

مدل‌سازی پراکنش دلیجه کوچک (*Falco naumanni*) در استان گلستان

روح‌اله میرزایی¹، محمودرضا همای²، عباس اسماعیلی ساری³، حمیدرضا رضایی⁴

1 استادیار محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

2 دانشیار محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

3 استاد محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

4 استادیار محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: 1390/10/5؛ تاریخ تصویب: 1392/11/21)

چکیده

وجود اطلاعات مربوط به پراکنش جغرافیایی و انتخاب زیستگاه، هسته مرکزی حفاظت و مدیریت گونه‌های تهدیدشده است. دلیجه کوچک، نوعی شاهین مهاجر و طبق فهرست سرخ IUCN آسیب‌پذیر است که در استان گلستان پراکنش دارد. مدل‌سازی ماوای بوم‌شناختی با استفاده از روش MaxEnt جهت پیش‌بینی صحیح پراکنش جغرافیایی این گونه در استان گلستان انجام شد. داده‌های حضور در استان جمع‌آوری و به‌صورت مختصات جغرافیایی وارد خوارزمیک آنتروپی شد. سپس ارتباط آن با نقشه‌های رقومی شده 28 متغیر محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفت. مدل به‌دست‌آمده دارای کارایی پیش‌بینی خوبی بود و به‌طور معنی‌داری بسیار قوی‌تر از مدل تصادفی در پیش‌بینی نقاط حضور در حالت آزمون عمل کرد ($AUC=0.9, p < 0.001$). فراکافت جک‌نایف نشان داد که مدل در پیش‌بینی نقاط حضور به‌عنوان زیستگاه مطلوب موفق بوده است و فاصله تا مناطق مسکونی، میزان بارش در گرم‌ترین فصل، ارتفاع، میزان بارش در مرطوب‌ترین فصل و شیب، مؤثرترین عوامل بر حضور دلیجه کوچک در استان گلستان می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: مدل ماوای بوم‌شناختی، دلیجه کوچک، حداکثر آنتروپی، استان گلستان

سراغاز

پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها در سال‌های اخیر، به بخش مهمی از برنامه‌ریزی حفاظت تبدیل شده است و به این منظور فنون مدل‌سازی گسترده‌ای، توسعه یافته‌اند (Guisan & Thuiller, 2005). به طور معمول، این مدل‌ها از ارتباط میان متغیرهای محیط‌زیستی و نقاط حضور گونه‌ها برای شناسایی شرایط محیط‌زیستی که گونه در آن می‌تواند زندگی کند، استفاده می‌کنند. با استفاده از این مدل‌ها، امکان ارزیابی مطلوبیت زیستگاه گونه بر اساس پراکنش مکانی متغیرهای محیط‌زیست مطلوب در سرتاسر گستره پراکنش آن فراهم می‌شود. این رویکرد، اطلاعات ارزشمندی در زمینه جغرافیای زیستی فراهم می‌کند که برای زمینه‌های متنوعی شامل زیست‌شناسی حفاظت، بوم‌شناسی، بوم‌شناسی تکاملی و برنامه‌ریزی حفاظت قابل استفاده است. مدل ماوای بوم‌شناختی⁽¹⁾ که با نام‌های مدل پراکنش گونه‌ای⁽²⁾، مدل پراکنش زیستگاهی⁽³⁾ و مدل پوششی اقلیمی⁽⁴⁾ نیز شناخته می‌شود، از جمله مدل‌های همبسته⁽⁵⁾ یا ماشینی⁽⁶⁾ هست که مشاهده‌های میدانی را با متغیرهای محیط‌زیستی، مرتبط می‌سازد. روش‌های مدل‌سازی که تنها متکی بر متغیرهای مکانی (مانند درون‌یابی مکان‌های حضور گونه بدون توجه به هرگونه همبستگی محیط‌زیستی) هستند، مدل‌های ماوای بوم‌شناختی محسوب نمی‌شوند (Guisan & Zimmermann, 2000; Peterson, 2006; Kearney & Porter, 2009; Sillero, 2011). تا کنون روش‌ها و خوارزمیک‌های مختلفی برای مدل پراکنش گونه‌ای معرفی شده‌اند که یکی از بهترین و پرکاربردترین این روش‌ها در حال حاضر، روش حداکثر آنتروپی یا MaxEnt⁽⁷⁾ است (Phillips et al., 2006). روش MaxEnt، به داده‌های عدم حضور برای گونه موردنظر نیاز ندارد، در عوض از لایه‌های محیط‌زیستی پس‌زمینه⁽⁸⁾ برای تمام منطقه مورد مطالعه استفاده می‌کند. روش می‌تواند از هر دو متغیر پیوسته یا طبقه‌ای استفاده کند و خروجی آن یک نقشه پیش‌بینی پراکنش پیوسته است. کارایی MaxEnt به‌عنوان یکی از روش‌های مدل‌سازی پراکنش در مقایسه با سایر روش‌ها خوب ارزیابی شده است (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006; Pearson et al., 2007). نقطه ضعف رویکرد MaxEnt این است که از یک مدل نمایی استفاده می‌کند که می‌تواند با برون‌یابی، مطلوبیت بالایی را برای

