مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال دهم، شماره سوم، پیاپی سی و نهم، زمستان ۱۴۰۰ (۸۸-۷۵)

DOI: 10.30473/eab.2021.54111.1797

مقاله پژوهشی:

ارزیابی توزیع و مطلوبیت زیستگاه گربه شنی (Mammalia: Carnivora: Felidae) در استان سیستان و بلوچستان، ایران

سمیرا غفاری‌پور[۱]، مرتضی نادری[۲]، محمدانور هاشمزهی[۳]

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران

۳. اداره محیط زیست ایرانشهر، سیستان و بلوچستان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/٤/۲۷ – تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۰/٤)

چکیده

شناخت گستره جغرافیایی گونه‌ها و وابستگی‌های زیستگاهی آن‌ها برای برنامه‌های حفاظت از گونه‌ها بسیار ضروریست و انتخاب زیستگاه یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر برازش ارگانیسم‌ها است. گربه شنی گونه‌ای نادر است که به‌دلیل زندگی شب فعال و مخفی، به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است. در این تحقیق، با استفاده از روش مدل‌سازی حداکثر آنتروپی، مطلوبیت زیستگاه گربه شنی در استان سیستان و بلوچستان واقع در جنوب شرق ایران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که پوشش گیاهی مرتعی مهمترین فاکتور تأثیرگذار در انتخاب و استفاده از زیستگاه می‌باشد زیرا این متغیر فراهم کننده طعمه گونه در منطقه است. به این دلیل که هیچ برنامه حفاظتی و مدیریتی مستند شده در ارتباط با گربه شنی در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد، این تحقیق می‌تواند داده‌های اولیه کافی برای چنین برنامه‌هایی فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: انتخاب زیستگاه، حفاظت،مکسنت، مدل‌سازی.

Assessing the Distribution and habitat Suitability for Sand Cat (Mammalia: Carnivora: Felidae) in Sistan and Baluchistan Province, Iran

Samira Ghafaripoor[1*], Morteza Naderi[2], Mohammad Anvar Hashemzehei[3]

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran
2. Department of Environment, Faculty of Agirculture and Natural Resources, Arak University, Arak 38156-8-8349, Iran
3. Department of Environmental Protection Agency, Iranshahr, Sistan and Baluchistan Province, Iran

(Received: Jul. 17, 2020 - Accepted: Dec. 25, 2021)

Abstract

Knowledge about the species geographic range and habitat affinities is essential in the species conservation programs Thus, it can be said that habitat selection is one of the most effective behavioral mechanism in the fitness of the organisms .Sand cat is a rare species. Sand cat is not well studied because this species lives in a harsh environment that is often remote, and these cats are nocturnal, subterranean, and secretive animals. In this research we investigated SAND CAT's habitat suitability and distribution in Sistan and Baluchistan province of the south eastern Iran using Maximum Entropy modeling approach. Our results indicated that the presence of the desert bushlands and vegetation cover is the most important variable which affects the species habitat selection and use since it provide prey habitat use in the area. Since there is no documented conservation and management program regarding SAND CATs in the study area, this research can provide enough basic data for such programs.

Keywords: Conservation, habitat selection, MaxEnt, modeling.

* نویسندهٔ مسئول: سمیرا غفاری‌پور

Email: samira_ghafaripour@yahoo.com

مقدمه

شناخت وابستگی‌های زیستگاهی گونه‌ها یکی از موضوعات محوری در دانش بوم‌شناسی حیات‌وحش محسوب می‌شود (Huey, 1991). چراکه گونه‌ها زیستگاه و آشیان بوم‌شناختی خود را در مقیاس‌های مختلف به گونه‌ای انتخاب می‌نمایند که شانس بقا و تولیدمثل خود را به حداکثر برسانند و متغیرهای مختلف فیزیکی و زیستی می‌تواند تأثیر به سزایی بر پویایی جمعیت (Holt, 1987) و تعامل سطوح مختلف یک جامعه (Morris, 1988) باقی گذارند. به این ترتیب می‌توان اذعان داشت که انتخاب زیستگاه یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر برازش ارگانیسم‌ها است (Bearhop *et al*., 2004; Norris *et al*., 2004; Gunnarsson *et al*., 2005)، جانداران برای بقا و تولیدمثل به منابع حیاتی نیاز دارند (مانند پناه، جفت‌گیری، مکان‌های لانه‌گزینی) که در فضا و زمان متغیر هستند (MacArthur & Pianka, 1966; Schoener, 1983; Fryxell *et al*., 2005). با توجه به این توضیحات، چندان دور از ذهن نخواهد بود اگر ادعا شود که برای حفاظت از یک گونه، شناخت و نقشه‌سازی مطلوبیت زیستگاهی و محدوده استفاده از زیستگاه توسط گونه، (Marcer *et al*, 2013) برای ارزیابی خطر انقراض (Collar, 1996; IUCN, 2001; Rodrigues *et al*., 2006) و اولویت حفاظتی (Scott *et al*., 1993; Rodrigues *et al*., 2004b; Rodrigues *et al*., 2004a) آن بسیار مهم است. مطالعات پیشین نیز به این نتیجه مشابه دست یافته‌اند که شناخت آشیان اکولوژیکی گونه (Hutchinson, 1957) و عوامل تهدید بقای آن، برای حفاظت آینده گونه به ویژه گونه‌های نادر و کمیابی چون گربه شنی ضروری می‌باشد (Stabach *et al*., 2009)

گربه شنی (*Felis margarita*) گونه‌ای نادر است (Nowell & Jackson, 1996; Sunquist & Sunquist, 2002; Sliwa, 2013) که برای زندگی در بیابان تخصص یافته است (Heptner & Sludskii, 1992). اگرچه در طبقه بندی IUCN گونه‌ای با کمترین نگرانی می‌باشد (sliwa *et al*., 2016) با این حال، اطلاعات دقیقی در مورد اکولوژی به ویژه گزینش خردزیستگاهی در ایران، جهت تسهیل برنامه‌ریزی حفاظت مناسب وجود ندارد و بنابراین مدل‌سازی پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گربه شنی برای شناسایی نیازهای حفاظتی و توزیع بالقوه آن ضروریست. یکی از دلایل اصلی عدم وجود داده‌های کافی و کاربردی در مورد این گونه رفتار مخفی و شبانه این پستاندار (Nowell & Jackson, 1996) به همراه تراکم کم جمعیت (Sliwa, 2013;Strauss *et al*., 2007) می‌باشد و موجب عدم دسترسی به داده‌های عدم حضور یا عدم اعتماد به این داده‌ها گردیده است، در نتیجه، مدل‌سازی بر پایه داده‌های حضور ارزش بیشتری بافته‌اند (Hirzel *et al*., 2002). در صورتی‌که منابع داده‌های حضور وجود داشته باشند روش مدل‌سازی بر اساس داده‌های حضور می‌تواند به درک نیازهای اکولوژیکی گونه مورد مطالعه کمک کند (Monterroso *et al*., 2009) و همچنین می‌تواند بینش و درک در مورد روابط زیست‌محیطی را فراهم آورد (Elith & Franklin, 2013). مکسنت مدل پیش‌بینی براساس داده‌های حضور است (Elith *et al*., 2006)، که قبلاً برای پیش‌بینی توزیع گونه‌های مهاجم (De Queiroz *et al*., 2013; Domíguez-Vega *et al*., 2012; Elith *et al*., 2006) گیاهان و جانوران در معرض خطر و تهدیدشده (Shochat *et al*., 2010)، ارگانیسم‌های با اهمیت اقتصادی (Blanchard *et al*., 2014) مورد استفاده قرار گرفته است.

