



# مدل سازی مطلوبیت زیستگاه پرندگان جنگلی با استفاده از نرم افزار مکسنت

Roberto Moreno, Ricardo Zamora, Juan Ramón Molina, Angélica Vasquez, Miguel Ángel Herrera

معصومه پاک روان<sup>۱\*</sup>، صیاد شیخی نیلانلو<sup>۲</sup>

## چکیده

جنگل های معتدله شیلی با تنوع زیستی غنی خود، زیستگاه وسیعی را برای حیات وحش بوجود آورده است. این اکوسیستم طبیعی ارزشمند توسط عوامل طبیعی و فرآیندهای انسانی تحت تاثیر قرار گرفته و محدوده زیستگاه کاهش پیدا کرده است، که با توجه به بومی بودن گروه خاصی از پرندگان در این جنگل ها و پیچیدگی رفتار انتخاب زیستگاه آنها مشکلات جدی اکولوژیکی را در پی داشته است. تخریب تدریجی و مشکلات اکوسیستم می تواند باعث انقراض بعضی از گروه ها شود. با این وجود، ارزش اکولوژیکی حفاظت از حیات وحش به ندرت در تصمیمات و اجرای طرح های مدیریت مورد توجه قرار می گیرد. این مطالعه با هدف توجه به حیات وحش در مدیریت جنگل، تشخیص زیستگاه های بالقوه برای دو گونه پرنده جنگلی بومی با ارزش اکولوژیکی بالا انجام شده است. هر دو گونه در یک زیستگاه اکوتونی زیست می کنند، که آنها را شاخص زیستی با اهمیت بالا برای حفاظت جنگلهای معتدله می کند. با ادغام اطلاعات محیط زیستی و مدل های زمین آماری بر پایه ی آنتروپی بیشینه (مدلهای مکسنت) می توان مهمترین متغیرهایی که برای حضور هر گونه ضروری هستند را تشخیص داد. گونه *Pteroptochos tarnii* نسبت به گونه *Eugralla paradoxa* از نظر انتخاب زیستگاه محدودیت کمتری دارد، و شرایط توپوگرافی ویژه ای را می طلبد (ارتفاع، شیب و جهت). گرچه *Eugralla paradoxa* نه تنها زیستگاهی با همان شرایط توپوگرافی بلکه ویژگی هایی اکوزمین شناسی چون فاصله تا مسیرهای پیاده روی، مسرهای آبی و اکوتون ها را نیز می طلبد. بنابراین با توجه به مطالعه صورت گرفته می توان اظهار نمود که مدل مکسنت و دیگر مدل های مطلوبیت زیستگاه نیز می توانند در برنامه ریزی های حفاظت حیات وحش در زیستگاه های جنگلی مورد استفاده مدیران قرار گیرند.

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

<sup>۲</sup>دانشجوی دکتری، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

نویسنده مسئول: معصومه پاک روان

پست الکترونیک:

**کلمات کلیدی:** مدل سازی خرد زیستگاه، حفاظت حیات وحش، حداکثر بی نظمی، جنگل های معتدله

## مقدمه

شناخته می شوند. بسیاری از زیستگاه های این اکوسیستم های باارزش توسط فرآیندهای طبیعی و انسانی و تخریب زیستگاه کاهش پیدا کرده اند و از مشکلات اکولوژیکی دیگری که ایجاد شده است تنزل خدمات محیط زیستی، حیوانات و گیاهان و ذخیره بالقوه کربن می باشد.

جنگلهای معتدله شیلی از تنوع زیستی غنی برخوردار هستند که زیستگاه های بسیاری برای حیات وحش و شرایط مناسبی برای ایجاد گونه های بومی به وجود آورده اند و همچنین به عنوان کانون های تنوع زیستی

