نشریهٔ محیط زیست طبیعی،مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۲، تابستان۱۳۹۲
صفحات ۱۶۹- ۱۸۰

مدل‌سازی زیستگاه پایکای افغانی (*Ochotona rufescens*) در ایران با تکیه بر پارامترهای اقلیمی

سعید خاکی [۱*]، افشین علیزاده شعبانی [۲]، محمد کابلی [۳]، زهرا نوری [۴] و طاهر قدیریان [۵]

۱. کارشناس ارشد محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران

۲و۳. استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۴. کارشناس ارشد زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران

۵. کارشناس ارشد زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۰/۱۰/۱۳ – تاریخ پذیرش : ۱۳۹۱/۰۸/۱۵)

چکیده

تغییرات آب و هوایی و تأثیرات آن بر گونه‌های حیات‌وحش یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی است که متخصصان حفاظت حیات‌وحش در قرن حاضر با آن روبه‌رو هستند. در این بین، به‌منظور تعیین شرایط آب و هوا شاخص‌هایی لازم است. پایکاها، به‌دلیل جابه‌جایی اندک و شرایط زیستگاهی خاصشان، شاخصی برای تغییرات آب و هوایی به‌شمار می‌روند. در پژوهش حاضر پارامترهای اقلیمی مؤثر بر پراکندگی پایکای افغانی در ایران بررسی شد تا مدل اقلیم مطلوب این گونه به‌مثابهٔ پایه‌ای برای بررسی تغییرات اقلیمی در آینده و پیش‌بینی جابه‌جایی‌های حیات‌وحش تهیه شود. بدین منظور، ابتدا پراکندگی پایکای افغانی با توجه به رکوردهای موجود در ایران تعیین شد و سپس پارامترهای اقلیمی و ارتفاع از سطح دریا در ۱۲۰ نقطهٔ حضور و عدم حضور گونه ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر مبنای رگرسیون منطقی دوتایی انجام شد. نتایج حاکی از آن بود که پارامترهای میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه، میانگین رطوبت نسبی، روزهای با دمای حداکثر صفر درجهٔ سانتی‌گراد و روزهای با دمای حداقل۴- درجهٔ سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین پارامترهایی هستند که اقلیم مناسب پایکای افغانی در ایران را مشخص می‌کنند. همچنین مدل به‌دست‌آمده تا حدود زیادی پراکندگی پایکای افغانی در ایران را توجیه می‌کند.

واژگان کلیدی

افزایش دما، ایران، پارامترهای اقلیمی، پایکای افغانی (*Ochotona rufescens*)، مدل‌سازی زیستگاه.

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۸۳۸۳۲۲۴۱۳۰
Email: zhnouri@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱.مقدمه

تغییرات آب و هوایی ممکن است منابع موجود و زیستگاه مناسب برای گونه‌های جانوری را تغییر دهد که این خود می‌تواند درصد زنده‌بودن حیات‌وحش را تحت تأثیر قرار دهد (Hughes, 2000, Schwartz *et al*., 2006). بنابراین، درک چگونگی تغییرات آب و هوایی بر جمعیت حیات‌وحش اهمیت زیادی برای کارشناسان محیط‌زیست و مدیران منابع طبیعی دارد (Root & Schneider, 2006). ازآنجاکه آب و هوا به‌طورمستقیم بر جوامع گیاهی اثر می‌گذارد، پدیدهٔ افزایش دما در قرن حاضر می‌تواند سبب تغییر در توزیع گونه‌های گیاهی به عرض‌های جغرافیایی بالاتر شود و این مسئله سبب جابه‌جایی و مهاجرت گونه‌های جانوری به‌ویژه پستانداران علفخوار برای تأمین علوفهٔ مورد نیاز خود می‌شود (Root *et al*., 2003). در این میان جمعیت گونه‌هایی با دامنهٔ جابه‌جایی و زیستگاه محدود، به‌علت وجود موانع فیزیکی و جغرافیایی به یک مکان خاص محدود شده و مانع تبادل ژنتیکی با سایر جمعیت‌ها می‌شود و به این ترتیب بیشتر در معرض خطر انقراض قرار می‌گیرند (Parmesan, 2006). پایکاها یکی از این پستانداران کوچک‌اند که به‌دلیل قدرت جابه‌جایی محدود در اثر تغییرات آب و هوایی ممکن است در معرض خطر انقراض قرار گیرند.

پایکاها پستاندارانی کوچک شبیه همسترها با گوش‌های بزرگ‌تر و صدای خاص خود هستند که جزء راستهٔ خرگوش‌سانان (Lagomorphs) به‌شمار می‌روند. شواهد حاکی از آن است که پایکای معاصر در اوایل دورهٔ الیگوسن از خانوادهٔ Ochotonidae منشأ گرفته و در دورهٔ میوسن به جنس‌های گوناگون تقسیم شده است. در آن زمان پایکاها در سراسر شمال آمریکا، آسیا و آفریقا یافت می‌شدند (Grzimek, 2004). پراکنش امروزی پایکاها در شمال هولو آرکتیک است که شمال آمریکا، اروپا و آسیا را در بر می‌گیرد (Grzimek, 2004). اقلیم مهم‌ترین سازوکار در محدودکردن پراکندگی پایکاها در سراسر دنیاست (Grayson, 2005; Rickart, 2001). Gray (1942) فقط یک گونه از خانوادهٔ پایکاها به نام پایکای افغانی یا کلارد و یا رافسکنس (Ochotona rufescens) را در خاورمیانه گزارش کرده است. این گونه در مناطق کوهستانی افغانستان، پاکستان، ارمنستان، جنوب غربی ترکیه و ایران پراکندگی دارد (Hoffman *et al*., 2005; Smith *et al*., 1990) . پایکاها یکی از مهم‌ترین اعضای اکوسیستم بومی خود هستند و با جمع‌آوری و تغذیه از گونه‌های متفاوت گیاهی نقش مهمی در پراکنش گونه‌های گیاهی دارند و همچنین می‌توانند طعمهٔ بسیاری از گوشتخواران باشند (Nowak, 1999).

