

بررسی ارتباط شاخص‌های سیمای سرزمین با فراوانی گونه پرندگان در لکه‌های جنگلی شهرستان گرگان

فاطمه ستایشی*^۱، حسین وارسته مرادی^۲، عبدالرسول سلمان ماهینی^۳

۱ کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲ استادیار گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳ دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۸؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۰۴)

چکیده

قطعه‌قطعه شدن زیستگاه یک مشکل نگران‌کننده در زیست‌شناسی حفاظت است که گاهی این پدیده سبب نابودی زیستگاه می‌شود. این پژوهش، جهت بررسی ارتباط متغیرهای سیمای سرزمین با فراوانی گونه پرندگان در لکه‌های جنگلی در شهرستان گرگان صورت گرفت. همه متغیرها در ۲۶ لکه زیستگاهی با مساحت‌های متفاوت، کمتر از ۱ هکتار، ۱ تا ۱۰ هکتار، ۱۰ تا ۲۵ هکتار و لکه جنگلی با مساحت بیش‌تر از ۳۰۰ هکتار بررسی شدند. همچنین، با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS متغیرهای شاخص‌های سیمای سرزمین محاسبه شدند. پرندگان به فاصله شعاعی ۲۵ متری در هر یک از ۷۴ نقاط نمونه‌برداری بررسی شدند. نتایج نشان داد که گونه بلبل و مگس‌گیر سینه سرخ با مساحت لکه‌ها رابطه منفی دارد ولی حضور چرخ‌ریسک بزرگ رابطه مثبتی با مساحت لکه‌های جنگلی، نسبت محیط به مساحت و شکل لکه‌ها دارد. بر اساس این تحقیق، بلبل و مگس‌گیر سینه سرخ به‌عنوان گونه حاشیه‌زی و چرخ‌ریسک بزرگ به‌عنوان گونه درون جنگلی معرفی شده است. این تحقیق، اهمیت لکه‌های جنگلی در حفاظت پرندگان و نیز حفاظت از بوم‌سازگان‌های جنگلی را نشان داد.

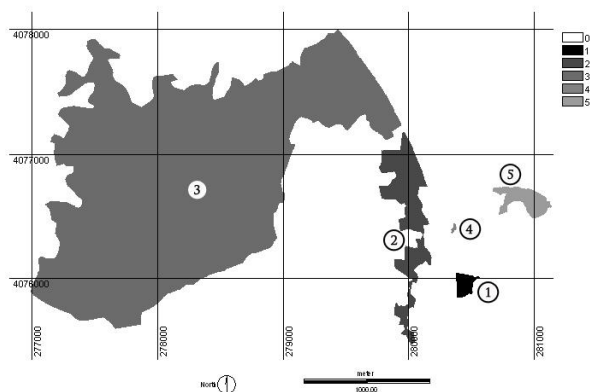
کلید واژه‌ها: لکه‌های جنگلی، پرنده، گرگان، سیمای سرزمین و حفاظت

سرآغاز

مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان، بین ۳۶ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از غرب به دریای خزر و استان مازندران و از شرق به استان خراسان شمالی محدود است (سالنامه آماری گلستان، ۱۳۸۵). در این مطالعه، ۲۶ لکه جنگلی در ۳ منطقه (شصت کلاته، قرق، نومل) به عنوان محدوده کار در شهرستان گرگان انتخاب شد. در شکل (۱- الف، ب و ۱- ج) مناطق مورد مطالعه آورده شده است. توضیحات تکمیلی اعداد ذکر شده در راهنمای اشکال در جدول (۳) این مقاله درج شده است.



