پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۹ شماره ۱۷، بهار و تابستان ۱۳۹۷، از صفحه ۱۶۳ تا ۱۷٤

پیش‌بینی تراز صوتی ناشی از ترافیک در جاده پارک ملی گلستان بر اساس مدل CORTN

شیوا غریبی[۱]، کامران شایسته*[۲]

۱ دانشجوی دکتری ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه ملایر
۲ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه ملایر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۷؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹)

چکیده

مدل‌های پیش‌بینی صدای ترافیک در وهله اول نیاز به ارزیابی صدا در محیط دارند تا وضعیت صدا در محیط تعیین شود. در این پژوهش برای پیش‌بینی تراز صدای ترافیک در جاده پارک ملی گلستان از مدل آماری CORTN استفاده شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری به روش سیستماتیک- تصادفی انتخاب و در هر ایستگاه پارامترهایی از جمله شیب جاده، تعداد و سرعت هر گروه از خودروها (خودروهای سنگین، نیمه‌سنگین و سبک) و نسبت خودروهای سنگین به کل بار ترافیکی به مدت ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری، مورد آزمون کیفی و کمی قرار گرفت و در نهایت مدل پیش‌بینی بر اساس تعدادی نقاط اندازه‌گیری و آزمون‌های آماری ارزیابی شد و با احتمال خطای ۶/۳ ± دسی‌بل و همبستگی ۷۶ درصد برای تهیه نقشه تراز صوتی جاده به کار گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بر اساس مدل پیش‌بینی CORTN میزان صدا در محدوده جاده پارک ملی گلستان حدود ۸۶/۰۴-۶۷/۵۹ دسی‌بل بوده است. از این رو بر اساس نقشه پهنه‌بندی صدا، جاده گلستان در برخی محدوده‌ها با آلودگی صوتی مواجه است. بنابراین نتایج این پژوهش می‌تواند در شناسایی نقاط داغ آلودگی صوتی برای حفاظت از گونه‌ها که اثری قوی و انکارناپذیر بر کاهش تنوع گونه‌ای آن‌ها دارد مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: پارک ملی گلستان، تراز صوتی، ترافیک، جاده، مدل پیش‌بینی CORTN

*نویسنده مسئول: Email: k-shayesteh@yahoo.com

سرآغاز

راه‌ها یکی از عناصر مهم زندگی نوین به شمار می‌آیند و زمینه‌های رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی را فراهم می‌سازند. تقاضا برای احداث راه‌ها در پی افزایش تقاضا برای جابه‌جایی مردم، مشکلاتی را به وجود آورده است که صدای ترافیک مربوط به وسایل نقلیه (Zannin et al, 2003) به عنوان عمده‌ترین منبع سروصدا، سهم عمده‌ای در تولید آلودگی صوتی دارند. به طوری که، آن دسته از امواج صوتی که به صورت ناخواسته منتشر می‌شوند و برای شنوایی آزاردهنده هستند، سروصدا[۱] یا آلودگی صوتی[۲] نامیده می‌شوند (نصیری، ۱۳۷۶). سه عامل عمده صوت برای هر موجود زنده‌ایی آزاردهنده است که مهمترین آن، میزان بلندی بلندترین سروصدا است. عامل بعدی، تکرار این صداهای بلند است و عامل سوم نیز ماهیت پیوسته یا پایدار سروصداست. شاخصی که به عنوان نماینده سه عامل فوق، مقبولیت گسترده‌ای کسب کرده، شاخص تراز صدای معادل بر مبنای «متوسط شدت صوت[۳]» در طول زمان است (AASHTO, 1993). در اجرای هر راهکار حفاظت (به نحوی که بیشترین بهره را با حداقل هزینه داشته باشد)، باید حداکثر مدت ایجاد سروصداهای بلندتر را مدنظر قرار داد (AASHTO, 1993). در کشورهای مختلف به دلیل این که وجود سروصدا در محیط‌زیست به یک معضل بسیار مهم تبدیل شده و به‌طور مستقیم بر روی گونه‌هایی که در این نواحی زندگی می‌کنند اثر می‌گذارد، قوانین و مقرراتی وضع گردیده است (علیمحمدی، ۱۳۸۴) و هنگامی که برنامه‌ریزان و مهندسان راه‌سازی تصمیم به احداث بزرگراهی می‌گیرند باید اطمینان حاصل شود که کلیه استانداردها و مقررات ایمنی لازم را رعایت نموده‌اند. 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 این انسان‌ها هستند که سبب آشفتگی در طبیعت می‌شوند (Alvin & Blumstein, 2011). یکی از این آشفتگی‌ها، آلودگی صوتی ناشی از ساخت جاده‌ها و شاهراه‌ها می‌باشد که یکی از مهم‌ترین اثرات انسان‌ساخت روی مناطق طبیعی برای گونه‌های حیات‌وحش به شمار می‌رود (Adriana et al., 2007). بنابراین، حفظ محیط‌زیست در وهله اول نیاز به ارزیابی و یا پیش‌بینی صدا در محیط دارد تا وضعیت انتشار صدا به صورت موجود و بالقوه در محیط تعیین شود. در این حالت نه تنها مقررات تدوین خواهد شد بلکه روش کنترل عوامل تشدیدکننده نیز پیش‌بینی می‌شود. برای شناسایی مولفه‌های تولید و وضعیت انتشار صدا مدل‌های پیش‌بینی صدای ترافیک در این خصوص بسیار مفید هستند و می‌توانند برای گروه‌های مختلفی از مدیران و متخصصان، ملاک تصمیم‌گیری قرار گیرند. یکی از روش‌های دستیابی به نقشه‌های میزان صدا، استفاده از مدل‌های آماری است (Harris, 1991). در این زمینه مدل‌های جامعی برای پیش‌بینی میزان صدای ترافیک تدوین و تصویب گردیده است که می‌توان به مدل‌های استاندارد گسترش یافته شامل مدل CORTN[۴] در بریتانیا، مدل FHWA در ایالات متحده آمریکا، مدل RLS 90 در آلمان، مدل OAL در استرالیا، مدل NMPB در فرانسه و مدل ASJ در ژاپن اشاره کرد. به طور ویژه مدل‌های مذکور از دو دیدگاه حائز اهمیت هستند. اول این که مدل‌هایی که صرفا توابعی را برای محاسبه‌های انتشار صدا از منبع ارایه می‌کنند و دوم مدل‌هایی که علاوه بر آن توابع و مشخصه‌های انتشار صوت در سطح منطقه، تأثیر مشخصه‌های مختلف را نیز بررسی و عرضه می‌نمایند. مدل استفاده شده در این پژوهش مدل CORTN است که مربوط به سازمان محیط‌زیست انگلیس و توسط دالانی[۵] و همکارانش تهیه شده است (Zannetti, 1997; Campbell, 2001). هدف اصلی این تحقیق پیش‌بینی تراز صدای ترافیک در جاده پارک ملی گلستان بر اساس مهمترین متغیرهای مؤثر بر انتشار صدا در این مدل بوده است. نتایج حاصل نیز می‌تواند در حفاظت از گونه‌ها و شناسایی محدوده‌های پر سروصدا مفید واقع شود. پژوهش حاضر با این فرضیه‌ها صورت گرفت که مدل CORTN می‌تواند در پیش‌بینی تراز صدای ترافیک در جاده گلستان مثمرثمر واقع شود و همچنین، تهیه نقاط داغ آلودگی صوتی در طول بزرگراه آسیایی پارک ملی گلستان از دیگر اهداف این تحقیق است.