به نظر می‌رسد در سال‌های اخیر به‌دلیل تخریب زیستگاه بیابانی و در نتیجه کاهش طعمه طبیعی آن، جمعیت گربه شنی کاهش یافته است با این وجود اطلاعات دقیقی وجود ندارد (Sunquist & Sunquist 2002; Wilson & Mittermeier,

2009; Mallon *et al*., 2011) به ویژه فعالیت‌های کشت عمقی، اثرات شدیدی را بر کاهش زیست‌مندی این گونه باقی گذاشته است (Boatman *et al*., 2007; Heptner & Sludskii, 1992; Wilson & Mittermeier 2009;). این مطالعه با هدف کسب داده‌های کافی و نقشه‌سازی مطلوبیت زیستگاهی این گونه در استان سیستان و بلوچستان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان سیستان و بلوچستان پهناورترین استان ایران است که دارای زیستگاه‌های متنوعی است. به‌دلیل تنوع زیستگاهی و اقلیمی این استان گونه‌های گیاهی و جانوری متنوعی در این استان یافت می‌گردند. یکی از گونه‌های نادر ثبت شده در استان سیستان و بلوچستان، شهرستان ایرانشهر واقع در مختصات جغرافیایی "۴۳ ′۱۳ °۲۷ شمالی و "۰۴ ′۴۳ °۶۰ شرقی، گربه شنی می‌باشد که این شهرستان زیستگاه وسیع و مناسبی جهت حضور و تداوم این گونه نادر فراهم آورده است. میانگین بارش سالانه ایرانشهر ۱۱۹/۲ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت آن ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد (اداره کل هواشناسی سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۴) ثبت شده است. پوشش گیاهی غالب منطقه به‌طور عمده شامل *Zygophyllum eurypterum*، *Tamarix* sp.، اعضای خانواده‌ی Chenopodiaceae و *Hammada salicornica* و گوشتخواران همزیست با گربه شنی، براساس مشاهدات صورت گرفته در طی دوره‌ی مطالعه عبارتند از روباه معمولی (*Vulpes vulpes*)، روباه شنی (*Vulpes rueppellii*)، شاه روباه (*Vulpes cana*)، کفتار (*Hyaena hyaena*)، شغال (*Canis aureus*) و گرگ (*Canis lupus*). همچنین گزارشات مستند نیز مبنی بر حضور خرس سیاه (*Selenarctos thibetanus*) در ارتفاعات منطقه وجود دارد. جوندگان عمده‌ای که شناسایی شدند شامل جربیل بلوچی (*Gerbilus nanus*)، جرد ایرانی (*Meriones persicus*)، جربیل هندی (*Tatera indica*)، دوپای هاتسون (*Allactaga hotsoni*)، دوپای بلانفورد (*Jaculus blanfordi*) هستند.

جمع‌آوری داده‌ها

از اوایل پاییز ۱۳۹۱ تا اواخر پاییز ۱۳۹۴ مطالعات میدانی برای پایش جمعیت گربه شنی در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت؛ به‌دلیل شب فعال بودن گربه شنی (Nowell & Jackson 1996)، گشت‌زنی در منطقه مورد مطالعه از یک ساعت بعد از غروب خورشید شروع شده و معمولاً تا یک ساعت قبل از طلوع خورشید ادامه داشت. بازتابش نور چشم گربه شنی به رنگ سبز متمایل به زرد دیده می شود که می‌توان از این خصوصیت آن، جهت شناسایی گونه در شب استفاده نمود. گشت‌زنی توسط خودرو با سرعت ثابت (۱۰ کیلومتر در ساعت) (scott *et al*., 2005) صورت گرفت. به محض تشخیص درخشش چشم، خودرو متوقف شده و به‌وسیله دوربین دوچشمی (Bushnell 10×40) گونه شناسایی شد و محل حضور گونه توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. طی روز نیز محل مشاهده سرگین گربه شنی و آثار مربوط به آن توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. این نقاط در برنامه اکسل به فرمت csv جهت ورود به آنالیز MaxEnt ذخیره شد.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی

در این پژوهش برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی، ۳۰ متغیر جهت تعیین اهمیت بالقوه آن‌ها در توزیع این گونه انتخاب گردیدند. این متغیرها شامل ۱۰ متغیر زیستگاهی و ۲۰ متغیر اقلیمی که شامل ۱۱ متغیر مربوط به میزان دما، هشت متغیر بارش و یک متغیر مربوط به طبقات اقلیمی می‌باشند. متغیرهای اقلیمی از مجموعه داده‌های WorldClim استخراج شد که نشان‌دهنده میانگین شرایط برای دوره ۱۹۷۰

تا ۲۰۰۰ می‌باشد (Hijmans *et al*., 2005) . فاصله اقلیدسی هر پیکسل تا مرز جاده توسط ابزار Euclidean distance محاسبه گردید و لایه رستری جدید ایجاد شد. ارزش سایر متغیرهای زیست‌محیطی به‌طور اتوماتیک از رستر نقاط حضور گربه شنی استخراج شد. تمام لایه‌های پیش‌بینی‌کننده با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS نسخه 10.3 بر اساس لایه رستری طبقه‌بندی اقلیم به اندازه سلول ۳۰ متر و مرز استان سیستان و بلوچستان، هم‌اندازه شده و جهت ورود به آنالیز MaxEnt نسخه 3.3.3k به فرمت ASCII تبدیل شدند.

یکی از مهمترین مسائل، که باید مورد توجه قرار گیرد هم‌خطی بین متغیرهاست که نشان‌دهنده همبستگی آماری بین دو یا چند متغیر است (Dormann *et al*., 2012). گاهی بسیاری از داده‌ها از جمله متغیرهای موجود در Worldclim همبستگی بالایی با هم دارند (Elith & Franklin, 2013). که در صورت همبستگی بالای متغیرها، هر دو با یک ضریب در مدل نهایی ظاهر خواهند شد (Morovati *et al*., 2013). میزان همبستگی بین متغیرها به‌کمک ابزار Spatial Analyst Multivariate محاسبه و از دو متغیری که دارای همبستگی بالا بودند ($r\geq$۰/۸) متغیری انتخاب گردید که پس از اجرای اولیه تمام متغیرها در مکسنت، بیشتر از سایر متغیرها در پیش‌بینی مدل‌سازی انتخاب زیستگاه گربه شنی نقش داشت. جدول ۱ نشان‌دهنده متغیرهایی است که در نهایت وارد آنالیز مکسنت گردیدند.