شکل (۱): نقشه مناطق مورد مطالعه



شکل (۱): الف نقشه منطقه مورد مطالعه -
لکه‌های جنگلی نومل

آشوب و اختلال در زیستگاه امری انکارناپذیر است و این امر سیمای سرزمین را به موزاییکی از لکه‌های^(۱) مختلف زیستگاهی تبدیل می‌کند. اکوسیستم‌های جنگلی، زیستگاه تعداد زیادی از گونه‌های حیات وحش است که در میان آن‌ها به گونه‌های بسیار متنوعی از پرندگان می‌توان اشاره نمود. امروزه، حفظ تنوع زیستی در اکوسیستم‌های مختلف اهمیت زیادی پیدا کرده است. آن چه بر اهمیت روزافزون تنوع زیستی می‌افزاید، نقش آن در حفظ ثبات اکوسیستم‌هاست. حضور گونه‌های بیش‌تر در یک منطقه، ساختار پیچیده‌تری به اکوسیستم‌های طبیعی خواهد داد و در نتیجه این اکوسیستم‌ها در پاسخ به تغییرات توانایی بیش‌تری داشته و با ثبات‌تر خواهند بود. همچنین، تنوع زیستی بالاتر اکوسیستم‌ها نشان‌دهنده پایداری بیش‌تر آن‌هاست (ستایشی، ۱۳۹۰). به دلیل بی‌سابقه بودن سرعت جنگل‌زدایی و کاهش جنگل‌ها، قطعه‌قطعه شدن زیستگاه به یک معضل اصلی در زیست‌شناسی حفاظت تبدیل شده است (Alan et al., 2002). بیشتر جنگل‌های باقی‌مانده به شدت توسط انسان‌ها تغییر یافته است و اغلب به لکه‌های به نسبت کوچک جنگلی قطعه‌قطعه شده‌اند (Marsh & Grossa, 2005). از بین رفتن و تکه‌تکه شدن زیستگاه به عنوان محرک‌های کلیدی کاهش تنوع زیستی شناخته شده‌اند (Deconchat et al., 2009). علاوه بر کاهش تعداد کل گونه‌ها، این نگرانی وجود دارد که انواع گونه‌هایی که در تکه‌های جنگلی از بین رفته‌اند، دارای ارزش بالای حفاظتی، مانند تراکم کم یا گونه‌های تخصصی زیستگاه، یا گونه‌هایی با دامنه‌های محدود جغرافیایی باشند (گرگانی، ۱۳۹۱). به عبارت دیگر، قطعه‌قطعه شدن زیستگاه شامل فرایندی است که به غیر پیوستگی در پیکربندی فضایی زیستگاه ختم می‌شود (Alan et al., 2002). قطعه‌قطعه شدن زیستگاه مبتنی بر کاهش زیستگاه و جایگزینی آن با زیستگاه با کیفیت پایین‌تر است (Alan et al., 2002). قطعه‌قطعه شدن می‌تواند شامل کاهش زیستگاه و یا مجزا شدن به لکه‌های زیستگاهی باشد که نتیجه آن به‌وجود آمدن لکه‌های کوچک و لکه‌هایی با فواصل بیشتر است (Hunter, 1990; Fahrning, 2003).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مساحت ۲۰۴۳۷/۷۴ کیلومتر مربع ۱/۲۴ درصد

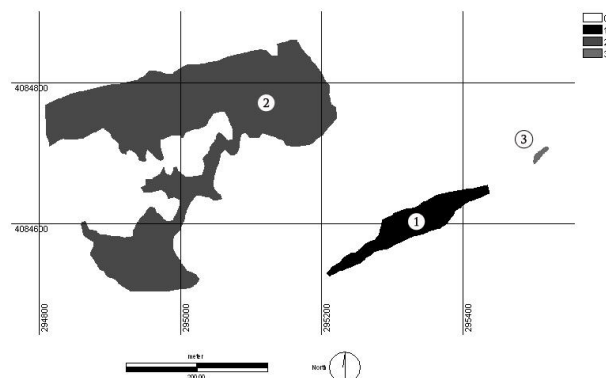
منطقه راحت‌تر و حضور پرنده‌گان در منطقه بیشتر می‌باشد (Varaste & Zakaria, 2010). برای نمونه برداری از پرنده‌گان از روش نمونه برداری نقطه‌ای (Biby et al., 2000) و برای ثبت پرنده‌گان از GPS استفاده شد. تعداد ۷۴ پلات در طی سال ۱۳۹۰ مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. در فاصله زمانی بین ۷ تا ۱۰ صبح در شرایط جوی مساعد و عدم بارندگی شدید، (Watson et al., 2004) تمامی پرنده‌گان دیده شده شمارش شدند. از عامل صدا برای تعیین مکان پرنده و سپس مشاهده و ثبت آن استفاده (Varaste & Zakaria, 2010). فاصله هریک از نقاط نمونه‌برداری از یکدیگر حداقل ۲۰۰ متر (Atwell et al., 2008) بود. برای هر نقطه، محدود شعاعی ۲۵ متری از مرکز هر پلات (Watson et al., 2004) در نظر گرفته شد. در هر واحد نمونه برداری، مشاهده‌گر برای حفظ آرامش محیط پس از ۲ دقیقه سکوت از روش عدم تحرک و ثبت پرنده‌گان استفاده کرد. کل پرنده‌گان مشاهده شده به مدت ۱۰ دقیقه شمارش و ثبت شدند (Antongiavanni & Metzger, 2005; Marsden et al., 2001).

