

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی (*Chlamydotis macqueenii*) در استان فارس

- داود پاک‌نیت*: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- محمودرضا همامی: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
- سعیده ملکی: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، صندوق پستی: ۹۸۶۱۵-۵۳۸
- محبوبه توحیدی: سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران
- لیلا جولائی: اداره کل حفاظت محیط زیست استان فارس

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۴

چکیده

هوبره آسیایی در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی از چین تا شبه جزیره عربستان حضور دارد. جمعیت‌های این گونه در بیش‌تر زیستگاه‌های خود در حال کاهش است. در این مطالعه از الگوریتم حداکثر بی‌نظمی برای پیش‌بینی پراکنش بالقوه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در استان فارس استفاده شد. داده‌های حضور در سطح استان جمع‌آوری و وارد مدل مکسنت شد. سپس ارتباط آن با نقشه‌های رقومی شده ۱۲ متغیر محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفت. مدل به‌دست آمده دارای کارایی پیش‌بینی خوبی بود. مقدار میانگین مساحت سطح زیر نمودار (AUC) به‌دست آمده از منحنی ROC برای مدل زمستان‌گذران هوبره ۰/۹۸ به‌دست آمد. متغیرهای تاثیرگذار در توسعه مدل توسط آزمون جک‌نایف مشخص گردید. تاثیرگذارترین متغیر برای پراکنش زمستان‌گذرانی هوبره آسیایی در استان فارس، تنوع ناهمواری‌ها تشخیص داده شد. شیب (درصد)، مجموع بارش سالانه، میزان بارش مرطوب‌ترین فصل، میانگین دمای سردترین فصل، فاصله تا اراضی کشاورزی دیم و فاصله تا پوشش مرتعی متوسط و ضعیف به‌ترتیب از دیگر متغیرهای مهم در مدل زمستان‌گذرانی هوبره آسیایی در استان فارس بودند. زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا و متوسط جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۲۱ و ۱۷/۵ درصد برآورد شد. مناطق حفاظت شده به‌ترتیب حدود ۲۳ و ۱۱/۸ درصد از زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا و متوسط را تحت پوشش قرار می‌دهد.

کلمات کلیدی: حداکثر آنتروپی، مناطق حفاظت‌شده، مناطق شکار ممنوع، مدل پراکنش گونه، *Chlamydotis macqueenii*



مقدمه

هوبره آسیایی از خانواده هوبره (Otididae) و راسته درناسانان در مناطق خشک از چین تا شبه جزیره عربستان پراکندگی دارد. جمعیت‌های این گونه در گستره پراکندگی خود در حال کاهش است (Saint و Heezik، ۱۹۹۶). میانگین کاهش سالانه جمعیت در سه کشور چین، قزاقستان و عمان در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ حدود ۳۰ درصد برآورد شده است (Tourenq و همکاران، ۲۰۰۵). به‌همین دلیل وضعیت حفاظتی این گونه از نزدیک به تهدید (Threatened Near) در سال ۲۰۰۱ به تهدید شده (Vulnerable) در سال ۲۰۰۷ تغییر یافته است (IUCN، ۲۰۰۷). شکار بی‌رویه (اعم از شکارهای غیرمجاز، زنده-گیری، قاچاق، قوشبازی)، کاهش و تکه‌تکه‌شدن زیستگاه به دلیل توسعه کشاورزی، توسعه انسانی از قبیل جاده‌سازی و خطوط نیرو، فعالیت‌های نظامی، چرای بی‌رویه و استخراج شن، جمع-آوری تخم‌ها و بیماری‌ها از عوامل قرار گرفتن این گونه در زمره گونه‌های تهدید شده است (Aghaniajafi-Zadeh و همکاران، ۲۰۱۰؛ Saint و Heezik، ۱۹۹۶).

هوبره آسیایی یک گونه مهاجر است که جمعیت‌های آن در غرب آسیا دو مسیر مهاجرتی متفاوت را از آسیای مرکزی، شرق قزاقستان و غرب قزاقستان تا پاکستان و عراق طی می‌کنند. ایران در مسیر مهاجرتی هر دوی این جمعیت‌ها قرار دارد و از میزبانان شاخص جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره در آسیا به‌شمار می‌رود (Combreau و همکاران، ۲۰۱۱). مهاجرت پائیزه هوبره از قزاقستان و شمال آسیا در اواخر مرداد شروع و تا اوایل آبان ادامه دارد و مهاجرت بهاره در اواخر اسفند و فروردین انجام می‌شود. اکثر گروه‌های زمستان‌گذران هوبره در ماه آبان به ایران و پاکستان می‌رسند (Osborne و همکاران، ۱۹۹۷). بخش-های وسیعی از کشور ایران، در برگزیده زیستگاه‌های زمستان-گذرانی و جوجه‌آوری این گونه است به‌طوری‌که در مقایسه با سایر کشورها دارای تراکم جمعیت بالاتر (آق‌انجفی زاده، ۱۳۸۷) و سالانه پذیرای صدها قطعه هوبره در فصل تولیدمثل می‌باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹). با این وجود اطلاعات کمی در رابطه با نواحی پراکنش جمعیت‌های زمستان‌گذران و جوجه‌آور هوبره آسیایی در ایران و استان‌های کشور در دسترس می‌باشد.

مدل‌های پراکنش گونه‌ها (Species Distribution Models: SDMs)، توصیفی کمی از نحوه پراکنش جغرافیایی گونه‌ها فراهم می‌کند (Elith و همکاران، ۲۰۰۶؛ Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). این مدل‌ها در طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی (Bosso و

همکاران، ۲۰۱۲) و شناسایی جمعیت‌های جدید از گونه‌های در خطر انقراض (Jones و Rebelo، ۲۰۱۰) کاربرد زیادی دارند. مدل-های پراکنش گونه‌ها از ارتباط میان متغیرهای محیط‌زیستی و نقاط حضور گونه برای شناسایی شرایط محیط‌زیستی که گونه در آن می‌تواند زندگی کند، استفاده می‌کنند. با استفاده از این مدل-ها، امکان ارزیابی مطلوبیت زیستگاه گونه بر اساس پراکنش مکانی متغیرهای محیط زیست مطلوب در سرتاسر گستره پراکندگی آن فراهم می‌شود. برخی از رویه‌های نوین مدل‌سازی براساس داده‌های صرفاً حضور گونه‌ها شکل گرفته و بر بسیاری از مشکلات ناشی از فقدان داده‌های عدم حضور فائق آمده‌اند. چنین مدل‌هایی، هنگامی که در مقیاس کلان مورد استفاده قرار گیرند، ابزاری کارآمد و تکمیلی برای مطالعات در مقیاس محلی محسوب شده (Bosso و همکاران، ۲۰۱۲) و می‌توانند به‌عنوان ابزاری کارآمد جهت شناسایی مناطق پراکنش، نواحی داغ تنوع زیستی و یا کریدورهای پیوسته زیستگاهی مورد استفاده قرار گیرند (Drag و همکاران، ۲۰۱۱؛ Gavashelishvili و Lukarevskiy، ۲۰۰۸). یکی از قوی‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها در حال حاضر، روش حداکثر بی‌نظمی یا مکسنت است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). کارایی مکسنت به‌عنوان یکی از روش‌های مدل‌سازی پراکنش در مقایسه با سایر روش‌ها خوب ارزیابی شده است (Pearson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Elith و همکاران، ۲۰۰۶؛ Phillips و همکاران، ۲۰۰۶).