مدل CORTN تراز آماری صدک دهم صدای ترافیک L_{10} را برآورد می‌کند و در آن منبع ترافیکی به صورت خطی، یک طرفه و سرعت ثابت مدنظر قرار گرفته است. اولین اقدام در محاسبه L_{10}، اندازه‌گیری بار ترافیکی به صورت (رابطه ۱) است:

$$L_{10} = 10Logq \qquad (۱)$$

در این رابطه q بار ترافیکی برحسب تعداد وسیله نقلیه در ساعت است. معادله نهایی CORTN برای برآورد تراز آماری L_{10} یک

ساعته به صورت (رابطه ۲) است:

$$L_{10} = 10Log_q + 33Log(V + 40 + \frac{500}{V}) + 10Log(1 + \frac{5p}{V}) + 0.36G - 27.6 \qquad (۲)$$

q: میزان جریان ترافیک در ساعت

V: متوسط سرعت خودروها بر حسب Km/h

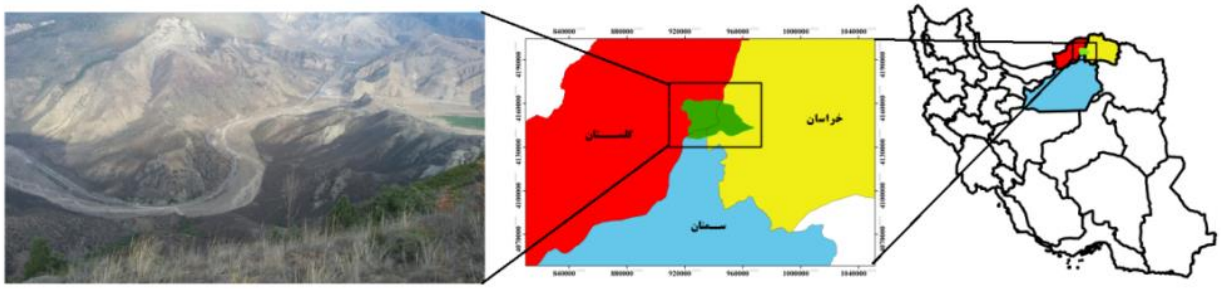
P: نسبت کامیون‌های سنگین بالاتر از ۱۵۲۵ کیلوگرم به کل بار ترافیکی

G: شیب (در صورتی‌که خودروها در سرازیری حرکت کنند این مقدار ۰/۲ است).

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه

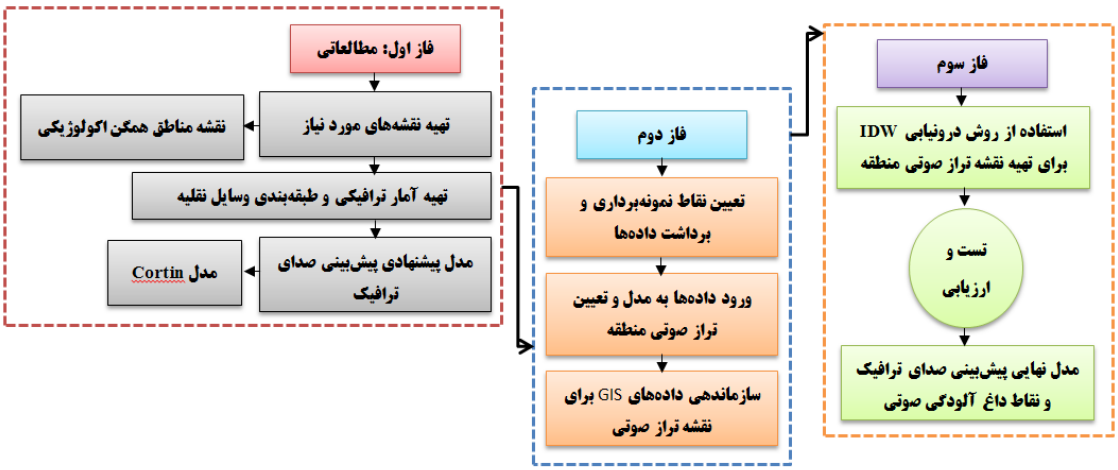
پارک ملی گلستان در شمال شرق ایران بین ۳ استان گلستان، خراسان شمالی و سمنان قرار دارد (شکل ۱). این منطقه تنها زیستگاه امن باقی‌مانده برای بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش است (وارسته، ۱۳۸۴) و چون از اجتماعات گیاهی متنوعی برخوردار است؛ بنابراین، زیستگاه‌های متنوعی را برای حیات‌وحش منطقه ایجاد کرده است (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). اهمیت و نقش این پارک در ابعاد گوناگون و از همه مهم‌تر حفظ تنوع‌زیستی در سطح ملی به رسمیت شناخته شده است و به عنوان مهم‌ترین میراث طبیعی کشور به‌شمار می‌رود. زیرا، 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 که تردد هزاران خودرو و به دنبال آن، سروصدای ناشی از ترافیک سبب نابودی این تفرجگاه گشته است.



