ارزیابی زیستگاه پایکای افغانی (*Ochotona rufescens*) با استفاده از روش‌های رگرسیون منطقی دوتایی و HEP (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده لشگردر، همدان)

- **سعید خاکی صحنه*:** گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، صندوق پستی: ۶۵۷۱۹-۹۵۸۶۳
- **افشین علیزاده شعبانی:** دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۴۳۱۴
- **میر مهرداد میر سنجری:** گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر
- **محمد کابلی:** دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۴۳۱۴
- **زهرا نوری:** دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، صندوق پستی : ۱۶۱۶
- **بخیار فتاحی:** گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۰

چکیده

امروزه بیشترین تخریب‌های محیط زیستی متوجه زیستگاه‌ها است. از این رو، نیاز به روش‌هایی است که به کمک آنها بتوان زیستگاه‌ها را ارزیابی کرد و در گذر زمان افت کیفیت آنها را بدست آورد. در این تحقیق زیستگاه پایکای افغانی (*Ochotona rufescens*) با استفاده از دو روش رگرسیون منطقی دوتایی (Binary logistic regression) و Evaluation Procedure Habitat (HEP) انجام شد و در انتها نتایج حاصل از این دو روش با هم مقایسه گردید. فاکتورهای عمده‌ای که بعنوان متغیر زیستگاهی برای ارزیابی زیستگاه گونه مد نظر و مورد سنجش قرار گرفتند عبارت از: میانگین شیب غالب، جهت جغرافیایی، ارتفاع و پوشش زمین بودند. نتایج حاصل از هرو دو روش مدل‌سازی حاکی از آن بود که متغیر پوشش زمین نقش مهمی در مطلوبیت زیستگاه پایکا دارد و زیستگاه مطلوب این گونه را مناطق صخره‌ای و پرتگاههایی با شیب بیش از ۳۰ درجه، با فاصله کم بین صخره‌ها تشکیل می‌دهند. همچنین جهت ترجیحی این گونه با فاصله زیادتر از شمال‌جغرافیایی و بیشتر جهت شرقی و جنوبی است. نتایج نشان دادند که نقش ارتفاع بسته به سایر متغیرها می‌تواند مثبت یا منفی باشد و معمولاً پایکاها در این منطقه در ارتفاعی بین ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متر زیست می‌کنند. همچنین مدلی برای مطلوبیت زیستگاه (HSI) پایکا و همچنین مدل‌هایی برای پیش‌بینی حضور این گونه ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی زیستگاه، پایکا، روش HEP، رگرسیون منطقی دوتایی، پوشش زمین، لشگردر، همدان، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: saeidkhaki30@yahoo.com

مقدمه

پیش‌بینی توزیع و پراکندگی گونه‌ها یکی از جنبه‌های مهم حفاظت از محیط‌زیست است (۱۲، ۱۸ و ۲۴). مدل‌سازی زیستگاه در بخش‌های مختلف مطالعات حفاظت حیات وحش از جمله نگهداری از گونه‌های در خطر تهدید، فعل و انفعالات انسان و حیات وحش و طراحی ذخیره‌گاهها (۱۵ و ۱۷) و همچنین ارزیابی زیستگاه می‌تواند بعنوان ابزاری در مدیریت حیات وحش بکار رود (۱۹ و ۲۴). تعداد زیادی از روش‌ها برای مدل‌سازی زیستگاه استفاده می‌شود. در این تحقیق از دو روش رگرسیون منطقی دوتایی (Binary logistic regression) و Habitat Evaluation Procedure (HEP) به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه پایکا استفاده شد. بهادری خسروشاهی و همکاران (۱۳۸۹) و وارسته مرادی (۱۳۸۹) بترتیب به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کمرکولی جنگلی و دارکوب سرسرخ با استفاده از رگرسیون منطقی دوتایی پرداختند. روش HEP در سال ۱۹۸۰ در پاسخ به نیاز مستندسازی ارزش‌های غیرمالی منابع حیات‌وحش و ماهیان گسترش یافت (۳). سلمان ماهینی (۱۳۷۳) ارزیابی زیستگاه قوچ و میش را در منطقه حفاظت شده توران به روش نمایه مطلوبیت زیستگاه HSI (Suitability Index Habitat) انجام داده است. منصوری (۱۳۸۲) ارزیابی زیستگاه هوبره را با روش HEP انجام داد. همچنین کرمی و همکاران (۱۳۸۵) مطلوبیت زیستگاه کفتار راه‌راه را در ایران با استفاده از روش HEP انجام داده‌اند. هر چند که مطالعات بسیاری در مورد ارزیابی زیستگاه گونه‌های مختلف حیات وحش با روش‌های متفاوت در ایران صورت گرفته است، ولی در مورد زیستگاه پایکای افغانی (Afghan pika) مطالعات محدودی در ایران انجام شده که از آن جمله می‌توان مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پایکای افغانی در منطقه حفاظت شده لشگردر در استان همدان را نام برد (۵).

در این تحقیق دو هدف عمده دنبال می‌شود: تعیین زیستگاه مطلوب گونه در منطقه و عوامل موثر بر مطلوبیت زیستگاه گونه علاوه براین، دو روش ارزیابی زیستگاه و کاربردهای آنها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند.

