حشرات و پستانداران کوچک می‌تواند تعادل زیست محیطی را برهم زده و ضمن تهدید سلامت جوامع انسانی، تعارضات بین انسان و حیات وحش را به شدت افزایش دهد. این تعارضات از یک سو با اقتصاد جوامع بومی و از سوی دیگر با امنیت و حفاظت از



## بررسی غنای گونه‌ای پرندگان استان بوشهر به‌منظور تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی/۲۱

با تحقیق حاضر مغایر است. در این زمینه باید گفت که پراکندگی پرندگان و نقاط داغ زیستی در سراسر یک منطقه می‌تواند نشان از پایداری و سلامت در تمامی اکوسیستم آن منطقه باشد (نظامی، ۱۳۹۸). همچنین طبق محاسبات، بزرگترین لکه داغ با وسعت  $57,932/4$  هکتار در جنوب استان، درون پارک ملی دریایی نایبند در منطقه‌ای جذر و مدی و در مجاورت اراضی جنگلی مانگرو و نخلستان‌های آبی تشکیل شده است. البته باید عنوان کرد محاسبه این لکه‌ها تنها برای پرندگان نبایستی سبب غفلت از سایر رده‌های موجودات زنده همانند پستانداران، خزندگان، دوزیستان و حتی گیاهان شود تا بتوان با تعیین لکه‌های داغ تنوع زیستی در تمامی سطوح موجودات زنده و همپوشانی آنها با هم، برنامه‌های مناسب جهت حفاظت از این لکه‌ها اتخاذ گردد.

به عقیده Sloan و همکاران (۲۰۱۴) نقشه نقاط داغ به‌طور وسیعی با نقشه مناطق طبیعی که بیشترین فواید را برای مردم دارد، در تداخل است. دلیل این امر را شاید بتوان این طور عنوان کرد که نقاط داغ در میان غنی‌ترین و مهم‌ترین اکوسیستم‌های جهان واقع شده‌اند و در آنها جمعیت‌های تهدیدپذیر زیادی برای دوام خود به‌طور مستقیم به طبیعت وابسته‌اند، زندگی می‌کنند. بر اساس یک تخمین با وجود مساحت کم مناطق داغ، ۳۵ درصد خدمات اکوسیستمی که جمعیت‌های آسیب‌پذیر انسانی وابسته به آن هستند، توسط نقاط داغ تامین می‌شود.

در پایان باید عنوان کرد استان بوشهر با دارا بودن حدود ۱/۵ درصد از مساحت کل کشور، اما بیشتر از نیمی از گونه‌های پرنده در ایران را تحت پوشش خود داشته و این تعداد در سطحی در حدود  $51,560$  هکتار با غنای یک تا ۲۶ گونه پرنده در هر یک کیلومترمربع پراکنده است. حضور ۳۰ لکه داغ زیستی در سطح استان در کنار پرندگان در خطر انقراضی چون بالابان، عقاب صحرائی و کرکس کوچک مصری و همچنین بحری و شاهین در ضمیمه یک کنوانسیون سایتس، لزوم توجه بیشتر به زیستگاه‌های متنوع استان جهت حفاظت از پرندگان به خصوص پرندگان شکاری و آبی را می‌طلبد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، میزان همپوشانی نقاط داغ زیستی پرندگان با مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست استان جهت تعیین کارآمدی این مناطق، تعیین نقاط داغ زیستی

حیات وحش در ارتباط است که می‌تواند یکی از چالش‌های مهم در مدیریت تنوع زیستی را ایجاد نماید (Duerr et al., 2015; Belluco et al., 2023).