یافته‌ها

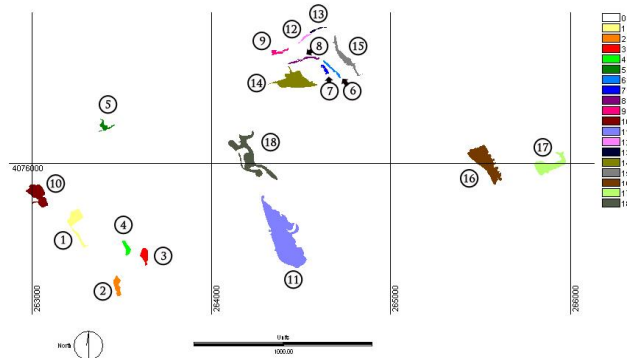
در فصل پاییز ۱۴ گونه پرنده از ۴ راسته، ۱۲ خانواده و در مجموع ۳۷۸ مشاهده ثبت شد جدول (۱).

جدول (۱): گونه‌های پرنده‌گان مشاهده شده در لکه‌های جنگلی با اندازه‌های مختلف در فصل پاییز

نام علمی	گونه پرنده
<i>Fringilla coelebs</i>	سهره جنگلی
<i>Dendrocopos major</i>	دارکوب خال‌دار بزرگ
<i>Parus major</i>	چرخ‌ریسک بزرگ
<i>Turdus merula</i>	توکا سیاه
<i>Troglodytes troglodytes</i>	ایلیکایی
<i>Aegithalos caudatus</i>	چرخ‌ریسک دم‌دراز
<i>Sitta europea</i>	کمرکولی جنگلی
<i>Ficedula parva</i>	مگس‌گیر سینه‌سرخ
<i>Erithacus rubecula</i>	سینه‌سرخ
<i>Parus ater</i>	چرخ‌ریسک پس‌سر سفید
<i>P. caeruleus</i>	چرخ‌ریسک سرآبی
<i>Dendrocops syriacus</i>	دارکوب خال‌دار کوچک
<i>Hyppolais caligata</i>	سسک کوچک



شکل (۱): ب نقشه منطقه مورد مطالعه - لکه‌های جنگلی قرق



شکل (۱): ج نقشه منطقه مورد مطالعه - لکه‌های جنگلی شصت کلاته

روش پژوهش

تهیه لایه‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی: برای تهیه نقشه، ۲۶ لکه موردنظر را با استفاده از نرم‌افزار GOOGLE EARTH به صورت پلی‌گون در آوردیم سپس لکه‌ها را در محیط GIS وارد کردیم و پس از تبدیل کردن تصاویر به صورت رستری در محیط IDRISI، با استفاده از نرم‌افزار FRAGSTATS مشخصه‌های سیمای سرزمین محاسبه شد.

نمونه‌برداری از پرنده‌گان

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در لکه‌های جنگلی شصت کلاته، قرق و نومل نمونه‌برداری در فصل پاییز ۱۳۹۰ انجام شد. مطالعات نشان داد که فصل پاییز مناسب‌ترین زمان برای رویت پرنده‌گان می‌باشد. زیرا، در این فصل دسترسی به

جدول (۲): مشخصه‌های سیمای سرزمین انتخاب شده

مساحت	$Area = a_{ij} \left[\frac{1}{10,000} \right]$ مساحت لکه ij برحسب متر
نسبت محیط به مساحت	$PARA = \frac{P_{ij}}{a_{ij}}$ مساحت محیط لکه ij برحسب متر = P_{ij} مساحت لکه ij برحسب متر = a_{ij}
شاخص چین‌خوردگی	$FRAC = \frac{2Ln(0.25p_{ij})}{Ln a_{ij}}$ p_{ij} = محیط لکه ij (برحسب متر) a_{ij} = مساحت لکه ij (برحسب متر)
شاخص شکل	P_{ij} = محیط لکه ij با تعدادی از سلول‌ها سطح $\min p_j$ = حداقل محیط لکه ij با تعدادی از سلول‌ها سطح $SHAPE = P_{ij} / \min p_j$

