مجله ره آورد سلامت،دوره ۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶ http://Rsj.iums.ac.ir مقاله اصیل

مدل سازی مواجهه صدا در رانندگان اتوبوس های شرکت واحد تهران به روش شبکه عصبی

حسین ابراهیمی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
hossein.ebrahimi@yahoo.com
پروین نصیری: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
parvin.nassiri@gmail.com
ایرج علی محمدی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
irajrastin1@gmail.com
سعید موسوی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.
aytak2063@yahoo.com
کمالدین عابدی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
Kamal.abedi@gmail.com
***فاطمه دانش:** کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
(* مولف مسئول). Fatemehdanesh67@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: پارامترهای زیادی بر روی میزان مواجهه رانندگان اتوبوس با صدا تاثیر می گذارد که می توان به نوع اتوبوس، نوع سوخت، عمر اتوبوس و سرعت اتوبوس اشاره نمود. هدف از این مطالعه مدل سازی میزان مواجهه رانندگان شرکت واحد اتوبوس رانی شهر تهران با صدا به روش شبکه عصبی می باشد.

روش کار: تراز صدا در ۹۰ اتوبوس که در ۳ گروه مجزا شامل: ۳۰ اتوبوس ایکاروس، ۳۰ اتوبوس مان و ۳۰ اتوبوس شهاب قرار داشتند و به صورت تصادفی انتخاب گردیده بودند اندازه گیری شد. نتایج حاصل از اندازه گیری ها و پارامترهای نوع اتوبوس، عمر اتوبوس و مدت زمان کار رانندگان به وسیله آنالیز شبکه عصبی مدل سازی گردید.

یافته ها: از پارامترهای مورد بررسی، عمر اتوبوس ها بیشترین اهمیت (۰/۷۰۰) را در میزان مواجهه رانندگان با صدا داشت. بعد از عمر اتوبوس، محل قرارگیری موتور (۰/۱۷۴) و مدت زمان کار رانندگان (۰/۱۲۵) به ترتیب در میزان مواجهه رانندگان با صدا نقش داشتند.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان می دهد که عمر اتوبوس و محل قرارگیری موتور از فاکتورهای تاثیر گذار بر شدت مواجهه رانندگان با صدا می باشد که مشابه با نتایج مطالعات پیشین در این زمینه می باشد.

کلید واژه ها : صدا، مدل سازی، شبکه عصبی، رانندگان اتوبوس

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

مقدمه

از نظر سازمان جهانی بهداشت صدا به عنوان سومین آلودگی خطرناک شهرهای بزرگ می باشد اتوبوس ها یک موضوع جالب برای مطالعه آلودگی صوتی می باشند چون هم به عنوان منبع صدای متحرک محیطی (ترافیک) و هم منبع صدای شغلی برای راننده ها هستند (۱).

رانندگی اتوبوس به عنوان یک شغل استرس زا مطرح می باشد که استرس های فیزیکی و فیزیولوژیکی زیادی روی آنها اثر می گذارد که می توان به صدا و ارتعاش، نوسانات دما با باز و بسته شدن درها و مشکلات ارگونومیکی اشاره نمود (۴-۲).

براساس مطالعات انجام شده بر روی اتوبوس ها معلوم شده است که بسته به نوع اتوبوس ها مقادیر مواجهه با صدا برای رانندگان متفاوت می باشد و عمر اتوبوس و نوع اتوبوس دو فاکتور عمده در ایجاد صدا هستند (۷-۵).

برای راننده، موتور اتوبوس مهمترین منبع صدا می باشد؛ که نوع و محل قرار گیری موتور از فاکتورهای مهم در میزان صدای ایجاد شده در داخل اتوبوس می باشند. نتایج مطالعه Paulo.zannin و همکارانش در برزیل نشان داد که رانندگان اتوبوس هایی که موتور آنها در وسط قرار دارد نسبت به اتوبوس هایی که موتورشان در عقب قرار دارد با صدای بیشتر مواجه هستند. نتایج این مطالعه نشان داد که اتوبوس هایی که عمر بیشتری دارند میزان صدای بیشتری نیز ایجاد می کنند. از دلایل مهم در زمینه افزایش مقادیر مورد بررسی با افزایش عمر اتوبوس می توان به فرسودگی موتور و درنتیجه عدم کارائی درست و ایجاد سر و صدای زیاد، فرسودگی قطعات، ایجاد لقی در قطعات و غیره اشاره نمود که بر روی افزایش صدا موثر می باشند اشاره نمود (۷-۵). علاوه بر پارامترهای مربوط به نوع اتوبوس، میزان ساعت کاری رانندگان نیز بر میزان مواجهه آنها با صدا تاثیرگذار است (۶ و ۷). در تهران حدود ۴۰ هزار راننده اتوبوس هر روز در معرض صدای اتوبوس های شهری می باشند (۸). هدف از این مطالعه مدل سازی مواجهه رانندگان اتوبوس های شهری تهران با صدا می باشد.

