Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۶، شماره ۱۱، پاییز و زمستان ۱۳۹٤، از صفحه ۱۹۵ تا ۲۰۶

مدل‌سازی رابطه پراکنش پرندگان، صدای ناشی از ترافیک و سایر متغیرهای محیطی در حاشیه جاده پارک ملی گلستان

شیوا غریبی*[۱]، عبدالرسول سلمان ماهینی[۲]، حسین وارسته[۳]

۱ کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
۲ دانشیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان
۳ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۲/۰۹)

چکیده

این پژوهش، جهت بررسی تأثیر صدای ترافیک و متغیرهای محیط‌زیستی بر فراوانی جامعه پرندگان در شهریور ماه ۱۳۹۱ در طول جاده آسیایی در پارک ملی گلستان انجام شد. تعداد ۷۶ واحد نمونه‌برداری با روش سیستماتیک- تصادفی در فواصل مختلف از جاده و در محدوده ۲۵۰- ۰ متری انتخاب شدند. شمارش پرندگان و ثبت متغیرهای محیط‌زیستی در فاصله شعاعی ۲۵ متری از هر یک از این نقاط انجام شد. در هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری هم زمان با شمارش پرندگان، متغیرهایی مانند: دما، رطوبت نسبی، میزان صدای ناشی از ترافیک، تعداد خودروها (به تفکیک خودروهای سبک، نیمه‌سنگین و سنگین)، تعداد بوق ماشین‌ها، ارتفاع از سطح دریا، ارتفاع موانع حاشیه جاده، عرض مؤثر جاده، شیب منطقه، فاصله از جاده و جهت‌های جغرافیایی درون پلات‌های دایره‌ای و به مرکزیت نقاط نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند. ثبت تمامی داده‌ها در طول یک هفته از سال که بیشترین بار ترافیکی و آلودگی صوتی بر این منطقه وارد می‌شود، صورت گرفت. پرندگان مشاهده شده به عنوان متغیر وابسته بر اساس نوع آشیانه به سه گروه پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه، آشیان حفره‌ای ثانویه و غیرآشیان حفره‌ای تقسیم شدند و بر این اساس، ۳ مدل پیش‌بینی توسعه یافت. نتایج آنالیز رگرسیون چند متغیره در حالت خطی برای این مدل‌ها نشان داد که در تمامی این مدل‌ها بیشترین عامل مؤثر بر حضور پرندگان، میزان صدای ناشی از ترافیک بوده است.

کلید واژه‌ها: مدل‌سازی، پارک ملی گلستان، پرندگان، جاده، صدای ترافیک، متغیرهای محیط‌زیست

*نویسنده مسئول: Email: sh.gharibi_uok@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

یکی از مهم‌ترین اهداف اصلی حفاظت، حفظ تنوع‌زیستی است. کاهش تنوع‌زیستی در تمام کشورهای جهان روندی مستمر داشته و جمعیت‌ها را در معرض تهدید جدی قرار داده است. هم زمان با افزایش جمعیت انسان، زیستگاه‌های طبیعی با سرعت ناباورانه‌ای از بین می‌روند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱) و انسان‌ها باعث آشفتگی در طبیعت می‌شوند (Alvin & Blumstein, 2011) که یکی از این آشفتگی‌ها، ساخت جاده‌ها و شاهراه‌ها هستند که یکی از مهم‌ترین آثار انسان‌ساخت روی مناطق طبیعی به شمار می‌روند (Adriana et al., 2007). آثار جاده و ترافیک روی جمعیت حیوانات صرفا به مرگ و میر جاده‌ای محدود نمی‌شود، بلکه منجر به کاهش احتمال بقا و تراکم جمعیت برخی گونه‌ها از جمله دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران و از دست دادن مستقیم زیستگاه آن‌ها می‌گردد (Marcel & Piet, 2000). امروزه، حفاظت از تنوع‌زیستی در جنگل‌هایی که به دلیل فعالیت‌های انسانی، تنوع‌زیستی آن‌ها کاهش یافته یکی از شاخه‌های زیست‌شناسی حفاظت است (Neely, 1994). در این میان، طیف وسیعی از گونه‌های خزندگان و بی‌مهرگان در مرحله‌ای از چرخه‌ی زندگی خود به درختان و خشکه‌دارها وابسته هستند و در میان آن‌ها، پرندگان آشیان حفره‌ای به دلیل وابستگی به خشکه حفره‌ای دارها شناخته شده هستند (Von, 1957; Raphael and White, 1984; Zarnowitz and Manuwal, 1985; Martin and Eadie, 1999). پرندگان آشیان حفره‌ای از مهم‌ترین عناصر تشکیل دهنده جوامع پرندگان بسیاری از جنگل‌ها محسوب می‌شوند (Martin & Eadie, 1999). نام‌گذاری این پرندگان به دلیل وابستگی آن‌ها به حفره‌های موجود در درختان زنده و یا خشکه‌دارها به عنوان آشیانه است. این گروه از پرندگان براساس توانایی ساختن حفره در درختان به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱. پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه[۱] : مانند دارکوب که توانایی ایجاد حفره در درختان را دارند. هم‌چنین، این حفره‌ها مورد استفاده بسیاری از پرندگان و بعضی از پستانداران قرار می‌گیرند.

۲. پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه[۲] : مانند جغدها، که بیشتر به حفره‌های ایجاد شده توسط گروه اول یا معدود حفره‌هایی که به‌صورت طبیعی ایجاد شده اند وابسته هستند (Martin & Eadie, 1999).

پرندگان آشیانه حفره‌ای در میان جوامع پرندگان جزء مهم‌ترین گونه‌ها در بسیاری از جنگل‌ها به شمار می‌روند (Martin & Eadie, 1999). پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه اغلب از حفره‌های ایجاد شده توسط گونه‌های آشیان حفره‌ای اولیه برای زادآوری استفاده می‌کنند و بخش اعظم بستر تغذیه‌ای آن‌ها از حشرات موجود بر روی شاخه و برگ درختان است و یا به عنوان پرندگان حشره‌خوار شکارگر در هوا فعالیت می‌کنند. از این رو، این گروه از پرندگان وابستگی چندانی به خشکه‌دارها و درختان تنومند نشان نمی‌دهند (وارسته و امینی، ۱۳۹۱). این گروه از پرندگان به دلیل وابستگی شدید به درختان کهن‌سال شاخص زیستی مناسبی از جنگل‌های بالغ هستند و حضور و فعالیت آن‌ها می‌تواند نمایه‌ای از کارکرد طبیعی بوم‌سازگان‌های جنگلی باشد.

