

ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) در پارک ملی کویر با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

مجتبی قندالی^۱، افشین عزیزاده^{۲*}، محمود کرمی^۳، محمد کابلی^۴
۱. کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۲. ۴۰۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۳. استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۱-تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۲/۲۹)

چکیده

پارک ملی کویر نمونه‌ای از اکوسیستم‌های خشک و بیابانی است که دشت‌های وسیع و ارتفاعات متعددی دارد. این منطقه از نظر تقسیم‌بندی انجام‌شده درباره زیستگاه‌های حیات وحش ایران، شامل زیستگاه‌های بیابانی، استپی و کوهستانی است. گوسفند وحشی از گاوسانان موجود در این منطقه حفاظت‌شده است. به‌منظور مدیریت این جمعیت آگاهی از نیازهای زیستگاهی و عوامل دافع و جاذب گونه ضروری است. به‌منظور مطالعه زیستگاه گوسفند وحشی و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه این گونه در پارک ملی کویر، از داده‌های حضور که طی چهار فصل در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ از این منطقه جمع‌آوری شد و با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در نرم‌افزار بایومپر استفاده شد. در این روش، پس از آماده‌سازی نقشه‌ها توسط نرم‌افزار ایدرسی و بایومپر، متغیرهای زیستگاهی شامل ارتفاع، شیب، جهت، تیپ پوشش گیاهی و فاصله از منابع آب و فاصله از جاده‌ها و پاسگاه‌های محیط‌بانی وارد نرم‌افزار بایومپر شدند. جدول امتیاز حاصل از تحلیل نشان می‌دهد که گوسفند وحشی به ارتفاع ۹۵۰ تا ۱۲۰۰ متر، مناطق پرشیب و تپه‌ماهوری، جهت‌های شمالی تمایل بیشتری نشان می‌دهد. نقشه مطلوبیت زیستگاه برای گوسفند وحشی در پارک ملی کویر با روش مذکور به دست آمد. شاخص تخصص‌گرایی و حاشیه‌گرایی حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که گوسفند وحشی نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود، بردباری نسبتاً خوبی دارد و به زیستگاه‌های حاشیه‌ای تمایل بیشتری نشان می‌دهد.

کلیدواژگان: آشیان بوم‌شناختی، پارک ملی کویر، تحلیل عاملی، گوسفند وحشی، مدل مطلوبیت زیستگاه.

۱. مقدمه

گونه بیانگر آشیان بالفعل گونه است و مدل‌های زیستگاه بر مبنای داده‌های حضور، آشیان بوم‌شناختی بالفعل گونه‌ها را پیش‌بینی می‌کند. از طرف دیگر، آشیان بنیادی که گسترده‌تر است، بیشتر مورد توجه است و هنگامی نشان داده می‌شود که فقط پاسخ گونه را نسبت به تغییرات زیستگاه پیش‌بینی می‌کنیم. آشیان بنیادی، تابعی از فیزیولوژی و محدودیت‌های محیطی است (Guisan and Zimmerman, 2000).

تعداد زیادی از روش‌ها برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه استفاده می‌شود. ولی این روش‌ها می‌تواند به دو گروه کلی تقسیم شوند. گروهی که نیاز به داده‌های حضور/عدم حضور گونه دارند و گروهی که نیاز به داده‌های فقط حضور گونه دارند. رایج‌ترین فنون آماری مدل‌سازی بر اساس روش‌های رگرسیون چندگانه است و نیازمند داده‌های دوتایی (حضور/عدم حضور گونه) برای ساخت مدل است. اخیراً روش‌هایی از مدل‌سازی که از داده‌های فقط حضور استفاده می‌شود توسعه پیدا کرده است که شامل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی^۲ (ENFA; Hirzel *et al.*, 2002) و تکنیک الگوریتم ژنتیکی^۳ (GARP, Stockwell and Peters 1999) و BIOCLIM (Austin 1994) است. روش‌های مدل‌سازی بر مبنای داده‌های فقط حضور برای مدل‌سازی آماری مشکل‌تر است و به‌علت استفاده از مشاهدات فرصت‌طلبانه و استفاده نکردن از داده‌های عدم حضور، اریب نمونه‌برداری ناشناخته‌ای به وجود می‌آید که دقت و صحت مدل را کاهش می‌دهد. در این روش، اغلب مکان‌های نمونه‌برداری با فاکتورهای دیگری از قبیل دسترس‌پذیری یا تیپ زیستگاهی همبسته است (Zaniewski *et al.*, 2002). اگرچه کارایی مدل‌های بر مبنای داده‌های فقط حضور صحت کمتری از مدل‌های بر مبنای داده‌های حضور/عدم حضور دارد، به‌علت اینکه اغلب داده‌های فقط حضور در دسترس هستند و همچنین داده‌های فقط حضور به وسیله بررسی‌های غیرطرح‌دار (تصادفی) از منطقه جمع‌آوری می‌شود که هزینه کمتری نسبت به نمونه‌برداری‌های طرح‌دار دارد، روش‌های مدل‌سازی فقط حضور مورد استفاده بیشتری قرار می‌گیرد (Ghandali *et al.*, 2011).