شرایط محیط‌زیستی که خارج از محدوده موجود در منطقه مورد مطالعه است، برآورد کند. در این پژوهش، مدل‌سازی پراکنش دلیجه کوچک با استفاده از روش MaxEnt در استان گلستان انجام گرفت. دلیجه کوچک پرنده شکاری کوچک از خانواده Falconidae است که به طور معمول به‌صورت کلنی در مناطق مسطح مجاور زمین‌های کشاورزی زیست می‌کند. کلنی‌های زادآوری بیشتر در ساختمان‌های درون شهرها و روستاهای احاط شده با زمین‌های کشاورزی ایجاد می‌شوند. به علت کاهش جمعیت آن در دنیا در فهرست سرخ به‌عنوان گونه آسیب‌پذیر و در ایران جزء پرنده‌گان حمایت شده محسوب می‌شود. دلیجه کوچک در ایران به‌صورت مهاجر بهاره و تابستانه در شمال، غرب و مرکز ایران تا فارس دیده می‌شود (منصوری، 1388). در دهه 1350 شمسی، این گونه در شیب جنوبی البرز و جنوب‌شرق دریای خزر، شمال خراسان و غرب زاگرس و لرستان تا مرکز استان فارس، جوجه‌آوری داشته است (Khaleghizadeh & Javidkar, 2007؛ خالقی‌زاده و جاویدکار، 1389). اطلاعات پراکنش این گونه، از بنیادی‌ترین اطلاعات برای برنامه‌ریزی حفاظت آن گونه هست. متأسفانه در ایران نقشه‌های پراکنش مناسب و با دقت کافی در سطح کلان کشوری و منطقه‌ای برای این گونه و سایر گونه‌ها وجود ندارد. بنابراین، وجود مدل ماوای بوم‌شناختی می‌تواند این خلای بزرگ را تا حد قابل‌توجهی پوشش دهد. به همین منظور در این پژوهش سعی شده است، پراکنش این گونه مهم با استفاده از داده‌های نقاط مشاهده آن در سطح استان گلستان با استفاده از مفهوم مدل ماوای بوم‌شناختی با استفاده از خوارزمیک حداکثر آنتروپی، مشخص شود.

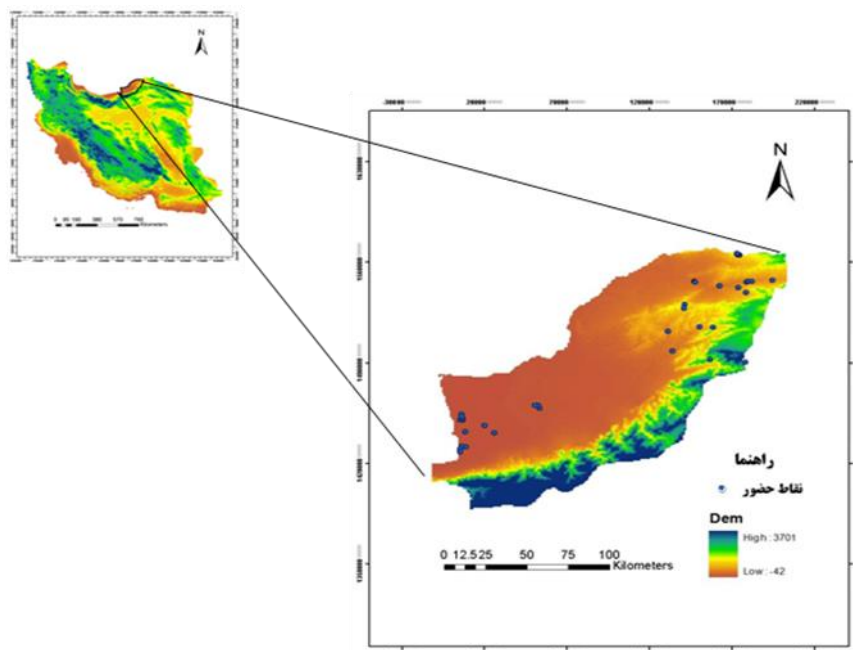
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مساحتی بالغ بر 20328 کیلومتر مربع در جنوب‌شرقی دریای خزر واقع شده و در حدود 1/33 درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. این استان، بین 36 درجه و 25 دقیقه تا 38 درجه و 8 دقیقه عرض شمالی و 53 درجه و 50 دقیقه تا 56 درجه و 18 دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل 1). استان گلستان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از شرق به استان خراسان شمالی، از جنوب و جنوب‌شرقی به استان سمنان و از غرب به استان مازندران، خلیج گرگان و دریای خزر

