مطلوبیت زیستگاه دراج Francolinus francolinus در منطقه سیستان

سمیه اراضی[۱*] و جلیل سرهنگ‌زاده[۲]

۱*- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت و حفاظت تنوع‌زیستی، دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط‌زیست، دانشگاه یزد ، یزد

۲- استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد ، یزد

* ایمیل نویسنده مسئول : somaye.arazi@stu.yazd.ac.ir

تاریخ دریافت : ۹۹/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش : ۹۹/۰۷/۱۳

چکیده

امروزه شناخت زیستگاه‌های مطلوب گونه‌های حیات‌وحش، به‌خصوص گونه‌های در معرض خطر انقراض و آسیب‌پذیر یکی از رویکردهای مهم در مدیریت و حفاظت حیات‌وحش محسوب می‌گردد. دراج سیاه یکی از کم‌جمعیت‌ترین زیرگونه‌های دراج، در سیستان در معرض خطر انقراض قرار گرفته است و به منظور حفظ ذخایر ژنتیکی آن، در این پژوهش به بررسی مطلوبیت زیستگاه دراج با استفاده از مدل تحلیل آنتروپی بیشینه (MaxEnt) پرداخته شد. بدین‌صورت که در بهار سال ۱۳۹۷ تعداد ۶۵ نقطه حضور گونه در مناطق مختلف دشت سیستان از طریق پایش میدانی و روش ترانسکت خطی تصادفی شناسایی و توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی ثبت گردید. برای اعتبارسنجی مدل از سطح زیر منحنی عامل ویژه دریافت‌کننده (Receiver operating characteristic) ROC و آزمون تحلیل جک‌نایف استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که در دشت سیستان، زیستگاه مطلوب دراج، مناطق با توپوگرافی شیب کمتر از ۵ درصد و ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا و اقلیم فراخشک سرد می‌باشند. مطابق پیش‌بینی مکسنت، در دشت سیستان، پوشش‌های ترات-اشورک (Hammada-Rhazya)، نی (Phragmites australis)، گز (Tamarix sp) و زراعت آبی و باغ مورد علاقه دراج هستند. مساحت مناطق مطلوب دراج مقدار ۳۱۱۸۸ هکتار (۱/۸۵ درصد) محاسبه شد.

کلمات کلیدی

دراج، سیستان، مطلوبیت زیستگاه، تحلیل بیشینه آنتروپی

Habitat suitability of Francolinus francolinus in Sistan region

Arazi S[*1] and Sarhangzadeh J[2]

1. Master's Degree in Biodiversity Management and Conservation, Department of natural resources, Yazd University, Yazd, I.R.of Iran.

2. Assistant Professor, Department of Environment, Department of natural resources, Yazd University, Yazd, I.R.of Iran.

[*]Email Address : somaye.arazi@stu.yazd.ac.ir

Abstract

Nowadays, recognizing the desirable habitats of wildlife species, especially endangered and vulnerable species, is one of the important approaches in wildlife management and protection. Black Francolin is one of the least populated subspecies of Francolinus francolinus is endangered in Sistan and in order to preserve its genetic resources, in this study, the desirability of Black Francolin habitat was investigated using the Maximum Entropy Analysis (MaxEnt) model. Thus, in the spring of 2018, 65 species presence points in different areas of Sistan plain were identified through field monitoring and random linear transect method and recorded by the Global Positioning System. To validate the model, the area below the ROC receiver operating characteristic curve and the Jacknife analysis test were used. The results of this study showed that in Sistan plain, the optimal habitat of Black Francolin, areas with a topography of slope less than 5% and altitude less than 500 meters above sea level and dry arid climate are cold. According to Maxent, in the Sistan plain, the coverings of Hamada-Rhazya, Phragmites australis, Tamarix sp, and aquaculture and garden are the favorite. The area of desirable areas in the amount of 31188 hectares (1.85%) was calculated.

Key words

Francolinus francolinus, Sistan, Habitat suitability, Maximum entropy analysis.