متغیر (کوکر بیجینگ) که براساس ارزش‌های تصادفی و توزیع فضایی آنهاست. اگرچه آنها اختصاصاً الگوریتم مدل‌های آشیان اکولوژیکی نیستند و معمولاً در پیش بینی امکان توزیع بالقوه گونه‌ها استفاده می‌شوند. اینها برای پیش بینی از نقاط حضور و عدم حضور که از مطالعات میدانی حاصل می‌شود استفاده نمی‌کنند. از سوی دیگر گارپ و مکسنت می‌تواند برای تست غنای گونه‌ای و ترکیب یک ناحیه نمونه برداری نشده حفاظتی با استفاده از الگوریتم‌های مدلسازی آشیان اکولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد. گارپ با هدف تشخیص میزان هم بستگی بین حضور و عدم حضور یک گونه و متغیرهای محیط زیستی استفاده می‌شود که پیوستگی تمام محدوده‌هایی که متغیرهای شاخص جغرافیایی که شرایط را برای حضور گونه مهیا می‌کنند را می‌یابد. مکسنت متناسب با احتمال توزیع برای هر گونه بر اساس این اصل که بهترین توضیح پدیده‌های ناشناخته، آنتروپی یا بی‌نظمی توزیع را بیشتر می‌کند یا به عبارتی همان مدل حدکثر بی‌نظمی.

تفاوت دیگر مکسنت و گارپ در اینست که مکسنت جزئیات بیشتری در پیش بینی توزیع نشان می‌دهد در حالی که گارپ یک پیش بینی کلی را نشان می‌دهد. در این مطالعه ما مطلوبیت خرد زیستگاه دو گونه پرنده را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مکسنت مدل سازی کردیم. هر دو گونه بومی جنگل‌های معتدله شیلی هستند و ممکن است نقش شاخص زیستی را در چگونگی حفاظت این جنگل‌ها ایفا کنند.

## مواد و روش‌ها

### روش مطالعه

رفتار پیچیده موجودات در جهت انتخاب زیستگاه، آنها را در معرض ریسک خطر انقراض قرار می‌دهد. با این وجود حفاظت از جانوران با ارزش اکولوژیکی بالا در برنامه ریزی‌های مدیریت جنگل‌ها در شیلی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

این مطالعه با هدف کامل کردن برنامه ریزی مدیریت جنگل‌ها با توجه به حفاظت حیات وحش صورت گرفته است. زمانی که توزیع حیات وحش به صورت همگن و متجانس و یا تصادفی نباشد یافتن رابطه بین محیط زیست و زیستگاه گونه‌های ویژه‌ای می‌تواند مفید باشد از آن جهت که می‌توان برای تشخیص معیارهای اصلی جهت مدیریت پایدار تنوع زیستی جنگلهای معتدله شیلی مورد استفاده قرار گیرد.

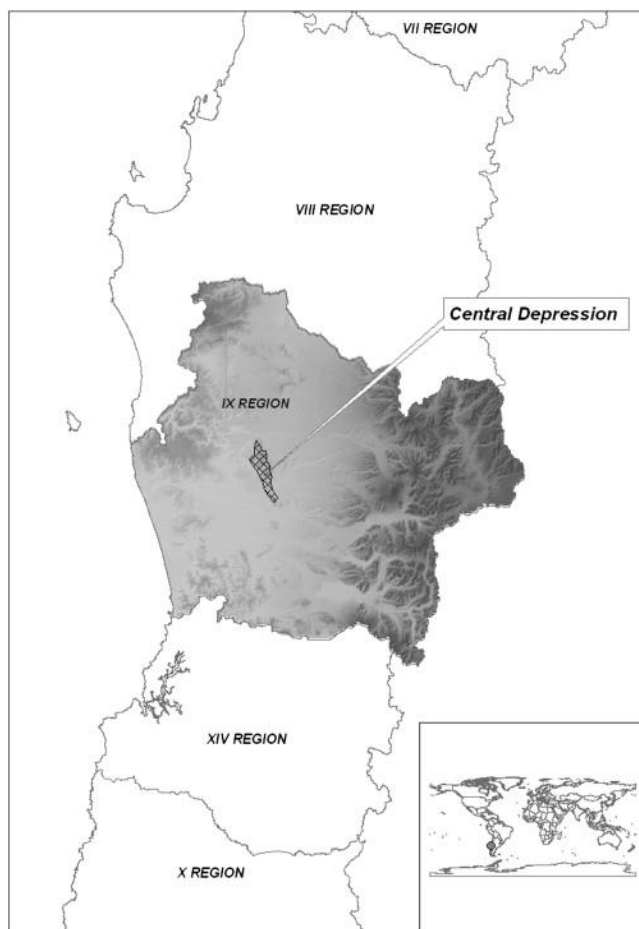
با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان متغیرهای اقلیمی، اکولوژیکی و توپوگرافی را به سرعت و مستقیماً در مقیاس زیستگاه و لنداسکیپ همراه با نقاط حضور پیوست داد و وابستگی‌ها را یافت که از این راه می‌توان برای پیش بینی پراکنش گونه‌ها در زمینه مطالعات حیات وحش استفاده نمود.