آگاهی در مورد حضور یا عدم حضور گونه‌های حیات وحش و توزیع آن‌ها در سیمای سرزمین برای اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی بسیار حائز اهمیت است به‌عنوان مثال با تهیه نقشه توزیع حیات وحش در یک منطقه حفاظت‌شده می‌توان توسعه انسانی را به‌گونه‌ای مدیریت کرد که کمترین آسیب را به جمعیت‌ها و زیستگاه‌ها برساند یا می‌توان عواملی را که سبب تغییر توزیع طبیعی جمعیت‌ها شده‌اند شناسایی کرد و سپس تأثیر این تغییر را بر بقای آن‌ها بررسی کرد (Goljani, 2009). تعیین مطلوبیت زیستگاه، یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش محسوب می‌شود. زیستگاه‌های مطلوب تأثیر بسزایی بر بقا و تولید مثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه قرار می‌گیرند (Farrashi, 2011). تعیین زیستگاه‌های مطلوب در مقیاس وسیع با بررسی‌های صحرایی بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است. جهت غلبه بر این مشکلات، مدل‌های رابطه بین حیات وحش و زیستگاه از دهه هفتاد میلادی رو به گسترش نهادند. اساس کار این مدل‌ها کمی‌کردن روابط بین توزیع گونه و محیط زنده و غیرزنده است (Rushton *et al.*, 2004). شناسایی زیستگاه‌های مناسب برای حفاظت و مدیریت گونه‌های در خطر انقراض، معرفی دوباره گونه‌ها، تحلیل تضاد بین انسان و حیات وحش، شناخت اکولوژیک در مورد رفتار گونه، شناسایی مناطقی که بالفعل مستعد حضور گونه یا گونه‌های خاصی هستند، عمدتاً متکی به مدل‌سازی رابطه بین زیستگاه و توزیع گونه‌ها هستند (Martinez *et al.*, 2006). بنابراین، روش‌های مدل‌سازی زیستگاه به‌سرعت در مدیریت حیات وحش استفاده شدند.

موفقیت مدل‌های زیستگاه در نهایت مربوط به وجود روابط قوی و قابل پیش‌بینی بین گونه و متغیرهای زیستگاهی است (Cardillo *et al.*, 1999). علاوه بر متغیرهای زیستگاهی که حضور گونه را تعیین می‌کند، روابط متقابل بین گونه‌ای^۱ از قبیل طعمه‌خواری و رقابت، اثر معنادار بر روی توزیع و فراوانی گونه‌ها دارد (Morin, 1981). داده‌های حضور

2. Ecological nich Factor Analysis
3. Genetic Alortim for Rule-set Prediction

1. Inter specific

نخجیر، سفیدآب در غرب کویر مرکزی ایران و شرق دریاچه نمک قم قرار دارد که در محدوده استان‌های سمنان و اصفهان واقع شده است. بیشتر بارندگی آن از آبان تا اردیبهشت‌ماه به وقوع می‌پیوندد و معمولاً گرمای شدید از اوایل خرداد تا پایان مهر در منطقه ادامه دارد. اراضی این پارک که شامل دشت‌های وسیع و ارتفاعات متعددی است از نظر تقسیم‌بندی انجام‌شده درباره زیستگاه‌های حیات وحش ایران، شامل زیستگاه‌های بیابانی، استپی و کوهستانی است.

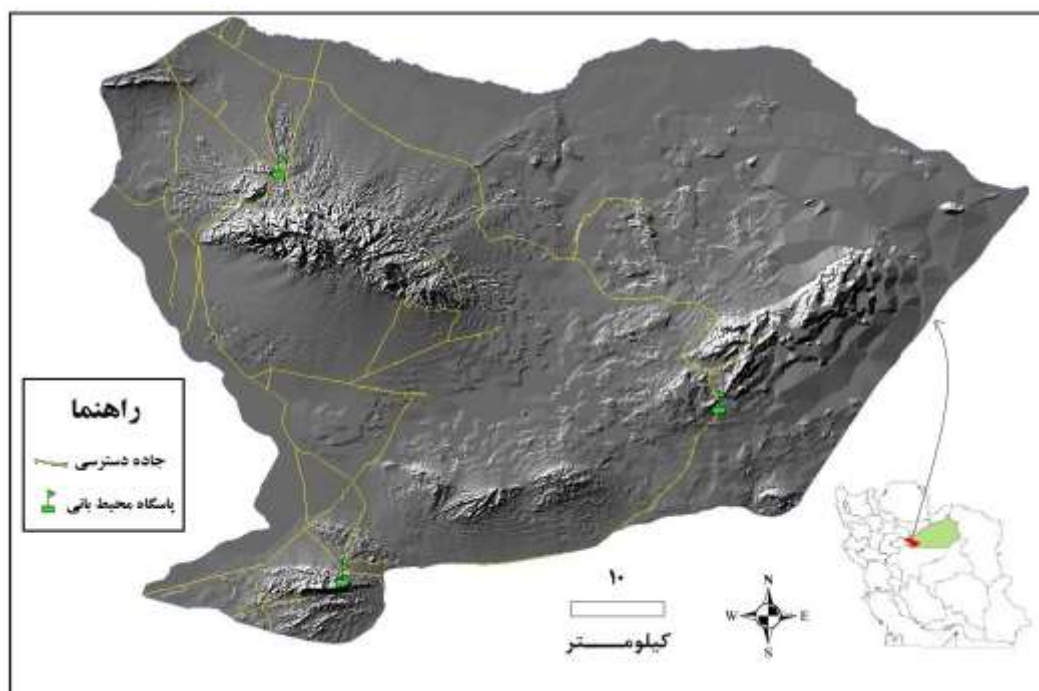
ارضی دشتی این پارک با پوشش گیاهی کویری و نیمه‌کویری زیستگاه پستاندارانی نظیر جیبر و گونه‌های بارزش حمایت‌شده و کمیابی مانند یوزپلنگ است. بخش‌های کوهستانی آن نیز با پوشش گیاهی استپی تعداد قابل توجهی از کل و بز و قوچ و میش دارد. این پارک از نظر تنوع پرندگان نیز اهمیت ویژه‌ای دارد که پرندگانی نظیر هوبره، کبک، تیهو، عقاب شاهی و دلیجه را می‌توان نام برد. این پارک ملی در ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه الی ۵۳ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه الی ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. نقشه سایه روشن از پارک ملی کویر در شکل ۱ آورده شده است.