با استفاده از نرم افزار FRAGSTATS مشخصه‌های سیمای سرزمین (محیط، مساحت، نسبت محیط به مساحت، شاخص چین‌خوردگی، شاخص شکل، شاخص پیوستگی و شاخص چین‌خوردگی، شاخص شکل، شاخص پیوستگی و شعاع گرادیان^(۲)) در سطح لکه محاسبه شد. شاخص‌های سیمای سرزمین با نرم‌افزار FRAGSTATS محاسبه و میزان همبستگی آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab تعیین شد. جدول (۲) متغیرهای انتخاب شده پس از محاسبه همبستگی را نشان می‌دهد. متغیرهای محیط و مساحت دارای همبستگی بالا (۰/۹۷) بودند که از بین این دو متغیر، متغیر مساحت انتخاب شد. دو متغیر مساحت و شعاع گرادیان نیز دارای همبستگی بالا (۰/۹۶) بودند که از بین این دو متغیر نیز مساحت انتخاب شد. به دلیل همبستگی بالا (۰/۹۰) بین دو متغیر چین‌خوردگی و چرخش^(۳)، متغیر چین‌خوردگی انتخاب شد. جدول (۳)، اعداد مربوط به متغیرهای انتخاب شده را نشان می‌دهد.

جدول (۳): مشخصه‌های سیمای سرزمین در لکه‌های مورد مطالعه

نام لکه	شماره لکه	مساحت لکه	نسبت محیط به مساحت لکه	شاخص شکل لکه	شاخص چین‌خوردگی لکه
نومل	۱	۲/۴	۳۴۸/۲۸	۱/۳۵	۱/۰۶
نومل	۲	۲۴/۹	۲۶۲/۸	۳/۲۸	۱/۱۹۱۱
نومل	۳	۳۵۴/۴	۴۷/۸۵	۲/۲۵	۱/۱۰۷۵
نومل	۴	۰/۱۷۴	۱۶۸۲/۹	۱/۷۵	۱/۱۵۰۸
نومل	۵	۶/۳۶	۳۰۶/۴۶	۱/۹۳	۱/۱۱۹۱
قرق	۱	۰/۶۹	۱۰۳۸/۴	۲/۱۶	۱/۱۷۴۲
قرق	۲	۵/۵۱	۴۹۴/۱۵	۲/۹	۱/۱۹۵۱
قرق	۳	۰/۰۲۱	۴۴۹۱/۷۳	۱/۶۱	۱/۱۸۳۲
شصت کلاته	۱	۰/۶۵۹	۱۲۴۸/۵۸	۲/۲۶	۱/۲۱۱۳
شصت کلاته	۲	۰/۳۲۳	۱۱۷۷/۸۳	۱/۶۷	۱/۱۲۷۶
شصت کلاته	۳	۰/۲۸	۱۱۵۸/۴۴	۱/۵۳	۱/۱۰۸۵
شصت کلاته	۴	۰/۱۷۵	۱۵۱۵/۸۰	۱/۵۸	۱/۱۲۳۳
شصت کلاته	۵	۰/۱۶۸	۲۷۳۷/۴۴	۲/۸۰	۱/۲۷۸
شصت کلاته	۶	۰/۱۴۴	۲۸۰۲/۶۴	۲/۶۶	۱/۲۶۹
شصت کلاته	۷	۰/۰۸۹	۲۶۶۵/۱۷	۱/۹۸	۱/۲۰۲۳
شصت کلاته	۸	۰/۱۵۵	۳۶۵۵/۰۸	۳/۵۹	۱/۳۴۸۸