روش کار

در این مطالعه، نتایج مطالعه قبلی ما با عنوان "بررسی مواجهه شغلی رانندگان شرکت واحد اتوبوس رانی شهر تهران با صدا" به روش شبکه عصبی مدل سازی گردید تا میزان اهمیت پارامترهای مورد بررسی در میزان مواجهه رانندگان با صدا تعیین گردد. در این مطالعه تراز صدای ۹۰ اتوبوس در ۳ گروه مجزا (۳۰ اتوبوس ایکاروس، ۳۰ اتوبوس مان، ۳۰ اتوبوس شهاب) اندازه گیری گردید. برای اندازه گیری صدا از صداسنج Bruel and Kjaer مدل ۲۲۵۰ استفاده گردید. قبل از انجام اندازه گیری ها، صدا سنج با استفاده از کالیبراتور Bruel and Kjaer مدل ۴۲۳۱ کالیبره گردید. اندازه گیری در چندین خط در مناطق مختلف و شرایط کار معمولی، به عبارت دیگر در حالی که اتوبوس ها مسافر داشتند در مسیر های مختلف، ساعات مختلف روز و ایام مختلف به صورت تصادفی انجام شد تا مداخله های موجود از جمله ترافیک تا حد امکان از بین بروند. اندازه گیری ها به مدت ۱۰ دقیقه برای هر اتوبوس در طول مسیر جهت تعیین leq10min براساس استاندارد ISO 5128:1980 (اندازه گیری صدا داخل وسایل حمل ونقل موتوری) در محل صندلی راننده و نزدیکی سیستم شنوائی رانندگان انجام گرفت (۹)؛ که میکروفن صداسنج Bruel&kjaer در ۰/۰۱ ± ۰/۱۰ متری گوش خارجی راننده ها قرار گرفته و تراز معادل مواجهه صدا Leq در شبکه A اندازه گیری گردید و این مقدار (Leq) به ۸ ساعت کار در روز بر اساس فرمول زیر توسط نرم افزار Excel ورژن ۲۰۱۳ تبدیل شد.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

$$L_{eq}(dB) = 10\log\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} t_i 10^{Lp_i/10}\right]$$

L_{eq}: تراز معادل مواجهه صوت

t_i : طول زمان مواجهه **i**ام به ساعت

T: مدت زمان مرجع کار در روز (۸ ساعت)

پس از تعیین مقادیر تراز صدا، بر اساس پارامترهای نوع اتوبوس، عمر اتوبوس و متوسط ساعت کاری رانندگان، میزان مواجهه رانندگان با استفاده از نرم افزار **SPSS** ورژن ۲۱ به روش شبکه عصبی مدل سازی گردید.