هدف از این مطالعه، تعیین متغیرهای زیستگاهی تأثیرگذار بر پراکنش گوسفند وحشی و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (مدل‌سازی بر مبنای داده‌های فقط حضور) است. با تعیین زیستگاه‌های مطلوب می‌توان حفاظت مؤثرتری از جمعیت هدف داشت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مطالعه‌شده

مناطق تحت حفاظت و مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست از مهم‌ترین پناهگاه‌های حیات وحش کشورمان محسوب می‌شوند که به دلیل برخورداری این مناطق از شرایط محیطی مناسب و امنیت نسبی، توانسته‌اند نسبت به مناطق آزاد ارزش غیرقابل انکار خود را نشان دهند. در این میان مدیریت حیات وحش در داخل مناطق چهارگانه به‌ویژه پارک‌های ملی که از نظر حفاظتی بالاترین اولویت را دارند، حائز اهمیت‌اند. پارک ملی کویر نمونه‌ای از اکوسیستم‌های خشک و بیابانی در کویر مرکزی ایران است. این پارک ملی به مساحت ۴۲۰ هزار هکتار شامل منطقه سایه کوه،



شکل ۱. نقشه سایه روشن از پارک ملی کویر

۲.۲. گونه مطالعه شده

گوسفند وحشی موجود در پارک ملی کویر، هیبرید دو زیرگونه اورپال و ارمنی است (Ziyaei, 2008). این زیرگونه در ناحیه مرکزی ایران پراکنش دارد و در محدوده شرقی پراکندگی خود (غرب و جنوب شاهرود تا فیروزکوه) شباهت بیشتری به گوسفند وحشی اورپال دارند و در محدوده غربی پراکندگی خود (حدود طالقان، الموت، قزوین و مناطق جنوبی آن) به گوسفند وحشی ارمنی شباهت بیشتری دارند (Ziyaei, 2008). تعداد کروموزوم در آن‌ها ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸ است.

۳.۲. روش کار

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی یک رویکرد چندمتغیری نسبتاً جدید است، که برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه وقتی که داده‌های عدم حضور در دسترس نباشند، توسعه پیدا کرد. ENFA توزیع مشاهدات حضور را در فضای چندبعدی از متغیرهای محیطی در داخل منطقه مطالعه شده مقایسه می‌کند (Guisan and Zimmerman 2000). این روش دو اصل دارد که مدل براساس این دو اصل ساخته می‌شود ۱. حاشیه‌گرایی^۱: تفاوت میانگین گونه از میانگین منطقه مطالعه شده (رابطه ۱) ۲. تخصص‌گرایی^۲: نسبت واریانس سراسری به واریانس گونه (رابطه ۲). مطلوبیت براساس تابعی که حاشیه‌گرایی گونه را مشخص می‌کند، تعیین می‌شود (Hirzel et al., 2002).

$$M = \frac{|m_G - m_S|}{1/96\sigma_G} \quad \text{رابطه ۱) حاشیه‌گرایی}$$

$$S = \frac{\sigma_G}{\sigma_S} \quad \text{رابطه ۲) تخصص‌گرایی}$$

برای انجام تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی بر روی داده‌ها و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از نرم‌افزار Biomapper 4 و همچنین برای آماده‌سازی داده‌ها برای انجام تحلیل از نرم‌افزار IDRISI 3.2 استفاده شد.

۴.۲. منبع داده‌ها

داده‌های استفاده شده برای این پژوهش عبارت‌اند از:

- مدل رقومی ارتفاع در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰
- نقشه تپ پوشش گیاهی (مطالعات جامع پارک ملی کویر)

- نقشه پراکنش آبشخورها و چشمه‌ها (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان سمنان)
 - نقشه جاده‌ها و پاسگاه‌های محیط‌بانی (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان سمنان)
 داده‌های مورد نیاز برای رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی شامل نقشه رستری نقاط حضور گوسفند وحشی و نقشه‌های رستری فاکتورهای زیست‌جغرافیایی^۳ (مانند ارتفاع، شیب، منابع آب، جهت) و فاکتورهای توزیع انسانی است. نقاط حضور گوسفند وحشی توسط مشاهده مستقیم و همچنین سرگین و رد پا مشخص شد. در این پژوهش ۵۸۰ نقطه حضور توسط GPS ثبت شد.

۵.۲. آماده‌سازی داده‌ها

ابتدا نقشه‌های زیست‌جغرافیایی توسط نرم‌افزار از نظر پیوستگی و توزیع نرمال بررسی شدند و نقشه‌هایی که از نظر توزیع، غیرنرمال بودند، تبدیل باکس کاس شدند. در نهایت نقشه‌هایی که ناپیوسته و دارای توزیع غیرنرمال بودند از آنالیز کنار گذاشته شد.

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نیاز به متغیرهایی دارد که منطقاً غیروابسته هستند. در تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی اگر دو متغیر همبستگی بالایی داشته باشند، هر دو با یک ضریب وارد مدل می‌شوند. بنابراین، حذف یکی از دو یا چند متغیری که همبستگی بالایی دارند الزامی است (Bagheri, 2007). بنابراین، یک آنالیز همبستگی توسط نرم‌افزار 4 Biomapper انجام شد و متغیرهایی که همبستگی بالایی داشتند (بیشتر از ۰/۸) از آنالیز حذف شدند. وقتی نقشه‌ها برای انجام ENFA آماده شد، وارد نرم‌افزار Biomapper[®] می‌شوند. ۱۷ نقشه (متغیرهای زیستگاهی شامل نقشه شیب، ارتفاع، تپ پوشش گیاهی، فاصله از منابع آب و... که لیست کامل آن در جدول ۲ آورده شده است) وارد نرم‌افزار شد. نقشه نقاط حضور به فرمت رستری ایدرسی با اندازه سلول ۳۰*۳۰ متر استفاده شد.