ادامه جدول (۳): مشخصه‌های سیمای سرزمین در لکه‌های مورد مطالعه

نام لکه	شماره لکه	مساحت لکه	نسبت محیط به مساحت لکه	شاخص شکل لکه	شاخص چین خوردگی لکه
شصت کلاته	۹	۰/۱۳۲	۲۳۷۱/۱۵	۲/۱۵	۱/۲۱۳۹
شصت کلاته	۱۰	۰/۸۲۱	۷۹۰/۲۱	۱/۷۹	۱/۱۲۹۲
شصت کلاته	۱۱	۴/۱۶	۴۲۷/۰۱	۲/۱۸	۱/۱۴۶۳
شصت کلاته	۱۳	۰/۰۷۶	۳۶۷۵/۶۱	۲/۵۳	۱/۲۸۰۹
شصت کلاته	۱۳	۰/۰۷۱	۴۴۲۵/۷۷	۲/۹۵	۱/۳۲۹۹
شصت کلاته	۱۴	۱/۲۶	۷۴۸/۳۶	۲/۱	۱/۱۵۷۳
شصت کلاته	۱۵	۰/۵۲۶	۱۶۷۸/۹۵	۳/۰۳	۱/۲۵۹۸
شصت کلاته	۱۶	۱/۶۹	۶۲۸/۹	۲/۰۴	۱/۱۴۶۶
شصت کلاته	۱۷	۰/۹۶	۷۹۱/۲۵	۱/۹۳	۱/۱۴۴۱
شصت کلاته	۱۸	۱/۷۱	۱۱۳۰/۷۱	۳/۷	۱/۲۶۸۲

مجموعه متغیرها به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مدل وارد رابطه

رگرسیون شدند جدول (۴).

تعیین مدل‌های رگرسیونی

مدل‌های رگرسیونی متغیرهای محیط‌زیستی در مقیاس سیمای

سرزمین با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد. در این مرحله،

جدول (۴): معادلات متغیرهای سیمای سرزمین با گونه‌ها در فصل پاییز

نوع گونه	معادله	R^2 %
مگس‌گیر سینه‌سرخ	$Y = -7 - 0.00215x_1 + 0.000015x_2 + 0.44x_3 + 7/1x_4$	۲۵/۳
سهره جنگلی	$Y = -2/0.6 + 0.00014x_1 - 0.000037x_2 - 0.079x_3 + 1/98x_4$	۱۰/۳
چرخ‌ریسک سرآبی	$Y = -2/44 + 0.000129x_1 - 0.000117x_2 - 0.177x_3 + 2/6x_4$	۱/۷
چرخ‌ریسک پس‌سرسفید	$Y = 7/27 - 0.00083x_1 + 0.000199x_2 + 0.692x_3 - 7/71x_4$	۲/۷
کمرکولی جنگلی	$Y = 0/95 + 0.00069x_1 + 0.000027x_2 + 0.09x_3 - 1/01x_4$	۵/۵
سینه‌سرخ	$Y = -2 - 0.00044x_1 - 0.000163x_2 + 0.294x_3 + 1/8x_4$	۵/۶
چرخ‌ریسک بزرگ	$Y = 34/8 + 0.000172x_1 + 0.000927x_2 + 3/38x_3 - 36/5x_4$	۲۱/۸
الیکایی	$Y = -1/27 + 0.000191x_1 - 0.00005x_2 - 0.088x_3 + 1/33x_4$	۱۴/۶
توکاسیاه	$Y = -2/33 + 0.000116x_1 - 0.000063x_2 + 0.179x_3 + 1/76x_4$	۵/۳
دارکوب‌خال‌دار بزرگ	$Y = -1/0.8 + 0.000082x_1 - 0.00005x_2 - 0.105x_3 + 1/20x_4$	۱/۹
سوسک	$Y = -2/56 - 0.000013x_1 - 0.000081x_2 - 0.25x_3 + 2/82x_4$	۵/۱
دارکوب کوچک	$Y = -0/22 + 0.00071x_1 - 0.00005x_2 - 0.21x_3 + 0/24x_4$	۴/۹
بلبل	$Y = 10/63 - 0.0004x_1 + 0.0006x_2 + 0.52x_3 + 10/4x_4$	۳۴/۲