انواع مختلف پوشش گیاهی مرتعی شامل ۷۵ نوع متفاوت است. طبقات فرسایش شامل اراضی با فرسایش جزئی خاک (I)، اراضی با فرسایش کم (II)، اراضی با فرسایش متوسط (III)، اراضی با فرسایش زیاد (IV)، اراضی با فرسایش شدید تا فوق‌العاده شدید و مصیبت‌بار (V)، اختلاط اراضی با فرسایش متوسط و اراضی با فرسایش زیاد (III+IV)، اختلاط اراضی با فرسایش جزئی خاک و اراضی با فرسایش کم (I+II) و اختلاط اراضی با فرسایش کم و اراضی با فرسایش متوسط (II+III)

جدول ۱. متغیرهای نهایی زیستگاه

متغیر	کد
انواع مختلف پوشش گیاهی مرتعی	Range
طبقات فرسایش	Erosion
کلاسه‌بندی خاک	Soilclassification
کاربری زمین	Landuse
ژئولوژی	Geo
فاصله از جاده	Road
جهت	Aspect
پوشش جنگلی	Forest
میزان پوشش گیاهی	Cover
ارتفاع از سطح دریا	Altitude
طبقات اقلیم	Climatology
میانگین دمای سالیانه	Bio1
میانگین تغییرات دمای شبانه (حداکثر و حداقل دما)	Bio2
ایزوترمالیتی	Bio3
حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال	Bio5
میانگین دما در خشک‌ترین فصل سال	Bio9
بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال	Bio13
تغییرات فصلی بارندگی	Bio15
بارندگی در خشک‌ترین فصل سال	Bio17

کلاسه‌بندی خاک به‌صورت Rock Outcrops/ _ Entisols/Aridisols (XRO/ent)، Entisols (ent/ard)، Aridisols (ard)، Water Body (XWB)، Marsh (XMA)، Bad Lands (XBL)، Salt Flats (XZA)، Playa (XPL)، Dune Lands (XDL)، Rocky Lands (XRM). طبقات اقلیم شامل هفت طبقه مرطوب، نیمه‌مرطوب، نیمه‌خشک خفیف، نیمه‌خشک میانی، نیمه‌خشک شدید، خشک و فراخشک است که از این طبقات استان سیستان و بلوچستان دارای طبقات نیمه‌خشک خفیف، نیمه‌خشک میانی، نیمه‌خشک شدید و فراخشک می‌باشد.

لایه‌ها با فرمت ASCII جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی وارد برنامه مکسنت گردید. لایه‌های طبقات اقلیم، میانگین دمای سالیانه،

میانگین تغییرات دمای شبانه (حداکثر و حداقل دما)، ایزوترمالیتی، حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال، میانگین دما در خشک‌ترین فصل سال، بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال، بارندگی در خشک‌ترین فصل سال، تغییرات فصلی بارندگی، فاصله از جاده، جهت جغرافیایی، پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان متغیر پیوسته و انواع مختلف پوشش گیاهی مرتعی، طبقات فرسایش، کلاسه‌بندی خاک، کاربری زمین و پوشش جنگلی به‌عنوان متغیر مطلق انتخاب گردیدند. گزینه‌های Do Jackknife to measure variable importance، Make picture of predictions، Create response curves انتخاب و تیک زده شد. عملکرد "replicates" با انتخاب cross-validation بر روی ۵۰ تکرار تنظیم شد. maximum iterations ۵۰۰۰ قرار داده شد. ۸۰ درصد از نقاط حضور به‌صورت تصادفی برای ساخت مدل و ۲۰ درصد نقاط حضور برای ارزیابی نتایج مدل قرار داده شد. regularization multiplier مطابق پیش‌فرض ۱ انتخاب شد. سایر گزینه‌ها مطابق پیش‌فرض قرار داده شدند. برنامه با تیک‌خوردن "auto features" اجرا شد و خروجی همه متغیرها با فرمت لوجستیک بود (Phillips & Dudik, 2008). اهمیت هر متغیر با استفاده از جک نایف ارزیابی شد. عملکرد مدل با استفاده از سطح زیر منحنی (AUC) منحنی گیرنده مشخصه عامل (ROC) سنجیده شد. مزیت اصلی آنالیز ROC این است که سطح زیر منحنی ROC (AUC) یک ارزیابی از عملکرد مدل ارائه می‌دهد که کاملاً مجزا از هر آستانه مورد انتخاب است (Phillips *et al*., 2006).

نتایج

طی دوره مطالعه ۳۴ نقطه حضور گربه شنی از طریق مشاهده مستقیم طی پیمایش شبانه، چهار مشاهده در تله زنده‌گیر هوبره که به‌صورت غیرقانونی در منطقه موردمطالعه قرار گرفته بودند اسیر شده بودند و ۱۸ نقطه حضور از طریق شناسایی سرگین و آثار این گونه ثبت شد.

مدل توزیع گونه توسط نرم‌افزار مکسنت (Phillips *et al*., 2006) جهت ایجاد رابطه بین نقاط حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی در منطقه مورد نظر و استفاده از این رابطه، برای شناسایی مناطق مناسب (Trisurat *et al*., 2012) تولید شد. نقشه پیش‌بینی تولید شده توسط مکسنت، یک نقشه احتمالی پیوسته است. همچنین، توسط آزمون جک نایف، متغیرهای مؤثر در حضور گونه مورد مطالعه را نیز تعیین شد.

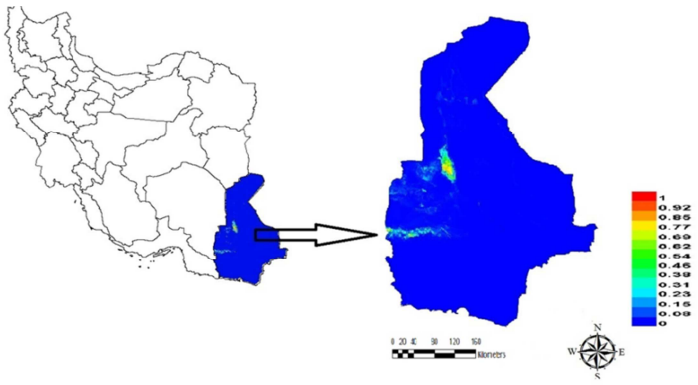
نقشه مطلوبیت زیستگاهی به سه طبقه (Naderi *et al*., 2015) تقسیم شد (جدول ۲).

جدول ۲. مساحت و درصد زیستگاه گربه شنی در سه طبقه MaxEnt P-values

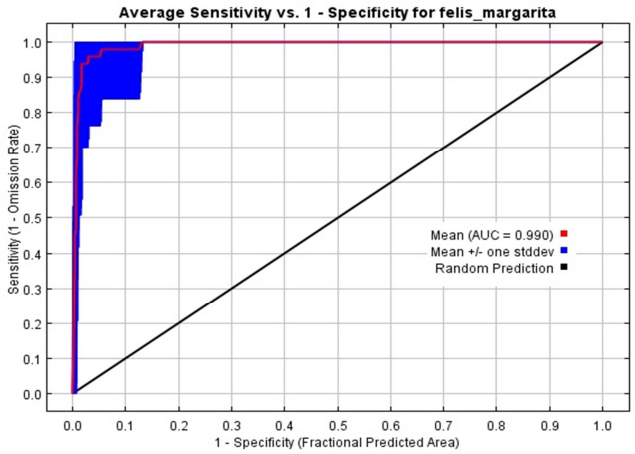
طبقه زیستگاهی	MaxEnt P-value	مساحت (km^2)	سهم (٪)
نامطلوب	۰/۳–۰	۱۷۰۶۳۵/۲	۹۹/۳۳
مطلوبیت پایین	۰/۶–۰/۳	۶۲۳/۵	۰/۳۶
مطلوبیت بالا	۱–۰/۶	۵۳۳/۲	۰/۳۱

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، متوسط آزمون AUC برای ۵۰ بار تکرار، ۰/۹۹۰ و انحراف استاندارد ۰/۰۲۰ است. درنتیجه، الگوریتم حداکثر آنتروپی قدرت پیش‌بینی بسیار خوبی برای مطلوبیت زیستگاه گربه شنی ارائه نموده است (شکل ۲).

