

## بررسی تجربی اثر سرعت گیرهای مختلف بر صدای منتشر شده از خودرو

محمد هدائی\*

**چکیده:** امروزه کاهش صدای منتشر شده از خودروها یکی از موارد مهم در طراحی خودروها است. گزارش‌های اخیر در ارتباط با صدای منتشر شده از خودروها بیان می‌کنند که این صدای منتشر شده در خیابان‌ها در نزدیکی سرعت گیرها به شدت افزایش می‌یابد. در این تحقیق اثر سرعت گیرهای خیابانی بر روی صدای منتشر شده از خودروها به روش تجربی بررسی شده است. آزمایش تجربی با استفاده از دو خودرو و دو نوع متفاوت سرعت گیر و دستگاه آنالیزور صدا انجام شده است. نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که سرعت گیرهای خیابانی می‌توانند صدای منتشر شده از خودروها را تا ۱۹ دسی بل افزایش دهند.

**واژه‌های کلیدی:** سرعت گیر، صدا، خودرو، تایر، جاده

### ۱. مقدمه

در دهه قبلی از ساخت و تولید خودروها، سازندگان و طراحان خودرو بیشتر بر روی کاهش سوخت خودرو و فرمان‌پذیری بهتر خودرو رقابت می‌کردند در حالی که امروزه بیشتر بحث طراحی خودرو معطوف به کاهش صدای منتشر شده از خودروها به داخل کابین و خارج آن است. در خیابان‌ها در نزدیکی تقاطع‌ها برای کاهش سرعت خودروها از سرعت گیرهای مختلفی استفاده می‌شود که این اجزا سبب افزایش صدای منتشر شده از خودرو به محیط اطراف می‌شود. برای خودروهای عبوری از روی این سرعت گیرها انتشار صدا از موتور و تایر سهم بیشتری از سایر منابع دیگر انتشار صدا از جمله بدنه و اگزوز دارند.

انتشار صدای ناشی از موتور خودرو به دو قسمت مکانیکی و احتراق آن مرتبط می‌باشد. انتشار صدای ناشی از احتراق به دلیل فشار زیاد داخل سیلندر که سبب ارتعاش سیلندر و در نتیجه سبب انتشار صدا می‌باشد [۱ و ۲] در حالی که انتشار صدای ناشی از قسمت‌های مکانیکی خود به دو قسمت اولیه و ثانویه تقسیم می‌شود. قسمت اولیه شامل درگیری چرخ دنده‌ها، چرخش شفت، و نیروی اعمال شده روی سیلندرها در نقاط مرگ بالا و مرگ پایین است. قسمت ثانویه شامل اگزوز، پمپ آب، و چرخ دنده‌های مجموعه ساعت هستند. اندازه‌گیری‌های انجام شده در نقاط مرگ بالا نشان می‌دهد که در آن وضعیت افزایش صدایی برابر ۶ دسی بل وجود دارد. همچنین نتایج به دست آمده از دو قسمت مکانیکی و احتراق نشان می‌دهد که انتشار صدا ناشی از قسمت اولیه بیشتر از قسمت ثانویه است. [۳ و ۴]

از دیگر منابع مهم انتشار صدا از خودرو می‌توان به انتشار صدای ناشی از تماس تایر با جاده و انتشار صدای ناشی از عبور هوا از داخل شیارهای تایر اشاره نمود. انتشار صدای ناشی از تایر به سبب ارتعاشات دیواره تایر است که در فرکانس ۵۰۰ هرتز اتفاق می‌افتد و انتشار صدای ناشی از عبور هوا از داخل شیارهای آج تایر در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز اتفاق می‌افتد. [۵] رایلندر (۲۰۰۰) اثرات ناهمواری‌های مختلف را روی انتشار صدا از خودرو بررسی نموده و بیان می‌کند که در سرعت‌های بالاتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت ناهمواری‌های جاده به شدت در انتشار صدا از خودرو مؤثر هستند. در حالی که در سرعت‌های کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت انتشار صدای ناشی از موتور بسیار محسوس است. [۶]

از طرف دیگر لیلنگ (۲۰۰۰) دریافت که انتشار صدا از خودروها از دو منبع مهم ناشی می‌شود در سرعت‌های پایین انتشار صدای ناشی از موتور که مربوط به درگیری چرخ دنده‌ها است و در سرعت‌های بالا ناشی از تماس تایر با جاده که به دلیل ارتعاشات تایر و عبور هوا از داخل آج تایر می‌باشد. [۷] لیلنگ همچنین نشان داد که اثر شتاب روی انتشار صدا از خودروها در سرعت‌های کم بی‌اثر است در حالی که اثر شتاب در سرعت‌های بالا بر انتشار صدای خودرو به نوع خودرو نیز بستگی دارد یعنی نوع خودرو پارامتر دیگری در تأثیر شتاب بر روی انتشار صدای خودرو در سرعت‌های بالا است به طوری که در سرعت‌های بالا در خودرو سواری اثر شتاب می‌تواند افزایش صدای برابر با ۵ دسی بل و در خودروهای تجاری اثر شتاب افزایش صدایی برابر با ۷ دسی بل به وجود آورد. [۸]

در این تحقیق اثر سرعت گیرها و تأثیر شکل هندسی شان روی انتشار صدای خودرو به شکل تجربی انجام می‌شود.

\* کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - خودرو، دانشگاه صنعتی شریف

آدرس پست الکترونیک: hodaei@saipacorp.com

در سرعت‌گیرهای دست‌انداز (بامپ) پهنا بین ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بین ۳۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر است در حالی که در سرعت‌گیرهای شبیه کوهان (هامپ) پهنا بین ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بین ۳۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر و همچنین در سرعت‌گیرهای شبیه بالشت (کوشن یا همان کوسن فارسی) پهنا بین ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر و ارتفاع بین ۷۵ تا ۱۲۰ میلی‌متر است. از لحاظ خسارات وارده بر خودرو از طرف این سه نوع مختلف سرعت‌گیر می‌توان گفت که سرعت‌گیرهای دست‌انداز با آنکه ارتفاع کمی دارد ولی بیشترین خسارات را بر سیستم تعلیق خودرو وارد می‌کند زیرا در سرعت‌گیرهای بالشتی به دلیل ارتفاع خیلی زیاد رانندگان در حین عبور از روی آن نهایت دقت را به کار می‌برند و سعی می‌کنند با سرعت کمی از روی آن عبور کنند و همچنین در نوع کوهانی با آنکه ارتفاعی برابر دست‌انداز دارد اما به دلیل پهنای زیادش، خودرو با شیب کمی نسبت به دست‌انداز از روی آن عبور می‌کند در نتیجه به سیستم تعلیق آسیب جدی وارد نمی‌شود اما در دست‌انداز به دلیل پهنای کم، خودرو با شیب بزرگتری در مقایسه با دست‌انداز مواجه شده که می‌تواند خطر ساز شود. [۱۰]

#### ۴. آزمایش تجربی

در آزمایش انجام شده برای تعیین انتشار صدای به دست آمده از خودرو در حین عبور از سرعت‌گیرها، یک جاده با قابلیت حرکت خودرو تا سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت انتخاب شده است. (شکل ۲) که بر اساس استاندارد EEC<sup>۴</sup> تا شعاع ۵۰ متری محل آزمایش هیچ شی منعکس کننده صدا وجود نداشته و سرعت جریان باد کمتر از ۵ کیلومتر بر ساعت و صدای زمینه کمتر از ۴۰ دسی بل و درجه حرارت محیط کمتر از ۳۵ درجه سانتیگراد است. برای آزمایش از دو نوع خودرو با شرایط جرم و قدرت و پهنای تایر به ترتیب ۱۲۲۰ کیلوگرم-۱۱۰ اسب بخار-۰/۱۸۵ متر و ۹۵۰ کیلوگرم-۹۰ اسب بخار-۰/۱۷۵ متر و دو نوع متفاوت سرعت‌گیر به ترتیب ارتفاع و پهنای ۰/۴-۰/۶ متر و ۰/۹-۰/۵۵ متر استفاده شده است.



شکل ۲. اندازه‌گیری انتشار صدا از خودرو مطابق استاندارد

برای اندازه‌گیری صدای منتشر شده از دستگاه B&K ۲۰۶۰ استفاده شده است که در حین تست مطابق استاندارد آن را در ارتفاع ۱/۲ متری

<sup>۱</sup> speed bump

<sup>۲</sup> speed hump

<sup>۳</sup> speed cushion

<sup>۴</sup> Economic Commission for Europe

#### ۲. پارامترهای مهم در انتشار صدا از تایر خودرو

بررسی‌ها نشان داده است که انتشار صدا از تایر خودرو را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

##### ۱-۲. پدیده رزنانس هوا

● رزنانس لوله‌ای هوا که به سبب موج‌های ایستای موجود در شیار آج تایر به وجود می‌آید که صدای انتشاری از آن‌ها دارای طول موجی دو برابر طول لوله، اگر لوله از دو طرف باز باشد، و چهار برابر طول لوله، اگر لوله از یک طرف باز باشد.

● پدیده رزنانس هلم‌هلتز: حجم هوای داخل شیار همانند یک فنر در حال رزنانس با جرم هوای موجود در گلوگاه عمل نموده که سبب انتشار صدا می‌شود.

