مجله علمی ترویجی گل و گیاهان زینتی (۱۳۹۶)، ۲(۲): ۳۷-۴۷

عملکرد ویژگیهای بصری و زیبایی شناختی گیاهان در کاهش اثرات آلودگی صوتی

خدایاری ندا، حامی احمد*[۱]

گروه مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

* ahmadhami2008@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۲، تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۵/۰۳/۰۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۱

چکیده

به علت گسترش سریع صنایع، شهرنشینی و سیستم حمل و نقل، آلودگی صوتی به میزان قابل توجهی در سال‌های اخیر افزایش یافته است. گیاهان به عنوان ارزانترین عناصر طبیعی برای کاهش آلودگی صوتی محیط در مقایسه با عناصر سخت از جمله سیمان، فلز، پلاستیک و مصالح دیگر مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف نهایی کنترل صدا، افزایش آسایش، رضایتمندی و سلامتی افراد ساکن شهرها است. بعبارتی، کمربندهای سبز در شاهراه‌ها و خیابان‌ها به عنوان عوامل محافظت کننده اماکن مسکونی از آلودگی صوتی ناشی از تردد انواع وسایط نقلیه از مهمترین خدمات شهری فضای سبز به شمار می‌آید. براساس مطالعات انجام گرفته، درختان نسبت به سایر موانع هم ردیف خود در تقلیل آلودگی صدا از قابلیت بیشتری برخوردار بوده و موثر عمل می‌کنند. روش-های متعددی برای اندازه‌گیری اثرات عناصر منظر بر کاهش صدا در سال‌های اخیر مورد مطالعه قرار گرفته است. در مقاله حاضر پوشش‌های گیاهی بعنوان یکی از عوامل کاهنده صوت در محیط‌های شهری نه‌تنها با کاهش صوت بلکه با افزایش جذابیت‌های بصری سطح تحمل افراد را نسبت به صوت‌های مزاحم افزایش می‌دهند و نحوه ترکیب این گونه ها وجنبه های زیباشناختی آن‌ها که می‌تواند تاثیر مثبتی بر روی کاهش اثرات صوت‌های مزاحم بر روی افراد داشته باشد، مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: آلودگی صوتی، کمربندهای سبز، کاهنده‌های صوتی، شبیه‌سازی صوتی، جذابیت‌های بصری گیاهان

مقدمه

صدای ناخواسته، یکی از مشکلات مشترک در بین شهرهای جهان است، مشکلی که بیشتر در روستاها و مناطق دورافتاده با گسترش شبکه‌های حمل و نقل موتوری گسترش یافته است (Wrightson 2000). سر و صدا (Noise) صدای ناخواسته‌ای است، که می‌تواند مکالمات را قطع کند یا باعث اذیت و آزار شود (Stansfeld & Matheson 2003). همچنین از آسایش فعالیت‌های زندگی در محیط زیست ممانعت می‌نماید (Pudjowati *et al*. 2013). امروزه سر و صدا بعنوان مشکل اساسی برای مردم تبدیل شده است، از آنجاییکه فرآیندهای صورت گرفته در منظر به طور غیر قابل اجتنابی با یکدیگر مرتبط هستند و الگوهای صدایی در منظر را منعکس می‌کنند، اکولوژی

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

صوت با اکولوژی منظر برابری می‌کند (Pijanowski *et al.* 2011). طبق نظر سازمان بهداشت جهانی، آلودگی صوتی سومین خطر مهم آلودگی محیطی است. آلودگی‌ها قبلاً فقط منحصر به آلودگی هوا (انتشار گازها) و آلودگی آب بود (Khilman 2004). اما اخیراً، آلودگی صوتی بعنوان یکی از مهمترین اختلالاتی که بر زندگی انسان در مناطق شهری تاثیر می‌گذارد، مطرح شده است. بعلت افزایش سریع صنایع، شهرنشینی و سیستم حمل و نقل، آلودگی صوتی به میزان قابل توجهی در سال‌های اخیر افزایش یافته است (Yilmaz & Ozer 1998). آلودگی صوتی به عنوان یکی از مخاطرات عمومی و یکی از عوامل مشکلات سلامتی جامعه هم در کشورهای توسعه یافته و هم در حال توسعه محسوب می‌شود (Yang *et al.* 2010). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که فضای سبز نقش مهمی در جذب آلودگی هوا و خفیف‌تر کردن صدای محیط دارد (Hami 2009). فضاهای سبز به حفظ تعادل و کاهش آلودگی‌ها از جمله آلودگی‌های هوا و آب کمک می‌کنند. روشن است که پوشش‌های گیاهی در پارک‌ها علاوه بر ایجاد فضای مناسب برای انجام فعالیت، نقش موثر و کارآمدتری در حفظ کیفیت فضاهای شهری نیز ایفا می‌کنند (Hami *et al.* 2011). همچنین بخش‌هایی از گیاهان که دارای برگ‌های ضخیم و گوشتی با تعداد زیادی ساقه و برگ می‌باشند در جذب صدا موثر هستند. در واقع، امواج صدا توسط برگ‌ها، شاخه‌ها و بوته‌ها جذب می‌شوند. این ترکیب میزان بالایی از انعطاف پذیری و ارتعاش را به وجود می‌آورد. گیاهان در تصفیه هوا، تثبیت خاک، کاهش آلودگی آب و هوا و فیلترینگ صوت نقش مهمی را بر عهده دارند(Hami *et al.* 2011). صدا توسط شاخه‌های درختان بزرگ منحرف و شکسته می‌شود (Greya & Deneke 1978). از آنجاییکه پوشش گیاهی علاوه بر این که به عنوان یکی از عوامل کاهنده آلودگی صوتی در محیط شهری محسوب می‌شود می‌تواند به صورت ترکیبی (ترکیب گونه‌های گیاهی مختلف با یکدیگر) ضمن افزایش کمیت و کیفیت جنبه‌های زیباشناختی و بصری منظر، سطح تحمل افراد به آلودگی صوتی را افزایش دهد. به‌عبارتی گیاهان منظر قادرند شدت صوت در محیط را متعادل یا مانع تاثیرات آن بشوند.