مطالعات مختلفی در زمینه آثار آلودگی صوتی و یا آثار زیرساخت‌ها بر جامعه پرندگان در سرتاسر دنیا صورت گرفته است. از جمله (Reijnen & Foppen, 1991) در هلند تاثیر فاصله از جاده و میزان صدا را بر تراکم پرندگان مجاور جاده بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که عوامل وابسته به ترافیک مانند: آلودگی صوتی در افزایش فاصله از جاده اهمیت کمتری پیدا می‌کنند و صدا عامل بسیار بحرانی در کاهش تراکم پرندگان زادآور درختزارهای مجاور جاده است. هم‌چنین، پارامترهای زیادی به عنوان مثال تعداد، اندازه و سرعت ماشین‌ها در رابطه با فاصله از جاده مهم هستند. (Rien et al., 1996) در هلند، تاثیر ترافیک را بر تراکم پرندگان در طول جاده بر اساس دو پارامتر فاصله از جاده و تعداد خودروها مورد مطالعه قرار دادند. (Paul, 2005) در هلند و سپس در ایالت متحده، تاثیر آلودگی صوتی را بر روی جمعیت پرندگان در گونه‌های مختلف بر اساس فاصله از جاده و تراکم ترافیک انجام داده است. (Ana et al., 2010). برای مطالعه آثار نزدیکی به زیر ساخت‌ها روی جمعیت پرندگان از میانگین فراوانی گونه‌ها در فواصل مختلف از جاده به‌عنوان سنجش اندازه اثر استفاده کردند. (Dulal & padhy, 2011)، در هند، به مقایسه تاثیر آلودگی صدا بر روی وفور و تغییرپذیری پرندگان در یک جنگل فاقد حضور منبع آلوده‌کننده صدا با یک جنگل دارای منبع تولیدکننده صدا در همان زون زیست جغرافیایی پرداختند و برای مقایسه وضعیت آلودگی دو جنگل و تراکم پرندگان از آزمون t و کای اسکور استفاده کردند. به‌طورکلی با توجه به موارد گفته شده عوامل بسیاری بر حضور

www.SID.ir

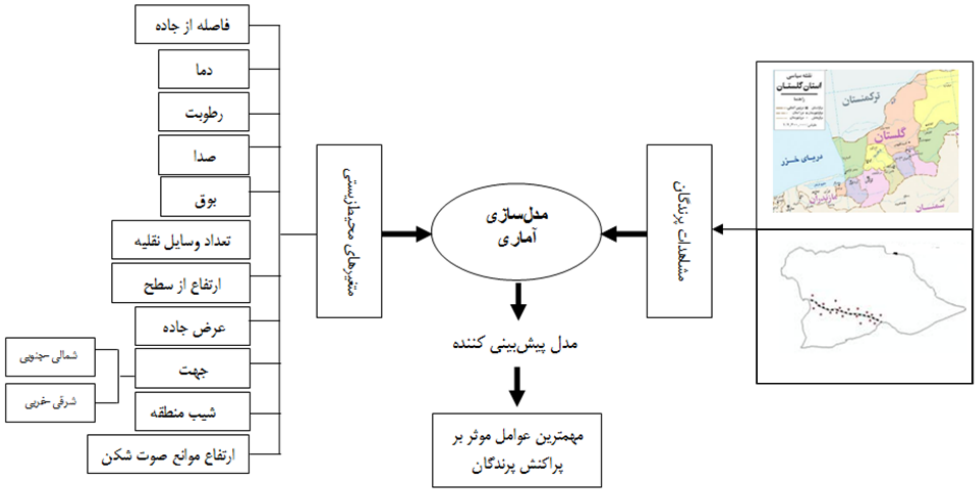
Archive of SID

پرندگان در حاشیه جاده‌ها مؤثر هستند که در مطالعات گذشته تنها چندین عامل در نظر گرفته شده است. بنابراین در این مقاله سعی شده است تا تاثیر تمامی عوامل محیطی و فیزیکی بر فراوانی گونه‌های مختلف پرندگان بررسی شود. براساس آخرین مرور منابع، تاکنون پژوهش مستقیمی بر روی تاثیر صدای ناشی از ترافیک بر پرندگان و در محیط‌های طبیعی نظیر پارک ملی گلستان صورت نگرفته است.

هدف اصلی این تحقیق، تعیین متغیرهای محیط‌زیستی مؤثر بر پراکندگی گونه‌های مختلف پرنده در حاشیه جاده پارک ملی گلستان بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق در حفاظت از این گونه‌ها مفید خواهد بود. پژوهش حاضر، با این فرضیه‌ها صورت گرفت که آثار محیطی روی گونه‌های مختلف پرندگان در پارک ملی گلستان متفاوت است و این پرندگان نسبت به صدای ترافیک واکنش معنی‌داری نشان می‌دهند. هم‌چنین، تهیه نقاط داغ آلودگی صوتی در طول بزرگراه آسیایی پارک ملی گلستان از دیگر اهداف این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

مراحل عملیاتی مدل پیش‌بینی بر اساس ویژگی‌های موثر بر پراکنش پرندگان در شکل (۱) تعریف شده است.



شکل (۱): نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق

• منطقه مورد مطالعه

پارک ملی گلستان در سال ۱۳۵۳، به‌عنوان اولین پارک ملی ایران ثبت شد (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸) و با مساحت حدود ۹۱۸۹۵ هکتار در شمال شرق ایران بین ۳ استان گلستان، خراسان شمالی و سمنان قرار دارد. این منطقه، تنها زیستگاه امن باقی‌مانده برای بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش است (وارسته، ۱۳۸۴) و به دلیل برخوردار بودن از جوامع گیاهی متنوع، زیستگاه‌های متنوعی را برای حیات‌وحش منطقه ایجاد کرده به‌طوری‌که ۱۵۰ گونه پرنده متعلق به ۱۵ راسته در پارک شناسایی شده است (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). بنابراین، اهمیت و نقش این پارک در ابعاد گوناگون آموزشی، پژوهشی، علمی، تفرج و توریسم، تربیت نیروی انسانی و از همه مهم‌ترحفظ تنوع‌زیستی در سطح ملی به رسمیت شناخته شده است و به‌عنوان مهم‌ترین میراث طبیعی کشور به‌شمار می‌رود.

زیرا، هر پارک ملی بیانگر طیف گسترده‌ای از اکوسیستم‌های دست نخورده، تنوع عظیمی از گیاهان و جانوران، انواع زیستگاه‌ها و سیماهای منحصر به فرد از عوارض زمین، رویشگاه‌ها، زیستگاه‌ها و چشم‌اندازها در گستره‌ای وسیع و یگانه است. بنابراین، یکی از عوامل تخریب پارک ملی گلستان حضور جاده است. وجود بزرگراه آسیایی تهران- مشهد در شناسنامه پارک‌های ملی فهرست ملل متحد به‌عنوان یکی از عوامل تهدیدکننده این پارک توصیف شده است. زیرا، این جاده اصلی از میانه پارک گذشته و آن را به دو نیمه تقسیم کرده و سبب تجزیه و از بین رفتن یکپارچگی پارک شده است (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). از دیگر آثار سوء آن در ابعاد گوناگون به این قرار است که تردد هزاران خودرو و جابه‌جایی هزاران نفر در این جاده باعث استفاده بی‌رویه از این تفرجگاه شده است. زیرا، ظرفیت برد محدود این تفرجگاه قادر به تحمل این شمار از افراد نیست و