پایکاها به دمای محیط بسیار حساس‌اند و اساسا از لحاظ فیزیولوژیکی قادر به زنده‌ماندن در درجه‌حرارتی بیشتر از آستانه‌ای خاص نیستند (Smith & Weston, 1990 ;Verts & Carraway, 1998). به‌سبب همین ویژگی یعنی حساس‌بودن به درجهٔ‌حرارت بالا و شرایط زیستگاهی (MacArthur & Wang, 1974; Smith, 1974) پایکاها می‌توانند شاخصی عالی برای تغییرات آب و هوا باشند (Beever *et al*., 2003; Smith *et al*., 2004). مدیران محیط‌زیست و گروه‌های حفاظتی به‌منظور حفاظت از گونه‌هایی نظیر پایکا در مقابل بحران آب و هوایی در قرن حاضر به فناوری و پژوهش‌های نوآورانه نیاز دارند. یکی از این نیازهای پژوهشی شناسایی وضعیت آب و هوایی زیستگاه فعلی گونه‌ها به‌منظور پیش‌بینی و بررسی تغییرات آینده است. یکی از ابزارهای مناسب برای این منظور مدل‌سازی زیستگاه و در اینجا مدل‌سازی اقلیمی زیستگاه گونه است. چنین مدل‌هایی، علاوه بر نقش پژوهشی، در ارزیابی اثرهای تغییرات اقلیمی بر پراکنش گونه‌ها کاربرد فراوانی دارند.

پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ اکولوژی و زیستگاه گونه‌های متفاوت پایکا در جهان صورت گرفته است، ولی تنها پژوهشی که در مورد پایکای افغانی در ایران صورت گرفته به بررسی تغییرات درون‌گونه‌ای جمعیت پایکا مربوط است که Aliabadian (1996) در پایان‌نامهٔ خود به آن پرداخته است. همچنین Cermak و همکاران (2006) در پژوهشی با عنوان یاداشت‌هایی از خانوادهٔ پایکا در خاورمیانه برخی از نقاط پراکندگی پایکای افغانی در ایران را مشخص کردند. ولی تاکنون پژوهش مستندی در مورد اکولوژی و وضعیت زیستگاهی پایکای افغانی در ایران انجام نشده است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر مدل‌سازی

Archive of SID

www.SID.ir

زیستگاه پایکای افغانی با استفاده از عامل اقلیم جهت مدل‌سازی زیست‌اقلیمی پایکای افغانی در ایران است که زمینه‌ساز بررسی‌های بعدی در مورد تغییرات اقلیمی بر پراکندگی این گونه شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. روش نمونه‌برداری

در این پژوهش که طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ انجام شد، نقاط پراکندگی پایکای افغانی در ایران با توجه به مطالعهٔ تاریخ طبیعی گونه و پژوهش‌هایی که تاکنون در مورد پراکندگی این گونه در خاورمیانه و ایران صورت گرفته است (Blanford, 1876; Murray, 1884; Misonne, 1956; Taghizadeh, 1964; Lay, 1967; Deroguin, 1988; Obuch & Kristín, 2004; Cermak *et al*., 2006; Etemad, 1985) و گزارش‌ها و مستندات مورد تأیید افراد آموزش‌دیده و صاحب‌نظران (متخصصان و کارشناسان حیات‌وحش، زیست‌شناسان، تاکسیدرمیست‌ها، عکاسان طبیعت، محیط‌بانان و شکارچیان باتجربه) مشخص شد (شکل ۱). ازآنجاکه هدف این پژوهش تعیین متغیرهای اقلیمی مؤثر بر حضور گونه است، پارامترهای اقلیمی در مکان‌های عدم حضور نیز به‌منظور مقایسهٔ آن‌ها با نقطه‌های حضور باید ثبت شود. در این پژوهش از داده‌های عدم حضور شبیه‌سازی‌شده استفاده شد (Engler et al., 2004 ;Chefaoui & Lobo, 2008 ; Jimenez-Valverde *et al*., 2008). یک گونه معمولا در مکان‌هایی حضور می‌یابد که مورد ترجیح آن باشد و مکان‌های عدم حضور باید دور از این مناطق باشد. برای تولید نقاط عدم حضور شبیه‌سازی‌شده روش‌های گوناگونی وجود دارد (Chefaoui & Lobo, 2008). در اینجا از روش تولید نقاط عدم حضور تصادفی در مناطقی استفاده شد که به‌طورقطع گونه حضور ندارد (Zaniewski *et al*.,2002). بدین منظور، با توجه به زیستگاه‌های بالقوهٔ پایکای افغانی و بررسی مناطق زیست‌جغرافیایی این گونه، نقاطی تعیین شد که احتمال حضور گونه در آن کم است (Cermak et al., 2006; Lay, 1967; Obuch & Kristín, 2004). این نقاط طوری انتخاب شدند که تمام اقلیم‌ها و زیستگاه‌های عمدهٔ گوناگون در ایران را در بر بگیرد. به‌منظور اطمینان از عدم حضور گونه در این مناطق تعدادی پرسشنامه تنظیم شد و برای کارشناسان و متخصصان حیات‌وحش این مناطق فرستاده شد تا عدم حضور گونه را تأیید کنند. در مجموع اطلاعات اقلیمی از ۶۰ نقطهٔ حضور و ۶۰ نقطهٔ عدم حضور تعیین شد که از این تعداد ۴۰ نقطه (۲۰ نقطهٔ حضور و ۲۰ نقطهٔ عدم حضور) به‌منظور ارزیابی مدل نهایی به‌طور تصادفی انتخاب و جدا شد (Varasteh Moradi, 2010; Bahadori, 2008; Alizadeh, 2009) و ۸۰ نقطه وارد رابطهٔ رگرسیون منطقی دوتایی در نرم‌افزار Minitab 13.1 شد (Minitab, 2000). سپس در هر یک از مناطق حضور و عدم حضور پایکای افغانی (Ochotona rufescens)، آمار اقلیمی چندسالهٔ ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی خود آن مناطق و یا نزدیک‌ترین ایستگاه به مناطق حضور و عدم حضور گونه تهیه شد (Iran Meteorological Organization, 2011).