پرنندگان به مساحت وابسته نبوده و با افزایش مساحت غنای گونه‌ای پرنندگان درون جنگلی افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده وابستگی مثبت این گونه‌ها با مساحت جنگل‌ها می‌باشد. در مقابل، چنین به نظر می‌رسد که گونه‌ها حاشیه‌زی به مساحت وابسته نیستند (Watson et al., 2004; Kurosawa, 2004; Askin, 2003). با افزایش حاشیه، زیستگاه پرنندگان حاشیه‌ای افزایش می‌یابد. در واقع، این مطالعه گونه چرخ‌ریسک بزرگ را به‌عنوان گونه درون جنگلی معرفی کرده است که حضور این گونه در لکه ۳۰۰ هکتاری نسبت به لکه‌های دیگر بیشتر است. هرچه شکل لکه‌ها گردتر باشد، اثر حاشیه‌ای بر آن کمتر است. لکه‌ها، در حاشیه و مرز خود می‌توانند دارای مقادیر متفاوت چین‌خوردگی باشند. این چین‌خوردگی به تعبیری یک بعد لکه‌ها اضافه می‌کند (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۹). رابطه منفی بین گونه بلبل و مگس‌گیر سینه‌سرخ با مساحت نشان‌دهنده رابطه معکوس این متغیر با این دو گونه است که نشان‌دهنده حضور این گونه در لکه‌های کوچک و دارای چین‌خوردگی زیاد می‌باشد. به هر ترتیب، چین‌خوردگی برای گونه‌هایی که در حاشیه جنگل زندگی می‌کنند یک عامل مطلوب به شمار می‌رود. ولی، برای گونه‌هایی که در حاشیه زندگی نمی‌کنند، چین‌خوردگی عامل مطلوب به شمار نمی‌رود (Robbins et al., 1989; Faaborg et al., 1995). بنابراین، گونه مگس‌گیر سینه‌سرخ و بلبل گونه‌های حاشیه‌زی هستند که در لکه‌ها با چین‌خوردگی بالا بیشتر دیده می‌شود. زیرا، با افزایش آن سطح تماس لکه با محیط پیرامون بیشتر می‌شود و از این رو حساسیت و ضربه‌پذیری برای گونه‌های درون جنگلی بالا می‌رود. اما، برای گونه حاشیه‌زی عامل مطلوب به حساب می‌آید (Askin & Kurosawa, 2003). همچنین، این دو گونه در لکه‌هایی که نسبت محیط به مساحت در آن بالا است بیشتر یافت می‌شود. زیرا، نمایه نسبت محیط به مساحت همانند چین‌خوردگی نقش اساسی در وضعیت لکه‌ها از نظر حساسیت و آسیب‌پذیری نسبت به تخریب انسانی دارد. از این رو، این نمایه هر چه بیش‌تر باشد سطح تماس لکه افزایش می‌یابد (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۹) و در نتیجه این لکه برای گونه‌هایی که حاشیه‌زی هستند، مطلوب است (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۹).

با توجه به جدول (۴) X_1 ، مساحت، X_2 نسبت محیط به مساحت، X_3 شکل و X_4 چین‌خوردگی می‌باشد.

(معادله ۱)

$$Y = \alpha + \beta X_1 + \beta X_2 + \beta X_3 + \dots + \beta X_n$$

در معادله (۱) رابطه مدلی که برای پیش‌بینی حضور گونه به‌کار می‌رود نمایش داده شده است.

در این مدل، ضریب ثابت و ضرایب متغیرها توسط واردسازی متغیرها به نرم افزار Minitab محاسبه شدند.

با توجه به جدول (۵)، سه گونه بلبل، مگس‌گیر سینه‌سرخ و چرخ‌ریسک بزرگ بیش‌ترین مقدار R^2 را داشتند.

معادله (۲)، رابطه بین متغیرهای سیمای سرزمین با گونه مگس‌گیر سینه‌سرخ

(معادله ۲)

$$Y = -7 - 0.00215x_1 + 0.00015x_2 + 0.44x_3 + 7/1x_4$$

معادله (۳) رابطه بین متغیرهای سیمای سرزمین با گونه چرخ‌ریسک بزرگ

(معادله ۳)

$$Y = 34/8 + 0.00172x_1 + 0.000927x_2 + 3/38x_3 - 36/5x_4$$

معادله (۴) رابطه بین متغیرهای سیمای سرزمین با گونه بلبل

(معادله ۴)

$$Y = 10/63 - 0.0004x_1 + 0.0006x_2 + 0.52x_3 + 10/4x_4$$

با توجه به معادله (۲)، فراوانی مگس‌گیر سینه‌سرخ با مساحت لکه‌ها رابطه منفی دارد ولی با نسبت محیط به مساحت، شکل لکه‌ها و چین‌خوردگی لکه‌ها رابطه مثبت دارد.

