



## برآورد و تحلیل هزینه ناشی از صدای ترافیکی وارد بر سلامتی ساکنین شهر تبریز

صدیقه عطر کار روشن<sup>۱</sup>، عمران احمدی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۱۸

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۳

## چکیده

**زمینه و هدف:** در اصطلاح علمی، آلودگی رایج‌ترین اثر ناشی از صدا بوده و صدای ناشی از ترافیک مهم‌ترین منبع ایجادکننده آلودگی هست که تأثیر زیادی بر سلامتی انسان دارد. آگاهی از هزینه‌های سلامتی ناشی از صدای ترافیکی می‌تواند کمک زیادی در تصمیم‌گیری‌های کلان برای اقدامات کنترلی جهت کاهش صدا داشته باشد؛ بنابراین، هدف از این مطالعه، تحلیل هزینه وارد بر سلامتی ساکنین شهر تبریز در اثر صدای ترافیکی هست.

**روش بررسی:** برای رسیدن به هدف فوق، در این تحقیق از روش قیمت‌گذاری مشروط که میزان تمایل به پرداخت (WTP) از رهیافت‌های اصلی آن است، استفاده گردید. برای این کار ابتدا میزان اثرات صدای روی انسان از جمله نارضایتی افراد نسبت به صدا، اذیت و آزار و دیگر اثرات ناشی از صدای ترافیکی از طریق پرسشنامه در سال ۱۳۹۰ در سطح شهر تبریز به دست آمد. در نهایت برای برآورد میزان هزینه از دو روش، یکی مستقیماً از روی رابطه‌ی بین WTP و آلودگی ناشی از صدا و دیگری با استفاده از رابطه‌ی بین آلودگی ناشی از صدا و  $L_{den}$  و آستانه‌های تعیین‌شده، استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق نشان داد که در اثر صدای ترافیکی، بیش از ۶۰ درصد افراد سطح آلودگی متوسط و متوسط به بالا را نشان می‌دهند. برای گروه‌های با آلودگی متوسط (۳۹ درصد افراد) مقدار  $L_{den}$  برابر ۶۷ دسی‌بل محاسبه شد که در نهایت مقدار هزینه ۶۵،۵۹۳،۱۲۵ یورو به دست آمد و همچنین برای گروه با سطح آلودگی زیاد مقدار  $L_{den}$  برابر ۷۱ دسی‌بل و مقدار هزینه برابر ۳۸،۵۱۳،۱۶۰ یورو به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** از آنجاکه بر اساس یافته‌های تحقیق، صدا ناشی از ترافیک شهر تبریز، هزینه‌های بسیار بزرگی را بر فرد و جامعه تحمیل می‌کند، توصیه می‌گردد، تدابیر پیشگیرانه و سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی اصلاح وضعیت موجود و جلوگیری از تحمیل هزینه به سلامت افراد و جامعه همراه با اقدامات کنترلی صورت گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** صدای ترافیکی، آلودگی صوتی، برآورد و تحلیل هزینه، WTP،  $L_{den}$ .