● پمپ شدن هوا در حین چرخش تایر که در یک مرحله از حرکت تایر هوا بین آسفالت و شیار آج تایر حبس و کمپرس شده و در مرحله بعدی حرکت تایر هوا با فشار به محیط تزریق شده که همراه با صدا می‌باشد. این پدیده در مقایسه با دو پدیده قبل در انتشار صدا از تایر بسیار مهم‌تر می‌باشد.

##### ۲-۲. ارتعاشات بدنه تایر

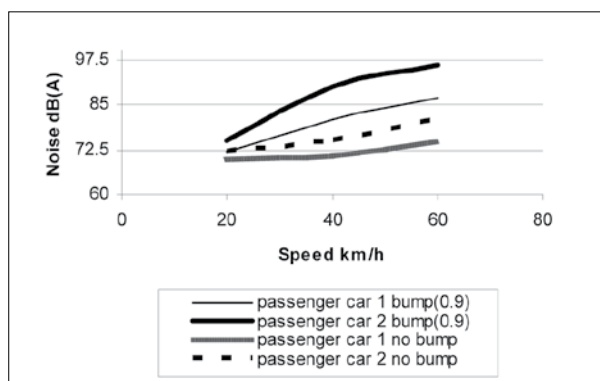
به دلیل برخورد بلوک‌های آج تایر با جاده، در این بلوک‌های آج می‌توان شاهد ارتعاشات شد که ارتعاشات این بلوک‌های آج تولید صدا می‌نماید در حقیقت مهم‌ترین منبع انتشار صدا از تایر به دلیل ارتعاشات آج‌های آن می‌باشد در حالی که ارتعاشات بدنه تایر و ساید اطراف آن نیز بی‌تاثیر نمی‌باشد.

#### ۳. انواع مختلف سرعت‌گیرها

از انواع مختلف سرعت‌گیرهای خیابانی می‌توان دست‌انداز<sup>۱</sup>، کوهانی یا قوزی<sup>۲</sup>، و بالشتی<sup>۳</sup> را نام برد. همه آن‌ها از مواد گوناگونی چون بتن، پلاستیک و آسفالت ساخته می‌شوند که در شکل ۱ انواع مختلف سرعت‌گیر را می‌توان ملاحظه نمود.

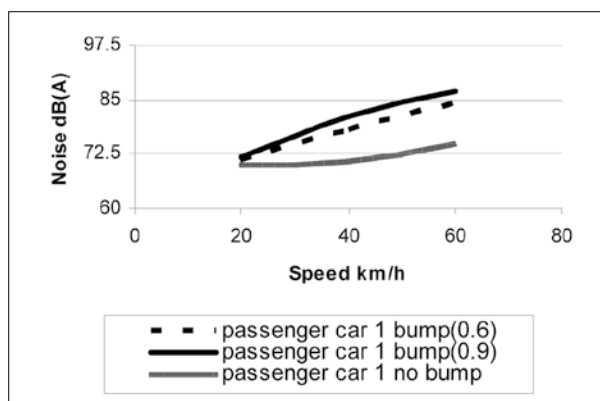


شکل ۱. سه نوع متفاوت سرعت‌گیر



شکل ۵. مقایسه انتشار صدا از خودروها در دو حالت با و بدون سرعت گیر (ارتفاع سرعت گیر ۰/۵۵ متر)

در شکل ۶ یک مقایسه بین سرعت گیرها و حالت بدون سرعت گیر انجام شده است که با توجه به شکل نمودار، اثر ارتفاع سرعت گیر را در انتشار صدا از خودرو می توان حس نمود.



شکل ۶. مقایسه انتشار صدا در حالت با و بدون سرعت گیر

### ۶. نتیجه گیری

در این تحقیق مطالعه تجربی اثر ناهمواری های جاده بر روی انتشار صدای از خودرو مورد بررسی قرار گرفته که نتایج حاصل از آن به شرح زیر است:

الف) سرعت گیرهای خیابانی می توانند سبب افزایش صدای منتشر شده از خودروها تا مقدار ۱۹ دسی بل در سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت شوند.

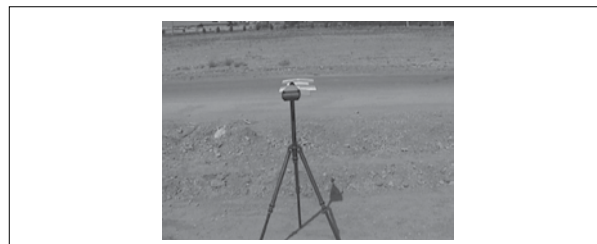
ب) ارتفاع سرعت گیرها در انتشار صدا از خودرو بسیار مهم است.