۶.۲. محاسبه مطلوبیت زیستگاه

پس از انجام ENFA، مدل مطلوبیت زیستگاه گونه به دست می‌آید. با استفاده از این مدل می‌توان نقشه مطلوبیت زیستگاه را محاسبه کرد. مراحل محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه عبارت‌اند از:

3. Ecogeographic Factors

1. Marginality
2. Specialization

۸.۲. طبقه‌بندی زیستگاه

به‌منظور طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه به دو طبقه مطلوب و نامطلوب بایستی نمودار فراوانی تنظیم‌شده براساس سطح به‌دست‌آمده برای آن الگوریتم را بررسی کرد. در این نمودار که نشان‌دهنده روند تغییرات F_1 است، خط قرمز رنگ به موازات محور افقی نشان‌دهنده میزان F_1 برابر با ۱ به‌ازای همه طبقات مطلوبیت زیستگاه است. این شاخص نشان‌دهنده تصادفی بودن پیش‌بینی مدل است. هنگامی که نمودار فراوانی تنظیم‌شده براساس سطح در زیر این خط شاخص باشد، یعنی مدل برای مطلوبیت‌هایی پایین‌تر از این خط شاخص از یک مدل تصادفی هم بدتر است بنابراین، این بخش، زیستگاه نامطلوب در نظر گرفته می‌شود. از آن نقطه مطلوبیتی که نمودار فراوانی تنظیم‌شده براساس سطح بالاتر از این خط شاخص قرار می‌گیرد به‌عنوان زیستگاه مطلوب در نظر گرفته می‌شود.

۳. نتایج

با استفاده از روش چوب شکسته مک آرتور که توسط نرم‌افزار Biomapper[®] محاسبه می‌شود تعداد ۵ عامل انتخاب شد که ۹۱ درصد داده‌ها را توضیح می‌دهد. قابل توجه است که عامل اول تمام حاشیه‌گرایی و ۴۴ درصد از ویژه‌گرایی را توضیح می‌دهد. در جدول ۱ ویژگی‌های مدل انتخاب‌شده برای گونه مطالعه‌شده آورده شده است. ماتریس امتیازات متغیرهای محیط‌زیستی به‌کاررفته در تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی برای ۵ عامل انتخاب‌شده توسط روش چوب شکسته در جدول ۲ آمده است. ویژگی حاشیه‌گرایی کل برابر با ۲/۹۰۸ و مقدار تخصص‌گرایی گونه برابر با ۱/۹۴ است.

الف) انتخاب تعداد عاملی که قرار است در محاسبه مطلوبیت زیستگاه وارد شوند

تعداد کمی از عامل‌ها^۱، می‌تواند بخش زیادی از حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی گونه را توضیح دهد. انتخاب تعداد کمتری از عامل‌ها انجام محاسبات و تفسیر نتایج به‌دست‌آمده را آسان‌تر می‌کند. برای انتخاب تعداد عامل مناسب و استفاده از آن‌ها در محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه از روش مدل چوب شکسته مک آرتور استفاده شد. بعد از انتخاب تعداد عامل مناسب، در گام بعد برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه بایستی الگوریتم مناسب را انتخاب کرد.

ب) انتخاب الگوریتم مطلوبیت زیستگاه

برای محاسبه مطلوبیت زیستگاه در نرم‌افزار Biomapper 4 چهار الگوریتم میانه، میانگین هندسی فاصله، میانگین هارمونیک فاصله و حداقل فاصله وجود دارد که هر یک از آن‌ها در شرایط خاصی استفاده می‌شود. در این پژوهش اعتبار مدل‌های تهیه‌شده با هر یک از الگوریتم‌های فوق بررسی و بهترین الگوریتم انتخاب شد.

۷.۲. تأیید اعتبار مدل

برای بررسی اعتبار مدل‌های مطلوبیت زیستگاه مبتنی بر داده‌های حضور از نمودار فراوانی تنظیم‌شده براساس سطح و نمایه پیوسته بویس استفاده شد. نمایه پیوسته بویس بین -۱ و ۱ تغییر می‌کند. مقادیر مثبت نشان‌دهنده این است که پیش‌بینی‌های مدل با توزیع نقاط حضور در مجموعه داده‌های ارزیابی سازگار است. مقادیر نزدیک به صفر نشان می‌دهد که مدل با یک مدل تصادفی تفاوت ندارد. مقادیر منفی بیانگر یک مدل اشتباه است و مناطقی که با حضور بیشتر گونه را به‌عنوان زیستگاه با کیفیت پایین معرفی می‌کند (Boyce et al., 2002).