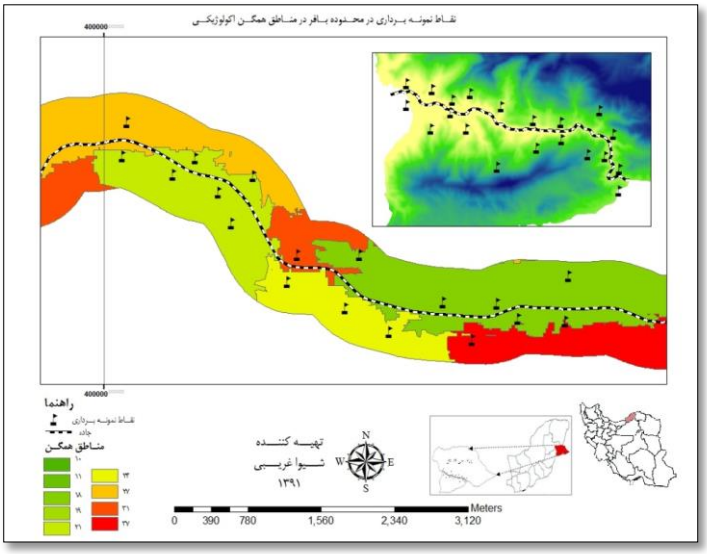
www.SID.ir

Archive of SID

سیستم کنترل و نظارت پارک را مختل کرده است. این امر، دارای ماهیتی دوگانه بوده و تنها در خدمت مدیریت پارک قرار ندارد بلکه سبب تسهیل دسترسی متخلفان به پارک نیز می‌شود. هم‌چنین، این بزرگراه مانعی در راه جابه‌جایی و تردد حیات‌وحش بوده و مخاطراتی برای آن‌ها به وجود می‌آورد. آمار مرگ و میر حیات‌وحش در این جابه‌جایی خود بیانگر آثار سوء جاده بر حیات‌وحش است.

• روش نمونه‌برداری

این مطالعه در سال ۱۳۹۱، در پارک ملی گلستان انجام شد. برای به دست آوردن عوامل مؤثر روی گونه‌های مختلف، ابتدا تعیین مناطق همگن اکولوژیکی این پارک توسط نرم‌افزار GIS براساس نقشه‌های شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع و تراکم پوشش گیاهی انجام شد. سپس، یک بافر ۲۵۰ متری در دو سمت جاده در نظر گرفته شد. زیرا، بر اساس مطالعه (حسینی‌وردئی و همکاران، ۱۳۹۱)، در فاصله ۳۵۰- ۰ متر، جاده بیشترین میزان تأثیر بر سنجه‌های سیمای سرزمین را داراست و براساس بررسی نقشه عوامل به‌کار رفته در تعیین لکه‌های همگن و تغییرات آن‌ها با فاصله گرفتن از جاده مشخص شد که بیشترین تغییرات در محدوده ۲۵۰- ۰ متری جاده روی می‌دهد و از این رو امکان بررسی اثر این تغییرات را بر میزان صدای محیط فراهم می‌کند. در ضمن، فراتر از این بافر دسترسی به دلیل شیب زیاد یا انبوهی درختان امکان‌پذیر نبود. علاوه بر آن در مسافتی فراتر از این حد محدوده‌های طبیعی دارای شرایط یکنواخت بودند. این عوامل نشان می‌دادند که انتخاب بافر ۲۵۰ متری به عنوان فرض اولیه می‌تواند توجیه‌پذیر باشد. بنابراین، این محدوده شامل ۱۱ منطقه همگن بود و با استفاده از نرم‌افزار ایدریسی در مجموع ۷۶ واحد نمونه‌برداری در این مناطق انتخاب شدند (شکل ۲).



شکل (۲): مناطق همگن اکولوژیکی و موقعیت نمونه‌برداری در محدوده بافر

واحدهای نمونه‌برداری عمود بر جاده درون پارک و در فواصل مختلفی از جاده در فاصله ۲۵۰- ۰ متر تعیین شدند (شکل ۳). در نهایت، ۷۶ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد که کل مسیر جاده به طول ۲۶/۵۱ کیلومتر را پوشش می‌داد. نمونه‌برداری از پرندگان بر اساس روش شمارش نقطه‌ای[۳] انجام شد (Volpato et al., 2009). داده‌های مربوط به تعداد پرندگان مشاهده شده در هر یک از پلات‌های نمونه‌برداری به شعاع ۲۵ متر از مرکز هر پلات و به مدت ۱۵ دقیقه ثبت شدند. انتخاب شعاع ۲۵ متر به این دلیل بود که در محیط‌های جنگلی اغلب تشخیص پرندگان در ورای این فاصله مشکل است (وارسته، ۱۳۹۰) و فقط پرندگانی که در این محدوده مشاهده شده بودند ثبت شدند. در هر یک از این ایستگاه‌های نمونه‌برداری متغیرهای دما، رطوبت نسبی، میزان صدای ناشی از ترافیک (ثبت شده توسط دستگاه صداسنج دیجیتالی مدل CEL-450 ساخت کشور انگلستان)، تعداد خودروها (به تفکیک خودروهای سبک، نیمه‌سنگین و سنگین)، تعداد بوق ماشین‌ها، ارتفاع از سطح دریا،

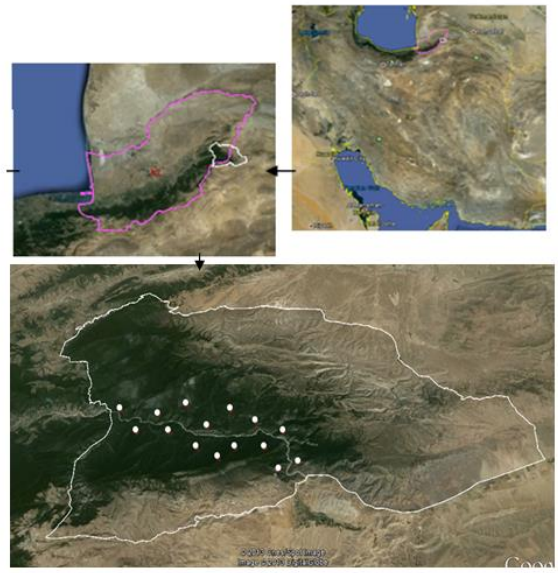
www.SID.ir

Archive of SID

عرض مؤثر جاده، شیب منطقه، فاصله از جاده و جهت نمونه‌برداری های جغرافیایی درون پلات‌های دایره‌ای و به مرکزیت نقطه نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند (Castelletta et al., 2005).

یافته‌ها

در نتیجه نمونه‌برداری انجام شده در مسیر جاده گلستان، ۱۷ گونه پرنده از ۴ راسته و ۱۱ خانواده مشاهده و در مجموع ۴۵۲ مشاهده از پرندگان در طول این دوره ثبت شدند (جدول ۱).