آلاینده‌های صوت

صوت در واقع به ارتعاش درآمدن منبع صوت و سپس حرکت امواج و نوسانهای فشار هوا از فرستنده به گیرنده است و برای تمایز اصوات از سه صفت بلندی، ارتفاع و طنین استفاده می‌شود که بلندی صوت با میزان حساسیت گوش ارتباط مستقیم دارد. صدای بالای ۸۰-۶۵ دسی بل می‌تواند به گوش آسیب برساند و همچنین با سلامت ذهنی، استرس و تنش فردی در ارتباط است (Egan 1976). علاوه بر این، صدای ناخواسته در مدت زمان طولانی تاثیرات مخربی بر جسم و روح انسان خواهد گذاشت و آن‌گاه که تعداد و انواع فرستنده‌های ناخواسته در محیط زیاد می‌شود، آلودگی صوتی را به دنبال خواهد داشت (عرفانی، ۱۳۸۷). پیجاونوسکی و همکاران[1] در سال ۲۰۱۱ طی پژوهشی اکولوژی کاهش صدا که از ٦ جزء تشکیل شده است را به شرح زیر بیان می‌کنند: ۱) اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل چالش‌ها ۲) پویایی مکانی- زمانی ۳) ارتباط کاهش صدا با متغیرهای محیط زیست ٤) تاثیر گذاری انسان بر روی صداها ٥) تاثیرات صدا بر روی انسان ٦) تاثیر صداها بر اکوسیستم. آلودگی صوتی بر اساس منبع و ویژگی‌های توزیع می‌تواند تاثیر منفی بر سلامتی و آسایش انسان بگذارد و براساس مدت و میزان تاثیر به چهار دسته طبقه بندی شده است: ۱) تاثیرات فیزیکی همچون آسیب دیدن گوش ۲) تاثیرات فیزیولوژیکی، مانند افزایش فشار خون، بی نظمی ضربان قلب و زخم معده ۳) تاثیرات

1. Pijanowski *et al*

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

روانشناسی، اختلالات روانی، خواب آلودگی و دیر به خواب رفتن، زود رنجی و استرس ٤) تاثیر بر روی عملکرد کار، از قبیل کاهش بهره‌وری و برداشت اشتباه چیزهایی که شنیده می‌شوند (Evans & Hygge 2000). تحقیقات نشان می‌دهد که صدا تاثیر منفی بر سلامتی ذهنی و روانی بر جای می‌گذارد و صدای محیط یک فاکتور بحرانی برای ایجاد سلامتی شهر به حساب می‌آید (Hong & Jeon 2017).

اثر گیاهان در کاهش صوت

پژوهش‌ها نشان داده که حضور عناصر طبیعی در مناطق دارای صدا تاثیر متعادل کننده‌ای در پاسخ مردم به صدا دارد (Langdon 1976). به همین علت، کاربرد درختان و درختچه‌ها فقط برای زیبایی شهرها نیست، بلکه آنها قادرند صدای ناخواسته ایجاد شده از ترافیک و سایر منابع تولید صدا در مناطق مسکونی، مدرسه و محل کار را کاهش دهند که این یکی از مهمترین مزیت‌های آنها به شمار می‌رود (Anderson *et al.* 1984). به عبارتی گیاهان بعنوان ارزانترین و طبیعی‌ترین عناصر برای کاهش آلودگی صوتی محیط در مقایسه با عناصر سخت از جمله سیمان، فلز، پلاستیک و مصالح دیگر مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف نهایی کنترل صدا، افزایش آسایش، رضایتمندی و سلامتی افراد ساکن شهرها است (Yang *et al.* 2011). به عنوان مثال، گونه‌های چنار به علت اینکه قادر هستند آلودگی صوتی را کاهش دهند در لبه‌های جاده‌های عمومی و شهری کشت می‌شوند (Nasiri *et al.* 2015). سرو صدای محیط در کیفیت زندگی، حتی زمانیکه صدا خیلی شدید نیست نیز جهت تحریک نشانه‌های فیزیولوژیکی و دارویی در مردمی که در آن ناحیه قرار گرفته‌اند، تاثیر گذار است (Anderson *et al.* 1984). ارتعاش امواج صوتی به وسیله برگ‌ها و شاخه‌های درختان جذب می‌شود. عواملی نظیر نور و دیواره‌های متخلخل انعطاف پذیر در جذب صدا موثر می‌باشند. به همین جهت درختان در جذب صداهای ناخوشایند با داشتن ویژگی‌های فوق تاثیر می‌گذارند. انبوه بودن درختان، چرمی بودن برگ‌ها و انعطاف پذیری شاخه‌ها اجازه می‌دهد که صداهای ناهنجار جذب درختان شوند. درختان در پخش و درهم شکستن صداها نیز موثرند. گری و دنکه[1](1987) دریافتند که در مناطق جنگلی می‌توان میزان صدا را ۷ دسی بل در هر فاصله ۳۰ متری با فاصله و فراوانی حدود ۱,۰۰۰cps[2] کاهش داد.

