

## مقایسه مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) با استفاده از روش ENFA و MAXENT در استان مرکزی

• **امیر انصاری\***: گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۴      تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۴

### چکیده

استان مرکزی با دارا بودن کوه‌های مرتفع زیستگاه مطلوب گوسفند وحشی است، به طوری که جمعیت‌های قابل توجهی از گوسفند وحشی در زیستگاه‌های استان مرکزی مشاهده می‌گردد. MAXENT براساس حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت و ENFA براساس توزیع نرمال می‌باشد. با استفاده از روش‌های تحلیل عامل آشپان بوم‌شناختی، حداکثر آنتروپی نقشه و مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی تهیه و با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج مطالعه نشان می‌دهد در روش ENFA مساحت ۱۱۸۸۰۱ هکتار معادل ۸ درصد و ۴ فاکتور بوم‌شناختی نمایان گر ۹۳٪ از اطلاعات است. مقادیر  $1/6.3$  ویژگی حاشیه‌ای کل و  $0/229$  تحمل پذیری نشان‌دهنده تمایل گوسفند وحشی به مناطقی است که ارتفاع و شیب آن‌ها بیش‌تر از ارتفاع میانگین زیستگاه و تحمل پذیری کمی دارد. در روش Maxent مساحت ۱۶۹۸۷۸ هکتار معادل ۱۱ درصد از نیمه جنوبی استان مرکزی دارای زیستگاه مطلوب برای گوسفند وحشی می‌باشد، در بین متغیرهای توسعه بیش‌ترین اثرگذاری بر روی زیستگاه گوسفند وحشی مربوط به متغیر فاصله از شهرها (۲۰ کیلومتر) و کم‌ترین مربوط به جاده‌های مال‌رو می‌باشد و از متغیرهای بوم‌شناسی بیش‌ترین تاثیرگذاری مربوط به شیب (۲۰ درصد) و کم‌ترین مربوط به ارتفاع می‌باشد. با مقایسه ROC مدل‌ها مشخص گردید اعتبار مدل مطلوبیت زیستگاه با روش Maxent (۰/۹۷۸) و با روش ENFA (۰/۹۵۱) می‌باشد، که نشان‌گر عملکرد بهتر روش Maxent نسبت به روش ENFA می‌باشد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه حیات وحش از روش Maxent استفاده گردد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل عامل آشپان بوم‌شناختی، حداکثر آنتروپی، گوسفند وحشی، ROC (Area Under Curve)



## مقدمه

امروزه تخریب و نابودی زیستگاه‌های طبیعی به دلیل فعالیت‌های انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده مداوم حیات بسیاری از گونه‌ها به‌شمار می‌آید. قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها تأثیرات منفی بالقوه‌ای را برای جمعیت‌های ساکن در این‌گونه مناطق به‌همراه دارد، از جمله باعث محصور شدن جمعیت‌ها و عدم امکان تبادل ژنی بین جمعیت‌ها می‌شود (Malekian, 2007). بیش‌ترین عامل تهدیدکننده تنوع زیستی انفعال زیستگاه‌هاست با تقسیم زیستگاه‌های بزرگ به مناطق جدا از هم تنوع زیستی به مخاطره افتاده است. قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها و کاهش اندازه آن‌ها سبب جدا افتادن برخی گونه‌ها گشته است اثرات منفی قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها بر جوامع و گونه‌ها، با قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌ها، نواحی با ساختار جغرافیایی متفاوت به‌وجود می‌آید که برخی از افراد گونه قادر به تطبیق خود با آن زیستگاه‌ها نیستند. بیش‌ترین عامل تهدیدکننده تنوع زیستی انفعال زیستگاه‌هاست با تقسیم زیستگاه‌های بزرگ به مناطق جدا از هم تنوع زیستی به مخاطره افتاده است. زیستگاه‌های تکه‌تکه شده به دو علت از زیستگاه‌های اولیه متفاوتند: اولاً تکه‌تکه شدگی مقدار بیش‌تری حاشیه را برای زیستگاه به‌وجود می‌آورد و ثانیاً مرکز هر زیستگاه تکه‌تکه شده به حاشیه نزدیک‌تر خواهد بود و از این‌رو مطلوبیت زیستگاه به‌میزان قابل توجهی کاهش خواهد یافت (Fahrig, 2003). از نظر اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی، گوسفند وحشی در رده آسیب‌پذیر گنجانده شده است (IUCN, 2012). مدل‌سازی پیش‌بینی توزیع گونه‌ها یک ابزار مهم در بوم‌شناسی و زیست‌شناسی حفاظت بوده که قابلیت کاربرد در برنامه‌ریزی حفاظت، تکامل، مدیریت گونه‌ها یا برطرف کردن تضاد میان انسان و حیات وحش و سایر موارد را داراست (Bedia و همکاران، 2011؛ Hirzel و همکاران، 2001). مدل‌های توزیع گونه اساساً نیازمند دو نوع داده ورودی شامل داده‌های محیط زیستی (زمین‌سیمایی که گونه در آن یافت می‌شود) و داده‌های زیستی (نقاط حضور گونه) هستند (Pearson, 2007). MAXENT یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. اصل MAXENT به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت بر می‌گردد. Shannon (1984) آنتروپی را به‌صورت یک معیار از تعداد گزینه‌های درگیر در وقوع یک رویداد توصیف کرده است. کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه توسط قوانین ترمودینامیک فرآیندهای بوم‌شناختی