در اینجا مشارکت نسبی هر متغیر نیز مشخص شد. مشارکت نسبی متغیرهای زیست‌محیطی در مدل آنتروپی نشان داد که متغیرهای زیست‌محیطی انواع مختلف پوشش گیاهی مرتعی (۳۸/۱ درصد)، طبقات اقلیمی (۱۴ درصد) و میانگین تغییرات دمای شبانه (حداکثر و حداقل دما) (۱۰/۹ درصد) مؤثرترین متغیرها هستند. همچنین، متغیرهای زیست‌محیطی فرسایش (۷/۴ درصد)، بارندگی در خشک‌ترین فصل سال (۷/۲ درصد)، بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال (۶/۷ درصد) مشارکت متوسط و سایر متغیرها (جدول ۳) مشارکت کمتری دارند.



شکل ۱. نقشه مطلوبیت زیستگاه گربه شنی در استان سیستان و بلوچستان



شکل ۲. منحنی ROC محاسبه شده برای حضور گربه شنی در استان سیستان و بلوچستان

جدول ۳. سهم هرمتغیر در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی

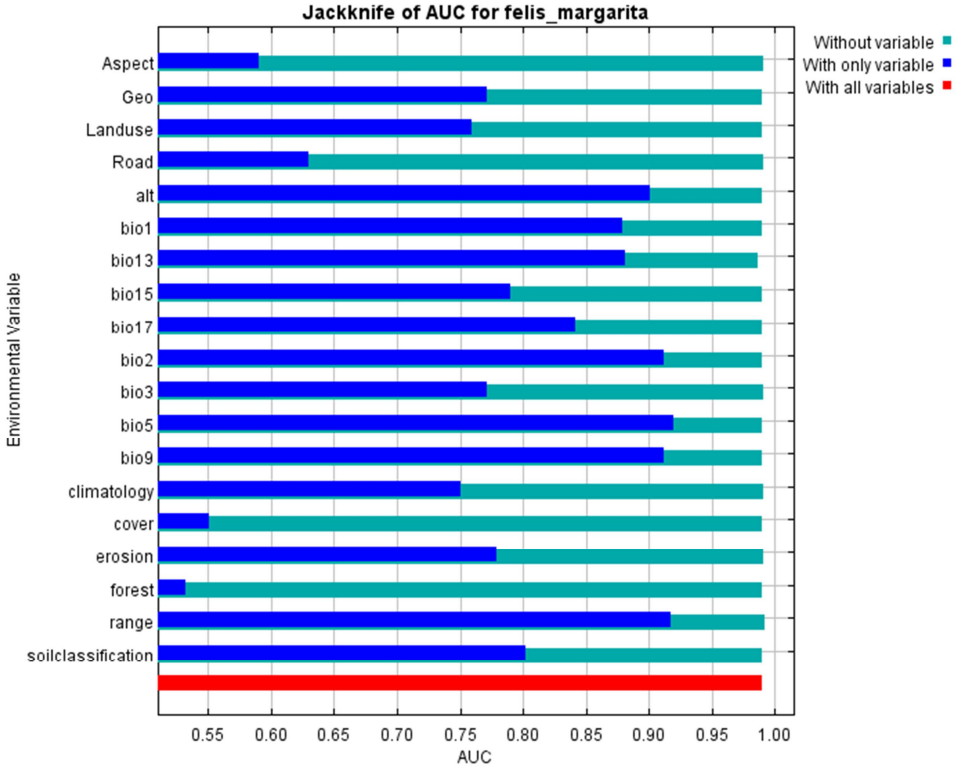
Variable	Percent contribution	Permutation importance
Range	۳۸/۱	۱۵/۸
Climatology	۱۴	۰/۳
Bio2	۱۰/۹	۱/۴
Erosion	۷/۴	۰/۶
Bio17	۷/۲	۴
Bio13	۶/۷	۵۳/۴
Geo	۳/۷	۱/۳
Soilclassification	۳/۳	۱/۹
Landuse	۲/۴	۱/۳
Bio9	۱/۹	۱۶/۹
Road	۱/۳	۱
Bio5	۰/۹	۰/۲
Aspect	۰/۷	۰/۱
Bio15	۰/۶	۰/۲
Bio3	۰/۴	۰/۲
Forest	۰/۲	۱
Bio1	۰/۲	۰
Cover	۰/۱	۰/۳
Alt	۰	۰

مکسنت توسط آزمون جک نایف، متغیرهای مؤثر در حضور گونه موردمطالعه را نیز تعیین می‌کند. نمودار جک نایف (شکل ۳) نشان‌دهنده مشارکت نسبی متغیرها در ایجاد مدل توزیع گونه است.

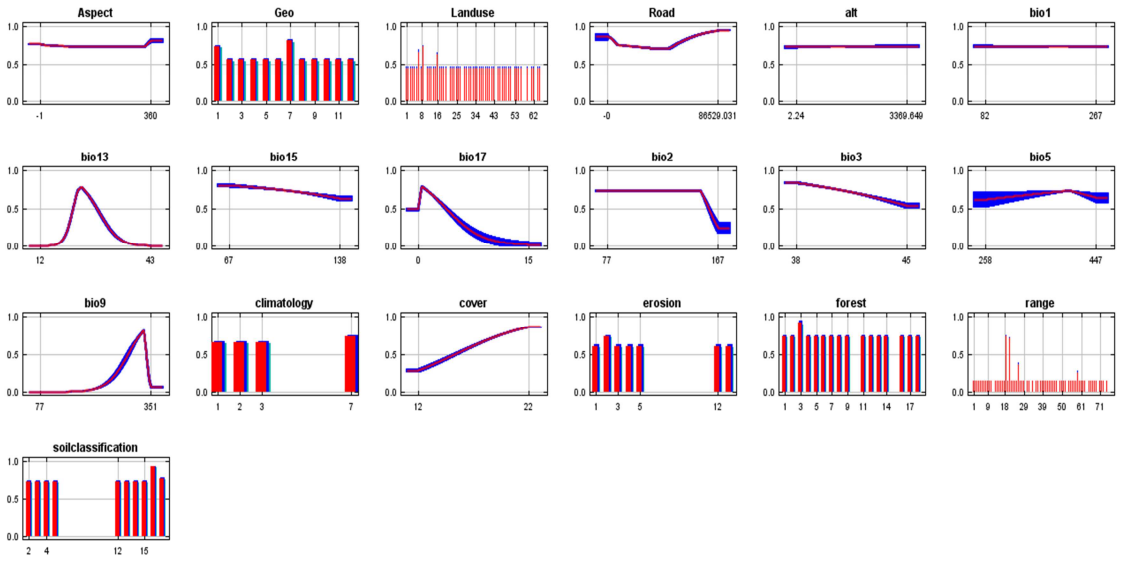
مهمترین پارامتر پوشش گیاهی مرتعی است که سهم نسبی آن ۳۷/۳ درصد در مشارکت نسبی متغیرها جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی است. منحنی پاسخ این متغیر زیست‌محیطی دارای دو قله اوج، یکی در پوشش مرتعی *Artemisia sieberi –zygophyllum* با تاج پوشش ۲۵-۱۰ درصد و دیگری در تیپ مرتعی *Artemisia sieberi* با تاج پوشش کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. پس از آن، طبقات اقلیمی سهم بالایی در مشارکت نسبی متغیرها جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی دارد که منحنی پاسخ این متغیر زیست‌محیطی دارای یک

نقطه اوج در طبقه اقلیمی فراخشک و همچنین میانگین تغییرات دمای شبانه (حداکثر و حداقل دما) که منحنی پاسخ آن متغیر از ۷۶ تا ۱۵۳ درجه سانتی‌گراد است.