با توجه به ناشناخته بودن زیستگاه‌های بالقوه مطلوب برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در کشور، پژوهش حاضر به شناسایی نواحی پراکنش و موثرترین عوامل موثر بر پراکنش جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در استان فارس با استفاده از مدل حداکثر بی‌نظمی پرداخته است.

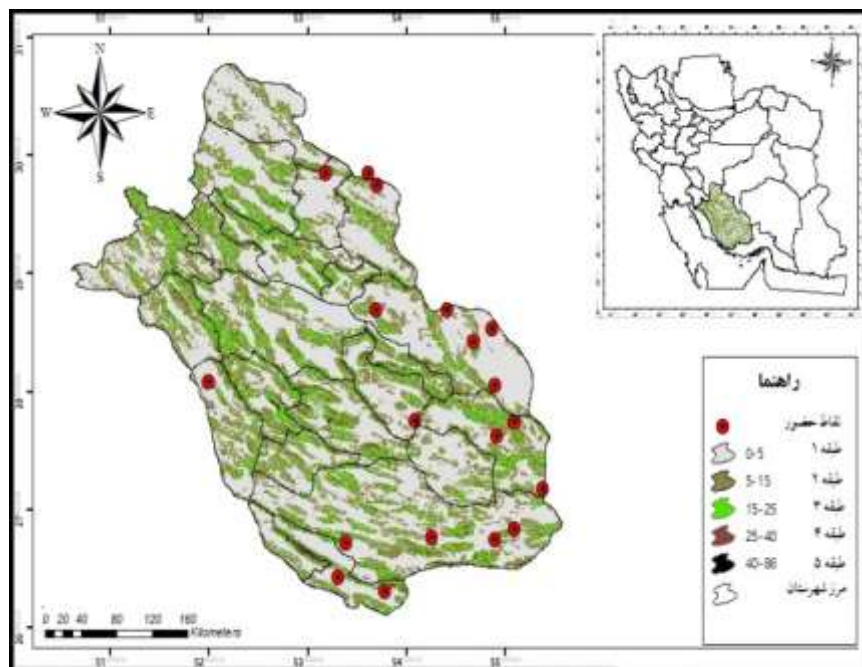
مواد و روش‌ها

استان فارس با مساحتی بالغ بر ۱۲۲ هزار کیلومتر مربع در جنوب‌شرقی ایران واقع شده و در حدود ۷/۶ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان، بین ۲۷ درجه و ۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). استان فارس به سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تقسیم شده و دارای تنوع آب و هوایی خشک و نیمه خشک، معتدل و کوهستانی است. جهت عمومی کوه‌های این استان غربی-شرقی است و هرچه از شمال به جنوب پیش می‌رود از



۷/۶ و در گرم‌ترین فصل سال ۲۷/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد
(<http://www.farsmet.ir>).

ارتفاع کوهستان کاسته می‌شود. میانگین بارندگی سالانه استان
حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. متوسط دما در سردترین فصل سال



شکل ۱: موقعیت استان فارس در ایران. نقشه طبقات شیب (درصد) به همراه مرز شهرستان‌های استان فارس و نقاط حضور هوبره آسیایی

همبستگی بالا دارند ($r > 0.7$) در مدل مورد استفاده قرار گیرند (Trisurat و همکاران، ۲۰۱۲). برای انتخاب متغیرهای مناسب در فرایند مدل‌سازی از چهار گروه متغیرها در نقاط حضور آزمون همبستگی گرفته شد. متغیرهایی که دارای همبستگی حدود ۰/۷ و یا بیش‌تر بودند، یکی انتخاب شد. آنالیز میزان همبستگی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. با توجه به همبستگی بالای متغیر ارتفاع با مجموع میزان بارش سالانه، متغیر ارتفاع از روند مطالعه حذف گردید. اندازه سلول نقشه‌ها با توجه به مقیاس مطالعه یک کیلومتر مربع انتخاب شد. لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به مدل به فرمت ASCII تبدیل شدند.

مدل‌سازی پراکنش جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی با استفاده از الگوریتم حداکثر بی‌نظمی در نرم‌افزار مکسنت (نسخه ۷۳،۳،۳۵) انجام شد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). برای راه‌اندازی مدل مکسنت، ۷۰٪ داده‌های حضور برای ساختن مدل و ۳۰٪ دیگر برای ارزیابی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. تعداد ۱۰ تکرار انتخاب شد. نقشه پیوسته احتمال حضور گونه با فرمت ASCII وارد محیط نرم‌افزار GIS شد و به فرمت رستری تبدیل گردید.

داده‌های حضور گونه در طول بازدیدهای میدانی صورت گرفته در پارک ملی قزوئی و منطقه حفاظت شده بهرام گور به‌دست آمد. با توجه به گسترده بودن منطقه مورد مطالعه بخش اعظم داده‌های حضور با همکاری اداره کل حفاظت محیط زیست استان فارس در مناطق چهارگانه، شکار ممنوع و مناطق آزاد شهرستان‌های با سابقه حضور هوبره جمع‌آوری شد. در مجموع ۱۹ نقطه حضور از جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در استان فارس در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ ثبت گردید.