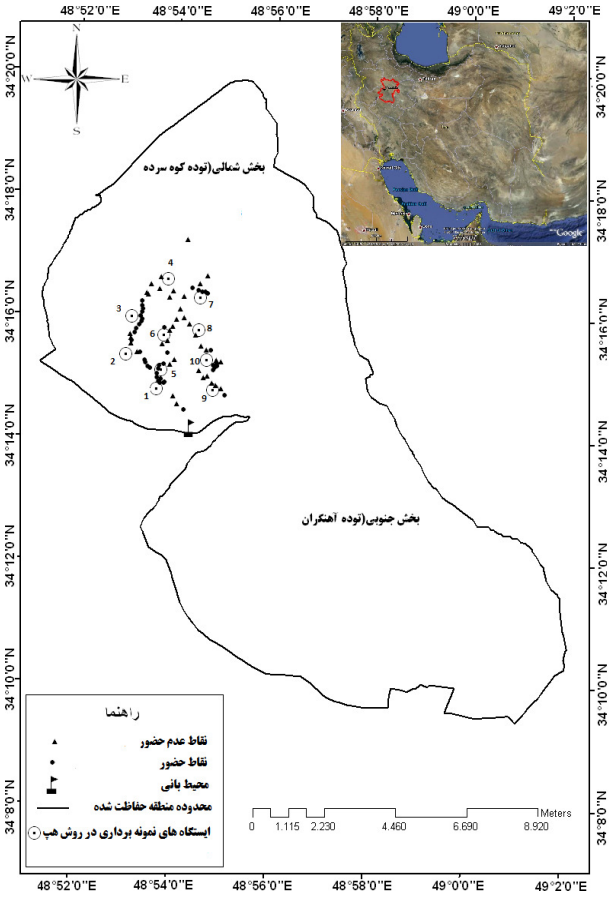
مواد و روشها

این منطقه با وسعت ۱۵۵۵۰/۸۴ هکتار در منطقه‌ای کوهستانی واقع در شرق و جنوب شرقی ملایر بین ″ ۳۴ ، ′ ۵۱ ، ° ۴۸ تا ″ ۵۳، ′ ۱۶، ° ۴۹ طول شرقی و ″ ۱۷، ′ ۰۹، ° ۳۴ تا ″ ۵۸، ′ ۱۹، ° ۳۴ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). منطقه لشگردر در سال ۱۳۷۰ بعلت داشتن شرایط مساعد بخصوص برای افزایش جمعیت وحوش بعنوان منطقه حفاظت شده شناخته شد. منطقه در نقاط پست ۱۷۵۰ متر و در نقاط مرتفع ۲۹۲۸ متر ارتفاع دارد. متوسط میزان بارندگی منطقه فوق معادل ۳۱۶ میلیمتر در سال و میانگین دمای سالانه معادل ۱۱/۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. بالاترین درجه حرارت درتیر ماه ۳۶/۸ درجه سانتیگراد و پایین‌ترین مقدار آن ۶/۵- درجـه سانتیگراد، همچنین رطوبت نسبی در دی ماه و اسفند ماه به حداکثر ۷۰ درصد و در تیر ماه به حداقل ۲۸ درصد می‌رسد. بارندگی اغلب در فصل زمستان و بصورت برف می‌باشد.

به منظور استفاده از مدل‌های مختلف ارزیابی زیستگاه نیاز به استراتژی نمونه‌برداری می‌باشد که داده‌های مورد نیاز برای روش‌های مختلف ارزیابی زیستگاه در این تحقیق بدست آید. بدین منظور در ابتدای مطالعه دفتر ثبت وقایع روزانه مربوط به پنج سال گذشته واحدهای محیط‌بانی منطقه حفاظت شده لشگردر که مسیرهای گشت محیط‌بانان و مشاهدات آنها ثبت شده بود مورد بازبینی قرار گرفت و محدوده تقریبی پراکندگی پایکا تعیین گردید. به منظور سهولت مطالعه منطقه به دو بخش توده کوه سر ده در قسمت شمالی ایستگاه محیط‌بانی ازناوله و توده آهنگران که در بخش جنوبی ایستگاه محیط‌بانی ازناوله قرار دارند، تقسیم شد (شکل ۱). از آن جا که هیچگونه گزارشی از وجود پایکا در بخش جنوبی موجود نبود و به منظور صرفه‌جویی در وقت و هزینه این بخش از مطالعه حذف گردید. سپس در قسمت شمالی بازدیدهای مکرری از منطقه صورت گرفت و با عنایت به نظر کارشناسان و تجربه محیط‌بانان و همچنین با استفاده از اطلاعاتی که در مورد زیستگاه این گونه موجود است و راههای دسترسی تعداد ۱۰ ایستگاه: بخش ابتدایی دره اول، بخش میانی دره اول، بخش انتهایی دره اول، دره جنی، دره دوم، تخته بنه، چپ دره و ایستگاه مسیر چپ دره به بنه برای نمونه‌برداری تعیین گردیدند (شکل ۱).

در داخل این ایستگاهها با استفاده از روش ترانسکت خطی تصادفی با روش مشاهده مستقیم یا شناسایی نمایه‌های پایکا (سرگین و کپه‌های گیاهی جمع‌آوری شده توسط پایکا) نمونه‌برداری انجام شد (۸، ۲۲ و ۲۵). این ترانسکت‌ها بصورت طولی و در جهت افزایش ارتفاع قرار گرفتند. نقطه شروع نمونه‌برداری در هر بخش به شکل تصادفی انتخاب و ترانسکت‌ها طوری قرار گرفتند که اولا تمام بخش مورد بررسی را پوشش

دهند و ثانیا تیپ‌ها و پستی و بلندی‌های مختلف در طول مسیر را دربرگیرند. به این ترتیب ۱۰ ترانسکت با مجموع طول ۱۶ کیلومتر طی پاییز ۱۳۸۹ و بهار۱۳۹۰مستقر شدند. در طول این ترانسکت‌ها به منظور به حداقل رساندن همبستگی فضایی بین افراد گونه (۲۷) به فواصل حداقل ۱۰۰ متر که این فاصله از فاصله نزدیکترین همسایه و قطر گستره خانگی پایکا بسیار بیشتر است (۲۵). قطعات نمونه‌برداری مربع شکل به ابعاد ۵۰×۵۰ متر (۹ و ۲۵) از لحاظ حضور گونه یا نمایه‌های آن یا عدم حضور گونه بررسی گردید. در داخل هر پلات مختصات نقطه مرکز پلات توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی System Global Positioning (GPS) ثبت شد. در مجموع ۸۰ عدد نمونه‌برداری شامل ۴۱ نقطه حضور و ۳۹ نقطه عدم حضور جهت انجام آنالیزهای آماری تعیین گردید.



شکل ۱: محدوده منطقه حفاظت شده لشگردر و نقاط نمونه‌برداری روش HEP

برای رسیدن به این هدف براساس روش HEP ۵ گام بصورت زیر انجام شد (۳).

گام اول: تعیین هدف

مرحله اول: تعیین برون داد قابل قبول مدل HSI بین محدوده صفر تا ۱ که با ظرفیت برد رابطه خطی دارد (۲ و ۳). در واقع در این گام شاخص عملکرد گونه در زیستگاه مشخص می‌شود که در مورد پایکا در این مطالعه شاخص عملکرد کپه‌های گیاهی و توده‌های سرگین در لابلای شکاف سنگها و همچنین با توجه به روزگرد بودن گونه و مشاهده آسان گونه بود.