تاکنون مطالعاتی در زمینه تحلیل رفتار انتخاب آشیانه برای پرندگان انجام شده است، که از مدل‌های پیش بینی زیستگاه در مقیاس لنداسکیپ استفاده شده است. توزیع گونه‌ها را می‌توان از طریق روش‌های آماری یا قطعی براساس ویژگی‌های اقلیم، توپوگرافی و اکولوژیکی منطقه داشت. کوریجینگ و گارپ و مکسنت مثال‌هایی از رایج‌ترین روش‌های مدلسازی توزیع گونه‌ها هستند. ما به دلیل قابلیت بهتر مکسنت در آرایه مدل بهتری از توزیع گونه از این نرم افزار استفاده کردیم.

کوریجینگ و کوریجینگ مدل‌های زمین آماری می‌باشند که یک (کوریجینگ) یا چند

جنگل بالغ و جوان توسط *Nothofagus* spp. اکوسیستم جنگلی این محدوده اکوتونی است. منطقه در داخل کانون تنوع زیستی را از جنگل معتدله از آمریکای جنوبی پوشش می دهد.

این مطالعه در محدوده ۴۳۵ هکتاری جنگل انجام شد تا برای مدلسازی خرد زیستگاه به اندازه کافی وسیع باشد. با اقلیم سرد و مرطوب با متوسط بارش سالانه ۱۳۱۱ میلی متر، بیشتر بین می و سپتامبر، و متوسط دمای سالیانه ۱۱٫۶ درجه سانتی گراد. غالب



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه در شیلی

خانگی آنها بین ۱ تا ۴ هکتار برای هر فرد تخمین زده شد. بنابراین ۴۳۵ هکتار برای مطالعه مناسب به نظر می رسد. اطلاعات کمی در مورد رژیم غذایی موجود است و بعضی نویسندگان ادعا کرده اند آنها حشره خوارند در حالی که دیگران ادعا دارند همه چیز خوارند. برای پایش پرندگان از روش ذکر شده در

### نمونه برداری از پرند

دو پرند از خانواده Rhinocryptidae، گونه Black throated huet-huet (*Pteroptochos tarnii*) و Ochre-flanked Tapaculo (*Eugralla paradoxa*) که هر دو بومی این جنگلها و به عنوان شاخص زیستی درجه حفاظت این جنگلها به شمار می روند. گستره

تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره بخش مهمی از روش کار می‌باشد. برای هرگونه مدل با یک توزیع یکنواخت شروع شده و با تعدادی تکرار براساس مهم-ترین متغیرهای محیط‌زیستی بهترین پیش بینی را ارائه می‌دهد.

توزیع مکسنت برای شبکه‌ای از سلول‌ها محاسبه شده است که شامل اطلاعات برای تمام متغیرهای محیط-زیستی است. ما از ۲۵ درصد از نقطه‌های نمونه‌گیری برای تست اینکه آیا پیش بینی‌های مکسنت (training data) بهتر از پیش بینی‌های تصادفی (random test) هستند یا نه استفاده کردیم. مکسنت از (AUC) جهت ارزیابی مدل آماری استفاده می‌کند و بین آنها غالباً برای دسترسی به مدل‌های نیچ و انتخاب سایت‌های آشیانه کاربرد دارد. در ارزیابی مدل تولید شده توسط این دوگونه از آزمون دو جمله‌ای بر اساس نرخ حذف و مناطق پیش بینی داده شده توسط مدل استفاده کردیم.

### بحث و نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که خردزیستگاه ترجیحی *Pteroptochos tarnii* محدوده‌ای با شیب بالاتر از ۳۰٪، مناطق سخت و ناهموار با لکه‌هایی از سایه کامل یا جزئی می‌باشد. ارتباط این اطلاعات با نتایج Amico و همکاران (۲۰۰۸) و Moreno (۲۰۰۳) طیف وسیع‌تری از شرایط را برای تامین خرد زیستگاه بالقوه برای *Pteroptochos tarnii* پیشنهاد می‌دهد بنابراین به نظر می‌رسد به رطوبت بالا و شرایط سایه بستگی دارد. این شرایط معمولاً همراه با شرایط دیگری چون تراکم بالای گیاهان، یک منطقه بزرگ پایه و جنگل انبوه با پوشش (understory)؛ براساس نتایج نویسندگان ذکر شده، این گونه‌ها همچنین