نواحی جنوبی و ارتفاعات 800 میلی‌متر و در نواحی شمالی تا 2000 میلی‌متر نیز می‌رسد (جهانی و دلبری، 1388؛ مساعدی و همکاران، 1388؛ سلمان ماهینی و همکاران، 1389).

محدود می‌شود. این استان به سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تقسیم شده و دارای تنوع آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک، معتدل و کوهستانی است. میانگین بارندگی سالانه استان 450 میلی‌متر است که این میزان در نواحی شمالی آن، به کم‌تر از 200 میلی‌متر هم می‌رسد. میانگین تبخیر سالانه در



شکل (1): موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط حضور دلیجه کوچک

1. متغیرهای اقلیمی از پایگاه اقلیم جهانی (Hijmans et al., 2005) با تفکیک‌پذیری 1 کیلومتر مربع استخراج شد. 3 متغیر توپوگرافیکی از مدل رقومی ارتفاع با تفکیک‌پذیری 90 متر و سایر متغیرها از نقشه کاربری اراضی موجود با مقیاس 1:150000 استخراج شد. تفکیک‌پذیری تمام لایه‌ها به 1 کیلومتر مربع برای تحلیل تبدیل شد. این متغیرها انتخاب شدند چون اثر مستقیم و غیرمستقیم بر پراکنش گونه دارند (Donazar et al., 1993; Parr et al., 1995) و اطلاعات نقشه‌ای آن‌ها برای استفاده در مدل وجود داشت.

ب- مدل

پراکنش جغرافیایی بالقوه دلیجه کوچک با استفاده از روش حداکثر آنتروپی مدل شد (Phillips et al., 2006). برای مدل MaxEnt لازم نیست تا داده‌های کاملی از تمام نقاط حضور وجود داشته باشد، بلکه نمونه معرفی از نقاط حضور گونه که

بررسی میدانی

به‌منظور بررسی حضور دلیجه کوچک در سطح استان، ابتدا استان به صورت شبکه سلول‌های مربع با ضلع 25 کیلومتری تقسیم‌بندی شد (Scott, 2007). سپس تک‌تک سلول‌ها براساس برنامه از قبل تنظیم شده، پایش شدند. شیوه پایش هر سلول براساس نوع منطقه متفاوت بود. در سلول‌هایی که در مناطق جنگلی قرار می‌گرفتند، از شیوه ترانسکت‌های نقطه‌ای استفاده و در مناطق باز از شیوه ترانسکت خطی استفاده شد. پس از مشاهده گونه، موقعیت مکانی آن به کمک جی‌پی‌اس ثبت شد.

مدل‌سازی پراکنش گونه

الف- متغیرهای محیط‌زیستی

متغیرهای محیط‌زیستی مورد استفاده برای مدل، شامل 19 متغیر اقلیمی، 3 متغیر توپوگرافیکی و 6 متغیر دیگر است (جدول

بیشتر یا تمام زیستگاه‌های مهم را پوشش دهد، کافی است. مدل آمد نهایی با استفاده از نقاط حضور ثبت شده (30 نقطه) به دست

