



مدل سازی انتشار صوت

در خیابان مجاور یکی از مدارس منتخب شهر تبریز

رسول احمدپور^۱

اصغر هادی^۲

غلامرضا اکبری نیا^۳

۱. کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، شرکت صنایع ایمن فراز ارک، تبریز، ایران.

Ahmadpour_Rasoul@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، گروه بهداشت حرفه ای، تبریز، ایران.

Hadi199574@gmail.com

۳. کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، گروه بهداشت حرفه ای، تبریز، ایران.

Reza.akbarinia64@gmail.com

Abstract

Noise pollution has become a global issue in today's world, and in recent years many researchers have turned their attention to this issue. Various factors can be considered the source of this pollution, such as airport noise, the sound of moving cars, construction activities, etc. This pollution can reduce the quality of life and reduce human concentration in educational environments. This study aims to measure sound in the vicinity of one of the schools in Tabriz and model the sound using TNM software around this school. Finally, the best barriers to reduce noise around the school are selected using software models and suggested to reduce the amount of street noise

چکیده

آلودگی صوتی در جهان امروز تبدیل به یک مسئله جهانی شده و در سالیان اخیر توجه بسیاری از محققین به این موضوع معطوف شده است. عوامل مختلفی را می توان منشأ این آلودگی در نظر گرفت مانند: صدای فرودگاه، صدای خودروهای در حال حرکت، فعالیت های ساخت و ساز و... ایجاد شود. این آلودگی می تواند باعث کاهش کیفیت زندگی و کاهش تمرکز انسان در محیط های آموزشی شود. هدف از این مطالعه اندازه گیری صدا در مجاور یکی از مدارس شهر تبریز و مدل سازی صدا با استفاده از نرم افزار TNM در اطراف این مدرسه می باشد. در انتها بهترین موانع برای کاهش صدا در اطراف مدرسه با استفاده از مدل های نرم افزاری انتخاب شده و برای کاهش میزان صدای خیابان اطراف مدرسه پیشنهاد می شود.

مقدمه

آلودگی صدا در سال های گذشته در مناطق شهری و به خصوص کلان شهرها مشکلات فراوانی را ایجاد کرده است از جمله: اختلال در خواب، اختلال در مطالعه، مشکلات در برقراری ارتباط کلامی، عدم توانایی در تمرکز برای انجام فعالیت های ذهنی و مشکلات روانی - فیزیولوژیکی [۱-۴].

آلودگی صوتی در شهرها توسط منابعی نظیر فعالیت های ساختمانی، فعالیت های صنعتی و ترافیک ایجاد می شود. آلودگی

در سال های اخیر تکنولوژی با سرعت بسیار زیادی رشد کرده است. این پیشرفت تکنولوژی در آسان و راحت کردن زندگی انسان ها نقش بسزایی داشته است. با این وجود این پیشرفت ها مشکلاتی را نیز ایجاد کرده است که از جمله آن ها می توان به آلودگی های محیط زیستی اشاره کرد. این مشکلات محیط زیستی به طور کلی در پنج دسته طبقه بندی می شوند: ۱- آلودگی هوا ۲- آلودگی آب ۳- آلودگی خاک ۴- آلودگی گرمایی ۵- آلودگی صدا .

مواجهه با صدای بالاتر از ۶۵ دسی بل در روز و ۳۰٪ در مواجهه با صدای بالای ۵۵ دسی بل در شب می باشند. این مشکل در کشورهای در حال توسعه بسیار بیشتر از سایرین می تواند نمود پیدا کند [۹]. شواهد اپیدمیولوژیکی رابطه بین مواجهه با صدا و فشار خون، افزایش ضربان قلب، افزایش فشار خون، بیماری های قلبی، استرس، اختلال در خواب، ناراحتی، بی قراری و افسردگی را نشان می دهند [۲، ۱۱، ۱۲]. مطالعه Babisch و همکاران در شهر برلین نشان داد که ریسک سکته قلبی در بین افرادی که در استرس ناشی از صدای بالا در طول روز قرار داشتند، بالاتر از ۷۰ دسی بل، در مقایسه با آنها که در طول روز با صدای ۶۰ دسی بل زندگی می کردند بیشتر مشاهده می شود [۱۳].