توصیف می‌شود. بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدود کننده دیگر نسبت به محدودیت‌های اعمال شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آنتروپی را دارد (بهداروند، 1390). تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی براساس توزیع نرمال استوار است و تنها به داده‌های حضور و متغیرهای بوم‌شناختی گونه به‌عنوان ورودی احتیاج داشته و می‌تواند با استفاده از آن‌ها تابع مطلوبیت زیستگاه را با مقایسه توزیع گونه‌ها در فضای متغیرهای زیست محیطی با توزیع این متغیرها در سطح تمامی پیکسل‌های منطقه محاسبه کند. طبق ایده Hutchinson (1957) آشیان بوم‌شناختی عبارت است از: «یک ابرحجم در فضای چند بعدی متغیرهای بوم‌شناختی که در آن یک گونه می‌تواند از جمعیت زیستایی برخوردار باشد». این آشیان چند متغیره را می‌توان بر روی هر یکی از محورهایش به‌وسیله نمایه کناری و نمایه ویژه‌گرایی کمی کرد. برخی از این محورها اهمیت بیش‌تری از سایرین دارند، و به‌همین علت است که تحلیل عامل صورت می‌گیرد (Hirzel و همکاران، 2002). نمودار ROC<sup>1</sup> اعتبارسنجی یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به‌طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی صحت مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود. سطح زیر منحنی (Area Under Curve) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips و همکاران، 2004). مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین 0/5 تا 1 است. چنانچه سطح زیر منحنی برابر با 0/5 باشد بیان‌کننده تصادفی بودن مدل است. اگر این مقدار برابر با 1 باشد، مدل به بهترین نحو می‌تواند نقاط حضور و عدم حضور را از یکدیگر تفکیک نماید. اگر مقدار سطح زیر منحنی بین 0/7 تا 0/8 باشد مدل یک مدل خوب فرض می‌شود، اگر بین 0/8 تا 0/9 باشد مدل یک مدل عالی است و چنانچه سطح زیر منحنی بیش از 0/9 باشد، قدرت تشخیص مدل بسیار عالی در نظر گرفته می‌شود (Giovanelli و همکاران، 2004). در بررسی انتخاب زیستگاه و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده استان کهگیلویه و بویراحمد مشخص گردید که مکسنت روش مناسب‌تری برای تعیین مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مقیاس کلان نسبت به تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی می‌باشد (خلیلی، 1393).

محدوده مورد مطالعه با مساحت 1536790 هزار هکتار واقع در نیمه جنوبی استان مرکزی می‌باشد که مناطق هفتاد

1- Receiver operating characteristic



(جدول ۱). اساس کار تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی و مگسنت مقایسه ویژگی‌های بوم‌شناختی نقاط حضور گونه با ویژگی‌های بوم‌شناختی کل منطقه مطالعاتی است اولین فاکتور خروجی در روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی فاکتور حاشیه‌ای نام دارد و بیان می‌کند آشیان بوم‌شناختی گونه تا چه اندازه با شرایط میانگین زیستگاه متفاوت است سایر فاکتورها تخصص‌گرایی نام دارند. این فاکتورها با ترکیب خطی متغیرهایی که واریانس توزیع نقاط را در کل منطقه مورد مطالعه نسبت به توزیع گونه بیشینه می‌کنند به دست می‌آیند. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات در محیط نرم‌افزار، بیومپر ۴ (Hirzel) Biomapper و همکاران، ۲۰۰۸) و MAXENT (Phillips، ۲۰۰۶) مراحل آماده‌سازی داده‌ها، بررسی درستی داده‌ها، بررسی همبستگی داده‌ها، تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، اعتبارسنجی مدل‌ها و طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه انجام شد، جهت مقایسه اعتبار و قدرت پیش‌بینی مدل در روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی از آزمون بویس و در روش مگسنت از آزمون جک نایف نقشه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اجرای منحنی ROC از نرم‌افزارهای SPSS ۱۶/۰ و Idrisi Klimanjaro ۱۴/۰ استفاده شد. به منظور مقایسه قابلیت دو رویکرد فوق در ایجاد مدل مطلوبیت زیستگاه، از نمایه بررسی اعتبار سطح زیر منحنی ROC (Area Under Curve) استفاده گردید.