شکل (۳): منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

جدول (۱): فهرست پرندگان مشاهده شده در پارک ملی گلستان

نام فارسی	نام علمی	تعداد مشاهدات	نوع آشیانه
دارکوب خال‌دار کوچک	*Dendrocopos minor*	۱۲	آشیان حفره‌ای اولیه
دارکوب خال‌دار بزرگ	*Dendrocopos major*	۲۴	آشیان حفره‌ای اولیه
کمرکلی جنگلی	*Sitta europaea*	۴۹	آشیان حفره‌ای اولیه
مگس‌گیر سینه‌سرخ	*Ficedula parva*	۴۵	آشیان حفره‌ای ثانویه
سینه سرخ	*Erithacus rubecula*	۱۳	آشیان حفره‌ای ثانویه
چرخ‌ریسک پس‌سر سفید	*Parus ater*	۳۲	آشیان حفره‌ای ثانویه
چرخ‌ریسک بزرگ	*Parus major*	۷	آشیان حفره‌ای ثانویه
کمرکلی بزرگ	*Sitta temphronata*	۱۵	غیر آشیان حفره‌ای
سهره نوک بزرگ	*Coccothraustes coccothraustes*	۱۱	غیر آشیان حفره‌ای
چرخ‌ریسک دم دراز	*Aegithalos caudatus*	۶۹	غیر آشیان حفره‌ای
سهره جنگلی	*Fringilla coelebs*	۴۳	غیر آشیان حفره‌ای
توکا سیاه	*Tardus merula*	۳۱	غیر آشیان حفره‌ای
سار صورتی	*Sturnus roseus*	۱۱	غیر آشیان حفره‌ای
کلاغ ابلق	*Covus commix*	۷۰	غیر آشیان حفره‌ای
غراب	*Corvus corax*	۶	غیر آشیان حفره‌ای
قرقاول	*Phasianus colchicus*	۱۰	غیر آشیان حفره‌ای
عقاب طلایی	*Aquila chrysactos*	۴	غیر آشیان حفره‌ای

داده‌ها ابتدا توسط نرم افزار Minitab برای وارسی جهت ورود به مدل‌سازی بررسی شدند. تجربه نشان داده است که ارزیابی و وارسی داده‌ها می‌تواند ۵۰ درصد زمان مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل را به خود اختصاص دهد (سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۱). ابتدا، برای تشخیص داده‌های پرت از روش نمودار جعبه‌ای[۴] که تحت تاثیر داده‌های پرت قرار نمی‌گیرد، استفاده شد (زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹). سپس، با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[۵] نرمال بودن داده‌ها بررسی شد و در صورت وجود داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

غیرنرمال، با اعمال توابع مختلفی روی این داده‌ها، نرمال شدند. زیرا، در روش‌های مختلف آماری، نرمال بودن توزیع داده‌ها فرض است (سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۱). سپس، برای تعیین وجود همبستگی میان متغیرها به دلیل این که سطوح سنجش متغیرها، نسبتی و توزیع آن‌ها نرمال بود از ضریب همبستگی پیرسون و برای تشخیص هم‌خطی چندگانه از مقدار ضریب تورم واریانس استفاده شد (زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹). بخش اساسی دیگر در وارسی داده‌ها، به‌ویژه در تحلیل تک متغیره[۶]، رسم منحنی متغیر وابسته در برابر هر یک از متغیرهای مستقل بود. علاوه بر نمایش روابط میان متغیرها، نمودارهای پراکنش جهت کشف مشاهده‌هایی که با الگوی عمومی میان متغیرها همخوانی ندارند، مفید است (سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۱). به منظور بررسی نوع رابطه بین متغیرها از بهترین روش بررسی رابطه خطی یا غیرخطی بودن که رسم نمودار پراکنش است، استفاده شد. کنش‌های متقابل میان متغیرها با انجام رگرسیون مشخص شد (زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹). دستیابی به رابطه دقیق بین دو یا چند متغیر با مساله تطبیق منحنی‌ها مواجه است که تحت عنوان رگرسیون منحنی مورد استفاده قرار گرفت (مصداقی، ۱۳۸۳). پس از ویرایش داده‌ها، فرایند مدل‌سازی آغاز شد.

بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده و نیز آزمون نکویی برازش مدل‌های آماری متفاوت، مدل رگرسیون خطی ساده برای انجام مطالعات انتخاب شد. پرندگان مشاهده شده در این مطالعه بر اساس نوع آشیانه به ۳ گروه آشیان حفره‌ای اولیه، آشیان حفره‌ای ثانویه و غیرآشیان حفره‌ای تقسیم شدند. بنابراین، این مدل‌ها بر اساس یک متغیر پاسخ و ۱۵ متغیر پیش‌بینی به روش رگرسیون گام به گام[۷] برای سه گروه از پرندگان به شرح زیر به دست آمد.

• پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه

برای این گروه از پرندگان با توجه به متغیرهای محیطی مستقل به شرح معادله (۱) مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر حضور پرندگان به‌دست آمد.

$$Y_1 = 20.36 - 10.8\,(\log(L_{eq})) + 1.66(\log(R)) - 0.137(\log(A)) - 0.65(Cos) - 0.02(Nh) - 0.0025(Nl) \quad (۱)$$

که در آن:

Y_1: پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه

L_{eq}: میزان صدای ترافیک (دسی‌بل)

R: فاصله از جاده (متر)

A: عرض مؤثر جاده (متر)

Cos: جهت شرقی غربی

Nh: تعداد خودروهای سنگین

Nl: تعداد خودروهای سبک

فراوانی این گروه از پرندگان دارای ارتباط منفی با تراز شدت صوت، عرض جاده، جهت شرقی- غربی، تعداد خودروهای سبک و سنگین و ارتباط مستقیم با فاصله از جاده دارد.

• پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه

برای این گروه از پرندگان نیز با توجه به متغیرهای محیطی مستقل به شرح معادله (۲) مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر حضور پرندگان به‌دست آمد.

$$Y_2 = 27.31 - 15\,(\log(L_{eq})) - 0.143(A) - 0.047(Horn) + 0.002(Nl) \quad (۲)$$

که در آن:

Y_2: پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه

L_{eq}: میزان صدای ترافیک (دسی‌بل)

A: عرض مؤثر جاده (متر)

Horn: تعداد بوق خودروها

Nl: تعداد خودروهای سبک

فراوانی این گروه از پرندگان دارای ارتباط منفی با تراز شدت صوت، عرض جاده، تعداد بوق خودروها و ارتباط مستقیم با تعداد خودروهای سبک دارد.

• پرندگان غیر آشیان حفره‌ای

برای این گروه از پرندگان با توجه به متغیرهای محیطی مستقل به شرح معادله (۳) مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر حضور پرندگان به‌دست آمد.

که در آن:

Y_3: پرندگان غیر آشیان حفره‌ای

L_{eq}: میزان صدای ترافیک (دسی‌بل)

Z: ارتفاع از سطح دریا (متر)

Nmh: تعداد خودروهای نیمه‌سنگین.