بر اساس مطالعه EVENS و همکاران مشخص گردید که کودکانی که با سطحی بالاتر از حد تعیین شده از صدا مواجهه دارند، معمولا نشانه هایی مانند کاهش در توانایی یادگیری و کاهش محسوسی در توانایی توسعه مهارت های زبانی، حافظه و تمرکز را نشان می دهند [۱۴]. امروزه بیشتر محیط های آموزشی در مناطق پرتردد و شلوغ شهری واقع شده اند لذا آلودگی صوتی در این محیط ها می تواند باعث کاهش تمرکز، حواس پرتی و در نهایت کاهش میزان یادگیری شود. بنابراین ایجاد محیط آرام و عاری از صدای مزاحم برای هر محیط آموزشی یک الزام محسوب می شود. با توجه به این که ساخت مدارس جدید و انتقال مدارس به محیط های عاری از آلودگی بسیار پرهزینه است لذا می توان از روش های مهندسی از جمله مانع گذاری برای کاهش میزان آلودگی بهره جست. این مطالعه سعی دارد ابتدا صدای حاصل از ترافیک را در کنار یک مدرسه در شهر تبریز ارزیابی کند و همچنین با استفاده از نرم افزار TNM پیشنهاداتی در ایجاد موانع برای کاهش این صدای اضافی ارائه نماید.

روش کار در این مطالعه به منظور مدل سازی صدای ناشی از ترافیک از نرم افزار پیشنهادی اداره بزرگراه فدرال آمریکا (FDHA)^۱ استفاده شد. نرم افزار مدل سازی صدای ترافیک (TNM)^۲ برای اولین بار در سال ۱۹۹۸ توسط FDHA معرفی گردیده است. در این مطالعه از TNM_{۲,۵} به منظور مدل سازی استفاده شد. در این نرم افزار سطح صدای ترافیک تحت تأثیر چندین عامل می باشد از جمله: هندسه جاده، حجم ترافیک، سرعت ترافیک، نوع خودروهای حاضر در ترافیک (خودروهای سبک، متوسط و سنگین) و موانع های موجود بین منبع صدا و دریافت کننده ها (شنونده ها). این متغیرها به نرم افزار TNM وارد می شوند تا

ترافیک بخش عمده ای از این آلودگی ها را در مناطق مسکونی تشکیل می دهد [۵]. در حال حاضر ارزیابی صدای محیطی به دو صورت انجام می پذیرد: اندازه گیری مستقیم و استفاده از مدل ها و نرم افزار های کامپیوتری. روش اول می تواند در ارزیابی محیط های مسکونی و محاسبه تراز صدا در این مناطق مفید باشد. روش دوم که تقریباً از نیم قرن پیش شروع شده است، با توجه به رشد تکنولوژی و پیشرفت نرم افزارهای کامپیوتری در سال های اخیر نقش موثری را در کاهش هزینه ها ایفا کرده است. این نرم افزارها و مدل ها می توانند در طراحی مسیرها و ایجاد موانع به منظور کاهش صدا بسیار کمک کننده باشند [۶].

صدای ترافیک نقش مهمی در آلودگی صوتی بر عهده دارد. این صدا می تواند در اثر پرواز هواپیماها، حرکت قطارها، حرکت کشتی ها و وسایل نقلیه موتوری ایجاد شود. از وسایل نقلیه می توان کامیون ها، اتوبوس ها، خودروهای سواری و موتور سیکلت ها را نام برد. البته حجم ترافیک و سرعت این وسایل می تواند در ایجاد آلودگی بسیار تعیین کننده باشد [۷، ۸]. مواجهه با صدای محیطی با تراز بالاتر از ۵۵ دسی بل در طول روز می تواند در مناطق مسکونی باعث ناراحتی افراد شود. همچنین تراز بالاتر از ۴۰ دسی بل می تواند باعث ایجاد مشکلات زیادی در خواب افراد گردد. مطالعه در رابطه با صدای محیطی در هیچ یک از کشورهای دنیا به اندازه ی کشورهای اروپایی صورت نگرفته است. در این کشورها بعد از این که اتحادیه اروپا دستورالعمل محیط زیستی EC/۲۰۰۲/۴۹ را منتشر کرد، شهرهای با تراکم بالاتر از ۱۰۰۰۰۰ نفر ملزم شدند، استراتژی هایی را برای کاهش صدای محیط زیستی در نظر بگیرند. مواجهه با صدای ترافیکی از بزرگترین نگرانی های سلامت عمومی در محیط های شهری محسوب می شود [۹]. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی صدای مربوط به ترافیک در حال تبدیل شدن به بزرگترین عامل استرس زای محیطی تهدید کننده سلامت است. همچنین این سازمان راهنمایی را برای صدای اجتماعی منتشر کرده است که مطابق آن صدای پیوسته محیط خارج از منازل مسکونی نباید بیشتر از ۵۵ سی بل گردد (میانگین ۱۶ ساعته صبح و عصر) که معمولاً این حد آستانه در مناطق شهری مسکونی رعایت نمی شود [۱۰]. بر اساس مطالعات انجام شده در رابطه با صدای محیطی، Seong و همکاران در گزارش خود اعلام نموده اند که ۴۸٪ از جمعیت (تحت مطالعه) در مواجهه با صدای بالاتر از ۵۵ دسی بل در طول روز و ۳۳٪ از جمعیت در مواجهه با تراز ۵۰ دسی بل در طول شب قرار دارند. همچنین برحسب راهنمای منتشر شده توسط سازمان جهانی بهداشت ۲۰٪ از جمعیت اتحادیه اروپا در