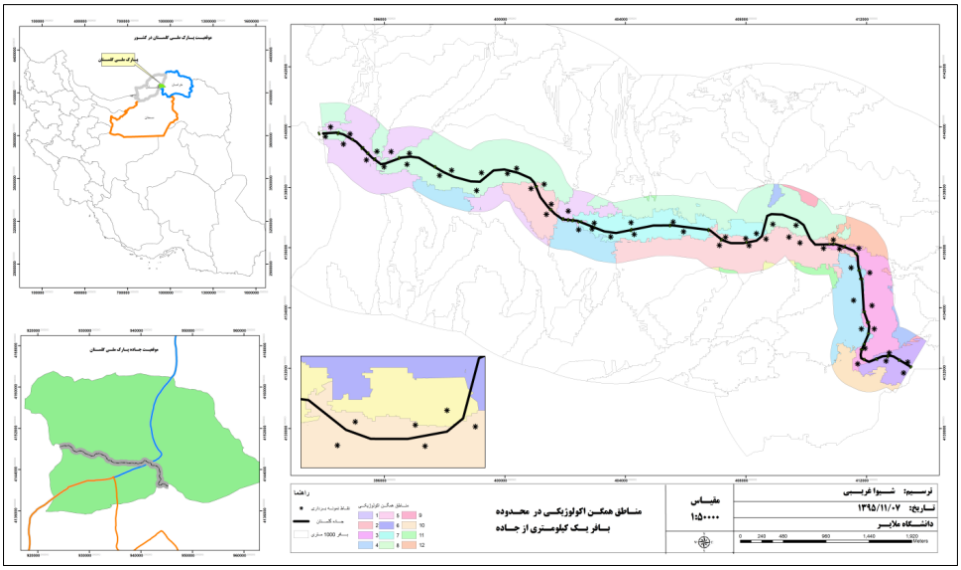
شکل (۱): موقعیت پارک ملی گلستان

روش تحقیق

به طورکلی روش‌کار در شکل (۲) نشان داده شده است. در ابتدا برای تعیین نقاط نمونه‌برداری از یک روش سیستماتیک- تصادفی استفاده شد. به این منظور از لایه‌های شیب، جهت، ارتفاع، تراکم و تیپ‌بندی پوشش گیاهی و لایه جاده پارک ملی گلستان (رقومی شده در محل با استفاده از GPS) به منظور تهیه نقشه واحدهای محیط‌زیستی استفاده شد (مخدوم، ۱۳۸۵). منطقه مورد مطالعه در زون N ۴۰ در سیستم مختصات UTM قرار دارد. از این‌رو، تمامی نقشه‌ها به این سیستم مختصات و به‌صورت رستری با اندازه سلول ۳۰ متر تبدیل شدند. انجام اصلاحات فوق یکی از مهمترین، وقت‌گیرترین و اساسی‌ترین نیازهای هر پژوهش در سامانه اطلاعات جغرافیایی است (جعفری، ۱۳۹۰). سپس با نرم‌افزار ایدریسی در هر کدام از مناطق همگن اکولوژیکی نقاطی به صورت تصادفی برای نمونه‌برداری انتخاب شد و با ۷۶ ایستگاه طول جاده را پوشش داد. در مباحث مرتبط با اندازه‌گیری صدا، از آن جا که هرگونه عاملی می‌تواند تاثیر خاصی در رژیم صوتی داشته باشد باید نمونه‌برداری به صورت غیراحتمالی (تلفیقی از نمونه‌برداری قضاوتی و سهمیه‌ای) باشد (محرم‌نژاد و صفری‌پور، ۱۳۸۷). بدین‌صورت، انتخاب ایستگاه‌های نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک- تصادفی انتخاب شدند (شکل ۳).



شکل (۲): دیاگرام مراحل کلی مدل پیش‌بینی صدای ترافیک و نقشه تراز صوتی منطقه



شکل (۳): سمت چپ: موقعیت منطقه مورد مطالعه. سمت راست: مناطق همگن اکولوژیکی (بالا). نقاط نمونه‌برداری (پایین)

• نمونه‌برداری

در هر کدام از ایستگاه‌های نمونه‌برداری، متغیرهای مورد نیاز برای مدل Cortin اندازه‌گیری و ثبت شدند که شامل موارد زیر بود:

- بار ترافیکی برحسب تعداد وسیله نقلیه در ساعت
- متوسط سرعت خودروها بر حسب Km/h
- نسبت کامیون‌های سنگین بالاتر از ۱۵۲۵ کیلوگرم به کل بار ترافیکی
- شیب (در صورتی که خودروها در سرازیری حرکت کنند این مقدار ۰/۲ است).

عملیات نمونه‌برداری در هر ایستگاه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. بر اساس بازدید میدانی در جاده پارک ملی گلستان تنها منبع تولید صدا مربوط به ترافیک است، می‌توان گفت که شرایط تمام ایستگاه‌ها با گذر زمان همچنان ثابت خواهد بود و نمونه‌برداری در ۱۰ دقیقه با مقادیر نمونه‌برداری در ۳۰ یا ۶۰ دقیقه‌ای با مقدار خطای ناچیز برابر است. برای اندازه‌گیری بار ترافیکی بر حسب تعداد خودروها به تفکیک سنگین، نیمه‌سنگین و سبک جدول (۱)، از یک دوربین فیلم‌برداری برای بررسی جریان ساعتی ترافیک (شکل ۴) برای هر دسته از وسایل نقلیه استفاده شد و همچنین برای سرعت خودروهای در حال حرکت در طول جاده اصلی در نظر گرفته شد (Vincenzo et al., 2010). هر یک از این مقادیر در عدد ۴ ضرب شد تا بار ترافیکی هر گروه خودرو در یک ساعت به دست آید.