۱- مقدمه

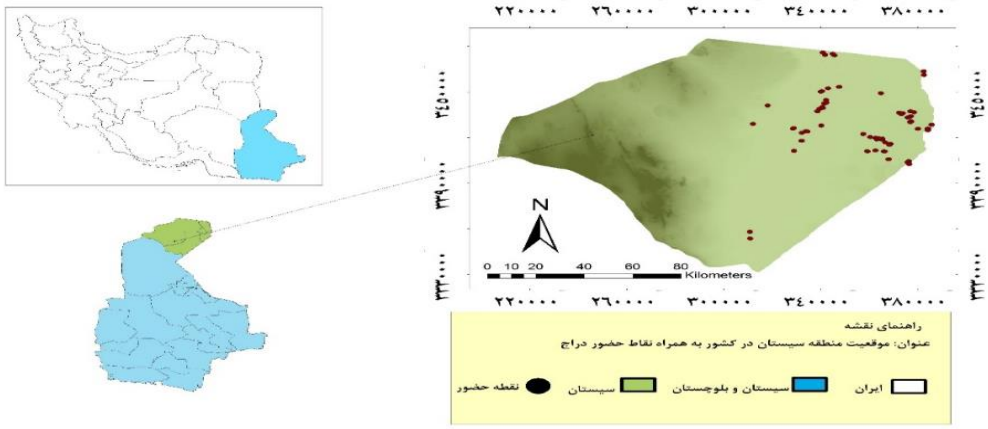
زیستگاه یک پرنده مکانی است که کلیهٔ نیازهای آن را اعم از تغذیه، تولیدمثل و پناه تامین کند (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). با وجود قدرت پرواز، پرندگان قادر هستند تا از زیستگاه‌های خود به‌صورت فصلی و یا دایم استفاده نمایند و با نامناسب شدن شرایط آب و هوایی یا منابع غذا، زیستگاه خود را به زیستگاه‌های جدید و مناسب‌تر ترک کنند (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). امروزه با پیشرفت دانش زیست‌شناسی حفاظت، شناخت و ارزیابی زیستگاه‌ها بیش از پیش مورد توجه قرارگرفته و پایداری زیستگاه‌ها ضامنی بر بقاء گونه‌ها قلمداد می‌شود (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت حیات‌وحش محسوب می‌گردد (فراشی، ۱۳۹۳). زیستگاه مطلوب تاثیر بسزایی بر بقاء و تولیدمثل گونه‌ها دارد و در امر مدیریت و حفاظت حیات‌وحش بسیار مورد توجه است (فراشی، ۱۳۹۳). دراج (Francolinus francolinus) پرنده‌ای خشکی‌زی از راسته ماکیان‌شکلان (Galliforms) و خانواده قرقاوول (Phasianidae) است (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نوری و همکاران، ۱۳۸۹؛ Kaur, (2011 & Crowe, 2013. در کشورهای قبرس، ترکیه، ایران، ترکمنستان، هندوستان، پاکستان، کشمیر، آمریکا، اروپا (Mahmood et al, 2010) و آفریقای جنوبی (Kukreti, 2017) و افغانستان (محمدیان، ۱۳۹۰) پراکنش دارد. این گونه دارای ۶ زیرگونه در جهان است (Forcina et al, 2018 & Negi & Lakhera, 2019). دراج سیاه یکی از کم جمعیت‌ترین زیرگونه‌های دراج (Mahmood et al, 2010)، گونه حمایت‌شده کشور ایران است و ارزش حفاظتی دارد (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). این گونه از گونه‌های بومی استان سیستان و بلوچستان است (منصوری، ۱۳۹۲ و نوری و همکاران، ۱۳۸۹) و در مناطقی از جمله سیستان، ایرانشهر و باهوکلات زیست می‌کند (نوری و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر نقش دراج در زنجیره غذایی گوشتخواران، در طب سنتی نیز دارای خواص درمانی از جمله رفع بلغم و درمان بیماری‌های صفراوی (ارزانی دهلوی، ۱۳۹۴) است. بر اساس باور مردم بومی بویژه افراد مسن، علاوه بر آفت مزرعه بودن دراج، گوشت آن مقوی بوده و باعث تقویت و رفع سستی بدن می‌گردد و در گذشته از سرگین آن به عنوان مرهم و ضماد برای رفع درد گوش‌ها استفاده می‌شده است بر همین اساس با وجود حمایت-های محیط‌زیست و ممنوع بودن شکار، جمعیت آن به‌دلیل شکار بی-رویه، تخریب زیستگاه رو به کاهش نهاده است، به‌طوریکه در سیستان جمعیت آن با کاهش شدید مواجه شده است. به‌همین دلیل، تعیین زیستگاه مطلوب دراج در سیستان به‌منظور حمایت و حفاظت از آن، امری مفید محسوب می‌شود. تا کنون مطالعات بسیاری بر روی زیستگاه و جوجه‌آوری دراج در کشورهای مختلف انجام شده است. Kaur (2011) به مطالعه تغذیه و جوجه‌آوری دراج در اکوسیستم کشاورزی پرداخت و در مطالعه خود دراج را گونه‌ای خشکی‌زی با تنوع بالای غذایی و زیستگاهی معرفی نمود و به حضور فراوان دراج در جنگل Sarkanda (Sacbarum spp) اشاره نموده و پوشش-های ساوانا، علفزار و اراضی کشاورزی را از مکان‌های جوجه‌آوری دراج تعیین نمود. بر اساس مطالعات Kaur (2011) دراج در نزدیک اراضی کشاورزی، باغ گل‌های‌زینتی، تاکستان و باغ مرکبات زیست و از انواع حشرات، خزندگان، دوزیستان، عنکبوت‌ها و کرم‌های‌خاکی، محصولات باغی (انگور و مرکبات) و محصولات زراعی (گندم، ذرت، سورگوم، خردل، آفتابگردان) تغذیه می‌کند و نواحی نزدیک آب را ترجیح می‌دهد. Negi & Lakhera (2015) دامنه حضور دراج را در آتراخاند هیمالایا کشور هند، هنگام جوجه‌آوری محدوده ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و در پژوهشی دیگر بر روی توزیع دراج در سال ۲۰۱۹ بیشترین تعداد حضور دراج را به ترتیب در محدوده ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و ارتفاعات کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا گزارش نمودند. Kukreti (2017) در منطقه گره‌وال هیمالایا کشور هند، ارتفاع حضور دراج را در مناطق نزدیک سکونتگاه-های انسانی و مزارع کشاورزی در مناطق بالای ۱۵۰۰ متر از سطح دریا تعیین نمود. Mahmood et al (2010) بیشترین تعداد حضور دراج را در مناطق دارای پوشش گیاهی پنجاب کشور پاکستان مشاهده نمودند. Turker & Heath (1994) ارتفاع حضور دراج را در اروپا حداکثر ۴۰۰ متر از سطح دریا گزارش نمودند. کابلی و همکاران (۱۳۹۵) و نوری و همکاران (۱۳۸۹) زیستگاه دراج را علفزارهای انبوه، بوته‌زارها، محل رویش گز، اراضی کشاورزی و کنار تالاب‌ها معرفی نمودند. Negi & Lakhera (2015) مقادیر حداقل و حداکثر درجه حرارت آتراخاند هیمالایا هند را هنگام جوجه‌آوری دراج محدوده ۳۱- ۲/۹ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند. هدف پژوهش حاضر، بررسی متغیرهای موثر بر مطلوبیت زیستگاه دراج در سیستان با استفاده از مدل آنتروپی بیشینه (MaxEnt) می‌باشد. شناسایی زیستگاه‌ها و متغیرهای موثر بر جوجه‌آوری دراج در سیستان می‌تواند در حفاظت از آن مفید واقع شود .

۲- مواد و روش‌ها

• منطقه مورد مطالعه

منطقه سیستان با مساحت ۸۱۱۷ کیلومترمربع در شمال استان سیستان و بلوچستان در محدوده جغرافیایی ″۱۸ ′۳۶ °۶۰ تا ″۲۴ ′۴۸ °۶۱ طول شرقی و ″۳۲ ′۰۳ °۳۰ تا ″۵۰ ′۲۲ °۳۱ عرض شمالی قرار دارد. این منطقه از شمال و شرق به کشور افغانستان، از جنوب به شهرستان زاهدان و از غرب به استان خراسان جنوبی منتهی می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲)، (شکل۱). سیستان با آب و هوای گرم و خشک بیابانی (زمردیان و پورکرمانی، ۱۳۶۷) پوشش‌گیاهی در اشکال رویشی علفی، بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی را شامل می‌شود که در این میان گونه بومی اصلی، درختچه گز (Tamarix sp) می‌باشد که از گیاهان شورپسند محسوب می‌گردد (مطالعات آمایش استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۷). این گونه در تمامی فصول سال سبز و در اکثر مناطق دشت سیستان موجود و سازگار با رویشگاه خود می‌باشد (مطالعات آمایش استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۷). تیپ رویشی گز در اراضی دشت‌های‌سیلابی، آبرفتی، اطراف رودخانه‌ها قرار گرفته است. در برخی مناطق این گونه در کنار گونه‌های همراه مانند Suaeda fruticosa و alsola spp رویش دارد (مطالعات آمایش استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۷).

شکل ۱. منطقه مورد مطالعه (سیستان) به همراه نقاط حضور دراج



- **مدل تحلیل آنتروپی بیشینه (MaxEnt)**

به‌منظور تحلیل زیستگاه گونه‌ها، مدل‌های پیش‌بینی‌کننده مطلوبیت زیستگاه طراحی گشته‌اند. این مدل‌ها بر اساس متغیر وابسته به دو دسته مدل‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم‌حضور و مدل‌های وابسته به داده‌های فقط حضور تقسیم‌بندی می‌شوند (زیدی و همکاران، ۱۳۹۲ و فراشی، ۱۳۹۳). مکسنت یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. اصل مکسنت به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت برمی‌گردد. این مدل برای یک گونه توسط تعدادی لایه محیطزیستی همراه با تعدادی نقاط حضور گونه به‌دست می‌آید و مطلوبیت هر سلول در زیستگاه را به‌صورت تابعی از متغیرهای محیطزیستی بیان می‌کند (زیدی و همکاران، ۱۳۹۲). مکسنت از مدل‌های وابسته به داده‌های فقط حضور می‌باشد و وقتی‌که تعداد کمی داده‌های حضور در اختیار است یکی از بهترین مدل‌ها معرفی می‌گردد (Phillips & Dudik, 2008) استفاده از مدل‌هایی که تنها نیازمند داده‌های حضور هستند، می‌تواند از خطاهای حاصل از به‌کارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه جلوگیری کند (زیدی و همکاران، ۱۳۹۲).