۱. Federal Highway Administration

۲. Traffic noise modeling



گونه که بیشتر ذکر شد صدا یکی از منابع آلودگی محیط های شهری می باشد که می تواند تأثیر بسیار زیادی بر روی زندگی افراد بگذارد. آموزش و پرورش رکن اصلی هر تمدنی می باشد، از طرفی اثر بخشی آموزشی یکی از دغدغه های اصلی سیاستگذاران می باشد. متأسفانه در سالیان اخیر در ایران به موضوع اثر بخشی آموزشی توجه زیادی نشده است.

یکی از مواردی که می تواند بر اثر بخشی آموزش تأثیر بسزای بگذارد آلودگی صوتی می باشد. علت این موضوع می تواند جاهایی مدارس در محیط های شهری و بعضاً محیط های پرتردد شهری باشد. موارد بسیار زیادی می تواند در کاهش آلودگی ناشی از صدا تأثیر گذار باشد از جمله فاصله ساختمان از خیابان، جنس دیوارها و شیشه های استفاده شده. با یک بررسی میدانی مشخص می شود که در سالیان اخیر در کشور ما به بحث آلودگی صوتی در فاز طراحی ساختمان ها توجه نشده است و همین موضوع مدارس را با چالش های بسیار زیادی روبه رو کرده، به طوری که این موضوع می تواند با فرسوده شدن بافت ساختمان ها و افزایش بار ترافیک در اطراف مدارس روز به روز مشکل آفرین گردد. در کنار مدارس محیط های دیگری نیز مانند مراکز درمانی وجود دارند که آلودگی صوتی در سالیان اخیر مشکلات فراوانی برای آنها به وجود آورده است. با توجه به مشکلات موجود استفاده از موانع صوتی به عنوانی یک راه حل بسیار مناسب و مقرون به صرفه می تواند بسیار در کاهش اثرات صوت در این محیط ها موثر واقع شود. توصیه می شود پژوهشگران در مطالعات آینده از این نرم افزار جهت مدل سازی صوت و نحوه انتشار در سایر

سطح صدا در دریافت کننده ها مشخص شود. اگر این سطح صدا بیشتر از حد آستانه باشد لازم است تا راهکارهای لازم به منظور کاهش آن صورت گیرد. در این مطالعه سطح صدای حاصل از ترافیک در یکی از مدارس منتخب شهر تبریز صورت گرفت. به این منظور ابتدا صدای حاصل از ترافیک در شش نقطه از پیاده روی منتهی به دیوار مدرسه اندازه گیری شد. سپس نرخ ترافیک در این محل با مشاهدی مستقیم و شمارش تعداد وسایل نقلیه محاسبه گردید (جدول ۱).

خودرو	تعداد	سرعت (km/h)
سبک	۱۰۰	۳۰
متوسط	۳۰	۲۵
سنگین	۷	۱۵

جدول ۱. نرخ ترافیک

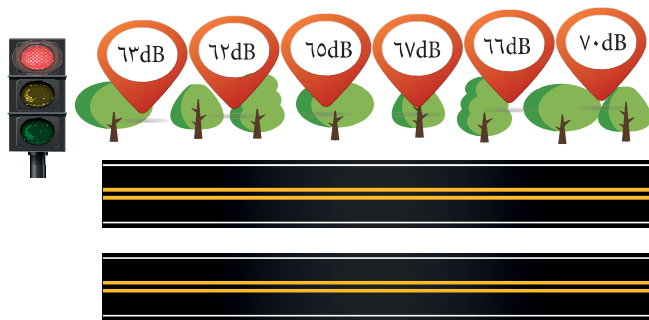
در مرحله بعدی با استفاده از نرم افزار TNM مانع مناسب به منظور کاهش صدا رسم گردید (شکل ۱). به این منظور بعد از انجام محاسبات و تغییر در ارتفاع مانع، ارتفاع بهینه مانع ۳ متر بدست آمد.