براساس مطالعات انجام گرفته با مدل حداکثر بی‌نظمی روی گونه‌های جانوری در ایران و جهان (بیوزپلنگ (Farhadinia, ۲۰۱۳)؛ میش مرغ (Susana, ۲۰۰۸)؛ شبگرد، کوکو و قمری (Peterson, ۲۰۰۷)) چهار گروه متغیر محیطی شامل متغیرهای فیزیوگرافی، پوشش اراضی، انسانی و متغیرهای اقلیمی مربوط به سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵) برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی انتخاب شدند (جدول ۱). علی‌رغم این‌که مدل مکسنت نسبت به سایر مدل‌های مشابه حساسیت کم‌تری به همبستگی میان متغیرهای محیطی دارد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۹)، پیشنهاد شده است، فقط یکی از زوج متغیرهایی که



جدول ۱: متغیرهای انتخاب شده از ۴ گروه متغیرهای فیزیوگرافی، پوشش اراضی، انسانی و اقلیمی به همراه واحد، نحوه محاسبه و منبع تهیه آن‌ها

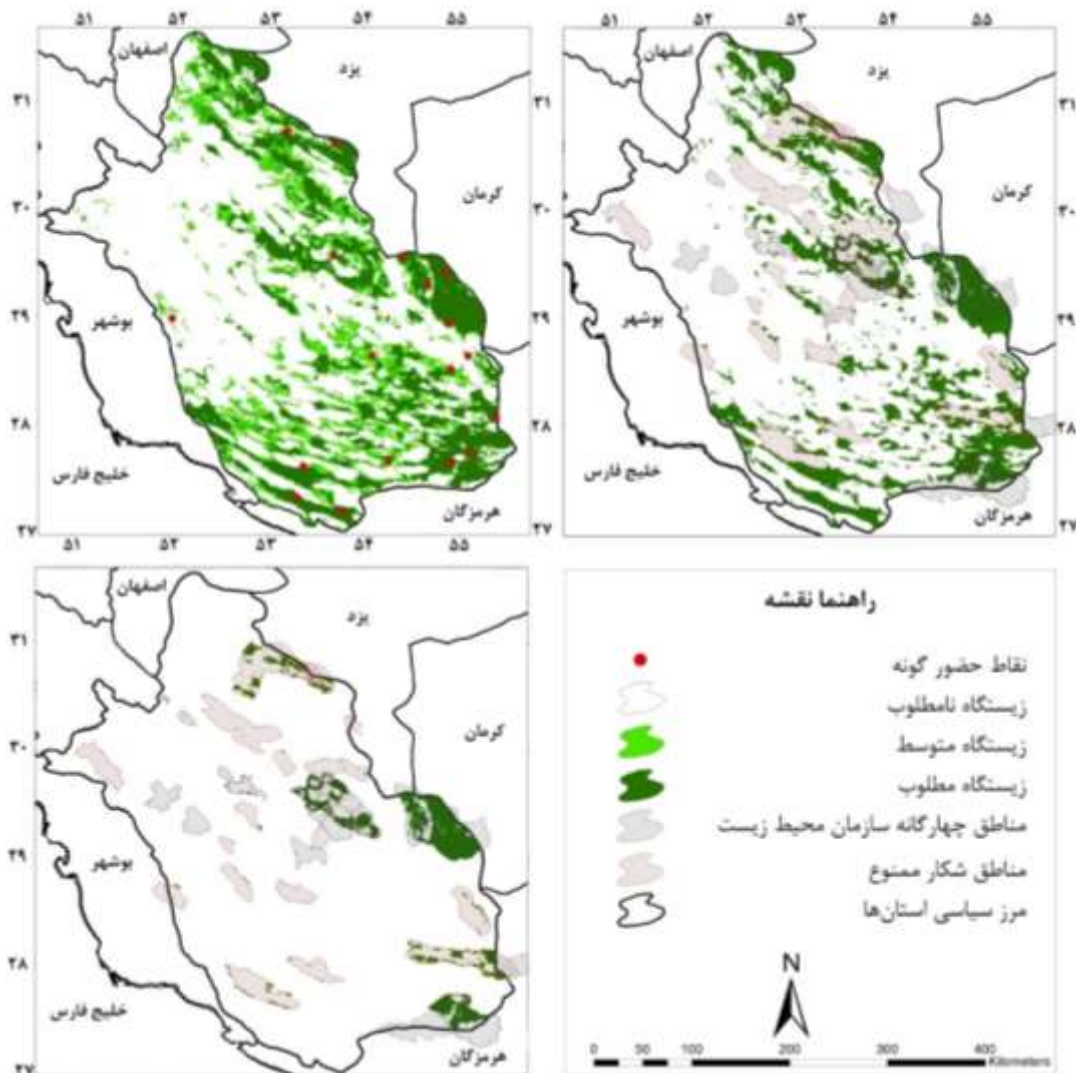
متغیرها	علامت اختصاری	واحد	نحوه محاسبه	منبع تهیه
متغیرهای فیزیوگرافی:				
ارتفاع	Elevation	متر	نقشه رقومی ارتفاعی (DEM)	مرکز ملی نقشه‌برداری ایران
تنوع ناهمواری‌ها (زبری زمین)	Roughness	انحراف معیار تغییرات ارتفاع	استفاده از تحلیل همسایگی در تابع focal statistics	نقشه رقومی ارتفاعی (DEM)
شیب (درصد)	Slope	درصد	استفاده از تابع Slope	نقشه رقومی ارتفاعی (DEM)
متغیرهای پوشش اراضی:				
فاصله تا اراضی شور-بایر	Dis-to-salt-bare	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
فاصله تا پوشش مرتعی متوسط (۰/۲۵-۰/۵۰)	Dis-to-mod-range	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
فاصله تا پوشش مرتعی ضعیف (۰/۵-۰/۲۵)	Dis-to-Poor-range	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
عوامل انسانی:				
فاصله تا اراضی کشاورزی آبی	Dis-to-agri	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
فاصله تا اراضی کشاورزی دیم	Dis-to-dry farming	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
فاصله تا مناطق مسکونی	Dis-to-urban	متر	استفاده از تابع Distance	سازمان جنگل‌ها و مراتع
متغیرهای اقلیمی:				
هم‌دمایی (ایزوترمالی)	Bio۳	درجه سانتی‌گراد		WorldClim
میانگین دمای سردترین فصل	Bio۱۱	درجه سانتی‌گراد × ۱۰		WorldClim
مجموع بارش سالانه	Bio۱۲	میلی‌متر میانگین ماهانه		WorldClim
بارش مرطوب‌ترین فصل	Bio۱۶	میلی‌متر میانگین ماهانه		WorldClim

نتایج

مقدار میانگین AUC برای مدل پراکنش زمستان‌گذرانی ۰/۹۸ محاسبه شد. براساس طبقه‌بندی Swets (۱۹۸۸) مدل مکسنت برای مدل پراکنش زمستان‌گذرانی هوبره آسیایی در استان فارس دارای پیش‌بینی عالی بود. نقشه سه طبقه‌ای و دو طبقه‌ای مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره در شکل ۱ آورده شده است. نتایج الگوی پراکنش مطلوبیت زیستگاه نشان داد بهترین مکان برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در استان فارس، مناطق شرقی و جنوبی استان می‌باشد. مساحت زیستگاه‌های مطلوب و متوسط برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره در استان فارس به ترتیب ۲۱ (۲۴۰۴۹) کیلومتر مربع) و ۱۷/۵ درصد (۲۰۱۰۴ کیلومتر مربع) برآورد شد. مناطق حفاظت شده و شکار ممنوع به ترتیب حدود ۲۳ (۶۲۹۶) کیلومتر مربع) و ۱/۸ درصد (۳۱۱۲) کیلومتر مربع) از زیستگاه‌های مطلوب و متوسط را تحت پوشش قرار می‌دهد.