جدول (۱): تفکیک خودروها به سه گروه سبک، نیمه‌سنگین و سنگین (Gundogdo, et al., 2005)

نوع خودروها	ویژگی	توصیف
خودروهای سبک	۲ محور و ۴ چرخ و وزن کمتر از ۴۵۰۰ کیلوگرم	سواری، موتورسیکلت
خودروهای نیمه‌سنگین	با ۲ محور و ۶-۴ جرخ و وزن بین ۴۵۰۰ تا ۱۲۰۰۰ کیلو	وانت، مینی‌بوس، کامیونت
خودروهای سنگین	با ۳ یا بیشتر از ۳ محور و وزن بیشتر از ۱۲۰۰۰ کیلو	کامیون، اتوبوس، تریلر

برای محاسبه سرعت متوسط خودروها نیز در هر ایستگاه دو مانع را در طول جاده در امتداد حرکت خودروها انتخاب نموده و سپس فاصله دو مانع را بر اساس متر اندازه‌گیری و سپس با استفاده از دوربین فیلم‌برداری به مدت ۱۰ دقیقه از خودروهای در حال عبور فیلم گرفته شد. فیلم‌ها توسط نرم‌افزار EDIUS 6[۶] تجزیه و تحلیل و زمان عبور هر خودرو از بین دو مانع بر حسب ثانیه مشخص شد. در نهایت با توجه به (رابطه ۳) سرعت متوسط خودروها بر حسب کیلومتر بر ساعت به دست آمد (شکل ۴).

$$V = M(km) \Big/ S(h) \qquad (۱)$$

که V سرعت متوسط خودرو، M فاصله بین دو مانع و S زمان عبور هر خودرو از دو مانع است. شیب جاده نیز در محل اندازه‌گیری شد.

شکل (۴): شمارش تعداد خودروهای عبوری و اندازه‌گیری سرعت خودروها

• بازرسی داده‌ها

در این مطالعه، مدل CORTN به منظور پیش‌بینی صدای حاصل از ترافیک محدوده مطالعاتی مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی درستی نتایج حاصل از این مدل، حصول اطمینان از درستی و دقت داده‌های ورودی است (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۱) داده‌ها پس از جمع‌آوری، باید مورد آزمون کیفی و کمی قرار گیرند. بعد از تنظیم اهداف، فرضیه‌ها، مشاهده و جمع‌آوری داده‌ها، عملیات بررسی این داده‌ها برای ورود به مدل صورت گرفت. تجربه نشان داده است که ارزیابی و بازرسی داده‌ها می‌تواند ۵۰ درصد زمان مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل را به خود اختصاص دهد (ماهینی، ۱۳۹۱). در ابتدا برای تشخیص داده‌های پرت از روش نمودار جعبه‌ای[۷] که تحت تاثیر داده‌های پرت قرار نمی‌گیرد، استفاده شد (زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹) و با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[۸] نرمال بودن داده‌ها بررسی و در صورت وجود داده‌های غیرنرمال، با اعمال توابع مختلفی، نرمال شدند. 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[۹] استفاده شد. بنابراین، پس از ویراستاری صحیح داده‌ها، فرآیند ورود داده‌ها به مدل پیش‌بینی آغاز شد.

• ارزیابی صحت مدل

مدل‌ها معمولا با انجام تعداد زیادی نقطه اندازه‌گیری و آزمون‌های آماری ارزیابی می‌شوند. مدل CORTN نیز با اندازه‌گیری تعدادی نقاط کنترلی در کار میدانی، ارزیابی شد. همزمان با برداشت داده‌ها در زمان نمونه‌برداری، از ۷۶ ایستگاه به صورت تصادفی از ۲۰ ایستگاه موجود صداسنجی صورت گرفت. برای اندازه‌گیری صدا از دستگاه صداسنج پیشرفته دیجیتالی مدل CEL-450 ساخت کشور انگلستان استفاده شد (شکل ۵). این دستگاه در شبکه وزنی A تنظیم شد زیرا، در این شبکه مقادیر تراز فشار صوت[۱۰] با حساسیت گوش انسان توزین می‌شود. همچنین، زمان پاسخ‌دهی میکروفن نیز در حالت F[۱۱] تنظیم شد، زیرا حالت F برای اندازه‌گیری صدا در محیط‌ها و فضاهای باز مثل صدای ترافیک کاربرد دارد. ارتفاع دستگاه صداسنج نیز به صورت ثابت در فاصله ۱/۵ متری از سطح زمین انتخاب شد (Pichai and Prakob, 2002).

شکل (۵): صداسنجی در طول جاده پارک ملی گلستان

برای تعیین میزان احتمال خطای مدل برحسب دسی‌بل از خطای جذر میانگین مربعات[۱۲] بر اساس رابطه (۴) استفاده شد.

$$RMSE = \sqrt{(\sum_{i}^{n} [(Li - Lb)]^2/N)} \quad (۲)$$

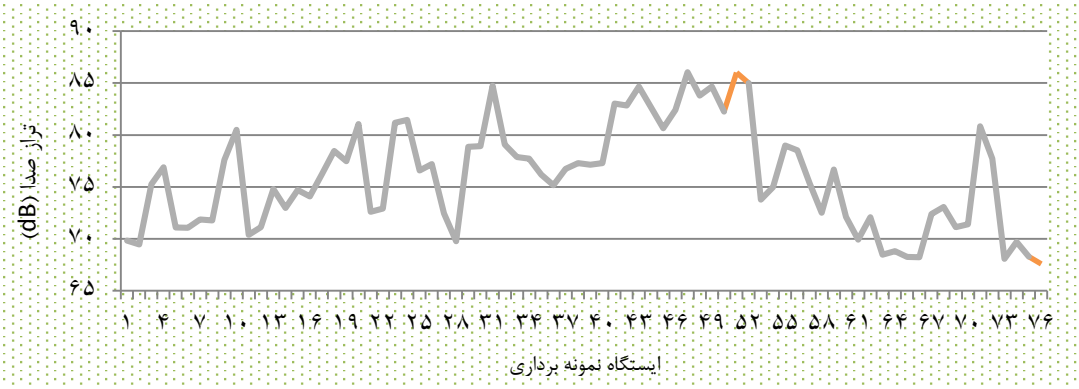
که در این رابطه L_i تراز صدای اندازه‌گیری شده، L_b تراز صدای پیش‌بینی شده و N تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری است. بنابراین، احتمال خطای مدل در حدود ۶/۳ ± دسی‌بل است. همچنین، بر اساس جدول (۲) همبستگی میان تراز صدای اندازه‌گیری شده و تراز صدای پیش‌بینی شده حدود ۷۶ درصد بوده است.