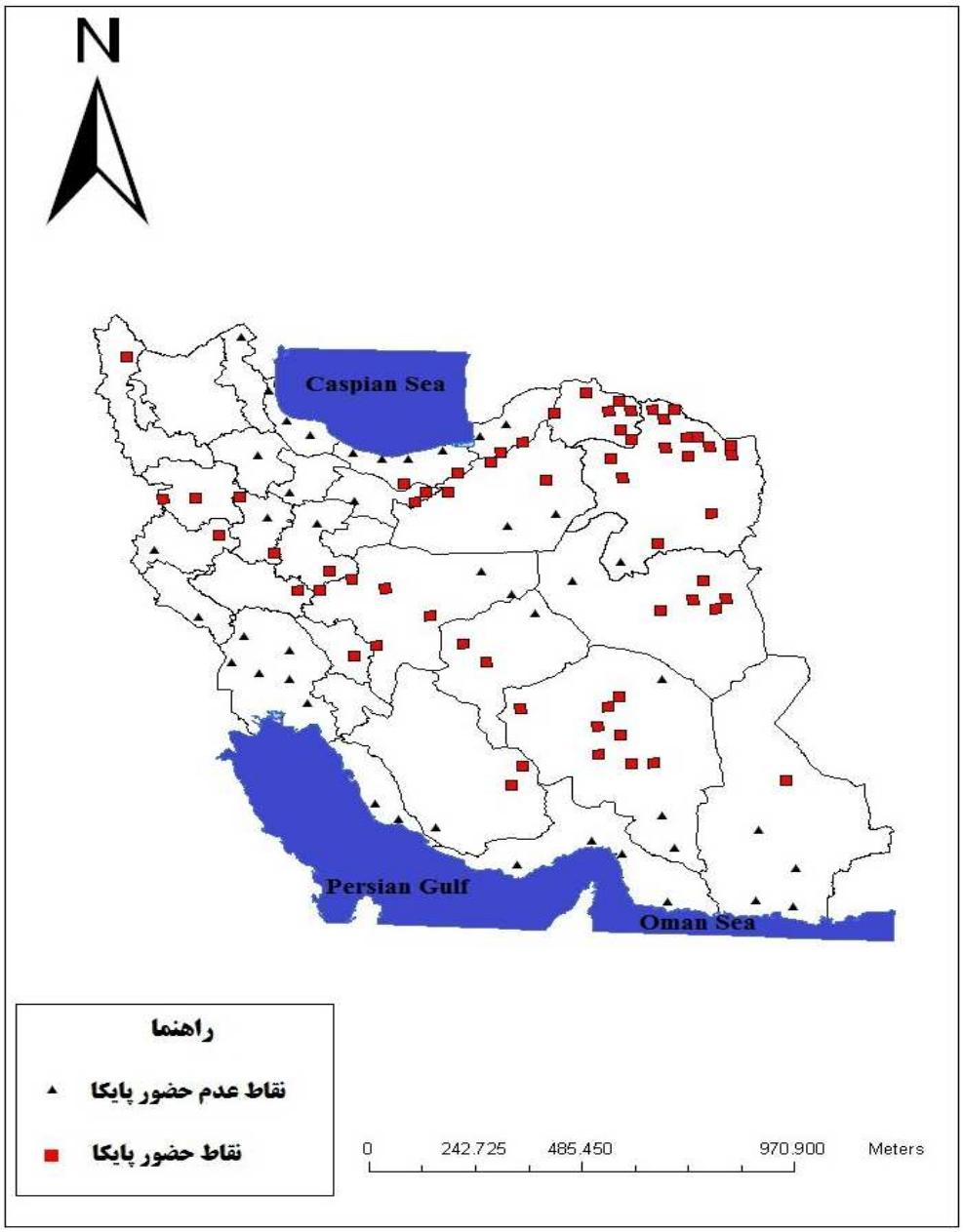
۲. ۲. متغیرها

با توجه به پارامترهای اقلیمی اندازه‌گیری‌شده در ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی کشور و همچنین نتایج پژوهش‌های صورت‌گرفته دربارهٔ سایر گونه‌های پایکا که از لحاظ زیستگاهی مشابه پایکای افغانی‌اند (Carraway, 1998; Smith, 1974; Verts & Bruggeman, 2010 ;Smith & Weston, 1990)، برخی پارامترهای اقلیمی که ممکن بود نقش مهم‌تری در پراکندگی این گونه داشته باشند، انتخاب شدند. سپس میانگین چندسالهٔ هر یک از این پارامترها محاسبه شد. این پارامترها عبارت بودند از: میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه، میانگین دمای خشک، میانگین حداقل دمای روزانه، میانگین حداکثر دمای روزانه، میانگین دمای نقطهٔ شبنم (درجهٔ سانتی‌گراد)، تعداد روزهای با حداکثر دمای برابر صفر درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداکثر دمای برابر ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد و بیشتر، تعداد روزهای با حداقل دمای ۴- درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداقل دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداقل دمای ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد و بیشتر، میانگین حداکثر رطوبت نسبی به درصد، میانگین

Archive of SID

www.SID.ir

حداقل رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی (درصد)، مجموع بارندگی ماهیانه، تعداد روزهای دارای بارندگی، تعداد روزهای با بارندگی برابر ۱ میلی‌متر و بیشتر، تعداد روزهای با بارندگی ۵ میلی‌متر و بیشتر، تعداد روزهای همراه با بارش برف، مجموع ماهیانهٔ ساعات آفتابی، درجهٔ گرم‌ترین روز، درجهٔ سردترین روز و همچنین متغیر ارتفاع به‌سبب همبستگی آن با پارامترهای اقلیمی و نقش مهم آن در پراکندگی پایکا (Smith et al., 2004 ; Morrison & Hik, 2007; Dearing, 1996; Richardson, 2010; Bruggeman, 2010; Chakraborty *et al*., 2005).



شکل۱. نمایش نقاط پراکنش پایکای افغانی در ایران و نقاط عدم حضور گونه

www.SID.ir

۲. ۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

نوع روش آماری مورد استفاده برای مدل‌سازی به نوع داده‌های جمع‌آوری‌شده بستگی دارد (Hirzel & Guisan, 2002). براساس نوع داده‌های جمع‌آوری‌شده و مدل‌های آماری گوناگونی که در این نوع پژوهش‌ها به‌کار می‌رود، از مدل همبستگی منطقی دوتایی[1] (Pereira & itami,1991) به‌مثابهٔ مناسب‌ترین نوع مدل پیش‌بینی‌کننده برای انجام‌دادن محاسبات براساس داده‌های دوتایی (حضور و عدم حضور) برای مدل‌سازی اقلیمی زیستگاه پایکا استفاده شد.

رگرسیون منطقی دوتایی ابزاری آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌های دوتایی از قبیل داده‌های حضور/عدم حضور است. هنگامی‌که متغیر پاسخ دوحالته باشد (حضور و عدم حضور یا 0 و 1) و متغیرهای پیش‌بینی‌کننده طبقه‌ای و یا کمی باشند، می‌توان احتمال رویداد حالت حضور را براساس مجموعه‌ای از متغیرهای وابسته و با استفاده از معادلهٔ ۱ پیش‌بینی کرد.

(معادلهٔ ۱)

$$\mathrm{pr(x)}=\frac{\exp(\beta_0+\beta_1x_1+\cdots+\beta_nx_n)}{1+\exp(\beta_0+\beta_1x_1+\cdots+\beta_nx_n)}$$

x1 ، x2،...،xn متغیرهای پیش‌بینی‌کنندهٔ مستقل و β0، β1 و ...βn ضرایب لجستیک‌اند. با استفاده از ضرایب محاسبه‌شده با رگرسیون لجستیک می‌توان احتمال حضور گونه را در هر نقطه از زیستگاه براساس مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی‌کنندهٔ زیست‌محیطی پیش‌بینی کرد.