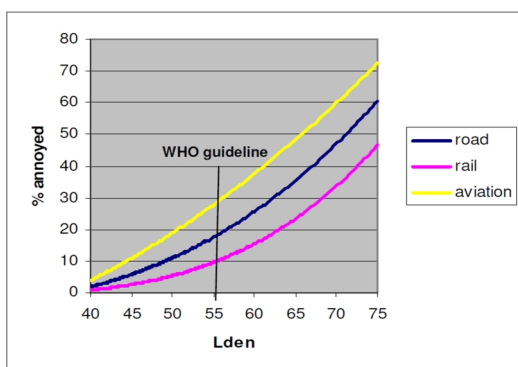
## مقدمه

آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی است که در ابعاد مختلف سلامتی انسان را به خطر می‌اندازد. در قرن حاضر این آلاینده از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی جوامع صنعتی و در سال‌های اخیر در کشورهای در حال توسعه بوده است. یکی از مشکلات عمده‌ی شهرهای بزرگ آلودگی صوتی هست. در مجموع علت بحرانی شدن آلودگی صوتی در شهرها می‌تواند عواملی چون نزدیکی مناطق مسکونی به معابر پررفت‌وآمد، وجود کارگاه‌ها و ساخت‌وسازها، عبور خطوط پروازی از بالای سطح شهر، عبور خطوط ریلی و بسیاری از عوامل دیگر باشد ولی اثر بقیه‌ی موارد در مقابل صدای ترافیکی از اهمیت کمتری برخوردار است، چراکه صدای ناشی از ترافیک مهم‌ترین منبع مهم

آلودگی صوتی هست [۱، ۲]. بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده آلودگی صوتی می‌تواند تأثیر زیادی بر سلامتی انسان داشته باشد. از جمله اثرات فیزیولوژیکی [۳] تأثیر بر خواب، اثرات روحی و روانی [۴]، اختلال در مکالمات، کاهش قدرت شنوایی، اثرات شود، از سوی دیگر کاهش قدرت یادگیری و تمرکز در حین انجام کار از دیگر اثرات مستقیم سروصدا هست [۵]. آلودگی می‌تواند به‌عنوان یک احساس عمومی از نارضایتی و یا واکنش نامطلوب به صدا تعریف شود که می‌تواند به‌صورت ترس، عدم اطمینان و خشم خفیف خود را نشان دهد [۱]. اطلاعات به‌دست‌آمده از مطالعات باعث ایجاد معادلاتی شده است که می‌تواند نسبت جمعیت تحت تأثیر سروصدا

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران. s.a.roshan@alzahra.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. o.ahmadi@modares.ac.ir



نمودار ۱- درصد افراد آزرده شده به عنوان تابعی از مواجهه‌ی با سروصدا محل‌های مسکونی (۱۰)

روش هدونیک سعی در ارزیابی عوامل زیست‌محیطی دارد که وجود آن‌ها به‌طور مستقیم بر برخی قیمت‌های بازاری خاص تأثیر می‌گذارد. روش قیمت‌گذاری هدونیک در واقع، بر مبنای این فرض است که از بین عوامل مختلف، کیفیت زیست‌محیطی محل، تعیین‌کننده قیمت آن است. در عمل، تاکنون متداول‌ترین کاربرد این روش در معاملات املاک بوده است [۱۴].

این روش از تغییرات مثلاً قیمت خانه در اثر وجود صدای محیط اطراف استفاده می‌کند. ولی قیمت خانه‌ها علاوه بر ویژگی‌های محیطی مانند صدا، می‌تواند به علت سائز، امکانات، یا مجاورت با مغازه هم متفاوت باشد. ارتباط بین صدای ترافیکی و قیمت خانه‌ها می‌تواند به‌صورت شاخص حساسیت استهلاک سروصدا (NDSI)<sup>۳</sup> که متوسط تغییر هزینه‌بر هر دسی‌بل را نشان می‌دهد، استفاده شود. بر اساس NDSI، یک مقدار پولی می‌تواند برای صدای ترافیکی تخمین زده شود [۱۵]. به‌علاوه صدا ممکن است با دیگر اثرات محیطی نیز مرتبط باشد (برای مثال آلودگی هوا) که خود ممکن است قیمت مسکن در یک نقطه را تحت تأثیر قرار دهد [۱۶].

ناشی از محیط را برآورد نماید. این کار با استفاده از منحنی دوز- پاسخ صورت گرفته است [۹-۶]. به این ترتیب می‌توان میزان آزدگی را از روی ترازهای مختلف صدای محیط پیش‌بینی کرد. منحنی دوز- پاسخ به همراه داده‌های نقشه‌های صوتی منطقه‌ای می‌تواند برای پیش‌بینی تعداد واقعی افراد در معرض صدا در یک جامعه، استفاده شود. بر اساس نمودار ۱، بر اساس حدود راهنمای تعیین‌شده توسط سازمان جهانی بهداشت، در سطح صدای ۵۵ دسی‌بل، تقریباً ۳۰ درصد از افراد مواجهه یافته با صدای هواپیما، آزرده می‌شوند، حدود ۲۰ درصد از افراد مواجهه یافته با صدای ترافیکی و ۱۰ درصد توسط صدای ناشی از خطوط ریلی آزرده می‌شوند [۱۰].