قله اراک، پلنگ دره قم، الوند خمین، موه اصفهان، راسوند شازند و جاسب دلیجان در این محدوده قرار گرفته‌اند. به طوری که جمعیت‌های قابل توجهی از گوسفند وحشی در زیستگاه‌های استان مرکزی مشاهده می‌گردد. در این محدوده شهرهای اراک، دلیجان، خمین، محلات، شازند تعداد زیادی روستا، جاده‌های اصلی تهران- اصفهان، دلیجان- محلات، اراک- خمین، اراک- ازنا، صنایع بزرگ و معادن زیادی مستقر می‌باشند (انصاری، ۱۳۸۸). هدف از این مطالعه مقایسه مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در نیمه جنوبی استان مرکزی با روش‌های مگسنت و تحلیل عامل بوم‌شناختی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

ابتدا منطقه مورد مطالعه در قالب یک نقشه رستری که از  $n$  سلول هم اندازه تشکیل شد و مدل‌سازی گردید سپس متغیر وابسته داده‌های حضور/عدم حضور گونه مورد مطالعه جمع‌آوری شد. جهت تهیه نقشه حضور گونه طی عملیات میدانی و مشاهده گونه با استفاده از دستگاه (GPS) موقعیت گونه برداشت شد و سایر اطلاعات محل مشاهده گونه در فرم بازدید میدانی ثبت گردید و در مرحله بعدی متغیرهای بوم‌شناسی مستقل شامل ویژگی‌های توپوگرافی «شیب، ارتفاع، جهت و...» داده‌های بوم‌شناختی و تأثیرات توسعه فعالیت‌های انسانی «فاصله تا اماکن انسان ساخت، تراکم جاده‌ها، معادن و...» شناسایی شد

جدول ۱: اطلاعات مربوط به محل مشاهده گوسفند وحشی

منطقه	فاصله از نزدیک‌ترین اماکن مسکونی (کیلومتر)	فاصله از نزدیک‌ترین جاده اصلی (کیلومتر)	فاصله از نزدیک‌ترین معدن (کیلومتر)	میانگین شیب (درصد)	میانگین ارتفاع (متر)
هفتادقله (دره‌چکاب)	۵	۱۰	۸	۱۵-۳۰	۲۵۰۰
هفتادقله (دره سیبک)	۶/۵	۵	۱۰	۱۵-۳۰	۲۵۰۰
موته	۸	۵	۷	۱۵-۳۰	۲۵۰۰
جاسب	۳/۵	۲	۱	۱۵-۳۰	۲۷۰۰
راسوند	۴/۵	۲	۲	۳۰-۶۵	۳۰۰۰

## نتایج

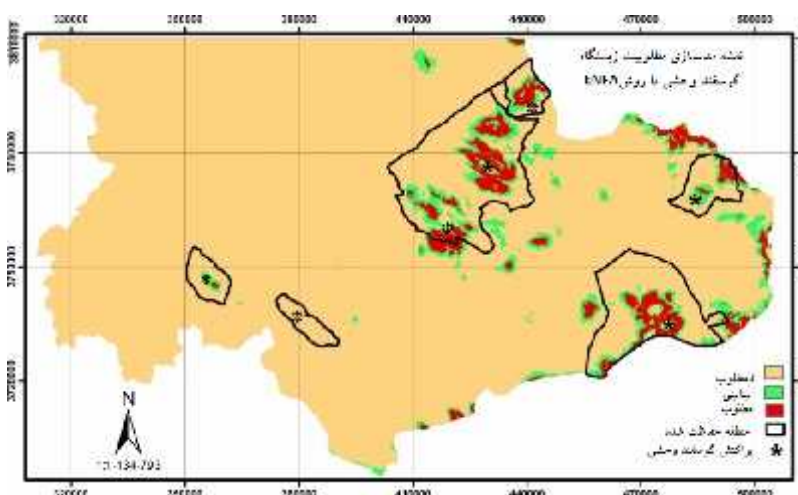
الف- نتایج مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه با روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی: بررسی اهمیت متغیرها در مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی با روش ENFA (جدول ۲) نشان‌دهنده آن است که در متغیر حاشیه‌ای تمایل گوسفند وحشی به زیستگاه‌های خاص نسبت به میانگین