برای انتخاب مناسب‌ترین مدل، از روش نمایهٔ آکایکه[2] استفاده شد. این روش مدل‌های گوناگون را مقایسه می‌کند. به این ترتیب، سری متغیرهایی که اختلاف آکایکه (ΔAIC) کمتر از دو داشته باشند، به‌مثابهٔ پیش‌بینی‌کننده وارد رابطهٔ رگرسیون منطقی دوتایی می‌شوند (Varasteh Moradi, 2010; Bahadori, 2008).

به‌منظور سنجش دقت مدل در این پژوهش از آزمون G استفاده شد. در این آزمون انحراف مدل اصلی از مدلی که تمام ضرایب آن صفر است محاسبه می‌شود. به‌منظور ارزیابی نحوهٔ توصیف داده‌ها با مدل (نیکویی برازش) از آزمون‌های پیرسون، انحراف و هاسمر- لمنشو[3] استفاده شد. به‌طورکلی زمانی‌که ارزش P این آزمون‌ها معنی‌دار باشد (p کمتر از ۵ درصد)، نتیجه می‌شود که داده‌های حاصل از نمونه‌برداری در عرصه با پیش‌بینی‌های مدل همخوانی ندارد و مدل به‌دست‌آمده مدل مناسبی نیست (Alizadeh, 2009).

در تحقیق حاضر محاسبات مربوط به رگرسیون منطقی دوتایی با نرم‌افزار Minitab13.1® (Minitab, 2000) و محاسبات مربوط به بهترین مدل با معیار آکایکه، با نرم‌افزار Statistica 6.0® (Statsoft, 2001) انجام شد. همچنین به‌منظور نمایش نقاط نمونه‌برداری و نقشهٔ پراکندگی پایکای افغانی از نرم‌افزار ArcGIS9.2 استفاده شد.

۳. نتایج

به‌منظور انتخاب پارامترهایی که با حضور گونه مرتبط‌اند، ابتدا تک تک متغیرها به شکل مجزا وارد رابطهٔ رگرسیون منطقی در نرم‌افزار Minitab 13.1 شدند و ارزش P آن‌ها محاسبه شد و متغیرهایی که رابطهٔ منطقی برقرار نکردند (P>0.05)، حذف شدند. سپس همبستگی بین این متغیرها در نرم‌افزار Minitab 13.1 محاسبه شد و از بین هر دو متغیری که همبستگی بالای ۰/۸ داشتند، یک متغیر، بسته به اهمیت آن در زندگی گونه، انتخاب شد (Varasteh Moradi, 2010; Bahadori, 2008). درنتیجه متغیرهای نهایی شامل میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه (درجهٔ سانتی‌گراد)، میانگین رطوبت نسبی (درصد)، تعداد روزهای با حداقل دمای ۴- درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر، تعداد روزهای با حداکثر دمای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر و ارتفاع بود که این پارامترها وارد نمایهٔ آکایکه در نرم‌افزار Statistica شدند و چهار مدل از پارامترهایی که اختلاف آکایکهٔ آن‌ها کمتر از دو بود، مناسب‌ترین مدل‌های اقلیم مناسب زیستگاه پایکای افغانی در ایران شناخته شدند (جدول۱).

1. Binary Logistic Regression
2. Akaike Information Criterion
3. Lemanshow

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱. نتایج حاصل از معیار آکایکه به‌منظور پیش‌بینی بهترین مدل (اعداد مربوط به هر متغیر در ستون متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بیانگر ضریب رگرسیونی آن متغیرند.)

شمارهٔ مدل	پارامترهای پیش‌بینی‌کننده					درجهٔ آزادی	AIC	ΔACI	P
	تعداد روزهای با حداکثر دمای برابر صفر درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر	تعداد روزهای با حداقل دمای ۴- درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر	میانگین رطوبت نسبی	ارتفاع	میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه				
۱	-۰/۰۶۶۱	-	-۰/۰۱٤	۰/۰۰۳٥	-۰/۱۰٥	٤	۸۷/۱۷	۰/۰۰	۰/۰۰۰
۲	-۰/۰٦٦۷	۰/۰۰۷۱	-	۰/۰۰۷	-۰/۱۱۸	٤	۸۷/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۰۰
۳	-۰/۰۷۲۷	۰/۰۰۷۹	-۰/۰۳۳۳	۰/۰۰٤	-	٤	۸۹/۰٦	۱/۸۹	۰/۰۰۰
٤	-۰/۰٦۷٦	۰/۰۰۲	-۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۳٤	-۰/۱۰٤٤	٥	۸۹/۱۳	۱/۹٥	۰/۰۰۰

۳. ۱. دقت مدل رگرسیون

ارزش p آزمون G در هر چهار مدل برابر با صفر شد، به این معنی که واردکردن متغیرهای مربوطه قدرت پیش‌بینی حضور و عدم حضور پایکا را در اقلیمی خاص افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که شواهد کافی مبنی بر صفرنبودن حداقل یکی از ضرایب وجود دارد و به این ترتیب فرضیهٔ صفر (شیب رگرسیون منطقی=۰) رد می‌شود (Alizadeh, 2009). درنتیجه پارامترهای مورد نظر می‌توانند اطلاعات مناسبی از اقلیم مناسب زیستگاه پایکای افغانی در ایران فراهم کند (جدول۲).

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون G در چهار مدل نهایی

مدل	بیشینهٔ احتمالی	آزمون آماری G	درجهٔ آزادی	ارزش P مدل
۱	-۳۲/٥۳۸	٦۲/۹۷٦	٤	۰/۰۰۰
۲	-۳۲/٥۸۲	٦۲/۸۹۰	٤	۰/۰۰۰
۳	-۳۲/۹٦۳	٦۲/۱۲٦	٤	۰/۰۰۰
٤	-۳۲/٥۳۷	٦۲/۹۸۰	٥	۰/۰۰۰

۳. ۲. آزمون‌های نیکویی برازش

براساس نتایج آزمون‌های نیکویی برازش، مدل‌های به‌دست‌آمده دارای ارزش P از ۵ درصد بیشترند که نشان‌دهندهٔ تناسب قابل قبول داده‌ها با مدل است (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. نتایج آزمون‌های نیکویی برازش