درجه‌ی آزدگی ایجادشده توسط سروصدای ترافیکی، در وهله‌ی اول به سطح تراز صدا بستگی دارد. هر چه سطح تراز صدا بالاتر باشد، افراد بیشتر آزرده می‌شوند [۱، ۱۱]. همچنین درجه‌ی آزدگی به ویژگی‌های صدا نیز وابسته هست [۱۲]. آزار و ناراحتی گزارش‌شده به علت صدای حمل‌ونقل بین حالت‌های مختلف حمل‌ونقل متفاوت هست. درصد آزدگی افراد در اثر تراز مختلف صدای شبانه‌روزی در حالت‌های مختلف حمل‌ونقل ترافیکی توسط کمسیون اروپایی در نمودار دو آورده شده است.

آزدگی به دلیل مواجهه با صدای ترافیکی و اثرات بر روی سلامتی می‌تواند به‌صورت اقتصادی بررسی شود. به‌طور کلی می‌توان از دو روش به‌عنوان روش‌های پذیرفته‌شده علمی برای ارزش‌گذاری صدای ترافیکی استفاده کرد که شامل:

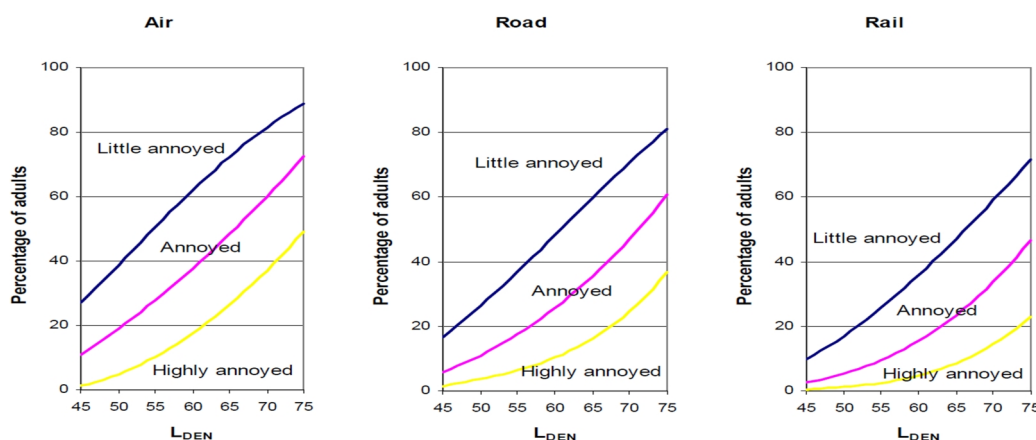
۱- روش قیمت‌گذاری هدونیک (HVM)<sup>۱</sup>

۲- روش قیمت‌گذاری مشروط (CVM)<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> Hedonic Valuation Method

<sup>۲</sup> Contingent Valuation Method (CVM)

<sup>۳</sup> Noise Depreciation Sensitivity Index



نمودار ۲- درصد افراد بزرگسال که برحسب احساس: «کمی آزرده‌اند»، «آزرده‌اند» و «بسیار آزرده‌اند» بر اساس تابعی از صدا (کمسیون اروپا، ۲۰۰۲) (۱۳)

بپردازد تا از وجود صدا در امان باشد. روش قیمت‌گذاری مشروط به صورت پرسش مستقیم از مردم هست. در این روش از افراد پرسیده می‌شود که آن‌ها چقدر حاضرند هزینه پرداخت کنند تا مثلاً از اثرات سلامتی صدا در امان باشند. یکی از مزایای استفاده از روش ارزیابی مشروط برای تخمین هزینه ناشی از صدا، این است که مقادیر مستقیماً اندازه‌گیری می‌شود و بر اساس تصمیمات مدل‌سازی شده نیست [۱۶]. از این رو این امکان به خوبی وجود خواهد داشت تا اثر صدا را از دیگر اثرات محیطی جدا کرد.