زیستگاه است و در متغیر تحمل‌پذیری گوسفند وحشی نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود حساس است و تحمل‌پذیری کمی دارد. مساحت مطلوبیت زیستگاه در روش ENFA معادل ۱۱۸۸۰۱ هکتار برابر هشت درصد و اعتبارسنجی مدل ENFA میزان سطح زیر منحنی ROC برابر با ۰/۹۵۱ است. (شکل ۲).



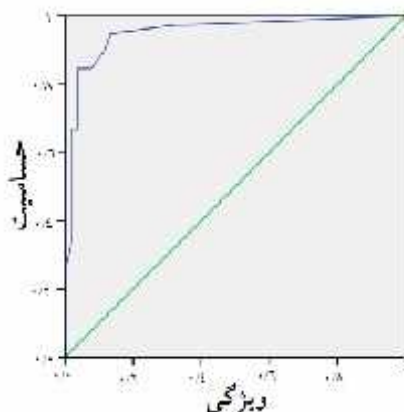
جدول ۲: اهمیت هر یک از متغیرها در مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی با روش ENFA

متغیر	مقدار	شرایط بهینه زیستگاه
حاشیه‌ای	۱/۶۰۳	زیستگاه‌های خاص و متفاوت از شرایط میانگین زیستگاه ( بالاتر از ۱)
تخصص گرایی	۴/۳۶	بالاتر از میانگین زیستگاه
تحمل پذیری	۰/۲۲۹	حساس (به صفر نزدیک‌تر)
ارتفاع	۱۹۷۶ متر	بیش‌تر از میانگین زیستگاه
شیب	۱۱ درصد	بیش‌تر از میانگین زیستگاه
فاصله از اراضی کشاورزی	۱۰ کیلومتر	تأثیر زمین‌های کشاورزی آبی نسبت به دیم بیش‌تر
فاصله از اتوبان	۷ کیلومتر	کم‌تر
فاصله جاده‌های آسفالت چهارباند	۶ کیلومتر	تأثیر منفی کم‌تر نسبت به جاده آسفالت دوباند
فاصله جاده‌های آسفالت دوباند	۹ کیلومتر	تأثیر منفی بیش‌تر
فاصله جاده‌های شوسه	۱۴ کیلومتر	تأثیر منفی بیش‌تر نسبت به جاده‌های آسفالت
فاصله شهر	۱۵ کیلومتر	تأثیر منفی بیش‌تر نسبت به روستاها
فاصله روستا	۸ کیلومتر	تأثیر منفی کم‌تر نسبت به شهرها
فاصله صنایع و معادن	۱۰ کیلومتر	تأثیر منفی بیش‌تر از شهرها و روستاها



شکل ۱: مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در نیمه‌جنوبی استان مرکزی با روش ENFA

## منحنی ROC



شکل ۲: نمودار سطح زیر منحنی ROC برای اعتبارسنجی مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی مبتنی بر روش ENFA



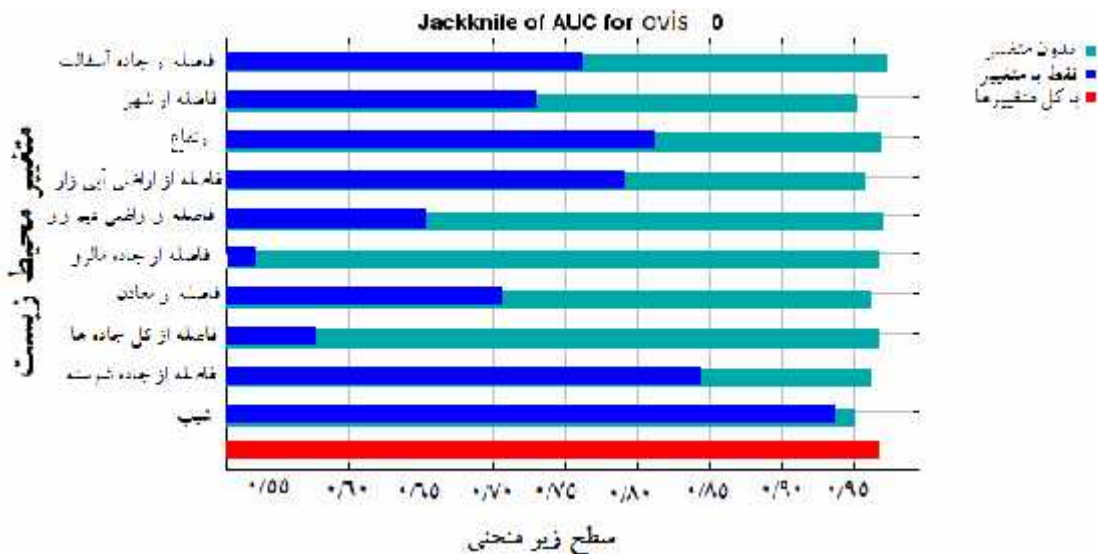
بیشترین سهم را در مدل دارد و کمترین تاثیر نیز متعلق به متغییر فاصله از جاده شوسته است.