متغیرهای زیست‌محیطی فرسایش با منحنی پاسخ دارای یک نقطه اوج در مناطقی با فرسایش کم (II)، بارندگی در خشک‌ترین فصل سال (۱ میلی‌متر) و بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال (۲۴ میلی‌متر) سهم مشارکت نسبی متوسطی را در مدل‌سازی‌مطلوبیت زیستگاه نشان دادند (شکل ۴).



شکل ۳. نمودار جک نایف



شکل ٤. منحنی پاسخ متغیرهای زیست‌محیطی

متغیرهای زیست‌محیطی ژئولوژی با منحنی پاسخ دارای دو نقطه اوج (سطح پایین فن پیمونت و دره سپرده تراس سنوزوییک کواترنری، تپه‌های شنی و ورق شن و ماسه سنوزوییک کواترنری)، کلاسه‌بندی خاک با منحنی پاسخی که دارای دو نقطه اوج است اولین نقطه اوج که کمی بالاتر از دومی است در مناطقی با تله‌های ماسه‌ایست و دومین نقطه اوج در خاک مناطق خشک و بیابانی (Aridisols) و نوع کاربری اراضی نیز زمین بایر تله‌های ماسه‌ای می‌باشد که سهم مشارکت نسبی کمی را در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه نشان دادند.

بحث و نتیجه‌گیری

در تمام نقشه‌هایی که برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گربه شنی ارائه شده، مناطقی که با رنگ سفید نشان داده شده‌اند دارای بالاترین پتانسیل بالقوه زیستگاهی برای این گونه هستند. که این مناطق بیشتر در شهرستان ایرانشهر استان سیستان و بلوچستان قرار دارند. نتایج کسب‌شده از این مدل‌سازی اثر متغیرهای مختلف را به طور برجسته در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه نشان داده است. عوامل متعددی در تعیین مطلوبیت زیستگاه گربه شنی نقش دارند که پوشش گیاهی مرتعی مهمترین فاکتور در تعیین مطلوبیت زیستگاه گربه شنی است. همچنین مطالعات قبلی بر روی این گونه، نقش تاغ (*Haloxylon* spp.) (Hemami *et al*., 2018; Torabian *et al*., 2018; Ghadirian *et al*., 2016; Farhadinia *et al*., 2008) و قیچ (*Zygophyllum* spp.) (Hemami *et al*., 2018; Ghadirian *et al*., 2016) به‌ویژه گونه *Haloxylon persicum* در مناطق ریگ‌جن و پناهگاه حیات وحش عباس آباد واقع در استان اصفهان (Akbari Feizabadi *et al*., 2018) و به‌طور بارز نقش گونه *Haloxylon ammodendron* (Ghafaripour *et al*., 2018) را نیز در انتخاب زیستگاه در منطقه مورد مطالعه، به‌طور برجسته نشان داده است. در امارات متحده عربی نیز گربه شنی بر روی تپه‌های شنی با پوشش گیاهی پراکنده حاوی *Haloxylon salicornicum* و *Pennisetum divisum*، ثبت شده است (Ahmed *et al*., 2016) اهمیت این متغیر به‌دلیل مهیا نمودن پناه و غذا برای این گونه در محیط‌های بیابانی می‌باشد که یافته‌های Khosravi *et al*. (2019) بر روی گونه گربه شنی فلات مرکزی ایران نیز تأییدکننده این مطلب می‌باشد. پستانداران کوچک که بخش عمده رژیم غذایی گربه شنی را تشکیل می‌دهند، در اطراف بوته‌ها و درختچه‌ها لانه‌سازی می‌کنند و کمتر در تیپ عریان و بدون پوشش گیاهی قابل مشاهده هستند نتایج مطالعات دیگر نیز تأییدکننده این مطلب بوده که گربه شنی در آسیای مرکزی، معمولاً در مناطقی از بیابان که توسط پوشش گیاهی کم احاطه شده باشد و تپه شنی که عموماً در آن گونه‌های مختلف جرد حضور دارند (Sunquist & Sunquist, 2002) یافت می‌شوند. در ترکمنستان لانه گربه شنی در دامنه تپه‌های شنی که تراکم درختچه در آنجا زیاد است، قرار گرفته است و کم‌عمق می‌باشد. در رپتک دو لانه در میان تاغ‌های سفید حفر شده بود که در هر کدام ورودی ۲/۵ تا ۳ متر بود (Heptner & Sludskii, 1992). در بسیاری از مناطق که گربه شنی در آنجا حضور دارد، بهترین رشد پوشش گیاهی در مارس و آوریل است و زاد و ولد بسیاری از جوندگان در طول این زمان یک منبع مواد غذایی فراوانی را فراهم می‌آورد (Roberts, 1997). بنابراین پوشش گیاهی این پتاسیل را دارد که پراکنش گربه شنی را محدود سازد. حتی ممکن است به‌دلیل تغییرات زیست‌محیطی که بر روی در دسترس بودن طعمه تأثیر دارد نیز جمعیت گربه شنی دچار نوسان شود.

گربه شنی بیشتر در شن‌زارها و تله‌ماسه‌هایی است که خاک فرسایش کمی یافته، حضور می‌یابد همچنین در مناطق سنگلاخی هم مشاهده شد است. این گونه

در بیابان‌هایی با گستره توده شنی که در آن شرایط بیابانی شن‌زار به‌خوبی توسعه یافته و که در آن خاک فشرده نیست یا یک منطقه کوچک را پوشانده، به‌وفور یافت می‌شود (Heptner & Sludskii, 1992). این گربه در شن‌زارها و دشت‌های رسی اوست‌یورت نادر است و در مناطق مین‌قشلاق واقع در قزاقستان، در جنوب صحرای قزل‌قوم متداول است (Heptner & Sludskii, 1992) گربه شنی در مناطق ریگ‌جن و پناهگاه حیات وحش عباس‌آباد واقع در استان اصفهان به‌طور خاص محصور به مناطق حاوی تپه‌های شنی هستند (Akbari Feizabadi *et al*., 2018). انواع جوندگان به ویژه دوپاها به مناطقی که خاک استحکام بالاتری دارد، همانند کنار ریشه گیاهان (Naderi *et al*., 2011) وابسته هستند. گربه شنی بیشتر در محل‌هایی که فراوانی، غنا و تراکم جوندگان بالاتر است فعالیت می‌کند که موجب می‌شود با کمترین هزینه ناشی از جابجایی و دوندگی، بیشترین انرژی را کسب نماید.