افراد مختلفی که در مواجهه با یک نوع سروصدا هستند، به طور یکسان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند. حساسیت افراد نسبت به سروصدا به طور وسیع متفاوت بوده و افراد زمانی که در خانه و یا در بیرون از خانه تحت تأثیر صدا هستند، حساسیت یکسانی را نسبت به آلودگی از خود نشان نمی‌دهند [۲]. آزرده‌گی افراد به دلیل تداخل با زمان استراحت، خواب، تداخل با مکالمات، تداخل در شنیدن صدای تلویزیون و رادیو نسبت به مواقع دیگر بیشتر می‌باشند؛ بنابراین برآورد هزینه با استفاده از پرسش مستقیم میزان آزرده‌گی از خود افراد و برآورد WTP بر اساس میزان آزرده‌گی افراد می‌تواند

در مواردی که بازاری برای کالاها یا خدمات زیست‌محیطی وجود ندارد، یا این بازارها به خوبی گسترش نیافته است، یا در مواردی که هیچ نوع بازارهای جایگزین برای این کالاها و خدمات وجود ندارد، ممکن است ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، با استفاده از تکنیک‌های بازار امکان‌پذیر نباشد. یک روش عملی در چنین موقعیت‌هایی استفاده از روش‌های ارزیابی مشروط است. روش ارزیابی مشروط، بر اساس دو رهیافت اصلی آن یعنی «میزان تمایل به پرداخت (WTP)» و «میزان تمایل به دریافت» است. به بیان دیگر، روش ارزش‌گذاری مشروط میزان تمایل به پرداخت یا میزان تمایل به دریافت برای تغییرات به وجود آمده در کالا و خدمات زیست‌محیطی را مستقیماً از طریق پرسش از مردم ارزش‌گذاری می‌کند به عنوان مثال از آن‌ها سؤال می‌شود که شما حاضرید چه مبلغی برای بهبود کیفیت هوا به میزان X درصد بپردازید. این مبلغ در اقتصاد تمایل به پرداخت نامیده می‌شود [۱۴]. به عبارت دیگر میزان تمایل به پرداخت هزینه‌ای است که به منظور اجتناب از آزرده‌گی ناشی از صدای ترافیکی پرداخته می‌شود؛ یعنی مقدار هزینه‌ای که شخص حاضر است

4. Willingness to pay

باشد، بنابراین هدف از این مطالعه تحلیل هزینه وارد بر سلامتی ساکنین شهر تبریز ناشی از صدای ترافیکی با استفاده از مطالعه‌ی میزان آزدردگی افراد در اثر صدای ترافیکی و برآورد میزان تراز مواجهه‌ی شبانه‌روزی صدا از طریق سطوح مختلف آزدردگی افراد، بود.

