پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 4، شماره 8، پاییز و زمستان 1392، از صفحه 139 تا 148

مدل‌سازی زیستگاه کفچه‌مار (Naja naja oxiana) در پارک ملی گلستان

حسین وارسته مرادی*

استادیار گروه محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: 1390/8/28؛ تاریخ تصویب: 1392/11/21)

چکیده

با وجود تنوع ژنتیکی بالای مارها و اهمیت آن‌ها به‌عنوان صیادان رده بالا در بسیاری از اکوسیستم‌ها، بوم‌شناسی بسیاری از گونه‌های مار هنوز ناشناخته است. در تحقیق حاضر، استفاده خردزیستگاه و کلان‌زیستگاه کفچه‌مار در پارک ملی گلستان مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد 13متغیر خردزیستگاهی و کلان‌زیستگاهی به همراه داده‌های حضور و عدم حضور گونه در هر یک از 101 پلات نمونه‌برداری ثبت شد. پلات‌های نمونه‌برداری به ابعاد 12 × 12 متر و به تعداد 2 بار به ازای هر نقطه حضور تشکیل شد. بر این اساس، تعداد 53 پلات حضور و به همین تعداد پلات عدم حضور در فصل بهار و تعداد 48 پلات حضور و به همین تعداد پلات عدم حضور در فصل تابستان برداشت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر مبنای رگرسیون منطقی دوگانی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که پارامترهای زیستگاهی شامل میزان شیب، سطح پوشش سنگی و ارتفاع از سطح دریا مؤثرترین متغیرهای اثرگذار بر حضور گونه در فصل بهار هستند و متغیرهای سطح پوشش سنگی، میزان شیب و تراکم ساقه‌های چوبی مؤثرترین متغیرهای اثرگذار بر حضور کفچه‌مار در فصل تابستان می‌باشند. زیستگاه‌های استپی با مشخصاتی همانند درصد شیب پایین، ارتفاع کم، سطح پوشش سنگی و تراکم ساقه‌های چوبی بیشتر، در پارک ملی گلستان قابلیت پشتیبانی از کفچه‌مار را دارند.

کلید واژه‌ها: پارک ملی گلستان، رگرسیون منطقی، کفچه‌مار، مطلوب بودن زیستگاه

* نویسنده مسوول: Email: hvarasteh2009@yahoo.com

سرآغاز

شناخت عوامل موٴثر در انتخاب زیستگاه توسط یک گونه از مهم‌ترین ضرورت‌های مدیریت صحیح گونه‌های حیات‌وحش محسوب می‌شود. در حال حاضر، عمده‌ترین بخش تخریب‌های محیط‌زیستی متوجه زیستگاه‌هاست. بنابراین، تلاش در جهت شناخت و مدیریت صحیح آن‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. زیستگاه مطلوب تأثیر مهمی بر بقا و تولید مثل گونه‌ها دارد و در نتیجه در امر مدیریت و حفاظت حیات‌وحش مورد توجه بیشتری قرار می‌گیرد. ارزیابی و مدل‌سازی، به‌عنوان یک راه حل عملی برای رسیدن به این هدف است. روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال 1970 تاکنون به سرعت در مدیریت حیات‌وحش مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده‌اند (Bartoszewicz et al., 2008). امروزه نابودی زیستگاه یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده گونه‌ها محسوب می‌شود به‌طوری‌که حدود 30 درصد انقراض گونه‌ها به تخریب و انهدام زیستگاه‌های حیات‌وحش نسبت داده شده است. بنابراین، زیستگاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بوم‌شناختی در حفاظت از گونه‌ها مطرح است (کرمی و همکاران، 1385).

در دهه‌های اخیر تحقیقات بوم‌شناختی وسیعی روی مارها صورت گرفته است. با این حال، بسیاری از تبارهای این خزندگان هنوز به‌درستی مطالعه نشده است. شاید بدون اغراق بتوان گفت که یکی از آرایه‌های مارها که بررسی‌های چندانی روی آن آن جام نگرفته، مارهای بسیار سمی و خطرناک باشد. از طرف دیگر، چنین جانورانی دارای تراکم پایینی هستند و بررسی میدانی بر روی آنها دشوار است. مارهای کبرا و از جمله وابستگان آن‌ها مانند کفچه‌مار دارای چنین مشکلات مطالعاتی هستند. هر چند گونه‌های جنس Naja به‌طور گسترده‌ای در آسیا و افریقا پراکنده هستند، ولی به‌جز برخی اطلاعات پایه‌ای به‌دست آمده از نمونه‌های برداشت شده (Broadley & Wuster, 1998)، تنها اطلاعات بوم‌شناختی از بررسی‌های میدانه‌ای توسط Luiselli در افریقا به‌دست آمده است (Luiselli & Angelici, 2000) .