یافته ها

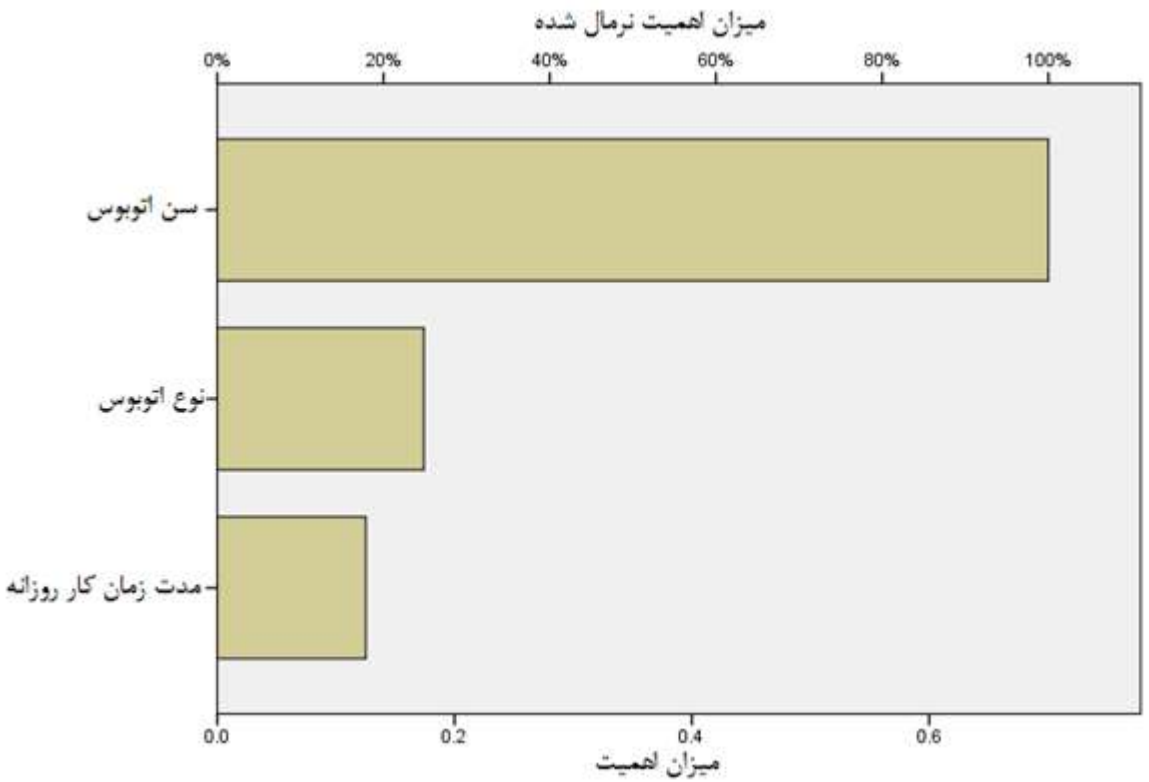
نتایج به دست آمده از اندازه گیریها در محل کار رانندگان در جدول ۱ نشان داده شده است. جدول ۱ مشخصات اتوبوس ها و تراز مواجهه هشت ساعته رانندگان با صدا را نشان می دهد.

جدول ۱: مشخصات اتوبوس ها و تراز معادل مواجهه هشت ساعته صدا در رانندگان اتوبوس های مختلف

نوع اتوبوس	میانگین عمر اتوبوس	سوخت	محل قرار گیری موتور	ظرفیت (مسافر)	گیربوکس	میانگین (dB A)	انحراف معیار	حد بالا (dB A)	حد پائین (dB A)
ایکاروس	۱۶/۶۶	گازوئیل	وسط	۱۵۵	اتوماتیک	۸۱/۷۴	۱/۸۶	۸۵/۰۲	۷۷/۹۴
مان	۳/۲۳	گاز	عقب	۱۰۲	اتوماتیک	۷۷/۶۲	۲/۲۸	۸۲/۱۱	۷۲/۸۲
شهاب	۱/۰۰	گازوئیل	عقب	۱۱۰	اتوماتیک	۷۵/۰۷	۱/۷۰	۷۹/۶۸	۷۲/۳۵

مدل سازی اثر پارامترهای نوع اتوبوس، عمر اتوبوس و مدت زمان کار رانندگان بر روی میزان مواجهه رانندگان با صدا به روش شبکه عصبی انجام گردید. در این مدل سازی حداقل لایه ها ۵ و حداکثر لایه ها ۵۰ در نظر گرفته شد. همانطور که نمودار ۱ نشان می دهد، بیشترین اهمیت در بین پارامترهای مورد بررسی مربوط به عمر اتوبوس ها می باشد و عمر اتوبوس بیشترین سهم در ایجاد صدا و مواجهه رانندگان با صدا را دارد. بعد از عمر اتوبوس نوع اتوبوس با ۲۴/۹ درصد و ساعت کاری با ۱۷/۹ درصد قرار دارند. مقدار ضریب همبستگی (**R**) برای مدل موجود ۰/۸۶۳ به دست آمد.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]



نمودار ۱- اهمیت هرکدام از پارامترهای نوع اتوبوس، عمر اتوبوس و مدت زمان کار رانندگان بر روی میزان مواجهه رانندگان با صدا

بحث

نتایج مطالعه نشان می دهد که عمر اتوبوس تاثیرگذارترین فاکتور در مواجهه رانندگان با صدا می باشد. منابع مواجهه رانندگان با صدا شامل صدای موتور، اتصالات موتور تا چرخ ها و صدای زمینه ای ترافیک و مسافران داخل اتوبوس می باشد. از دلایل مهم در زمینه افزایش میزان مواجهه رانندگان با افزایش عمر اتوبوس می توان به فرسودگی موتور و درنتیجه عدم کارائی درست و ایجاد سر و صدای زیاد، فرسودگی قطعات، ایجاد لقی در قطعات انتقال نیرو و غیره اشاره نمود که بر روی افزایش صدای موتور موثر می باشند. افزایش عمر اتوبوس علاوه بر افزایش صدای موتور می تواند باعث افزایش مواجهه راننده با صدای ترافیک نیز باشد. افزایش عمر اتوبوس باعث فرسودگی کابین اتوبوس شده و باعث افزایش انتقال صدای ترافیک به داخل کابین می گردد. افزایش عمر اتوبوس همچنین می تواند باعث لرزش بیشتر شیشه ها و اجزای لق داخل کابین از جمله نگهدارنده های شیشه و غیره گردد که می تواند در ایجاد صدا موثر باشند.