- **نمونه‌برداری**

با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه، ابتدا مناطق حضور دراج در دشت سیستان، از کشاورزان، چوپانان و مردم بومی و اداره محیطزیست سوال شد. سپس از میان آن‌ها، یک منطقه به طور تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری نقاط حضور دراج، با بازدیدهای میدانی به‌همراه کارشناس‌های محیطزیست در قسمت‌های مختلف منطقه در بهار ۱۳۹۷ با استفاده از روش ترانسکت خطی تصادفی و دوربین دوچشمی انجام گرفت و سعی شد تمام مناطق حضور گونه بازدید شوند. در طول مسیر ترانسکت‌ها با مشاهده مستقیم گونه و یا نمایه‌های حضور (صدا و لانه)، مختصات جغرافیایی نقطه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (Global Positioning System(GPS))، به‌عنوان نقطه حضور ثبت شدند. در فصل بهار در مجموع ۶۵ نقطه حضور قابل استفاده در نرم‌افزار در طول پژوهش ثبت شد (شکل ۱). به‌منظور افزایش قدرت دید، عملیات جستجوی میدانی و نمونه‌برداری در روزهای بدون وزش باد و گرد و غبار صورت پذیرفته است (صیاد شیخی و همکاران، ۱۳۹۵).

- **متغیرهای محیطزیستی**

با در نظر گرفتن این موضوع که دراج گونه‌ای با تنوع زیستگاهی بالا محسوب می‌شود (Kaur, 2011) و بر اساس نتایج مطالعات انجام شده بر ویژگی‌های زیستگاه، ویژگی‌های رفتاری و بوم‌شناسی دراج (Kukreti, 2017., Kaur, 2011., Negi & Lakhera, 2019., Negi & Lakhera, 2015 & Mahmood et al, 2010)، در تعیین متغیرهای محیطی تاثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه دراج در فصل زادآوری، از هفت متغیر محیطی ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت دامنه، کاربری/ پوشش اراضی، فاصله از سکونتگاه انسانی (شهر و روستا)، فاصله از جاده (آسفالت و خاکی)، داده‌های اقلیمی استفاده شد. دراج در فصل بهار، ماه‌های اردیبهشت و فروردین زادآوری می‌کند (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، زمان انجام نمونه‌برداری از نقاط پراکنش دراج، فصل بهار انتخاب شد. برای شناخت مکان‌های مطلوب جوجه‌آوری دراج؛ متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، شیب و دامنه جغرافیایی به دلیل مطالعه ویژگی‌های توپوگرافی زیستگاه، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی و جاده‌ها به دلیل مطالعه میزان انسان‌گریزی و تاثیر حضور انسان بر میزان زادآوری گونه، پوشش اراضی به دلیل گزارش‌های اهمیت پوشش گیاهی در امر جوجه‌آوری دراج، فاصله از متغیر زراعت آبی و باغ برای مطالعه تغذیه گونه، فاصله از منابع آبی برای مطالعه میزان وابستگی دراج به آب برای امر زادآوری و داده‌های اقلیمی برای مطالعه تاثیر اقلیم بر زدآوری دراج انتخاب شدند. برای تهیه نقشه‌های طبقه‌بندی ارتفاع، شیب و دامنه جغرافیایی از مدل رقومی ارتفاع (DEM) سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد. طبقه‌بندی نقشه‌های طبقات ارتفاعی و شیب بر اساس نقاط حضور دراج انجام شد.

- **تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه**

برای ورود لایه‌های محیطزیستی به نرم‌افزار MaxEnt لازم است تا کلیه نقشه‌ها قابلیت روی هم گذاری داشته باشند و تمامی لایه‌ها تمام سطح محدوده مطالعاتی را پوشش دهند و دارای بزرگ‌نمایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی یکسانی باشند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۶). بدین منظور از مرز منطقه به عنوان قالب یکسان برای تمام نقشه‌ها استفاده شد. آماده‌سازی لایه‌های متغیرهای محیطزیستی برای ورود به نرم‌افزار مکسنت در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام شد و تمام لایه‌ها با اندازه سلول مشترک (در این پژوهش سلول ۱۰۰*۱۰۰) قابلیت تلفیق پیدا نمودند. به جهت تعیین فاصله هر متغیر نسبت به توزیع گونه، لایه‌ها با استفاده از تابع Distances به لایه فاصله‌ای تبدیل شدند. در اجرای مدل به‌منظور انجام آنالیزهای آماری ساده توسط نرم‌افزار مکسنت معمولا ۷۵-۷۰ درصد نقاط حضور به‌صورت تصادفی

برای داده‌های آموزشی جهت آموزش مدل و از ۳۰-۲۵ درصد باقی‌مانده برای ارزیابی نتایج مدل استفاده می‌شود. تعداد نقاط پس‌زمینه که نرم‌افزار به‌جای نقاط عدم حضور از آن استفاده می‌کند با تعداد نقاط ۱۰۰۰۰ برای انجام بهترین عملکرد (بالاترین سطح زیرمنحنی ((Area under the curve) AUC)، در نظر گرفته می‌شود. سه روش برای تکرار مدل‌سازی در نرم‌افزار می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. روش بررسی اعتبار متقابل (Cross validate) که در این صورت داده‌های حضور به‌صورت تصادفی به تعدادی گروه با اندازه مساوی تقسیم می‌گردند. مزیت بالای اعتبار متقابل این است که از همه داده‌ها برای اعتبار و آزمون مدل استفاده می‌کند. نوع دیگری از تکرار، نمونه‌برداری‌های مکرر (Subsample) است که در این صورت نقاط حضور به‌طور تکراری به سری داده‌های آموزشی و آزمون تصادفی تقسیم می‌شوند. روش بوت‌استرپ (Bootstrap)، که در آن داده‌های آموزشی با نمونه‌برداری با جایگزینی از نقاط حضور، با تعداد نمونه برابر با تعداد کل نقاط حضور انتخاب می‌شوند. با بوت‌استرپ، تعدادی از نقاط حضور در هر مجموعه با تعداد کل نقاط حضور برابر است به‌طوری‌که مجموعه داده‌های آموزشی رکوردهای تکراری خواهند داشت. نتایج حاصل از اجرای مدل باید نشان دهد که تکرار با کدام روش بهترین عملکرد (بالاترین AUC) را دارد (Phillips et al, 2006 (&Young et al, 2011. برای اجرای مدل نهایی مطلوبیت زیستگاه از داده‌های آزمون ۲۵ درصد با ضریب تنظیم (Regularization multiplier) برابر با ۲، نقاط حضور پس‌زمینه (Background) برابر با ۱۰۰۰۰، آستانه (Threshold) برابر با ۱۰ درصد حضور آموزشی ((10 percentile training presence (10 PTP) و تکرار بوت‌استرپ (Bootstrap) استفاده شد. برای سهولت در تحلیل از فرمت Logestics که بین بازه صفر و یک، نقشه مطلوبیت را طبقه‌بندی می‌کند، استفاده شد. سایر تنظیمات، در حالت پیش‌فرض نرم‌افزار باقی ماند. نقشه مطلوبیت زیستگاه دامنه‌ای از مطلوبیت را برای زیستگاه ارائه می‌کند. نقشه به‌صورت پیوسته و از صفر تا یک می‌باشد. یک نشان‌دهنده مطلوبیت بالا و صفر نشان‌دهنده مطلوبیت پایین است. بدین منظور با استفاده از آستانه مطلوبیت (Suitability threshold) این‌گونه نقشه‌ها طبقه‌بندی شده و نقشه‌ای به‌دست می‌آید که سطح زیستگاه را به دو طبقه مطلوب و نامطلوب طبقه‌بندی می‌کند (Phillips et al, 2006).