نتایج

نتایج این پژوهش نشان داده است که بر اساس مدل پیش‌بینی CORTN میزان صدا در محدوده اطراف جاده پارک ملی گلستان حدود ۸۶/۰۴– ۶۷/۵۹ دسی‌بل بوده است (شکل ۶).

جدول (۲): همبستگی تراز صدای اندازه‌گیری شده و تراز صدای برآورد پیش‌بینی شده

تراز صدای اندازه‌گیری شده	تراز صدای پیش‌بینی شده		
۰/۷۶۴**	۱	ضریب همبستگی پیرسون	**تراز صدای پیش‌بینی شده**
۰/۰۰۰		آزمون معنی‌داری دوطرفه	
۲۰	۲۰	تعداد	
۱	۰/۷۶۴**	ضریب همبستگی پیرسون	**تراز صدای اندازه‌گیری شده**
	۰/۰۰۰	آزمون معنی‌داری دوطرفه	
۲۰	۲۰	تعداد	
** همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است			



شکل (۶): تراز صدا (L_{10}) پیش‌بینی شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

با توجه به منابع مختلف، زمانی که شدت صدا به ۸۰–۷۰ دسی‌بل برسد آلودگی صوتی حاصل می‌شود (عرفانی، ۱۳۸۷)، از این رو جاده گلستان با آلودگی صوتی در حدود ۸۶ دسی‌بل مواجه است. تعداد این خودروها به تفکیک سه گروه خودرو در مدت ۱۵ دقیقه عملیات صداسنجی شمارش شد سپس، هر یک از این مقادیر در عدد ۴ ضرب شد تا بار ترافیکی هر گروه خودرو در یک ساعت به دست آید.

در نهایت میانگین آمارهای ترافیکی در طول عملیات نمونه‌برداری و وضعیت شیب بزرگراه در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳): اطلاعات آماری ترافیک و وضعیت فیزیکی بزرگراه

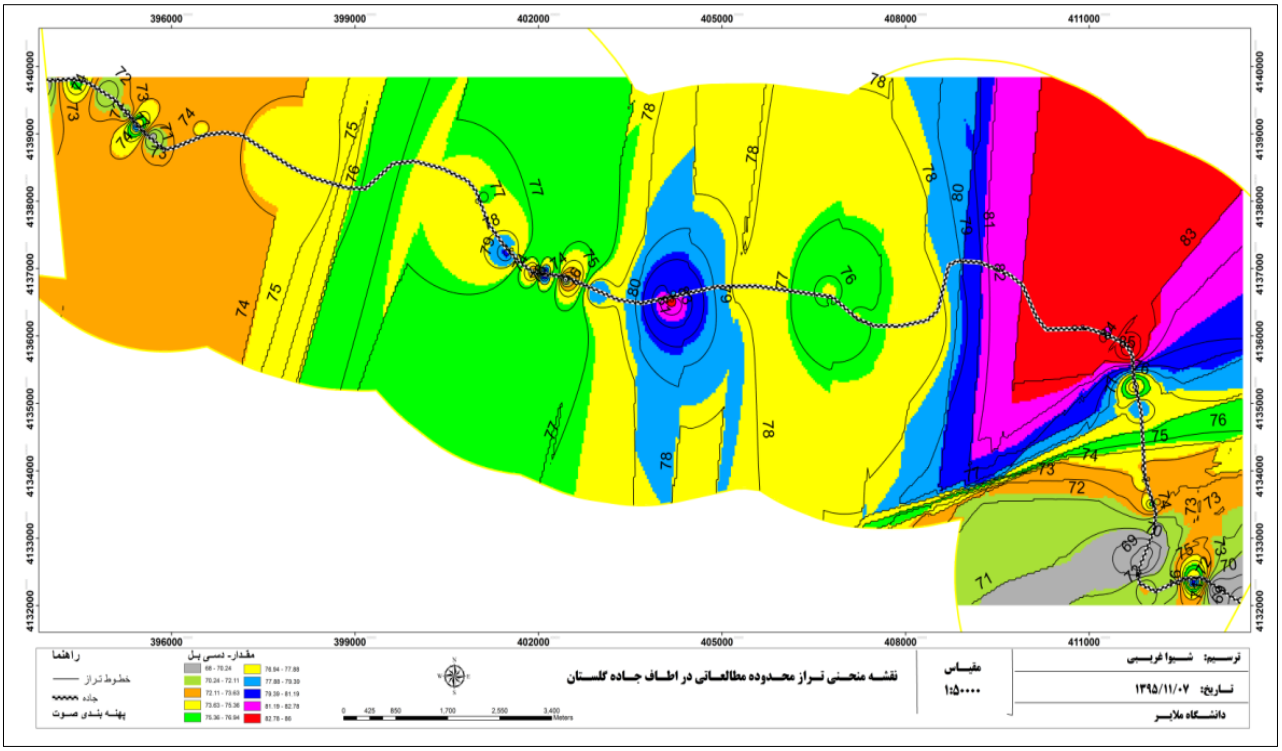
تعداد خودروهای سبک	تعداد خودروهای نیمه‌سنگین	تعداد خودروهای سنگین	متوسط سرعت خودروهای سبک	متوسط سرعت خودروهای نیمه‌سنگین	متوسط سرعت خودروهای سنگین	متوسط شیب جاده
۷۹۳۸۳	۷۵۴۰	۵۱۶۹	۱۵۰	۱۱۰	۶۲	۰/۴۱

