



مدلسازی زیستگاه و تعیین عوامل موثر بر توزیع گربه وحشی *Felis silvestris* در استان اصفهان

*سیده مرضیه موسوی^۱، حسین اکبری^۲

۱- سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست طبیعی، دفتر حیات وحش و تنوع زیستی

۲- اداره کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان، اداره محیط زیست شهرستان عباس آباد نایین

mrmussavi@yahoo.com

چکیده

گربه وحشی *Felis silvestris* یکی از ۸ گربه سان موجود در ایران است که از پراکنش گسترده‌ای در کشور برخوردار است و به استثنای جنگلهای واقع در شیبهای شمالی رشته کوههای البرز در سایر مناطق کشور مشاهده شده است. ولی متأسفانه اطلاعات چندانی از وضعیت این گونه و زیستگاههای آن در دست نیست. پراکنش گربه وحشی در جهان شامل اروپا، آسیا و آفریقا است که بر این اساس زیرگونه‌های متفاوتی از آن معرفی شده‌اند و به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی، توان زیست در زیستگاههای مختلف را دارد. به منظور مدلسازی پراکنش گونه در استان اصفهان از الگوریتم حداکثر آنتروپی که نوعی مدلسازی وابسته به نقاط صرفاً حضور است استفاده شد. در این مطالعه پراکنش گربه وحشی در استان اصفهان بوسیله نرم افزار Maxent مورد آزمون قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از ۲۲ نقطه مشاهده گربه وحشی در سطح استان به همراه ۱۴ متغیر زیست محیطی، نقشه پراکنش گربه وحشی و فاکتورهای زیست محیطی موثر بر پراکنش گونه در استان اصفهان بدست آمد. کارایی مدل با سطح زیر منحنی (ROC) ارزیابی شد. $AUC=0.88$ نشان داد مدل دارای قابلیت پیش بینی بسیار مناسبی برای تعیین زیستگاههای بالقوه گربه وحشی است. همچنین بر اساس نتایج فراکافت جک نایف، از بین ۱۴ متغیر مورد مطالعه، فاصله از منابع آبی، بارش سالانه، شیب زمین، کاربری سرزمین به ترتیب فاکتورهای موثر بر پراکنش گربه وحشی در استان اصفهان شناسایی شدند.

کلمات کلیدی: گربه وحشی *Felis silvestris*، استان اصفهان، مدلسازی پراکنش، مکسنت

مقدمه

گربه وحشی یکی از گربه سانانی است که از دامنه پراکنش بسیار گسترده‌ای در جهان برخوردار است و بر اساس موقعیت جغرافیایی از نظر ظاهری تفاوتی فراوانی دارد. پراکنش آن شامل اروپا، آسیا و آفریقا است که زیرگونه‌های متفاوتی از آن معرفی شده‌اند و به دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی زیستگاههای متنوعی را انتخاب می‌کند. (Nowell & Jackson, 1996) و در فهرست سرخ IUCN در وضعیت "Least concern" قرار گرفته است (IUCN, 2015). گربه وحشی یکی از ۸ گربه سان موجود در ایران است که از پراکنش گسترده‌ای در کشور برخوردار است و به استثنای جنگلهای واقع در شیبهای شمالی رشته کوههای البرز و دشتهای ساحلی خزر در سایر مناطق کشور حتی نزدیک به