با وجود پیشرفت‌های اخیر در مطالعات بوم‌شناسی مارها، هنوز اطلاعات اندکی در مورد بسیاری از جنبه‌های تاریخ طبیعی شامل انتخاب زیستگاه بسیاری از گونه‌ها وجود دارد. بسیاری از گونه‌های مار در حال کاهش جمعیت هستند و عقیده بر این است که از دست رفتن زیستگاه عامل عمده‌ای در این کاهش است (Gibbons et al., 2000). تلاش‌های حفاظتی اغلب به دلیل کمبود اطلاعات مربوط به نیازمندی‌های زیستگاهی گونه‌ها دچار مشکل می‌شود. الگوهای انتخاب زیستگاه و ویژگی‌های خُردزیستگاهی و کلان‌زیستگاهی جنبه‌های بی‌شماری از بوم‌شناسی مارها مانند تنظیم دمای بدن (Cunnington & Cebek, 2005)، اجتناب از صیادان (Shine et al., 2000)، قابلیت دسترسی به غذا (Heard et al., 2004)، تولیدمثل (Shine, 2003)، بقا (Masden & Shine, 1998)، رفتار مرتبط با تغذیه جانور (Lind & Welsh, 1994) و روابط متقابل صید و صیاد (Weatherhead & Blouin- Demers, 2004) را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شناخت همبسته‌های زیستگاهی جهت تشخیص و دوام نیازمندی‌های ضروری زیستگاهی برای حفاظت موفقیت‌آمیز از مارها ضروری است. مطالعه حاضر بر روی عوامل مؤثر در انتخاب زیستگاه کفچه‌مار در پارک ملی گلستان با استفاده از روش رگرسیون منطقی متمرکز است. دیدگاه استفاده از رگرسیون منطقی برای ارزیابی زیستگاه مارها توسط برخی از محققان از جمله (Brito, 2003; Cross & Peterson, 2001) مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به انتشار محدود این گونه در ایران و جهان، اطلاعات اندکی در مورد بوم‌شناسی این گونه وجود دارد و تا کنون مطالعه‌ای بر روی ارزیابی زیستگاه این گونه در ایران صورت نگرفته است. هدف این تحقیق، مطالعه پارامترهای زیستگاهی مؤثر در انتخاب زیستگاه توسط کفچه‌مار است. از آن جا که کفچه‌مار جزء گونه‌هایی است که تنها انتشار محدودی در شرق و شمال‌شرق کشور دارد، بنابراین اطلاع از وضعیت زیستی آن کمک مؤثری در جهت حفاظت این گونه خواهد بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پارک ملی گلستان با مساحتی بالغ بر 87402 هکتار در استان‌های گلستان، خراسان شمالی و سمنان و در منتهی‌الیه شرقی جنگل‌های خزری قرار دارد (درویش‌صفت، 1385). نقطه شروع پارک از روستای تنگراه در 145 کیلومتری شمال‌شرق گرگان در غرب، تا پمپ‌بنزین عرب‌شیبانی در 120 کیلومتری

غرب بجنورد در شرق و در امتداد جاده گرگان- مشهد قرار دارد (حسن‌زاده کیابی و همکاران، 1372) و منطقه‌ای است کوهستانی با دامنه ارتفاعی 450 تا 2411 متر از سطح دریا. این منطقه تنها زیستگاه امن باقی‌مانده برای بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش است (وارسته مرادی، 1384). این پارک شرقی‌ترین محدوده بیوم هیرکانی در کشور ایران بوده و از معدود زیستگاه‌های طبیعی کشور محسوب می‌شود (وارسته مرادی، 1383).

معرفی گونه

مارها با داشتن بیش از 2900 گونه، دومین گروه بزرگ خزندگان زنده از نظر تعداد گونه هستند و در همه قاره‌های جهان به‌جز قطب جنوب با گسترش وسیعی به داخل دریاها وجود دارند (Zug et al., 2001). از لحاظ تاکسونومی، مارها در رده خزندگان طبقه‌بندی می‌شوند. در این رده، مارها به‌سبب داشتن دو جفت حفره گیجگاهی، جزء زیررده Lepidosauria به‌شمار می‌روند. این زیررده به‌طورکلی شامل دو راسته است، راسته‌ای به نام Rhynchocephalia که در برگیرنده تنها یک گونه زنده به‌نام Sphenodon punctatum و راسته دیگر به‌نام Squamata یا خزندگان فلس‌دار است. اعضای این راسته شامل زیر راسته سوسمارها (Sauria)، زیر راسته مارها (Ophidia) و زیر راسته سوسمارهای کرمی‌شکل (Amphisbaenia) هستند (رستگار پویانی و همکاران، 1385).

کفچه‌مار با نام علمی Naja naja oxiana دارای مردمک چشم گرد و متمایل به بیضی، در مار زنده گردن به شکل کفچه، اندازه پولک‌های بین بینی برابر یا کمی کوتاه‌تر از پولک‌های جلوی پیشانی، دارای یک پولک جلو چشمی و سه پولک عقب چشمی، لب بالا دارای 7 پولک و لب پائین 8 پولک (سومین و چهارمین پولک لب بالا متصل به چشم) پولک‌های گیجگاهی 3+2 یا 4+2 عدد، پولک‌های سطح پشتی صاف، کم و بیش زیگزاک مانند و در 21 ردیف، پولک‌های سطح شکمی 192 تا 206 و سطح زیرین دم 51 تا 70 عدد، و پولک مخرجی منفرد است. بدن به رنگ زرد تیره یا قهوه‌ای کم رنگ بدون خال یا نقوش مشخص، دارای یک یا چند حلقه تیره رنگ در قسمت قدامی سطح شکمی و نوزادان دارای حلقه‌های تیره رنگ در سرتاسر بدن هستند. زیستگاه آن‌ها صخره‌ها، لابه‌لای سنگ‌ها، بوته‌ها، و علف‌زارهاست. در مناطق مجاور دریای خزر، ترکمنستان، ازبکستان، تاجیکستان، افغانستان، ایران، کشمیر، پنجاب، شمال و شمال‌شرقی بلوچستان و در استان‌های خراسان، مازندران، گلستان، و سمنان پراکندگی دارد (لطیفی، 1379).