از عوامل مؤثر بر انتشار صدا، تعداد و سرعت هر کدام از خودروها است. به طوری که در بزرگراه‌ها به دلیل افزایش جریان ترافیکی و سرعت بالای وسایل نقلیه، نقش ترافیک در ایجاد آلودگی صدا زیاد است (صمدیار و صمدیار، ۱۳۸۵). بنابراین، راه‌های با سرعت تردد بالا و حجم ترافیک سنگین، ذاتاً پر سروصدا (AASHTO, 1993) و هر کدام از وسایل نقلیه یکی نسبت به دیگری متفاوت هستند. این بدان معنی است که صدای تولید شده توسط یک وسیله نقلیه خاص، تابعی از پارامترهای مختلف مانند مهارت‌های رانندگی، بار، نوع و شرایط خودرو، کالیبراسیون تایر، نوع اگزوز و تنش مکانیکی وسایل نقلیه است (Calixto et al, 2003). کامیون‌ها بیشترین وسایل نقلیه تولیدکننده صدا در راه‌های ملی به شمار می‌آیند و به علت بزرگی و قدرت، حدود ۱۰ دسی‌بل بیش از اتومبیل‌ها صدا ایجاد می‌کنند (AASHTO, 1993). در سرعت‌های پایین، خودروهای سواری نسبتا بی‌صدا هستند و در سرعت‌های ۸۰ کیلومتر در ساعت و بیشتر معمولا صدای لاستیک، صدای غالب است و در حالت حداکثر شتاب (دور موتور بالا)، صدای موتور غالب است (AASHTO, 1993). بنابراین، با افزایش سرعت، صدای تولید شده نیز افزایش می‌یابد، به صورتی که سروصدای یک اتومبیل در سرعت ۱۴۰ کیلومتر در ساعت معادل سروصدای چهار اتومبیل در سرعت‌های ۱۰۰ کیلومتر در ساعت است. با توجه به این که کامیون‌ها عمده‌ترین وسایل نقلیه تولیدکننده صدا در راه‌های ملی محسوب می‌شوند و به علت بزرگی و قدرت، حدود ۱۵ دسی‌بل بیش از اتومبیل‌ها صدا ایجاد می‌کنند (AASHTO, 1993) و بالتبع، افزایش سرعت آنها منجر به افزایش صدای تولید شده بیشتری می‌شوند. همچنین حرکت اتومبیل‌ها در سطوح شیب‌دار سبب تولید صدای بیش‌تری می‌شود (عرفانی، ۱۳۸۷). هرقدر جاده مسطح‌تر باشد، صدای کامیون‌ها کمتر است؛ اما شیب طولانی نیز ممکن است تأثیر معکوس داشته باشد؛ زیرا نسبت به حالتی که شیب تند و زودگذر است کامیون‌ها زمان بیش‌تری نیاز دارند تا از آن قطعه از راه عبور کنند. در مناطق حساس به صدا باید از ایجاد شیب راهه‌های با سربالایی تند پرهیز کرد، به خصوص هنگامی که خود جاده نیز سربالایی باشد (AASHTO, 1993).

- **نقشه پهنه‌بندی صوتی جاده پارک ملی گلستان بر اساس مدل پیش‌بینی CORTN**

تهیه نقشه‌های تراز صوتی منطقه از طریق ارزیابی و یا پیش‌بینی صدا توسط مدل‌های استاندارد انتشار صوت امکان‌پذیر است. چنین مدل‌هایی مانند CORTN نیز بر اساس نحوه تقسیم‌بندی و طبقه‌بندی مناطق مورد مطالعه و خودروهای عبوری از آن و همچنین تعیین ضرایب جذب صوت در سطوح و شرایط مختلف، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این زمینه تاکنون مدل‌های استاندارد مختلفی در شهرهای جهان ایجاد شده است و تلاش محققان مختلف نیز بر بهینه کردن مدل‌های استاندارد انتشار صوت با توجه به زیر ساخت‌های موجود در مناطق، مختلف بوده است. بنابراین، با ورود داده‌های مربوط به ارزیابی تراز صدا (L_{10}) توسط مدل CORTN به محیط Arc GIS و با استفاده از درون‌یابی به روش IDW نقشه پهنه‌بندی صوتی در طول جاده گلستان تهیه شد (شکل ۷).

اولین مرحله در مطالعه صدای ناشی از ترافیک، تعیین استانداردهایی برای تأثیر سروصدا است. با این استانداردها و در کنار آن، سنجش میزان تحمل صدا توسط هرگونه می‌توان موقعیت کاربری‌ها یا گونه‌های حساس به صدا در مجاورت هر گزینه مطالعاتی را مشخص نمود. در صورت وقوع هر یک از حالت‌های زیر انتظار می‌رود که صدا اثراتی را برجای بگذارد:

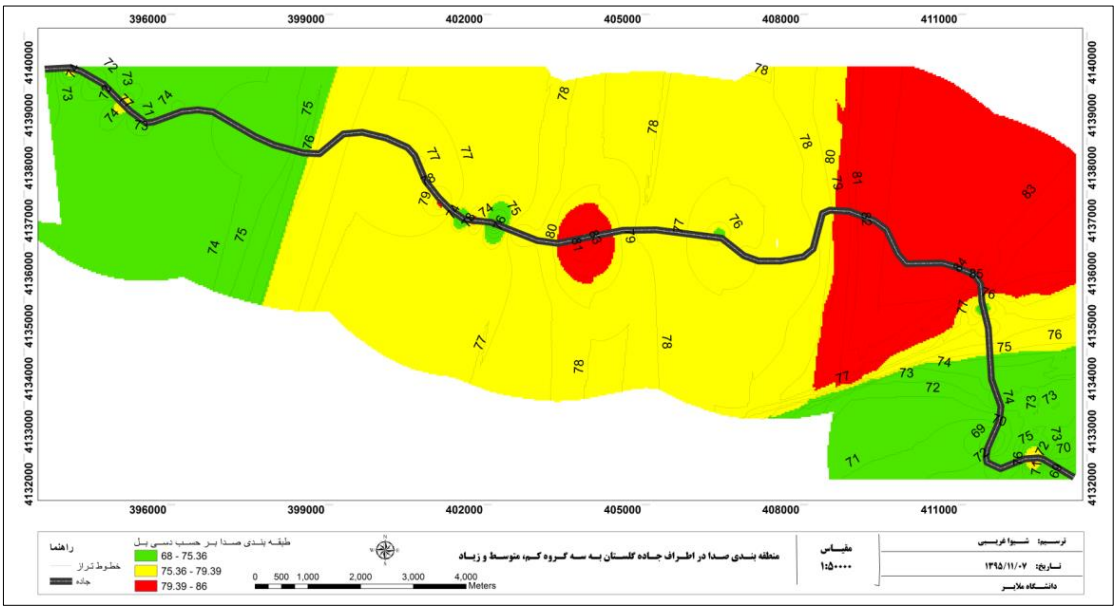


شکل (۷): نقشه منحنی تراز و پهنه‌بندی صدا در اطراف جاده پارک ملی گلستان

۱. ترازهای سروصدای ترافیک در حدود یا بیشتر از استانداردهای صدا باشد.
۲. ترازهای سروصدای ترافیک اصولاً از ترازهای موجود در منطقه بیشتر باشد.