مرحله دوم: تعیین محدوده جغرافیایی. محدوده جغرافیایی در این مطالعه بخش شمالی منطقه حفاظت شده لشگردر با مساحت حدود ۸۰۰۰ هکتار بود.

مرحله سوم: تعیین فصل استفاده از مدل (ماهینی) که در این جا فصل مد نظر نیست ولی بدلیل افزایش احتمال مشاهده گونه و نمایه‌های آن و شرایط منطقه فصل بهار و پاییز جهت نمونه‌برداری استفاده شد.

گام دوم: تعیین متغیرهای مدل

این متغیرها باید به گونه‌ای مستقیم با نیازهای زیستگاهی گونه تحت ارزیابی ارتباط داشته باشند که نهایتاً نشان دادن این رابطه از طریق ترسیم نموداری به نام نمودار درختی بصورت زیر صورت می گیرد.

نمودار ۱: نمودار درختی ارزیابی زیستگاه پایکا با استفاده از روش HEP

متغیرهای زیستگاهی	نیازهای زیستی	تیپ پوششی	فصول سال
پوشش زمین شیب	⟵پناه	⟵ صخره‌ای	⟵ سراسر سال
ارتفاع جهت	⟵غذا و پناه	⟵ مرتع کم تراکم	

گام سوم: ساختار بخشیدن به مدل

در این گام اقدام به تعیین روابط بین متغیرها می‌شود که این کار بصورت کلامی توصیفی و ریاضی بیان شد (۲ و ۳).

گام چهارم: مستند کردن مدل

گام پنجم: آزمون مدل

محاسبه شاخص مطلوبیت

روشی که در نهایت برای بیان شاخص مطلوبیت در این تحقیق استفاده شد روش میانگین هندسی بود چرا که هیچ یک

از متغیرها صفر نشده بود که حاصلضرب آن در بقیه جواب را صفر کند.

معادله (۱)

$$HIS=(SIV_1\times SIV_2\times \ldots..SIV_n)^{1/n}_{کل}$$

که در آن:

1/n: n برابر تعداد متغیرهاست

SIV_1: درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر ۱

SIV_1: درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر ۲

SIV_n: درجه مطلوبیت زیستگاه برای متغیر n

رگرسیون منطقی به منظور مدل‌سازی رابطه بین متغیر وابسته رسته‌ای دوتایی و یک یا چند متغیر محیطی پیش‌بینی کننده (مستقل) بکار می‌رود. به عبارت دیگر از رگرسیون منطقی می‌توان به منظور پیش‌بینی متغیر وابسته براساس متغیرهای پیش‌بینی‌کننده استفاده کرد. در مدل‌هایی که هر دو داده حضور و عدم‌حضور در تجزیه و تحلیل بکار برده می‌شود، می‌توان حضور گونه در جایگاه برداشت نشده را نیز محاسبه کرد. رگرسیون منطقی روشی است قدرتمند و متغیرهای رتبه‌ای را بخوبی متغیرهای پیوسته بکار می‌برد. همچنین ضرایب این مدل به خوبی قابل تفسیر است (۷). هنگامیکه متغیر پاسخ دوحالته باشد (حضور و عدم‌حضور یا ۰ و ۱) و متغیرهای پیش‌بینی کننده طبقه‌ای یا کمی باشند، می‌توان احتمال رویداد حالت حضور را براساس مجموعه‌ای از متغیرهای وابسته و با استفاده از معادله ۲ پیش‌بینی نمود.

معادله (۲)

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

که در آن:

x_1 ، x_2،...،xn متغیرهای پیش‌بینی کننده مستقل می‌باشند و β_0، β_1 و ...β_n ضرایب لوجستیک هستند (۱۸). با استفاده از ضرایب محاسبه شده توسط رگرسیون لجستیک می‌توان احتمال حضور گونه را در هر نقطه از زیستگاه براساس مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی کننده زیست‌محیطی پیش‌بینی کرد.

در تحقیق حاضر اجرای محاسبات مربوط به رگرسیون منطقی دوتایی در نرم‌افزار Minitab14.1 صورت گرفت (۲۲) و محاسبات مربوط به بهترین مدل توسط معیار آکایکه، در نرم‌افزار Statistica 6.0 انجام شد (۲۶).

با مطالعه رفتارشناسی و تاریخ طبیعی گونه‌های مختلف پایکا که در منابع مختلف آمده است (۹، ۱۰ و ۲۷) و همچنین مشاهدات صحرایی گونه در منطقه مورد مطالعه، فاکتورهای عمده‌ای که بعنوان متغیرهای محیطی مد نظر و مورد سنجش قرار گرفت عبارت بودند از: شیب (برحسب درجه)، جهت جغرافیایی (بصورت درجه از شمال جغرافیایی)، ارتفاع از سطح دریا (برحسب متر)، درصد پوشش گیاهی، درصد خاک لخت، درصد سنگریزه (<۰/۲ متر قطر) درصد تکه سنگ (۰/۲ تا ۱ متر قطر) (۱۳) و درصد پوشش صخره‌ای (> ۱متر قطر). این فاکتورها در بازدیدهای صحرایی در داخل پلات‌های تعیین شده به روش تخمین چشمی و با استفاده از شیب‌سنج، قطب نما و GPS برآورد شده است.

نتایج

با مرور منابع اطلاعاتی که در مورد گونه‌های مختلف پایکا بدست آمده است (۱۰ و ۲۸) و همچنین مشاهدات منطقه تعدادی از فاکتورهای زیستی که زندگی گونه به آن وابسته است، انتخاب شدند، سپس فاکتورهای زیستی که ارتباط تنگاتنگی با مراحل زیستی حیوان بطور عموم دارند را انتخاب کرده و بقیه اطلاعات کنار گذاشته شد (۳). سپس اقدام به درجه دادن به این داده‌ها گردید که این مرحله نیاز به تجربه بالا و آگاهی از نیازمندی‌های زیستی گونه دارد. رتبه‌بندی به این صورت انجام گرفت که ابتدا پارامترهای کمی و کیفی بصورت کلامی توصیف شدند و سپس از بدترین میزان تا بهترین بترتیب شماره ۱ تا ۳ گرفتند (جدول ۱).