### ب- نتایج مدل سازی مطلوبیت زیستگاه با روش

مگسنت: بررسی درصد سهم متغییرها در مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی مگسنت (جدول ۳) نشان دهنده آن است که متغییر فاصله از جاده آسفالت و پس از آن شیب

جدول ۳: درصد سهم و اهمیت هر یک از متغییرها در مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی با روش مگسنت

متغییرها	درصد سهم	درصد اهمیت	شرایط بهینه
شیب	۲۸/۹	۱۲	۲۰ درصد
فاصله از اراضی آبی	۱۹/۷	۱۸/۲	۲ کیلومتر
فاصله از شهر	۱۶/۹	۹/۵	۲۰ کیلومتر
فاصله از اراضی دیم	۱۰	۲۰/۴	۱۰ کیلومتر
فاصله از جاده آسفالت	۹/۹	۱۳/۵	۱۰ کیلومتر
فاصله از معادن	۷/۴	۹/۴	۱۰ کیلومتر
فاصله از جاده شوسته	۵/۱	۷/۸	۲ کیلومتر
فاصله از کل راهها	۱/۶	۳/۸	۲ کیلومتر
فاصله از جاده مالرو	۰/۴	۴/۱	اثری ندارد
ارتفاع	۰/۲	۱/۳	۳۵۰۰ متر