جدول ۱. نتایج حاصل از تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی درباره گوسفند وحشی در پارک ملی کویر

تعداد متغیر به‌کاررفته در مدل	میزان حاشیه‌گرایی	میزان تخصص‌گرایی	میزان بردباری	تعداد عامل انتخاب‌شده	میزان ویژه‌گرایی توضیح داده شده توسط عامل‌ها
۱۷	۲/۹۰۸	۱/۹۴۷	۰/۵۱۳	۵	۸۲

جدول ۲. ماتریس امتیازات تحلیل عاملی انجام شده درباره گوسفند وحشی در پارک ملی کویر

متغیر زیست محیطی (مقدار تخصص گرایی)	فاکتور ۱ (۴۴ درصد)	فاکتور ۲ (۱۶ درصد)	فاکتور ۳ (۹ درصد)	فاکتور ۴ (۷ درصد)	فاکتور ۵ (۶ درصد)
جهت	۰/۰۴۳	-۰/۰۲۲	-۰/۰۲۱	-۰/۰۶۶	-۰/۰۶۷
فراوانی دامنه های شمالی	۰/۳۶۶	-۰/۰۰۹	۰/۲۳۲	-۰/۰۰۲	-۰/۰۹۲
فراوانی دامنه های جنوبی	۰/۱۹۳	-۰/۰۰۱	۰/۳۳۶	۰/۰۷۷	۰/۰۲۵
فراوانی دامنه های غربی	۰/۳۱۴	-۰/۰۹۷	۰/۱۲۸	۰/۰۷۴	۰/۲۴۳
ارتفاع از سطح دریا	۰/۲۴۱	-۰/۱۱۵	-۲۰۵	۰/۰۴۶	۰/۳۸۷
فراوانی طبقه ارتفاعی ۹۵۰-۱۲۰۰	۰/۱۸	-۰/۱۸۷	۰/۰۸۹	۰/۲۱۸	۰/۰۱
شیب	۰/۲۴۴	-۰/۰۱۴	۰/۰۴۵	۰/۰۶۴	۰/۰۲۳
فاصله از شیب های (درصد) ۱۰-۲۰	-۰/۲۴۳	۰/۱۲۴	۰/۰۰۵	۰/۱۵۴	-۰/۱۸۴
فاصله از شیب های ۴۰-۵۰	-۰/۲۵۶	۰/۱۵۸	-۰/۰۵۴	۰/۸۱۸	۰/۱۱
فاصله از شیب های بیشتر از ۷۰	-۰/۲۷۱	-۰/۵۵	۰/۷۰۱	-۰/۳۳۳	۰/۵۳۲
فراوانی شیب های ۱۰-۲۰	۰/۲۷۱	۰/۱۷	-۰/۲۷۴	۰/۲۰۸	۰/۲۷۷
فاصله از تیپ پوشش Ar.s-st	-۰/۲۵۶	-۰/۱۴۳	-۰/۳۴۳	-۰/۰۳۳	۰/۲۷۳
فاصله از تیپ پوشش Ar.s-de	-۰/۲۲۸	-۰/۲۸۸	-۰/۰۶۶	۰/۰۲۸	-۰/۰۹۹
فاصله از تیپ پوشش Ar.s-zy	۰/۱۲۳	-۰/۴۷۲	-۰/۰۷۵	-۰/۱۶۵	-۰/۴۱
فاصله از منابع آب	-۰/۳۱۸	۰/۱۹	-۰/۰۸۴	-۰/۱۷۴	-۰/۱۰۸
فاصله از جاده	-۰/۱۹۹	-۰/۰۳۷	-۰/۰۶۸	۰/۱۵۴	۰/۱۸۳
فاصله از پاسگاه محیط بان	-۰/۱۸۳	-۰/۱۸۷	-۰/۲۳۳	-۰/۰۰۵	۰/۲۷

۱.۳. تأثیر متغیرهای محیط زیستی در انتخاب

زیستگاه گوسفند وحشی

الف) متغیرهای توپوگرافی: گوسفند وحشی در پارک ملی کویر مناطق با ارتفاع بالاتر را ترجیح می دهد. همچنین افزایش شیب بر مطلوبیت زیستگاه می افزاید به طوری که فاصله از شیب های بالای ۷۰ درصد (مناطق صخره ای) عدد منفی را به خود گرفته است. جهت های شمالی بیشترین تأثیر را در مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش دارد (عدد مثبت و بزرگ تر برای فراوانی دامنه های شمالی در جدول ۲).

ب) متغیر فاصله تا منابع آب: به دلیل آب و هوای گرم و بیابانی پارک ملی کویر، فاصله از منابع آب به خصوص چشمه های دائمی در حضور گوسفند وحشی تأثیر زیادی دارد.

ج) متغیر فاصله از تیپ پوشش گیاهی: گوسفند وحشی به تیپ پوشش گیاهی درمنه دشتی- یال اسب (*Artemisa.s-stipa*) و درمنه دشتی- سیاه گینه (*Artemisa.s-dendrostellara*) متمایل اند (عدد منفی

برای فاصله از این دو تیپ پوشش گیاهی نشان دهنده تمایل گونه به این تیپ های گیاهی است).

د) نقش متغیرهای انسانی: گوسفند وحشی به پاسگاه های محیط بان تمایل نشان می دهد که این امر به دلیل تأسیس پاسگاه های محیط بان در زیستگاه های مطلوب گوسفند وحشی برای حفاظت از جمعیت است.