اماکن مسکونی مشاهده شده است (Lay, 1967). با توجه به اطلاعات بدست آمده از مطالعه Driscoll و همکارانش در سال ۲۰۰۷ و نقشه‌های ژنتیکی ارائه شده زیرگونه غالب در ایران نزدیک به گروه *lybica* است. ولی در مطالعه انجام شده توسط قدوسی و دیگران (در دست چاپ) نزدیکترین زیرگونه به ایران صرفاً از روی صفات مورفولوژیک و علائم روی بدن، گربه‌های وحشی ایران به گروه گربه‌های استپی *ornata* نزدیکتر بودند و ایران بر اساس طبقه‌بندی (Nowell & Jackson, 1996) در گروه گربه‌های وحشی قرار گرفته است. ضیایی در کتاب راهنمای صحرایی پستانداران (۲۰۰۸) اشاره می‌کند بر اساس ظاهر مورفولوژیک، حضور سه زیرگونه از گربه وحشی در ایران غیر محتمل نیست، ولی نتیجه‌گیری کلی را منوط به انجام مطالعات مولکولی کرده است. زیرگونه اروپایی گربه وحشی *F.s.silvestris* بیشتر در ارتباط با زیستگاه‌های جنگلی می‌باشد و به تعداد بالاتر در جنگل‌های پهن برگ یا مخلوط یافت می‌شوند. (Nowell & Jackson, 1996). زیرگونه آسیایی گربه وحشی *F.s.ornata* عمدتاً با زیستگاه‌های بیابانی بوته‌زار در ارتباط است و گربه وحشی آفریقایی *F.s.lybica*، دامنه متنوعی از زیستگاهها را انتخاب می‌کند و به نظر می‌رسد، تنها در جنگلهای باران‌زای گرمسیری حضور نداشته باشد (Nowell & Jackson, 1996 ; Sunquist & Sunquist, 2014). اینکه در ایران کدام زیرگونه یا زیرگونه‌ها وجود دارند هنوز مشخص نیست و این همواره یک علامت سوال بزرگ پیش روی محققان است.

تخریب زیستگاه، تعارضات این گونه با مرغدارها و شکار و صید آن در تله‌های هوبره‌گیری به صورت غیر قانونی و تصادفات جاده‌ای از عوامل تهدید آن در ایران به شمار می‌روند (قدوسی، در دست چاپ). با توجه به دانش اندک از وضعیت پراکنش و زیستگاههای مطلوب گونه، نقشه مطلوبیت زیستگاه گربه وحشی در ایران با استفاده از داده‌های فقط حضور و الگوریتم ماکزیمم انترپی به دست آمد.

الگوریتم حداکثر انترپی نوعی رویه مدلسازی وابسته به نقاط صرفاً حضور می‌باشد که در مقایسه با سایر روش‌های مدلسازی دارای عملکرد بهتری در پیش‌بینی حضور گونه‌ها می‌باشد. همچنین مدلسازی بر اساس این رویکرد و با بهره‌گیری از نرم افزار Maxent دارای مزایای قابل‌اعتنایی است از جمله، این روش تنها نیازمند نقاط فقط حضور گونه‌ها می‌باشد، می‌توان هم متغیرهای پیوسته و هم کلاسه‌بندی شده را در مدلسازی مورد توجه قرار داد. همچنین تعیین اینکه کدامیک از متغیرهای محیطی مهمترین عوامل تاثیرگذار بر توزیع گونه می‌باشند، از مهمترین نقاط قوت این روش می‌باشد (Phillips et al, 2006).

مواد و روشها

جمع آوری نقاط

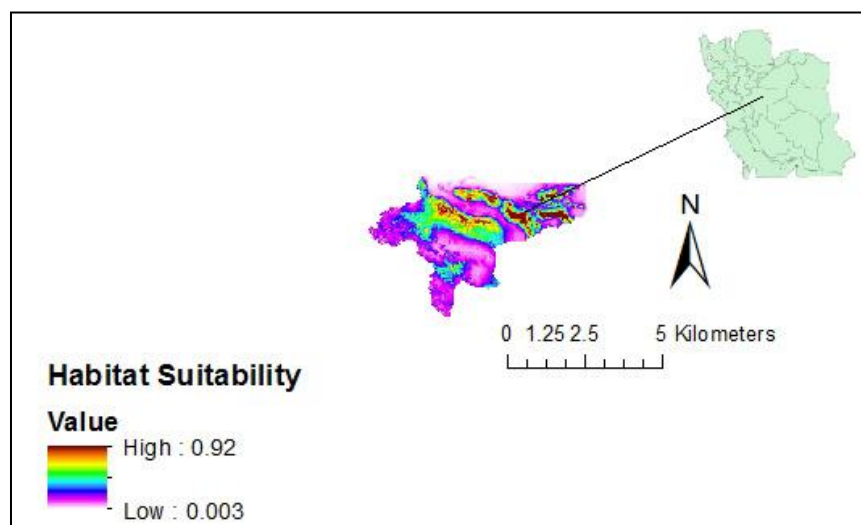
به وسیله بررسی سوابق موجود پیرامون مشاهدات و تصاویر ثبت شده از گربه وحشی بوسله مشاهدات مستقیم یا تصاویر دریافت شده از دوربین‌های تله‌ای، تعداد ۲۲ نقطه مشاهده گربه وحشی در سطح استان اصفهان بدست آمد.