- **اعتبارسنجی مدل**

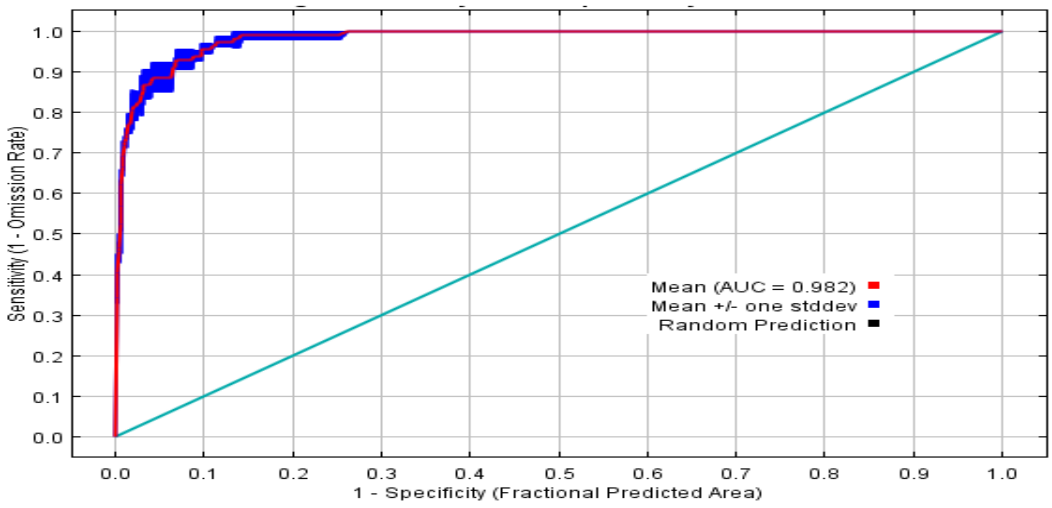
جهت اعتبارسنجی مدل از سطح زیر منحنی (Receiver operating characteristic) ROC استفاده می‌شود (Young et al, 2011). سطح زیر منحنی AUC یک مدل، دامنه‌ای از اعداد بین ۱-۰/۵ را شامل می‌گردد. سطح زیر منحنی برابر با ۰/۵ بیان‌کننده تصادفی بودن مدل و هرچه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، میزان قدرت تشخیص مدل بیشتر خواهد شد (Young et al, 2011 و صیاد شیخی و همکاران، ۱۳۹۵). اگر مقدار آن برابر با یک باشد به معنی پیش‌بینی کامل بدون حذف هیچ یک از نقاط حضور است. اگر مقدار آن از ۰/۹ بالاتر باشد نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب، مقدار بالاتر از ۰/۸ نشان‌دهنده عملکرد خوب و مقدار بالاتر از ۰/۷ بیانگر عملکرد قابل قبول مدل است (مالک‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).

- **تعیین میزان سودمندی متغیرهای محیط‌زیستی**

متغیرهای تاثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه دراج در محیط نرم‌افزار MaxEnt با آزمون جک‌نایف (Jackknife) و درصد سهم هر متغیر توسط منحنی‌های پاسخ گونه به ویژگی‌های محیطی (Create response curves) تعیین شدند (Young et al, 2011).

۳- نتایج

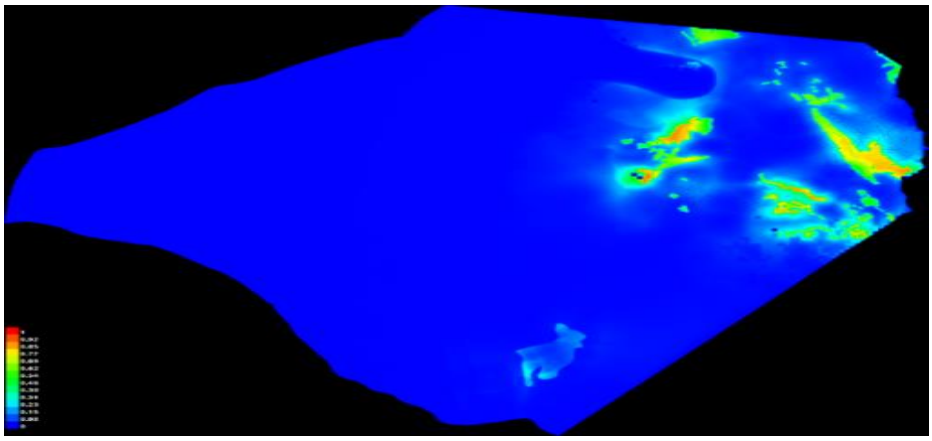
در این پژوهش، روش بوت‌استرپ با دو تکرار بالاترین سطح زیر منحنی ROC برابر با ۰/۹۸۲ را به‌دست آورده است که نشان‌دهنده قدرت بسیار بالای تشخیص مدل است (شکل ۲).