### روش بررسی

جامعه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، همه‌ی ساکنین شهر تبریز بود که در مجموع ۳۰۰ نمونه از نقاط مختلف شهر تبریز جمع‌آوری گردید. نمونه شامل یک نفر از اعضای هر خانواده بود که دارای سن بین ۱۸ تا ۸۰ سال بوده و حداقل به مدت یک سال در آن منطقه اقامت داشتند. معیارهای خروج شامل افراد زیر ۱۸ سال و بالای ۸۰ سال و افرادی که کمتر از یک سال در یک محل زندگی می‌کردند و همچنین مناطق بدون صدای ترافیکی، بود. برای جمع‌آوری میزان اثرات صدای روی افراد از پرسشنامه استفاده گردید. پرسشنامه مذکور شامل دو بخش بود. بخش اول مربوط به اطلاعات افراد و محل سکونت آن‌ها و همچنین تعیین میزان آزدردگی افراد و میزان اختلال صدا در عملکرد و امور روزمره افراد بود. بخش دوم پرسشنامه از اثرات جسمی و روانی سروصدا مانند اختلال در خواب، افسردگی، سردرد و غیره تشکیل شده بود. اعتبار علمی محتوای پرسشنامه توسط پانل خبرگان شامل سه نفر متخصص در زمینه‌ی بهداشت حرفه‌ای و ارگونومی بررسی و تأیید گردید. پایایی پرسشنامه نیز بر اساس یک مطالعه مقدماتی شامل ۳۰ نفر با روش همسانی درونی و محاسبه آلفای کرون باخ بررسی شد. مقدار آلفای کرون باخ برابر ۰/۷۵ به دست آمد. در ابزار پرسشنامه‌ای، تعداد نمونه مضرب حداقل ۵ از تعداد سؤالات پرسشنامه هست. با توجه به ۴۱ سؤال بودن پرسشنامه در نهایت ۳۰۰ نمونه جمع‌آوری گردید. نمونه از

اطلاعات دقیقی از میزان هزینه‌ی ناشی از صدای ترافیکی به ما بدهد. از طرف دیگر چون تنها اثر آزدردگی صدای ترافیک جاده‌ای از افراد پرسیده می‌شود، اثر مخدوش‌کنندگی ناشی از صدای هواپیما و صدای ریلی حذف می‌گردد و برخلاف روش هدونیک که آلودگی هوا و دیگر پارامترها مانند صدای ناشی از هواپیما و سایر صداها می‌تواند بر روی قیمت خانه‌ها تأثیر بگذارد، روش قیمت‌گذاری مشروط با داده‌های ذهنی خیلی دقیق‌تر باشد.

مقدار WTP زیادی از سوی مطالعات مختلف اعلام شده است. بر اساس تحقیق Navrud، گروه کاری بهداشت، در حوزه‌ی اجتماعی-اقتصادی توصیه می‌کند که برای حمل‌ونقل جاده‌ای ۲۵ دلار بر دسی‌بل ( $L_{den}$ ) برای هر خانوار در سال در نظر گرفته شود [۱۷]. در سال ۲۰۰۶ روش ارزیابی مشروط برای تخمین مقدار WTP برای پنج سطح آزدردگی ارائه شد [۱۸]. که بر این اساس میانگین WTP برای هر شخص در سال برای حذف آزدردگی صدای جاده‌ای در ۵ سطح متوسط آزدردگی برای ۶ کشور اروپایی به ترتیب برای سطح آزدردگی ندارد، آزدردگی کم، آزدردگی متوسط، آزدردگی زیاد و آزدردگی خیلی زیاد به ترتیب ۸/۱۲، ۳۷/۰۸، ۸۴/۹۳، ۸۴/۳۰، ۸۰/۵۱ یورو هست (یورو ۲۰۰۵) [۱۶] کمیسیون اروپا نیز، ۱۰ یورو به ازای یک دسی‌بل بر هر شخص در سال پیشنهاد کرده است (۲۰۰۴). WTP برای سطوح مختلف آزدردگی محاسبه شده است و نیاز برای بسیاری از روابط سخت و فرض غیرواقعی برای محاسبه‌ی حذف می‌شود. از آنجاکه آگاهی از هزینه‌های سلامتی ناشی از صدای ترافیکی می‌تواند کمک زیادی در تصمیم‌گیری‌های کلان برای اقدامات کنترلی و توجیه هزینه‌های صرف شده برای آن داشته