انتخاب متغیرها

ما در مجموع ۱۴ متغیر زیست محیطی و انسانی را انتخاب کردیم. شامل متغیرهای اقلیمی، متغیرهای توپوگرافی شامل ارتفاع و شیب، متغیر کاربری اراضی، فاصله از منابع آبی و فاصله از جاده و فاصله از مراکز انسانی به عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده پراکنش گربه وحشی با قدرت تفکیک یک کیلومتر انتخاب شدند و لایه‌های دربرگیرنده آنها در محیط ArcGIS 10.3 تهیه شد. همبستگی متغیرها قبل از ورود به مدل آزمون شدند و متغیرهایی با همبستگی بالای ۰٫۷ ($R^2 \geq 0.7$) حذف شدند که شامل متغیرهای اقلیمی میانگین دمای سالانه، کمترین دما در سردترین ماه سال و بارش در مرطوب‌ترین ماه سال بودند. متغیرهای اقلیمی از ورد کلاسم (Hijman et al. 2005) انتخاب شدند.

نتایج و بحث

در مجموع به منظور انجام این مطالعه تعداد ۲۲ لوکالیتی از گربه وحشی در استان اصفهان بدست آمد، پس از آماده‌سازی لایه‌های نقاط حضور گونه و متغیرهای مورد نظر و واردسازی آنها در نرم افزار Maxent (version 3.3.3k; Phillips et al. 2006) پتانسیل کل منطقه جهت توزیع گربه وحشی محاسبه و نقشه حاصل به فرمت رستری به نرم افزار ArcGIS 10.3 منتقل شد (شکل ۱). ۲۰ درصد از نقاط جهت تست تنظیم شدند و بقیه گزینه‌ها به صورت پیش فرض نرم افزار استفاده شدند. مدل شامل ۱۴ متغیر برای تعیین پتانسیل توزیع گربه وحشی بود. نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد مدل ماکزیمم انتروپی پراکنش گربه وحشی بر اساس سطح زیر نمودار منحنی ROC نشان داد که مدل بدست آمده، عملکرد بسیار خوبی در پیش بینی توزیع گونه در استان اصفهان دارد به طوریکه برای داده‌های تعلیمی $AUC=0.88$ بدست آمد.



شکل ۱: نقشه پیش بینی نواحی دارای پتانسیل بالقوه برای پراکنش گربه وحشی در ایران

با توجه به نقشه بدست آمده محدوده‌های با رنگ قهوه‌ای پر رنگ مکانهایی با مطلوبیت بالا برای گربه وحشی در استان اصفهان محسوب می‌شوند که در بخش‌های مرکز به سمت شمال شرق استان واقع شده‌اند. شناسایی کریدورهای ارتباطی گونه و برنامه‌های حفاظتی در زیستگاههای با مطلوبیت بالا برای حفظ جمعیت‌های خالص این گونه پیشنهاد می‌شود.

در بین ۱۴ متغیر آزمون شده در مدل، فاصله از منابع آبی، بارش سالانه، شیب زمین، کاربری سرزمین و بارش در خشکترین ماه سال به ترتیب مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بر توزیع گربه وحشی در استان اصفهان شناسایی شدند. علیرغم اینکه گربه وحشی قابلیت زیست در تمامی زیستگاهها را دارد ولی تنها در بیابانهای واقعی و جنگلهای تروپیکال مشاهده نمیشود (Sunquist & Sunquist, 2002). در ایران نیز در کلیه زیستگاههای بیابانی، کوهستانی، صخره ای و جنگلی رکوردهایی از حضور این گونه وجود دارد ولی تا کنون در شیبهای شمالی البرز در جنگلهای هیرکانی در دو استان گیلان و مازندران رکوردی از حضور این گونه به ثبت نرسیده است (Lay, 1987; Ziaie, 2008). گربه وحشی آسیایی در ارتباط با زیستگاههای بوته‌ای بیابانی، نزدیک مناطق کشاورزی و مسکونی و در ارتفاعات مختلف توان زیست دارد. آنها معمولاً در ارتباط