جدول (1): متغیرهای محیط‌زیستی مورد استفاده در مدل‌سازی

نام اختصاری	متغیر	ردیف	نام اختصاری	متغیر	ردیف
Bio_15	فصلی بودن بارش	15	Bio_1	دمای متوسط سالانه	1
Bio_16	بارش مرطوب‌ترین فصل	16	Bio_2	دامنه میانگین دمای روزانه	2
Bio_17	بارش خشک‌ترین فصل	17	Bio_3	هم‌دمایی (ایزوترمالی)	3
Bio_18	بارش گرم‌ترین فصل	18	Bio_4	فصلی بودن دما	4
Bio_19	بارش سردترین فصل	19	Bio_5	حداکثر دمای گرم‌ترین ماه	5
Dem	ارتفاع	20	Bio_6	حداقل دمای سردترین ماه	6
Slope	شیب	21	Bio_7	محدوده سالانه دما	7
Aspect	جهت	22	Bio_8	میانگین دمای مرطوب‌ترین فصل	8
Dis_to_Farm	فاصله تا زمین‌های کشاورزی	23	Bio_9	میانگین دمای خشک‌ترین فصل	9
Dis_to_Forest	فاصله تا جنگل	24	Bio_10	میانگین دمای گرم‌ترین فصل	10
Dis_to_Vilages	فاصله تا مناطق مسکونی	25	Bio_11	میانگین دمای سردترین فصل	11
Dis_to_Waterbodies	فاصله تا منابع آب*	26	Bio_12	بارش سالانه	12
Dis_to_River	فاصله تا رودخانه	27	Bio_13	بارش مرطوب‌ترین ماه	13
Landuse	کاربری اراضی	28	Bio_14	بارش خشک‌ترین ماه	14

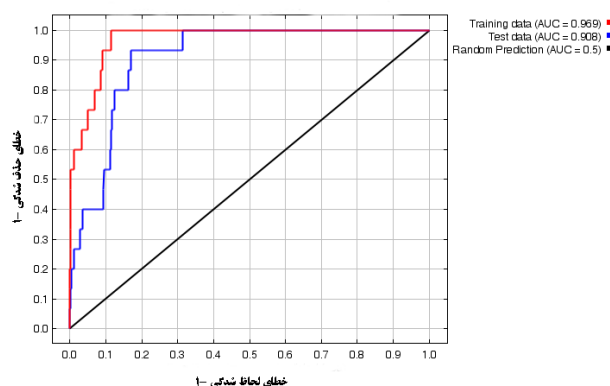
* منظور از منابع آبی، تالاب‌ها، دریاچه‌ها، سدها و دریای خزر است.

شکل (2) منحنی ROC مدل را نشان می‌دهد. MaxEnt دو منحنی ROC بر اساس داده‌های یادگیری⁽¹²⁾ و آزمون⁽¹³⁾ تولید می‌کند. همان‌طور که از شکل مشخص است، میزان AUC برای داده‌های یادگیری حدود 0/96 و برای آزمون حدود 0/90 است که نشانگر پیش‌بینی خوب مدل در مقابل AUC با مقدار 0/5 که به معنی تصادفی بودن پیش‌بینی است (binomial tests, $P < 0.001$) بین 0/7 تا 0/8 بیان‌گر یک مدل خوب، بین 0/8 تا 0/9 مدل عالی و AUC بیش از 0/9، بیان‌گر پیش‌بینی بسیار عالی مدل است (Giovannelli et al., 2010).

که 75٪ از این داده‌ها برای ساختن مدل و 25٪ دیگر برای ارزیابی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. آزمون چک‌نایف⁽⁹⁾ برای ارزیابی اهمیت تک‌تک متغیرها در تهیه مدل استفاده شد و تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت‌کننده (ROC)⁽¹⁰⁾ و مساحت زیر منحنی (AUC)⁽¹¹⁾ برای ارزیابی کیفیت کلی مدل مورد استفاده قرار گرفت. AUC با امتیاز 1 به معنی پیش‌بینی کامل بدون حذف هیچ‌کدام از نقاط حضور است (AUC با امتیاز 0/5 برای یک پیش‌بینی تصادفی مورد انتظار است). این منحنی دستیابی به AUC را در سه حالت مختلف نشان می‌دهد. حالت اول، بیان‌گر زمانی است که مدل با حذف متغیر محیط مورد نظر انجام می‌شود. حالت دوم، مربوط به زمانی است که مدل تنها براساس وجود یک متغیر انجام می‌شود و براساس آن میزان AUC برآورد می‌گردد و حال سوم، در شرایطی است که تمام متغیرها در مدل استفاده می‌شوند. نقشه نهایی پیش‌بینی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (ArcGIS 9.3)، مشخص شد (Reed et al., 2008).