مقاله Blondel و همکاران (۱۹۸۱) استفاده شده، براساس اینکه دوگونه در ایستگاه‌های سرشماری مشخص، دیده یا صدای آنها شنیده شده باشد. ۴ تکرار در هر لکه اجرا شد تا فراوانی حضور هرگونه محاسبه شود. برای جلوگیری از ثبت یک فرد در دو ایستگاه، ۲۰ ایستگاه صدا (طبقه بندی شده در فاصله های ۲۵۰ متری) در امتداد مسیرهای مجموعه قرار داده شد (Blondel et al. 1981) تمام جایگاه‌هایی که یک یا هر دوگونه وجود داشت به عنوان خردزیستگاه برای گونه‌ها به حساب آمدند.

### متغیرهای محیط زیستی و توپوگرافی

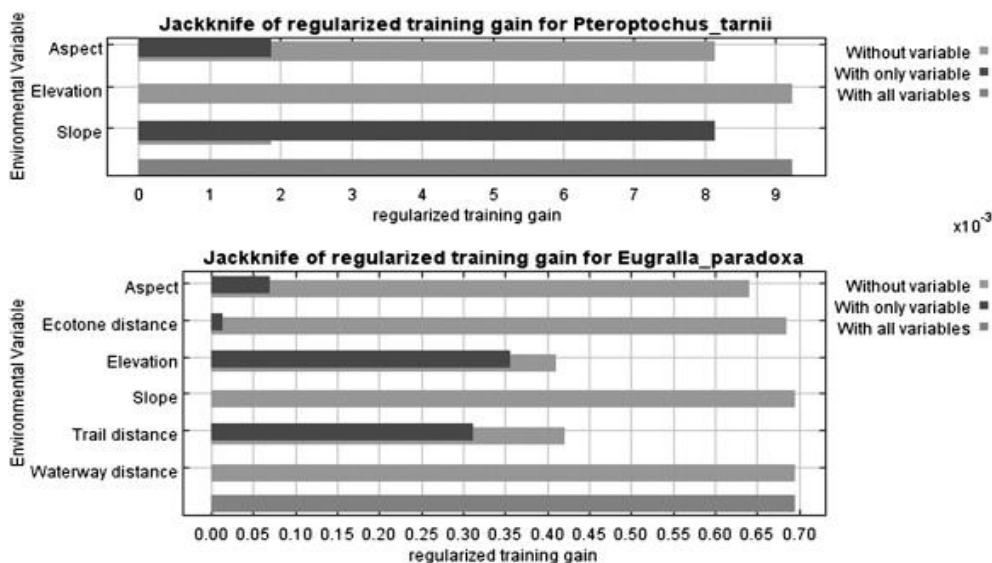
متغیرهای محیط زیستس و توپوگرافی مثل شیب، ارتفاع، جهت. برخی از مطالعات قبلی استخراج شد، اما ما همچنین متغیرهای جدیدی چون فاصله از مسیرهای آبی، پیاده روی و اکوتون را نیز در نظر گرفتیم.