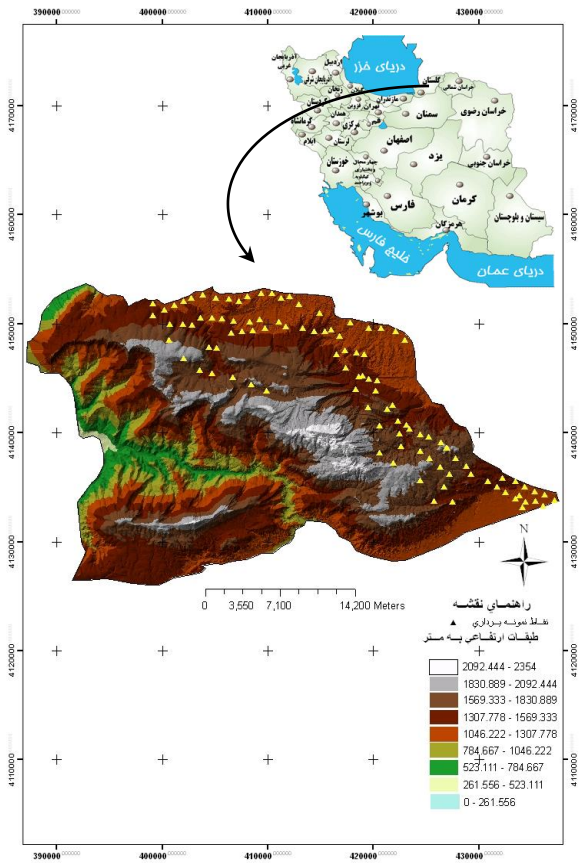
روش پژوهش

نمونه‌برداری از کفچه‌مار و فاکتورهای محیط‌زیستی

به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در پارک ملی گلستان، نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان 1389به‌روش مشاهده در پلات انجام پذیرفت. در پژوهش حاضر، جهت تعیین مکان‌های حضور کفچه‌مار در مناطق استپی شرق و شمال‌شرق پارک از یکی از محیط‌بانان با تجربه منطقه استفاده شد. پس از یافتن گونه مورد نظر، نقطه حضور بر روی نقشه ثبت شد و متغیرهای محیط‌زیستی مورد نظر در محدوده یک پلات چهارگوش به ابعاد 12×12 متر (Walting & Donnelly, 2008) به مرکزیت نقطه حضور برداشت شد. به‌منظور برداشت نقاط عدم حضور، از محل نقطه حضور در جهتی تصادفی و تا جایی که تیپ متغیرهای زیستگاهی متفاوت از نقطه حضور به‌نظر بیاید، حرکت نموده و سپس این محل به‌خوبی مورد جستجو قرار گرفت تا از عدم حضور گونه در آن اطمینان حاصل شود. در صورت یافت نشدن گونه در محل مورد نظر، نقطه به‌عنوان نقطه عدم حضور ثبت شد. بر این اساس، 53 پلات حضور و 53 پلات عدم حضور در فصل بهار و 48 پلات حضور و همین تعداد پلات عدم حضور در فصل تابستان برداشت شد (شکل 1).

13 فاکتور محیط‌زیستی که مهم‌ترین نقش را در تعیین مطلوب بودن زیستگاه کفچه‌مار داشتند، جهت مدل‌سازی انتخاب زیستگاه در هر یک از پلات‌های نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. این فاکتورها عبارت بودند از: ارتفاع از سطح دریا (ELV)، فاصله تا منابع آبی (DST-RV) فاصله تا جاده (DST-RD)، سطح پوشش گیاهان پشته‌ای (CHM) شامل گیاهانی با ارتفاع 15 تا 40 سانتی‌متر، مانند گون‌ها و کلاه میرحسن، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند (HHG) شامل گیاهانی با ارتفاع 20 تا 80 سانتی‌متر و با سطح پوششی به نسبت کم، سطح پوشش گیاهان علفی بلند (GHG) شامل گیاهانی با ارتفاع 20 تا 60 سانتی‌متر که هر پایه از آن‌ها سطح بسیار اندکی از زمین را

پوشش می‌دهند. مانند: گندمیان، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه (HLW) شامل گیاهانی با ارتفاع 10 تا 30 سانتی‌متر که هر پایه از آنها دارای گستردگی به نسبت زیاد بر روی زمین هستند. مانند: درمنه، آویشن، و بومادران، میزان پوشش سنگ بر روی زمین (STN) شامل قطعات سنگی بزرگ‌تر از 10 سانتی‌متر، فاصله تا تخته سنگ (MDR) یعنی میانگین فاصله (m) تا نزدیک‌ترین تخته سنگ، تراکم ساقه‌های چوبی (WSD) یعنی تعداد کل ساقه‌های چوبی، ارتفاع ساقه‌های چوبی (WSH) یعنی ارتفاع (Cm) بلندترین ساقه چوبی، درصد شیب (SLP) و جهت شیب (Morrison et al., 2006) (ASP).



شکل (1): نقشه TIN پارک ملی گلستان و پلات‌های نمونه‌برداری از کفچه‌مار

تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش رگرسیون منطقی به‌منظور مدل‌سازی رابطه بین متغیر وابسته رسته‌ای دوتایی و یک یا چند متغیر محیط‌زیستی مستقل به‌کار می‌رود. در این روش به طورکلی تخطی از فرضیه‌ها کمتر صورت می‌گیرد و نیازی نیست که متغیرهای پیش‌بینی‌کننده دارای توزیع نرمال باشند یا ارتباط خطی و یا واریانس درون‌گروهی برابر داشته باشند (Alizadeh, 2006). رگرسیون منطقی روشی است قدرتمند و متغیرهای رتبه‌ای را به‌خوبی متغیرهای پیوسته به‌کار می‌برد. همچنین ضرایب این مدل، به‌خوبی قابل تفسیر هستند (Alizadeh, 2006). به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین سری متغیرهای محیطی پیش‌بینی‌کننده، از روش نمایه آکایکه AIC استفاده شد. بدین‌منظور متغیرهای محیطی وارد نمایه آکایکه شدند و سپس سری متغیرهایی که اختلاف آکایکه (ΔAIC) آنها کمتر از 2 بود، به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مدل انتخاب شدند. در مرحله بعد، سری متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مدل وارد رابطه رگرسیون منطقی دوتایی شدند. در معادله شماره (1) رابطه مدلی که برای پیش‌بینی حضور گونه به‌کار می‌رود، نمایش داده شده است:

$$Y_i = \beta_{0i} + \beta_{1i}x_{1i} + \beta_{2i}x_{2i} + ... + \beta_{(p-1)i}x_{(p-1)i} + \varepsilon_i$$ (معادله شماره 1)

در این معادله Yi برابر با ارزش پیش‌بینی‌کننده خطی گونه i، β_{0i} ضریب ثابت معادله، β_{1i} تا $\beta_{(p-1)i}$ ضرایب رگرسیون و x_{1i} تا $x_{(p-1)i}$ ارزش هر یک از متغیرها می‌باشند. ضریب ثابت و ضرایب متغیرها توسط واردسازی متغیرها به نرم‌افزار Minitab محاسبه شدند و به‌طورکلی، به‌دلیل ثابت بودن واریانس خطا از روش کمترین مربعات وزنی جهت محاسبه این نوع متغیرها استفاده شد. در پژوهش حاضر، برای انتخاب متغیرهای اثرگذار در حضور و یا عدم‌حضور کفچه‌مار، تمام متغیرها به‌طور مجزا وارد رگرسیون منطقی دوگانی شده و متغیرهایی که رابطه منطقی برقرار ننمودند ($p \geq 0/05$) از روند محاسبه‌ها حذف شدند.