مدل	روش	مربع کای	درجهٔ آزادی	P
۱	Pearson	۸۳/۷۵۱۹	۸۸	۰/۶۰۸
	Deviace	۶۵/۰۷۶۶	۸۸	۰/۹۶۸
	Hosmer-Lemenshow	۵/۲۴۵۶	۸	۰/۷۳۱
۲	Pearson	۸۴/۶۲۴۹	۸۸	۰/۵۸۲
	Deviace	۶۵/۱۶۳۱	۸۸	۰/۹۶۸
	Hosmer-Lemenshow	۴/۹۴۷۳	۸	۰/۷۶۳
۳	Pearson	۸۲/۵۱۵۵	۸۸	۰/۶۴۵
	Deviace	۶۵/۹۲۷۰	۸۸	۰/۹۶۲
	Hosmer-Lemenshow	۶/۰۰۳۶	۸	۰/۶۴۷
۴	Pearson	۸۴/۰۷۷۴	۸۷	۰/۵۶۹
	Deviace	۶۵/۰۷۳۱	۸۷	۰/۹۶۲
	Hosmer-Lemenshow	۵/۲۴۵۹	۸	۰/۷۳۱

۳. ۳. اعتبارسنجی مدل

بدین منظور بررسی می‌شود که آیا در مناطقی که با مدل اقلیمی، مناسب زیست گونه پیش‌بینی شده است، گونه واقعا حضور دارد یا خیر و به این ترتیب، مدل ارزش‌گذاری می‌شود. برای این منظور، ۴۰ نقطه‌ای که در ابتدا به‌طور تصادفی برداشت شده بودند، وارد مدل شدند؛ بیشتربودن احتمال حضور گونه از ۰/۵، با توجه به معادله، نشان‌دهندهٔ اقلیمی بود که گونه باید در آن حضور داشته باشد و میزان کمتر از ۰/۵ بیانگر عدم حضور گونه است (Bahadori, 2008). از ۴۰ نقطه چهار نقطه با مدل هم‌خوانی نداشت (در دو مورد از مناطقی که طبق مدل اقلیم مطلوب گونه تشخیص داده شده بود گونه حضور نداشت و در دو مورد از مناطقی که مدل آن‌ها را نامطلوب پیش‌بینی کرده بود گونه حضور داشت). همچنین به‌منظور معنی‌داربودن یا معنی‌دارنبودن همخوانی بین پیش‌بینی‌ها و مشاهدات مدل از آزمون مربع‌کای در نرم‌افزار Minitab 13.1 استفاده شد و مقدار به‌دست‌آمده برابر ۲۵/۶۰۰ بود که از مقدار محاسبه‌شده در جدول مربع‌کای در سطوح ۱ و ۵ درصد با درجهٔ آزادی ۱ بزرگ‌تر بود. بنابراین نتیجه می‌شود که بین حضور گونه و اقلیم مطلوب محاسبه‌شده و نیز بین شرایط اقلیمی نامطلوب گونه و عدم حضور گونه رابطهٔ معنی‌داری برقرار است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان می‌دهند که برخی عوامل اقلیمی در سطح آماری مربوطه با حضور و عدم حضور گونه رابطهٔ معنی‌دار دارند. درنهایت در این تحقیق با توجه به نتایج معیار آکایکهٔ چهار مدل از پارامترهای اقلیمی و ارتفاع بهترین ترکیب را از اقلیم مناسب پایکای افغانی در ایران ارائه کردند (جدول۱). از بین این مدل‌ها، مدل شمارهٔ ۴ قدرت پیشگویی بالاتری (میزان G بالاتر) از سایر مدل‌ها دارد (جدول ۲) درنتیجه، در مقایسه با بقیهٔ مدل‌ها، توانایی بیشتری در تعیین اقلیم مناسب زیستگاه پایکا در ایران دارد. در این مدل، تعداد روزهای با حداقل دمای ۴- درجهٔ سانتی‌گراد و ارتفاع با حضور گونه رابطهٔ مثبت و میانگین رطوبت نسبی به درصد، تعداد روزهای با حداکثر دمای برابر صفر درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر و میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه با حضور گونه رابطهٔ منفی نشان دادند. در این مدل مهم‌ترین پارامتر تأثیرگذار در حضور گونه میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه است (ضریب رگرسیونی بالاتر). ضریب منفی این متغیر و همچنین ضریب مثبت تعداد روزهای با دمای ۴- درجهٔ سانتی‌گراد نیز حاکی از اهمیت دمای پایین در پراکندگی و انتخاب زیستگاه از سوی پایکاست.

به عقیدهٔ Smith (1974) پایکاها، هنگامی‌که به مدت چند ساعت در معرض درجه‌حرارت بیش از ۷۷ درجهٔ فارنهایت (معادل ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) قرار می‌گیرند، به‌دلیل خزشان، دچار استرس حرارتی شدید می‌شوند و ممکن است بمیرند. همچنین پژوهش‌های انجام‌گرفته در مورد پایکای آمریکایی نشان می‌دهد که

Archive of SID

www.SID.ir

افـزایش دمـا فعالیـت ایـن گونـه را کـاهش مـی‌دهـد، حساسیت آن‌هـا را افـزایش و نـرخ تولیـدمثل گونـه را کاهش می‌دهد (Beever *et al*., 2003; MacDonald & Brown, 1992).

MacArthur و Wang (1974) بیان کردند کـه در گسترهٔ دمایی بین ۳۷ تا ۸۱ درجهٔ فارنهایت، بین مدتی زمانی که پایکاهـا بیـرون‌انـد و درجـه‌حـرارت همبستگی منفی وجود دارد. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که تغییرات آب و هوا در تغییـرات جمعیـت پایکاها در جهان عاملی پیشرو است (Wei-Dong & Smith, 2005; Beever *et al*., 2003). افزایش دما از طریق تـأثیر در پوشـش گیـاهی، تـأثیر در زمـان جمع‌آوری علوفـه و تغییـر رفتـار بـه‌علـت نیازهـای تنظیم حرارتی بدن بر پایکاها اثر می‌گذارد. پایکاهـا به‌دلیل نداشتن خواب زمسـتانی مـی‌بایسـت غـذای مورد نیاز خود را برای زمستان ذخیره کننـد؛ بـدین سبب، طی تابستان کوتاه نواحی کوهستانی و پـاییز، وقـت زیـادی را بـه جمـع‌آوری گیاهـان اختصـاص می‌دهند. مشکلی که پایکاها برای جمع‌آوری علوفـه طی این فصل‌ها دارند، درجه‌حرارت بالاست. پایکاهـا در طول تابستان دو حالـت تغذیـه دارد؛ یـک مـورد تغذیهٔ مستقیم از گیاهـان تـازه (Dearing, 1996) و حالت دوم تغذیهٔ مربوط به جمع‌آوری گیاهان بـرای زمستان است. با افزایش سن گیاهان مقدار بیومـاس آن‌ها افزایش مـی‌یابـد و ترکیبـات ثانویـه‌ای تولیـد می‌کنند که سمی است، ولی سبب نگهداری گیاهان برای زمستان می‌شوند و با خشک‌شدن گیاهان ایـن ترکیبات از بین می‌روند (Dearing, 1996). درنتیجه پایکاها گیاهان را در مرحلهٔ اوج رشد و بیوماس آن‌ها جمع‌آوری می‌کنند (Huntly, 1987). افزایش دما در مرحلـهٔ رشـد گیـاهی و فراوانـی آن‌هـا مـؤثر اسـت؛ درنتیجـه، بـا افـزایش دمـا گیاهـان زودتـر بـه اوج رشدشان می‌رسند و فعالیت جمع‌آوری گیاهان برای پایکـا زودتـر شـروع مـی‌شـود و افـزایش مـی‌یابـد (Parmesan, 2006). در نتیجه موجب کاهش زمـان تغذیهٔ مستقیم گونه و مقدار گیاهان مناسـب تغذیـه مـی‌شـود، ایـن مسـئله انـرژی کـافی بـرای فعالیـت تابستان گونه را کاهش می‌دهد و در نتیجـهٔ کـاهش فعالیت پایکاها به‌دلیل مشکل در تنظیم حرارتی بدن آن‌ها نرخ بقای گونه کاهش می‌یابد (MacArthur & Wang, 1974; Smith, 1974).

