



دانشگاه گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰

۶۷-۸۱

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2021.18773.1910

ارزیابی تأثیر پوشش درختی حاشیه و شیب طولی جاده جنگلی بر میزان نفوذ صوت موتور کامیون‌های حامل چوب

احسان قاسمی^۱، سید عطااله حسینی^{۲*}، آیدین پارساخو^۳ و احسان عبدی^۴

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران،

^۲استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران،

^۳دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران،

^۴دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶

چکیده

سابقه و هدف: جاده‌ها و دیگر زیرساخت‌های خطی از مهم‌ترین نمونه‌های فعالیت‌های بشری در اکوسیستم‌های طبیعی به‌شمار می‌روند، که می‌توانند تأثیرات مخربی بر زیستگاه‌های طبیعی داشته باشند. از بارزترین تأثیرات نامطلوب، می‌توان به آلودگی‌های زیست‌محیطی اشاره داشت که در سه دهه اخیر بیش از گذشته مورد توجه واقع شده است. هدف از این مطالعه بررسی میزان انتشار صوت حاصل از موتور خودرو سنگین با حجم موتور بالا در دو طبقه شیب طولی جاده جنگلی و شناخت نوع رابطه کاهشی میزان شدت صوت با افزایش فاصله از جاده می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور اندازه‌گیری میزان شدت صوت تعداد هشت ایستگاه در طول ۲۰ کیلومتر جاده جنگلی اصلی یکطرفه شن‌ریزی شده جنگل آموزشی پژوهشی دانشگاه تهران (خیرودکنار نوشهر) با طبقه‌های شیب طولی پایین (۲-۵ درصد) و بالا (۸-۱۱ درصد) و فواصل صفر (حاشیه جاده)، ۲۵ متر، ۵۰ متر، ۷۵ متر، ۱۰۰ متر به سمت داخل توده و در قسمت پایین دست جاده و محور جاده (نزدیک‌ترین حالت به موتور خودرو) به عنوان نقاط صوت‌سنجی انتخاب شد. میانگین سطح صوت منتشر شده از خودرو کامیون بنز ۲۶۲۴ اندازه‌گیری شد. این عمل توسط دستگاه صوت‌سنج دیجیتال SL-4023SD با دقت ۱/۵ دسی‌بل و قدرت تفکیک ۰/۱ دسی‌بل انجام گرفت. فاکتور میانگین سطح صوت برای وسیله نقلیه با حجم موتور ثابت در دو سطح شیب طولی و پنج سطح فاصله از جاده اندازه‌گیری شد و سپس تجزیه واریانس به‌وسیله مدل خطی تعمیم‌یافته در نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه پایین و ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه بالا به‌ترتیب ۵۸/۷ درصد و ۵۶/۶ درصد کاهش شدت صوت نسبت به حاشیه جاده قابل مشاهده است. در تمامی ایستگاه‌ها با فاصله گرفتن از منبع صوت شدت صوت کاهش می‌یابد اما بیش‌ترین درصد کاهش میزان شدت صوت

* مسئول مکاتبه: at.hosseini@ut.ac.ir

در فواصل ۰-۲۵ متر از حاشیه جاده ثبت شده است. به‌طور کلی نوع رابطه کاهشی شدت صوت با افزایش فاصله در ایستگاه‌های شیب طولی طبقه پایین و بالا از نوع لگاریتمی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج می‌توان دریافت که شیب طولی جاده تأثیر زیادی در میزان شدت صوت منتشر شده از جاده ندارد. در این پژوهش تمامی متغیرها چه به‌صورت مستقل و چه به‌صورت متقابل بر میزان نفوذ صوت اثر معنی‌دار دارند. با فاصله گرفتن از منبع صوت شدت صوت کاهش می‌یابد. دقت در طراحی مشخصات فنی جاده از جمله شیب طولی، تعمیر و نگهداری سطح روسازی جاده، حضور پوشش گیاهی در حاشیه جاده و جلوگیری از تخریب آن، حفظ و احیای تراکم درختان موجود در توده کنار جاده می‌تواند تا حدودی میزان شدت صوت منتشر شده از جاده را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تراکم درختان، جاده جنگلی، جنگل‌های هیرکانی (نوشهر)، شدت صوت، فاصله از محور جاده

مقدمه

شیب طولی و عرضی، باعث حمل و نقل سریع‌تر از عرصه جنگل، کنترل فرسایش و رسوب ناشی از جاده‌ها می‌شود. حداکثر شیب مجاز در طراحی جاده‌ها بستگی به نوع ماشین‌ها، چگونگی تردد و سرعت طرح دارد. گذشته از آن عواملی چون وضعیت توپوگرافی منطقه، جهت حمل بار، آستانه فرسایش (فرسایش آبی)، نوع خاک، نوع روسازی و درجه اطمینان عبور، از عوامل تعیین‌کننده شیب طولی به‌شمار می‌روند (۲۴ و ۲۵). از عوامل بسیار مهم در طراحی جاده‌های جنگلی در نظر گرفتن کیفیت زیبایی‌شناختی منطقه و ملاحظات محیط‌زیستی می‌باشد. جاده‌های جنگلی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارند و باعث تکه‌تکه شدن زیستگاه، مرگ‌ومیر موجودات و تغییر رفتار و الگوی تغذیه‌ای آن‌ها در اثر آلودگی صوتی از آثار نامطلوب آن‌ها می‌باشد (۷ و ۸).

ترافیک و حرکت کامیون‌های پر قدرت روی جاده‌های جنگلی به‌عنوان عامل اصلی سر و صدا و آلودگی صوتی در جنگل به‌ویژه در توه‌های حاشیه جاده‌های جنگلی محسوب می‌شود (۱۲).