یکی از روش‌های مناسب به‌منظور بررسی میزان دقت مدل رگرسیون منطقی، استفاده از آزمون G است. در این آزمون، انحراف بین مدل اصلی با مدلی که تمام ضرایب آن صفر فرض شده است، محاسبه می‌گردد. مناسب‌ترین مدل دارای بیشترین انحراف می‌باشد. آزمون G دارای توزیع مربع کای با درجه آزادی n-1 می‌باشد (n برابر با تعداد کل متغیرها در مدل است). فرضیه صفر این آزمون شیب رگرسیون منطقی را صفر در نظر می‌گیرد. آزمون‌های Pearson، Deviance و Hosmer-Lemeshow به‌منظور ارزیابی نحوه توصیف داده‌ها توسط مدل (نیکویی

برازش) استفاده می‌شود. ارزش P کمتر از 0/05 این آزمون‌ها به این مفهوم است که داده‌های مشاهده شده و داده‌هایی که توسط مدل پیش‌بینی شده‌اند، با یکدیگر همخوانی ندارند و توصیف داده‌ها توسط مدل صحیح نیست و برعکس.

در این پژوهش، به‌منظور آن جام محاسبه‌های مربوط به مدل رگرسیون منطقی، از نرم‌افزارهای Minitab15 و Statistica 6استفاده شد. اجرای مدل رگرسیون منطقی دوتایی در نرم‌افزار Minitab صورت گرفت و محاسبه‌های مربوط به انتخاب بهترین مدل توسط معیار آکایکه در نرم‌افزار Statistica انجام پذیرفت. همچنین، به‌منظور نمایش نقاط نمونه‌برداری و ارایه سایر نقشه‌ها، از نرم‌افزار ArcGIS 9.2 استفاده شد.

یافته‌ها

انتخاب متغیرهای پیش‌بینی‌کننده

جهت انتخاب مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در حضور و عدم حضور کفچه‌مار، تک‌تک متغیرهای محیطزیستی به‌طور جداگانه وارد رگرسیون منطقی دوگانی شده و در صورت معنی‌دار نبودن ($p\geq 0/05$) از روند محاسبه‌ها حذف گردیدند. متغیرهای معنی‌دار شامل: ارتفاع از سطح دریا (ELV)، فاصله تا جاده (DST-RD)، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند (HHG) شامل گیاهانی با ارتفاع 20 تا 80 سانتی‌متر و با سطح پوششی به نسبت کم، سطح پوشش گیاهان علفی بلند (GHG) شامل گیاهانی با ارتفاع 20 تا 60 سانتی‌متر که هر پایه از آن‌ها سطح بسیار اندکی از زمین را پوشش می‌دهند. مانند: گندمیان، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه (HLW) شامل گیاهانی با ارتفاع 10 تا 30 سانتی‌متر که هر پایه از آن‌ها دارای گستردگی به نسبت زیاد بر روی زمین هستند. مانند: درمنه، آویشن، و بومادران، میزان پوشش سنگ بر روی زمین (STN) شامل قطعات سنگی بزرگتر از 10 سانتی‌متر، فاصله تا تخته سنگ (MDR) یعنی میانگین فاصله (m) تا نزدیک‌ترین تخته سنگ، تراکم ساقه‌های چوبی (WSD) یعنی تعداد کل ساقه‌های چوبی و درصد شیب (SLP) بودند.

به‌منظور انتخاب بهترین مدل برازش شده انتخاب زیستگاه، از روش نمایه آکایکه AIC استفاده شد. نتایج حاصل از نمایه‌های آکایکه به‌دست آمده، نشان می‌دهد که 3 گروه از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده برای فصل بهار و 3 گروه از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده برای فصل تابستان دارای اختلاف آکایکه کمتر از 2 می‌باشند و در نتیجه می‌توانند به‌عنوان مناسب‌ترین مدل در ارزیابی زیستگاه کفچه‌مار به‌کار روند. معادله‌های (2 الی 7)، رابطه رگرسیونی هر یک از مدل‌ها را نشان می‌دهد (جدول‌های 1 تا 3).

جدول (1): نتایج حاصل از نمایه آکایکه جهت گزینش بهترین مدل‌های انتخاب زیستگاه توسط کفچه‌مار در فصل بهار (اعداد مربوط به هر متغیر در ستون متغیرهای پیش‌بینی‌کننده نشان‌گر ضریب رگرسیونی آن متغیر است.