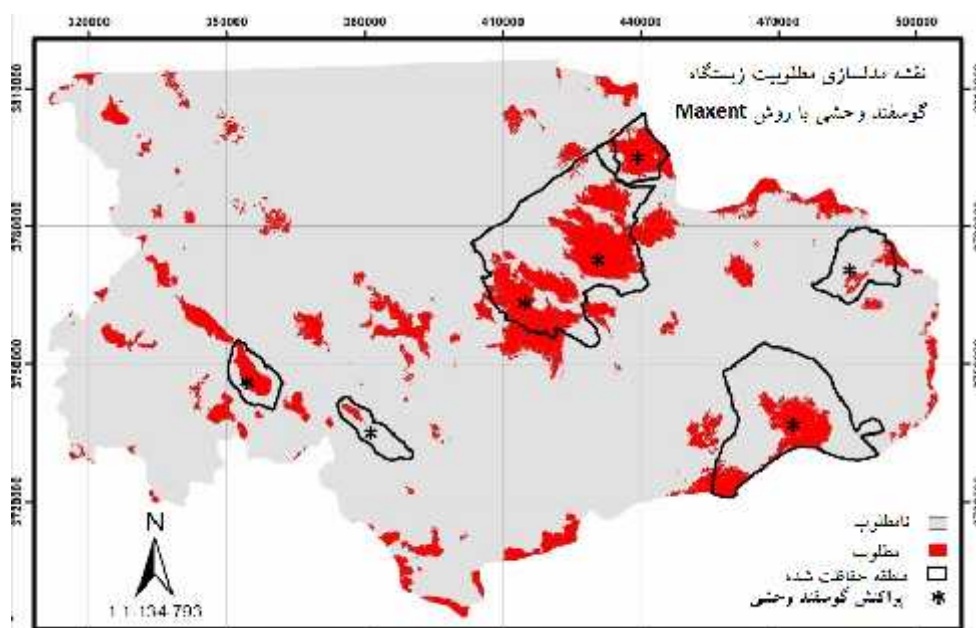


شکل ۳: نمودار جک نایف برای بررسی اهمیت هر یک از متغییرها بر مدل مطلوبیت زیستگاه

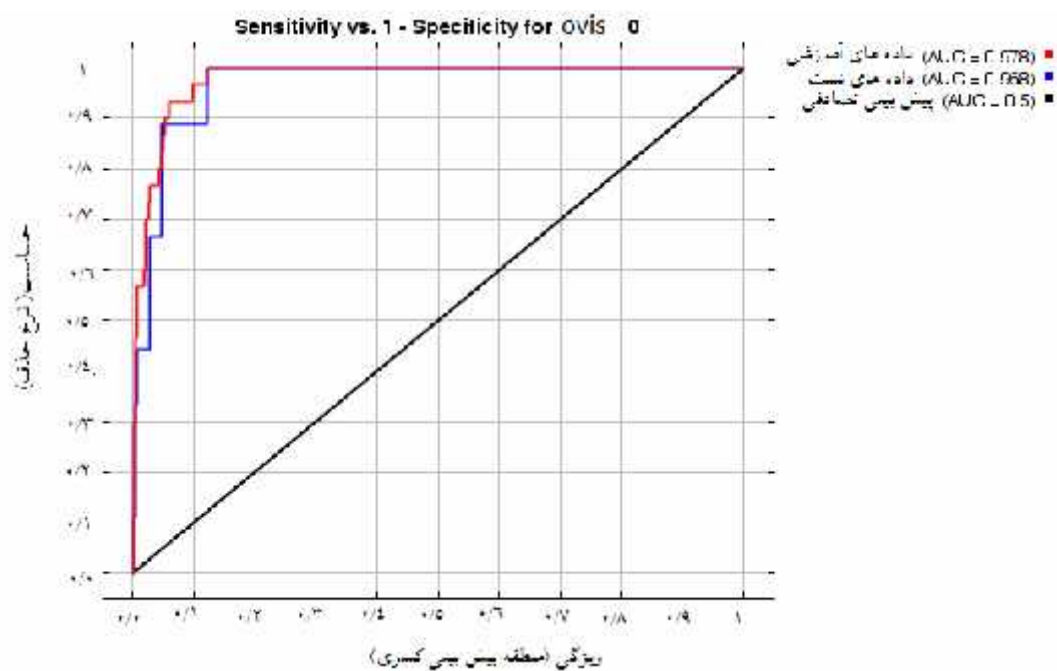
مساحت مطلوبیت زیستگاه با روش MAXENT معادل ۱۶۹۸۷۸ هکتار برابر ۱۱ درصد و اعتبارسنجی مدل مگسنت میزان سطح زیر منحنی ROC برابر با ۰/۹۷۸ است (شکل ۵).

طبق نتایج به دست آمده از آزمون جک نایف (شکل ۳) مهمترین متغییرهای موثر بر مطلوبیت، شیب و پس از آن فاصله از جادههای شوسته، ارتفاع و منابع آبی و کمترین تاثیر بر مطلوبیت را متغییر فاصله از جادههای مالرو دارد.





شکل ۴: نقشه مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در نیمه جنوبی استان مرکزی با روش MAXENT



شکل ۵: نمودار سطح زیر منحنی ROC برای اعتبارسنجی مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی مبتنی بر روش مکسنت

زیستگاه نسبت به روش ENFA با مساحت ۱۱۸۸۰۱ هکتار معادل ۸ درصد مطلوبیت زیستگاه بیش تر می باشد.

مقایسه درصد و مساحت مطلوبیت زیستگاه با روش ENFA و MAXENT در جدول ۴ نشان می دهد که در روش MAXENT مساحت ۱۶۹۸۷۸ هکتار معادل ۱۱ درصد مطلوبیت



جدول ۴: مقایسه درصد و مساحت مطلوبیت زیستگاه با روش ENFA و MAXENT

MAXENT		ENFA		نام طبقه
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۱۱	۱۶۹۸۷۸	۸	۱۱۸۸/۱	مطلوب
۸۹	۱۳۶۶۹۱۱	۹۲	۱۴۱۷۹۲۷	نامطلوب
۱۰۰	۱۵۳۶۷۹۰	۱۰۰	۱۵۳۶۷۹۰	جمع کل

بوم‌شناختی (۰/۹۵۱) می باشد، به عبارت دیگر مدل ENFA با احتمال ۰/۹۵۱ نقاط حضور را از نقاط زمینه مطلوب تر پیش بینی می کند.