در حالت اول، انتخاب استانداردها برای مقایسه و قضاوت در مورد ترازهای سروصدای جاده ممکن است به شرایط حقوقی، منطقه‌ای و نوع گونه بستگی داشته باشد. در این حالت حدود مجاز صدا برای حیات‌وحش تعیین نشده است. در حالت دوم، حد مجاز بر مبنای آلودگی محیط‌زیست است. اگر سروصدای ترافیک دائماً از مقادیر موجود بیشتر باشد ممکن است بر محیط‌زیست تأثیر منفی بگذارد، حتی اگر از استاندارد نیز کمتر باشد. بنابراین مهم است که تراز سروصدای موجود، قبل از اجرای هر نوع پروژه تولیدکننده صدا از جمله مهمترین پروژه حال حاضر که تعریض جاده پارک ملی گلستان است مشخص شود و بر مبنای این استانداردها باید کاربری‌های حساس به سروصدا در مجاورت هر گزینه مطالعاتی مشخص شوند. متاسفانه استانداردی برای حد مجاز سروصدا در مناطق جنگلی و برای حیات‌وحش وجود ندارد. بنابراین، بر اساس حالت دوم در این مکان‌های طبیعی قضاوت می‌شود. بدین‌منظور می‌توان محدوده مورد مطالعه را بر اساس صدا به صورت قراردادی به سه محدوده به لحاظ وضعیت سروصدا تقسیم‌بندی نمود. سپس در مطالعات آتی و یا مطالعات مربوط به حیات‌وحش این تقسیم‌بندی‌ها را بر اساس اطلاعاتی از تحمل حیات‌وحش تعدیل نمود (شکل ۸).

بر اساس شکل (۸) در نقشه پهنه‌بندی صوتی منطقه مورد مطالعه، برای تعیین نقاط داغ آلودگی (تراز صدای معادل ۹۰-۷۰ دسی‌بل)، در یک نقشه طبقه‌بندی میزان صدا در سه گروه صدای کم (رنگ سبز)، متوسط (رنگ زرد) و زیاد (رنگ قرمز) نشان داده شده است که باید شیوه مدیریت به نواحی دارای آلودگی صوتی (قرمز رنگ) معطوف شود.



شکل (۸): نقشه طبقه‌بندی صدا در اطراف جاده پارک ملی گلستان

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه تعیین تراز صوتی منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل پیش‌بینی CORTN و مشخص شدن نقاط داغ و بالا از لحاظ آلودگی صوتی است. آثار جاده و ترافیک روی جمعیت حیات‌وحش صرفا به مرگ و میر جاده‌ای محدود نمی‌شود، بلکه بر اساس مطالعات (Marcel & Piet, 2000) می‌تواند منجر به کاهش احتمال بقا و تراکم جمعیت برخی گونه‌ها از جمله دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران و از دست دادن مستقیم زیستگاه آن‌ها شود. همچنین، برخی از مطالعات نشان داده است که جاده‌ها تا صدها یا هزاران متر از حاشیه جاده می‌توانند بر روی جوامع پرندگان آثاری داشته باشند (Reijnen et al, 1991) که این آثار می‌تواند آثار کاهشی و در برخی موارد اثر مثبت در جلب پرندگان باشد (Camp & Best, 1993). بر اساس مطالعات (غریبی و همکاران، ۱۳۹۳) میزان صدای ترافیک عامل بسیار مهمی در پراکنش پرندگان آشیان حفره‌ای و غیر آشیان حفره‌ایی است. همچنین بر اساس مطالعات (غریبی و همکاران، ۱۳۹۴) متغیر صدای ترافیک جاده‌ها آثار تاثیرگذاری بر روی جوامع گونه‌ها و الگوی پراکنش آن‌ها دارند که با مطالعه (Peris and Pescador, 2004) که تغییر الگوی پراکنش را ناشی از سروصدای دایمی وسایل نقلیه می‌دانست نیز همخوانی دارد. بنابراین، امروزه حفاظت از تنوع‌زیستی در جنگل‌هایی که به دلیل فعالیت‌های انسانی، تنوع‌زیستی آن‌ها کاهش یافته یکی از شاخه‌های زیست‌شناسی حفاظت است (Neely, 1994) که باید برای مقابله با آن چاره‌ایی اندیشید. بنابراین، وجود نقشه پایه وضعیت صدای ترافیک در پارک ملی گلستان می‌تواند برای سایر پژوهش‌های مربوط به آثار صدا بر حیات‌وحش در منطقه موردنظر مثمر ثمر واقع شود.

جاده ترانزیتی تهران مشهد نیز 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. به طوری که وجود بزرگراه آسیایی در شناسنامه پارک‌های ملی فهرست ملل‌متحد به عنوان یکی از عوامل تهدیدکننده این پارک توصیف شده است. تردد هزاران خودرو و جابه‌جایی هزاران نفر در این جاده سبب استفاده بیرویه از تفرجگاه‌ها گشته است، مانعی در راه تردد حیات‌وحش بوده و مخاطراتی به وجود آورده است، وجود جاده ارزش‌های زیباشناختی پارک را از بین برده است و سطح آن را به چشم‌اندازهای پر ازدحام میان شهری تقلیل داده است و این جاده همراه با تبعات آن سیما و آرامش طبیعی پارک ملی را از بین برده و آن را به تفرجگاهی آلوده با خصوصیات تفرجگاه‌های شهری نزدیک کرده است (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸). همچنین حجم روز افزون خودروها اعم از عمومی و شخصی و به دنبال آن افزایش سروصدا سبب افزایش روز افزون فشار بر زیستمندان منطقه شده است.