شماره مدل	متغیرهای پیش‌بینی‌کننده									درجه آزادی	AIC	ΔAIC	P
	ارتفاع	درصد شیب	تراکم ساقه‌های چوبی	فاصله تا تخته سنگ	فاصله تا جاده	سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند	سطح پوشش گیاهان علفی بلند	سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه	میزان پوشش سنگ بر روی زمین				
1	-	−0/223	0/09	−0/007	0/005	0/001	0/002	0/000	0/207	8	124/6123	0/000	0/000
2	-	−1/53	-	-	0/009	0/009	0/006	0/000	0/193	6	125/7236	1/1113	0/000
3	−0/006	−0/186	0/043	−0/006	0/003	0/000	0/003	0/001	0/169	9	126/4392	1/8269	0/000

معادله مدل اول- فصل بهار (معادله 2):

Y_i - = 024/6 – 223/0 (شیب) + 09/0 (تراکم ساقه‌های چوبی) – 0/ (فاصله تخته سنگ) 007 + 005/0 (فاصله تا جاده)+ 0/001) (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند + 002/0 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند) + 0/000) (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + 0/ (پوشش سنگ بر روی زمین)207

معادله مدل دوم- فصل بهار (معادله 3):

Y_i - = 924/5 – 53/1 (شیب) + 0/009 (فاصله تا جاده) + 0/009 (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند) + 006/0 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند) + 0/000) (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + 0/ (پوشش سنگ بر روی زمین)169

معادله مدل سوم- فصل بهار (معادله 4):

Y_i - = 743/1 – 006/0 (ارتفاع) – 186/0 (شیب) + 043/0 (تراکم ساقه‌های چوبی)– 0/006 (فاصله تخته سنگ) +003/0 (فاصله تا جاده)+ (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند)0/001 + 003/0 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند)+0/001 (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + 0/(پوشش سنگ بر روی زمین)193

جدول (2): نتایج حاصل از نمایه آکایکه جهت گزینش بهترین مدل‌های انتخاب زیستگاه توسط کفچه‌مار در فصل تابستان (اعداد مربوط به هر متغیر در ستون متغیرهای پیش‌بینی‌کننده نشانگر ضریب رگرسیونی آن متغیر است.

شماره مدل	متغیرهای پیش‌بینی‌کننده									درجه آزادی	AIC	ΔAIC	P
	ارتفاع	درصد شیب	تراکم ساقه‌های چوبی	فاصله تا تخته سنگ	فاصله تا جاده	سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند	سطح پوشش گیاهان علفی بلند	سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه	میزان پوشش سنگ بر روی زمین				
4	-0/018	–	0/089	–	0/002	–	–	0/001	0/093	5	247/0341	0/000	0/00
5	0-/009	–	0/054	–	0/006	–	0/008	0/000	0/102	6	248/6123	1/0341	0/00
6	-0/020	-0/064	–	-0 /008	0/002	0/000	0/004	0/00	0/098	8	248/9012	1/7981	0/00

معادله مدل چهارم- فصل تابستان (معادله 5):

Y_i = 24/09 – 018/0 (ارتفاع) + 089/0 (تراکم ساقه‌های چوبی) + 002/0 (فاصله تا جاده) + 0/001 (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + 0/(پوشش سنگ بر روی زمین)093

معادله مدل پنجم- فصل تابستان (معادله 6):

Y_i = 31/78 – 009/0 (ارتفاع) + 054/0 (تراکم ساقه‌های چوبی) + 006/0 (فاصله تا جاده) + 008/0 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند) + 0/001) (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + 0/(پوشش سنگ بر روی زمین)102

معادله مدل ششم- فصل تابستان (معادله 7):

Y_i = 33/06 – 020/0 (ارتفاع) – 064/0 (شیب) – (فاصله تخته سنگ) 0/008 + 002/0 (فاصله تا جاده)+ 0/00 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند) +004/0 (سطح پوشش گیاهان علفی بلند) 0/00–) (سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه + (پوشش سنگ بر روی زمین) 0/098

آزمون سنجش مدل

به‌منظور بررسی دقت مدل رگرسیون منطقی، از آزمون G استفاده شد. مقادیر P=0/00 آزمون G در هر سه مدل و در هر یک از فصول بهار و تابستان نشان‌گر این است که وارد نمودن متغیرهای محیط‌زیستی مورد بحث، قدرت پیش‌بینی مدل حضور و عدم حضور کفچه‌مار را افزایش می‌دهد. به‌عبارت دیگر، می‌توان بیان نمود که شواهد کافی مبنی بر مخالف صفر بودن حداقل یکی از ضرایب وجود دارد و به این ترتیب فرضیه صفر رد می‌شود. در نتیجه، متغیرهای مورد نظر می‌توانند اطلاعات

مناسبی از پراکنش کفچه‌مار در پارک ملی گلستان فراهم نمایند. نتایج آزمون G مدل‌های نهایی برای هر یک از فصول بهار و تابستان در جدول (3)، ارایه شده‌است.

همچنین آزمون‌های Pearson، Deviance و Hosmer-Lemeshow به‌منظور ارزیابی نحوه توصیف داده‌ها توسط مدل (نیکویی برازش) استفاده شدند. براساس نتایج آزمون‌های نیکویی

آزمون‌های نیکویی برازش

جدول (3): نتایج حاصل از آزمون G برای 3 مدل انتخاب زیستگاه بهاره توسط کفچه‌مار در پارک ملی گلستان

مدل	بیشینه احتمالی	آزمون آماره G	درجه آزادی	مقدار P
مدل‌های بهاره				
1	-16/361	102/963	8	0/00
2	-15/821	102/431	6	0/00
3	-15/128	103/994	9	0/00
مدل‌های تابستانه				
4	-21/916	69/470	5	0/00
5	-21/874	69/497	6	0/00
6	-21/831	69/512	8	0/00

جدول (4): نتایج آزمون‌های Pearson، Deviance و Hosmer-Lemeshow در دو فصل بهار و تابستان روی کفچه‌مار در پارک ملی گلستان

مدل	روش	مربع کای	درجه آزادی	p
فصل بهار				
مدل 1	Pearson	36/702	94	1/00
	Deviance	31/330	94	1/00
	Hosmer-Lemeshow	2/779	8	0/998
مدل 2	Pearson	40/432	92	1/00
	Deviance	35/709	92	1/00
	Hosmer-Lemeshow	3/31	8	0/991
مدل 3	Pearson	32/921	95	1/00
	Deviance	36/334	95	1/00
	Hosmer-Lemeshow	1/178	8	0/993
فصل تابستان				
مدل 4	Pearson	37/651	88	0/991
	Deviance	41/531	88	0/996
	Hosmer-Lemeshow	2/870	6	0/990
مدل5	Pearson	31/301	86	0/994
	Deviance	34/470	86	0/997
	Hosmer-Lemeshow	1/211	8	0/992
مدل 6	Pearson	39/664	86	1/00
	Deviance	42/971	86	1/00
	Hosmer-Lemeshow	2/691	8	0/991