<sup>5</sup>. Level day-evening-night

جدول ۱- میزان آزرده‌گی افراد مطالعه شده از صدای ترافیکی

| سطح آزرده‌گی | فراوانی | درصد |
|--------------|---------|------|
| ندارد        | ۴۵      | ۱۵   |
| کم           | ۶۶      | ۲۲   |
| متوسط        | ۱۱۷     | ۳۹   |
| زیاد         | ۵۳      | ۱۷/۷ |
| خیلی زیاد    | ۱۹      | ۶/۳  |

استفاده شد؛ که برای این کار از پاسخ افراد نسبت به آزرده‌گی ناشی از صدای ترافیکی، میانگین صدای  $L_{den}$  برای گروه‌های با سطوح مختلف آزرده‌گی بر اساس نمودار ۱ و ۲ محاسبه گردید.

۴- برآورد هزینه: برای برآورد هزینه از فرمول زیر استفاده گردید که از مقدار توصیه‌شده کمیسیون اروپا یعنی ۱۰ یورو به ازای هر دسی‌بل بر هر فرد در سال استفاده گردید.

هزینه صدا =  $\sum 10 * *$  تعداد افراد مواجهه با تراز شبانه‌روزی مشخص صدا (مقدار آستانه - متوسط سطح تراز شبانه) [۲۰].

عدد ۱۰، مقدار توصیه‌شده گروه اروپا به ازای یورو برای هر شخص در سال هست (یورو به ارزش سال ۲۰۰۴). بر اساس بانک مرکزی اروپا میزان کاهش ارزش پول یورو ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۲ حدود ۱۲،۵ درصد هست. در فرمول بجای ۱۰ مقدار ۱۱،۲۵ قرار داده شد [۲۱].

**روش دوم:** در این روش از میانگین WTP برای هر شخص در سال که برای حذف آزرده‌گی صدای ریلی/جاده‌ای در ۵ سطح متوسط آزرده‌گی ارائه شده است، استفاده گردید (جدول ۱). نتایج حاصل از این روش با نتایج روش اول مقایسه گردید.

### یافته‌ها

بر اساس جدول سه، ۳۹ درصد افراد به‌صورت متوسط در اثر صدا دچار آزرده‌گی شده‌اند. فقط ۱۵ درصد افراد از صدا آزرده نیستند. بر اساس

ساکنین نزدیک میدان‌ها، چهارراه‌ها و اتوبان‌های شلوغ و افرادی که بافاصله مختلف از این مکان‌ها قرار داشتند، به‌صورت تصادفی جمع‌آوری گردید. بعد از به دست آوردن میزان آزرده‌گی افراد در اثر صدای ترافیکی از طریق نتایج پرسشنامه، مقدار هزینه محاسبه گردید. برای محاسبه هزینه از روش استفاده گردید. در روش اول ابتدا  $L_{den}$  از روی میزان آزرده‌گی افراد محاسبه شد سپس بر اساس آستانه‌ی تعیین‌شده مقدار هزینه محاسبه گردید و در روش دوم برای به دست آوردن هزینه، تعداد افراد با سطح آزرده‌گی‌های مشخص مستقیماً در WTP به ازای شخص در سال ضرب گردید. سپس نتایج با روش اول مورد مقایسه قرار گرفت.

**روش اول:** در این روش برای محاسبه هزینه، چهار مرحله به‌صورت زیر انجام شد:

۱- تعریف مقدار آستانه (مقداری است که مقادیر پایین‌تر از آن اذیت قابل‌توجهی ندارند): بر اساس توصیه‌های سازمان جهانی بهداشت و کمیسیون اروپا و سایر مطالعات مقدار آستانه برای صدای جاده‌ای، ریلی و هوایی به ترتیب، ۵۵، ۶۰ و ۵۵ دسی‌بل در نظر گرفته شد [۱۰، ۱۳].

۲- تعیین تعداد افرادی که در مواجهه با یک سطح مشخصی از صدا ( $L_{den}$ ) قرار دارند.