طبق طبقه‌بندی سایتس، ضمیمه یک در بردارنده گونه‌های گیاهی و جانوری است که نسل آنها در معرض خطر نابودی و تهدید قرار دارد که تجارت این گونه‌ها اساساً ممنوع بوده و صرفاً در موارد خاص مجاز شناخته می‌شود. ضمیمه دو نیز مشتمل بر لیست گونه‌هایی است که در حال حاضر در خطر تهدید انقراض نسل نیستند، اما اگر تجارت این گونه‌ها تحت قوانین و شرایط خاص صورت نپذیرد، این امکان وجود دارد که نسل آنها در معرض انقراض قرار گیرد (CITES, 1973) که این موضوع توجه به منع تجارت و قاچاق پرندگان شکاری از استان بوشهر به خارج از کشور، به خصوص کشورهای حوزه خلیج فارس را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

در ادامه، بررسی غنای گونه‌ای پرندگان از طریق شبکه‌بندی در سطح استان بوشهر گویای این واقعیت بود که  $21/58$  درصد از سطح منطقه مورد مطالعه به مساحت  $515,600$  هکتار تحت پوشش حضور پرندگان (جمعاً ۳۲۰ گونه)، از یک تا ۲۶ گونه در هر سلول قرار داشت که البته میانگین وزنی توزیع غنای گونه‌ای در هر سلول به میزان  $0/47$  گونه بود.

نتایج مربوط به محاسبه نقاط داغ در سطح استان نیز نشان‌دهنده حضور ۳۰ لکه داغ زیستی با مساحت  $151,311/90$  هکتار بود که  $6/33$  درصد از سطح منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. این لکه‌ها تقریباً در تمامی نواحی استان پراکندگی داشته، اما تعداد بیشتری از آنها در میانه استان و در مجاورت رودهای بزرگ شاپور، دالکی، حله و اراضی مرتعی و زراعی آبی به خصوص نخلستان‌های خرما واقع شده‌اند. Tu و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند، زیستگاه‌های طبیعی مرتبط با زمین‌های کشاورزی، غنای گونه‌ای بیشتری در مقایسه با جنگل‌ها دارد. نتایج مطالعه شیخی‌ئیلائلو و کریمی (۱۳۹۴) در تعیین نقاط داغ زیستی برای پرندگان شهرستان نقره نیز حضور ۳ لکه داغ با مساحت حدود ۱۴ درصد از سطح شهرستان را تایید کرد که هر سه در بین اراضی کشاورزی، استپ‌های نیمه-خشک و رودخانه‌های شهرستان واقع شده بود. اما در مطالعه Wu و همکاران (۲۰۱۳) مناطق کوهستانی تایوان دارای بیشترین تنوع گونه‌ای در سطح پرندگان بودند که از این حیث

منطقه حفاظت شده سرخ‌آباد استان زنجان. آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۱(۳): ۲۲-۴۰.

کابلی، م.، علی‌آبادیان، م.، توحیدی‌فر، م.، هاشمی، ع.، موسوی، ب. و روزلار، کیس. (۱۳۹۵) اطلس پرندگان ایران. تهران: انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست کشور، ۶۲۸ صفحه.

گرامی مطلق، ع. و شبانکاری، م. (۱۳۸۵) پهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، ۲۰(۱): ۲۱۰-۱۸۷.

منصوری، ج. (۱۳۹۲) راهنمای پرندگان ایران. تهران: انتشارات کتاب فرزانه، ۴۱۸ صفحه.

نظامی، ب. (۱۳۹۸) تنوع گونه‌ای پرندگان منطقه حفاظت‌شده پرور سمنان. فصلنامه علمی زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۸(۳): ۵۷-۴۵.

همامی، م. (۱۳۹۲) مبانی زیست‌شناسی حفاظت. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۰۶ صفحه.

Belluco, S., Bertola, M., Montarsi, F., DI Martino, G., Granato, A., Stella, R., Martinello, M., Bordin, F. and Mutinelli, F. (2023) Insects and public health an overview. *Insects*, 14(240): 2-15.

Callicott, J.B., Rozzi, R., Delgado, L., Monticino, M., Acevedo, M. and Harcombe, P. (2007) Biocomplexity and conservation of biodiversity hotspots three case studies from the Americas. *Philosophical Transactions of the Royal Society B - Journals*, 362(1478): 321-333.

Ceballos, G. and Ehrlich, P.R. (2006) Global mammal distributions biodiversity hotspots and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 19374-19379.