۲.۳. ساخت نقشه مطلوبیت زیستگاه

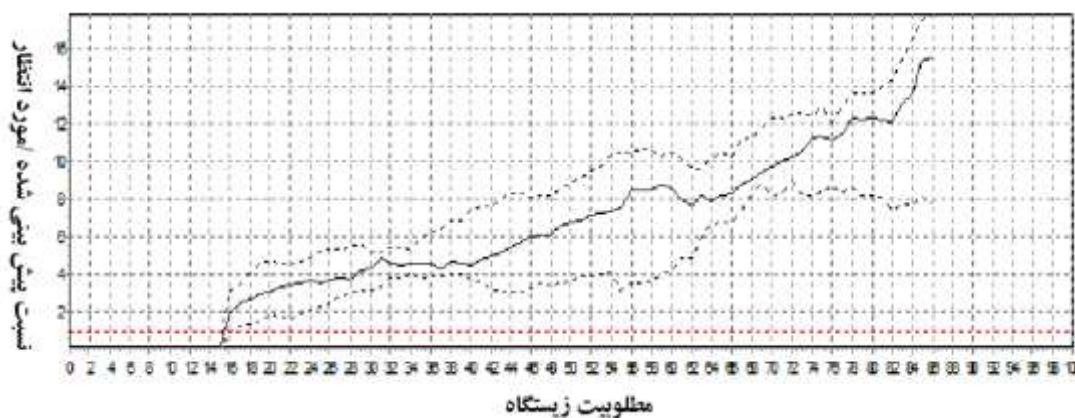
تأیید اعتبار مدل: با استفاده از نمایه پیوسته بویس، صحت نقشه های مطلوبیت زیستگاه ترسیم شده مبتنی بر رویکردهای الگوریتم میانه، میانگین هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله با یکدیگر مقایسه و بهترین الگوریتم انتخاب شد. در جدول ۳ میزان نمایه پیوسته بویس به ازای الگوریتم های مختلف مطلوبیت زیستگاه ارائه شده است. با توجه به جدول ۳، و بالابودن نمایه پیوسته بویس برای الگوریتم میانگین هندسی، از این الگوریتم برای ساخت نقشه مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در پارک ملی کویر استفاده شد که نقشه مذکور در شکل ۳ آمده است.

جدول ۳. میزان نمایه پیوسته بویس به‌ازای الگوریتم‌های مختلف

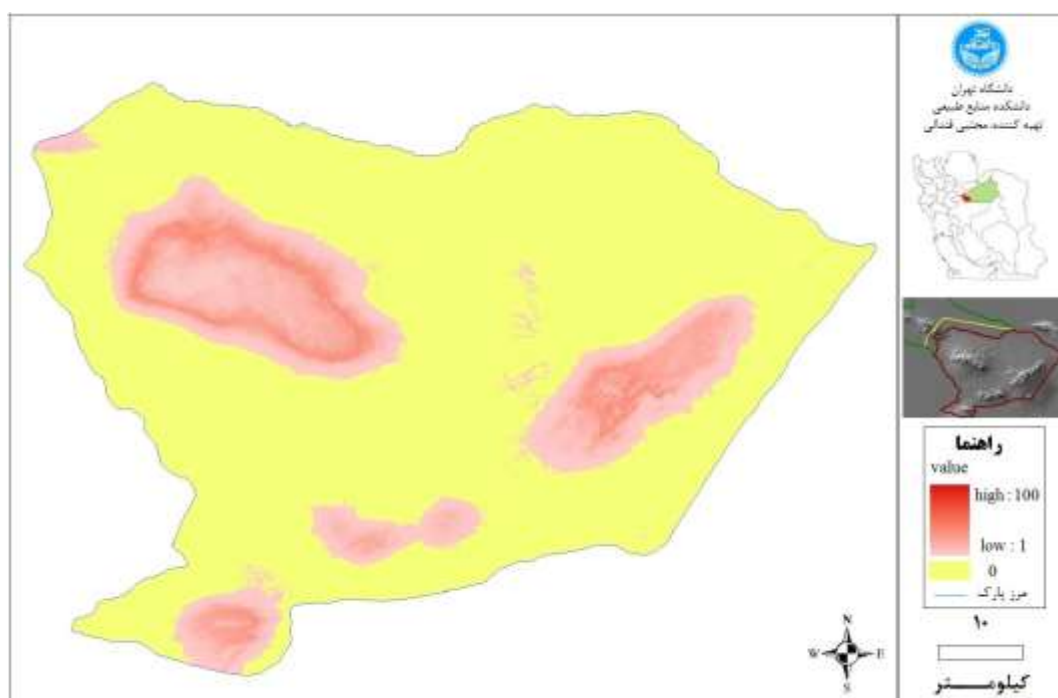
الگوریتم استفاده‌شده	نمایه پیوسته بویس \pm انحراف معیار
الگوریتم میانه	0.693 ± 0.16
الگوریتم میانگین هندسی	0.797 ± 0.20
الگوریتم میانگین هارمونیک	0.309 ± 0.50
الگوریتم حداقل فاصله	0.234 ± 0.40

آستانه، نقشه طبقات مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی به دست آمد (شکل ۴).

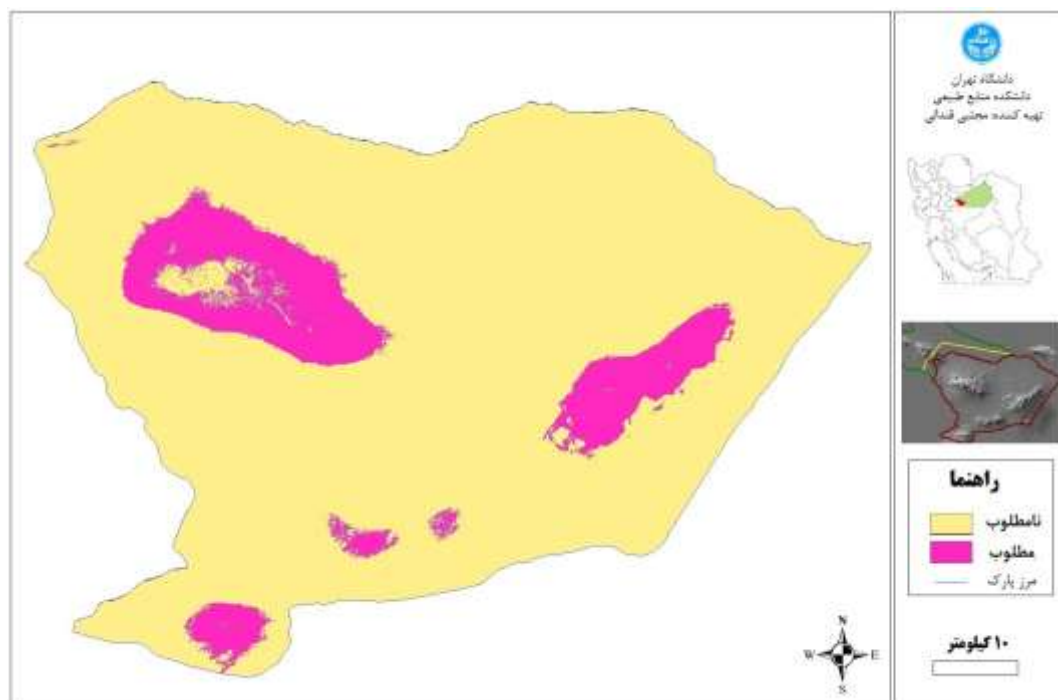
۳.۳. تهیه نقشه طبقه‌بندی زیستگاه گونه با توجه به شکل ۲، آستانه مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی، مطلوبیت ۱۶ تعیین شد. با استفاده از این