در مورد نوع اتوبوس بر اساس نتایج این مطالعه و مطالعات مشابه (۷-۵) مهمترین عامل جایگاه موتور می باشد به طوری که اگر موتور اتوبوس در وسط باشد مثل اتوبوس های ایکاروس، نسبت به اتوبوس هایی که موتورشان در عقب قرار گرفته است مثل اتوبوس های شهاب و مان، میزان نشر صدا به داخل اتوبوس بیشتر می باشد. در مورد علت افزایش میزان نشر صدا به داخل کابین در اتوبوس هایی که موتور در وسط قرار دارد (اتوبوس های ایکاروس)، نسبت به اتوبوس هایی که موتور در عقب قرار دارد (اتوبوس های مان و شهاب)، می توان به اثر انعکاس امواج صوتی از سطح خیابان به سمت کابین اشاره کرد. در اتوبوس هایی که موتور در قسمت عقب قرار دارد امواج

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

صوتی از قسمت پشت اتوبوس انتشار پیدا می کنند و در محیط پخش می گردد ولی در اتوبوس هایی که موتورشان در قسمت وسط قرار دارد، قسمت اعظم امواج صوتی به سمت پائین انتشار پیدا می کنند که به علت فاصله کم بین کف خیابان با سطح زیرین اتوبوس، بخشی از این امواج به سمت کابین منعکس می گردند که باعث افزایش میزان صدای منتشر شده به داخل کابین می گردد.

در اتوبوس های ایکاروس به علت اینکه موتور در قسمت وسط قرار دارد راه دسترسی به موتور جهت انجام تعمیرات کف کابین می باشد که در اکثر اتوبوس های مورد بررسی در این مطالعه بعد از انجام تعمیرات در اثر عدم عایق بندی مجدد، کف کابین تقریباً از بین رفته و باعث انتشار صدا به داخل کابین می گردد (۱۰ و ۱۱). در صورتی که در اتوبوس های مان و شهاب، موتور اتوبوس در قسمت پشتی اتوبوس قرار داشته و جهت تعمیرات در پشتی اتوبوس باز شده و تعمیرات انجام می گیرد و هیچ دستکاری در کف کابین اتوبوس رخ نمی دهد؛ بنابراین میزان مواجهه رانندگان اتوبوس های ایکاروس با صدا نسبت به رانندگان اتوبوس های مان و شهاب بیشتر است.

نتیجه گیری

در این مطالعه معلوم شد که مدت زمان کار کم ترین اهمیت را در میزان مواجهه رانندگان با صدا دارد که علت این اثر کم را می توان در دامنه تغییرات کم ساعات کاری رانندگان دانست که اکثر رانندگان بین ۸ تا ۹ ساعت کار می کنند و بنابراین اثر این پارامتر کمتر از پارامترهای نوع اتوبوس و عمر اتوبوس می باشد.

با توجه به نتایج مدل به دست آمده، تعیین عمر مفید اتوبوس ها از لحاظ تولید صدا و جایگزینی به موقع اتوبوس های فرسوده دارای اهمیت زیادی می باشد. همچنین در هنگام خرید اتوبوس توجه به شرایط اتوبوس از جمله محل قرارگیری موتور، نوع سوخت و شرایط آکوستیکی کابین اتوبوس از اهمیت به سزایی برخوردار می باشد.

یکی از پارامترهای تاثیرگذار بر صدای وسایل نقلیه سرعت وسیله نقلیه می باشد و با افزایش سرعت وسیله نقلیه میزان صدای ایجاد شده افزایش می یابد (۵). در این مطالعه به علت اینکه اتوبوس ها در داخل شهر و شرایط ترافیکی مشابه حرکت می کردند و تفاوت سرعت زیادی نداشتند بنابراین اثر سرعت تاثیر چندانی بر روی نتایج نمی گذاشت.