جنگل‌ها بوم‌سازگان‌های حیاتی و یکی از مولفه‌های اصلی چرخه کربن جهانی و از نظر اکولوژیکی زیستگاه حیاتی بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی و منبع اقتصادی مهم برای بشر هستند و نقش کلیدی در چرخه مواد غذایی، هیدرولوژی و دیگر عملکردهای بوم‌سازگان ایفا می‌کند (۲۰ و ۲۷). از این‌رو امروزه برنامه‌ریزی جنگل با نگاه جدی به مفهوم مدیریت پایدار انجام می‌گیرد، یعنی منابع و اراضی جنگلی باید به‌گونه‌ای مدیریت شوند که از جنبه اکولوژیک همیشه زنده و پایدار باشند و بتوانند نیازهای اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیک و فرهنگی نسل‌های فعلی و آینده را پاسخ دهد (۲ و ۳). در مدیریت جنگل احداث شبکه جاده از مهم‌ترین زیرساخت‌ها می‌باشد که دسترسی به منابعی مانند محصولات چوبی و غیرچوبی، جلوگیری از آتش‌سوزی، جنگل‌کاری و کمک به مقابله با حمله آفات و توریسم جنگل و غیره را امکان‌پذیر می‌سازد (۱۷ و ۱۸). در مرحله طراحی این جاده‌ها، باید برخی نکات فنی مدنظر قرار گیرد. اعم از سرعت، حجم و مقدار ترافیک و شیب. رعایت حدود منطقی میزان

طبق پژوهش‌های انجام شده این مهم به‌اثبات رسیده است که ترافیک جاده‌ای منجر به آلودگی

۳۳ متر بخش پوشیده شده از گیاه، هفت دسی بل صدا را کاهش می‌دهد. همچنین گفته می‌شود که یک پرچین سوزنی‌برگ به عرض یک متر، چهار دسی بل فرکانس صدا را کاهش می‌دهد (۲۸). علاوه بر نوع گونه‌های گیاهی، مولفه‌های تراکم، ارتفاع، ساختار گونه‌ای، خصوصیات شاخ و برگ نیز بر میزان انحراف صدا تأثیرگذارند. رایج‌ترین وسایل نقلیه‌ای که برای حمل چوب‌آلات جنگلی مورد استفاده واقع می‌شود کامیون‌ها هستند که میزان انتشار صوت حاصل از تردد انواع مختلف آن‌ها در توده‌های اطراف جاده‌های جنگلی، چندان مورد توجه پژوهشگران واقع نشده است به‌ویژه آن‌که تردد کامیون‌ها در نتیجه عبور از شیب‌های طولی مختلف که خود از مهم‌ترین اجزا طرح هندسی راه می‌باشد با تغییر گیربکس همراه بوده و این می‌تواند در میزان نفوذ صوت در جنگل تأثیرگذار باشد. بنابراین در این پژوهش تلاش خواهد شود تا شناخت بهتری نسبت به این موضوعات به‌ویژه در مورد کامیون بنز ۲۶۲۴ حاصل شود. به‌طور خلاصه اهداف این مطالعه شامل بررسی میزان صوت حاصل موتور خودروسنگین با حجم موتور بالا در دو طبقه شیب طولی متفاوت جاده جنگلی، شناخت نوع رابطه کاهشی میزان سطح صوت با افزایش فاصله از جاده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود دانشگاه تهران، در حوزه آبخیز ۴۵ اداره منابع طبیعی نوشهر واقع در استان مازندران می‌باشد. این جنگل به مساحت ۸ هزار هکتار در حدود هفت کیلومتری شرق نوشهر در ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۳۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض جغرافیایی قرار گرفته است (۶). این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و بندپی و از جنوب به بیلاقات و

صوتی می‌شود که می‌تواند تأثیرات نامطلوبی بر سلامت شنوایی و غیر شنوایی موجودات داشته باشد (۴). امواج صوتی جزو امواج مکانیکی بوده و عموماً در هوا منتشر می‌شود و در برخورد با گوش انسان، احساس شنیدن را ایجاد می‌کند. محدوده فرکانس قابل درک برای انسان بین ۱۶ تا ۲۰ هزار هرتز است (۸). صوت در واقع به ارتعاش درآمدن منبع صوت و سپس حرکت امواج و نوسان‌های فشار هوا از فرستنده به گیرنده است (۱۰). درختان به‌عنوان عامل تقلیل صدا نقش بسیار با اهمیتی دارند. با توجه به نوع، ارتفاع، تراکم و موقعیت درختان و شرایط مختلف آب و هوایی میزان تقلیل شدت صوت متفاوت است (۱۱). میزان آلودگی صوتی که از جاده منتشر می‌شود به طراحی هندسی جاده، لاستیک و نوع روسازی با در نظر گرفتن شکل زمین وابسته است، بنابراین طراحان جاده‌های جنگلی می‌توانند با اعمال تغییرات اندکی در طراحی جاده، آلودگی صوتی را کاهش دهند (۱۳). این تغییرات شامل پروفیل طولی جاده (۱۲)، طراحی قوس‌های عمودی و افقی و مدیریت ترانشه‌ها و حاشیه جاده می‌باشد (۲۱). طراحی هندسی مناسب جاده‌های جنگلی می‌تواند موجب کاهش آلودگی صوتی و اثرات مضر آن بر سلامت جانداران شود (۱۳). صداهای ایجاد شده توسط ترافیک می‌تواند در هر مسیری با مسافت‌های گوناگون پخش شود، بنابراین مدیریت و حفاظت از این صداهای فراگیر در مناطق طبیعی یک موضوع دارای اهمیت برای مدیران منابع طبیعی است (۵). مطالعات بسیاری در کشورهای مختلف به‌منظور کاهش سطح صدا و اثرات منفی آن انجام شده است (۲۲). به‌همین دلیل اثر کمربند درختی، پوشش گیاهی نزدیک جاده در کاهش آلودگی صوتی مربوط به ۴۰ سال گذشته به یک موضوع تحقیق جالب تبدیل شده (۳ و ۲۶) و به‌عنوان یک مانع اکوستیک، نقش مهمی را در کاهش آلودگی صوتی ایفا می‌کند (۱۳). بنا به مطالعات انجام شده هر