با توجه به جدول ۲ بخشهای ۳، ۵، ۷ و ۱۰ که ایستگاه‌های بخش دوم دره اول، دره جنی، رومسه و چپ دره را شامل می‌شود، دارای بالاترین نمایه مطلوبیت در منطقه می‌باشند. البته باید به این مسئله توجه کرد که نمایه مطلوبیت با توجه به پارامترهای تعیین شده مقدار ۱ بدست آمد و در صورت کم یا اضافه کردن سایر پارامترها میزان نمایه مطلوبیت ممکن است تغییر کند. این بخش‌ها دارای ارتفاع بین ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متر، دارای شیب غالب بیش از ۱۰ درجه و پوشش غالب صخره‌ای می‌باشند که صخره‌ها معمولاً با شیب بیش از ۳۰ درجه قرار می‌گیرند و فاصله بین آنها کمتر از ۰/۵ است. همچنین جهت غالب شیب در این بخش‌ها شرقی و جنوبی است که کمتر در معرض تابش آفتاب قرار دارند.

نتایج نشان دادند که بخشهای ۴ و ۶ یعنی ایستگاه بنه و کله قندی بترتیب با نمایه مطلوبیت ۰/۴ و ۰/۶ کمترین درجه مطلوبیت زیستگاه برای پایکا در منطقه حفاظت شده لشگردر را دارا می‌باشند. در ایستگاه بنه ارتفاع غالب ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متر منطقه دارای شیب بسیار کم (کمتر از ۱۰ درجه) و پوشش غالب مرتعی متراکم است و در ایستگاه کله قندی ارتفاع غالب ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰، جهت غربی با شیب غالب بیش از ۱۰ درجه (بین۲۰ تا ۳۰ درصد) با صخره و پرتگاه‌های بین ۲۰ تا ۳۰ درجه (۲۰ تا ۳۰ درصد) و فاصله بین صخره‌ها بین ۰/۵ تا ۲/۵ متر است.

جدول ۱: رتبه‌بندی متغیرهای زیستگاهی بکار رفته در روشHEP

متغیر	توصیف متغیر	توصیف کلامی	رتبه
شیب	> ۱۰ درجه با صخره و پرتگاه‌های بیش از ۳۰ درجه (>۶۰ درصد)	عالی	۳
	> ۱۰ درجه با صخره و پرتگاه‌های بین ۲۰ تا۳۰ درجه (۲۰ تا ۳۰ درصد)	متوسط	۲
	< ۱۰ درجه بدون صخره و پرتگاه (<۲۰درصد)	ضعیف	۱
پوشش زمین	میزان پوشش صخره‌ای (>۱ متر قطر). >سایر پوشش زمین (پوشش گیاهی، خاک فاقد پوشش و سنگریزه‌ای) و فاصله بین صخره‌ها کمر از ۰/۵ متر.	عالی	۳
	میزان پوشش صخره‌ای>سایر پوشش‌های زمین (پوشش گیاهی، خاک فاقد پوشش و سنگریزه‌ای) و فاصله بین صخره‌ها بیشتر از ۰/۵ متر و کمتر از ۲/۵ متر.	متوسط	۲
	میزان پوشش صخره‌ای< سایر پوشش زمین (پوشش گیاهی، خاک فاقد پوشش و سنگریزه‌ای) و فاصله بین صخره‌ها بیشتر از ۲/۵ متر.	ضعیف	۱
ارتفاع	۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰	عالی	۳
	۱۹۰۰ تا ۲۱۰۰ و ۲۳۰۰ تا ۲۵۰۰	متوسط	۲
	۲۶۰۰< و >۱۹۰۰	ضعیف	۱
جهت	جهت شرقی و جنوبی	عالی	۳
	جهت غربی	متوسط	۲
	بدون جهت و جهت شمال	ضعیف	۱

جدول ۲: متغیرهای بکار رفته در مدل نمایه مطلوبیت زیستگاه پایکا و نمایه مطلوبیت* هر یک از ایستگاه‌ها

(جمع کل ارزشها / درجه ارزش کسب کرده هر متغیر= نمایه مطلوبیت زیستگاه*)

بخش (ایستگاههای نمونه‌برداری)	مختصات جغرافیایی (بخش‌ها)	نمایه مطلوبیت متغیر ارتفاع SIV_1	نمایه مطلوبیت متغیر شیب SIV_2	نمایه مطلوبیت متغیر جهت SIV_3	نمایه مطلوبیت متغیر پوشش زمین SIV_4	HIS کل
۱ (ابتدای دره اول)	N34 14 54.5 E48 53 39.8	۰/۶۰	۰/۶۰	۱	۰/۳۰	۰/۵۷
۲ (بخش میانی دره اول)	N34 15 31.9 E48 53 05.4	۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۸
۳ (انتهای دره اول)*	N34 16 05.9 E48 53 19.5	۱	۱	۱	۱	۱
٤ (بنه)	N34 16 38.1 E48 53 40.5	۱	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/٤
۵ (دره جنی) *	N34 15 12.4 E48 53 53.3	۱	۱	۱	۱	۱
٦ (کله قندی)	N34 15 40.8 E48 53 47.8	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/٦
۷ (رومسه) *	N34 16 23.2 E48 54 32.0	۱	۱	۱	۱	۱
۸ (چپ دره – بنه)	N34 15 41.4 E48 54 24.0	۱	۰/۶۰	۱	۰/۳۰	۰/٦۵
۹ (دره دوم)	N34 14 52.0 E48 54 49.9	۰/۶۰	۰/۶۰	۱	۰/۶۰	۰/۶۸
۱۰ (چپ دره)	N34 15 11.1 E48 54 50.9	۱	۱	۱	۱	۱