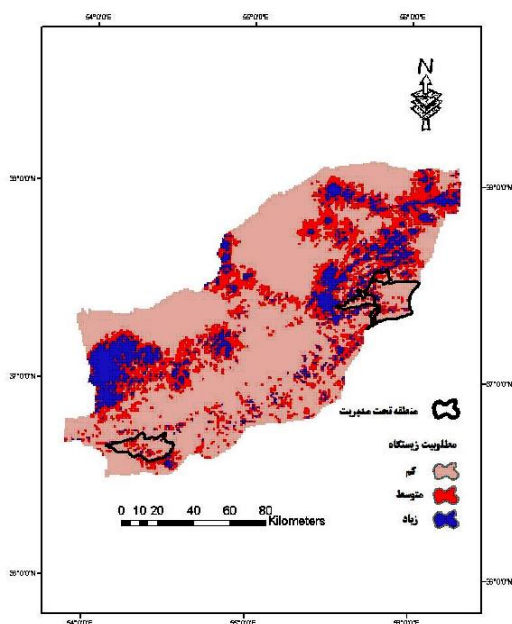
برای درک بهتر پراکنش دلیجه کوچک در استان گلستان براساس نقاط عطف منحنی ROC، نقشه سه طبقه‌ای شامل زیستگاه با مطلوبیت زیاد، متوسط و کم تهیه شد که در شکل (4)، آورده شده است. این نقشه بیان‌گر مناطق مطلوب برای این گونه است. در این شکل، مرز مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست (به جز مناطق شکار ممنوع) آورده شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، بخش بسیار عمده‌ای از زیستگاه‌های مطلوب این گونه خارج از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گرفته است.

سهم هر یک از متغیرهای محیط در توسعه مدل توسط آزمون جک‌نایف در شکل (5)، نشان داده شده است. فاصله تا مناطق

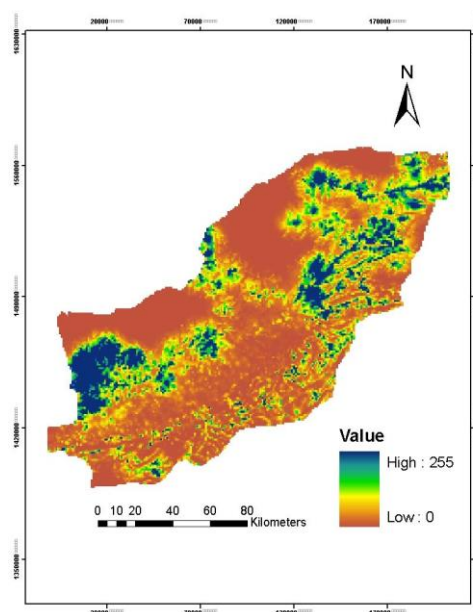


شکل (2): منحنی ROC و مقدار AUC مدل پراکنش دلیجه کوچک در استان گلستان

براساس کارایی خوب مدل در پیش‌بینی پراکنش دلیجه کوچک بر اساس 30 نقطه حضور (شکل 1)، در شکل (3)، پراکنش مشخص شده توسط روش MaxEnt آورده شده است. این شکل، نقشه‌ای پیوسته در محدوده 0 تا 255 می‌باشد که اعداد بزرگ‌تر بیان‌گر احتمال بیشتر برای حضور گونه است. به عبارت دیگر، در این شکل مناطق تیره‌تر نشانگر مکان‌های مناسب‌تر برای این گونه است. همان‌طور که از شکل پیداست، بهترین مکان پیش‌بینی شده، مناطق محدوده بندر ترکمن و گمیشان می‌باشد.