عوامل موثر در کنترل صوت

بطور کلی صداها از سه منبع «آواهای طبیعی[3]» از موجودات زنده مثل پرندگان، «صداهای طبیعی[4]» از اجسام غیرزنده همچون رودخانه یا باد و نیز «صداهای غیرزنده و مصنوعی[5]» که از ماشین‌ها و سایر وسایل ساخت انسان منشأ می‌گیرند (Pijanowski *et al.* 2011). گری و دنکه (۱۹۸۷) مطرح کردند که سه عامل می‌توانند در چگونگی کنترل صدا بوسیله گیاهان تاثیرگذار باشند: ۱) نوع گونه‌ها، ارتفاع گیاه، تراکم و فاصله رشد ۲) فاکتورهای آب و هوایی (سرعت باد، دما و رطوبت) ۳) نوع صدا، منشأ و میزان شدت. همچنین مطالعه دیگری بیان می‌کند که گیاهان قادرند میزان صدا را از طریق سه روش ذیل کاهش دهند: ۱) صدا می‌تواند به وسیله اندام‌های گیاهی همچون تنه‌ها، شاخه، شاخه‌های کوچک و برگ‌ها انعکاس یابد و پخش شود.گیاهان بسیار نزدیک به هم و تاج درخت رو به پایین، منجر به افزایش شدت صدا توسط پخش کننده‌های رو به پایین می‌گردد (Lyon 1977). انرژی صدایی از خط دید مابین صدا و گیرنده، زمانیکه در تعامل با گیاهان است و منجر به کاهش سطح میزان فشار می‌گردد، عبور می‌کند.

1. Greya & Deneke
2. Sycle per second
3. Biophony
4. Geophony
5. Anthrophony

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

مکانیسم دوم، جذب است که توسط گیاهان انجام می‌شود این تاثیر می‌تواند به مکانیسم ارتعاش عناصر گیاهی توسط امواج صدایی مربوط باشد (Tang *et al*. 1986). مکانیسم سوم، شدت صدا، تاثیرات مخرب امواج صدایی را می‌توانند کم کنند (Van Renterghem *et al*. 2012).

کمربند سبز در شاهراه‌ها و خیابان‌ها به عنوان عوامل محافظت کننده اماکن مسکونی از آلودگی صدای ناشی از تردد انواع وسایل نقلیه جزو مهمترین خدمات شهری فضای سبز به شمار می‌آیند. براساس مطالعات انجام گرفته، درختان نسبت به سایر موانع هم ردیف خود (اراضی زراعی- موانع مصنوعی) در تقلیل آلودگی صدا از قابلیت بیشتری برخوردار بوده و موثر عمل می‌کنند (مجنونیان، ۱۳۶۹). کمربندهای سبز نیز به عنوان مانعی میان منبع صدا و گیرنده قرار داده می‌شوند تا سطح صدایی که بوسیله گیرنده ایجاد می‌شود را کاهش دهند (Kragh 1979). پهنای کمربندهای سبز در ازای هر ۳۰ متر افزایش، می‌تواند صدا را ۸-۴ دسی بل کاهش دهد (Eyring 1946; Reethof 1973; Cook & Haverbeke 1974) تراکم، ارتفاع، طول و پهنای کمربندهای سبز فاکتورهای مهمی در کاهش صوت نسبت به ویژگی‌های اندازه برگ و شاخه هستند، بعبارت دیگر، تراکم، ارتفاع، طول و پهنای کمربندهای سبز صوت را منتشر می‌کنند (Cook & Haverbeke 1974) و ویژگی‌های اندازه برگ و شاخه‌ها جذب را تشدید می‌کنند (Aylor 1972). یک کمربند سبز شامل مجموعه‌ای از درختان پراکنده ممکن است صدا را به طور موثری کاهش دهد، که این کار در طراحی منظر می‌تواند کاربردی باشد (Fang & Lin 2005).

کاربرد گیاهان بعنوان کاهنده‌های صوتی

پوشش‌های گیاهی، این موانع سبز اگر دارای ارتفاع کافی، عرض مناسب و تراکم مناسب باشند، می‌توانند آلودگی صوتی را به یکی از دو روش جذب و یا انکسار کاهش دهند. برای کاهش بار آلودگی و یا جلوگیری از انتشار آن توسط فضای سبز می‌بایستی در انتخاب گونه‌های مناسب نهایت دقت را بنماییم. در پژوهشی که برای کاهش تاثیر صدای ایجاد شده توسط ۳۵ درخت حاشیه‌ای (کمربند سبز) همیشه سبز با یک منبع نقطه‌ای صدا در جلوی درختان کمربند سبز ، و بررسی میزان صدا در نقاط مختلف در کمربندهای سبز با یک صوت‌سنج فاکتورهای کلیدی برای کاهش صدا عبارت از دید، پهنا، ارتفاع و طول کمربندهای سبز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که رابطه لگاریتمی منفی مابین دید و کاهنده نسبی و رابطه لگاریتمی مثبت بین کاهنده نسبی و پهنا، طول یا ارتفاع درختان کمربند سبز وجود دارد (Fang & Lin 2003). در مطالعه دیگری میزان تاثیر ۶ منطقه درختکاری شده در کاهش صدا را مورد بررسی قرار دادند. یک آمپلی فایر (تقویت کننده صوتی) در جلوی هر منطقه درختکاری (کمربند سبز) قرار داده شد، در حالیکه یک صوت‌سنج در ارتفاع‌های مختلف و در فاصله پشت کمربند سبز قرار گرفته بود. در این پژوهش ۵ پارامتر دید، ارتفاع، پهنای کمربند سبز، ارتفاع گیرنده و منبع صدا و فاصله مابین منبع صدا و گیرنده مورد مطالعه قرار گرفت. مدل رگرسیون چندگانه اهمیت ۵ پارامتر را در رابطه با کاهنده نسبی توسعه یافته نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاهنده‌های نسبی با کاهش دید کاهش و با افزایش پهنای کمربندهای سبز افزایش می‌یابند (Fang & Lin 2005).