الگوی پراکنش مطلوبیت زیستگاه بالقوه جمعیت‌های زمستان‌گذران و جوجه‌آوری هوبره در استان فارس به صورت نقشه گسسته در سه طبقه (مطلوب (آستانه بیش‌تر از ۰/۴۵)، متوسط (آستانه بین ۰/۳۰ تا ۰/۴۵) و نامطلوب (آستانه کم‌تر از ۰/۳۰) تهیه شد (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، بخش‌های مهم و عمده‌ای از نقاط حضور گونه در زیستگاه‌های مطلوب هوبره قرار گرفته است. با توجه به این نکته، نقشه دو طبقه‌ای مطلوبیت زیستگاه هوبره (مطلوب (آستانه بیش‌تر از ۰/۴۵) و نامطلوب (آستانه کم‌تر از ۰/۴۵) آورده شده است. به منظور بررسی مساحت و درصد قرارگیری زیستگاه‌های مطلوب هوبره در مناطق حفاظت شده، مرز مناطق حفاظت شده و شکار ممنوع روی نقشه طبقه‌بندی شده پراکنش هوبره قرار گرفت. آزمون جک نایف برای ارزیابی اهمیت تک متغیرها در تهیه مدل استفاده شد و تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت کننده (Receiver Operating Characteristic curve) و مساحت زیر منحنی (Area Under the ROC Curve) برای ارزیابی کیفیت کلی مدل مورد استفاده قرار گرفت (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶).



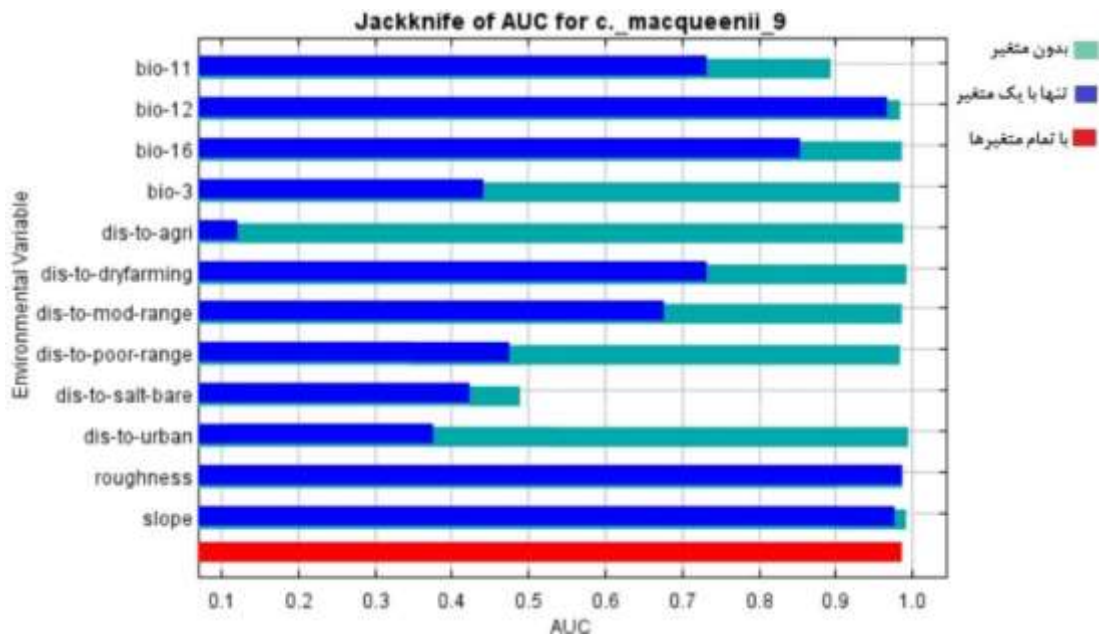


شکل ۲: نقشه ۲ و ۳ طبقه مطلوبیت زیستگاه هوبره آسیایی در استان فارس به همراه الگوی پراکنش هوبره آسیایی در مناطق چهارگانه و شکار ممنوع

اراضی کشاورزی دیم و فاصله تا پوشش مرتعی متوسط و ضعیف به ترتیب از دیگر متغیرهای مهم در مدل زمستان‌گذرانی هوبره آسیایی در استان فارس بودند (شکل ۳). منحنی‌های پاسخ مربوط به متغیرهای تاثیرگذار در توسعه مدل زمستان‌گذران هوبره در شکل ۴ آورده شده است.

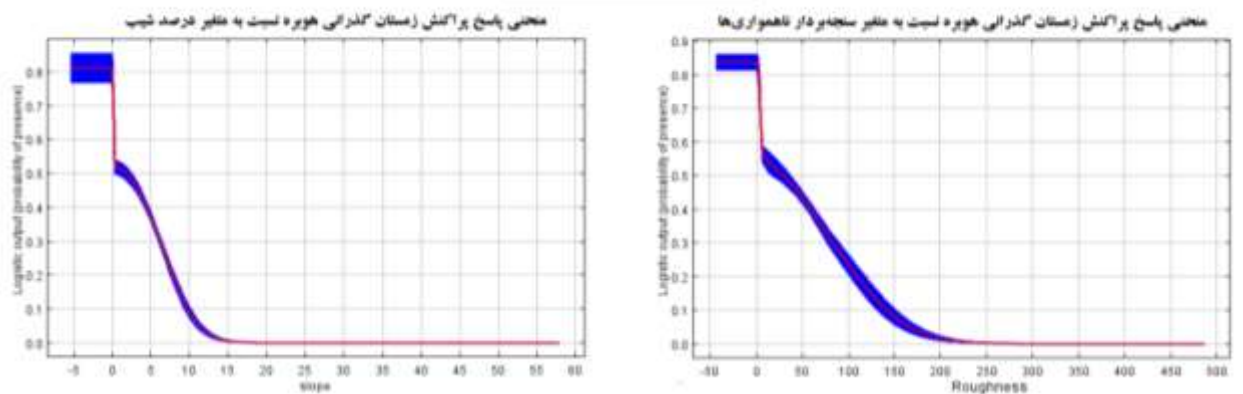
متغیرهای تاثیرگذار در توسعه مدل توسط آزمون جک‌نایف مشخص گردید. تاثیرگذارترین متغیر برای پراکنش زمستان‌گذرانی هوبره آسیایی در استان فارس، تنوع ناهمواری‌ها تشخیص داده شد. شیب (درصد)، مجموع بارش سالانه، میزان بارش مرطوب‌ترین فصل، میانگین دمای سردترین فصل، فاصله تا