به منظور انتخاب پارامترهایی که با حضور گونه ارتباط دارند، ابتدا تک تک پارامترها به شکل مجزا وارد رابطه رگرسیون منطقی در نرم‌افزار Minitab14.1 شدند و ارزش آنها محاسبه گردید و متغیرهایی که رابطه منطقی برقرار نکردند (P>۰/۰۵) حذف گردیدند (۱، ۶ و ۷). سپس به منظور بررسی همکنشی بین پارامترهای معنی‌دار، همبستگی آنها در نرم‌افزار Minitab 14.1 محاسبه گردید و از هر دو متغیری که همبستگی بالای ۰/۸ داشتند یک متغیر به انتخاب گزینش شد (۱، ۶ و ۷). متغیرهای نهایی که به منظور مدل‌سازی انتخاب شدند عبارتند بودند از: ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت، درصد خاک بدون پوشش، درصد سنگریزه و درصد پوشش صخره‌ای. سپس به منظور انتخاب مناسب‌ترین سری متغیرهای محیطی پیش‌بینی کننده حضور گونه در زیستگاه از معیار اطلاعات آکائیکه در نرم‌افزار Statistica استفاده شد. بدین منظور متغیرهای محیطی وارد نمایه آکایکه شدند و سپس ۱۰ سری از متغیرهای وارد شده به رگرسیون را که اختلاف آکایکه (ΔAIC) آنها کمتر از ۲ بود بعنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مدل انتخاب شدند (۱، ۶ و ۷) (جدول ۳).

در این تحقیق برای سنجش دقت مدل از آزمون G استفاده شد. ارزش p آزمون G در هر ۱۰ مدل برابر با صفر شدند و این به این معناست که وارد کردن پارامترهای مربوطه قدرت پیش‌بینی حضور و عدم حضور پایکا را در زیستگاه خاص افزایش می‌دهند. بعبارت دیگر می‌توان بیان نمود که شواهد کافی مبنی بر مخالف صفر بودن حداقل یکی از ضرایب وجود دارد و به این ترتیب فرضیه‌ی صفر(شیب رگرسیون منطقی=۰) رد می‌شود (۷). در نتیجه پارامترهای مورد نظر می‌تواند اطلاعات مناسبی را از زیستگاه انتخابی پایکای افغانی در منطقه حفاظت شده لشگردر فراهم کند (جدول ۴).

جدول۳: نتایج حاصل از نمایه آکایکه برای گزینش بهترین مدل زیستگاه پایکا

(اعداد مربوط به هر پارامتر در ستونهای مربوطه نشان‌دهنده ضریب رگرسیون آن پارامتر است)

متغیرهای پیش‌بینی کننده و اصلاحات	شماره مدل									
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۸۲	٥/۸۸۰	-۰/۲۰۸	----	-۰/۰۰۰۳	-۰/۰٤۳	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲
شیب (درجه)	٥/۳۱۰	۰/۱٥٥	۲٦/۸۱٥	----	----	۷/۱٤۰	۰/٤٤۲	----	----	۰/٤٤۱
جهت جغرافیایی	۰/۲۹۱	-۹/٥۱٥	----	----	۰/۰۰۲	----	-۰/۰۰۰٥	----	----	----
خاک بدون پوشش	-۹/٤۱۲	-۲/٥۹۷	----	-۱/۲٦۸	----	-۱۱/۸٦۳	----	-۱/٤۱۷	----	----
پوشش سنگریزه‌ای	-۳/۰۹۲	٥/۸۸۰	-۱۸/٥۷۱	-۰/۰۳۷	----	-۳/۸۸٤	----	-۰/۰۲۰	-۰/۱۹٦	----
پوشش صخره‌ای	۰/٥٤۳	۰/٦۲۸	۳/٥۹٥	۰/۰۷۲	۰/۱۰٤	۱/۳۷۷	۰/۱۲۳	۰/۰۷۱	۰/۱۰۳	۰/۱۲۳
df	٦	٥	٤	۳	۳	٥	٤	٤	۳	۳
AIC	٦۲/۹٤	٦۲/۹۷	٦۲/۹۸	٦۳/۰۸	٦۳/۲	٦۳/۳۷	٦۳/٦۳	٦۳/۹۹	٦٤/٤۷	٦٤/٦۸
ΔAIC	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۱٤	۰/۲٦	۰/٤۳	۰/٦۹	۱/۰٥	۱/٥۳	۱/۷٤
p	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

جدول ٤: نتاج حاصل از آزمون G در مدل‌های نهایی پیش‌بینی کننده حضور پایکا در منطقه حفاظت شده لشگردر (مدل زیستگاه پایکا)

مدل	بیشینه احتمالی	آزمون آمارهG	درجه آزادی	مدلP
۱	-۰/۰۰۰	۹۲/۷۹۲	٦	۰/۰۰۰
۲	-۰/۰۰۰	۹۲/۷۹۲	٥	۰/۰۰۰
۳	-۰/۰۰۰	۹۲/۷۹۲	٤	۰/۰۰۰
٤	-۸/٥٤۹	۷٥/٦۹٤	۳	۰/۰۰۰
٥	-۱٦/٤۸٤	٥۹/٥۲۳	۳	۰/۰۰۰
٦	-۰/۰۰۰	۹۲/۷۹۲	٥	۰/۰۰۰
۷	-۸/۳۳٤	۷٦/۱۲٥	٤	۰/۰۰۰
۸	-۸/۳۳٤	٦۷/۲۷۷	٤	۰/۰۰۰
۹	-۱٤/٤۷۳	٦٥/۸٤٥	۳	۰/۰۰۰
۱۰	-۸/۳۳٥	۷٦/۱۲۲	۳	۰/۰۰۰

اعتبار سنجی مدل رگرسیون

بدین منظور بررسی می‌شود که آیا در مناطقی که توسط مدل، مناسب زیست گونه پیش‌بینی شده است، گونه واقعا حضور دارد یا نه و به این ترتیب مدل ارزش‌گذاری می‌شود. برای این منظور ۲۰ نقطه‌ای که در ابتدا بطور تصادفی انتخاب شد، در پایان وارد مدل شدند. در صورتی که احتمال حضور گونه با توجه به معادله ۱ بزرگتر از ۰/۵ بود، نشان‌دهنده حضور گونه و میزان کمتر از ۰/۵ نشان‌دهنده عدم حضور گونه در نظر گرفته شد (۱). از ۲۰ نقطه، تنها ۲ نقطه با مدل هم‌خوانی نداشت (یعنی یک مورد در مناطقی که طبق مدل، زیستگاه مطلوب گونه تشخیص داده شده بود گونه حضور نداشت و در ۱ مورد در مناطقی که توسط مدل، نامطلوب پیش‌بینی شده بود گونه حضور داشت). همچنین به منظور معنی‌دار بودن یا عدم معنی‌دار بودن هم‌خوانی بین پیش‌بینی‌ها و مشاهدات مدل، از آزمون مربع کای در نرم‌افزار Minitab۱۴ استفاده شد، مقدار بدست آمده برابر ۱۰/۷۵۶ بود که از مقدار محاسبه شده در جدول مربع کای در سطوح ۱درصد و ۵ درصد با درجه آزادی ۱ بزرگتر بوده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بین زیستگاه گونه (حضور گونه) و متغیرهای پیش‌بینی کننده تاثیرگذار بر پراکندگی پایکا رابطه معنی‌داری برقرار است، در نتیجه مدل بدست آمده دارای قدرت پیش‌بینی بالا است و نتایج مشاهدات و پیش‌بینی‌های مدل در سطح معنی‌داری با یکدیگر هم‌خوانی دارند (جدول۵).