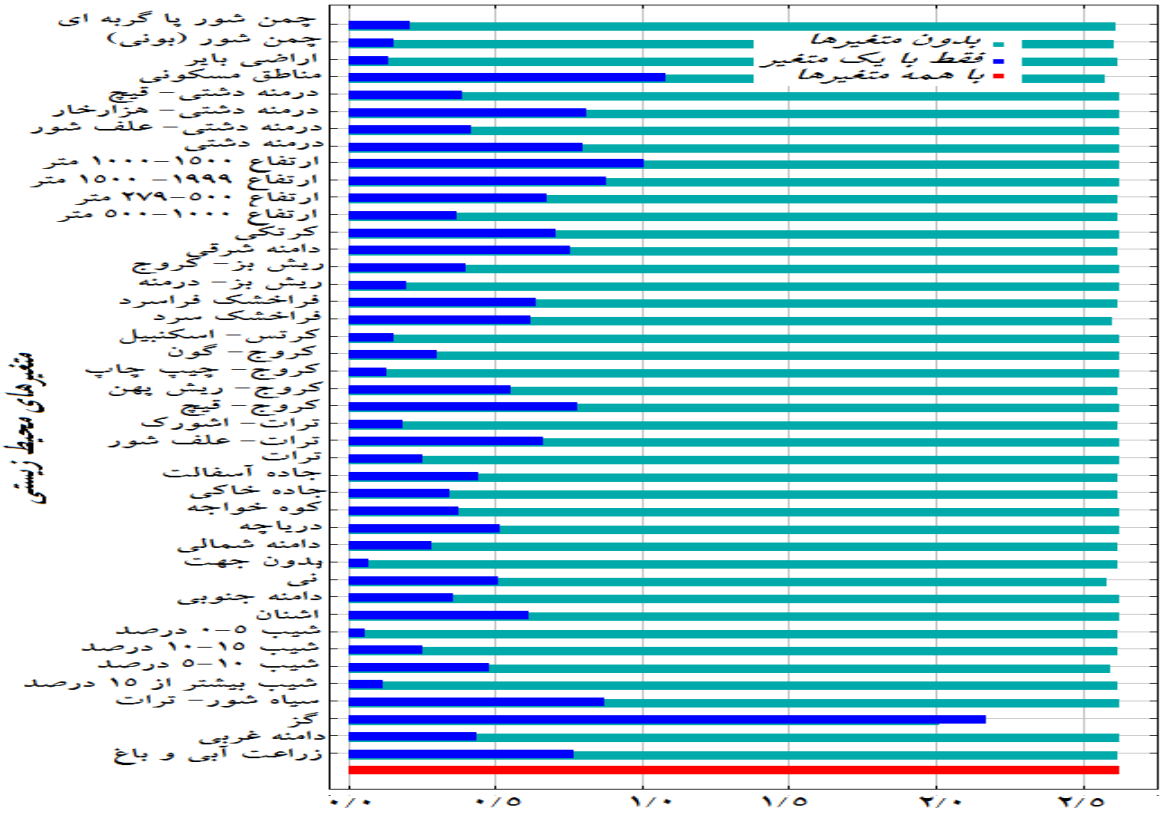
شکل ۲. میزان درست‌نمایی مدل به‌دست آمده برای مطلوبیت زیستگاه دراج

مطابق پیش‌بینی مکسنت، میزان مطلوبیت دامنه‌ای بین اعداد ۱-۰/۵ را شامل می‌شود که با طیفی از رنگ‌های سرد تا گرم نمایش داده می‌شوند و مطلوبیت هر چه به سمت رنگ‌های گرم پیش می‌رود، افزایش پیدا می‌کند و احتمال حضور گونه در رنگ قرمز بیشتر از سایر مکان‌ها است. بر اساس نقشه پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه توسط مکسنت، احتمال حضور دراج در سیستان در فصل جوجه‌آوری در مناطق جنگلی جزینک، نیاتک، زراعت آبی و باغ در حاشیه جنگل‌ها و منطقه میلک، پوشش‌های حاشیه ذخیره‌گاه‌های آبی چاه‌نیمه، منطقه کوه‌خواجه در

تالاب بین‌المللی هامون، پوشش‌های حاشیه هامون پوزک، صابوری، مراتع لورگ‌باغ ادیمی، حاشیه شمالی هامون هیرمند و منطقه حفاظت‌شده شیله وجود دارد (شکل ۳). نتایج تحلیل آزمون جک‌نایف نشان داد که تیپ رویشی گز مهمترین متغیر تاثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه دراج است و بر اساس منحنی پاسخ گونه به متغیرهای زیستی، تاثیر مثبت و مستقیم بر افزایش مطلوبیت زیستگاه دارد. در حالت حذف متغیرها نیز تاثیرگذارترین متغیر شناخته شده است به طوری‌که با حذف این متغیر از مدل، تغییر قابل ملاحظه‌ای در نتایج مشاهده می‌شود (شکل ۴). در این پژوهش مشخص شد که دراج در فصل جوجه‌آوری در سیستان مناطق دشتی با ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر از سطح دریا و شیب کمتر از ۵ درصد در نزدیک آب، مناطق جنگلی و زراعت آبی و باغ را ترجیح می‌دهد. مناطق مطوب دراج اشکال پوششی غالب گز، نی، ترات- اشورک با اقلیم فراخشک سرد (متوسط دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) شناخته شده است. بر اساس تحلیل منحنی‌های پاسخ گونه به متغیرهای زیستی دراج از مناطق مسکونی فاصله می‌گیرد و تمایلی به حضور در این مکان‌ها ندارد. دراج در فصل جوجه‌آوری از اراضی بایر و بدون پوشش فاصله گرفته و هیچ تمایلی به حضور در این مناطق نشان نداده است که حاکی از اهمیت پوشش گیاهی در افزایش مطلوبیت زیستگاه گونه در فصل جوجه‌آوری است.