در مطالعه دیگری درختان همیشه سبز را بعنوان موضوع تحقیق، نظم و ترتیب و تراکم گیاهان و تاثیر آنها بر کاهش صدا را مورد مقایسه قرار دادند (Yang *et al*, 2010). ۶ نوع درخت (بداغ[۱]، خرزهره[۲]، درخت سه رنگ[۳]، بامبو[۴]،

۱. Viburnum.tinus
۲. Nerium oleander
۳. Photinia serratifolia
۴. Bambusoideae

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

درختچه سه رنگ[1]، سدر دئودار[2]) در لبه‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. در این پژوهش الکتروسیگنال‌های صوت سفید توسط کامپیوتر و به وسیله یک کانال چندگانه صوت AWA6290A و آنالیزور ارتعاش شبیه‌سازی شد و در درون آن یک بلندگو KMS EV1010 بعنوان منبع صدا قرار داده شد. برای اندازه‌گیری و آنالیز اطلاعات از آنالیزور مکانیکی و ارتعاشی AWA6290A استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که تفاوت قابل توجهی در اثر کاهش صدا در تکرار بالا و پایین وجود دارد (Yang *et al,* 2010). کراگ[3](1980) سایت‌های پر ترافیک جاده‌ای صدا را که از طریق کمربند سبز، بوته‌ها و سطح زمین پوشیده از چمن منتشر می‌شوند، اندازه‌گیری نمود، که در آن پهنای کمربندهای سبز بین ۳-۲/۵ متر بود و بلندگو ۱/۵ متر بالاتر از سطح زمین قرار داده شد. مقایسه مابین کاهنده‌های بدست آمده تفاوت قابل توجهی در سطح ضریب ثابت میزان صوت در نقطه مشخص از طریق کمربندهای سبز نسبت به انتشار از سطح پوشیده از چمن را نشان نداد. فقط در محدوده فرکانس بالاتر از ۲ کیلو هرتز از طریق کمربندهای سبز و بوته‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که این کار به طور قابل توجهی قادر به کاهش میزان فشار صوت ۱/۵ متر بالاتر از سطح زمین نیست.

یانگ و همکاران در سال ۲۰۱۱ حمل و نقل سبز را که ترکیب سیستم حمل و نقل آهسته با رضایت بصری، سفر محیطی آسان و مطمئن که متشکل از پارک‌های شهری، فضاهای جاده‌ای سبز و سایر فضاها که پوشیده از گیاهان منظر هستند، بیان می‌کنند. برای مطالعه مزایای روانی ایجاد شده به وسیله پارک‌های شهری و سایر فضاهای محیطی، ترکیب یک روش انتزاعی (پرسشنامه) با یک روش کمی علمی (استفاده از آزمون احساسی الکتروانسفالوگرام یا نوار مغزی) استفاده شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که ۹۰٪ افراد تحت آزمایش معتقدند که منظر تاثیر بسزایی در کاهش صدا دارد و ۵۵٪ بیش از اندازه اغراق می‌کنند که گیاهان واقعا صدا را کاهش می‌دهند. مقایسه نتایج صحنه ترافیک و منظر ما بین دو گروه نشان‌دهنده این امر است که ناسازگاری قابل توجهی مابین دو گروه مورد بررسی وجود دارد. گیاهان منظر می‌توانند صوت را متعادل یا مانع تاثیرات آن بشوند. ۸۰٪ شرکت کنندگان در آزمایش بیان می‌کنند که گیاهان بعنوان مهمترین موانع صدا تاثیر گذار، موانع صدایی پلاستیکی و سیمانی هرکدام ۱۰٪ و موانع فلزی به عنوان موانع تاثیر گذار توسط هیچکدام از افراد مورد آزمایش انتخاب نشده بود.

طبق بررسی‌های انجام گرفته از تحقیقات قبلی فاکتورهای تاثیرگذار در کاهش صوت عبارتند از: دید، پهنای کمربند سبز، ارتفاع، طول کمربندهای سبز، ارتفاع گیرنده و منبع صدا و فاصله مابین منبع صدا و گیرنده، نظم و ترتیب و تراکم گیاهان همیشه سبز.

مهمترین روش‌های کاهش صوت در سه گروه دسته بندی می‌شوند که عبارتند از: ۱) شبیه‌سازی صدای ترافیک و تاثیر درختان همیشه سبز در کاهش صوت ۲) تاثیر کمربندهای سبز در کاهش صوت براساس عمق دید و ۳) تهیه فیلم از خیابان پر سر و صدا و نزدیک به فضای سبز و شبیه‌سازی صوت و بررسی روانشناسانه میزان تاثیر فضای سبز و افزایش تحمل افراد نسبت به صداهای محیطی مورد بررسی قرار گرفته اند.