نتایج این پژوهش می‌تواند در شناسایی نقاط داغ آلودگی صوتی

که به صورت مغایر با وضعیت طبیعی پارک ملی است برای حفاظت از گونه‌ها که اثری قوی و انکارناپذیر بر کاهش تنوع گونه‌ای آن‌ها دارد مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، درک این که سروصدای ناشی از ترافیک تا چه مسافتی به درون عرصه جنگلی قابل نفوذ است، حایز اهمیت فراوانی است که در این پژوهش؛ به صورت نقشه پراکنش صدا نشان داده شده است. همچنین 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 برای وضعیت انتشار صدا، علاوه بر عوامل ذکر شده در مدل CORTN، سایر عوامل نیز مانند فاصله از جاده، دما و رطوبت محیط، ضریب زبری زمین برای تعیین مهمترین فاکتورهای مؤثر بر انتشار صدا مدل‌سازی شود. زیرا، به دلیل عدم وجود مدلی برای پیش‌بینی صدا متناسب با شرایط جاده پارک ملی گلستان، مدل‌های موجود در سایر کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرند. حال با توجه به نقشه پهنه‌بندی صوت، مکان‌هایی از پارک ملی گلستان که در وضعیت آلودگی صدا قرار دارند به نظر می‌رسد یکی از راه‌حل‌های مدیریتی برای کاهش آثار سوء مورد اشاره می‌تواند، کاهش شدید سرعت مجاز در درون منطقه که سبب کاهش بار آلودگی می‌شود، به حداقل رساندن فعالیت عملیات جانبی راه‌سازی شامل بخش دستگاه‌های سنگ شکن، اعمال محدودیت در احداث جاده با پهنای حداقل که علاوه بر کاهش بار آلودگی صوتی سبب به حداقل رسیدن تلفات جاده‌ای نیز خواهد شد، باشد.

یادداشت‌ها

1. Noise
2. Noise pollution
3. Leq
4. Calculation Of Road Traffic Noise
5. Dalany
۶. نرم افزار ویرایشگر حرفه‌ای فیلم
7. Box plot
8. Kolmogorov-Smirnov
9. VIF
10. SPL
11. Fast
12. RMSE

فهرست منابع

رنجبر، ح .م.؛ قراگوزلو، ع. ر.؛ وفایی نژاد، ع.ر. و کلجور، ه. د. ۱۳۹۱. رویکرد GIS مبنا برای مدل‌سازی سه بعدی آلودگی صوتی با استفاده از مدل‌های سه بعدی شهر (مطالعه موردی: بخشی از منطقه سه تهران). مجله محیط شناسی. ۳۸(۴): ۱۲۵-۱۴۰.

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

جعفری، ض. ۱۳۹۰. ارزیابی توات طبیعت‌گردی پارک ملی گلستان با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی گرگان. ۹۳ صفحه.

صمدیار، ح. و صمدیار، ح. ۱۳۸۵. عوامل موثر بر کنترل آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل در معابر شهری، دومین همایش آلودگی هوا و اثرات آن بر سلامت.

عرفانی، م. ۱۳۸۷. آلودگی صوتی و روش‌های کنترل آن با تاکید برطراحی فضای سبز. اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان شمالی.

علیمحمدی، ا. ۱۳۸۴. ارایه مدل پیش‌بینی صدای ترافیک در خیابان‌های با جریان آزاد ترافیک در تهران. پایان نامه دکتری تخصصی بهداشت حرفه‌ای. تهران. دانشگاه علوم پزشکی تهران.

غریبی، ش.؛ ماهینی، ع. ر. و وارسته، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی تاثیرات آلودگی صوتی ناشی از ترافیک جاده‌ای بر جامعه پرندگان در پارک ملی گلستان. نشریه محیط‌زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران. ۷۶(۴): ۴۴۷-۴۳۵.

غریبی، ش؛ سلمان ماهینی، ع. ر. و وارسته، ح. ۱۳۹۴. مدل‌سازی رابطه پراکنش پرندگان، صدای ناشی از ترافیک و سایر متغیرهای محیطی در حاشیه جاده پارک ملی گلستان. پژوهش‌های محیط‌زیست. ۶(۱۱): ۲۰۶-۱۹۵.

کریمی، س.؛ وارسته، ح. و رضایی، ح. ۱۳۹۱. مطلوبیت زیستگاه دارکوب سیاه در دو فصل زمستان و بهار در جنگل شصت کلاته گرگان، اکولوژی کاربردی. ۱(۱): ۱۵-۲۹.

ماهینی، ع. ر. ۱۳۹۱. پروتکل وارسی داده‌ها برای اجتناب از مشکلات معمول آماری در پژوهش های محیط زیست (ترجمه). محیط زیست و توسعه. ۲(۳): ۶۹-۸۲.

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

محرم‌نژاد، ن. و صفری‌پور، م. ۱۳۸۷. تاثیر توسعه شهری بر روند آلودگی صوتی در منطقه یک تهران و ارایه راهکارهای مدیریتی برای بهبود شرایط. علوم تکنولوژی محیط‌زیست. ۱۰(۴): ۴۳-۵۷.

مخدوم، م. ۱۳۸۵. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ هفتم.

نصیری، پ. ۱۳۷۶. کتاب جامع بهداشت عمومی. فصل ۴، گفتار ۶: ۳۵۹-۳۴۳.

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.

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.

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.

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

Campbell, S.A. 2001. Critical Review of Some Traffic Noise Perdiction Models, Journal Applied Acoustics.

Harris, C., 1991. Hand book of acoustical measurements and noise control, 3rd Edition. Mc Grawhill, New York. 265-275.

Gundogdo, O.; Gokdag, M.; Yuksel, F. 2005. A traffic noise prediction method based on vehicle composition using genetic algorithms. Applied Acoustics 66: 799–809.

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

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

Pichai, P. & Prakob, V. 2002. Noise prediction for highways in Thailand. Transportation Research Part D (7): 441–449

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

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

Vincenzo, B.; Crocco, F.; & Mongelli, D.W.E. 2010. A mathematical model for traffic noise prediction in an urban area. Recent Researches in Mechanics.

Zannin, P.H.T.; Calixto, A.D. & Ferreira, J.A. 2003. A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: The importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. Environmental Impact Assessment Review, 23(2): 245-255.

Zannetti, P. 1997. Environmental Modelling Vol (I), CMP and Elsevier.