برای این کار تعداد کل جمعیت شهر تبریز بر اساس سالنامه‌ی آماری شهرداری تبریز سال ۱۳۹۰ به دست آمد و برای دسته‌بندی افراد در گروه‌های با مواجهه‌ی مشخص صدا ( $L_{den}$ )، از تعمیم نتایج میزان آزرده‌گی افراد از صدای نمونه به کل جامعه استفاده گردید. برای این کار درصد پاسخ افراد (بدون آزرده‌گی، کمی آزرده، متوسط آزرده، آزرده، آزرده‌گی زیاد) به کل جامعه تعمیم داده شد.

۳- به دست آوردن  $L_{den}$ : برای تعیین  $L_{den}$  از دستورالعمل ارائه‌شده توسط WHO و گروه اروپا

عدد کمتر از مقدار آستانه هست، بر اساس فرمول برآورد هزینه، هزینه ناشی از صدا برای این گروه برابر صفر می‌گردد. برای گروه‌های با آزدگی متوسط مقدار  $L_{den}$  برابر ۶۷ دسی‌بل و مقدار هزینه ۶۵،۵۹۳،۱۲۵ یورو هست. برای گروه با سطح آزدگی زیاد مقدار  $L_{den}$  برابر ۷۱ دسی‌بل و مقدار هزینه برابر ۳۸،۵۱۳،۱۶۰ یورو هست. در مجموع میزان کل هزینه‌ی برآورد شده ۱۰۴۱۰۶۲۸۵ یورو هست. نتایج محاسبه هزینه‌بر اساس روش دوم در جدول ۵ آمده است. این روش که از میانگین WTP برای هر شخص در سال برای حذف آزدگی صدای ریلی/جاده ای در ۵ سطح آزدگی استفاده می‌کند توسط HEATCO در سال ۲۰۰۶ برای ۶ کشور اروپایی ارائه گردید. بر اساس این نتایج، کل هزینه برآورد شده برابر ۱۰۴۲۹۰۵۰۷ یورو هست.

### بحث و نتیجه‌گیری

صدای ناشی از ترافیک هزینه‌های زیادی را به‌صورت غیرمستقیم بر سلامتی افراد وارد می‌کند. مقدار هزینه‌های محاسبه‌شده به علت تفاوت در مقادیر ورودی آن‌ها از جمله اثرات آستانه انتخاب‌شده و روشی که برای محاسبه‌ی هزینه‌ی بکار می‌رود، می‌تواند متفاوت باشد، ولی به دلیل زیاد بودن هزینه‌ی ناشی از صدای ترافیکی بر روی افراد، تفاوت در ورودی‌ها در

جدول ۲- توزیع فراوانی سطوح مختلف آزدگی افراد جامعه از صدای

| سطح آزدگی | فراوانی | درصد |
|-----------|---------|------|
| ندارند    | ۲۲۴۲۴۹  | ۱۵   |
| کم        | ۳۲۸۸۹۹  | ۲۲   |
| متوسط     | ۵۸۳۰۵۰  | ۳۹   |
| زیاد      | ۲۶۴۶۱۴  | ۱۷/۷ |
| خیلی زیاد | ۹۴۱۸۵   | ۶/۳  |

جدول ۳- تراز صدای شبانه‌روزی برای افراد با آزدگی‌های متفاوت

| آزدگی | فراوانی | $L_{den}$ (dB) |
|-------|---------|----------------|
| کم    | ۳۲۸۸۹۹  | ۵۰             |
| متوسط | ۵۸۳۰۵۰  | ۶۶             |
| زیاد  | ۲۰۱۳۷۶  | ۷۱             |