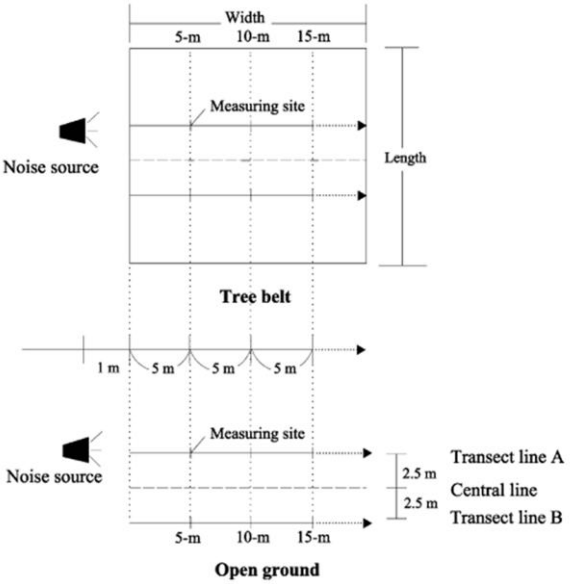
فانگ و همکاران در سال ۲۰۰۳ برای اندازه‌گیری تاثیر کاهش صدای ایجاد شده، ۳۵ درخت حاشیه‌ای همیشه سبز را مورد بررسی قرار دادند، صدای ترافیک شهری ضبط شده بعنوان منبع صدا در این آزمایش استفاده شد. منبع نقطه‌ای صدا در جلوی درختان کمربند سبز قرار داده شد و میزان صدا در نقاط مختلف در کمربندهای سبز با یک صوت‌سنج

1. Chinese phoinia
2. cedrus deodara
3. Kragh

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

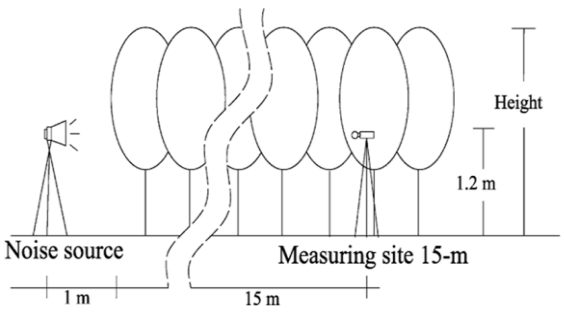
[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

اندازه‌گیری شد. در هر کمربند سبز، میزان فشار صدا در امتداد نقاط دو خط عرضی که هرکدام ۲/۵ متر از هر طرف خط مرکزی که عمود بر کمربند سبز عبور می‌کنند، اندازه گرفته شد. در هر خط عرضی، مناطق اندازه‌گیری ۵ متر از هم دیگر فاصله داشتند (شکل ۱). منبع صدا (AIWA آمپلی فایر، ۵۰ وات) در عرض ۱ متر از لبه کمربند سبز و به ارتفاع ۱/۲ بالاتر از سطح زمین قرار گرفت (شکل ۲). بنابراین از طریق شبیه‌سازی صدای ترافیک تاثیر درختان را مورد ارزیابی قرار دادند. برانکه و ور [1](1992) اشاره کردند که کاهش صدا از یک منبع نقطه‌ای نسبت به یک منبع خطی در برخورد با یک مانع بهتر است، با این حال، روند کاهش میان منبع خطی و منبع نقطه‌ای یکسان است. اگرچه در این مطالعه منبع نقطه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، نتیجه گرفته می‌شود که میزان تاثیر کاهش صدا از منبع خطی و نقطه‌ای توسط کمربندهای سبز مشابه است. با این وجود، تحقیقات زیادی در رابطه با کاهش صوت توسط منبع خطی توسط کمربندهای سبز مورد نیاز خواهد بود که ممکن است نقش مهمی در کاهش صدای ترافیکی داشته باشند.



شکل ۱- طراحی تجربی (Fang & Lin 2003).

1. Beranke & Vèr



شکل ۲- مقطع طولی طرح آزمایشی (Fang & Lin 2003).

در پژوهش دیگر انجام گرفته توسط فانگ و (2005)، ۶ نوع کمربند سبز که معمولا به عنوان لبه در تایوان رایج بودند، برای این مطالعه انتخاب شدند، که در این روش خط مرکزی عمود بر روی کمربندهای سبز کشیده شده بود (شکل ۳-a). ۲ خط عرضی A و B، از هر طرف ۲/۵ متر دورتر از خط مرکزی ترسیم شده بودند. بطور کلی این روش شبیه روش فانگ و در سال 2003 می‌باشد (شکل ۳-a). مدل رگرسیون چندگانه براساس اطلاعاتی که برای نشان دادن اهمیت فاکتورهای متعدد کمربند سبز که در کاهش صدا نقش داشتند، ایجاد شد. در این مدل، فاکتور وابسته کاهنده نسبی و فاکتورهای مستقل دید، ارتفاع درخت، پهنای کمربند، ارتفاع گیرنده و منبع صدا و فاصله بودند. متعاقبا ۵ فاکتور (فاکتورهای مستقل) در مدل رگرسیون ترکیب شدند، تا حدی که واحدهای پارامتریک ترکیب شده از بین رفت و ۳ پارامتر بدون بعد بدست آمد. در این پژوهش انتخاب درخت دم اسبی [2] به عنوان کمربند سبز، به عنوان یک نمونه با ارتفاع کم منبع صدا و گیرنده، بیشترین کاهش صدا را ایجاد نمود. که با استفاده از این روش اثر کاشت تک گونه مانند دم اسبی در کاهش صدا نسبت به کاشت‌های متنوع و با ترکیب مختلف روشن شده و کاشت تک گونه‌ای بیشترین تاثیر را در کنترل و کاهش