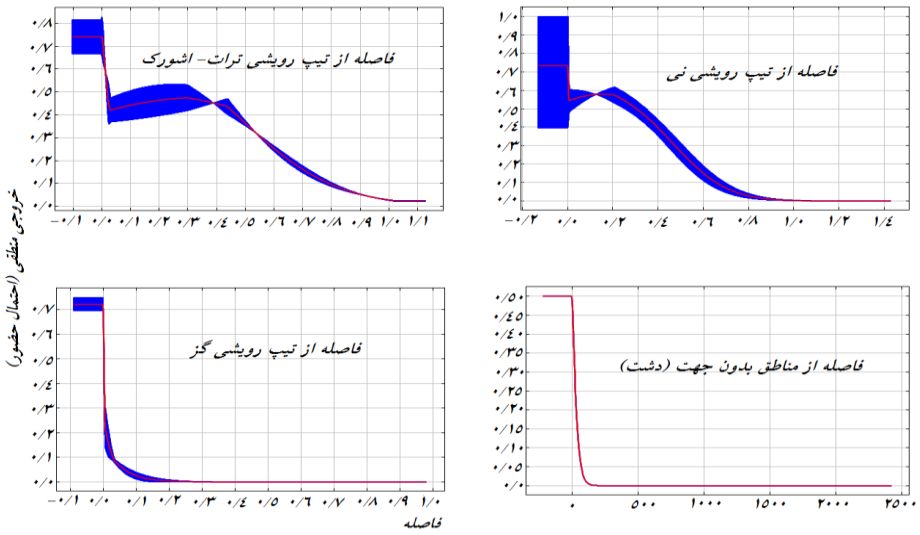


شکل ۳. نقشه پیش‌بینی حضور دراج در سیستان توسط مکسنت

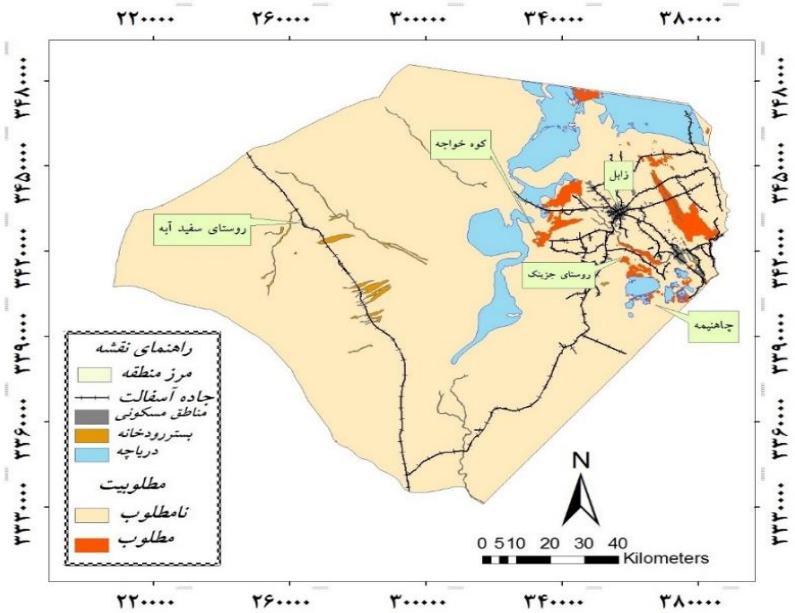


شکل ٤. میزان سودمندی متغیرهای محیط‌زیستی بر اساس آزمون جک‌نایف

شکل ۵ برخی از منحنی‌های پاسخ و عکس‌العمل دراج نسبت به فاصله از متغیرهای زیستی را نشان می‌دهد. مطابق این منحنی‌ها، دراج به هیچ‌یک از دامنه‌ای جغرافیایی تمایلی نداشته است. نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه دراج که بر اساس عدد حد آستانه مطلوبیت فایل پیش‌بینی‌ها طبقه‌بندی می‌شود، مناطق مطلوب دراج را در پوشش‌های مناطق دشتی حاشیه چاه‌نیمه‌ها، منطقه کوه‌خواجه، لورگ باغ ادیمی، اکبرآباد، حاشیه هامون صابری، جنگل‌های جزینک و نیاتک، زراعت آبی و باغ در حاشیه جنگل‌ها و منطقه میلک و مقدار کمی از پوشش‌های حاشیه هامون پوزک در مرز با افغانستان نشان می‌دهد که مقدار ۳۱۱۸۸ هکتار (۱/۸۵ درصد) از کل سیستان را تشکیل می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۵. نمودارهای پاسخ گونه به فاصله از متغیرهای محیط‌زیستی



شکل ٦. نقشه نهایی مطلوبیت زیستگاه دراج در منطقه سیستان

٤- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مشکلات اساسی مدل‌هایی که نیاز به داده‌های حضور و عدم حضور به عنوان متغیر وابسته دارند، نبود داده‌های عدم حضور مطمئن است. بنابراین در مطالعات بیشتر از روش‌هایی که تنها مبتنی بر داده-های فقط حضور گونه هستند، مانند مکسنت، استفاده می‌شود (زیدی و همکاران، ۱۳۹۲). در برخی مدل‌های مبتنی بر داده‌های فقط حضور لازم است تا در ابتدا مرز محدوده مطالعاتی کمی بزرگتر از مقدار واقعی در نظر گرفته شود و این مدل‌ها مناسب برای مناطق مرزی مانند سیستان نیستند. زیرا نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور بر اساس مرز حقیقی مناطق تهیه می‌شوند و در این مدل‌ها، امکان مطالعه فراتر از مرزهای سیاسی کشور برای محقق وجود ندارد. مکسنت از مدل‌هایی است که در آن لایه‌های زیستی در همان ابتدای کار در ابعاد مرز حقیقی منطقه تهیه می‌شوند. بنابراین برای مطالعات مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها در مناطق مرزی، مدل مکسنت یکی از