متر و ۱۰۰ متر از لبه جاده به سمت داخل توده در پایین دست محور جاده عمل صوت‌سنجی در هنگام حرکت بدون بار خودرو انجام شد. به منظور صوت‌سنجی در منطقه ابتدا دستگاه صوت‌سنج مدل SL-4023SD کالیبره شد (شکل ۱). منبع صوت برای بررسی صدای موتور خودرو کامیون بنز ۲۶۲۴ در حین حرکت رو به بالا در شیب‌های طولی مدنظر با سرعتی متناسب با سرعت طرح (۲۰ کیلومتر بر ساعت) بود. برای انجام این پژوهش پس از عبور خودرو در فاصله مناسب در طول جاده (با توجه به تداوم وضعیت شیب طولی موردنظر، ۲۵ متر)، میانگین سطح صوت منتشر شده از خودرو موردنظر در جهت حرکت رو به بالا اندازه‌گیری شد. این عمل توسط دستگاه صوت‌سنج دیجیتال با دقت ۱/۵ دسی‌بل و قدرت تفکیک ۰/۱ دسی‌بل انجام گرفت (۱۳). طوری‌که در تمامی ایستگاه‌ها و در تمامی مراحل عمل صوت‌سنجی در ارتفاع ۱/۵ متر بالاتر از سطح زمین انجام گرفت (۴، ۹ و ۲۱). لازم به ذکر است در هر دو طبقه شیب طولی جاده (بالا و پایین) این عمل با پنج تکرار انجام شد. برای بررسی تأثیر میزان نفوذ صوت در اطراف جاده در فواصل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ متر از لبه جاده به سمت داخل توده سمت پایین دست جاده (با توجه به یکنواختی وضعیت توپوگرافی توده مجاور) و همچنین در نزدیک‌ترین حالت ممکن به بدنه خودرو (محور جاده) در حین حرکت اقدام به اندازه‌گیری میزان سطح صوت شد (شکل ۲). قبل از عمل سنجش سطح صوت، قطر برابر سینه، نوع گونه و تعداد درختان در فواصل ذکر شده به وسیله دستگاه کالیبر در پلات‌هایی به طول و عرض ۲۵ متر اندازه‌گیری و ثبت گردید و عمل صوت‌سنجی در مرز فواصل ذکر شده انجام گرفت. تمام مراحل صوت‌سنجی در فصل تابستان (فصل غیر خزان) در سال ۱۳۹۹ و در طول روزهای آفتابی و بدون باد، در ساعات ۱۰ صبح تا ۱۴ ظهر

روستای کلیک و کهنه ده محدود می‌شود. دو سری از مجموع هفت سری متعلق به این جنگل در بخش‌های پاتم و نم‌خانه برای این مطالعه انتخاب شدند. طبق داده‌های اقلیمی ثبت شده طی یک دوره ۲۳ ساله در ایستگاه هواشناسی نوشهر (نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به منطقه تحقیق)، متوسط بارندگی سالیانه ۱۳۰۳ میلی‌متر، کم‌ترین بارندگی ماهیانه ۴۱/۶ میلی‌متر در مرداد و بیش‌ترین بارندگی ماهیانه ۲۳۵/۴ میلی‌متر در مهر است (۱). متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد، متوسط درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد (مرداد) و متوسط درجه حرارت حداقل سردترین ماه سال ۷/۱ درجه سانتی‌گراد (بهمن) است. بیش‌تر خاک‌های تشکیل‌دهنده از هوازدهی سنگ‌های آهکی به وجود آمده‌اند که پوشش گیاهی در تکامل آن‌ها تأثیر به‌سزایی داشته است. خاک منطقه مورد مطالعه از نوع مولی‌سول و آلفی‌سول است. جنگل‌های منطقه طبیعی ناهمسال بوده و از سه آشکوب شامل گونه‌های درختی و درختچه‌ای تشکیل شده است. عمده تیپ گیاهی، راش آمیخته با افرا، شیردار و ممرز است (۱۶). طول کل جاده‌های طراحی شده در جنگل خیرودکنار ۳۴/۴۷ کیلومتر بوده و جنس مصالح لایه رویه جاده‌ها رودخانه‌ای و معدنی می‌باشد. این جاده‌ها در طول سال به‌منظور حمل و نقل چوب، تفریح و تفرج، امور حفاظتی و مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش نمونه‌برداری: پس از چند مرحله بازدید میدانی و با در نظر گرفتن شرایط شیب طولی جاده، وضعیت توپوگرافی عرصه، تراکم توده مجاور جاده، تعداد هشت ایستگاه روی جاده جنگلی اصلی یک‌طرفه شن‌ریزی شده در دو طبقه شیب طولی پایین (شیب طولی ۲-۵ درصد) و طبقه شیب طولی بالا (شیب طولی ۸-۱۱ درصد) مشخص گردید. در هر ایستگاه در فواصل صفر (حاشیه جاده)، ۲۵ متر، ۵۰ متر، ۷۵

توپوگرافی، جهت و شیب عرصه دامنه مجاور جاده مدنظر قرار گرفت. مشخصات فنی- مکانیکی خودرو مورد استفاده شامل میانگین سرعت، وضعیت دنده، نام و مدل خودرو، قدرت موتور و غیره یادداشت شد (جدول ۱).

انجام گرفت (۱۵). کالیبراسیون دستگاه صوت سنج توسط مولد کالیبراتور استاندارد صورت گرفت. بدین ترتیب که پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن نمودن آن، به وسیله پیچ تنظیم که بر روی ترازسنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام شد. در تمام مراحل تحقیق، رعایت شرایط یکسان از لحاظ

جدول ۱- مشخصات فنی خودرو کامیون بنز ۲۶۲۴.

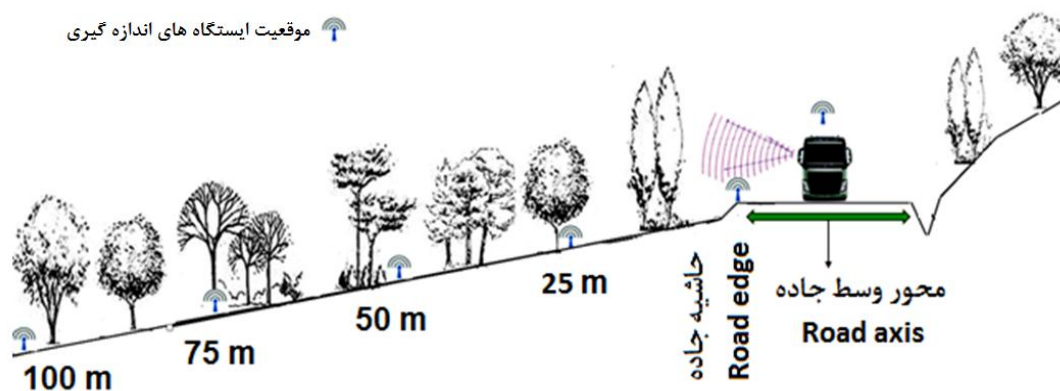
Table 1. Technical characteristics of the logging truck.

کامیون بنز ۲۶۲۴ Benz truck 2624	نوع خودرو Vehicle type
11580	حجم موتور (سی سی) Engine volume (cc)
6	تعداد سیلندر Cylinder No
100	حداکثر سرعت (کیلومتر بر ساعت) Maximum speed (Km/h)
8920	وزن (کیلوگرم) Weight (Kg)
10	تعداد چرخ Wheel No
2	تعداد محور Axle No



شکل ۱- دستگاه صوت سنج مدل SL-4023SD.