فرض کلی این است که انتخاب زیستگاه افراد جایی است که مناسب‌بودن زیستگاه را، مطابق با فعالیت‌های مورد نیاز آنها، به حداکثر برساند. برای بسیاری از پستانداران گوشتخوار، دست‌یابی به لانه، برای موفقیت تولیدمثل و پرورش توله‌ها، ضروریست (Moehlmann, 1989; Tannerfeldt *et al*., 2003). مکان این لانه‌ها به ندرت تصادفی است اما گاهی بر پایه عواملی از قبیل سهولت گریز از شکارچیان (Ruggiero *et al*., 1998; Slough, 1999) یا نزدیکی به منابع غذایی (Pruss 1999; Arjo *et al*., 2003) می‌باشد. اعتقاد بر اینست که دسترسی به لانه، برای تولیدمثل موفق، ضروری است (Macpherson, 1969)، همچنین می‌توانند به‌عنوان پناهگاه در زمستان و تابستان نیز مورد استفاده قرار گیرند (Prestrud, 1992a). گربه شنی ، به زندگی در لانه جهت حفاظت از درجه حرارت زیاد و کم هوا سازش یافته است، و تنها در شن‌زارهای تثبیت شده که با درختچه پوشیده شده، زندگی می‌کند. چوب Haloxylon باعث ثبات و پایداری خاک و احتمالاً بر حضور و فراوانی جوندگان تأثیر می‌گذارد (Hemami *et al*., 2011; Traba *et al*., 2016; Hemami *et al*., 2018) و پناهگاه طبیعی توسط ریشه‌های این گیاه برای گربه شنی ایجاد می‌شود (Akbari Feizabadi *et al*., 2018) در چنین مکان‌هایی معبرها به خودی خود ریزش نمی‌کنند و پناهگاه گربه شنی به مدت طولانی‌تری حفظ می‌شود.

صیادان اصلی گربه شنی شامل پرندگان بزرگ شکارچی (مانند عقاب طلایی *Aquila chrysaetos*) مارها و پستانداران صیاد هستند (همانند کاراکال، گرگ، شغال طلایی و به احتمال زیاد سگ‌های خانگی و فراری) (e.g., caracal-*Caracal caracal*، wolf-*Canis lupus*، golden jackal - *Canis aureus*، likely feral and domestic dogs-Mendelssohn, 1989; Abbadi 1991; Heptner & Sludskii, 1992; Dragesco-Joffé, 1993; Sliwa, 2013). احتمالاً گربه شنی نوجوان توسط شاه بوف (*Bubo bubo*) و روباه قرمز در معرض خطر است (Cole & Wilson, 2015). در زمان تغییر رژیم نوزادان گربه شنی از شیرخواری به گوشتخواری، گربه شنی هر شب نوزادان خود را به مناطقی از زیستگاه منتقل کند که دارای پوشش متراکم است و بر روی لانه فعال جوندگان قرار گرفته است. چنین مناطقی علاوه بر آموزش نوزادان جهت صید و تغذیه از جوندگان، پناهی برای آنها برای در امان ماندن از دید صیادان است.

یکی از پارامترهایی که در تعیین مطلوبیت زیستگاه دارای ارزش بالایی است اقلیم فراخشک و پس از آن میانگین تغییرات دمای شبانه (حداکثر و حداقل دما) که منحنی پاسخ آن متغیر از ۷۶ تا ۱۵۳ درجه سانتی‌گراد است. گربه شنی در مناطق بیابانی تغییرات دمایی چشمگیری را تحمل می‌کند. ممکن است دمای هوا در طول روز نزدیک به ۱۲۴ درجه سانتی‌گراد و در سایه تا حدود ۵۸ درجه سانتی‌گراد بالا رود، اما درجه حرارت

هوای شب بسیار پایین‌تر، و به ۰/۵- درجه سانتی‌گراد می‌رسد (Yunker & Guirgis, 1969; Goodman & Helmy, 1986; Cunningham, 2002). بارش برف در زمستان می‌تواند دما را تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد کاهش دهد (Heptner & Sludski, 1992). به‌نظر می‌رسد بارندگی در خشک‌ترین فصل سال (۰/۷ میلی‌متر) و بارندگی در مرطوب‌ترین ماه سال (۲۲ میلی‌متر)، از مهمترین ویژگی‌های دیگر اقلیمی مؤثر بر حضور گربه شنی می‌باشند.

معمولاً پستانداران کوچک که طعمه گربه شنی را تشکیل می‌دهند در اطراف پوشش گیاهی پراکنده به ویژه در فصول خشک مشاهده شده و کمتر در تیپ عریان و بدون پوشش گیاهی قابل مشاهده هستند، اما بلافاصله پس از بارندگی جمعیت این پستانداران گسترش پیدا می‌کند که این مسأله بر استفاده از زیستگاه توسط این گونه تأثیر می‌گذارد (Sliwa, 2013). مشاهده شده است که گربه شنی پس از بارندگی، در طول روز نیز فعالیت داشته است که این گونه مشاهدات توسط Sliwa *et al.* (2015) و Schauenberg (1974) نیز تأیید شده است. تفاوت آب‌وهوایی و یا منابع قابل دسترس بر روی طول فصل زاد و ولد تأثیر می‌گذارد (Cole & Wilson, 2015). به‌طورکلی، طعمه گربه شنی بر روی شن‌زارهای لخت، به‌ویژه طی سال‌های خشکسالی گسترش نمی‌یابند. خشکسالی‌های دوره‌ای جمعیت پستانداران طعمه گربه شنی را تهدید می‌کند (Sunquist & Sunquist, 2002) حتی در زمستان‌هایی که صید پایه به شدت کاهش می‌یابد نیز به‌طور قابل‌توجهی موجب کاهش جمعیت گربه شنی می‌شود که این مورد در میان توده‌های برف در نیمه جنوبی قره‌قوم مشاهده شده است (Heptner & Sludskii, 1992). به‌دلیل نادربودن جمعیت گربه شنی، ممکن است منجر به ناپدیدشدن گونه از محیط بیابانی آشفته شود (Cole & Wilson, 2015).

تاکنون هیچ نقشه‌ای در مورد مطلوبیت زیستگاه گربه شنی در ایران تهیه نگردیده است. این مطالعه اولین نقشه دقیق از زیستگاه مناسب گربه شنی در سراسر سیستان و بلوچستان فراهم آورده است. همچنین مکسنت اطلاعات دقیقی در مورد متغیرهایی که در حفاظت از گونه مهم هستند را نیز ارائه داده است. تفسیر خروجی مدل مکسنت می‌تواند در برنامه‌های مدیریتی حفاظت مورد استفاده قرار گیرد همچنین در مناطقی که تنها نقاط حضور گربه شنی در دسترس است جهت مدل‌سازی به‌کار رود. به‌دلیل این‌که گربه شنی زیستگاه‌های متفاوتی انتخاب می‌کند و هم در زیستگاه شنی و ماسه‌ای و هم در زیستگاه صخره‌ای و سنگلاخی مشاهده شده است (Heptner & Sludskii, 1972; Hemmer *et al*., 1976; Gasperetti *et al*., 1986; Harrison & Bates, 1991; Dragesco-Joffé, 1993). انجام چنین مطالعه‌ای ممکن است در سایر زیستگاه‌ها نتایج متفاوتی ارائه دهد که موجب افزایش دانش در راستای خصوصیات اکولوژیکی این گونه خواهد گردید. با توجه به برخی متغیرها که در انتخاب زیستگاه برای گربه شنی با اهمیت است، می‌توان گفت منطقه ایرانشهر واقع در سیستان و بلوچستان نقش حیاتی در بقای طولانی مدت جمعیت این گونه دارد و تحقیقات بیشتر اطلاعات مهم بیشتری را در راستای حفاظت از این گونه در آینده فراهم خواهد آورد.