شکل ۲. نمودار فراوانی تنظیم‌شده براساس سطح برای الگوریتم میانگین هندسی.



شکل ۳. نقشه مطلوبیت زیستگاه براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی.



شکل ۴. نقشه طبقه‌بندی زیستگاه براساس رویکرد تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی.

خوبی است و در اکثر مواقع بالاترین شاخص پیوسته بویس را دارد (Hirzel et al., 2004).

Goljani (2009) و Shams (2010) به‌منظور تعیین زیستگاه مطلوب گوسفند وحشی پارامترهایی نظیر مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت، گریزگاه‌ها، تیپ پوشش، منابع آبی، فاصله از منابع انسانی (جاده، مناطق مسکونی) را به‌عنوان لایه اطلاعاتی استفاده کردند و با استفاده از نرم‌افزار بایومپر زیستگاه‌های مطلوب را تعیین کردند. در این پژوهش نیز از متغیرهای زیستگاهی مانند تیپ پوشش گیاهی، ارتفاع، طبقات شیب، جهت، فاصله از منابع آب و فاصله از جاده‌ها و پاسگاه‌های محیط‌بانی برای مدل‌سازی زیستگاه استفاده شد.

ویژگی حاشیه‌گرایی کل ($M=2/908$) نشان می‌دهد که زیستگاه گوسفند وحشی البرز مرکزی به مقدار نسبتاً زیادی متفاوت از شرایط میانگین زیستگاه است و گوسفند وحشی تمایل به زندگی در زیستگاه‌های کرانه‌ای دارد. همچنین مقدار بردباری کل نشان می‌دهد که گوسفند وحشی نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود، بردباری نسبتاً خوبی دارد ($T=0/513$). مقدار تخص‌گرایی گونه نیز برابر با $1/94$ است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مزیت اصلی تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی آن است که به داده‌های عدم حضور نیازی ندارد. در بسیاری از موارد به دست آوردن داده عدم حضوری که قابل اتکا باشد، بسیار دشوار است. برای مثال عدم مشاهده گونه در یک مکان ممکن است به دلیل رفتار مخفیانه حیوان، عدم مهارت فرد در تشخیص نمایه‌های حیوان و فرار حیوان به دلیل حضور فرد مشاهده‌گر باشد. همچنین عدم حضور یک حیوان در یک زیستگاه ممکن است به دلیل دسترسی نداشتن گونه به آن زیستگاه به دلیل موانع انسانی و یا جغرافیایی باشد (شمس ۱۳۸۹). به همین دلیل در این پژوهش از رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی که نیازی به داده‌های عدم حضور ندارد، برای مدل‌سازی زیستگاه گوسفند وحشی استفاده شد.

هنگامی که مدل مطلوبیت زیستگاه با استفاده از این رویکرد ساخته شد به‌منظور تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از الگوریتم میانگین هندسی فاصله‌ای استفاده شد. این الگوریتم به دلیل اینکه هیچ پیش‌فرضی درباره الگوی پراکنش افراد گونه ندارد دارای قدرت تعمیم

جهت‌های شمالی به این دلیل است که پارک ملی کویر آب و هوای گرم و خشک و تابستان‌های بسیار گرم دارد. جهت‌های شمالی به دلیل تابش کمتر آفتاب و رطوبت نسبی بیشتر، گیاهان و منبع غذایی بیشتری برای گوسفند وحشی در طول سال دارد. (میزان مثبت برای فراوانی دامنه‌های شمالی).

تطابق نقشه تیپ پوشش با نقشه مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد که گوسفند وحشی دو تیپ درمنه دشتی-یال اسب (*Artemisa.s-stipa*) و درمنه دشتی-تایچ تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی نشان می‌دهد که مناطق نزدیک به چشمه‌ها و آب‌شخورها مطلوبیت بیشتری برای گونه دارد که این افزایش مطلوبیت زیستگاه با نزدیکی به منابع آب به دلیل شرایط آب و هوای گرم و خشک منطقه است. بنابراین، می‌توان با افزایش آب‌شخورها در نزدیکی گریزگاه‌ها به افزایش مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی کمک کرد.