مناسب‌ترین روش‌ها شناخته می‌شود. دراج‌ها در فصل جوجه‌آوری قلمروطلب هستند (کابلی و همکاران، ۱۳۹۵) و در دسته‌های چند تایی دیده می‌شوند. لذا هنگام نمونه‌برداری از نقاط حضور آن، فرد آماربردار باید توجه داده باشد تا به لانه و قلمرو نزدیک نشود تا از انتقال شوک و استرس به گونه جلوگیری نماید. یک راهکار بسیار مهم برای حفاظت دراج، مطالعه و شناخت مکان‌های جوجه‌آوری آن است (Mahmood et al, 2010). بنابراین مطالعه مطلوبیت زیستگاه دراج در فصل بهار ضرورت دارد و دربردارنده اطلاعات مفیدی برای حفاظت از آن می‌باشد. مطابق نتایج پژوهش حاضر، زیستگاه مطلوب دراج در سیستان، مناطق دشتی دارای پوشش گیاهی (عمدتا گز، نی و ترات– اشورک) و زراعت آبی و باغ می‌باشد. زیرا پوشش گیاهی و زراعت آبی و باغ نیازهای غذایی، امنیتی گونه را فراهم می‌کنند. Kukreti (2017) اهمیت پوشش‌گیاهی را مربوط به ویژگی‌های بوم‌شناسی و رفتاری گونه در امر لانه‌سازی و پرورش جوجه‌ها دانست. مطابق مطالعات Kaur (2011) محصولات زراعی و باغی منبع تغذیه دراج هستند. لذا دور از انتظار نیست که در سیستان، دراج برای کسب انرژی لازم برای تولیدمثل از محصولات زراعی و باغی استفاده کند. Negi & Lakhera (2015) نشان دادند که جوجه‌آوری دراج به علت حفاظت و تامین منابع غذایی بیشتر در مناطق دارای پوشش گیاهی از جمله علفزار و درختچه‌زار انجام می‌شود. نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که دراج به علت کاهش فشار طعمه‌خواری و در امان ماندن تخم‌ها در برابر صیادان، لانه و دسته‌تخم را در زیر و لابه‌لای پوشش‌های گیاهی پنهان می‌کند از اینرو به پوشش گیاهی وابسته است و با نتایج پژوهش Negi & Lakhera (2015) تطابق خوبی دارد. Kaur (2011) نشان داد که دراج تنوع زیستگاهی دارد اما مناطق دارای پوشش‌گیاهی متراکم و نزدیک آب را ترجیح می‌دهد که با نتایج پژوهش حاضر تطابق خوبی دارد. مطابق نتایج پژوهش حاضر، دراج در فصل جوجه‌آوری از سکونتگاه‌های انسانی فاصله گرفته است که می‌تواند حاکی از خجالتی و انسان‌گریز بودن گونه به علت ترس از شکارشدن توسط انسان باشد. Kaur (2011) و Kukreti (2017) در مطالعاتشان دراج را در نزدیکی مناطق مسکونی نیز مشاهده نموده‌اند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت ندارد. بازدیدهای میدانی در سیستان نشان داد که شرایط آب و هوایی و خشکسالی‌های پی در پی قسمت اعظم پوشش گیاهی و منابع آبی را نابود کرده است و از آنجایی که دراج در فصل جوجه‌آوری وابستگی زیادی به پوشش گیاهی دارد، میل به حضور در مناطق دارای پوشش دارد و از سکونتگاه‌های انسانی دوری می‌کند. مطابق نتایج مطالعات همامی و زائری امیرانی (۱۳۸۹) بر رابطه میزان شلوغی بر تنوع و غنای پرندگان، رابطه معکوس میان افزایش میزان شلوغی و غنای پرندگان وجود دارد. لذا دور از انتظار نیست که شلوغی سکونتگاه‌های انسانی باعث بروز اضطراب و ترس در دراج شود و گونه از این مکان‌ها فاصله بگیرد. جنگل نیاتک یکی از جنگل‌های طبیعی سیستان است و دو جاده آسفالت که از این جنگل عبور می‌کنند آن را به سه قسمت تقسیم نموده و به نظر می‌رسد دراج از جاده‌ها به عنوان کوریدور اتصالی برای رفت و آمد میان قسمت‌های مختلف زیستگاه استفاده می‌نماید. Negi & Lakhera (2015) مقادیر حداقل و حداکثر درجه حرارت آتراخاند هیمالایا هند را هنگام جوجه‌آوری دراج محدوده ۳۱– ۲/۹ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند. مطابق نتایج پژوهش حاضر، اقلیم مناسب جوجه‌آوری دراج در سیستان، فراخشک سرد (هم‌دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد، هم‌باران ۵۰ میلی‌متر و هم‌تبخیر ۴۶۰) شناخته شد. مقایسه نتایج مطالعات با یکدیگر نشان می‌دهد که دراج وابسته به اقلیم خاصی نیست و گونه‌ای مقاوم به تغییرات آب و هوایی می‌باشد. پژوهش حاضر نشان داد که دراج در طبقه ارتفاعی پایین‌تر از ۵۰۰ متر از سطح دریا جوجه‌آوری دارد. مجموع نتایج مطالعات انجام شده بر توزیع و جوجه‌آوری دراج نشان می‌دهد که دراج هیچ‌گونه اولویت ارتفاعی برای زندگی و جوجه‌آوری ندارد و تنها متغیر موثر بر جوجه‌آوری آن، پوشش گیاهی است. مطابق نتایج پژوهش Negi & Lakhera (2015)حفاظت از پوشش گیاهی برای جوجه‌آوری دراج مهم و ضروری است. Mahmood et al(2010) بیشترین تراکم حضور دراج را در پوشش‌های Dalbergia sissoo، Adhatoda vesica، Cynodon dactylon، Acacia modesta، Adhatoda vesica، Cynodon dactylon، Acacia nilotica، Calotropis procera و Triticum aestivum مشاهده نمودند و از میان آنها بالاترین مقدار تراکم حضور را در رویشگاه گندم معمولی (Triticum aestivum) محاسبه نمودند. Negi & Lakhera (2015) در آتراخاند هیمالایا، لانه‌سازی دراج را در پوشش‌های Imperata cylindrical, cyanodon dactylon ,Heteropogon contortus, Poa species و Ageratina adenophora Rubus ellipticus مشاهده نمودند. Negi & Lakhera (2019) در آتراخاند هیمالایا، دراج را در پوشش‌های Rubus ellipticus, Rosa ,brunonii ,Artemisia ,Rubus niveus ,Artemisia japonica Lantana ,camara ,Ziziphus nilagirica Ficus ,Carissa opaca ,Acasia sp ,Eupatorium sp, palmata و Ficus roxburghii مشاهده نمودند و از میان آنها بیشترین تعداد حضورگونه را در پوشش تمشک (Rubus ellipticus) ثبت نمودند. مطابق نتایج پژوهش حاضر، زیستگاه مطلوب دراج در سیستان، در پوشش‌های ترات–اشورک (Hammada-Rhazya)، نی (Phragmites australis)، گز (Tamarix sp) و زراعت آبی و باغ مشاهده شد. از این میان، بیشترین تعداد حضور دراج در پوشش گز مشاهده و ثبت شد. مقایسه نتایج مطالعات Mahmood et al (2010) و Negi & Lakhera (2015) و Negi & Lakhera (2019) با نتایج پژوهش حاضر با یکدیگر نشان می‌دهد که دراج به پوشش گیاهی خاصی وابسته نیست و با توجه به وابستگی جوجه‌آوری دراج به پوشش گیاهی و غالبیت پوشش گز در سیستان، دراج در این پوشش‌ها بیشتر مشاهده شده است. گیاه ترات گونه‌ای از خانواده اسفناجیان (chenopodiaceae) و گیاه اشورک گونه‌ای از خانواده خرزهره (Apocynaceae) است که دارای میوه خوراکی است و از تاج گل آن برای رفع تشنگی در بیابان استفاده می‌شود (عماد، ۱۳۷۸). از آنجایی‌که دراج، گونه‌ای همه‌چیزخوار شناخته شده است لذا به نظر می‌رسد که دراج برای تغذیه از این گیاهان در رویشگاه آن‌ها حضور داشته و در مناطق خشک، دراج با تغذیه از آن‌ها آب بدن خود را تامین می‌کند. همچنین، ساختار پرپشت این گیاهان، مکان مناسبی برای لانه‌سازی و پنهان نمودن دسته‌تخم برای دراج شناخته می‌شود. از میان مناطق مطلوب دراج، تنها منطقه حفاظت‌شده شیله و پناهگاه حیات‌وحش هامون در فهرست مناطق چهارگانه سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار دارند که طبق نتایج پژوهش حاضر بیشتر وسعت هامون و شیله بر اثر

خشکسالی‌های پی در پی در وضعیت خشکی قرار گرفته و از پوشش ضعیفی برخوردار هستند و با توجه به اهمیت پوشش گیاهی برای جوجه-آوری دراج، احیا و حفاظت از پوشش گیاهی این مناطق ضرورت دارد. مطابق مدل پیش‌بینی مکسنت (شکل ۳)، مناطق جنگلی نیاتک و جزینک و چاه‌نیمه‌ها برای جوجه‌آوری دراج از مطلوبیت بالایی برخوردار هستند اما جزو مناطق تحت حفاظت محیط‌زیست قرار ندارند و توجه چندانی به این زیستگاه‌ها نمی‌شود. مطابق نتایج پژوهش حاضر، راهکارهایی همچون؛ حفاظت از زیستگاه‌های مطلوب دراج، احداث آبشخورهای مصنوعی (به علت بالابودن تبخیر در منطقه توصیه می‌شود تا آبشخورها دارای سقف پوشیده از گیاهان مانند نی باشند)، جلوگیری از شکار، حفظ و احیای پوشش‌گیاهی، ترویج امر حفاظت مشارکتی برای مدیریت و حفاظت دراج پیشنهاد می‌شود. مجموع نتایج به‌دست آمده نشان داد که نرم‌افزار مکسنت ابزار مناسبی برای شناسایی زیستگاه‌های مطلوب دراج در منطقه سیستان

قدردانی

بدین‌وسیله از مردم بومی و کشاورزان سیستان، اداره محیط‌زیست شهرستان زابل، سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان به دلیل همکاری برای تحقق اهداف پژوهش صورت گرفته نهایت قدردانی و سپاسگذاری انجام می‌پذیرد.