Figure 1. Audiometer device Model SL-4023SD.



شکل ۲- شماتیک اندازه‌گیری‌ها در نقاط مختلف از حاشیه جاده

Figure 2. A schematic illustration of measurements.

مختلف در فواصل مختلف از جاده، شیب جاده و شیب عرصه برحسب درصد نشان داده شده است. در تمامی ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه‌های شماره چهار، پنج و هشت با افزایش فاصله از جاده تعداد درختان موجود کاهش پیدا می‌کند. در ضمن در ایستگاه‌های شماره هشت، شش، پنج، چهار و ایستگاه شماره سه با افزایش فاصله از جاده کاهش میانگین قطری و در مابقی ایستگاه‌ها با افزایش فاصله از جاده افزایش میانگین قطری درختان موجود قابل مشاهده است.

آنالیز آماری: در این پژوهش فاکتورهای میانگین سطح صوت، میزان شیب طولی در دو سطح، فاصله از جاده در پنج سطح اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل و جهت انجام تجزیه واریانس از رویه آنالیز واریانس دو طرفه GLM و آنالیز همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

در جدول ۲ اطلاعات کمی مربوط به تعداد اصله درخت، میانگین قطر درختان موجود در ایستگاه‌های

جدول ۲- اطلاعات کمی مربوط به توده‌های حاشیه جاده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

Table 2. The data related to adjacent forest stands of the road in the sampling stations.

شماره ایستگاه	گونه غالب	تعداد اصله درخت	میانگین قطر (سانتی‌متر)	شیب جاده (درصد)	شیب عرصه (درصد)
Station No	Dominant species	Tree No.	Mean diameter (cm)	Road slope (%)	Area slope (%)
ایستگاه ۱					
Station 1					
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	20	36.65	9	20
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	23	38.69		
50-75 (m)	ممرز Hornbeam	15	28.66		
75-100 (m)	ممرز Hornbeam	15	32.46		
ایستگاه ۲					
Station 2					
0-25 (m)	انجیلی Ironwood	33	23.75	3	20
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	22	29.77		
50-75 (m)	ممرز Hornbeam	16	44.62		
75-100 (m)	ممرز Hornbeam	9	44.55		

ادامه جدول ۲-

Continue Table 2.

شماره ایستگاه Station No	گونه غالب Dominant species	تعداد اصله درخت Tree No.	میانگین قطر (سانتی متر) Mean diameter (cm)	شیب جاده (درصد) Road slope (%)	شیب عرصه (درصد) Area slope (%)
ایستگاه ۳ Station 3		82	39.38	3	25
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	25	31.68		
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	17	44.58		
50-75 (m)	ممرز Hornbeam	15	50.06		
75-100 (m)	ممرز Hornbeam	25	31.02		
ایستگاه ۴ Station 4		62	34.58	25	4
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	18	34.33		
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	15	35.4		
50-75 (m)	توسکا Alder	7	43		
75-100 (m)	افرا Maple	22	25.59		
ایستگاه ۵ Station 5		129	25.69	11	22
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	25	30.24		
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	17	39.17		
50-75 (m)	خرمندی Date-plum	33	18.57		
75-100 (m)	خرمندی Date-plum	54	14.79		
ایستگاه ۶ Station 6		47	40.67	10	20
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	15	36.53		
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	13	41.46		
50-75 (m)	راش Beech	7	55.28		
75-100 (m)	ممرز Hornbeam	12	29.41		
ایستگاه ۷ Station 7		56	54.68	10	20
0-25 (m)	ممرز Hornbeam	24	31.37		
25-50 (m)	ممرز Hornbeam	9	49.66		
50-75 (m)	راش Beech	12	40.16		
75-100 (m)	راش Beech	11	61.54		
ایستگاه ۸ Station 8		39	50.86	5	25
0-25 (m)	راش Beech	9	68.11		
25-50 (m)	راش Beech	9	54.88		
50-75 (m)	ممرز Hornbeam	9	40.88		
75-100 (m)	راش Beech	12	39.58		

طبقه پایین تفاوت معنی دار مشاهده نشد. به عنوان مثال میزان شدت صوت ثبت شده در فاصله ۱۰۰ متر در ایستگاه‌های شماره یک تا چهار با شیب طولی ۳، ۴ و ۵ درصد به ترتیب ۶۷/۷، ۶۸/۶، ۶۹/۴ و ۶۷/۳ دسی بل

اثر شیب طولی روی میزان شدت صوت خودرو: اعداد به دست آمده به عنوان میزان شدت صوت در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه پایین (جدول ۳) نشان می‌دهد بین میزان شدت صوت در شیب‌های طولی

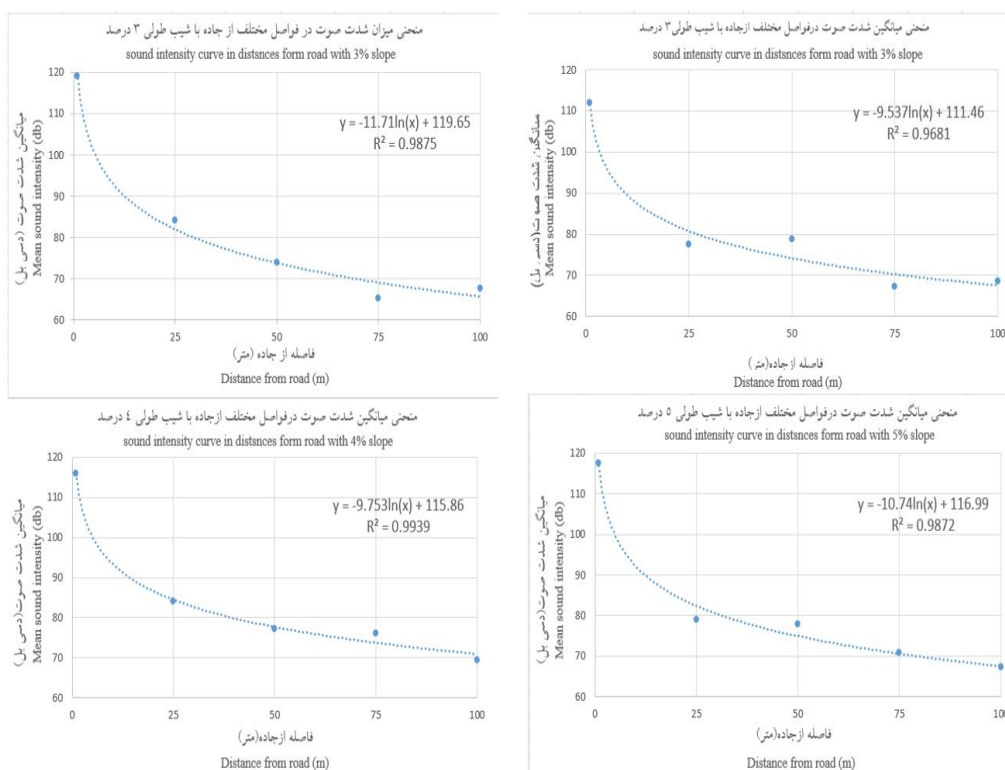
درصد میزان شدت صوت ۶۵/۴ و در ایستگاه شماره شش با شیب طولی ۱۱ درصد میزان شدت صوت ۷۲/۳ دسی‌بل است. کاهش شدت صوت در تمامی ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه پایین و بالا از رابطه لگاریتمی تبعیت می‌کند (شکل‌های ۳ و ۴).