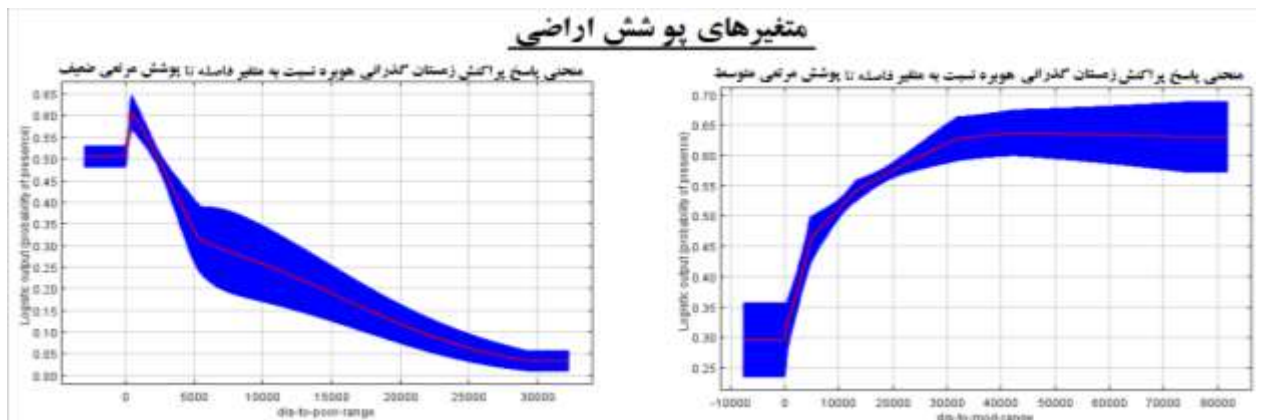


شکل ۳: نمودار آزمون جک نایف برای بررسی اهمیت متغیرهای محیطی در توسعه مدل زمستان‌گذران هوبره آسیایی