تشکر و قدردانی

از کلیه کارمندان واحد پیشگیری و درمان، واحد فنی، مدیران خطوط و کلیه رانندگان زحمتکش شرکت واحد اتوبوس رانی شهر تهران و کلیه دوستان خود که در زمینه اجرائی این پروژه تلاش های فراوانی نمودند تشکر و قدردانی به عمل می آید.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

منابع :

1- Khilman T. Noise pollution in cities, Curitiba and Go¨ teborg as examples. In: proceedings of the Seminar—Environmental Aspects of Urbanization-Seminar in Honor of Dr. Mostafa Kamal Tolba, Gothenburg, Sweden, 2004. In CD.

2- Guidotti T, Cottles M.Occupational health problems among transit workers. Public Health Review 1987.15, 29-44

3- Ewan's G.W, Carrere S. Traffic congestion, perceived control, and psycho physiological stress among urban bus drivers. Journal of Applied Psychology 1991.76 (5), 658–663.

4-Rydstedt L.W, Johansson G, Ewan's G.W. The human side of the road: improving the working conditions of urban bus drivers. Journal of Occupational Health Psychology 1998.3 (2), 161–171.

5-Zannin Pau.Occupational noise in urban buses. International Journal of Industrial Ergonomics, 2008.38(2), 232-237

6- Nassiri P, Monazam Esmaeelpour M, Rahimi Foroushani A, Ebrahimi HO, Salimi Y. Occupational noise exposure evaluation in drivers of bus transportation of Tehran City. Iranian Journal of Health and Environment. 2009 Sep 15;2(2):124-31.

7- Nassiri P, Ebrahimi H, Monazzam MR, Rahimi A, Shalkouhi PJ. Passenger noise and whole-body vibration exposure—a comparative field study of commercial buses. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control. 2014 Jun 1;33(2):207-20.

8- Bus company of Tehran and suburbs, Available from http://www.tehran.ir /Portals /56 /Document/History%20full-13870501-115350.pdf;2009.

9- ISO 5128, Acoustics- Measurement of Noise inside Motor Vehicles, 1980.

10- Portela, B.S. and Zannin, P.H.T., Analysis of Factors that Influence Noise Levels Inside Urban Buses, Journal of Scientific and Industrial Research, 2010, 69, 684–687.

11- Saman Hapuarachchi, D.C., Jayaratna, C.K. and Pannila, A.S., Noise Level Survey Inside the Inter Provincial Buses in Sri Lanka: Proceedings of the Technical Sessions, 2007, 23, 35–40.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

Modeling of Sound Exposure in Bus Drivers of Tehran Branch by Neural Network Method

Hossein Ebrahimi: Assistant professor, occupational health and safety engineering, faculty of public health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran. hossein.ebrahimi@yahoo.com

Parvin Nassiri: Assistant professor, occupational health and safety engineering, faculty of public health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran. parvin.nassiri@gmail.com

Iraj Alimohammadi: Associate professor, occupational health and safety engineering, faculty of public health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran. irajrastin1@gmail.com

Saied Mousavi: Assistant professor, occupational health and safety engineering, faculty of public health, Tabriz University of medical sciences, Tabriz, Iran. aytak2063@yahoo.com

Kamal ad din Abedi: Assistant professor, occupational health and safety engineering, faculty of public health, kurdistan University of medical sciences, sanandaj, Iran. kamal.abedi@gmail.com

***Fatemeh danesh:** Master of science, occupational health and safety engineering, faculty of public health, Iran University of medical sciences, Tehran, Iran (* Corresponding author) . Fatemehdanesh67@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: Many parameters effect on the noise exposure of bus drivers, which can be noted the bus type, where the engine, fuel type, age of buses and speed. The object of this study is the neural network modeling of noise exposure in Tehran bus transportation drivers.

Materials and Methods: Noise levels in 90 buses were sampled in three separate sub-sample including (1)30 Ikaroos buses (2)30 Man buses (3)30 Shahab buses, which were selected by simple random sampling. The results of the measurements and parameters of the bus type, age of buses and work duration of the bus drivers was modeled by neural network analysis.

Results: From the investigated parameters, the age of buses had the most importance (0.700) in the noise exposure of bus drivers. After the age of buses, the location of the engine (0.174) and work duration of the drivers (0.125), were importance in the noise exposure of bus drivers, respectively.

Conclusion: Results showed that the age and type of buses were effective factors in drivers' noise exposure levels, which was consistent with previous studies in this field.

Keywords: Noise, Modeling, Neural network, Bus drivers.

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]

[Downloaded from rsj.iums.ac.ir on 2025-04-05]