شده است. اعداد به‌دست آمده به‌عنوان میزان شدت صوت در ایستگاه‌های با شیب طولی کلاسه بالا، ایستگاه‌های شماره پنج تا هشت نیز نشان می‌دهد تا حدودی افزایش میزان شدت صوت مشاهده می‌شود به‌گونه‌ای که در ایستگاه شماره پنج با شیب طولی ۹

جدول ۳- میانگین سطح صوت (دسی‌بل) در طبقه‌های شیب طولی بالا و پایین برای ایستگاه‌های مستقر در فواصل مختلف از جاده.

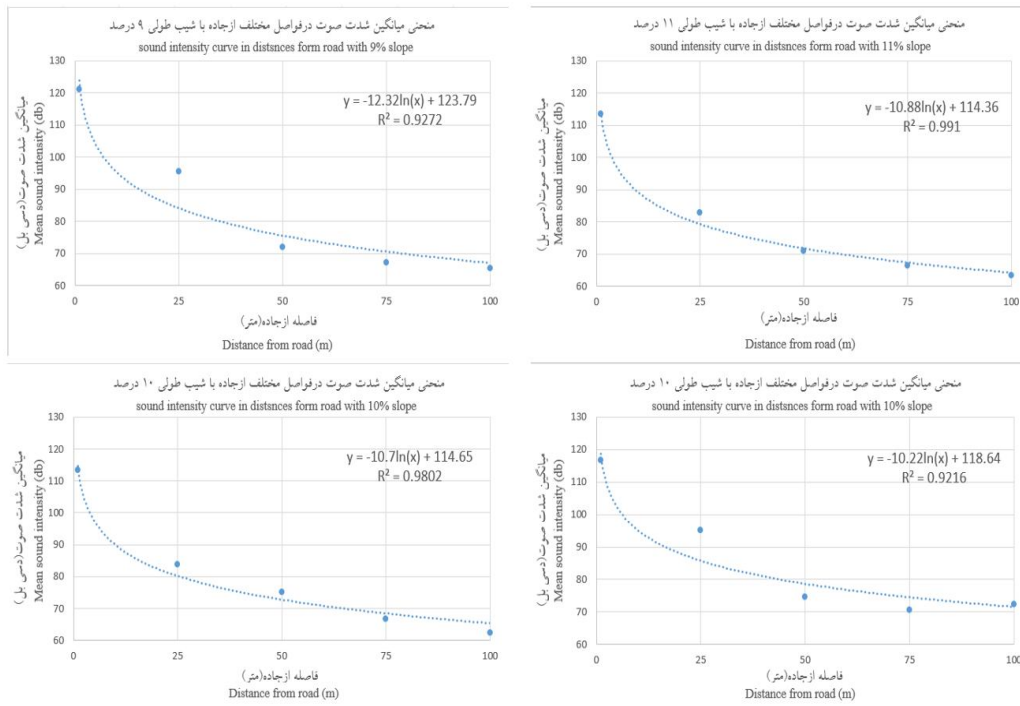
Table 3. Mean of sound level (dB) in gentle and high longitudinal slopes for different stations adjacent to the road system.

فاصله از جاده (متر)				محور جاده (دسی‌بل)	شیب جاده (درصد)	ایستگاه
100	75	50	25	Road axle (db)	Road slope (%)	Station
67.7	65.2	73.9	84.2	99	3	1
68.6	67.3	78.8	77.6	99.5	3	2
69.4	76	77.3	84	99.6	4	3
67.3	70.9	77.8	78.9	96.8	5	4
65.4	67.1	72	95.6	97	9	5
63.4	66.5	70.9	82.8	95.9	11	6
62.4	66.8	75.1	83.9	98.9	10	7
72.3	70.5	74.6	95	99.2	10	8



شکل ۳- تغییرات میزان سطح صوت خودرو در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه پایین با افزایش فاصله از جاده.

Figure 3. The changes in the sound level in the low longitudinal slope stations in relation to increased distance from the road.

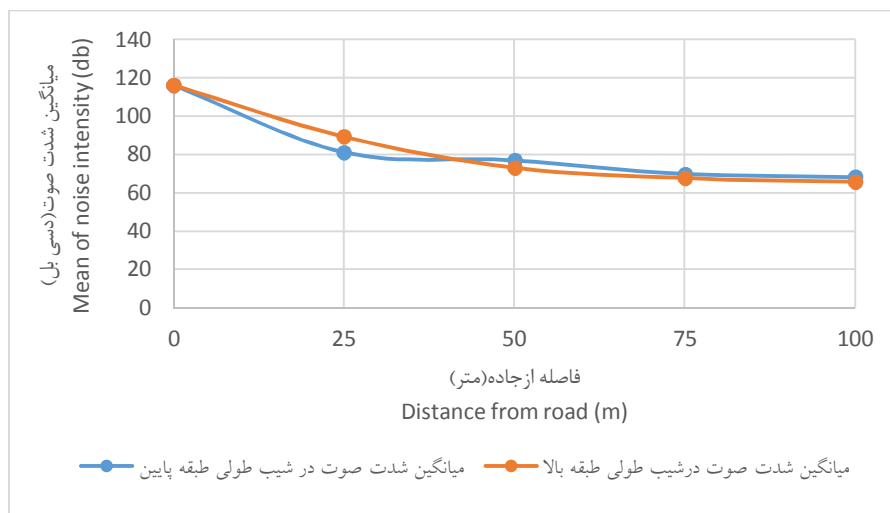


شکل ۴- تغییرات میزان شدت صوت خودرو در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه بالا با افزایش فاصله از جاده.