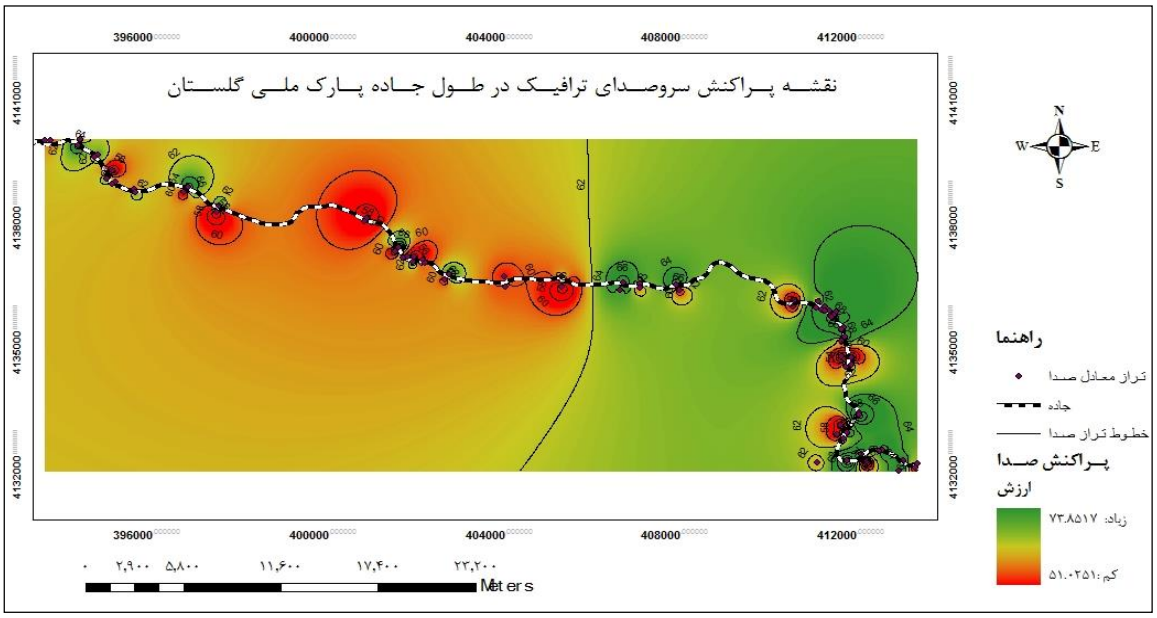
www.SID.ir

Archive of SID

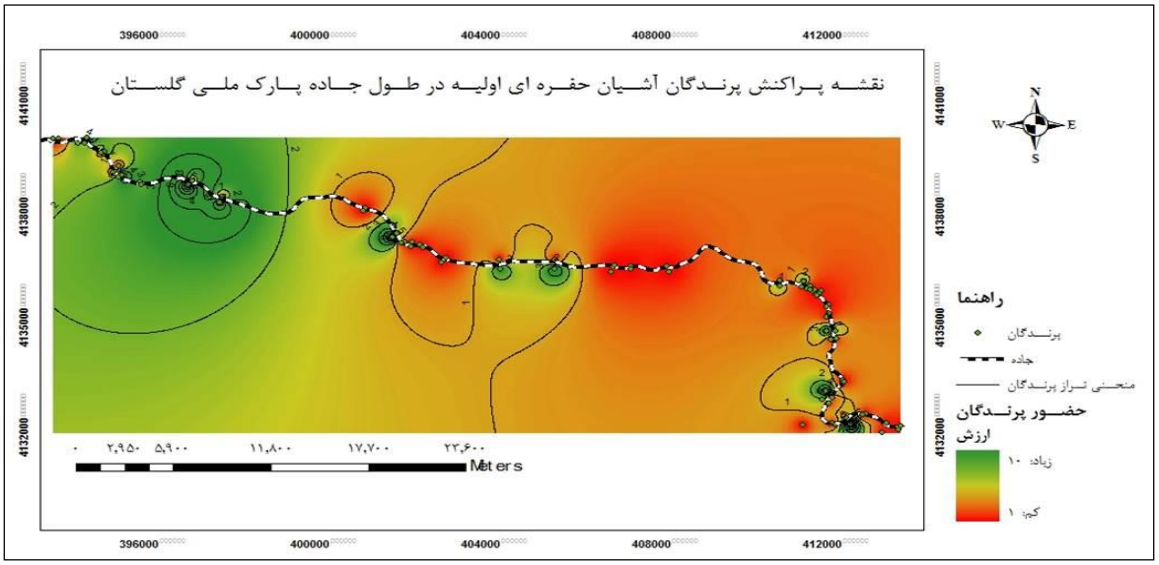
$$Y_3 = 120.12 - 36\left(\log(L_{eq})\right) - 19.2(\log(Z))0.02(Nh) + 0.023(Nmh) \quad (۳)$$

فراوانی این گروه از پرندگان دارای ارتباط منفی با تراز شدت صوت، ارتفاع از سطح دریا و دارای رابطه مثبت با تعداد خودروهای سبک است.

شکل (۴)، نقشه تراز صوتی به‌دست آمده در طول جاده پارک ملی گلستان است که به روش درون‌یابی IDW حاصل شده آمده است. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر انتشار صدا در این منطقه فاصله از جاده، ارتفاع موانع صوتی و ارتفاع شنونده از سطح دریا با وجود همبستگی منفی و سرعت خودروهای سنگین با وجود همبستگی مثبت است. با حرکت از سمت تنگراه به میرزابایلو به میزان صدا افزوده می‌شود، زیرا بر اساس مطالعات میدانی و نقشه‌های مناطق همگن اکولوژیکی، منطقه میرزابایلو حالت دشتی و مسطح است و فاقد گونه‌های درختی به عنوان موانع صوتی می‌باشد که دارای ارتفاع نزدیک‌تر به سطح دریا نسبت به سایر مناطق کوهستانی و جنگلی نیز هست.



شکل (۴): نقشه تراز صوتی جاده پارک ملی گلستان



شکل (۵): پراکنش پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه در طول جاده گلستان