نزدیک با منابع آبی هستند (Nowell & Jackson, 1996). به طوریکه در مدل بدست آمده فاصله از منابع آبی اولین فاکتور تاثیرگذار بر پراکنش گونه در استان اصفهان شناسایی شد. با توجه به اقلیم خشک منطقه به نظر می رسد دسترسی به آب فاکتور محدود کننده این گونه باشد به طوریکه بارش سالانه نیز دومین فاکتور محدودکننده حضور گونه شناسایی شد. اهمیت متغیرهای اقلیمی از جمله بارش سالانه و بارش در خشکترین ماه سال تاثیرگذار بر توزیع گربه وحشی بیانگر این مطلب است که در مقیاس کلان عوامل محدودکننده آب و هوایی تاثیر زیادی بر نحوه توزیع گربه وحشی در فلات ایران دارد. از سوی دیگر متغیرهای آب و هوایی در مقیاس کلان بر توزیع تیپ‌های گیاهی (Hijmans et al. 2005) و متعاقباً تراکم و توزیع طعمه‌ها اثر گذارند و بدین ترتیب به طور غیر مستقیم بر توزیع گونه‌ها موثر واقع می‌شوند.

به نظر می رسد دسترسی به منابع آبی برای بقای طولانی مدت جمعیتها فاکتوری تعیین کننده باشد، همچنانکه در مدلسازی پراکنش یوزپلنگ در منطقه ناینندان طبس در استان یزد با روش ENFA، نیز زیستگاههای اطراف منابع آبی، چشم اندازهای تپه ماهوری و مناطق با تراکم بالای طعمه بیشتر مورد توجه یوز شناسایی شدند (Sarhangzadeh et al, 2015). شیب و کاربری زمین نیز فاکتورهای تاثیرگذار بر حضور گربه وحشی در استان اصفهان شناسایی شدند. تغییرات چشم انداز در ارتباط با ناهمواریهای توپوگرافی، فاکتورهای کلیدی برای پراکنش گربه وحشی محسوب می‌شوند (Monterroso et al. 2009). در برخی بازدیدهای میدانی از برخی زیستگاههای این گونه در غرب کشور، محل مشاهده این گونه مناطق صخره‌ای که مکان استراحت و مخفیگاه مناسبی برای این گونه فراهم می‌کردند شناسایی شدند که این محلها نزدیک به منابع آب بودند.

نتیجه گیری

گربه وحشی گونه‌ای است که متأسفانه در این سالها توجه کمتری نسبت به سایر گربه‌سانان کشور به آن شده است، شاید به این دلیل که تصور می‌شود این گونه کمیاب نیست و شباهت فراوان آن با گربه اهلی سبب شده است که تصور کنیم گربه‌ای است با فراوانی بالا. ولی به واقع گربه اهلی که از گربه وحشی آفریقایی در حدود ۹۰۰۰ سال قبل در منطقه‌ای موصوف به Fertile crescent منشأ گرفته است (Driscoll et al., 2007) هم اکنون در بسیاری از مناطق حوزه پراکنش گربه وحشی به عامل تهدیدی برای این گونه تبدیل شده است (Danilset al., 2001; Pierpaoli et al., 2003; Brien et al., 2009; say et al., 2012) در ایران متأسفانه هیچ اطلاعی از وضعیت زیستگاهی، اکولوژی و ژنتیک گربه وحشی در دسترس نیست، با توجه به فقدان اطلاعات ژنتیکی پیرامون این گونه چه بسا وضعیت آن از سایر گربه‌سانان نامطلوبتر بوده و هیبریداسیون با گربه اهلی به وقوع پیوسته باشد که در اینصورت باید برنامه‌های مدیریتی برای حفاظت از جمعیت‌های خالص گربه وحشی در مناطق به دور از سکونتگاههای انسانی هر چه سریعتر به اجرا درآید. ضمن اینکه مطالعات سیستماتیک زیستگاهی به منظور شناخت دقیق نیازهای زیستگاهی گونه در مقیاس محلی و مطالعات مولکولی برای شناخت ساختار و تنوع ژنتیکی و موضوع جریان ژنی بین گربه وحشی و گربه اهلی از موضوعاتی است که شدیداً توصیه می‌شود.