جدول ٥: محاسبه مربع کای در مرحله ارزیابی مدل

Chi-Sq = 10.756, df = 1, P-Value = 0.001

		پیش‌بینی		
		حضور (مثبت)	عدم حضور (منفی)	
واقعیت	حضور (مثبت)	(A)۱٤	(B)۱	۱٥
	عدم حضور (منفی)	(C)۱	(D)٤	٥
مجموع		۱٥	٥	۲۰

A: تعداد نقاطی که توسط مدل‌ها، حضور گونه پیش‌بینی شده و در واقعیت گونه حضور دارد.

B: تعداد نقاطی که توسط مدل‌ها، عدم حضور گونه پیش‌بینی شده و در واقعیت گونه حضور دارد.

C: تعداد نقاطی که توسط مدل‌ها، حضور گونه پیش‌بینی شده و در واقعیت گونه حضور ندارد.

D: تعداد نقاطی که توسط مدل‌ها، عدم حضور گونه پیش‌بینی شده و در واقعیت گونه حضور ندارد.

بحث

با توجه به نتایج حاصل از معیار آکایکه ۱۰ مدل از پارامترهای موثر بر پراکندگی پایکا در منطقه حفاظت شده لشگردر بهترین ترکیب را برای پیش‌بینی حضور و عدم حضور گونه ارائه کردند (جدول۳). از آنجا که مدل شماره ۱ نسبت به مدلهای ۲، ۳ و ۶ دارای تعداد پارامترهای محیطی بیشتری است قدرت بالاتری برای پیش‌بینی حضور گونه در منطقه را دارد. در نتیجه از این مدل جهت تفسیر پراکندگی گونه در منطقه استفاده شد (جدول ۳). معادله نهایی جهت مدل‌سازی زیستگاه انتخابی پایکای افغانی در منطقه حفاظت شده لشگردر بصورت زیر است:

Y_i=-۳۱۰/۶۷+ ۰/۰۸۲×ارتفاع +۵/۳۱× شیپ + ۰/۲۹۱ ×
-۹/۴۱× درصد خاک بون پوشش-۳/۰۹۲× درصد سنگریزه+ +جهت
۰/۵۴۳۶۰۰× درصد پوشش صخره‌ای

با توجه به مدل بالا برخی پارامترهای محیطی از قبیل: شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، میزان پوشش صخره‌ای تاثیر مثبت در حضور گونه دارند و پارامترهای میزان خاک بدون پوشش و پوشش سنگریزه‌ای با حضور گونه رابطه منفی دارند. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی زیستگاه به روش HEP نشان داد که ایستگاه‌های دره جنی، رومسه، چپ دره و قسمت انتهایی دره اول دارای بالاترین مطلوبیت زیستگاه برای پایکا است. این بخش‌ها دارای ارتفاع غالب بین ۲۱۰۰ تا ۲۳۰۰ متر دارای شیب غالب بیش از ۱۰ درجه و پوشش غالب صخره‌ای می‌باشند که صخره‌ها معمولاً با شیب بیش از ۳۰ درجه قرار می‌گیرند و فاصله بین آنها کمتر از ۰/۵ متر است. همچنین جهت غالب شیب در این بخش‌ها، شرقی و جنوبی است. سپس ایستگاه دره دوم و قسمت میانی دره اول که دارای طبقه شیب پایین‌تر و فاصله بیشتر بین صخره‌ها هستند، قرار می‌گیرند (جدول ۱ و ۲). با توجه به نتایج مدل‌های بدست آمده از روش HEP و رگرسیون منطقی دوتایی در این تحقیق و سایر تحقیقاتی که در مورد پایکاها صورت گرفته است (۹، ۱۰، ۱۱ و ۲۸)، مشخص می‌گردد که یکی از عوامل اصلی در انتخاب زیستگاه توسط پایکاها ساختار پوشش زمین است که در مورد این گونه پوشش صخره‌ای فاکتور کلیدی است.

پایکاها از صخره‌ها هم بعنوان لانه و گریزگاه در برابر شکارچیان استفاده می‌کنند (۱۱). بعلاوه بدلیل ساختار فیزیکی و حساسیت آنها به دما (۸، ۲۰، ۲۱ و ۲۸)، برای کاهش فشار صیادی و حفاظت حرارتی به صخره‌ها نیاز دارند (۱۰، ۱۱ و ۲۸). پایکاها دارای نرخ متابولیسم بالایی هستند بطوریکه در حالت استراحت دمای بدن آنها تنها ۳ درجه سانتیگراد با مرز بحرانی و کشنده فاصله دارد (۲۰ و ۲۵). با توجه به کنترل پایین پایکا در تنظیم تعادل دمایی بدن، از سازگاری‌های رفتاری برای تنظیم درجه حرارت بدن در فصول گرم استفاده می‌کنند. یکی از این سازگاری‌ها استفاده از سایه و شکاف‌های خنک بین صخره‌ها برای پایین آوردن درجه حرارت بدن است (۲۰ و ۲۵). لذا وقتی که برای تغذیه از یک صخره و شکاف‌های بین آن که لانه‌های پایکا می‌باشند، فاصله می‌گیرند، باید صخره‌ی دیگری برای پنهان شدن و فرار از صیادان موجود باشد تا بتوانند مسافت بیشتری برای تغذیه از گیاهان بیشتر و متنوع‌تری طی‌کنند. بنابراین وقتی که فاصله بین صخره‌ها زیاد باشد، پایکاها قادر به جابجایی زیاد نیستند، زیرا حرکت روی سطح خاک بواسطه پاهای کوتاه و پرزهای کف پا برای گونه مشکل است. همچنین از لحاظ تعادل دمایی در فصل گرم دچار مشکل می‌شوند. در نتیجه پایکای افغانی چنین زیستگاه‌هایی را ترجیح نمی‌دهد. در این تحقیق در مدل رگرسیون منطقی دوتایی زیاد بودن پوشش خاک‌لخت حاکی از فاصله بیشتر بین صخره‌ها است و همچنین در روش HEP، زیستگاه مطلوب پایکای افغانی دارای فاصله بین صخره‌ها کمر از ۰/۵ متر بود.