نتایج حاصل از جدول تحلیل آشیان بوم‌شناختی (جدول ۲) نشان می‌دهد که گونه نسبت به نزدیکی به پاسگاه‌های محیط‌بانی تمایل نشان می‌دهد که این به دلیل تأسیس پاسگاه‌های محیط‌بانی در زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا برای حفاظت از این گونه است. از طرفی گونه نسبت به نزدیکی به جاده‌ها تمایل نشان می‌دهد که این به دلیل تأثیر نداشتن جاده بر حضور گوسفند وحشی و اریب نمونه‌برداری به دلیل سهولت نمونه‌برداری در اطراف جاده‌هاست.

Mahini (1994) در مطالعه‌ای با هدف بررسی زیستگاه گوسفند وحشی در منطقه حفاظت‌شده توران به نتیجه گرفت که تپه‌ماهورها از اجزای مهم زیستگاه قوچ و میش است، به طوری که ۹۵ درصد از فعالیت‌های قوچ و میش در فاصله ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری این گریزگاه‌ها انجام می‌شود. Mc carty and bailey (1994) در مطالعه‌ای که بر روی گوسفند بیگ هورن انجام دادند شیب‌های بیشتر و برابر با ۶۰ درصد را شیب کافی برای گریزگاه^۱ به‌منظور پناه از دست طعمه‌خواران در نظر گرفتند. (Berger 1991) نشان داد که شیب‌های کمتر از ۶۰ درصد به‌عنوان مناطق چرا و به‌عنوان گذرگاه بین گریزگاه به کار گرفته می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که شیب‌های بالای ۷۰ درصد به‌عنوان شیب مناسب برای گریزگاه در نظر گرفته شد و فاصله از شیب‌های بالای ۷۰ درصد بیشترین امتیاز منفی در انتخاب زیستگاه را دارد. اگرچه گونه برای چرا از شیب‌های ۲۰ تا ۶۰ درصد هم استفاده می‌کند ولیکن همیشه فاصله خود را از گریزگاه رعایت می‌کند.

بر اساس نتایج تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی گوسفند وحشی (جدول ۲)، فراوانی جهت‌های شمالی بیشترین امتیاز را به خود گرفته است و این نشان‌دهنده مطلوبیت بیشتر جهت‌های شمالی در انتخاب زیستگاه گوسفند وحشی در پارک ملی کویر است. انتخاب

REFERENCES

1. Austin, G. E., C. J. Thomas, D. C. Houston, and D. B. A. Thompson. 1996. Predicting the spatial distribution of buzzard *Buteo Buteo* nesting areas using a geographical information system and remote sensing. *Journal of Applied Ecology* 33:1541-1550.
2. Bagheri, F. 2007. Evaluation of habitat suitability for wild sheep (*Ovis orientalis*) in Kola Ghazi National park. MSc thesis, Faculty of Natural Resources. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. [in Persian]
3. Berger, J. 1991. Pregnancy incentives, predation constraints and habitat shifts: experimental and field evidence for wild bighorn sheep. *Animal Behaviour* 41: 61-77.
4. Boyce, M. et al. 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling*. 157: 281- 300.
5. Cardillo, M., D. W. Macdonald, and S. P. Rushton. 1999. Predicting mammal species richness and distributions: testing the effectiveness of satellite-derived land cover data. *Landscape Ecology* 14:423-435.
6. Farrashi, A., Kaboli, M., Momeni, I., 2011. habitat suitability modeling of *Capra aegagrus* in kola Ghazi National park. *Journal of Natural Environment*. 63(1): 63-73. [in Persian]
7. Ghandali, M. 2011. Comparison of habitat Evaluation using GLM and ENFA methods for wild sheep (*Ovis orientalis*) in Kavir national park. MSc thesis, Faculty of Natural Resources. Tehran University, Karaj, Iran. [in Persian]
8. Goljani.R. 2009. Suitability Determination of Wild sheep Habitats in Khojir & Sorkhe hesar. Environment College. Science & Research Branch. Islamic Azad University. [in Persian]
9. Guisan, A., Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135 : 147–186.
10. Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D. & Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, 83(7), 2027–2036.
11. Hirzel, A.H., Hausser, J, Perrin, N. 2004. Biomapper 3.1 Lab. Of Conservation Biology, Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne. URL: <http://www.unil.ch/biomapper>
12. Hirzel, A., Le Lay, G., Helfer, V., 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling* 199: 142–152.
13. Mahini, A. 1994. Evaluation of habitat suitability for wild sheep (*Ovis orientalis*) in Tooran Biosphere Reserve. MSc thesis, Faculty of Natural Resources. Tehran University, Karaj, Iran. [in Persian]
14. Martinez, I., Carreno, F., Escudero, A., Rubio, A. 2006. Are threatened lichen species well-protected in Spain? Effectiveness of a protected area network. 2006. *Biological Conservation*. 133: 500-511
15. McCarty, C. W. and Bailey, J. A. 1994. Habitat requirements of desert bighorn sheep. Colorado Division of Wildlife. Special Report. No, 69: 27
16. Morin, P. J. 1981. Predatory salamanders reverse the outcome of competition among three species of anuran tadpoles. *Science* 212:1284-1286.
17. Rushton, S.P, Ormerod, S.J, Kerby, G., 2004. New paradigms for modeling species distribution. *Journal of applied ecology*. 41: 193-200.
18. Shams, B. 2010. Habitat Suitability modeling for wild sheep in Mountainous areas of central plateau of Iran. Phd thesis. Environment College. Science & Research Branch. Islamic Azad University. [in Persian]
19. Stockwell, D. R. B. and D. Peters. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Science*, 13:143-158.
20. Zaniwski, A. E., Lehmann, A., and J. McC. Overton. 2002. Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological Modelling*, 157: 261-280.
21. Ziyaei, H. 2008. Field Guide to Mammals of Iran. Club of Introduction to Wildlife Publications, Tehran, 150 pp. [in Persian]