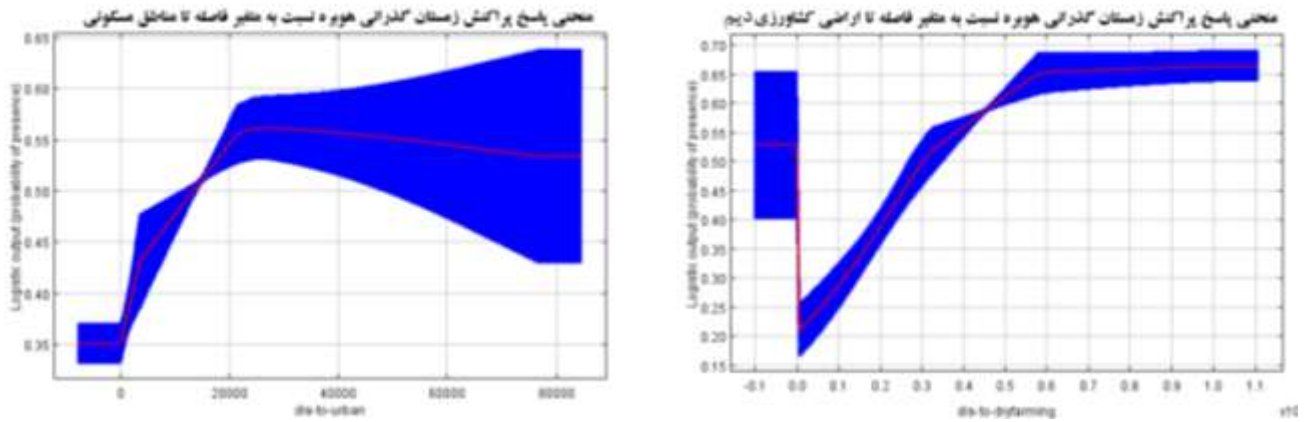
متغیرهای فیزیوگرافی



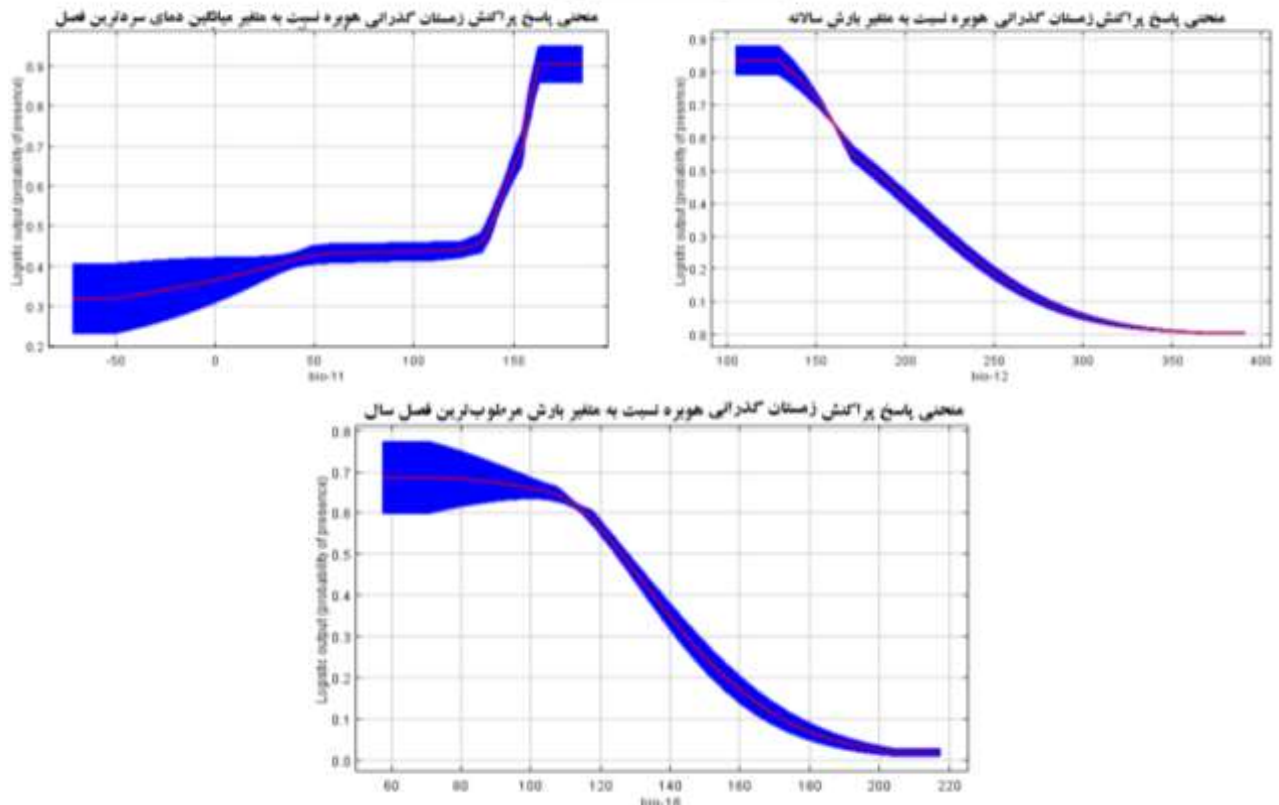
متغیرهای پوشش اراضی



عوامل انسانی



متغیرهای اقلیمی



شکل ۴: منحنی‌های پاسخ مربوط به متغیرهای تاثیرگذار در مدل پراکنش جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی

می‌دهد زیستگاه‌ها و مناطقی که دارای پستی و بلندی می‌باشند برای هوبره مناسب نیست. هوبره از این نوع مناطق به دلیل کاهش دید اجتناب می‌کند. منحنی پاسخ متغیر درصد شیب نشان داد، با افزایش درصد شیب مطلوبیت زیستگاه هوبره به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد و اراضی با شیب حدود کم‌تر از ۵ درصد بیش‌ترین

بحث

تنوع ناهمواری‌ها از متغیرهای توپوگرافی و تابعی از تغییرات ارتفاع و شیب است. به‌طوری‌که با افزایش درجه یا درصد شیب، میزان ناهمواری‌ها و زبری زمین نیز زیاد می‌شود. این متغیر نشان



افزایش می‌یابد و از فاصله ۲۰ کیلومتری به بعد مطلوبیت زیستگاه ثابت می‌شود (Nadeem, ۲۰۰۹؛ Le Cuziat, ۲۰۰۵). زیستگاه‌های مناسب برای هوبره آسیایی فاصله زیادی تا اراضی کشاورزی دیم دارند. اراضی کشاورزی دیم در مناطق پر باران شمال و شمال غربی استان فارس قرار دارند. اراضی کشاورزی آبی نیز معمولاً حاشیه مناطق مسکونی قرار دارند. مناطق مسکونی در مکان‌هایی با پوشش گیاهی و منابع آب مناسب گسترش یافته‌اند و یا به دلیل توسعه‌هایی انسانی دست‌خوش تغییراتی در پوشش گیاهی اطراف این مناطق شده است. هوبره آسیایی گونه‌ای همه‌چیزخوار است (Tourenqu و همکاران، ۲۰۰۳) و مناطق هموار با پوشش گیاهی کم ارتفاع (Goriup, ۱۹۹۷) و تراکم پوشش کم‌تر از متوسط (Osborne, ۱۹۹۷) را ترجیح می‌دهد. اما مطالعات انجام شده در مقیاس سیمای سرزمین برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در مرکز ایران، در استان‌های یزد (Aghaniajafi-Zadeh و همکاران، ۲۰۱۰) و اصفهان (همای، ۱۳۸۶) نشان داده‌اند که این پرنده به مزارع کشاورزی نظیر یونجه و منداب در فصل زمستان وابسته بوده و حضور آن در دشت‌های پوشیده از این نوع مزارع کشاورزی افزایش می‌یابد.

مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره با افزایش مجموع میزان بارش سالانه و بارش در مرطوب‌ترین فصل سال، کاهش می‌یابد. زیستگاه‌های مطلوب برای پراکنش زمستانی هوبره آسیایی در استان فارس در مرطوب‌ترین فصل سال دارای بارشی کم‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر می‌باشند. مجموع میزان بارش سالیانه این مناطق کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر است. این مناطق، معمولاً فصل زمستان کوتاهی دارند و با اولین بارندگی‌ها گیاهان شروع به رشد می‌کنند. منحنی پاسخ متغیر میانگین دمای سردترین فصل نشان داد، با افزایش دما احتمال حضور گونه بیش‌تر می‌شود و زیستگاه‌هایی با میانگین دمای بیش‌تر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد در سردترین ۳ ماه سال برای حضور جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره مناسب است.

براساس نتایج الگوی پراکنش مطلوبیت زیستگاه مشخص شده هوبره آسیایی در استان فارس، بخش‌هایی از زیستگاه‌های مطلوب این گونه در مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفته است. از بین مناطق چهارگانه، بخش‌هایی از پارک ملی قطروئیه، پناهگاه حیات‌وحش بختگان و مناطق حفاظت شده بهرام‌گور و هرمود زیستگاه‌های بالقوه مناسبی برای جمعیت زمستان‌گذران هوبره به‌شمار می‌رود. برخی مناطق که برای ترمیم جمعیت‌های جانوری انتخاب شده‌اند، مانند مناطق شکار ممنوع دره باغ، چاه نفت، بصیران و مزایجان دارای مطلوبیت

مطلوبیت را برای این گونه دارند. مطالعات دیگر نیز در مقیاس خرد زیستگاه، کاهش مطلوبیت زیستگاه هوبره با افزایش شیب زمین را نشان داده‌اند (حبیبی، ۱۳۸۷).

با توجه به منحنی پاسخ هوبره به پوشش مرتعی، با افزایش فاصله، مطلوبیت زیستگاه تغییر می‌یابد. مطلوبیت زیستگاه هوبره آسیایی با افزایش فاصله از مراتع ضعیف (با درصد پوشش ۲۵-۵ درصد) به‌شدت کاهش می‌یابد و با افزایش فاصله از اراضی مرتعی متوسط مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد. مقایسه نقشه پوشش اراضی مرتعی ضعیف و متوسط با نقاط حضور گونه نیز نشان داد، زیستگاه‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی عمدتاً مناطقی با پوشش مرتعی ضعیف می‌باشد. بنابراین می‌توان مناطقی با پوشش حدود ۵ تا ۳۵ درصد از زیستگاه‌های مطلوب هوبره به‌شمار آورد. مطالعات دیگر نیز زیستگاه مطلوب این گونه را مناطقی با پوشش ضعیف تا متوسط (کم‌تر از ۵۰ درصد) و فاقد پوشش درختی و درختچه‌ای متوسط و متراکم بیان کرده‌اند (حبیبی، ۱۳۸۷؛ Goriup, ۱۹۹۷؛ Lanunay و همکاران، ۱۹۹۷؛ Collar, ۱۹۸۰؛ Osborne و همکاران، ۱۹۹۷). یکی از دلایل انتخاب این درصد پوشش گیاهی توسط هوبره وجود مناطقی است که ضمن فراهم آوردن منابع غذایی و پناه گرمایی مناسب، دید مناسبی برای تشخیص طعمه‌خواران داشته باشد (Launay و Combreau, ۱۹۹۶).