از آنجا که پایکاها بعنوان پستانداران علفخواری که اقدام به جمع‌آوری کپه‌های گیاهی می‌کنند، شناخته می‌شوند (۱۴) و ممکن است گونه‌های مختلف گیاهی را در مراحل مختلف رشد بدلیل میزان نیتروژن موجود در آنها انتخاب کنند (۲۳). لذا مناطق مرتفع را به علت تنوع گونه‌های گیاهی ترجیح می‌دهند. نقش دیگری که ارتفاع می‌تواند داشته باشد، تاثیر در میزان آب شدن برف است. البته در این مورد پارامتر جهت جغرافیایی نیز موثر است. نتایج تحقیقات Franken و Hik (۲۰۰۴) نشان داد که پارامتر جهت بر انتخاب مکان کلنی‌های جدید و ماندگاری پایکا در آنها موثر است بطوریکه پایکاها کلنی‌های جدید خود را در جهت جنوب غربی نسبت به شمال شرقی بیشتر تشکیل می‌دهند.

در مناطق مرتفع و دامنه‌هایی که نسبت به شمال جغرافیایی زاویه‌ی بیشتری دارند پوشش برف نسبت به مناطق کم ارتفاع‌تر و دامنه‌های رو به شمال که در معرض تابش مستقیم آفتاب هستند و دمای بالاتری دارند، دیرتر آب می‌شود. پوشش برف می‌تواند بعنوان عایقی گیاهی زیرین را از یخ‌زدگی محافظت کند، همچنین در بهار دیر آب شدن برفها در مناطق مرتفع و دامنه‌های جنوبی سبب رشد گونه‌های گیاهی مختلفی می‌شود و گیاهان را برای مدت زمان بیشتری سرسبز و آبدار نگه می‌دارد بنابراین، باعث جذب پایکاها به این مناطق می‌گردد. در نتیجه دو متغیر ارتفاع و جهت جغرافیایی، همان‌طور که در نمودار درختی روش HEP نشان داده شده است (نمودار ۱) علاوه بر پناه در تامین غذای پایکا هم موثر هستند.

نکته‌ای که باید در اینجا به آن پرداخته شود، این است که پارامتر ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی دارای درجه اهمیت کمتری نسبت به سایر پارامترهاست و این متغیرها بطور غیرمستقیم و در اثر تاثیر بر سایر پارامترها بر حضور گونه موثرند.

منفی بودن ضریب این دو پارامتر در غیاب سایر عوامل محیطی معنی‌دار برحضور گونه در برخی مدل‌های رگرسیون بیان کننده این مطلب است (جدول ۳). نتایج مشاهدات هم تایید کننده این مسئله هستند. در بازدیدهایی که در منطقه صورت گرفت در مناطق مرتفعی که بطور دائم در معرض تابش آفتاب بودند و میزان پوشش صخره‌ای کمتر داشتند یا فاصله بین صخره‌ها زیاد بود یا مناطق فاقد شیب مرتفع، مانند یال‌ها و قله‌ها پایکا و نمایه حضور پایکا مشاهده نشد این مسئله ضریب منفی پارامتر ارتفاع در مدل شماره ۳، ۵، ۶ و ۸ را توجیه می‌کند (جدول۳). این مسئله را می‌توان چنین تفسیرکرد که این دو متغیر از نظر اهمیت بعد از متغیرهای شیب و پوشش زمین قرار دارند و خود این پارامترها تاثیر مستقیمی مانند پارامتر پوشش صخره‌ای و شیب، بر حضور گونه ندارند. همچنین در مدل مطلوبیت در روش HEP نیز مطلوب زیستگاه پایکا در ارتفاع بیش از ۲۶۰۰ متر که پوشش صخره‌ای وجود نداشت مانند بخش بنه یا تعداد صخره‌ها کم بود و فاصله بین صخره‌ها زیاد بود (بیشتر از ۲/۵ متر)، بدلیل وجود خطر پرنده‌های شکاری از جمله عقاب و سارگپه‌ها و نبود پناه برای پایکا، ارتفاع و جهت اهمیت خود را از دست می‌دهند.

در این تحقیق نتیجه بدست آمده ارزیابی زیستگاه پایکا در هر دو مدل تشابه بالایی دارند، در واقع زیستگاه انتخابی پایکا در این منطقه با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری و مشاهداتی که طی مدت تحقیق صورت گرفت، دره‌ها و شیب‌های بالای ۳۰ درجه با صخره‌های بهم پیوسته که دارای درزها و شکاف‌های متعدد هستند، می‌باشد که این نتیجه با سایر تحقیقاتی که روی سایر گونه‌های پایکاهای صخره‌زی صورت گرفته است (۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۲۸) و همچنین با نتایج نوری (۱۳۹۰) که مطلوبیت زیستگاه این گونه در منطقه را با روش ENFA انجام داده، مشابه است (۵).

با توجه نتایج بدست آمده از دو مدل فوق می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که از جمله مزیت‌هایی که روش هپ به روش رگرسیون دارد این است که با تعداد معدودتر نقطه قادر است که مطلوبیت زیستگاه گونه را تعیین نماید و به این ترتیب می‌توان مطلوبیت زیستگاه گونه‌های کمیاب با تعداد کم مشاهده را تعیین نمود. مزیت‌های مدل رگرسیون منطقی دوتایی به روش HEP این است که متغیرهای رتبه‌ای را به خوبی متغیرهای پیوسته بکار می‌برد (۷). ولی در روش HEP نیاز به متغیرهای رتبه‌ای است که این خود تجربه‌ی بالایی نیاز دارد و ممکن است با خطا مواجه شود، همچنین مدل رگرسیون می‌تواند درصد احتمال حضور یک گونه را در یک مکان خاص پیش‌بینی کند. در نهایت با استفاده از دو روش ارزیابی زیستگاه می‌تواند محدودیت‌های یکدیگر را پوشش داد و نتایج کاملتری بدست آورد.