منابع

- ارزانی دهلوی، م.ا، ۱۳۹۴، طب اکبری، جلد دوم، انتشارات جعفری، ۱۳۷۶ ص.
- حسینی، م؛ امیری،ا، ۱۳۹۰، بررسی فاکتور پوشش‌گیاهی و میزان تاثیر آن بر روند بیابان‌زدایی، همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی- قابلیت‌ها و تنگناها، کانون همیاران طبیعت معاونت فرهنگی جهاد دانشگاهی لرستان، ۱۲ص.
- حسینی، م؛ ریاضی، ب؛ شمس اسفندآباد، ب؛ نادری، م، ۱۳۹۶، ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (Capra aegagrus) در استان گلستان، محیط‌زیست جانوری، شماره۲، ۸ص.
- حسینی، م؛ شفیعی، ح، اختصاصی، م،ر؛ محتشم‌نیا، س، ۱۳۹۲، تاثیر خشکسالی‌ها بر تخریب پوشش‌گیاهی منطقه سیستان، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد۲۰، شماره ۲، صفحات ۲۲۷-۲۳۹.
- زمردیان، م،ج؛ پورکرمانی،م، ۱۳۶۷، بحثی پیرامون ژئومورفولوژی استان سیستان و بلوچستان(۲) ویژه‌نامه آب و خاک زابل، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲، صفحات ۱۰۰-۱۲۱.
- زیدی، ا؛ زمانی، ن؛ مومنی اصل، م؛ کولیوند، ح، ۱۳۹۲، معرفی روش MaxEnt برای ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش در ایران، اولین همایش سراسری محیط‌زیست-انرژی و پدافند زیستی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط‌زیست، ECONF01-792، ۹ص.
- شفیعی، ح؛ حسینی، م، ۱۳۹۱، بررسی پوشش‌گیاهی به کمک داده‌های ماهواره‌ای در منطقه سیستان، اکوفیزیولوژی گیاهی، صفحات ۹۱-۱۰۲.
- صفی‌زاده، ف؛ روحی‌مقدم، ع؛ ابراهیمی، م، ۱۳۹۴، بررسی روابط اکولوژی پوشش‌گیاهی و خاک، اولین کنگره پژوهشی کاربرد علوم نوین در مطالعات جغرافیایی ایران، IGISO1-008، ۵ص.
- صیادشیخی، ی؛ معین‌الدینی، م؛ قلی‌پور، م؛ شیخی، ع؛ کرانچی، ه،۱۳۹۵، ارزیابی زیستگاه کوکر شکم‌سیاه (Pteroclesorientalis) با روش آنتروپی بیشینه در پناهگاه حیات‌وحش شیراحمد سبزه‌وار، محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۹، شماره ۱، ۲۳۱-۲۴۵.
- عماد، م، ۱۳۷۸، شناسایی گیاهان دارویی و صنعتی جنگلی و مرتعی و موارد مصرف آن‌ها، تهران، نشر توسعه روستایی ایران، ۱۱۲ص.
- فراشی، آ، ۱۳۹۳، مروری بر مدل‌سازی زیستگاه به عنوان ابزاری برای مدیریت زیستگاه‌های حیات‌وحش، زیست‌شناسی جانوری-تجربی، شماره۳، ۱۱ص.
- کابلی، م؛ علی‌آبادیان، م؛ توحیدی‌فر، م؛ هاشمی، ع،ر؛ موسوی، ب؛ روزلار،ک، ۱۳۹۵، اطلس پرندگان ایران، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد خوارزمی، ۶۲۸ص.
- مالک‌پور، ه؛ مروتی، م؛ تازه، م؛ تقی‌زاده، ر، ۱۳۹۷، ارزیابی قابلیت زیستگاه مطلوب قوچومیش با استفاده از مدل MaxEnt (مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد)، محیط‌زیست جانوری، شماره ۴، ۱۰ص.
- مجنونیان، ه، ۱۳۷۸، زیستگاه‌ها و حیات‌وحش، سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۶۹۱ص.
- محمدیان، ح، ۱۳۹۰، مقدمه‌ای بر شناخت پرندگان افغانستان، شب‌پره، ۱۲۸ص.
- مطالعات برنامه آمایش استان سیستان و بلوچستان، تحلیل وضعیت استان، پاییز ۱۳۸۷، فصل اول: پوشش‌گیاهی و منابع آب و خاک، جلد دوم، مهندسین مشاور شرق آیند، ۲۹۶ص.
- ملکی نجف‌آبادی، س؛ راهداری، و؛ راهداری، م؛ رجب‌پور، م، ۱۳۸۸، بررسی تغییرات حجم آب ذخیره‌گاه‌های آبی چاه‌نیمه با استفاده از سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، اولین همایش ملی اصلاح الگوی مصرف با محوریت منابع طبیعی، کشاورزی و دام‌پزشکی، ۶ص.
- منصوری، ج، ۱۳۹۲، راهنمای پرندگان ایران، کتاب فرزانه، چاپ ۳، ۵۲۸ ص.
- نوری، غ.ر؛ شهریاری، ع.ر؛ عرفانی، م؛ کریمی خواجه‌لنگی، ص، ۱۳۸۹، اطلس گونه‌های شاخص استان سیستان و بلوچستان، تهران، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۲۴۴ ص.
- همامی، م، ر و زائری امیرانی، آ، ۱۳۸۹، بررسی تاثیر اندازه و شکل پارک‌های شهری بر غنای گونه‌ای پرندگان (مطالعه موردی: پارک‌های اصفهان)، محیط‌شناسی، شماره ۵۹، ۶۲-۵۵، ۸ ص.

- Crowe,t,m, Taxonomy, phylogeny and biogeography of francolins (‘Francolinus’ spp.), 2013, University of Cape Town, South Africa, 377.
- Forcina,G., Guerrini, M., Khaliq, I., Ahmad khan, A and Barbanera, F. 2018. Human-modified biogeographic patterns and conservation in game birds: the dilemma of the black francolin (Francolinse francolinse, Phasianidae) in Pakistan. Plos one: https: //doi.org/10.1371/Journal.pone. 0205059. 20 page.
- Kaur,A, 2011, studies on the habitat and breeding biology of black partridge Francolinus francolinus (Linnaeus) and grey partridge Francolinus pondicerianus (Gmelin) in crop land Ecosystem, Ludhiana-141004, 72.
- Kukreti,M. 2017. Population dynanics of black francolin (Francolinus francolinus) from nijmula valley, Garhwal Himalaya, India. Journal of Global Biosciences. Volume 6. Number 8. 5189-5192.
- Mahmood, S., Ziaqureshi, I and Nadeem, M.S. 2010. A Comparative Srudy on the Populations and Habitat of the Grey Francolin Francolinus francolinus in Lehri Natrure Park, Punjab, Pakistan. Podoces. 5(1): 42-53.
- Negi, P and Lakhera, P. 2015. Breeding habitat preference of black francolin Francolinus francolinus asiae in chamoli district of Uttarakhand, Western Himalaya. International Journal of Advanced Research. Volume 3. Issue 4. 540-544.
- Negi, P and Lakhera, P. 2019. Distribution pattern and habitat preference of the black francolin (Francolinus francolinus asiae) in Uttarakhand, India. Zoology and Ecology. Volume 29. Issue 2. 2165-8005.
- Phillips, S. J. and Dudik, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Echography 31: 161–175.
- Phillips, S. J. et al. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol. Model. 190: 231–259.
- Radosavljevic, a, Anderson, R, P, 2014, making better MAXENT models of species distributions: complexity, over fitting and evaluation, Journal of Biogeography, (41) 629-643.
- Turker, G.M. and Heath, M.F. 1994. Birds in Europe: their conservation status. BirdLife Conservation Series no. 3, BirdLife International, Cambridge.
- Young, N; Carter,L & Evangelista, P, 2011, A MaxEnt Model v3.3.3e Tutorial (ArcGISv10).30.