نتیجه گیری

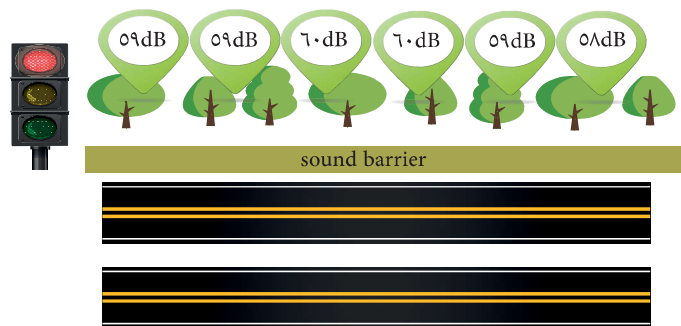
مدارس یکی از محیط های مهم در هر جامعه محسوب می شوند که نقش بسزایی در آموزش افراد دارد. لذا ایجاد محیط های مناسب به منظور آموزش از اولویت های همه ی دولت ها می باشد. همان



school



school



شکل ۱ میزان صوت با مانع و بدون مانع

با استفاده از مانع مناسب صدا به زیر ۶۰ dB کاهش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده به سیاست گذاران توصیه می شود که ابتدا در فاز طراحی و ساخت مدارس و سایر بخش های مشابه به موضوع آلودگی صدا توجه کنند. استفاده از نرم افزارهای که صدا را می توانند مدل سازی کننده یک ابزار بسیار مناسب برای این منظور می باشد تا بتوان با مدل سازی موانع مناسب را انتخاب و بکار برد.

بخشها از جمله مراکز درمانی و مسکونی استفاده کنند. با استفاده از تکنولوژی و فناوری های نوین همانند نرم افزار TNM می توان با مدل سازی به راهکارهای بهینه جهت کاهش آلودگی صوتی دست یافت، در این مطالعه که به صورت مقطعی در یکی از مدارس شهر تبریز صورت گرفت، ابتدا با اندازه گیری صدای ترافیک در مجاورت مدرسه مورد نظر، سعی شد تا با استفاده از مانع مناسب میزان صدا کاهش یابد. در این مطالعه

منابع

- [8] K. Stoilova, T. Stoilov, Traffic noise and traffic light control, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 3(6) (1998) 399-417.
- [9] J.C. Seong, T.H. Park, J.H. Ko, S.I. Chang, M. Kim, J.B. Holt, M.R. Mehdi, Modeling of road traffic noise and estimated human exposure in Fulton County, Georgia, USA, *Environment international* 37(8) (2011) 1336-1341.
- [10] E.Y. Lee, M. Jerrett, Z. Ross, P.F. Coogan, E.Y. Seto, Assessment of traffic-related noise in three cities in the United States, *Environmental research* 132 (2014) 182-189.
- [11] H. Ising, B. Kruppa, Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years, *Noise and Health* 6(22) (2004) 5.
- [12] T. Münzel, T. Gori, W. Babisch, M. Basner, Cardiovascular effects of environmental noise exposure, *European heart journal* 35(13) (2014) 829-836.
- [13] W. Babisch, B. Beule, M. Schuß, N. Kersten, H. Ising, Traffic noise and risk of myocardial infarction, *Epidemiology* (2005) 33-40.
- [14] G.W. Evans, P. Lercher, M. Meis, H. Ising, W.W. Kofler, Community noise exposure and stress in children, *The Journal of the Acoustical Society of America* 109(3) (2001) 1023-1027.
- [1] M. Arana, A. García, A social survey on the effects of environmental noise on the residents of Pamplona, Spain, *Applied Acoustics* 53(4) (1998) 245-253.
- [2] G. Belojevic, B. Jakovljevic, V. Stojanov, K. Paunovic, J. Ilic, Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children, *Environment international* 34(2) (2008) 226-231.
- [3] W. Hofman, A. Kumar, J. Tulen, Cardiac reactivity to traffic noise during sleep in man, *Journal of sound and vibration* 179(4) (1995) 577-589.
- [4] Y. De Kluizenaar, R.T. Gansevoort, H.M. Miedema, P.E. de Jong, Hypertension and road traffic noise exposure, *Journal of occupational and environmental medicine* 49(5) (2007) 484-492.
- [5] M. El-Fadel, S. Shazbak, M.H. Baaj, E. Saliby, Parametric sensitivity analysis of noise impact of multihighways in urban areas, *Environmental Impact Assessment Review* 22(2) (2002) 145-162.
- [6] J. Quartieri, N. Maſtorakis, G. Iannone, C. Guarnaccia, S. D'ambrosio, A. Troisi, T. Lenza, A review of traffic noise predictive models, *Recent Advances in Applied and Theoretical Mechanics, 5th WSEAS International Conference on Applied and Theoretical Mechanics (MECHANICS'09) Puerto De La Cruz, Tenerife, Canary Islands, Spain December, 2009*, pp. 14-16.
- [7] P. Kumar, S. Nigam, N. Kumar, Vehicular traffic noise modeling using artificial neural network approach, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 40 (2014) 111-122.