CITES. (1973) United Nations Treaty Series, 993: 71-243.

Cucu, L.A., Niculae, M.I. and Patroescu, M. (2013) Species management in the Iron gates natural park Romania an overview of zonation effectiveness. *Present Environment and Sustainable Development*, 7(2): 145-156.

Duerr, A.E., Miller, T.A., Cornel Duerr, K.L. and Lanzone, M. (2015) Landscape scale distribution and density of raptor populations wintering in anthropogenic dominated desert landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 24(10): 2365-2381.

Evans, M. (1994). Important Bird Areas in the Middle East. *Birdlife Conservation series No.2* B. Cambridge, UK, 410p.

پستانداران شاخص استان (مانند کل وزب، قوچ و میش، آهوی گواتر دار و آهوی شنی) و همچنین همپوشانی آنها با نقاط داغ زیستی پرندگان، مورد بررسی قرار گیرد. امید است بتوان در سایر استان‌های کشور نیز لکه‌های داغ حفاظتی برای پرندگان را تعیین و مناطق موجود حفاظتی آنها را بهبود بخشید.

## منابع

اسدی، م.، خورشیددوست، ع.م. و داداشی‌رودباری، ع. (۱۳۹۹) ارزیابی خودهمبستگی فضایی بارش ایران. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۴(۷۴): ۱-۱۱.

انواری، ا.، فرازمنده، ح. و احمدی، ع. (۱۴۰۰) کاربرد مدل خوشه مارشال و تحلیل لکه‌های داغ آماره گتیس آرد جی در شناسایی و ایجاد خوشه‌های صنعتی استان بوشهر.

فصلنامه علمی نظریه‌های کاربردی اقتصاد، ۸(۳): ۵۵-۸۴.

انصاری، ا. و طهماسبی، م. (۱۴۰۱) بررسی تنوع گونه‌ای جانوران پارک ملی منطقه هفتاد قله اراک. فصلنامه علمی زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۱(۳): ۴۳-۵۴.

بختیاری، پ. (۱۳۹۳) پرندهای شکاری ایران. تهران: انتشارات ایران‌شناسی، ۴۵۶ صفحه.

پرور، ز.، محمدزاده، م. و سعیدی، س. (۱۴۰۱) تحلیل ناهمگونی فضایی و عوامل موثر بر دمای سطح زمین با استفاده از مدل‌های رگرسیون فضایی. فصلنامه تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۱۳(۲): ۹۷-۱۱۳.

توکلی، م. (۱۴۰۰) اهمیت نقاط داغ تنوع زیستی در حفاظت از تنوع زیستی. نشریه زیست‌سپهر، ۱۴(۱): ۶۸-۷۶.

دری‌گیو، ر. (۱۳۹۳) گونه‌های در معرض تهدید ایران و خراسان جنوبی در لیست سرخ جهانی ۲۰۱۴. بیرجند: نشر چهاردرخت، ۳۴ صفحه.

شیخی‌نیلانلو، ص. و کریمی، س. (۱۳۹۴) تعیین کانون‌های تمرکز با اولویت بالای حفاظتی برای پرندگان، مطالعه موردی شهرستان نقده. مجله محیط زیست جانوری، ۸(۳): ۲۹-۳۸.

شیخی‌نیلانلو، ص. (۱۳۹۵) اهمیت نقاط داغ زیستی با تاکید بر جامعه پرندگان و معرفی مناطق موجود در ایران. نشریه زیست‌سپهر، ۱۱(۴): ۲۴-۳۲.