### مدل مکسنت

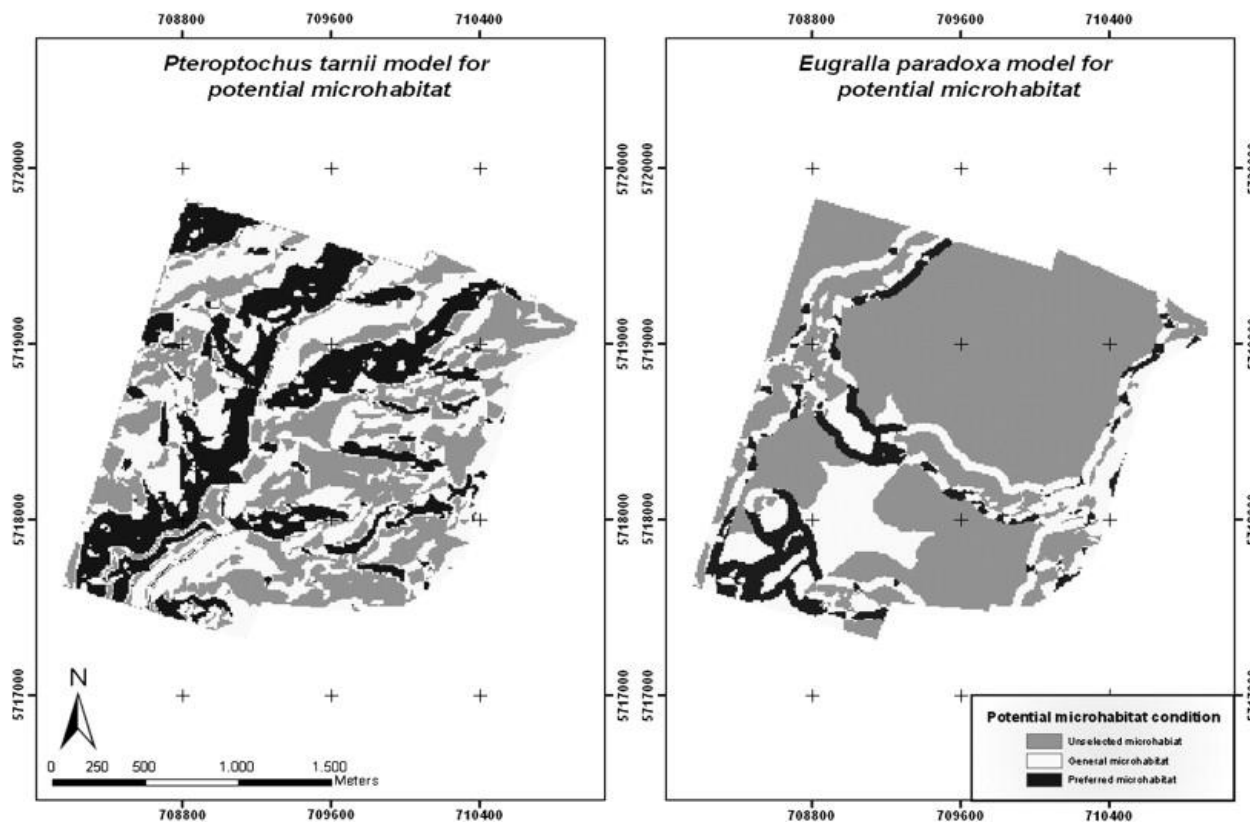
مکسنت تکنیکی کاربردی و پیش بینی پایه برای مدلسازی‌هایی برای توزیع جغرافیایی گونه‌ها براساس مهم‌ترین متغیرهای محیط‌زیستی است. پاسخ‌های مکسنت براساس یادگیری ماشینی و از طریق اطلاعات ناقص که به مدل داده می‌شود می‌باشد. این روش حداکثر بی نظمی را در توزیع گونه‌ها براساس نقاط نمونه برداری شده در بستر پس زمینه منطقه با توجه به محدودیت داده‌ها تخمین می‌زند. مکانی که به نقطه حضور یا عدم حضور اختصاص می‌یابد وابسته به درستی اطلاعات می‌تواند درست یا نادرست باشد. متغیرهای محیط زیستی به میزان بالایی به حضور گونه وابسته است که می‌توان از برون‌یابی یا مقایسه با زیستگاه‌های مشابه تعیین کرد و توزیع جغرافیایی گونه را پیش بینی نمود.

متغیرها به رقابت‌های بین گونه‌ای متفاوت این گونه-های با حیوانات دیگر (برای مثال صیادان) منجر شود.

محدوده‌هایی با شاخه‌های افتاده و گونه‌های چوبی را ترجیح می‌دهند. اگرچه احتمال دارد که تفاوت این