2. Casuarina equisetifolia

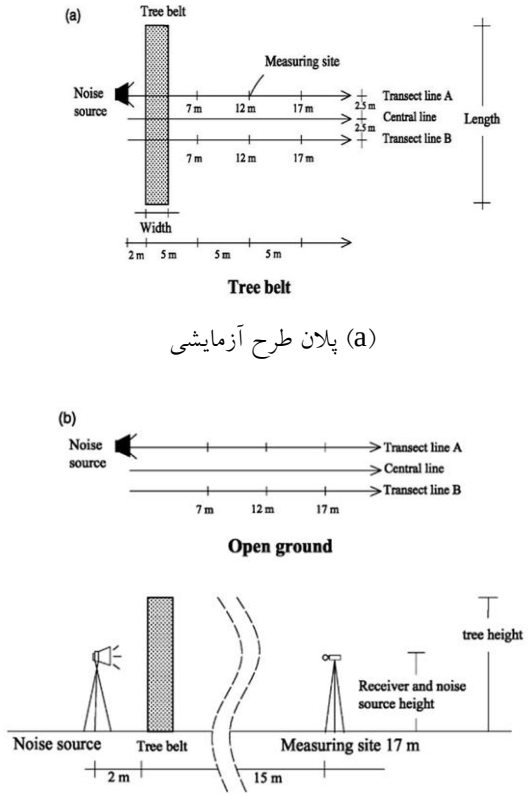
[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

صدای ناخواسته نشان داد. بنظر می‌رسد که این روش دقت قابل توجهی در اندازه‌گیری تاثیر ویژگی‌های درختان مختلف در کنترل صدا داشته باشد و می‌توان انتخاب گونه‌ها را دقیق‌تر و با فاصله‌های موثر انجام داد. اگرچه کاهش صوت توسط یک دیوار محکم به وسیله ضوابط فردل[1] ارزیابی شده است (Beranek & Vèr 1992)، اما مزیت این روش استفاده از روش متفاوت و کمربندهای سبزی می‌باشد که شکاف‌های بسیاری بجای یک سطح جامد دارند. در این پژوهش برای تعیین منطقه سایه ارتفاع منبع صوتی و گیرنده تقسیم بر ارتفاع درخت، فاصله تقسیم بر ارتفاع درخت برای تعیین موقعیت گیرنده در رابطه با منطقه سایه و پهنای کمربند سبز تقسیم بر دید میزان تخلخل کمربندهای سبز را نشان می‌دهد که در واقع می‌توان با ترکیب سه پارامتر بدون بعد در نقشه، کاهش صوت ایجاد شده توسط کمربندهای سبز را به طور موثری پیش بینی کرد.

تحقیق دیگری دید را بر روی خط عرضی مطابق روش ایرینگ[2] (1946) و امبلتون[3] (1963) اندازه می‌گیرد. یک فرد در جلوی کمربند سبز می‌ایستد و فرد دیگر درون کمربند سبز بر روی خط عرضی قدم می‌زند تا زمانیکه فرد ایستاده در لبه نتواند او را ببیند. فاصله بین دو شخص زمانی‌که فرد دوم دیده نمی‌شود، اندازه گرفته می‌شود. متوسط فاصله ۳ بار بر روی خط عرضی اندازه‌گیری شده است، هر خط در هر کمربند به عنوان واحد دید تلقی می شود. سپس روش نورافکن برای اندازه‌گیری دید مورد استفاده قرار گرفت. سپس فاصله مابین گیرنده و نورافکن اندازه‌گیری می‌شود. متوسط فاصله ٦ بار بر روی خط عرضی اندازه‌گیری شد تا واحد اندازه‌گیری دید نامیده شود. دقت روش نورافکن ۰/۱ بود.

مقایسه دو روش و نتایج بدست آمده نشان داد که تفاوت مابین دو روش تقریبا ۰/۵ متر است. این آزمایش نشان داد که روش دید قابل اعتماد است. اساس سنجش در این روش براساس عمق دید بوده است و بنظر می‌رسد که این روش از دقت کمتری نسبت به روش‌های قبلی برخوردار باشد.



(a) پلان طرح آزمایشی

(b) برش طولی طرح آزمایشی

شکل ۳- دیاگرام طرح آزمایشی (Fang & Ling 2005).

بحث و نتیجه گیری

امروزه صدا به عنوان یک موضوع پژوهشی مهم که در حوزه علوم زیست محیطی شهری به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است، مطرح می‌شود، همچنین مدت‌ها است که تمایل به کاهش صدا در فضاهای جاده‌ای وجود دارد. با