### منابع

[1] D. Anderton: Basic Origins of Automotive Engine Noise, Engine noise & Vibration Control (Course Notes), University of Southampton 1995.

[2] N.Lalor: Mechanical Noise, Engine Noise & Vibration Control (Course Noise), University of Southampton 1991.

بالتر از سطح زمین و در فاصله ۷/۵ متری از مرکز خودرو قرار گرفته است. (شکل ۳) در وضعیتی که خودرو در فاصله ۱۵ متر از سرعت گیر فاصله دارد دستگاه صدای منتشر شده را ضبط می نماید که در این حالت سرعت خودرو ثابت می باشد.

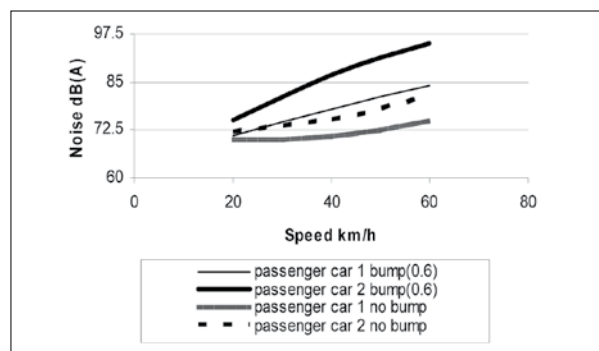


شکل ۳. دستگاه B&K ۲۰۶۰ برای اندازه گیری انتشار صدا

آزمایش برای سرعت های ۲۰ و ۴۰ و ۶۰ کیلومتر بر ساعت انجام شد که برای بالا بودن دقت، در هر سرعت آزمایش ۱۲ مرتبه انجام شده که میانگین این نتایج به عنوان نتیجه اصلی ضبط می شود. آزمایش عبور خودرو برای دو حالت بدون سرعت گیر و با سرعت گیر انجام شده و کلیه پارامترها در هر دو حالت آزمایش ثابت بوده و نتایج به دست آمده در این دو مرحله با هم مقایسه می شوند.

### ۵. نتایج تجربی

در شکل ۴ اثر سرعت گیر با ارتفاع ۰/۰۶ متر را بر صدای منتشر شده از خودرو را با حالتی که سرعت گیر وجود ندارد مقایسه می شود. نتایج بیان می کند که در سرعت ۲۰ کیلومتر بر ساعت با عبور از سرعت گیر و مقایسه با عبور از سطح صاف افزایش صدایی برابر با ۴ دسی بل و در سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت برابر با ۱۰ دسی بل و در ۶۰ کیلومتر بر ساعت ۱۴ دسی بل وجود دارد.



شکل ۴. مقایسه انتشار صدا از خودروها در دو حالت با و بدون سرعت گیر (ارتفاع سرعت گیر ۰/۰۶ متر)

در شکل ۵ اثر سرعت گیر با ارتفاع ۰/۵۵ متر را مورد بررسی قرار داده که در این حالت در سرعت ۲۰ کیلومتر بر ساعت افزایش صدایی برابر با ۴ دسی بل و در ۴۰ و ۶۰ کیلومتر بر ساعت به ترتیب افزایش صدایی برابر با ۱۴ و ۱۹ دسی بل وجود دارد.

- [3] M.F.Russell: Combustion Noise and its Control, Engine Noise & Vibration Control (Course Notes), University of Southampton 1995.
- [4] J.Dixon: Simulation Techniques, Engine Noise & Vibration Control (Course Notes), University of Southampton 1995.
- [5] Takayuki Koizumi, "An Analysis of Radiation Noise from Rolling Tire Vibration" JSAE Review, April 2003.
- [6] R. Rylander and M.Bjorkman, "Road Traffic Noise Influenced By Road Bumps" Jurnal of Sound and Vibration (2002) 250(1), 157-159.
- [7] Joel.LELONG. Vehicle Noise Emission: Evaluation of tTire/road-and Motor-Noise Contributions, Florida, USA (2000).
- [8] J. Lelong, R. Michelet, "Effect of Acceleration on Vehicle Noise Emission", Proc. OF FORUM Acoustica (Joint ASA/EAA Meeting), Berlin, Germany. (1999).
- [9] www.asphaltalliance.com R. Bernhard, Purdue University, R. Wayson, University of Central Florida, An Introduction to Tire/Pavement Noise of Asphalt Pavement.
- [10] Massimiliano Pau, Silvano Angius., "Do Speed Bumps Really Decrease Traffic speed? AN Italian Experience", Accident Analysis and Prevention 33 (2001), 585- 597.
- [11] A.Rastgoo, "Mathematic Equations on Speed Reducers" Magazine of the Iranian Society of Mechanical Engineers (ISME), Vol.12, No .33, Mar.2004.