سپاسگزاری

از اداره کل محیط زیست استان سیستان و بلوچستان به‌ویژه مدیر کل محترم وقت دکتر محمودی، محیط‌بانان فعال و زحمت‌کش اداره محیط زیست ایرانشهر و همچنین اهالی محترم روستای سمسور به ویژه خانواده محترم اسماعیل‌زهی که بدون همکاری بی دریغ‌شان در طول مدت تحقیقات انجام این امر مهم میسر نبود، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Abbadi, M. (1991). Israel's elusive feline: sand cats. Israel Land and Nature; 16: 111-115.

Akbari Feizabadi, H.; Naderi, M.; Ashrafi, S.; Hemami, M.R. (2018). Space Partitioning among Two Sympatric Species, Sand Cat (Felis margarita) and Rüppell's Fox (Vulpes rueppellii), in a Desert Landscape in Central Iran. Polish Journal of Ecology; 66(2): 194-204.

Ahmed, Sh.; Al Zaabi, R.; Soorae, P.; Shah, J.N.; Al Hammadi, E.; Pusey, R.; *et al*. (2016). Rediscovering the Arabian sand cat (Felis margarita harrisoni) after a gap of 10 years using camera traps in the Western Region of Abu Dhabi, United Arab Emirates. Eur J Wildl Res; https://link.springer.com/article/10.1007/s10344-016-1035-8?dom=AOL&src=syn&error=cookies_not_supported&code=b23edcb4-a605-4ca0-8a40-006691f35206

Arjo, W.M.; Bennett, T.J.; Kozlowski, A.J.; (2003). Characteristics of current and historical kit fox (*Vulpes macrotis*) dens in the Great Basin Desert. Canadian Journal of Zoology; 81: 96-102.

Bearhop, S.; Hilton, G.M.; Votier, S.C.; Waldron, S. (2004). Stable isotope ratios indicate that body condition in migrating passerines is influenced by winter habitat. Proc Biol Sci.;271(S4): 215-218.

Blanchard, R., O'Farrell, P.J., Richardson DM. (2015). Anticipating potential biodiversity conflicts for future biofuel crops in South Africa: incorporating spatial filters with species distribution models. GCB Bioenergy; 7(2): 273–287.

Boatman, N.D.; Parry, H.R.; Bishop, J.D.; Cuthbertson, A.G.S. (2007). Impacts of agricultural change on farmland biodiversity in the UK. In: Hester R.E.; Harrison, R.M. (eds.). Biodiversity Under Threat. Royal Society of Chemistry. Cambridge. UK.; 2007; 1–32 (Chapter 1).

Cole, F,R.; Wilson, D.E. (2015). *Felis margarita* (Carnivora: Felidae); Mammalian Species; 47(924): 63-77.

Collar, N.J. (1996). The reasons for red data books. Oryx; 30: 121-130.

Cunningham, P. (2002). Status of the sand cat, *Felis margarita*, in the United Arab Emirates. Zoology in the Middle East; 25: 9–14.

De Queiroz, D.L.; Majer, J; Burckhardt D.; Zanetti, R.; Fernandez, J.I.R.; de Queiroz, E.C.; *et al*. (2013). Predicting the geographical distribution of Glycaspis brimblecombei (Hemiptera: Psylloidea) in Brazil. Australian Journal of Entomology; 52(1): 20-30.

Domíguez–Vega, H.; Monroy-Vilchis, O.; Balderas–Valdivia, C.J.; Gienger, C.M.; Ariano–Sánchez, D. (2012). Predicting the potential distribution of the beaded lizard and identification of priority areas for conservation. Journal for Nature Conservation; 20(4): 247-253.

Dormann, C.F.; Elith, J.; Bacher, S.; Buchmann, C.; Carl, G.; Carré G.; *et al*. (2012). Collinearity:A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. Ecography; 36(1): 27–46.

Dragesco–Joffé, A. (1993). Le chat des sables, un redoutable chasseur de serpents [The sand cat – a formidable snake hunter], in La Vie Sauvage du Sahara. Delachaux et Niestlé, Lausanne. Switzerland; 119–126.

Elith, J.; Janet, F. (2013) Species Distribution Modeling. Encyclopedia of Biodiversity; 6: 692–705.

Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; *et al*. (2006) Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. Ecography; 29: 129–151.

Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Beheshti, M.; Sadeghi, A.; Halvani, M.R. (2008). Felids of Abbasabad Naein Reserve, Iran. IUCN Cat News; 14-16.

Fryxell, M.F.; Wilmshurst, J.F.; Sinclair, A.R.E.; Haydon, D.T.; Holt, R.D.; Abrams, P.A. (2005) Landscape scale, heterogeneity, and the viability of Serengeti grazers. Ecology Letters; 8(3): 328–335.

Gasperetti, J.; Harrison, D.L.; Buttiker, W. (1986). The Carnivora of Arabia, in Fauna of Saudi Arabia., Carnivora. In: Buettiker, W.; Krupp, F. (eds.). Pro Entomologia, c/o Natural History Museum. Basel. Switzerland; 7: 397–461.

Ghadirian, T.; Akbari, H.; Besmeli, M.R.; GHoddousi, A.; Hamidi, A.K.h.; Dehkordi, M.E. (2016). Sand cat in Iran - present status, distribution and conservation challenges. CATnews (IUCN Cat Specialist Group); 10: 56–59

Ghafaripour, S.; Naderi, M.; Riazi, B.; Rezaei, H.R. (2018). How Prey Density and Distribution Can Affect Predator Habitat usage Pattern: a Case Study on Sand Cat (*Felis margarita*, Locke 1858) from Iran. Russian Journal of Ecology; 49: 310–314.

Goodman, S.M.; Helmy, I. (1986). The sand cat *Felis margarita* Loche, 1858 in Egypt. Mammalia; 50: 120–123.

Gunnarsson, T.G.; Gill, J.A.; Newton, J.; Potts, P.M.; Sutherland, W.J. (2005). Seasonal atching of habitat quality and fitness in a migratory bird. Proc Biol Sci.; 272: 2319–2323.

Harrison, D.L.; Bates, P.J.J. (1991). The mammals of Arabia, 2nd ed. Harrison Zoological Museum Publication. Sevenoaks. United Kingdom.

Hemami, M.R.; Esmaeili, S.; Carlos Brito, J.; Ahmadi, M.; Omidi, M.; Martinez-Freiria, F. (2018). Using ecological models to explore niche partitioning within a guild of desert felids. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy; 29 (2): 216–222.

Hemmer, H.; Grubb, P.; Groves, C.P. (1976). Notes on the Sand Cat, Felis margarita Loche, 1858. Zeitschrift fűr Säugetierkunde; 41: 286–303

Heptner, W.G.; Sludskii, A.A. (1992). Mammals of the Soviet Union, Vol. II, Part 2, Carnivora (Hyaenas and Cats), English translation, Sci. Ed. R. S. Hoffman. Smithsonian Institution Libraries and the National Science Foundation. Washington, D.C.

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(15): 1965–1978.

Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D.; Perrin, N. (2002) Ecological–niche factor analysis: how to compute habitat–suitability maps without absence data?. Ecology; 83: 2027–2036.

Holt, R.D. (1987). Population dynamics and evolutionary processes: the manifold roles of habitat selection. Evol Ecol.; 1: 331–347.

Huey, R.B. (1991). Physiological consequences of habitat selection. Am Nat; 137: 91–115.

Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks, Cold Spring Harbor. Symposia on Quantitative Biology. Concluding remarks; 7(22): 415–427.