Figure 4. The changes in the sound intensity in the high longitudinal slope stations in relation to increased distance from the road.

منحنی میانگین شدت صوت در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه پایین رابطه کاهشی لگاریتمی و نوع رابطه منحنی میانگین شدت صوت در ایستگاه‌های با شیب طولی طبقه بالا نیز رابطه کاهشی لگاریتمی می‌باشد.

مقایسه میزان شدت صوت در دو طبقه شیب طولی بالا و پایین: در فاصله ۵۰ متر از حاشیه جاده میزان شدت صوت در شیب طولی طبقه پایین بیش‌تر از میزان شدت صوت در شیب طولی طبقه بالا شده است. با توجه به شکل ۵ به طوری کلی نوع رابطه



شکل ۵- مقایسه تغییرات میزان صوت در دو طبقه شیب طولی با افزایش فاصله از جاده.

Figure 5. The comparison of changes in the sound level in two longitudinal slope classes in relation to increased distance from the road.

معکوس است. به این معنی که با افزایش شیب طولی و افزایش فاصله از منبع صوت، میانگین شدت صوت کاهش پیدا می‌کند.

جدول ۴ ضریب همبستگی بین متغیرها را دو به دو نشان می‌دهد. عدد اول نشان‌دهنده مقدار ضریب همبستگی و عدد دوم سطح معنی‌داری (۵ درصد) را نشان می‌دهد. علامت منفی نشان‌دهنده همبستگی

جدول ۴- جدول آنالیز همبستگی پیرسون.

Table 4. Pearson's correlation analysis.

متغیر Variables	شیب (درصد) Slope (%)	میانگین صوت (dB) Mean sound (dB)
شیب (درصد) Slope (%)	1	0.970***
فاصله (متر) Distance (m)	0	-0.844***

بحث و نتیجه‌گیری

در بین موانع طبیعی و مصنوعی کاهش آلودگی، استفاده از پوشش گیاهی و به‌طور خاص پوشش درختی علاوه بر این که نقش مؤثری در کاهش بار آلودگی صوتی دارند، می‌توانند در زیباسازی و تعدیل دما نیز مفید باشند (۱۷). در زمینه تأثیر پوشش گیاهی بر کاهش تراز شدت صدا و کنترل آلودگی صوتی پژوهش‌های بسیاری انجام شده است. اولین مطالعات در پیشگیری از سر و صدا با استفاده از کمربند پوشش گیاهی در فاصله سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۷۰ انجام شد (۲۷). در این پژوهش با افزایش فاصله از جاده تعداد درختان موجود کاهش پیدا می‌کند که می‌توان آن را ناشی از اثر افزایشی جاده بر تعداد درختان پایه‌های درختی دانست که گونه‌های اطراف جاده با توجه به وجود نور کافی به دلیل احداث جاده رشد قطری و متعاقباً رشد حجمی خوبی را دارا می‌باشند. با توجه به ویژگی‌ها و اهمیت منطقه مورد مطالعه، تأثیر پوشش درختی در کاهش بار آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. اثر درختان در برابر آلودگی صوتی بسته به

نوع درخت متفاوت است. تقلیل شدت صوت به عوامل مختلفی مانند شرایط آب و هوایی، درجه حرارت و باد بستگی دارد، و عوامل مختلفی نظیر جذب، انحراف، انعکاس و انکسار امواج صوتی بین منبع صوتی و گیرنده صوت نیز در انتشار صوت مؤثر است. به‌طور کلی نتایج بیانگر وجود اختلاف در طبقه‌های شیب طولی بالا و پایین بود (هر چند که این اختلاف معنی‌دار نبود)، در نقطه صفر (حاشیه جاده) در هر دو طبقه شیب طولی (شیب طولی بالا و پایین) ۱۱۶/۱ دسی‌بل بوده و با افزایش فاصله، در فاصله ۱۰۰ متر میانگین شدت صوت خودرو در طبقه شیب طولی پایین ۶۸/۲ دسی‌بل و در طبقه شیب طولی بالا ۶۵/۸ دسی‌بل ثبت شده است. با افزایش فاصله از منبع سر و صدا (حاشیه جاده) و وجود درختان به عنوان مانع میزان شدت صوت کاهش یافته بود. درصد کاهش میزان صوت در شیب طولی ۱۱ درصد و در فاصله ۲۵ متری ۷۲/۹ درصد، در فاصله ۵۰ متری ۶۲/۴ درصد، در فاصله ۷۵ متری ۵۸/۵ درصد و در فاصله ۱۰۰ متری ۵۵/۸ درصد نسبت به حاشیه جاده می‌باشد. در تمامی ایستگاه‌ها با افزایش فاصله از

در ایستگاه‌های شیب طولی پایین و بالا تفاوت در تعداد اصله درختان موجود و میانگین قطری متفاوت درختان می‌باشد. با توجه به نتایج صوت منتشر شده در ایستگاه‌های با شیب طولی متفاوت اختلاف معنی‌داری قابل مشاهده نیست. در فواصل اول صوت منتشر شده در ایستگاه‌های با شیب طولی بالا تا حدودی بیش‌تر از صوت منتشر شده در ایستگاه‌های با شیب طولی پایین است که با افزایش فاصله این اختلاف به حداقل می‌رسد. این نتایج با مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۱۲). حسینی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای میانگین سطح صوت برای شیب طولی ۲-۵٪، ۵۵ دسی‌بل و برای شیب طولی ۵-۸٪، ۵۹ دسی‌بل ثبت کرده‌اند (۱۲). در این پژوهش بررسی اثرات دو متغیر شیب طولی جاده و فاصله از منبع صوت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول ۴ اثر هر دو متغیر چه به صورت مستقل و چه به صوت متقابل بر میزان نفوذ صوت معنی‌دار است. بیش‌ترین مقدار F مربوط به تأثیر مستقل متغیر فاصله است که به‌نظر می‌رسد افزایش فاصله از منبع صوت و روند کاهشی شدت صوت با افزایش فاصله دلیلی بر اثبات این موضوع باشد. بین میانگین شدت صوت و متغیرهای شیب طولی و فاصله از منبع صوت همبستگی معکوس وجود دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که با فاصله گرفتن از منبع صوت، شدت صوت کاهش می‌یابد. کاهش طبیعی شدت صوت به‌دلیل واگرایی و اصطکاک بین مولکول‌های هوا هنگام پیشرفت صدا است. علاوه بر این، تأثیرات بازتاب، شکست، پراکندگی و جذب به‌دلیل هرگونه انسداد بین منبع سر و صدا و گیرنده منجر به کاهش شدت صوت می‌شود. دلیل عمده تغییرات سطح صوت با توجه به روسازی سطح جاده، تفاوت ضریب اصطکاک سطح راه، لرزش متعلقات ماشین در هنگام حرکت به‌ویژه در جاده‌های روسازی