درکل نتیجه می‌شود کـه دمـا در پراکنـدگی پایکـا اهمیت زیادی دارد و این گونـه بـه‌واسـطهٔ جابـه‌جـایی محدود و زیستگاه‌هـای ویـژهٔ خـود بـه تغییـرات آب و هوایی بسـیار حسـاس اسـت. ازآنجاکـه تغییـرات آب و هوایی به‌ویژه افزایش دما برای پایکاها تهدیـدی بـالقوه است، به‌تازگی وضـعیت بسـیاری از پایکاهـا بـه‌منظـور قرارگیری در گونه‌های در خطر انقراض در حال بررسی اسـت (Federal Register, 2009) و در ایـن میـان بررسی وضعیت پایکای افغـانی اهمیـت بیشـتری دارد، زیرا علاوه بر اینکه مورد تهدید دماسـت، تنهـا گونـه‌ای است که به مثابـهٔ حیـوان آزمایشـگاهی از آن اسـتفاده می‌شود (Smith *et al*., 1990).

نتایج برخی از پژوهش‌ها حاکی از آن اسـت کـه در برخی مناطق به‌علت تغییـرات اقلیمـی پایکاهـا حـدود ۱۹۰ متر جابه‌جایی ارتفاع داشـته‌انـد Beever *et al*., (2003). این مسئله اهمیت بررسـی ارتفـاع را در کنـار سایر پارامترهای اقلیمی نشـان مـی‌دهـد کـه در مـدل نهایی به‌دست‌آمده در ایـن پـژوهش پـارامتر ارتفـاع بـا سـایر پارامترهـای اقلیمـی بررسـی شـد (جـدول۱). همچنین در پژوهش‌های متعددی بین ارتفاع و حضـور و فراوانی پایکا رابطهٔ مثبتـی گـزارش شـد (Dearing, 1996; Richardson, 2010; Bruggeman, 2010; MacArthur & Wang, 1974) با توجه به مرور منـابع گونـاگون، پایکاهـا اساسـا در منـاطق مرتفـع زنـدگی می‌کنند و به‌شدت به دمای پایین وابسته‌اند و از لحـاظ فیزیولوژی قادر به تولیدمثل در مناطقی خـارج از ایـن حالـت نیسـتند (Verts & Smith & Weston, 1990 ;Carraway, 1998). یافته‌های این پژوهش تأییدکننـدهٔ پژوهش‌هایی است که در مورد پایکاهـا صـورت گرفتـه است. نقش ارتفاع به‌طورغیرمستقیم و به واسـطهٔ تـأثیر در پارامترهای اقلیمی مانند حداکثر و حداقل دما نمود پیدا می‌کند. با افزایش ارتفـاع بـه‌علـت وجـود گیاهـان متنوع و دیرتـر آب‌شـدن بـرف‌هـا و دردسـترس‌بـودن علوفـه، هـم بـرای تغذیـه و هـم جمـع‌آوری در فصـل تابستان، و یا به‌مثابهٔ عایق در فصل زمستان، هـم بـرای گونه و هم بـرای حفـظ گیاهـان در زیـر آن، گونـه بـه مناطق مرتفـع‌تـر جـذب مـی‌شـود (Dearing, 1996; Richardson, 2010; Smith *et al*., 2004; Morrison

Archive of SID

www.SID.ir

& Hik, 2007) و درواقع ارتفاع برای پارامترهای اقلیمی نقش تعدیل‌کنندگی برای زیستن پایکاها را دارد.

مدل به‌دست‌آمده تا حدود زیادی قادر است پراکندگی پایکای افغانی را در ایران توجیه کند. با توجه به رکوردهای ثبت‌شده نقاط پراکندگی عمدهٔ پایکای افغانی را می‌توان به پنج ناحیه تقسیم‌بندی کرد:

۱- شمال شرق و شرق ایران شامل کوه‌های هزارمسجد و کپه‌داغ و بینالود؛

۲- جنوب شرق ایران شامل کوه‌های تفتان و ده برکی جنوب شرق کرمان؛

۳- مرکز ایران شامل مرکز رشته‌کوه البرز و زاگرس و بخش شمالی کوهرود؛

۴- طول رشته‌کوه البرز از جنوب شرق کرمان تا مرز ایران و ترکیه واقع در بسطام آذربایجان غربی؛

۵- قسمت شرقی و مرکزی البرز (شکل۱).

درواقع پراکندگی پایکای افغانی از جنوب شرق ایران از کوه‌های تفتان در سیستان و بلوچستان شروع می‌شود و از انتهایی‌ترین نقطهٔ رشته‌کوه زاگرس در طول این رشته‌کوه در کرمان تا بسطام در مرز ایران و ترکیه امتداد می‌یابد. بخش دیگر پراکندگی پایکای افغانی که جمعیت عمده و اصلی پایکا در ایران را شامل می‌شود، از شرق ایران و کوه‌های کپه‌داغ و بینالود شروع می‌شود و در امتداد البرز تا قزوین ادامه می‌یابد.

با توجه به نقاط پراکندگی کنونی پایکای افغانی در ایران (شکل۱) و مدل به‌دست‌آمده می‌توان گفت که نبودن پایکای افغانی در مناطق کویری مرکز ایران با ضریب منفی مدل با پارامتر میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه همخوانی دارد. درواقع با توجه به مدل نهایی تهیه‌شدهٔ مربوطه می‌بینیم که با افزایش میانگین ماهیانهٔ متوسط دمای روزانه احتمال حضور گونه کاهش می‌یابد. همچنین حضور این گونه با پارامتر تعداد روزهای با حداقل دمای۴- درجهٔ سانتی‌گراد و کمتر رابطه‌ای مثبت دارد و این نشانهٔ ترجیح زیستگاهی پایکا در انتخاب مناطق با دمای کمتر است.