منابع

۱-بهادری‌خسروشاهی، ف.؛ علیزاده شعبانی، ا.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ عطارد، پ. و شریعتی م.، ۱۳۸۹. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کمرکولی جنگلی (*Sitta europaea*) در نیمرخ شمالی البرز. محیط زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)، سال ۶۳، شماره ۳، صفحات ۲۲۵ تا ۲۳۵.

۲-سلمان ماهینی، ع.، ۱۳۷۳. ارزیابی زیستگاه قوچ و میش در اندوختگاه زیست سپهر توران با تأکید بر کاربرد عکسهای ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۲۵۲ صفحه.

۳-کرمی،م.؛ کلانی، ن. و ریاضی، ب.، ۱۳۸۵. ارزیابی زیستگاه کفتار راه‌راه ایرانی (*Hyaena hyaena hyaena*) در پارک ملی خجیر و ارائه مدل مطلوبیت به روش HEP. مجله علوم محیطی، شماره ۷۷، صفحات ۱۱ تا ۸۶.

۴-منصوری، ج. و حسن‌زاده کیابی، ب.، ۱۳۸۲. بررسی وضعیت اکولوژی هوبره در ایران. محیط شناسی، سال ۲۹، شماره ۳۱، صفحات ۱۱ تا ۲۴.

۵-نوری، ز.، ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پایکا به روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی (ENFA) (مطالعه موردی منطقه حفاظت شده لشگردر، استان همدان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۵۴ صفحه.

۶-وارسته‌مرادی، ح.، ۱۳۸۹. ارزیابی زیستگاه دارکوب سرسرخ (*Dendorocopos medius*) در پارک ملی گلستان. مجله محیطزیست طبیعی، دوره ۶۳، شماره ۳، صفحات ۳۰۳ تا ۳۱۵.

7-Alizadeh Shabani, A., Mcarthur, L. and Abdollahian, M., 2009. Comparing different environmental variables in predictive models of bird distribution. Russian J. Ecol., 40:537–542.

8-Beever, E.A., Brussard, P.F. and Berger, J., 2003. Patterns of apparent extirpation among isolated populations of pikas (*Ochotona princeps*) in the Great Basin. J. Mamm., 84:37-54.

9-Bhattacharyya, S., Adhikari, B.S. and Gopal, S.R., 2009. Abundance of royle's pika (*Ochtona roylei*) along altitudinal gradient in uttarkhand, western Himalaya. Hystrix It. J. Mamm., Vol. 20, No. 2, pp.111-119.

10-**Bruggeman, J.B.. 2010.** Pilot study on factors affecting pika population In the north cascades ecosystem. Final report. Beartooth Wildlife Research, California Press, Berkeley, California, USA.

11-**Bunnell, S.D. and Johnson, D.R., 1974.** Physical factors affecting pika density and dispersal. J. Mamm., Vol. 55, No. 4, pp.866-869.

12-**Corsi, F., De Leeuw, J. and Skidmore, A., 2000.** Modeling species distribution with GIS. *In*: (L. Boitani & K. Fuller eds.) Research techniques in animal ecology: Controversies and consequences. Columbia University Press. New York, USA. pp.389-425.

13-**Craigheael, A., 2007.** Ultilizing habitat suitability models to predict the effects of global climate change on three different species of pika (family Ochotonidae). Final report to the *Alcea Toundation*. Craighead Environments Research Institute (CERI). 33P.

14-**Dearing, M.D., 1996.** Disparate determinants of summer and winter diet selection of a generalist herbivore, *Ochotona princeps*. Oecologia., 108:467-478.

15-**Engler, R., Guisan A. and Rechsteiner, L., 2004.** An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudoabsence data. J. Appl. Ecol., Vol. 41, No. 2, pp.263-274.

16-**Franken, R.J. and Hik, D.S., 2004.** Influence of habitat quality, patch size and connectivity oncolonization and extinction dynamics of collared pikas, *Ochotona collaris*. J. Anim. Ecol., 73:889-896.

17-**Hirzel, A., Helfer, V. and Metral, F., 2001.** Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecol. mode., 145:111-121.

18-**Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., 2000.** Applied logistic regression, 2nd edn. Wiley, New York, USA. 392P.

19-**Lobo, J., Jimenez-Valverde, A. and Hortal, J., 2010.** The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modeling. Ecogra., Vol. 33, No. 1, pp.103-114.

20-**MacArthur, R.A. and Wang, L.C.H., 1974.** Behavioral thermoregulation in the pika, *Ochotona princeps*: A field study using radio-telemetry. Canadian J. Zoo., 52:353-358.

21-**MacDonald, K. and Brown, J., 1992.** Using montane mammals to model extinctions due to global change. Conser. Biol,. 6:409-415.

22-**Minitab Statistical Software, 2000.** Minitab. Version 14.1, Pennsylvania State University, University Park, USA. www.minitab.com.

23-**Morrison, S.F., and Hik, D.S., 2008.** Discrimination of intra- and inter-specific forage quality by collared pikas (*Ochotona collaris*). Canadian J. Zoo., 86:456-461.

24-**Pearce, J. and Boyce, M., 2006.** Modeling distribution and abundance with presence-only data. The J. Appl. Ecol., Vol. 43, No. 3, pp.405-412.

25-**Smith, A.T., 1974.** The distribution and dispersal of pikas: Influences of behavior and climate. Ecol., 55:1368-1376.

26-**Statsoft, 2001.** Statistica. Version 6. StatSoft, Tulsa, Oklahoma, USA. www.statsoft.com

27-**Stevens, D.L. and Olsen, A.R., 2004.** Spatially balanced sampling of natural resources. Journal of the American Statistical Association, 99:262–278.

28-**Wei-Dong, L. and Smith, A., 2005.** Dramatic decline of the threatened Ili pika (*Ochotona Iliensis*) in Xinjiang, China. Oryx, Western Regional Climate Center. 39:30-34.