حاشیه جاده کاهش میزان شدت صوت قابل مشاهده است. در این راستا هریس (۱۹۷۹) و هرینگتون (۱۹۷۶) در نتایجی مشابه به این نتیجه رسیدند که با افزایش فاصله از منبع سروصدا و وجود موانعی هم‌چون درختان میزان شدت صوت کاهش می‌یابد (۱۰ و ۱۱). نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر با نتایج حاصل از مطالعات اوزر و همکاران (۲۰۰۸)، نصیری و همکاران (۲۰۱۴) هم‌خوانی دارد (۲۳) و (۲۵). اوزر و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی اثربخشی دو توده جنگلی *Pinus sylvestris* و *Populus nigra* در کاهش آلودگی صوتی به این نتیجه رسیدند که با افزایش فاصله از جاده تا عمق ۷۵ متری توده‌ها میزان صوت کاهش یافته و میزان اثربخشی توده *Populus nigra* بهتر از *Pinus sylvestris* بود (۲۵). نصیری و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در توده‌های سوزنی‌برگ در فاصله ۲۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ متری از جاده میزان صوت به‌ترتیب به ۱۰/۴، ۱۴/۳ و ۱۶/۸ دسی‌بل رسید که نشان‌دهنده کاهش صوت با افزایش فاصله از منبع صوت است (۲۳). صوت ثبت شده در حاشیه جاده (نقطه صفر) بیش‌تر از فواصل دیگر و حالت خودرو در حین حرکت (محور جاده) می‌باشد. به‌نظر می‌رسد این مقدار افزایش مربوط به نوع روسازی جاده و اصطکاک بین لاستیک خودرو و سطح روسازی عرض سواره‌رو جاده بوده باشد که با نتایج حسینی و همکاران (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد. تغییرات میزان شدت صوت با توجه به روسازی جاده متفاوت بوده و میزان آن برای جاده‌های خاکی بیش‌تر از جاده‌های آسفالت می‌باشد (۱۳). با توجه به جدول ۲ به طور کلی در چهار ایستگاه با شیب طولی پایین ۲۶۳ اصله درخت با میانگین قطری ۴۰/۱۱ سانتی‌متر و در چهار ایستگاه با شیب طولی بالا ۲۹۵ اصله درخت با میانگین قطری ۳۶/۱۳ سانتی‌متر وجود دارد. به‌نظر دلیل این عدم معنی‌داری بین صوت ثبت شده

خودرو و سطح روسازی ایجاد شده و آلودگی صوتی کم‌تری نیز به‌مراتب ایجاد می‌شود. جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود دانشگاه تهران با ظرفیت شبکه جاده جنگلی اصلی یک‌طرفه شن‌ریزی شده از کم‌ترین ارتفاع (جلگه) تا نزدیکی ارتفاعات بالاتر (بیلاق)، تنوع دمایی، تنوع گونه‌ای گیاهی و جانوری، چشم‌اندازهایی مثل آبشار، ارتفاعات شیب‌دار و نزدیکی به چند روستا و شهر ظرفیت اجرای طرح‌های گردشگری و ورزشی را دارد. در این مناطق می‌توان با اجرای برنامه‌ریزی دقیق و کاربردی حداقل تخریب و آلودگی محیط‌زیستی را انتظار داشت.

نشده و وزن خودروهای درحال تردد و ترمزکاری می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل می‌توان دریافت که شیب طولی جاده و حجم موتور خودرو مورد مطالعه عاملی در جهت افزایش و یا کاهش میزان شدت صوت منتشر شده از جاده می‌باشد. دقت در طراحی مشخصات فنی جاده از جمله شیب طولی، طراحی جاده در عرصه‌های کم شیب، تعمیر و نگهداری مستمر و به‌موقع سطح روسازی جاده، ایجاد آبراهه و زهکش‌های عرضی، بررسی مداوم و تخلیه کردن جوی کناری جاده می‌تواند تا حدودی از تخریب سطح روسازی جاده جلوگیری کند و در نتیجه با تردد خودرو در این جاده‌ها اصطکاک کم‌تری بین لاستیک

منابع

- Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M.R., Rahmani, R., and Fathi, J. 2009. Canopy interception loss in a pure oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand during the summer season. Iranian J. of Forest. 1: 2. 175-185.
- Amani, M. 2000. National forestry program (National action) - a program regional forestry planning - under the overall direction of north of sustainable forest management. Forest and Rangeland. 37: 20-31.
- Aylor, D.E. 1972. Noise reduction by vegetation and ground. J. Acoustic Society America. 51: 197-205.
- Banerjee, D., Chakraborty, S.K., Bhattacharyya, S., and Gangopadhyay, A. 2008. Modeling of road traffic noise in the industrial town of Asansol. India J. of Transportation Research. 13: 539-541.
- Brown, C., Reed, S., and Dietz, M. 2013. Detection and classification of motor vehicle noise in a forested landscape. Environmental Management. 5: 1262-1270.
- Etemad, V. 2002. Evaluating the qualitative and quantitative changes from the implementation a period forestry project on standing stock in Namkhaneh district (Kheyroud Forest). M.Sc Thesis. Natural Resources Faculty, University of Tehran. 130p.
- Fang, C., and Ling, D. 2005. Investigation of the noise reduction provided by tree belts. Landscape and Urban Planning. 63: 187-195.
- Golmohamadi, R. 2004. Noise and Vibration Engineering. Nashre Iran. Press, 541p. (In Persian)
- Guedes, I.C.M., Bertoli, S.R., and Zannin, P.H. 2011. Influence of urban shapes on environmental noise: a case study in Aracaju-Brazil. Science of the Total Environment. 412: 66-76.
- Harris, C.M. 1979. Sound and sound levels. Handbook of noise control. 2nd ed. New York, NY: Mc Graw-Hill Education, 21p.
- Herrington, L.P. 1976. Effect of vegetation on the propagation of noise in the out-of-doors. USDA Forest Service General Technical Report, US Rocky Mountain Forest Range Experimental Station. 25: 229-233.
- Hosseini, S.A., Parsakhoo, A., and Seifi, R. 2012. Investigating the effects of technical parameters of forest road planning and building on traffic noise reduction, Polish J. Environment. 21: 5. 1217-1222.