نبودن پایکای افغانی در سواحل دریای خزر و خلیج فارس و دریای عمان با ضریب منفی مدل با مقدار رطوبت نسبی همبستگی نشان می‌دهد. درواقع با افزایش رطوبت نسبی امکان حضور پایکا کاهش می‌یابد و این می‌تواند به‌سبب خزهای فشردهٔ این گونه باشد که مانع تبخیر آب از بدن گونه می‌شود که این مسئله به مطالعهٔ بیشتری نیاز دارد.

نبود گزارش از وجود پایکا از شرق البرز می‌تواند با رابطهٔ منفی حضور گونه با پارامتر تعداد روزهایی که حداکثر دمای هوا مساوی صفر یا کمتر است توجیه شود که نشانهٔ سرمای بیش از اندازه و کمبود روزهای آفتابی و گرم است. همان‌طورکه دمای بالا بر نرخ تولیدمثل گونه مؤثر است، دمای بسیار پایین هم ممکن است در تولیدمثل پایکا اختلال ایجاد کند، زیرا این گونه بیشتر در ماه‌های گرم سال تولیدمثل می‌کند (Smith *et al*., 1990; Nowak, 1999). درنتیجه احتمال حضور گونه در مناطق با دمای بسیار پایین و تعداد ماه‌های گرم کمتر در سال کاهش می‌یابد و چنین مناطقی زیستگاه مناسبی برای پایکا نیستند.

با توجه به الگوی پراکندگی پایکای افغانی در ایران وجود این گونه در مناطق مرتفع و کوهستانی با مثبت‌بودن ضرایب ارتفاع در مدل رابطهٔ مستقیم دارد.

علاوه بر مواردی که از صحت مدل در توجیه پراکندگی پایکای افغانی در ایران بیان شد، این مدل از دقت بالایی نیز برخوردار است. برای نمونه، احتمال حضور گونه، با توجه به مدل مطلوبیت اقلیمی که از معادلهٔ ۱ به‌دست می‌آید، در برخی از مناطق کشور مثل منطقهٔ پرور سمنان، تندورهٔ خراسان رضوی و بخش‌های گوناگون خراسان جنوبی و استان کرمان و اصفهان که جمعیت‌های عمدهٔ پایکای افغانی در آنجا قرار دارند، در مقایسه با سایر مناطق بیشتر است. در واقع این مناطق از لحاظ اقلیمی برای حضور گونه مطلوبیت بالاتری دارند. این نشانهٔ دقت بالای این مدل در تعیین پراکندگی پایکای افغانی با توجه به پارامتر اقلیم در ایران است. با توجه به این مدل می‌توان درصد مطلوبیت اقلیمی هر نقطه را برای پایکای افغانی در ایران به‌دست آورد و به این ترتیب میزان شدت و ضعف سایر فاکتورها را بر پراکندگی پایکا اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این مدل به‌مثابهٔ اقلیم مناسب زیست پایکای افغانی، می‌توان با توجه به جابه‌جایی‌های ارتفاعی این گونه به بررسی نقش تغییرات اقلیمی در

Archive of SID

www.SID.ir

جابه‌جایی‌های پایکا پرداخت و از آن به‌مثابهٔ شاخصی برای بررسی شرایط اقلیمی استفاده کرد. همچنین می‌توان زیستگاه‌های اقلیمی این گونه را در کشور تعیین کرد تا در صورت نیاز و بحرانی‌شدن شرایط اقلیمی اقدامات لازم صورت گیرد. با توجه به این مدل می‌بینیم که پایکاها اغلب در مناطق کوهستانی ایران با هوای سرد و خشک زندگی می‌کنند و این مطلب گفته‌هایLay (۱۹۷۴) را تأیید می‌کند.

Reference

1. Aliabadian, M., J. Darvish, and B. Kiabi (1996) "Study of intraspecific variation of pika (ochontona rufescsns Gray 1842) in Khorasan province (ochontonidae- lagomorgha)," *iranian journal of biology*, 3(3 & 4): 286-303.
2. Alizadeh Shabani, A., L. Mcarthur, and M. Abdollahian (2009) "Comparing different environmental variables in predictive models of bird distribution," *russian journal of ecology*, 40: 537-542.
3. Bahadori, F (2008) "Habitat sutability modeling of eurasian nuthatch (sitta europaea) at northern alborz, iran," ,ms thesis, iran, university of tehran, 92.
4. Beever, E.A., P.F. Brussard and J. Berger (2003) "Patterns of apparent extirpation among isolated populations of pikas (ochotonaprinceps) in the great basin," *journal of mammalogy*, 84: 37-54.
5. Benda P. and I. Horacek (1995) "Geographic variation in three species of myotis(mammalia: chiroptera) in south of the western palearctics. acta soc," *zool. bohem*, 59: 17-39.
6. Blanford W. T (1876) "Eastern persia, an account of the journeys of the persian boundary commission1870–71–72," volume ii.the zoology and geology.london, vii+516 pp, 28 pls.
7. Bruggeman, J.B (2010) Pilot study on factors affecting pika population in the north cascades ecosystem. beartooth wildlife research, llc700 ninth street. final report. california press, berkeley.
8. Cermak,s., J. Obuchch. and P. Benda (2006) "Notes on the genus ochotona in the middle east(lagomorpha: ochotonidae)," *lynx (praha), n. s*, 37: 51-66.
9. Chakraborty, S., T. P. Bhattacharyya, Srinvasulu, C., Venkataraman, M., Goonatilake, W. L. D. P. T. S. de A., Sechrest, W. and Daniel, B. A (2005) "ochotonarufescens (Gray, 1942)" in: S. Molur, C. Srinivasulu, B. Srinivasulu, S. Walker, P. O. Nameer and L. Ravikumar (eds), status of south asian non-volant small mammals: conservation assessment and management plan (c.a.m.p.) workshop report, pp. 618 pp.. coimbatore, india.
10. Chefaoui, R. and J. Lobo (2008) "Assessing the effects of pseudo-absences on predictive distribution model performance," *ecological modelling*, 210: 478-486.
11. Deroguin L (1988) "Notes surquelquesmammifčres du baluchistan iranien. Rev," *suisse zool*, 95: 595-606.
12. Dearing, M.D (1996) "Disparate determinants of summer and winter diet selection of a generalist herbivore," *ochotonaprinceps.oecologia*, 108: 467-478.
13. Engler, R., A. Guisan and L. Rechsteiner (2004) "An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudoabsence data," *Journal of applied ecology*, 41(2): 263-274.
14. Etemad, E (1985) *Mammals of iran*, vol. 2, iran, tehran, department of the environment press, 293.(in persian)
15. Federal register (2009) "Endangered and threatened wildlife and plants; 90-day finding on a petition to list the american pika as threatened or endangered with critical habitat," *federal register*, 74: 21301-21310.
16. Gray, J.E (1942) "Descriptions of some new genera and fifty unrecorded species of mammalia. ann. mag. nat. hist.," *series 1*, 1:255-267.
17. Grayson, D (2005) "A brief history of great basin pikas," *jour of biogeography*, 32: 2103-2111.
18. Grzimek's animal life encyclopedia (2004) eds. Michael Hutchins, Dennis A. Thoney, and Melissa C. Mcdade. detroit: gale, Pikas pp. 491-502.
19. Hengl, T., H. Sierdsema, A. Radovic and A. Dilo (2009) "Spatial prediction of species, distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, enfa and