منحنی پاسخ فاصله تا اراضی بایر- شور نشان داد، حاشیه این مناطق از زیستگاه‌های مناسب برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی می‌باشد. این مناطق به‌دلیل قرارگیری در جنوب کشور و نزدیکی به خلیج فارس و دریای عمان تا حدودی دارای آب و هوای مانسونی (نچارسلیقه، ۱۳۸۵) می‌باشد. آب و هوای مانسونی، بارش‌های تابستانه را به‌همراه دارد و باعث رشد گیاهان در مناطق بایر و شور می‌شود. گیاهانی مانند علف شور (*Solsola sp.*)، اشنان (*Seidlitzia rosmarinus*)، سیاه‌شور (*Suada fruticosa*) به‌همراه گیاهان دیگر در نزدیکی اراضی شور و مناطقی که آب زیرزمینی بالا است، رشد می‌کنند که این گیاهان نیز منبع غذایی هوبره در نواحی باز را تشکیل می‌دهد (Lavee, ۱۹۸۵).

نتایج این پژوهش که در مقیاس کلان در استان فارس انجام گرفت نشان داد که اراضی کشاورزی آبی و دیم (بدون در نظر گرفتن نوع کشت) تأثیری بر حضور جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره ندارند. هم‌چنین، منحنی پاسخ مربوط به متغیر فاصله تا مناطق مسکونی نشان داد، مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی با فاصله گرفتن از این مناطق

۹. Collar, N.J., ۱۹۸۰. The world status of the houbara: a preliminary review. In: C.L. Coles, N.J. Collar (Eds.), Proceedings of the Houbara Bustard *Chlamydotis undulata* Symposium (no pagination). FISG/CIC/Game Conservancy. Athens, Greece. ۲۱۱ p.
۱۰. Combreau, O.; Riou, S.; Judas, J.; Lawrence, M. and Launay, F., ۲۰۱۱. Migratory Pathways and Connectivity in Asian Houbara Bustards: Evidence from ۱۵ Years of Satellite Tracking PLoS One. PLoS ONE. Vol. ۶, No. ۶, e۲۰۵۷۰ P. doi: ۱۰.۱۳۷۱/journal.pone.۰۰۲۰۵۷۰.
۱۱. Combreau, O. and Launay, F., ۱۹۹۶. Activity rhythms of houbara bustard (*chlamydotis undulata macqueenii*) in relation to some abiotic factors. Journal of arid environmental. Vol. ۳۳, pp: ۴۶۳-۴۷۲.
۱۲. Drag, L.; Hauck, D.; Pokluda, P.; Zimmermann, K. and Cizek, L., ۲۰۱۱. Demography and dispersal ability of a threatened saproxylic beetle: A mark-recapture study of the rosalia longicorn (*Rosalia alpina*). PLoS One. Vol. ۶, No. ۶, e۲۱۳۴۵ P.
۱۳. Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J. R.; Lehmann, A.; Li, J.; Lohmann, L. G.; Loiselle, B.A.; Manion, G.; Moritz, C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; Overton, J.M.; Peterson, A.T.; Phillips, S.J.; Richardson, K.; Scachetti-Pereira, R.; Schapire, R.E.; Soberon, J.; Williams, S.; Wisz, M.S. and Zimmermann, N.E., ۲۰۰۶. Novel methods improve prediction of species 'distributions from occurrence data. Ecography. Vol. ۲۹, pp: ۱۲۹-۱۵۱.
۱۴. Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Mousavi, S.J.; Eslami, M.; Azizi, M.; Shokouhi, J.; Gholikhani, M. and Hosseini Zavarei, F., ۲۰۱۳. Exceptionally long movements of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* across multiple arid reserves in central Iran. Oryx. Vol. ۴۷, pp: ۴۲۷-۴۳۰.
۱۵. Gavashelishvili, A. and Lukarevskiy, V., ۲۰۰۸. Modelling the habitat requirements of leopard *Panther pardus* in west and central Asia. J. Applied Ecology. Vol. ۴۵, pp: ۵۷۹-۵۸۸.
۱۶. Goriup, P.D., ۱۹۹۷. The world status of the houbara bustard *chlamydotis undulata*. Bird conservation. Vol. ۷, pp: ۳۷۳-۳۹۷.
۱۷. Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., ۲۰۰۵. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. Vol. ۲۵, pp: ۱۹۶۵-۱۹۷۸. <http://www.worldclim.org/GLCF>.
۱۸. IUCN. ۲۰۰۷. The IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
۱۹. Lanunay, F.; Roshier, D.; Loughland, R. and Aspinall, S.J., ۱۹۹۷. Habitat use by Houbara Bustard (*Chlamydotis undulata macqueenii*) in arid shrub land in the United Arab Emirates. J. Arid Environ. Vol. ۳۵, pp: ۱۱۱-۱۲۱.
۲۰. Lavee, D., ۱۹۸۵. The influence of grazing and intensive cultivation on the population size of the houbara bustard in the northern in Israel. Bustard studies, Vol. ۳, pp: ۱۰۳-۱۰۷.
۲۱. Le Cuziat, J.; Lacroix, F.; Roche, P.; Vidal, E.; Medail, F.; Orhant, N. and Beranger, P.M., ۲۰۰۵. Landscape and human influences on the distribution of the endangered North African houbara bustard (*Chlamydotis undulate undulata*) in Eastern Morocco. Anim. Conserve. Vol. ۸, pp: ۱۴۳-۱۵۲.
۲۲. Nadeem, A.S., ۲۰۰۹. Houbara bustard *chlamydotis undulata macqueenii* in Punjab, Baluchistan (nag valley) and Uzbekistan. Department of zoology. University of the Punjab. pp: ۱۳-۵۰.
۲۳. Osborne, P.E.; Launay, F. and Gliddon, D., ۱۹۹۷. Wintering habitat use by houbara bustards *Chlamydotis undulata* in Abu Dhabi and implications for management. Biological conservation. Vol. ۸۱, pp: ۵۱-۵۶.
- خوبی برای جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی می‌باشند. بخش‌های زیادی از زیستگاه‌های بالقوه مطلوب هوبره آسیایی در مناطق آزاد حواشی مناطق حفاظت شده و شکار ممنوع کوه حوا و تنگ خور، بناب، بصیران و چاه نفت قرار دارند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان فارس و محیط‌بانان و کارکنان ادارات محیط زیست شهرستان‌های استان که در انجام این مطالعه یاری کردند، نهایت تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