13. Hosseini, S.A., Zandi, S., Fallah, A., and Nasiri, M. 2016. Effects of Geometric design of forest road and roadside vegetation on traffic noise reduction. *J. Forestry Research*. 27: 2. 463-468.
14. Hunashal, R.B., and Patil, Y.B. 2012. Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 37: 448-457.
15. Islam, M.N., Rahman, K.S., Bahar, M.M., Habib, M.A., Ando, K., and Hattori, N. 2012. Pollution attenuation by roadside greenbelt in and around urban areas. *Urban forestry & urban greening*. 11: 460-464.
16. Karamirad, S., Abdi, E., Majnounian, B., Etemad, V., and Sohrabi, H. 2015. Effect of forest road on Herbaceous diversity and tree regeneration (Case study: kheyrod forest). *J. Forest and Wood Products*. 69: 1. 29-40. (In Persian)
17. Maffei, L., Masullo, M., Aletta, F., and Di Gabriele, M. 2013. The influence of visual characteristics of barriers on railway noise perception. *Science of the Total Environment*. 445: 41-47.
18. Majnounian, B., Abdi, E., Zobeiri, M., and Puya, K. 2010. Monitoring the condition of forest road network compared to the standards (case study: Namkhaneh district of Kheyrod forest). *J. Forest and Wood Product*. 63: 2. 177-186. (In Persian)
19. Maleki, K., and Hosseini, S.M. 2011. Investigation of the effect of leaves, branches and canopies of trees on noise pollution reduction. *Annals of Environmental Science*. 5: 13-21.
20. Marvie Mohadjer, M.R. 2012. *Forestry*. Tehran Univ. Press, 387p. (In Persian)
21. Mok, J.H., Landphair, H.C., and Naderi, J.R. 2006. Landscape improvement impacts on roadside safety in Texas. *Landscape and Urban Planning*. 78: 263-274.
22. Morillas, J.M.B., Escobar, V.G., Sierra, J.A.M., Gómez, R.V., and Carmona, J.T. 2002. An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. *Applied Acoustics*. 63: 10. 1061-1070.
23. Nasiri, M., Fallah, A., and Nasiri, B. 2014. The role of species type on reducing noise pollution at the edge of forest roads. *Environmental Engineering and Management J*. 14: 56-78.
24. Ozdemir, B., Bayramoglu, E., and Demirel, O. 2014. Noise pollution and human health in Trabzon parks. *Studies on Ethno-Medicine*. 8: 2. 127-134.
25. Ozer, S., Irmak, M.A., and Yilmaz, H. 2008. Determination of roadside noise reduction effectiveness of *Pinus sylvestris* L. and *Populus nigra* L. in Erzurum, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 144: 191-197.
26. Pathak, V., Tripathi, B., and Mishra, V. 2008. Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. *Environmental Monitoring and Assessment*. 146: 67-75.
27. Publication 131. 2012. Guide to the design, implementation and operation of forest roads. Technical system affairs of the Deputy for Strategic Supervision. State Management and Planning Organization. 184p. (In Persian)
28. Rohani, Q. 1993. Garden design and green space construction. Publications Farhang Jame. 151p. (In Persian)



Evaluation of marginal trees cover and longitudinal slope of forest road on noise reduction caused by logging trucks

E. Ghasemi¹, S.A. Hesseini^{*2}, A. Parsakhoo³ and E. Abdi⁴

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran,

²Professor, Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran,

³Associate Prof., Dept. of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

⁴Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 01.30.2021; Accepted: 04.26.2021

Abstract

Background and Objectives: Roads and other linear structures are the most important examples of human activities, and it can be mentioned that they have the most critical environmental effects on the natural habitats and ecosystems of the world. One of the most obvious of these adverse effects is environmental pollution, which has received more attention in the last three decades. The purpose of this study was to investigate the sound level of a heavy vehicle engine with a high engine volume in two different longitudinal slopes of a forest road and to identify the type of relationship between decreasing sound intensity and increasing distance from the road.

Materials and Methods: In order to measure the sound intensity, eight stations were used as acoustic measurement points along 20 km of the main one-way forest road in Teaching and Research Forest of Tehran University, with low (2-5%) and high (8-11%) longitudinal slopes and Zero (roadside), 25, 50, 75 and 100 meters distances into the forest stand and downstream of the road and the axis of the road (closest situation to the car engine) were selected. The average sound level emitted from the Benz truck was 2624. This research was performed by the SL-4023SD digital audiometer with an accuracy of 1.5 dB and a resolution of 0.1 dB. The factors such as ,mean car sound level for a vehicle with constant engine volume, longitudinal slope in two levels and distance from the road in five levels were measured and analysis of variance was performed by GLM procedure using SPSS software.

Results: In stations with longitudinal slope of the lower class by 58.7% and in stations with longitudinal slope of the upper class by 56.6%, a decrease in sound intensity was observed compared to the roadside. In all stations, the greatest decrease in sound intensity was recorded at distances of 0-25 meters from the roadside. In general, the type of relationship between decreasing sound intensity with increasing distance in longitudinal slope stations of the lower and upper class is logarithmic.

Conclusion: According to the results, it can be seen that the longitudinal slope of the road did not have much effect on the intensity of sound emitted from the road. In this study, all variables, both independently and dependently, significantly affected sound penetration. The results of this

*Corresponding author: at.hosseini@ut.ac.ir

study showed that the sound intensity decreased by moving away from the sound source. Careful design of road technical specifications such as longitudinal slope, maintenance of road pavement, the presence of vegetation on the roadside and prevent its destruction, maintaining and restoring the density of trees in the roadside forest stand and combined planting of broadleaf and coniferous species can somewhat reduce the intensity of sound emitted from the road.

Keywords: Distance from the road axis, Forest road, Hyrcanian forests (Nowshahr), Sound intensity, Tree density