www.SID.ir

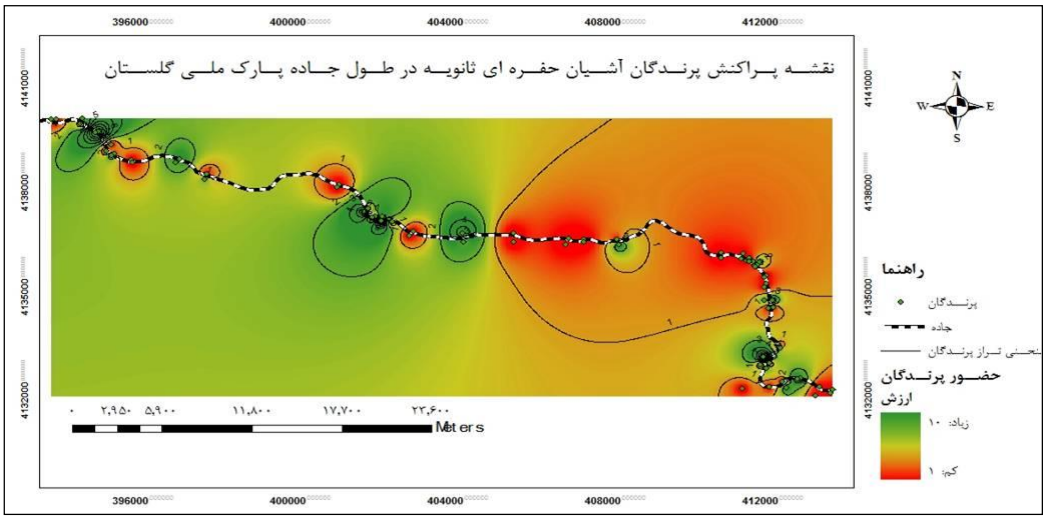
Archive of SID

در معادله (۱)، مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه شامل میزان صدای ترافیک، فاصله از جاده، عرض مؤثر جاده، جهت شرقی- غربی، تعداد خودروهای سنگین و تعداد خودروهای سبک است. مجاورت با جاده عامل مهمی در تنوع و تراکم پرندگان بومی منطقه است (وارسته، ۱۳۹۰) که منجر به تولید صداهای ناخواسته در منطقه می‌شود. بسیاری از محققان معتقد هستند که آلودگی صوتی می‌تواند روی فیزیولوژی و رفتار حیوانات تاثیر داشته باشد و اگر یک فشار روانی مزمن شود، می‌تواند روی ذخیره انرژی حیوانات، موفقیت در تولید مثل و بقای طولانی مدت تاثیر بسیار مضری داشته باشد (Radle, 2007). این صداها عامل بسیار بحرانی در کاهش تراکم پرندگان زادآور درخت‌زارهای مجاور جاده است (Rien et al., 1996). پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه نیز همبستگی منفی با متوسط شدت صوت دارند (شکل ۵) و تنش‌های محیط‌زیست ناشی از این آلودگی‌ها، می‌تواند سبب مهاجرت موقت و دائمی پرندگان شود (Dulal & Paddhy, 2011).

پرندگان آشیان حفره‌ای اولیه با فاصله از جاده ارتباط مثبت و مستقیم دارند. زیرا، شدت صدا نسبت به افزایش فاصله از منبع صوتی کاهش می‌یابد و این تقلیل در اثر جذب بخشی از آن به وسیله هوا و زمین است. با دو برابر شدن فاصله از منبع نقطه‌ای شدت صوت به میزان شش دسی‌بل کاهش می‌یابد (گلمحمدی، ۱۳۸۲). هر چه فاصله مولد سروصدا از منطقه بیشتر باشد، شدت صوت نیز کاهش یافته و پیامدهای کمتری به دنبال خواهد داشت (AASHTO, 1993) و با افزایش فاصله میزان آشفتگی کاهش و تعداد درختان کهن‌سال افزایش می‌یابد و با توجه به اینکه مراحل زیستی این گونه‌ها به عنوان مثال بستر تغذیه آن‌ها به این درختان کهن‌سال وابسته است، با افزایش فاصله از جاده احتمال حضور این گونه‌ها افزایش می‌یابد. البته در کنار این عوامل، عوامل دیگری چون عرض جاده، جهت شرقی- غربی و تعداد خودروهای سبک و سنگین آثار منفی بر حضور این گونه‌ها دارند. به موازات افزایش عرض جاده تعداد وسایل نقلیه موتوری و یا سرعت خودروها در گذر از جاده زیادتر می‌شود و به همان نسبت سر و صدای تولید شده نیز افزایش می‌یابد (AASHTO, 1993) که تاثیر منفی در فراوانی پرندگان خواهد داشت. با توجه به ضرایب تعداد خودروهای سنگین و سپس تعداد خودروهای سبک نیز با فراوانی پرندگان به ترتیب بیشترین رابطه منفی را دارند. زیرا، وسایل نقلیه یکی نسبت به دیگری متفاوت است. این بدان معنی است که صدای تولید شده توسط یک وسیله نقلیه خاص تابعی از پارامترهای مختلف مانند: مهارت‌های رانندگی، بار، نوع خودرو، شرایط خودرو، کالیبراسیون تایر، نوع اگزوز و شرایط آن و تنش مکانیکی وسایل نقلیه است (Calixto et al., 2003). خودروهای سنگین (کامیون‌ها، اتوبوس‌ها) عمده‌ترین وسایل نقلیه تولیدکننده سروصدا در راه‌های ملی محسوب می‌شوند که به علت بزرگی و قدرتشان، حدود ۱۵ دسی‌بل بیش از اتومبیل‌ها سروصدا ایجاد می‌کنند (AASHTO, 1993). در معادله (۲)، علاوه بر میزان صدای ناشی از ترافیک جاده‌ای و عرض مؤثر جاده، تعداد خودروهای سبک و تعداد بوق خودروها نیز بر پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه مؤثر هستند این پرندگان با توجه به اینکه نسبت به آشفتگی حساسیت کمتری دارند و اکثرا جزء پرندگان حشره‌خوار محسوب می‌شوند و برای تغذیه نیازمند فضاهای باز که در آن فراوانی جمعیت حشرات به وفور دیده می‌شوند، هستند؛ بنابراین، حاشیه جاده‌ها می‌تواند محیط مناسبی را برای حضور این گونه‌ها فراهم آورد. پس فاصله از جاده عامل معنی‌داری برای مدل‌سازی حضور این گونه‌ها نیست. زیرا، گونه‌ها در پاسخ به زیرساخت‌ها متنوع هستند و جانوران شکارچی با فراوانی بیشتری در مجاورت زیرساخت‌ها یافت می‌شوند (Ana et al., 2010). اما در مجموع، این گونه‌ها همانند سایر گونه‌ها نسبت به سروصدای ترافیک همبستگی منفی دارند (شکل ۶)، به این دلیل که بیشتر ترجیح می‌دهند در مناطق با تراکم درختان کمتر بتوانند همبستگی ضعیف مثبتی با تعداد خودروهای سبک داشته باشند. از طرف دیگر، حضور خودروهای سبک که اغلب همراه با کمپینگ سرنشینان آن در کنار جاده و باقی گذاردن مواد غذایی توسط آنان است می‌تواند عامل جذب این گروه از پرندگان به‌ویژه سینه سرخ، چرخ‌ریسک بزرگ، مگس‌گیر سینه‌سرخ و چرخ‌ریسک پس‌سر سفید باشد. بوق خودروها نیز عامل مهمی در افزایش صوت در یک منطقه (احمدی و نصیری، ۱۳۸۸) و به موازات آن کاهش در تعداد پرندگان است. متأسفانه بر اثر تردد وسایل نقلیه نیز آسیب‌های فراوانی به این جمعیت از گونه‌ها وارد می‌شود (ریاضی و همکاران، ۱۳۸۵). گونه‌ها در پاسخ به زیرساخت‌ها متنوع هستند. جانوران شکارچی با فراوانی بیشتری در مجاورت زیرساخت‌ها یافت می‌شوند.