1. Fresnel number ($F= a^2/L\lambda$)
2. Eyring
3. Embelton

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

اینکه اثرات گیاهان بطور پراکنده در تحقیقات مختلفی بر روی کاهش صدا بررسی شده است ولی تاثیر زیبایی بصری گونه‌ها در افزایش تحمل افراد و همچنین ویژگی‌های گونه-ها در قدرت جذب صداها همچنان بعنوان پرسش باقی مانده است. این تحقیق سعی کرده است تا با بررسی مناسبترین روش برای اندازه‌گیری ویژگی‌های درختان در کمربندهای سبز برای کاهش صدا انجام دهد. همچنین بسیاری از تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که کاهش صدا در جاده‌های پر ترافیک توسط کمربندهای سبز باریک بیشتر محدود شده است و می‌تواند به عنوان خدمات اکوسیستمی مرتبط در نظر گرفته شود (Beranek & Ver 1976). همچنین پژوهش‌ها به طور فزاینده‌ای با عناصر دیداری و شنیداری در محیط‌های شهری در ارتباط هستند. در پژوهش تامورا توانایی مناظر مختلف برای نتیجه‌گیری از احساسات آزاردهنده مورد بررسی قرار داده است (Tamura 2002). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که احساس دلخوری ترکیبی از هر دو عامل شنیداری و دیداری است. ویولن و همکاران تاثیرات مجموعه‌های بصری بر روی میزان صدا در محیط‌های شهری را مورد آزمایش قرار دادند و نتایج بدست آمده نشان داد که تاثیر دیدن بسیار با اهمیت و چند بعدی است (Viollon *et al*. 2002). ژئو و هوکائو به این نتیجه رسیدند که مناطق با تصاویر بصری طبیعی اما پر سرو صدا با سیستم حمل ونقل و فعالیت‌های انسانی، قادرند اطلاعات بصری بدست آمده را با درک بخش وسیعی از صوت تغییر دهند (Geo & Hokao 2005). ارتفاع درخت و عرض پهنای کمربندهای سبز رابطه مثبت و دید یک رابطه منفی با کاهنده نسبی دارد. در کمربندهای سبز زمانیکه نسبت گیرنده و ارتفاع منبع صدا به ارتفاع درخت ۱:۶:۶ یا ۱:۳:۳ باشد کاهش صوت موثری را در فاصله هشت برابری از ارتفاع درخت می‌توان انتظار داشت.

بنظر می‌رسد که عناصر سبز بعنوان یکی از کاهنده‌های صوت در محیط‌های شهری نه تنها با کاهش صوت بلکه با جذب چشم و افزایش جذابیت بصری سطح تحمل افراد را به نسبت به صوت‌های مزاحم افزایش می‌دهد و نحوه ترکیب این گونه ها و جنبه های زیباشناختی آن‌ها می‌تواند تاثیر مثبتی بر روی کاهش اثرات صوت‌های مزاحم بر روی افراد داشته باشد. با در نظر گرفتن این فرض، تحقیق حال حاضر علاوه بر سنجش کاهش صوت از طریق گیاهان بلکه تاثیر جذابیت‌های بصری بر روی تحمل و جذب صداهای مزاحم از طریق مردم را مورد مطالعه قرار می‌دهد و نتایج این تحقیق می‌تواند ارزش ویژگی‌های مهم بصری گونه‌های سبز و ارتباط آن با ارزش تحمل افراد بر روی صداها مزاحم و همچنین کاهش استرس ناشی از این صداها را در انسان بررسی می‌کند.

دستورالعمل ترویجی

جهت کاهش آلودگی صوتی در محیط‌های شهری موارد ذیل توصیه می‌شود:

۱) استفاده از کمربندهای سبز در شاهراه‌ها و خیابان‌ها می-تواند به عنوان عامل محافظت کننده اماکن مسکونی از آلودگی صدای ناشی از تردد انواع وسایط نقلیه باشد.

۲) وجود درختان (بداغ، خرزهره، درخت سه رنگ، بامبو، درختچه سه رنگ، سدر دئودار) و نظم و ترتیب قرارگیری و تراکم گیاهان در کاهش میزان صوت در محیط تاثیرگذار هستند.

۳) درخت دم اسبی گونه شاخص و مهمی است که با ارتفاع کم منبع صدا و گیرنده، قادر است بیشترین کاهش صوت را فراهم کند. در نتیجه استفاده از این روش اثر کاشت تک گونه مانند دم اسبی در کاهش صدا نسبت به کاشت‌های متنوع و با ترکیب مختلف روشن شده و کاشت تک گونه‌ای بیشترین تاثیر را در کنترل و کاهش صدای ناخواسته دارد.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

٤) شبیه‌سازی یک ابزار معتبر برای ارزیابی ویژگی‌های قابل تجدید در منظر است که هدف آن بهبود ارائه محرک‌های واقعی محیط زیست است. به طوری‌که، پوشش‌های گیاهی قادرند به طور قابل توجهی استرس روانی را کاهش دهند.

منابع

عرفانی محمد (۱۳۸۷). آلودگی صوتی و روش‌های کنترل آن با تاکید بر طراحی فضای سبز. معاون فنی اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان شمالی.

مجنونیان هنریک (۱۳٦۹). درختان و محیط زیست. انتشارات سازمان حفاظت از محیط زیست.

ملکی کبری، حسینی سید محسن، ورامش سعید (۱۳۸۷). اهمیت فضای سبز شهری در کاهش آلودگی صوتی، همایش ملی سوخت انرژی محیط زیست.

Anderson LM, Mulligan BE, Goodman LS (1984). Effects of vegetation on human response to sound. Arboric Urban For. 45-49.

Beranek LL, Vèr IL (1992). Noise and Vibration Control Engineering. Wiley/Interscience, New York.

Beranek LL, Vèr IL (1976). Noise and Vibration Control Engineering: Principles and Applications. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Cook DI, Haverbeke DFV (1974). Trees and shrubs for noise abatement. University of Nebraska College of Agriculture Experiment Station Bulletin, RB.

Egan MD (1976). Concept in Architectural Acoustics (Mc-Graw Hill Inc, United States of America).

Embleton TFW (1963). Sound propagation in homogeneous deciduous and evergreen woods. J. Acoustic. Soc. Am. 35: 1119–1125.

Evans GW, Hygge S (2000). Noise and performance in children and adults. In Prasher D, (Eds.), Handbook of Noise and Health.