مقایسه اعتبار دو مدل تهیه شده در جدول ۵ نشان می دهد اعتبار مدل مبتنی بر حداکثر آنتروپی (۰/۹۷۸) می باشد به عبارت دیگر مدل مگسنت با احتمال ۰/۹۷۸ نقاط حضور را از نقاط زمینه مطلوب تر پیش بینی می کند که این امر نشان دهنده اعتبار بسیار بالای مدل است و مدل مبتنی بر تحلیل عامل آشیان

جدول ۵: میزان سطح زیرمنحنی به همراه اشتباه معیار برای مدل های مبتنی بر رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی و حداکثر آنتروپی

مدل	ENFA	MAXENT
AUC±S.E.	۰/۹۵۱±۰/۲۴	۰/۹۷۸±۰/۰۸

میانگین در فاصله بیش تر از ۷ کیلومتری اتوبان‌ها قرار گرفته اند. مقدار منفی نشان می دهد که اتوبان تهران- اصفهان از نزدیکی زیستگاه های مطلوب این گونه عبور می کند و باعث جدایی لکه های زیستگاهی غربی و شرقی شده است. به علاوه جاده های دوبانده و چهار بانده تاثیر کمتری بر مطلوبیت زیستگاه این گونه داشته و برخی از زیستگاه های مطلوب در حاشیه این جاده ها قرار دارد. جاده های آسفالت چهاربانده تاثیر منفی کمتری نسبت به جاده های آسفالت دوبانده دارند. میانگین فاصله زیستگاه های مطلوب گوسفند وحشی از شهرها ۱۵ کیلومتر و از روستاها ۸ کیلومتر است. براساس مقادیر تخصص گرایی تاثیر منفی روستاها و شهرها تقریباً مشابه یکدیگر است. دلیل این امر می تواند قرار گرفتن بخشی از زیستگاه های مطلوب این گونه در اطراف شهرها باشد. البته هر روستا با توجه به تراکم جمعیت و نوع معیشت مردم می تواند تاثیر متفاوتی بر حضور گوسفند وحشی داشته باشد که این مورد زمانی که مدل سازی زیستگاه در مقیاس های کوچک تر انجام شود مشخص می شود. مقادیر حاشیه ای برای متغیرهای فاصله از شهرها و روستاها به ترتیب برابر با ۰/۳۳ و ۰/۳۹۷ می باشند. براساس مقادیر حاشیه ای حاصل از تحلیل عامل بوم‌شناختی معادن و صنایع نسبت به مناطق مسکونی و راه ها تاثیر منفی کمتری بر حضور این گونه دارند به طوری که میانگین فاصله زیستگاه های مطلوب از معادن ۵ کیلومتر و از مناطق صنعتی ۱۰ کیلومتر است. دلیل این امر

## بحث

همان طور که ملاحظه می شود در روش تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی اعتبار مدل معادل (۰/۹۵۱) که نشان گر عملکرد بسیار عالی این روش می باشد (Giovannelli و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج نشان می دهد ۴ فاکتور بوم‌شناختی از ۱۵ فاکتور محاسبه شده نمایان گر ۹۳٪ از اطلاعات است. از آنجایی که مقادیر بین ۰ تا ۱ ویژگی حاشیه ای کل نشان دهنده این است که گونه تمایل به زیستن در شرایط میانگین محدوده مطالعاتی را دارد و مقادیر بالاتر از ۱ نشان دهنده تمایل گونه به زیستن در زیستگاه های خاص است، لذا مقدار ۱/۶۰۳ به دست آمده از این آنالیزها نشان دهنده تمایل گوسفند وحشی به زیستگاه های خاص نسبت به میانگین زیستگاه است. به علاوه از آنجاکه مقدار تحمل پذیری کل نزدیک به صفر است، لذا می توان گفت که این گونه نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود حساس است و تحمل پذیری کمی دارد. مقادیر ویژگی حاشیه ای نشان می دهد که گوسفند وحشی مناطقی را ترجیح می دهد که ارتفاع و شیب آن ها بیش تر از ارتفاع میانگین زیستگاه است (بیش تر از ۱۹۷۶ متر، حاشیه ای معادل ۰/۳۴۱). مقدار ویژه گرایی (Specialisation) گوسفند وحشی از اتوبان ها معادل ۰/۲۷۳- است که نشان گر دوری حیوان از اتوبان می باشد. این بدان معناست که فاصله مناطق مطلوب زیستگاه گوسفند وحشی به طور



## تشکر و قدردانی

از آقایان دکتر کرمی، دکتر رضایی و کلیه کارکنان و محیط بانان اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی که در انجام این تحقیق همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