- آفانجفی‌زاده، ش.، ۱۳۸۷. بوم‌شناسی هوبره در منطقه هرات (قره تپه) استان یزد، رساله دکتری، رشته علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۷۸ صفحه.
- حبیبی، ل.، ۱۳۸۷. ارزیابی زیستگاه هوبره در حوضه نائین با استفاده از روش‌های تحلیل عامل اشیان بوم شناختی (ENFA) و فرایند سلسله مراتبی (AHP). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. رشته محیط زیست. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۹۳ صفحه.
- حیدری، ف.؛ همامی، م.ر. و آفانجفی‌زاده، ش.، ۱۳۸۹. تکثیر هوبره آسیایی (*Chlamydotis macqueenii*) در ایران: داده‌ها و تجربیات اولیه. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۳، شماره ۲، صفحات ۱۹۷ تا ۲۰۶.
- منصوری، ج.، ۱۳۷۹. وضعیت اکولوژیک جمعیت هوبره (*chlamydotis undulata*) در ایران، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی. رشته علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۱۴ صفحه.
- نچارسلیمه، م.، ۱۳۸۵. مکانیزم‌های بارش در جنوب شرق ایران. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۵، صفحات ۱ تا ۱۳.
- همامی، م.ر.، ۱۳۸۶. بررسی وضعیت گونه‌های کمیاب و در خطر انقراض عباس‌آباد تنگ‌ها (یوزپلنگ و هوبره). اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۳۱ صفحه.
- Aghaniajafi-Zadeh, S.H.; Hemami, M.R.; Karami, M. And Dolman., P.M., ۲۰۱۰. Wintering habitat use byhoubara bustard (*Chlamydotis macqueenii*) in steps of Harat central Iran. Journal of Arid Environment. Vol.۷۴, pp: ۹۱۲-۹۱۷.
- Bosso, L.; Rebelo, H.; Garonna, A.P. and Russo, D., ۲۰۱۲. Modelling geographic distribution and detecting conservation gaps in Italy for the threatened beetle Rosalia alpina. Journal for Nature Conservation. Vol. ۲۱, pp: ۴۹۸-۵۰۷.



۲۴. **Pauld, G.**, ۱۹۹۷. The world status of the Houbara Bustard *Chlamydotis undulate*. Bird Conservation International.
۲۵. **Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. and Peterson, A.T.**, ۲۰۰۷. Predicting species' distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*. Vol. ۳۴, pp: ۱۰۷-۱۱۷.
۲۶. **Peterson, A.T.; Monica, P. and Muir, E.**, ۲۰۰۷. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. *Ecography*. Vol. ۳۰, pp: ۵۵۰-۵۶۰.
۲۷. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E.**, ۲۰۰۶. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. Vol. ۱۹۰, pp: ۲۳۱-۲۵۹.
۲۸. **Phillips, S.J.; Dudik, M.; Elith, J.; Graham, C.H.; Lehmann, A.; Leathwick, J. and Ferrier, S.**, ۲۰۰۹. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Application*. Vol. ۱۹, pp: ۱۸۱-۱۹۷.
۲۹. **Ponomareva, T.S.**, ۱۹۸۵. Number of houbara bustards in Bukhara oblast Uzbek srr USSR according to aerial monitoring data. *Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody Otdel Biologicheskii*: pp: ۲۵-۲۹.
۳۰. **Rebelo, H. and Jones, G.**, ۲۰۱۰. Ground validation of presence-only modelling with rare species: A case study on *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: *Vespertilionidae*). *Journal of Applied Ecology*. Vol. ۴۷, pp: ۴۱۰-۴۲۰.
۳۱. **Reed, K.D.; Meece, J.K.; Archer, J.R. and Peterson, A. T.**, ۲۰۰۸. Ecological niche modeling of *Blastomyces dermatitidis* in Wisconsin. *PLoS ONE*. Vol. ۳, No, ۴, pp: ۲۰-۳۴.
۳۲. **Saint, J.M. and Van Heezik, Y.** ۱۹۹۶. Propagation of the houbara bustard. London: Kegan Paul International.
۳۳. **Susana S.S.; Eladio L.G.M.; Manuel, B.; Morales P.; Osbornec, P.E. and Eduardo, J.**, ۲۰۰۸. Maximum entropy niche-based modelling of seasonal changes in little bustard (*Tetrax tetrax*) distribution. *Ecological modelling*. Vol. ۲۱۹, pp: ۱۷-۲۹.
۳۴. **Swets, J.**, ۱۹۸۸. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*. Vol. ۲۴۰, pp: ۱۲۸۵-۱۲۹۳.
۳۵. **Tourenqu, C.H.; Combreau, O. and Eichaker, X.**, ۲۰۰۳. Predation of ground-nesting bird by Asian Houbara Bustard (*Chlamydotis macqueenii*). *Journal of Arid Environment*. Vol. ۵۵, pp: ۵۸۱-۵۸۲.
۳۶. **Tourenq, C.H.; Combereau, O.; Lawrence, M. and Serguei, P.**, ۲۰۰۵. Alarming houbara bustard population trends in Asia. *Biological Conservation*. Vol. ۱۲۱, pp: ۱-۸.
۳۷. **Trisurat, Y.; Bhumpakphan, N.D.; Reed, H. and Kanchanasaka, B.**, ۲۰۱۲. Using species distribution modeling to set management priorities for mammals in northern Thailand. *Journal for Nature Conservation*. Vol. ۲۰, pp: ۲۶۴-۲۷۳.
۳۸. **Van Heezik Y. and Seddon, P.J.**, ۱۹۹۹. Seasonal changes in habitat use by Houbara Bustards *Chlamydotis [undulata] macqueenii* in northern Saudi Arabia. *Ibis*. Vol. ۱۴۱, pp: ۲۰۸-۲۱۵.
۳۹. **Yang, W.K.; Qiao, J.F.; Combreau, O.; Gao, X.Y. and Zhong, W.Q.**, ۲۰۰۳. Breeding habitat selection by the houbara bustard *Chlamydotis [undulata] macqueenii* in Mori, Xinjiang, China. *Zool. Stud*. Vol. ۴۲, pp: ۴۷۰-۴۷۵.
۴۰. **Zhang, J.; Zhang, Y.; Liu, L. and Nie.**, ۲۰۱۱. Predicting potential distribution of Tibetan spruce (*Picea smithiana*) in qomolangma (Mount Everest) National nature preserve using maximum entropy niche-based model. *Chinese geographical science*. Vol. ۲۱, pp: ۴۱۷-۴۲۶.