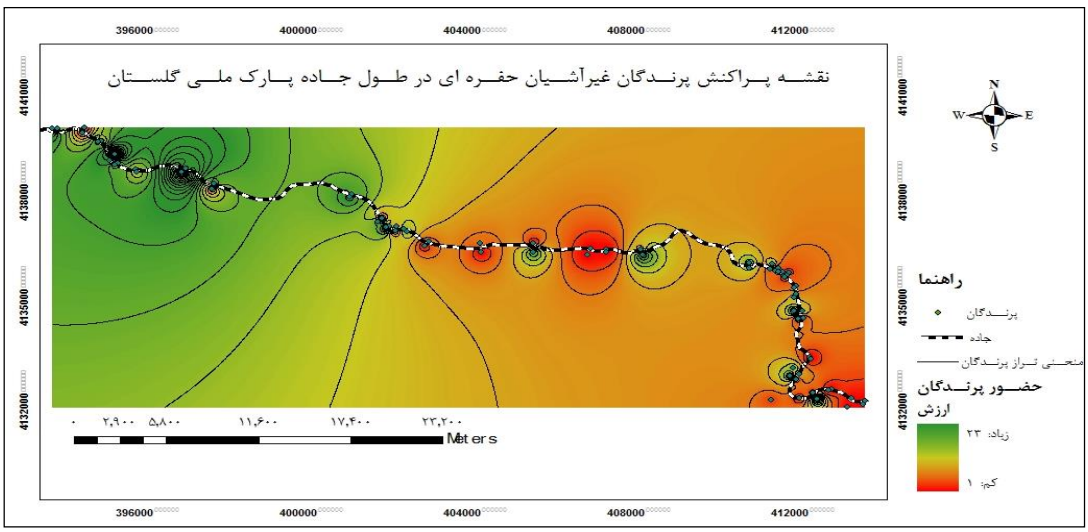
www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۶): پراکنش پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه در طول جاده گلستان

در معادله (۳)، همانند دو مدل قبل میزان صدای ترافیک عامل بسیار مهمی در پراکنش پرندگان است و علاوه بر صوت، ارتفاع منطقه نمونه‌برداری از سطح دریا و تعداد خودروهای نیمه‌سنگین نیز تاثیرگذار هستند. این گروه دارای همبستگی مثبتی با تعداد خودروهای نیمه سنگین می‌باشد و عاملی که این گروه را به حاشیه جاده جایی که صدا زیاد است جذب کرده است، شاید به دلیل نوع تغذیه گونه یا پناه باشد. زیرا، ممکن است برخی گونه‌ها از بقایا و پسماندهای افرادی که در کنار جاده کمپینگ می‌کنند تغذیه کنند. این عامل می‌تواند سبب جذب کلاغ‌ها برای تغذیه از لاشه‌های جانوران شود. قرقاول در فاصله مناسبی از جاده به دلایل وجود فضای باز، وجود آشفتگی و گونه‌های مراحل اولیه توالی مانند: بوته‌های خاردار، تمشک و گیاهان بوته‌ای به صورت گسترده در این مناطق دیده می‌شوند که این جوامع گیاهی می‌تواند علاوه بر تأمین منابع غذایی برای برخی گونه‌ها به عنوان یک عامل پوششی مناسب جهت تأمین یکی از نیازهای اساسی گونه‌ها یعنی پناه عمل نماید که با توجه به نقش مهم پناه در بقای گونه‌ها، حضور برخی گونه‌های پرندگان در این مناطق با توجه به این جوامع گیاهی توجیه‌پذیر است. به هر حال، این گروه نسبت به سایر گروه‌های دیگر که مقاومت کمتری نسبت به صدا و تمایل کمتری نیز به جاده دارند، به خوبی توانسته است در مقابل شدت صوت مقاومت کند. شکل (۷)، بیانگر این موضوع است که در قسمت‌هایی که پراکنش صوت زیاد است این گروه از پرندگان نیز دیده می‌شوند.



شکل (۷): پراکنش پرندگان آشیان حفره‌ای ثانویه در طول جاده گلستان

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات نشان داده است که جاده‌ها تا صدها یا هزاران متر از حاشیه جاده می‌توانند بر روی جوامع پرندگان آثاری داشته باشند (Reijnen & Foppen, 1991) که می‌تواند آثار کاهشی (Kuitunen et al., 1998) و در برخی موارد اثر مثبت در جلب پرندگان به وجود آورد (Camp & Best, 1993). جاده ترانزیتی تهران مشهد که از درون پارک ملی گلستان عبور می‌کند، از ابتدای تاسیس تاکنون صدمات زیادی به گونه‌های گیاهی و جانوری منطقه و به دنبال آن مدیریت پارک داشته است. حجم روز افزون خودروهای عمومی و شخصی سبب افزایش روز افزون فشار بر زیستمندان منطقه شده است. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که جاده‌ها آثاری بر روی جوامع پرندگان و الگوی پراکنش آن‌ها دارند که دلایل این امر در این پژوهش، متغیر صدای ترافیک می‌باشد که با مطالعه (Peris & Pescador, 2004) که تغییر الگوی پراکنش را ناشی از سروصدای دایمی وسایل نقلیه می‌دانست، هم‌خوانی دارد

همان گونه که از نتایج پیداست، بخش مهمی از آثار سوء جاده بر گروه‌های مختلف پرندگان مربوط به تراز صدا، تعداد خودروها و فاصله از جاده بوده است که این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش (وارسته، ۱۳۹۰)که فاصله از جاده را عامل مهم در عدم تمایل پرندگان به انتخاب زیستگاه‌های حاشیه‌ای جاده بیان می‌کند، هم‌خوانی دارد.

نتایج حاصل از این پژوهش نیز نشان داد که عبور جاده از درون پارک، موجب افزایش سروصداهای ناشی از فعالیت‌های انسان‌ساخت می‌شود که به صورت مغایر با وضعیت طبیعی پارک ملی است. این امر، اثری قوی و انکار ناپذیر بر کاهش تنوع گونه‌ای پرندگان دارد. این کاهش تنوع در حاشیه جاده دلیل کاهش جمعیت و تهدیدی برای بسیاری از پرندگان منطقه است. هم‌چنین، آلودگی صوتی ناشی از جاده تاثیر منفی روی جمعیت پرندگان در گونه‌های مختلف دارد. درک این که آثار سروصدای ناشی از ترافیک جاده‌ای تا چه مسافتی به درون عرصه جنگلی قابل نفوذ است، حایز اهمیت فراوانی است و به صورت نقشه پراکنش صوت در شکل (۴)، نشان داده شده است. این عمق نفوذ بستگی به اندازه قطعه جنگلی، محدوده جغرافیایی، تعداد خودروهای عبوری، جریان ترافیک، شاخص‌های محیط‌زیستی در مقیاس محلی، نوع جاده و نوع گونه‌های تحت مطالعه دارد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد بهتر است در پارک‌های ملی و مناطق حفاظت شده و تا حد امکان در مجاورت این مناطق عملیات راه‌سازی صورت نگیرد و یا در صورت انجام، ابتدا مناطق حساس شناخته و مدیریت شوند. هم‌چنین، از عبور خودروهای سنگین در جاده جلوگیری شود تا انتشار صوت به حداقل رسد.

عبور جاده از مناطق حفاظت شده به سبب جنبه‌های آلودگی صوتی، تصادف‌های جاده‌ای، کاهش احساس امنیت بین جانوران یکی از معضلات بزرگ مدیریتی است که کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست. با وجود تلاش‌های گسترده دلسوزان محیط‌زیست نسبت به عدم عبور مجدد جاده بین‌المللی به‌ویژه پس از دو سیل ویرانگر منطقه نه تنها این موضوع محقق نشده است، بلکه عملیات گسترده راه‌سازی از جمله کارگاه‌های سنگ‌شکن در دل منطقه سبب افزایش بار ترافیکی شده است.