برازش، مدل‌های به‌دست‌آمده ارزش P بالایی(p=1) دارند که نشان‌دهنده تناسب قابل قبول داده‌ها با مدل‌هاست (جدول 4).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعـه، برای هر یک از فصول بهار و تابستان 3 دسته از

متغیرهای محیطی بهترین ترکیب از متغیرها را برای پیش‌بینی حضور و عدم حضور کفچه‌مار ارایه نمودند. مطابق جدول (3)، در فصل بهار در سه مدل مورد بررسی به‌ترتیب بیشترین ارزش را مدل سوم، اول و دوم داشت. همچنین بر اساس جدول (1)، از سه مدل نهایی به‌دست آمده، مدل سوم دارای 9 متغیر توصیف‌کننده مطلوب بودن زیستگاه بود. در انتخاب مدل نهایی، مدلی که دارای بیشترین تعداد متغیر باشد، ارجح‌تر است. در نتیجه مدل شماره 3، بیشترین قدرت پیش‌بینی را برای فصل بهار داشته و بنابراین بهترین مدل می‌باشد. مدل شماره 1 (جدول 1)، نشان می‌دهد که متغیرهای تراکم ساقه‌های چوبی، فاصله تا جاده، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند، سطح پوشش گیاهان علفی بلند، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه و پوشش سنگ بر روی زمین در حضور گونه نقش مثبت دارند. متغیرهای فاصله تا تخته سنگ و شیب دارای ضریب منفی بوده و به این ترتیب افزایش این متغیر، احتمال حضور گونه را کاهش می‌دهد. مدل دوم، مشابه مدل اول بود. تنها با این تفاوت که متغیرهای تراکم ساقه‌های چوبی و فاصله تا تخته سنگ وارد معادله نشد. در مدل سوم، علاوه بر متغیرهای مدل اول، فاکتور محیط‌زیستی ارتفاع نیز وارد معادله شد که نشان‌دهنده رابطه منفی بین حضور کفچه‌مار با ارتفاع است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، به استثنای متغیر ارتفاع از سطح دریا، شیب و فاصله تا تخته سنگ، تمامی متغیرهای این دسته دارای ضریب مثبت هستند. به این معنی که در حضور گونه نقش مثبت دارند و افزایش این متغیرها احتمال حضور گونه را افزایش می‌دهد. متغیر ارتفاع از سطح دریا و فاصله تا تخته سنگ دارای ضریب ناچیز منفی است که نشان‌دهنده انتخاب مناطق کم‌ارتفاع و نیز عدم تمایل این گونه به دور شدن از تخته‌سنگ‌ها به‌عنوان محلی برای اختفا و استراحت در فصل بهار است. متغیر شیب دارای ضریب بالای منفی است که نشان‌دهنده انتخاب زیستگاه‌های با شیب ملایم توسط کفچه‌مار است. (Lagory et al., 2009) حضور مارها در زیستگاه‌هایی با شیب ملایم را به دلیل به حداقل رساندن مصرف انرژی هنگام تحرک جان‌دار دانستند. در پارک ملی گلستان نیز همبستگی منفی کفچه‌مارها در فصل بهار و تابستان با درصد شیب، مؤید نظریه فوق است.

همچنین متغیرهای سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند، علفی بلند و علفی پوششی کوتاه، فاصله تا جاده و تراکم ساقه‌های چوبی دارای ضرایب بسیار ناچیزی هستند و نقش اندکی در حضور گونه خواهند داشت. نقش مثبت متغیر سطح پوشش سنگی که دارای بیشترین مقدار ضریب می‌باشند، نشان‌دهنده وابستگی کفچه‌مار به این متغیر در این فصل از سال است. در واقع این گونه پس از گذراندن خواب زمستانی و به‌علت ضعف ناشی از عدم تغذیه، نیاز به پنهان شدن در میان سنگ‌ها دارد. از طرف دیگر، همانند تمام موجودات خونسرد، دمای بدن مارها به طور مستقیم با دمای به‌دست آمده از محیط فیزیکی تعیین می‌شود. بنابراین، تنظیم دمای بدن یک عامل مهم و اولیه در انتخاب زیستگاه خواهد بود (Seigel & Collins, 1993). به‌نظر می‌رسد که مشاهده‌های ما از حضور کفچه‌مارها در اطراف تخته‌سنگ‌ها و واریزه‌ها در جهت تأمین حرارت مورد نیاز بدن آن‌ها باشد. بررسی‌های دیگر نیز پشتیبانی‌کننده نظریه تنظیم دمای بدن از طریق دریافت آن از پوشش سنگی و واریزه‌ای سطح زمین است (Blouin- Demers & Weatherhead, 2001; Row & Blouin-Demers, 2006).

ضرایب مثبت سطح پوششی گیاهان پشته‌ای، گیاهان علفی بلند و گیاهان علفی پوششی کوتاه، نشان‌دهنده نقش مثبت این گیاهان به‌عنوان پناه برای گونه است. پوشش علفی سطح زمین خُردزیستگاه تغذیه‌ای مورد علاقه مارهاست. در حقیقت هنگامی که این جانوران صید سریع خود را شکار می‌کنند، پوشش علفی بلند، قابلیت مشاهده آن‌ها توسط طعمه را کاهش می‌دهد (Luiselli, 2006). ساختار بدنی و بوم‌شناسی مارهای کبرا و از جمله کفچه‌مارها در جهت صید مارمولک‌های روزفعال سازگاری یافته است. براساس یافته‌های (Luiselli, 2006) انتخاب مکان‌های استراحت مارها تصادفی نبوده بلکه تحت تأثیر توزیع مکانی طعمه مورد علاقه آن‌ها (همبستگی مثبت حضور مارها با مارمولک‌ها) و احتمال کارایی صید طعمه (همبستگی مثبت با زیستگاه با پوشش علفی، با وجود عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین این زیستگاه با حضور مارمولک‌ها) بوده است. این عدم انتخاب تصادفی زیستگاه و خُردزیستگاه توسط جانور را می‌توان در گزارش‌های (Shine et al., 2003) نیز مشاهده نمود. به

یقین انتخاب زیستگاه توسط مارها تنها وابسته به موضوع تغذیه نبوده بلکه به استراتژی‌های ضدصیادی، حرارتی و تولیدمثلی نیز بستگی دارد (Pringle et al., 2003).