Archive of SID

www.SID.ir

regression-kriging," *ecological modelling*, 220: 3499-3511.

20. Hirzel, A. and A. Guisan (2002) "Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling," *Ecological modelling*, 157(2-3): 331-341.
21. Hughes, L (2000) "Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?," *trends in ecology and evolution*, 15: 56-61.
22. Huntly, N.J (1987) "Influence of refuging consumers (pikas: ochotona princeps) on subalpine
23. Meadow vegetation," *Ecology*, 68: 274-283.
24. Iran meteorological organization (2011) http://www.weather.ir/farsi/statistics/index.asp.
25. Jimenez-Valverde, A., J. Lobo and J. Hortal (2008) "Not as good as they seem: The importance of concepts in species distribution modeling," *diversity distributions*, 14(6):885-890.
26. Lay D. M (1967) "A study of the mammals of iran resulting from the street expedition of 1962–63," *fieldiana zool*, 54: 1–282.
27. Macarthur, R.A. and L.C.H. Wang (1974) "Behavioral thermoregulation in the pika, ochotonaprinceps: A field study using radio-telemetry," *canadian journal of zoology*, 52: 353-358.
28. Macdonald,K. and J. Brown (1992) "Using montane mammals to model extinctions due to global change," *Conservation biology*, 6: 409-415.
29. Minitab statistical software (2000) Minitab. version 13.1. Minitab, pennsylvania state university, university park, usa. www.minitab.com
30. Misonne X (1956): Notes sur les ochotones de l'iran. bull. Inst. roy.sci. natur. belg, 32(54): 1-7.
31. Morrison, S.F., and D.S. Hik (2008) When? where? and for how long? census design considerations for an alpine lagomorph, the collared pika (ochotona collaris). pages103-113 in P.C. Alves, N. Ferrand, and K. Hacklnder, editors. lagomorph biology: evolution, ecology, and conservation. springer-verlag, berlin, germany.
32. Murray J. A (1884) "Additions to the present knowledge of the vertebrate zoology of Persia," *ann. mag.natur. hist., ser. 5*, 14: 97-106.
33. Nowak, R (1999) *Walker's mammals of the world*, sixth edition. Baltimore and London: The john hopkins university press.
34. Obuch J. and A. Kristín (2004) "Prey composition of the little owl athenenoctuain an arid zone (egypt, syria, iran)," Folia zool., 53: 65-79. october 19, 2006 at http://www.answers.com/topic/afghan-pika.
35. Parmesan, C (2006) "ecological and evolutionary responses to recent climate change," *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 37: 637-669.
36. Pereira, J.M.C. and R.M. Itami (1991) "Gis-based habitat modeling using logistic multiple regression: A study of the mt. graham red squirrel. photogramm. eng," *remote sen*, 57: 1475-1486.
37. Rickart, E (2001) "Elevational diversity gradients, biogeography, and the structure of MONTANE COMMUNITIES IN THE INTERMOUNTAIN REGION OF NORTH AMERICA," *GLOBAL ECOLOGY AND BIOGEOGRAPHY*, 10: 77-100
38. Montane communities in the intermountain region of north america. *Global ecology and biogeography*, 10: 77-100.
39. Richardson, R.M (2010) "Factors influencing pika foraging behavior in north cascades national park," washington. Final report.
40. Roberts, T. J (1997) *The mammals of pakistan*, Karachi, Oxford university press, 252.
41. Root, T.L. and S.H. Schneider (2006) "Conservation and climate change: the challenges ahead," *Conservation biology*, 20: 706-708.
42. Root, T.L., J.T. Price, K.R. Hall, S.H. Schneider, C. Rosenzweig, and J.A. Pounds (2003) "Fingerprints of global warming on wild animals and plants," *Nature*, 421: 57-60.
43. Schwartz, M.W., L.R. Iverson, A.M Prasad, S.N. Matthews, and R.J. O'connor (2006) "Predicting extinctions as a result of climate change," *ecology*, 87:1611-1615.
44. Smith, A.T., and M.L. Weston (1990) "Ochotona princeps," *Mammalian species*, 352:1-8.
45. Smith, A.T (1974) "The distribution and dispersal of pikas: Influences of behavior and climate," *Ecology*, 55:1368-1376.
46. Smith, A. T., Formozov, N. A., Hoffmann, R. S., Changlin, Z. and Erbajeva, M. A (1990) "chapter 3: the pikas," in: J. A. Chapman and J. C. Flux (eds), *rabbits, hares and pikas: Status survey and conservation action plan*, 14-60. the world conservation union, gland, switzerland.
47. Smith, A.T., L. Weidong, and D.S. Hik (2004) "Pikas as harbingers of global warming," *species*, 41: 4-5.

Archive of SID

www.SID.ir

48. Statsoft (2001) Statistica. version 6. Statsoft, tulsa, oklahoma, usa. www.statsoft.com

49. Taghizadeh F (1964) *The harmful rodents of iran and their control*, Ministry of agriculture, tehran, 109 (in farsi, with a summary in english, paginated separately, 10).

50. Varastehmoradi, H (2010) "Habitat evaluation of middle spotted woodpecker (dendorocoosmedius) in golestan national park," *journal of natural environment*, 63(3): 303-315.

51. Verts, B. J. and L. N. Carraway (1998) *Land mammals of oregon*, Berkeley, university of california press.

52. Wei-dong, L. and A. Smith (2005) "Dramatic decline of the threatened ili pika(ochotona iliensis) in xinjiang, china," *Oryx*, 39: 30-34. Western regional climate center

53. Zaniewski, A., Lehmann, A. and Overton, J (2002) "Predicting species spatial distributions using presence-only data: A case study of native new zealand ferns," *Ecological modelling*, 157(2-3), 261-280.

Archive of SID

www.SID.ir