صفری‌الموتی، پ.، کریمی‌دهکردی، ا. و اعظمی، ج. (۱۴۰۲) تاثیر دانش جوامع محلی بر ادراک تخریب تنوع زیستی

- Schouten, M.A., Barendregt, A., Verweij, P.A., Kalkman, V.J., Kleukers, R.M.J.C., Lenders, H.J.R. and Siebel, H.N. (2010) Defining hotspots of characteristic species for multiple taxonomic groups in the Netherlands. *Biodiversity Conservation*, 19: 2517-2536.
- Sloan, S., Jenkins, C.N., Joppa, L.N., Gaveau, D.L.A. and Laurance, W. (2014) Remaining natural vegetation in the global biodiversity hotspots. *Biological Conservation*, 177(2014): 12-24.
- Tu, H.M., Fan, M.W. and Ko, J.C.J. (2020) Different habitat types affect bird richness and evenness. *Scientific Reports nature research*, 10(1221): 1-10. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58202-4/>
- Wu, T.Y., Walther, B.A., Chen, Y.H., Lin, R.S. and Lee, P.F. (2013) Hotspot analysis of Taiwanese breeding birds to determine gaps in the protected area network. *Zoological Studies*, 52(29): 1-15. doi: <https://doi.org/10.1186/1810-522X-52-29/>
- Farashi, A. and Shariati, M. (2017) Biodiversity hotspots and conservation gaps in Iran. *Journal for Nature Conservation*, 39(3): 37-57.
- Grenyer, R., Orme, C.D.L., Jackson, S.F., Thomas, G.H., Davies, R.G., Davies, T.J., Jones, K.E., Olson, V.A., Ridgely, R.S., Rasmussen, P.C., Ding, T.S., Bennett, P.M., Blackburn, T.M., Gaston, K.J., Gittleman, J.L. and Owens, I.P.F. (2006) Global distribution conservation of rare and threatened vertebrates. *Nature*, 444(7115): 93-96.
- Jenkins, C.N., Alves, M.A.S. and Pimm, S.L. (2010) Avian conservation priorities in a top ranked biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 143(3): 992-998.
- Mace, G.M., Norris, K. and Fitter, A.H. (2012) Biodiversity and ecosystem services a multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(1): 19-26.
- Porter, R.F., Christensen, S. and Schiermacker Hansen, P. (2005) *Birds of the Middle East*. Phoenix Offset, Hong Kong, 460p

## Species richness of birds in Bushehr Province to determine biodiversity hotspots

Mohammad Papari Zareie<sup>1</sup>, Maryam Rafati<sup>2\*</sup> and Mohammadreza Ashrafzadeh<sup>3</sup>

1) Master's student, Department of Environment, Faculty of Marine Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2) Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Marine Sciences and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

\*Corresponding Author Email Address: m\_rafati@iau-tnb.ac.ir

3) Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Date of Submission: 2023/09/25

Date of Acceptance: 2023/12/23

### Abstract

Species richness is one of the biodiversity parts, which is calculated by counting the number of species present in an area. In this study, the species richness of the birds in Bushehr Province was examined to determine the biodiversity hotspots and their conservation levels. For this purpose, after collecting information on the presence of birds, the conservation status of each species was determined. Then, by gridding the studied area into cells of one per kilometer, the distribution table of bird species richness was prepared, and also, the biodiversity hotspots were calculated by the Getis-Ord Gi statistic in a geographic information system. The results indicated that out of 320 bird species with continuous observation records in Bushehr Province, none of the species were categorized as critically endangered according to the 2021 IUCN Red List. However, three bird species included saker falcon (*Falco cherrug*), Steppe eagle (*Aquila nipalensis*), and Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) were classified as endangered, and seven species of Marbled duck (*Marmaronetta angustirostris*), Common pochard (*Aythya ferina*), Long-tailed duck (*Clangula hyemalis*), Macqueen's Bustard (*Chlamydotis macqueenii*), Socotra cormorant (*Phalacrocorax nigrogularis*), Pallid Harrier (*Circus macrourus*), and Eastern imperial eagle (*Aquila heliaca*) were considered as vulnerable situation. Furthermore, the study of species richness revealed that 21.58% of the study area was covered by the presence of these 320 species with a species richness of one to 26 birds per cell. The results of calculating the hotspots in the province also showed the presence of 30 biodiversity hotspots with an area of 151311.90 hectares (6.33% of the province's area), which are often located in the vicinity of large rivers and rangelands, and agricultural lands, particularly date palm orchards, requiring more attention to these habitats to protect birds.

**Keywords:** Birds, Bushehr Province, Hotspots, IUCN Red List, Species richness.