حال با توجه به شرایط موجود در منطقه، اثر آلودگی صوتی بر جامعه پرندگان و نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد از راه‌حل‌های مدیریتی برای کاهش آثار سوء مورد اشاره می‌تواند برقراری عوارض جاده‌ای به ویژه برای وسایل نقلیه عمومی و سنگین، کاهش شدید سرعت مجاز درون منطقه جهت کاهش بار آلودگی، به حداقل رساندن فعالیت عملیات جانبی راه‌سازی (شامل: بخش دستگاه‌های سنگ شکن)، اعمال محدودیت در احداث جاده با پهنای حداقل جهت کاهش بار آلودگی صوتی و به حداقل رسیدن تلفات جاده‌ای باشد.

یادداشت‌ها

1. Primary Cavity Nesting Birds
2. Secondary Cavity Nesting Birds
3. Point count
4. Box plot
5. Kolmogorov-Smirnov
6. Univariate Stepwise
7. Stepwise

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

احمدی، ش. و نصیری، پ. ۱۳۸۸. تدوین مدلی به منظور پیش‌بینی تراز صدای ماکزیمم ترافیک معابر اصلی شهر سنندج، دوازدهمین همایش بهداشت محیط ایران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت.

حسینی‌وردئی، م.؛ سلمان‌ماهینی، ع.؛ منوری، س. م. و خیرخواه زرکش، م.م. ۱۳۹۱. کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی آثار تجمعی شبکه جاده‌ای بر پوشش درختی، نشریه محیط زیست طبیعی، دوره ۶۵، شماره ۲: ۱۳۹-۱۵۲.

ریاضی، ب.؛ خراسانی، ن. و هوشیاردل، ب. ۱۳۸۵. بررسی آثار حمل و نقل جاده‌ای و ریلی بر حیات وحش جانوری و ارائه رهنمودهای لازم، مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره هشتم، شماره ۳.

زارع‌چاهوکی، م. ۱۳۸۹. تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش‌های منابع طبیعی با نرم افزار SPSS، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، چاپ اول. ص ۳۰۳.

سلمان‌ماهینی، ع. ۱۳۹۱. پروتکل وارسی داده‌ها برای اجتناب از مشکلات معمول آماری در پژوهش های محیط‌زیست (ترجمه)، نشریه محیط‌زیست و توسعه، سال ۲، شماره ۳: ۶۹-۸۲.

کریمی، س.؛ وارسته مرادی، ح. و رضایی، ح. ۱۳۹۱. مطلوبیت زیستگاه دارکوب سیاه در دو فصل زمستان و بهار در جنگل شصت کلاته گرگان، اکولوژی کاربردی، سال اول. شماره اول.

گلمحمدی، ر. ۱۳۸۲. مهندسی صدا و ارتعاش (اندازه‌گیری، ارزیابی، جنبه‌های بهداشتی و کنترل در صنعت و محیط‌زیست)، انتشارات دانشجو، ۵۱۴ ص.

مجنونیان، ه.؛ کیابی، ب.؛ فرهنگ دره‌شوری، ب. و گشتاسپ میگونی، ح. ۱۳۷۸. پارک ملی گلستان (ذخیره‌گاه زیستکره)، سازمان حفاظت محیط‌زیست.، تهران، ۱۲۹ ص.

مصداقی، م. ۱۳۸۳. روش‌های رگرسیون در تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۹۰ ص.

وارسته، ح. ۱۳۸۴. تعیین نسبت جنسی و گروه‌های سنی در گوزن مرال و شوکا در پارک ملی گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۴): ۱۶۱-۱۵۴.

وارسته، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی آثار بزرگراه آسیایی تهران- مشهد بر جامعه پرندگان در پارک ملی گلستان. پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۲، شماره ۳، بهار و تابستان ۱۳۹۰، صفحه ۲۱-۳۴.

وارسته، ح؛ امینی، ن. ۱۳۹۱. بررسی متغیرهای زیستگاهی مؤثر بر تراکم پرندگان آشیان حفره‌ای در پارک ملی گلستان، نشریه محیط‌زیست و توسعه، سال ۳، شماره ۵، بهار و تابستان ۱۳۹۱: ۶۱-۶۸.

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). 1993. Guide on Evaluation and Abatement of Traffic Noise, 30p.

Adriana, R.; Pavel, K. & Frantis, S. 2007. Barrier effects of roads on movements of small mammals, Folia Zool 56(1): 1–12.

Alvin, A. Y. & Blumstein, D. T. 2011. Attention, noise, and implications for wildlife conservation and management, Applied Animal Behaviour Science 131: 1–7.

Ana, B.; Rob, A. l. & Pita, A. V. b. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations, A meta-analysis, Biological Conservation. 1307–1316.

Calixto, A.; Diniz, F. B. & Zannin, H. T. 2003. The statistical modeling of road traffic noise in an urban setting. Vol 20, P. 23-29.

www.SID.ir

Archive of SID

Camp, M. & Best, L. B. 1993. Bird abundance and species richness in roadsides adjacent to Iowa row crop fields. Wildlife Society Bulletin, 21: 315- 325.

Castelletta, M.; Thiollay, J. M. & Sodhi, N. S. 2005. The effects of extreme forest fragmentation on the bird community of Singapore Island. Biological conservation.121: 135-155.

Dulal, C. S. & padhy, K.P. 2011. Effect of air and noise pollution on species diversity and population density of forest birds at Lalpahari, West Bengal, India. Science of the Total Environment 409: 5328–5336.

Kuitunen, M.; Rossi, E. & Stenroos, A. 1998. Do highways influence density of land birds. Environmental Management. 22: 297- 302.

Marcel P. H. and Piet, J.M. 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (Erinaceus europaeus) populations, Biological Conservation 95: 111±116.

Martin, K., Eadie, J.M. 1999. Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. Journal of Forest Ecol. Manage. 115: 243–257.

Neely, J. A. 1994. Lessons from the past: forest and biodiversity. Biodiversity and conservation, 3: 3-20.

Paul, A. K. 2005. Synthesis of noise effects on wildlife populations. Road Ecology Center escholarship Repository John Muir Institute of the Environment University of California, Davis.

Peris, S. J. & Pescador, M. 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in Mediterranean wooded pastures. Applied Acoustics, 65: 357- 366.

Radle A. L. 2007. The Effect of Noise On Wildlife, A Literature Review.

Raphael, M. G. & White, M. 1984. Use of snags by cavity-nesting birds in the Sierra Nevada. Wildlife Journal of Monograph, 86: 1-66.

Rien, R.; Ruud, F. and Henk, M. 1996. The effects of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grassland. DLO-lnstitute for Forestry and Nature Research. Department of Landscape Ecology, 255-260.

Reijnen, M. J. S. M. & Foppen, R. P. B. 1991. Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels.

Volpato, G.H.; Lopes, E.V.; Mendonka, L.B.; Bokon, R.; Bisheimer, M.V.; Serafini, P.P. & Anjos, L.D. 2009. The use of point count method for bird survey in the Atlantic forest. Zoologia 26 (1): 74-78.

Von, H. L. 1957. Adaptation in hole-nesting birds. Evolution, 11: 339–347.

Zarnowitz, J.E. & Manuwal, D.A. 1985. The effects of forest management on cavity-nesting birds in northwestern Washington. Journal of. Wildlife Manage, 49 (1): 255–263.

www.SID.ir