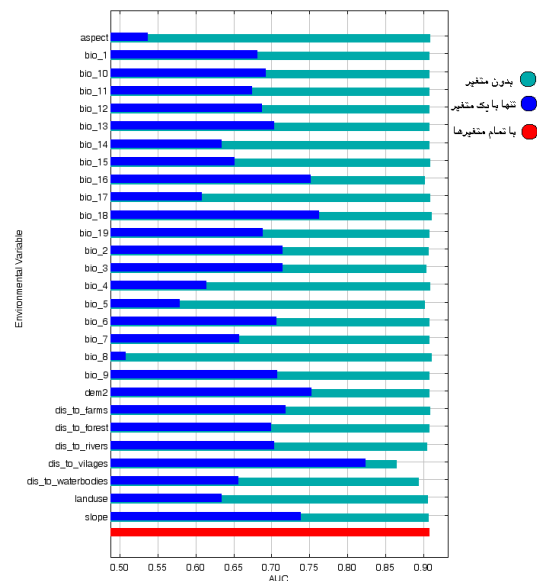
شکل (4): نقشه نهایی پراکنش دلیجه کوچک و مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست



شکل (3): پراکنش پیش‌بینی شده دلیجه کوچک در استان گلستان

میزان بارش در مرطوب‌ترین فصل سال و شیب، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش این گونه در سطح استان می‌باشند که این موضوع تا حد زیادی با سایر بررسی‌های صورت گرفته در این زمینه همخوانی دارد (Donazar et al., 1993; Parr et al., 1995; Bustmante, 1997). همچنین کلنی این گونه با حضور مناطق مسکونی، میزان بارش متوسط سالانه و وجود دشت‌های پوشیده از گیاهان گندمی افزایش و با افزایش نسبت مناطق جنگلی کاهش می‌یابد. به طور کلی، او دریافت که حضور دلیجه کوچک در جنوب شرقی اسپانیا با مناطق مسکونی، مزارع کشاورزی دیم و بارش سالانه دارای ارتباط مثبت و با ارتفاع، مناطق جنگلی و مزارع کشاورزی فاریاب دارای ارتباط منفی است. این نتایج همچنین با نتایج (Parr et al., 1995) همخوانی دارد که بیان داشتند: مناطق مسطح و مزارع کشاورزی دیم مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده حضور کلنی‌های دلیجه کوچک در مرکز ترکیه می‌باشند.

به نظر می‌رسد، دلیل انتخاب مناطق مسکونی در استان گلستان توسط دلیجه کوچک، وجود زمین‌های کشاورزی اطراف مناطق مسکونی و شرایط خوب لانه‌سازی است چون بافت مناطق مسکونی به‌ویژه در روستاها به شکلی است که برای این گونه مناسب است. به عبارت دیگر، بافت خانه‌ها و فواصل آن‌ها از یکدیگر و وجود مراتع وسیع و زمین‌های کشاورزی دیم شرایطی را فراهم می‌کند که برای دلیجه مناسب است. این موضوع در بررسی‌های دیگری نیز مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال (Tella et al., 1996)، انتخاب مناطق مسکونی توسط این گونه را احتمالاً به دلیل کاهش شکارگری از لانه و (Bustmante, 1997) وجود ترکیبی از علفزارهای وسیع و زمین‌های کشاورزی در حومه مناطق مسکونی دانسته‌اند. (Franco et al., 2005) نیز طی مطالعه خود دریافتند که دلیجه‌های کوچک ساختمان‌های متروکه و مخروبه‌ای را انتخاب می‌کنند که دارای حفره زیاد، دید خوب، فاصله از مناطق مسکونی و با علفزارهای وسیع احاطه شده باشند که نتایج مطالعه ایشان نیز مؤید همین مطلب هست. ارتباط مستقیم پراکنش دلیجه با میزان بارش احتمالاً به دلیل اثر آن بر تولید و بازدهی بیشتر پوشش گیاهی است که به نوبه خود بر حضور حشرات و بی‌مهرگان اثر دارد که این مورد نیز با مطالعات (Bustmante, 1997) همخوانی دارد. این مورد همچنین با مطالعه (خالقی‌زاده و جاویدکار، 1389)



شکل (5): آزمون جک‌نایف برای بررسی اهمیت هر کدام از متغیرهای محیط‌زیستی در توسعه مدل

مسکونی، متغیری است که با حذف آن بیش‌ترین کاهش در AUC اتفاق می‌افتد. همچنین، در حالت مدل تنها براساس وجود یک متغیر، مهم‌ترین متغیر فاصله تا مناطق مسکونی است که می‌تواند AUC حدود 0/82 را ایجاد کند. به طور کلی فراکافت جک‌نایف نشان می‌دهد، مهم‌ترین متغیرهایی که بیش‌ترین سهم را در مدل داشته‌اند، عبارت از فاصله تا مناطق مسکونی، میزان بارش در گرم‌ترین فصل، ارتفاع، میزان بارش در مرطوب‌ترین فصل و شیب می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