در فصل تابستان، در سه مدل مورد بررسی به ترتیب بیشترین ارزش را مدل ششم، پنجم و چهارم داشت (جدول 3). همچنین براساس جدول (2)، از سه مدل نهایی به‌دست آمده، مدل ششم دارای 8 متغیر توصیف‌کننده مطلوب بودن زیستگاه بود. در نتیجه مدل شماره (6) بیشترین قدرت پیش‌بینی را برای فصل تابستان داشته و بنابراین بهترین مدل می‌باشد. مدل شماره (4) (جدول 2)، نشان می‌دهد که تراکم ساقه‌های چوبی، فاصله تا جاده، سطح پوشش گیاهان علفی پوششی کوتاه و پوشش سنگ بر روی زمین، در حضور گونه نقش مثبت دارند. متغیر ارتفاع دارای ضریب منفی بوده و به این ترتیب افزایش این متغیر احتمال حضور گونه را کاهش می‌دهد. مدل شماره (5)، مشابه مدل (4) بود. تنها با این تفاوت که متغیر سطح پوشش گیاهان علفی بلند نیز وارد معادله شد. در مدل ششم، علاوه بر متغیرهای مدل اول، فاکتورهای محیط‌زیستی سطح پوشش گیاهان علفی پوششی بلند و سطح پوشش گیاهان علفی بلند به‌صورت مثبت و فاصله از جاده و شیب به‌صورت منفی وارد معادله شده و متغیر تراکم ساقه‌های چوبی از معادله حذف شد. در بهترین مدل برازش شده زیستگاهی در فصل تابستان برای کفچه‌مار همانند بهترین مدل برازش شده در فصل بهار، بیشترین همبستگی مثبت حضور گونه با متغیر پوشش سنگ بر روی زمین و بیشترین همبستگی منفی حضور گونه با متغیر شیب بود. این بدان معناست که گونه در تابستان به سمت دامنه‌های پایینی و اراضی کم شیب و کم ارتفاع مجاور دامنه‌ها تمایل دارد.

ضرایب مثبت اما ناچیز سطح پوششی گیاهان پشته‌ای، گیاهان علفی بلند و گیاهان علفی پوششی کوتاه، نشان‌دهنده نقش مثبت این گیاهان به‌عنوان پناه برای گونه دارد. این در حالی است که سطح پوشش سنگی همچنان به‌عنوان عامل مهمی در تأمین پناه گونه مطرح است. مارها اغلب در نزدیکی بوته و پوشش گیاهان علفی پناه می‌گیرند تا در مقابل صیادان از خود محافظت نمایند (Brito, 2003). همچنین (Gerald et al., 2006) در مطالعه‌ای که بر روی گونه Pituophis melanoleucus انجام دادند، نشان دادند که این گونه همبستگی مثبتی با پوشش علفی کف زمین دارد. در مناطق مدیترانه‌ای مارها تمایل به استفاده از زیستگاه‌های علف‌زار را دارند که اغلب با پوشش علفی بلند (Luiselli, 2006) مشخص می‌شود. (Capula et al., 1997) گزارش نموده‌اند که بیش از 70٪ مشاهدات مارها در مناطق سنگی و واریزه‌ای و احاطه شده توسط بوته‌ها بوده است. چنین زیستگاه‌هایی تأمین‌کننده بسیاری از مکان‌های آفتاب‌گیری، پناه و تراکم طعمه برای این خزندگان است (Webb & Shine, 2000). به‌نظر می‌رسد با توجه به حفاظت مناسب و عدم دخالت انسانی در پارک‌ملی گلستان از سالیان دور تا کنون، زیستگاهی با ویژگی‌های درصد شیب و ارتفاع کم، میزان پوشش سنگی و پوشش علفی بیشتر می‌تواند به دلیل ارایه زیستگاه مناسب از نظر اختفا در مقابل صیادان، تأمین حرارت کافی برای تنظیم درجه حرارت بدن و نیز دسترسی به منابع غذایی عمده (انواع خزندگان و جوندگان با تراکم بالا در مناطق کم‌شیب با سطح پوشش سنگی بیشتر) الگوی مناسبی از زیستگاه مطلوب برای این گونه خزنده در کشورمان باشد.

فهرست منابع

حسن زاده کیابی، ب.؛ زهزاد، ب.؛ فرهنگ دره‌شوری، ب.؛ مجنونیان، ه. و گشتاسب میگونی، ح. 1372. پارک ملی گلستان. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست. 203 صفحه.

درویش‌صفت، ع. ا. 1385. اطلس مناطق حفاظت شده ایران. انتشارات دانشگاه تهران. 157 صفحه.

رستگار پویانی، ن.؛ جوهری، م. و پارسا، ح. 1385. راهنمای صحرایی خزندگان ایران- جلد اول (سوسماران). انتشارات دانشگاه رازی.

کرمی، م.؛ ریاضی، ب. و کلانی، ن. 1385. ارزیابی زیستگاه کفتار راه راه ایرانی (Hyaena hyaena hyaena) در پارک ملی خجیر و ارایه مدل مطلوبیت به کمک روش HEP. مجله علوم محیطی، شماره 11، ص 86-78.

لطیفی، م. 1379. مارهای ایران. چاپ سوم. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست.