IUCN. (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Technical Report, IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Khosravi, R.; Hemam, M.R.; Cushman, S.A. (2019). Multi-scale niche modeling of three sympatric felids of conservation importance in central Iran. Landscape Ecol.; https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10980-019-00900-0

MacArthur, R.H.; Pianka, E.R. (1966). On optimal use of a patchy environment. American Naturalist; 100: 603–609.

Macpherson, A.H. (1969). The dynamics of Canadian arctic fox populations, Government of Canada Ottawa.

Mallon, D.P.; Sliwa, A.; Strauss, M. (2014). *Felis margarita*, The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red List of Threatened Species. Version 2.; www.iucnredlist.org, Accessed 27 August 2014, 2014.

Marcer, A.; Sáez, L.; Molowny–Horas, R.; Pons, X.; Pino, J. (2013). Using species distribution modelling to disentangle realised versus potential distributions for rare species conservation. Biological Conservation; 166: 221–230.

Mendelssohn, H. (1989). Felids in Israel. Cat News; 10: 2–4.

Moehlmann, P.D. (1989). Intraspecific variation in canid social systems, Carnivore behavior. ecology and evolution; 143–163.

Monterroso, P.; Brito, J.C.; Ferreras, P.; Alves, P.C. (2009). Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio–tracking datasets in species conservation. Journal of Zoology; 279(1): 27–35.

Morovati, M.; Karami, M.; Kaboli, M.; Rousta, Z.; Shorakaee, M.J. (2013). habitat suitability modeling for Ovis orientalis, The most important pray for Asian leopard (*Acinonyx jubatus venaticus*) using the maximum entropy method in the Anjir Valley Wildlife Refuge in Yazd province. Animal science; 135-149. (In Persian).

Morris, D.W. (1988). Habitat–dependent population regulation and community structure. Evol Ecol.; 2: 253–269.

Naderi, G.h.; Hemami, M.R.; Mohammadi, S.; Riazi, B.; Karami, M.; kaboli, M.; Alesheikh, A. (2011). Effects of vegetation and soil conditions on burrow structure and site ion of rare desert rodent Iranian jerboa (*Allactaga firouzi*). Polish journal of Ecology; 59(2): 403–410.

Norris, D.R.; Marra, P.P.; Kyser, T.K.; Sherry, T.W. (2004). Tropical winter habitat limits reproductive success on the temperate breeding grounds in a migratory bird. Proc Biol Sci.; 271: 59–64.

Nowell, K.; Jackson, P. (1996). Wild cats: status survey and conservation plan. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland. Switzerland.

Phillips, S.J.; Anderson, R.P.; Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol. Model; 190: 231–259.

Phillips, S.J.; Dudík, M.; Schapire, R.E. (2009). Max¬Ent software for species habitat modeling, version 3.3.1.; Available online: http://www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt/ (accessed on August 19, 2009).

Prestrud, P. (1992). Denning and home–range characteristics of breeding arctic foxes in Svalbard. Can J Zool; 70: 1276–1283.

Pruss, S.D. (1999). Selection of natal dens by the swift fox (*Vulpes velox*) on the Canadian prairies. Can J Zool; 77: 646–652.

Roberts, T.J. (1997). The mammals of Pakistan, 2nd ed. Oxford University Press. London. United Kingdom.

Rodrigues, A.S.L; Akakaya, H.R.; Andelman, S.J.; Bakarr, M.I.; Boitani, L.; Brooks, T.M.; *et al*. (2004). Global gap analysis: priority regions for expanding the global protected–area network. BioScience; 54(12): 1092–1100.

Rodrigues, A.S.L.; Andelman, S.J.; Bakarr, M.I.; Boitani, L.; Brooks, T.M., Chanson, J.S.; *et al*. (2004). Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. Nature; 428(6983): 640–643.

Rodrigues, A.S.L.; Pilgrim, J.D.; Lamoreux, J.F.; Hoffmann, M.; Brooks, T.M. (2006). The value of the IUCN Red List for conservation, Trends Ecol, Evolut; 21(2):71–76.

Ruggiero, L.F.; Pearson, D.E.; Henry, S.E. (1998). Characteristics of American marten den sites in Wyoming. J Wild Manage; 62: 663– 673.

Schauenberg, P. (1974). Donnes nouvelles sur le chat des sable Felis margarita Loche, 1858. Revue Suisse de Zoologie; 81: 949–973.

Schoener, T.W. (1983). Simple models of optimal feeding–territory size–a reconciliation. American Naturalist; 121: 608–629.

Scott, D.M.; Waite, S.; Maddox, T.M.; Freer, R.A.; Dunston, N. (2005). The validity and precision of spotlighting of surveying desert mammal communities. Arid Environments; 61: 589–601.

Scott, J.M.; Davis, F.; Csuti, B.; Noss, R.; Butterfield, B.; Groves, C.; *et al*. (1993). Gap Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity. monographs; 3-41.

Shochat, E.; Lerman, SB.; Anderies, J.M.; Warren, P.S.; Faeth, S.H.; Nilon, C.H. (2010). Invasion, competition, and biodiversity loss in urban ecosystems. BioScience; 60(3): 199–208.

Sliwa, A.; Breton, G.; Chevalier, f. (2015). Sand cat sightings in the Moroccan Sahara. CATnews 59. Sliwa, A.; Ghadirian, T.; Appel, A.; Banfield, L.; Sher Shah, M.; Wacher, T.; Felis margarita, The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red List of Threatened Species. Version 2016.3.1 www.iucnredlist.org. Accessed 2014, 2013,–04–20.

Sliwa, A. (2013). *Felis margarita*. in the mammals of Africa. Vols. I–VI (Kingdon JS, Happold D, Butynski T, Hoffmann M, Happold M, Kalina J. eds.), Academic Press. Amsterdam. The Netherlands; 199–202.

Slough, B.G. (1999). Characteristics of Canada Lynx, *Lynx canadensis*, maternal dens and denning habitat. Can Field Nat.; 113: 605–608.

Stabach, J.A.; Laporte, N.; Olupot, W. (2009). Modeling habitat suitability for Grey Crowned–cranes (*Balearica regulorum gibbericeps*) throughout Uganda. International Journal of Biodiversity and Conservation; 1(5): 177–186.

Strauss, W.M.; Shobrak, M.; Sher Shah, M. (2007). First trapping results from a new sand cat study in Saudi Arabia. Cat News; 47: 20–21.

Sunquist, M.; Sunquist, F. (2002). Wild cats of the world. University of Chicago Press. Chicago.

Tannerfeldt, M.; Moehrenschlager, A.; Angerbjorn, A. (2003). Den ecology of swift, kit and arctic foxes: a review. In: Sovada, M.A.; Carbyn, L.N. (eds.) The swift fox: ecology and conservation in a changing world. Canadian plains research center. University of Regina. Saskatchewan; 167–181.

Torabian, Sh.; Soffianian, A.R.; Fakheran, S.; Asgarian, A.; Akbari Feizabadi, H.; Senn, J. (2018). Habitat suitability mapping for sand cat (*Felis margarita*) in Central Iran using remote sensing techniques. Spatial information research; 26(1):11–20

Wilson, D.E.; Mittermeier, RA. (2009). Handbook of the mammals of the world. Carnivores, Lynx Edicions, Barcelona Spain; vol. 1.

Yunker, C.E.; Guirgis, S.S. (1969). Studies of rodent burrows and their ectoparasites in the Egyptian desert. 1. Environment and microenvironment: some factors influencing acarine distribution. Journal of the Egyptian Public Health Association; 44: 498–542.