مدل ماوای بوم‌شناختی و پیش‌بینی پراکنش با استفاده از MaxEnt و سایر روش‌ها به‌طور گسترده به منظور بررسی عوامل محیط‌زیستی مؤثر بر پراکنش گونه‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش‌ها به‌ویژه در مواردی که تنها داده‌های حضور گونه‌ها وجود دارند و سایر روش‌ها مانند رگرسیون لجستیک چندمتغیره قابل استفاده نیستند، بسیار مفید می‌باشند. پیش‌بینی‌های تولیدی توسط این روش‌ها بسیار موثق می‌باشند و از پشتوانه تحلیلی قوی برخوردار هستند (Reed et al., 2008). براساس بررسی که در ارتباط با عوامل مؤثر بر پراکنش دلیجه در این پژوهش انجام شد، مشخص گردید که متغیرهای فاصله تا مناطق مسکونی، میزان بارش در گرم‌ترین فصل سال، ارتفاع،

که دلیجه کوچک گونه‌ای است که وابستگی خاصی به مناطق مسکونی دارد، بنابراین حفاظت آن ملزم به توجه خاص می‌باشد. براساس پراکنش مشخص‌شده، معلوم شد بخش عمده‌ای از زیستگاه‌های مطلوب این گونه در سطح استان گلستان خارج از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گرفته است. بنابراین، قوانین حفاظتی که در چارچوب مناطق حفاظت شده تعریف می‌شود، برای آن کارایی ندارد و ضرورت لحاظ کردن مردم محلی را در حفاظت این گونه گوشزد می‌کند. در این راستا، به نظر می‌رسد که بهترین روش در این زمینه، فرهنگ‌سازی و آشنا کردن جوامع محلی با این گونه و لزوم حفاظت آن است.

یادداشت‌ها

1. Ecological Niche Model (ENM)
2. Species Distribution Model (SDM)
3. Habitat Distribution Model
4. Climatic Envelope Model
5. Correlative Model
6. Mechanistic Model
7. Maximum Entropy (MaxEnt)
8. Background
9. Jackknife test
10. Receiver Operating Characteristic curve
11. Area Under the ROC Curve
12. Training data
13. Test data

همخوانی دارد. شایان‌ذکر است که مواد غذایی دلیجه کوچک بیشتر شامل حشرات و جوندگان است و بیشتر در نواحی باز شکار می‌کند. طی مطالعه‌ای که (خالقی‌زاده و جاویدکار، 1389) در ارتباط با رژیم غذایی دلیجه کوچک در استان گلستان داشتند، مشخص شد که ملخ‌ها در 71٪، سوسک‌ها در 31٪ و مورچه‌ها در 4٪ ریمه‌های دلیجه حضور داشتند. همچنین، بقایای حلزون‌ها (5٪)، پستانداران (4٪)، پرندگان (3٪)، دوزیستان و خزندگان (3٪)، خفاش‌ها (1٪) و گوش‌خیزک‌ها (1٪) یافت شد. ایشان همچنین بیان داشتند که احتمالاً دلیل جمعیت بیشتر این گونه در مناطق بندر ترکمن، خواجه‌نفس و گمیشان به دلیل وجود مزارع گسترده کشاورزی به خصوص گندم است که می‌تواند در میزان بیشتر تغذیه از حشرات، نقش داشته باشد. در این مطالعه، همچنین مشخص شد که متغیر شیب نیز فاکتور مؤثری بر پراکنش دلیجه کوچک در سطح استان گلستان می‌باشد که به نظر می‌رسد دلیل احتمالی آن این است که بخش مهمی از مناطق لانه‌سازی دلیجه کوچک در دره‌های تنگ و سنگی و در شکاف صخره‌ها وجود دارد، به‌ویژه اگر مکان‌های مناسب دیگر مانند مناطق مسکونی وجود نداشته باشد. چنین مناطقی به دلیل عدم امکان دسترسی شکارچیان به لانه و داشتن دید وسیع برای شکار انتخاب می‌شوند.