وارسته‌مرادی، ح. 1383. مطالعه اکولوژیک و دینامیزم جمعیتی خانواده گاوسانان در پارک ملی گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی، 11 (3): 163-172.

وارسته‌مرادی، ح. 1384. تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی در گوزن مرال Cervus elaphus و شوکا Capreolus capreolus در پارک ملی گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی، 12 (4) :154-161.

Alizadeh, A. 2006. Identifying bird species as biodiversity indicators for terrestrial ecosystem management, PhD thesis, RMIT University, Melbourne, Australia, pp. 173.

Bartoszewicz, M.; Okarma, H.; Zalewski, A. & Szczesna, J. 2008. Ecology of the raccoon (Procyon lotor) from western Poland. Annales Zoologici Fennici 45: 291-298.

Blouin- Demers, G. & Weatherhead, P. J. 2001. Habitat use by black rat snakes (Elaphe obsoleta obsoleta) in fragmented forests. Ecology 82: 2882–2896.

Brito, J. C. 2003. Seasonal variation in movements, home range, and habitat use by male Vipera latastei in northern Portugal. Journal of Herpetology 37: 155–160.

Broadley, D. G. & Wuster, W. 2004. A review of the southern African 'non-spitting' cobras (Serpentes: Elapidae: Naja). African Journal of Herpetology 53: 101–122.

Capula, M.; Filippi, E.; Luiselli, L. & Trujillo- Jesus, V. 1997. The ecology of the Western Whip Snake (Coluber viridiflavus Lacépède) in Mediterranean Central Italy. Herpetozoa 10: 65-79.

Cross, C. L. & Petersen, C. E. 2001. Modeling snake microhabitat from radiotelemetry studies using polytomous logistic regression. Journal of Herpetology 35: 590–597.

Cunnington, G. M. & Cebek, J. E. 2005. Mating and nesting behaviour of the eastern hognose snake (Heterodon platirhinos) in the northern portion of its range. American Midland Naturalist 154: 474–478.

Gerald, G. W.; Bailey, M. A. & Holmes, J. N. 2006. Habitat Utilization of Pituophis melanoleucus melanoleucus (Northern Pinesnakes) on Arnold Air Force Base in Middle Tennessee. South-eastern Naturalist 5: 253–264

Gibbons, J. W.; Scott, D.E.; Ryan, T. J.; Buhlmann, K. A.; Tuberville, T. D.; Metts, B. S.; Greene, J. L.; Mills, T.; Leiden, Y.; Poppy, S. & Winne, C. T. 2000. The global decline of reptiles, de´ja` vu amphibians. BioScience 50: 653–666.

Heard, G. W.; Black, D. & Robertson, P. 2004. Habitat use by the inland carpet python (Morelia spilota metcalfei: Pythonidae): seasonal relationships with habitat structure and prey distribution in a rural landscape. Austral Ecology 29: 446–460.

Lagory, K. E.; Walston, L. J.; Goulet, C.; Van Lonkhuyzen, R. A.; Najjar, S. & Andrews, C. 2009. An examination of scale-dependent resource use by Eastern Hognose Snakes in South-central New Hampshire. Journal of Wildlife Management 73: 1387-1393.

Lind, A. J. & Welsh, JR. H. H. 1994. Ontogenetic changes in foraging behaviour and habitat use by the Oregon garter snake, Thamnophis atratus hydrophilus. Animal Behaviour 48: 1261-1273

Luiselli, L. 2006. Ecological modelling of convergence patterns between European and African 'whip' snakes. Acta Oecologica 30: 62-68.

Luiselli, L. & Angelici, F.M. 2000. Ecological relationships in two Afrotropical cobra species (Naja melanoleuca and Naja nigricollis). Canadian Journal of Zoology 78: 191–198.

Madsen, T. & Shine, R. 1998. Spatial subdivision within a population of tropical pythons (Liasis fuscus) in a superficially homogenous habitat. Australian Journal of Ecology 23: 340–348.

Morrison, M.; Marcot, B. G. & Mannan, R. W. 2006. Wildlife-habitat Relationships: Concepts and applications. Island press Washington, pp. 493.

Pringle, R. M.; Webb, J. K. & Shine, R. 2003. Canopy structure, microclimate, and habitat selection by a nocturnal snake, Hoplocephalus bungaroides. Ecology 84: 2668–2679.

Row, J. R. & Blouin- Demers, G. 2006. Thermal quality influences habitat selection at multiple spatial scales in milksnakes. Ecoscience13: 443–450.

Seigel, R. A. & Collins, J. T. 1993. Snakes: ecology and behaviour. McGraw-Hill, Inc., New York, USA.

Shine, R. 2003. Reproductive strategies in snakes. Proceedings of the Royal Society. Series B, Biological Sciences 270: 995–1004.

Shine, R.; Olsson, M. M.; Lemaster, M. P. & Moore, I. T. & Mason, R. T. 2000. Effects of sex, body size, temperature, and location on the antipredator tactics of free-ranging gartersnakes (Thamnophis sirtalis, Colubridae). Behavioural Ecology 11: 230–245.

Shine, R.; Sun, L. X.; Fitzgerald, M. & Kearney, M. 2003. A radiotelemetric study of movements and thermal biology of insular Chinese pit-vipers (Gloydius shedaoensis, Viperidae). Oikos 100: 342–352.

Watling, J. I. & Donnelly, M. A.. 2008. Species richness and composition of amphibians and reptiles in a fragmented forest landscape in northeastern Bolivia. Basic and Applied Ecology 25: 153-160.
Weatherhead, P. J. & Blouin- Demers, G. 2004. Understanding avian nest predation: why ornithologists should study snakes. Journal of Avian Biology 35: 185–190.
Webb, J. K. & Shine, R. 2000. Paving the way for habitat restoration: can artificial rocks restore degraded habitats of endangered reptiles? Biological Conservation 92: 93-99.
Zug, G. R.; Vitt, J. L. & Caldwell, J. P. 2001. Herpetology, An Introductory Biology of Amphibian and Reptiles. Academic Press, pp. 630.