- ۱- ضیایی، ه. ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. چاپ دوم، انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش، تهران، ایران: ۴۱۹ صفحه.
- 2- Brien, J. Devillard, S. Say, L., Vanthomme, H., Leger, F. Ruetter, S. and Pontier, D. 2009. Preserving genetic integrity in a hybridizing world: are European Wildcats (*Felis silvestris silvestris*) in eastern France distinct from sympatric feral domestic cats?. *Biodivers Conserv.* DOI 10.1007/s10531-009-9592-8.
- 3-Driscoll, C.A., Menotti-Raymond, M., Roca, A. L., Hupe, K., Johnson, W.E., Geffen, E., Harley, E., Delibes, M., Pontier, D., Kitchener, A.C., Yamaguchi, N., O'Brien, S. J. & MacDonald, D. 2007. The near eastern origin of cat domestication. *Science Magazine, Reports* 317: 519-523.
- 4- Daniels, M. J., Beaumont, M. A., Johnson, P. J., Balharry, D., Macdonald, D. W. and Barratt E. 2001. Ecology and genetics of wild-living cats in the north-east of Scotland and the implication for the conservation of the wildcat. *Applied Ecology*, 38: 146-161.
- 5- Ghoddousi, A., kh. Hamidi, A. and Ghadirian, T. The Status of wildcat in Iran: a Crossroad of Subspecies?. In Press.
- 6-Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., et al. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965–1978.
- 7- Lay D. M. 1967. A study of the mammals of Iran resulting from the Street expeditions of 1962- 63. *Fieldiana: Zoology* 54, 282 pp.
- 8- Monterroso, P., Brito, J. C., Ferreras, P. and 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: 27-35.
- 9- Nowell K. & Jackson P. 1996. Wild cats – Status survey and Conservation Action Plan. IUCN/ SSC. Cat Specialist Group. IUCN. Gland, Switzerland. 383 pp.
- 10-Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.
- 11-Pierpaoli, M., Biro, Z.S., Herrmann, M., Hupe, SK., Fernandes, M., Ragni, B., Szemethy, L. and Randi, E. 2003. Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridization with domestic cats in Hungary. *Molecular Ecology*, 12, 2585-2598.
- 12-Sarhangzadeh, J, Akbari, H., and Shams Esfandabad, B. 2015. Ecological nich of Asiatic Cheetah (*Acinonyx jubatus venaticus*) in the arid environment of Iran (Mammalia: Felidae). *Zoology in the Middle East*, online.
- 13- Say, L., Devillard, S., Leger, F., Pontier, D. and Ruetter, S. 2012. Distribution and spatial genetic structure of European wild cat in France. *Animal Conservation*, 15: 18-27.
- 14- Sunquist, M. and Sunquist, F., 2002. Wild cats of the world. The University of Chicago Press.
- 15-Sanderson, E.W., Jaiteh, M., Levy, M.A., et al. 2002. The human footprint and the last of the wild. *Bioscience*, 52, 891–904.

Distribution modeling and factors affecting on distribution of wildcat *Felis silvestris* in Esfahan Province

Marzieh Mousavi^{*1}, Hossein Akbari²

Abstract

Felis silvestris is one of the eight felids in Iran in a wide distribution, with the exception of forests located on the northern slopes of the Alborz Mountains has been observed in other regions of the country. Little information on the status of this species is known. Distribution of the wildcat in the world, including Europe, Asia and Africa so different subspecies have been introduced. Because of wide distribution, it can live in varied habitats. In order to distribution modeling of the species in Isfahan Province, Maximum Entropy algorithm that depends on the presence-only data was used. Distribution of the wildcat in Isfahan was analyzed by Maxent. For this purpose, using 22 observation points of wildcat in the province along with 14 environmental variables, distribution map and environmental factors influencing occurrence of wildcat were found in the province. Performance of the model was evaluated with the Area Under the (ROC) Curve. AUC=0.88 considered this model has a very great ability to prediction potential habitats for wildcat. By using jackknife feature, amongst 14 investigated variables distance to water sources, annual precipitation, slope and land use specified respectively as effective factors on wildcat occurrence in Esfahan Province.

Key words: wildcat, Esfahan Province, Distribution modeling, Maxent