با توجه به معادله (۳)، حضور چرخ‌ریسک بزرگ در فصل پاییز رابطه مثبتی با مساحت لکه‌های جنگلی، نسبت محیط به مساحت و شکل لکه‌ها دارد اما با چین‌خوردگی لکه‌ها رابطه منفی دارد. با توجه به معادله (۴)، حضور بلبل نیز با مساحت لکه‌ها رابطه منفی دارد ولی با نسبت محیط به مساحت، شکل لکه‌ها و چین‌خوردگی لکه‌ها رابطه مثبت دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

رابطه مثبت بین حضور گونه چرخ‌ریسک بزرگ با مساحت نشان‌دهنده ارتباط قوی این متغیر با گونه چرخ‌ریسک بزرگ است. همچنین، مطالعات نشان داد که غنای گونه‌ای تمام

یادداشت‌ها

3. Circle

1. Patches
2. Radius of gradian

فهرست منابع

- سالنامه آماری استان گلستان. ۱۳۸۵. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گلستان. ۴۵۸ صفحه
- ستایشی، ف. ۱۳۹۰. اثرات اندازه لکه‌های جنگلی بر جامعه پرنده‌گان (مطالعه موردی: گرگان). اولین همایش ملی علوم محیط‌زیست و توسعه پایدار دانشگاه ملایر.
- سلمان ماهینی، ع؛ رشیدی، پ؛ مخدوم، م؛ علیزاده شعبانی، ا؛ میکاییلی تبریزی، ع. و وارسته مرادی، ح. ۱۳۸۹. انتخاب سیستماتیک لکه‌های حفاظتی استان گلستان با استفاده از روش نظام ارزیابی و اولویت‌بندی حفاظت (CAPS). ۱۴ صفحه
- گرگانی، م. ۱۳۹۱. بررسی جامعه پرنده‌گان جنگل‌های اولیه و دست‌کاشت در غرب استان گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست دانشکده شیلات و محیط‌زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۴ صفحه.
- Alan, B.; Noon, R. & George, T.L. 2002. What is habitat fragmentation?. Study in avian biology 25: 20 29.
- Antongiovanni, M. & Metzger, J.P. 2005. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. Biological Conservation 122: 441 445.
- Atwell, R.C.; Schulte, L. & Palik, B. 2008. Songbird response to experimental retention harvesting in red pine (*Pinus resinosa*) forests. Forest Ecology and Management 255: 3621 3631.
- Bibby, C. J.; Burgess, N. D. & Hill, D. A. 2000. Bird census techniques. London: Academic Press. 302 pp.
- Deonchat, M.; Brockerhoff, E. G. & Barbaro, L. 2009. Effect of surrounding landscape composition on the conservation value of native and exotic habitats for native forest birds. Forest Ecology and Management 258: 196 204.
- Faaborg, J.; Brittingham, M.; Donovan, T. & Blake, J. 1995. Habitat fragmentation in the temperate zone. Pages 357 380 in T. E. Marin and D. M. Finch, editors. Ecology and management of neotropical migratory birds. Oxford University.
- Fahring, L. 2003. Effect of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Reviews on Ecology and Systematics 34: 487 515.
- Hunter, M.L. 1990. Wildlife, forests, and forestry: principle of managing forests for biological diversity. Audubon Field Notes 24: 722 726.
- Kurosawa, R. & Askins, R. A. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Birds in Deciduous Forests in Japan. Journal of Conservation Biology 17(3): 695 707
- Marsden, S.J.; Whiffin, M. & Galetti, M. 2001. Bird diversity and abundance in forest fragments and Eucalyptus plantations around an Atlantic forest reserve, Brazil. Biodiversity and Conservation 10: 737 751.
- Marsh, W. M. & Grossa, J. 2005. Environmental Geography. Wiley, United States of America. 455p.
- Robbins, C. S.; Dawson, D. K. & Dowell, B. A. 1989. Habitat area requirements of breeding forest birds of the middle Atlantic states. Wildlife Monographs 103.

Varaste Moradi, H. & Zakaria, M. 2010. Responses of babbler (timalidae) to the forest edge interior gradient in an isolated tropical rainforest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 22 (1): 36-48.

Watson, J. E. M.; Whittaker, R. J. & Dawson, T. P. 2004. Avifaunal response to habitat fragmentation in the threatened littoral forests of southeastern Madagascar. *Journal of Biogeography* 31: 1791-1807