Eyring C F (1946). Jungle acoustics. J. Acoustic. Soc. Am. 18: 257–270.

Fang FC, Ling DL (2005). Guidance for noise reduction provided by tree belts. . Landsc Urban Plan.71: 29–34.

Fan Y, Zhiyi B, Zhujun Z, Jiani L (2010). The investigation of noise attenuation by plants and the corresponding Noise-reduction Spectrum. Environ. Health. 8: 8-15.

Fang FC, Ling DL (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts. Landsc Urban Plan. 63: 187–195.

Ge J, Hokao K (2005). Applying the methods of image evaluation and spatial analysis to study the sound environment of urban street areas. J. Environ. Psychol. 25: 455-466.

Grey GW, Deneke FJ (1978). Urban Forestry (John Willey and Sons, New York).

Hami A (2009). Users' Preferences of Usability of Urban Parks in Tabriz, Iran (Unpublished thesis). University Putra Malaysia.

Hami A, Suhardi M, Manohar M, Shah hosseini H (2011). Users' preferences of usability and sustainability of old urban park in Tabriz, Iran. Aust.j. basic appl.sci.11: 1899-905.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

Hong JY, Jeon JY (2017). Exploring spatial relationships among soundscape variables in urban areas: A spatial statistical modelling approach. . Landsc Urban Plan.157: 352–364.

Hunashala RBP, Yogesh B (2012). Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India Procedia - Social and Behavioral Sciences. 37: 448 – 457.

Kaplan R (1983). The analysis of perception via preference: a strategy for studying how the environment is experienced. . Landsc Urban Plan. J. 12: 161-176.

Khilman T (2004). Noise pollution in cities, Curitiba and Göteborg as examples', in: Proceedings of the Seminar Environmental Aspects of Urbanization-Seminar in Honor of Dr. Mostafa Kamal Tolba, Gothenburg, Sweden, in CD.

Kragh J (1981). Road traffic noise attenuation by belts of tress.J Sound Vib. 74: 235-241.

Langdon FJ (1976). Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part I and II. J Sound Vib. 47: 243–282.

Lyon R (1977). Evaluating Effects of Vegetation on the Acoustical Environment by Physical Scale Modeling, Proc. of the Conference on Metropolitan Physical Environment, USDA Forest Service General Technical Report.

Nasiri M, Fallah A, Nasiri B (2015). The Effects of tree species on reduction of the rate of noise pollution at the edge of hyracanian forest roads. Environ Eng Manag H. 14: 1021-1026.

Pijanowski BC, Villanueva-Rivera LJ, Dumyahn S l, Farina A, Krause BL, Napoletano BM, Gage SH, Pieretti N (2011). Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape.AIBS. 61: 203-215.

Pudjowati UR, Yanuwiyadi B, Sulistiono R, Suyadi (2013). Estimation of Noise Reduction by Different Vegetation Type as a Noise Barrier: A Survey in Highway along Waru – Sidoarjo in East Java, Indonesia. Int.J.eng.sci.technol.11: 20-25.

Stansfeld S, Matheson M (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin. 68: 243–257.

Tang S, Ong P, Woon H (1986). Monte-Carlo simulation of sound-propagation through leafy foliage using experimentally obtained leaf resonance parameters. J. Acoust. Soc. Am80: 1740–1744.

Tamura A (2002). Recognition of sounds in residential areas—an indicator of our ambiguous sound environment. J. Asian Architect. Build. Eng. 48: 41-48.

Van Renterghem T, Botteldooren D, Verheyen K (2012). Road traffic noise shielding by vegetation belts of limited depth. J Sound Vib .331: 2404–2425.

Viollon S, Lavandier C, Drake C (2002). Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. Appl. Acoust. 63: 493-511.

Wrightson K (2000). An introduction to acoustic ecology. Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology .1: 10–13.

Yang F, Bao ZY, Zhu JZ (2010). An Assessment of Psychological Noise Reduction by Landscape Plants, Int. J. Environ. Res. Public Health. 8: 1032-1048.

Yılmaz H, Ozer S (1998). Evaluation of noise pollution in the respect of landscape planning and solution proposals. Sci.Res.Essays. 28: 515-53.

Yong HJ, Yong JJ (2017). Exploring spatial relationship among soundscape variables in urban areas: A spatial statistical modelling approach. . Landsc Urban Plan.. 157: 352-364.

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]

Visual and Aesthetic Performance of Plants in Reducing Effects of Noise pollution

Khodayari Neda, Hami Ahmad*[1]

Department of Landscape: Architecture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

* ahmadhami2008@gmail.com

Abstract

Due to the rapid industrialization, urbanization and transport systems, noise pollution has reached to a disturbing level over the past few years. Plants have been suggested as an affordable and natural construction to mitigate outdoor noise pollution in comparison to concrete, metal, plastic and other man-made materials. The goal of noise control is to promote relaxation, satisfaction and well-being in urban residents. Green belts in residential areas are known as one of the most important and effective methods to reduce noise pollution caused by road traffic in urban areas. A row of trees may be an effective technique compared to other barriers in decreasing noise pollution. In recent years, several methods have been used for measuring the effects of landscape elements on noise reduction. The results showed that green elements not only mitigate noise pollution but also play important role in creating attractive scenes for people which may enhance human tolerance for noise pollution. In addition, organization of plants and their aesthetic values may have positive role on noise reduction.

Keywords: Green Belts, Noise Pollution, Noise Attenuation, Sound Simulation, Vegetation Visual Aesthetic

[Downloaded from flowerjournal.org on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1396.2.2.4.6]