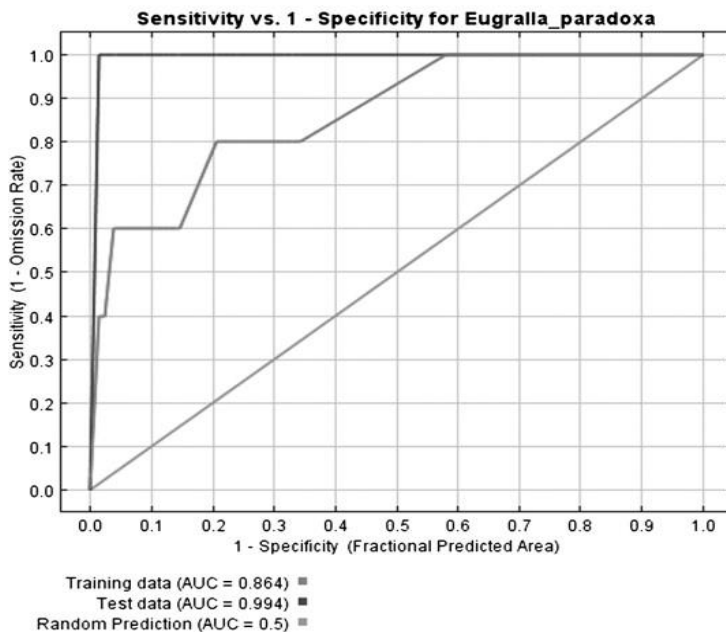
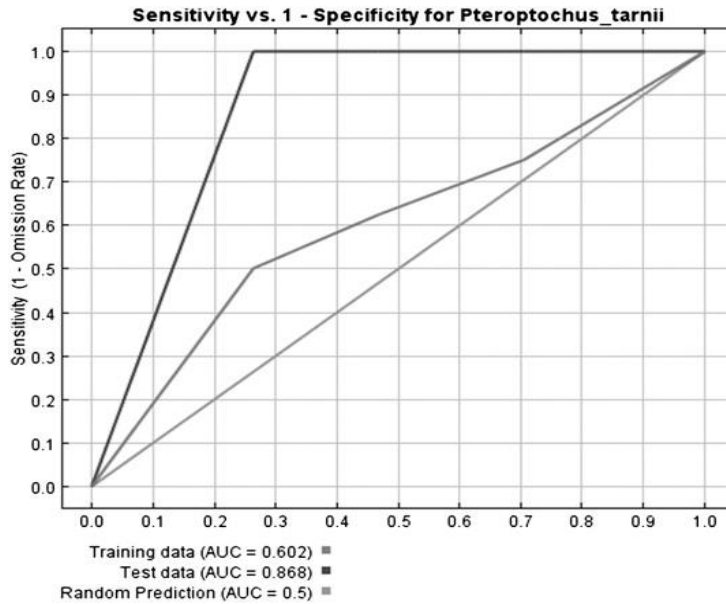
شکل ۲: اهمیت متغیرهای مورد استفاده در پیش بینی مدل مطلوبیت زیستگاه



شکل ۳: مدل مطلوبیت زیستگاه برای دو گونه مورد مطالعه

مطالعات کمبود خرد زیستگاه کافی برای این گونه‌ها وجود دارد و مناطق بکر و جنگل‌های بالغ با گستره وسیع و پوشش زیر اشکوب برای حفاظت زیستگاه نیاز است.

گونه *Eugralla paradoxa* به نظر مناطق دور از جاده و مسیرها (۷۰ متر) و دور از اکوتون (بیش از ۵۰ متر)، ارتفاع کم (۲۸۰ متر) و مناطق نزدیک به آبراه (کمتر از ۱۰۰ متر) را ترجیح می‌دهد. براساس



شکل ۴: میزان AUC مدل پیش بینی برای دوگونه مورد مطالعه

هر دو روش سرشماری و عوامل دیگر مثل نرسیدن خرد زیستگاه به ظرفیت زیستی برای آن گونه. ما همچنین پایش حضور هر گونه جانوری براساس نمونه گیری منظم از جمعیت هایشان پیشنهاد می کنیم. این پایش اعتبار مدل را امتحان می کند.

### منبع

R. Moreno, R. Zamora, J.R. Molina, A. Vasquez, M.Á. Herrera. Predictive modeling of microhabitats for endemic birds in south Chilean temperate forests using maximum entropy (MaxEnt), Ecol. Inform., 6 (2011), pp. 364–370

جهت حفاظت از تنوع زیستی جانوران در این منطقه نیاز است استفاده از محدوده های طبیعی توسط هرگونه شناسایی شود تا ویژگی های زیستگاه آن مشخص شود. اگر گونه ها بومی باشند و نقش ویژه ای به عنوان شاخص زیستی در تنوع زیستی منطقه ایفا کند حفظ و نگهداری مناطق جنگلی خیلی که به میزان زیادی در معرض تخریب و تکه تکه شدن زیستگاه است ضروری می باشد.

آنتروپی بیشینه روشی در حال تحول است که می تواند ابزار مفیدی برای تحقیقات حیات وحش و مدیران جنگل در پیش بینی توزیع فون. مشخص شد که ممکن است یک خرد زیستگاه برای گونه ای حتی در صورت عدم یافتن گونه مناسب باشد، با توجه به