- انصاری، ا.، ۱۳۸۸. پایش اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های طبیعی و معرفی زیستگاه‌های در معرض تهدید. فصلنامه محیط زیست. شماره ۴۷، صفحه ۷۹.
- بهداروند، ن.، ۱۳۹۰. مدل‌سازی حملات اخیر گرگ به انسان و دام در استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه تهران. ۱۴۷ صفحه.
- خلیلی، ف.، ۱۳۹۳. بررسی انتخاب زیستگاه و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده استان کهگیلویه و بویراحمد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۸ صفحه.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematic*. Vol. 34, pp: 487-515.
- Giovanelli, J.G.R.; De Siqueira, M.F.; Haddad, C.F.B. and Alexandrino, J., 2010. Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence only methods. *Ecological Modelling*. Vol. 221, pp: 215-224.
- Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002. Ecological niche factor analysis: How to compute habitat suitability maps without absence data? *Ecology*. Vol. 83, pp: 2027-2036.
- Hirzel, A.H.; Helfer, V. and Metral, F., 2001. Assessing habitat suitability models with a virtual species. *Ecological Modelling*. Vol. 145, pp: 111-121.
- Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. In *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*. Vol. 22, pp: 415-427.
- Malekian, M., 2007. Effects of habitat fragmentation on the genetic diversity and population structure *Petaurus breviceps* species in southeast Australia. The National Biotechnology Congress of Iran.
- Pearson, R.G., 2007. Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. American Museum of Natural History. pp: 1-50.
- Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. Vol. 190, pp: 231-259.

می‌تواند نوع تیپ زیستگاهی مورد استفاده این گونه باشد که عمدتاً مناطق صخره‌ای با شیب زیاد بوده که معمولاً معادن و صنایع به‌دور از این تیپ‌ها استقرار دارند. زمین‌های کشاورزی تاثیر منفی نسبتاً زیادی دارند. تاثیر زمین‌های کشاورزی آبی نسبت به دیم بیش‌تر بوده و این گونه از آن‌ها دوری می‌کند (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲).

در روش مگسنت اعتبار مدل مبتنی بر حداکثر آنتروپی معادل (۰/۹۷۸) که نشان‌گر عملکرد بسیار عالی روش Maxent می‌باشد (Giovanelli و همکاران، ۲۰۰۴). بین متغیرهای توسعه فعالیت‌های انسانی بیشترین درصد مربوط به اراضی کشاورزی آبی (۱۹/۷)، بیشترین اهمیت مربوط به اراضی کشاورزی دیم (۲۰/۴)، بیشترین فاصله شرایط بهینه مربوط به فاصله از شهرها (۲۰ کیلومتر) می‌باشد و کمترین درصد سهم مربوط به جاده‌های مال‌رو (۰/۴)، کمترین اهمیت مربوط به کل جاده‌ها، کمترین فاصله از شرایط بهینه مربوط به جاده‌های مال‌رو می‌باشد. در بین متغیرهای بوم‌شناسی بیشترین درصد سهم (۲۸/۹)، اهمیت (۱۲)، بیشترین فاصله شرایط بهینه (۲۰ درصد) مربوط به شیب می‌باشد و کمترین درصد سهم (۰/۲)، اهمیت (۱/۳) و کمترین فاصله از شرایط بهینه (۳۵۰ متر) مربوط به متغیر ارتفاع می‌باشد. بر این اساس در بین متغیرهای توسعه فعالیت‌های انسانی بیشترین اثرگذاری بر روی زیستگاه گوسفند وحشی مربوط به متغیر فاصله از شهرها و کمترین مربوط به جاده‌های مال‌رو می‌باشد و از متغیرهای بوم‌شناسی بیشترین تاثیرگذاری مربوط به شیب و کمترین مربوط به ارتفاع می‌باشد.

با مقایسه اعتبار مدل‌ها، درصد و مساحت مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی بین روش‌های ENFA و MAXANT مشخص می‌گردد مدل مطلوبیت زیستگاه به‌دست آمده با روش MAXANT نسبت به روش ENFA مقدار کمی اعتبار بیش‌تر، به واقعیت نزدیک‌تر و وسعت و درصد مطلوبیت زیستگاه بیش‌تری دارد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). در تفکیک اهمیت و سهم متغیرها در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی روش مگسنت عملکرد بهتری نسبت به روش تحلیل عامل بوم‌شناختی دارد. بنابراین مگسنت در اجرای مدل موفق‌تر بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که مگسنت روش مناسب‌تری برای تعیین مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در مقیاس کلان نسبت به تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی می‌باشد. بر این اساس نتایج این تحقیق نیز منطبق بر نتایج سایر مطالعات مشابه می‌باشد (خلیلی، ۱۳۹۳).