در پایان باید اذعان داشت که نتایج این پژوهش، در مشخص کردن مباحث حفاظتی در ارتباط با دلیجه کوچک که گونه‌ای خاص و وابسته به زیستگاه‌های خاص است، اهمیت دارد. از آنجا

فهرست منابع

- جهانی، س. و دلبری، م. 1388. ارزیابی و برآورد بیش‌ترین بارش 24 ساعته در استان گلستان. مجله مهندسی آب. 22(1): 13-22.
- خالقی‌زاده، ا. و جاویدکار، م. 1389. تعیین جمعیت و رژیم غذایی دلیجه کوچک (*Falco naumanni*) در استان‌های تهران و گلستان. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی. 78(1): 43-60.
- سلمان‌ماهینی، ع.؛ رشیدی، پ.؛ مخدوم، م.؛ علیزاده، ا.؛ میکائیلی تبریزی، ع. و وارسته‌مرادی، ح. 1389. انتخاب سیستماتیک لکه‌های حفاظتی استان گلستان با استفاده از روش نظام ارزیابی و اولویت‌بندی حفاظت (CAPS). مجله پژوهش‌های محیط‌زیست. 1(1): 1-12.
- مساعدی، ا.؛ مرعشی، م. و کواکبی، غ. 1388. بررسی مقایسه‌ای خشک‌سالی در مناطق پرباران و کم باران (مطالعه موردی - استان گلستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. 16(1): 277-292.
- منصوری، ج. 1388. راهنمای صحرایی پرندگان ایران. انتشارات ذهن آویز. تهران. 490 ص.

- Bustmante, J. 1997. Predictive models for Lesser Kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biological Conservation*. 80: 153- 160
- Donazar, J. A.; Negro, J. J. & Hiraldo, F. 1993. Foraging habitat selection, land use changes and population decline in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Applied.Ecology*.30: 515- 522.
- 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. & Zimmermann, N. E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*. 29: 129- 151.
- Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25: 1965- 1978.
- Franco, A. M. A.; Marques, J. T. & Sutherland, W. J. 2005. Is nest-site availability limiting Lesser Kestrel populations? A multiple scale approach. *Ibis*. 147(4): 657- 666.
- Giovanelli, J. G. R.; De Siqueira, M. F.; Haddad, C. F. B.; Alexandrino, J. 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods, *Ecological Modelling*. 221: 215- 224.
- Guisan, A. & Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*. 8: 993- 1009.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology *Ecological Modelling*. 135: 147- 186.
- Kearney, M. & Porter, W. P. 2009. Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges. *Ecology Letters*. 12: 334- 350.
- Khaleghizadeh, A. & Javidkar, M. 2007. Past and present population and rodent diet of the Lesser Kestrel (*Falco Naumanni*) in northern Iran. *Falco*. 29: 12- 16.
- Parr, S.; Collin, P.; Silk, S.; Wilbraham, J.; Williams, N. P. & Yazar, M. 1995. A baseline survey of Lesser Kestrels *Falco naumanni* in central Turkey. *Biological Conservation*. 72: 45- 53.
- Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. & Peterson, A. T. 2007. Predicting species' distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*. 34: 102- 117.
- Peterson, A. T. 2006. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics*. 3: 59- 72.
- Phillips, S. J.; Anderson, R. P. & Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190: 231- 259.
- Reed, K. D.; Meece, J. K.; Archer, J. R. & Peterson, A. T. 2008. Ecological niche modeling of *Blastomyces dermatitidis* in Wisconsin. *PLoS ONE*. 3(4): 20- 34.
- Scott, D. A. 2007. A review of the status of the breeding waterbirds in Iran in the 1970s. *Podoces*. 2 (1): 1- 21.
- Sillero, N. 2011. What does ecological modelling model? A proposed classification of ecological niche models based on their underlying methods. *Ecological Modelling*. 222(8): 1343- 1346.
- Tella, J. L.; Hiraldo, F.; Donazar, J. A. & Negro, J. J. 1996. Cost and benefits of urban nesting in the Lesser Kestrel. In *Raptors in human landscapes: adaptations to built and cultivated environments*, ed. D.M. Bird, D. Varland and J. J. Negro. Academic Press, London. 53- 60.

Tella, J. L.; Carrete, M.; Sanchez-Zapata, J. A.; Serrano, D.; Grivilov, A.; Sklyarenko, S.; Ceballos, O.; Donázar, J. A. & Hiraldo, F. 2004. The role of land-uses, nesting-site availability, and the presence of avian predators on the distribution of breeding Lesser Kestrels in Kazakhstan. *Oryx* (38): 224- 227.