سالنامه شهرداری تبریز، جمعیت این شهر در سال ۹۱ برابر ۱۴۹۴۹۹۸ نفر هست. به این ترتیب میزان آزدگی افراد مواجهه یافته با صدا در کل شهر بر اساس جدول ۲ هست. نتایج میزان  $L_{den}$  (dB) محاسبه‌شده بر اساس دستورالعمل WHO و کمیسیون اروپا (نمودار ۱ و ۲) برای گروه‌های با سطح آزدگی مشخص در جدول ۳ ارائه‌شده است. نتایج مربوط به هزینه‌های ناشی از صدای ترافیکی برای گروه‌ها با سطوح مختلف مواجهه در جدول ۴ ارائه‌شده است. بر اساس این نتایج که از روی نمودار دو ارائه‌شده توسط کمیسیون اروپا محاسبه گردید. افراد با سطوح آزدگی کم، دارای  $L_{den}$  برابر ۵۰ دسی‌بل می‌باشند، چون این

جدول ۴- هزینه‌ی ناشی از صدای ترافیکی برای گروه‌های با سطوح مختلف تراز صدای شبانه‌روزی ( $L_{den}$ ) به‌دست‌آمده از روش اول

| گروه‌های مختلف آزدگی | $L_{den}$ (dB) | آستانه | فرمول                             | هزینه (یورو) | جمع هزینه‌ها (یورو) |
|----------------------|----------------|--------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| کم                   | ۵۰             | ۵۵     | $11.25 * \sum_{i=50}^{55} 553149$ | ۰            | ۱۰۴۱۰۶۲۸۵           |
| متوسط                | ۶۶             | ۵۵     | $11.25 * \sum_{i=65}^{66} 583050$ | ۶۵،۵۹۳،۱۲۵   |                     |
| زیاد                 | ۷۱             | ۵۵     | $11.25 * \sum_{i=72}^{71} 201376$ | ۳۸،۵۱۳،۱۶۰   |                     |

جدول ۵- هزینه‌ی ناشی از صدای ترافیکی برای گروه‌های با سطوح مختلف تراز صدای شبانه‌روزی ( $L_{den}$ ) به‌دست‌آمده از روش دوم

| سطح آلودگی       | فراوانی افراد | WTP برای شخص در سال (یورو ۲۰۱۲) | هزینه (یورو) | جمع هزینه‌ها (یورو) |
|------------------|---------------|---------------------------------|--------------|---------------------|
| آلودگی ندارد     | ۲۲۴۲۴۹        | ۹                               | ۲۰۱۸۲۴۱      |                     |
| آلودگی کم        | ۳۲۸۸۹۹        | ۴۰/۵                            | ۱۳۳۲۰۴۰۹     |                     |
| آلودگی متوسط     | ۵۸۳۰۵۰        | ۹۵                              | ۵۵۳۸۹۷۵۰     | ۱۰۴۲۹۰۵۰۷           |
| آلودگی زیاد      | ۲۶۴۶۱۴        | ۹۴/۸                            | ۲۵۰۸۵۴۶۸,۴   |                     |
| آلودگی خیلی زیاد | ۹۴۱۸۵         | ۹۰                              | ۸۴۷۶۶۳۸,۶    |                     |

محاسبه‌شده برای شهر تبریز در یک سال برابر ۱۰۴۱۰۶۲۸۵ یورو است. این مقدار هزینه در مقابل هزینه‌هایی که برای کاهش صدای ترافیکی از جمله استفاده از پنجره دوجداره، افزایش فضای سبز، وجود ایستگاه‌های مخصوص تاکسی‌ها و حتی استفاده از دیوارهای صوتی در کنار مناطق مسکونی نزدیک به اتوبان‌ها و بزرگ‌راه‌ها داشته باشد و می‌تواند توجیهی برای هزینه‌های اقدامات کنترلی باشد.

بنابراین صدای ناشی از ترافیک هر ساله هزینه‌های زیادی را بدون اینکه قابل لمس باشد، بر سلامت مردم وارد می‌کند. از آنجاکه اطلاع از میزان هزینه‌های سلامتی ناشی از صدای ترافیکی می‌تواند کمک زیادی در تصمیم‌گیری‌های کلان برای اقدامات کنترلی و توجیه هزینه‌های مصرف‌شده برای اقدامات کنترلی داشته باشد، این مطالعه برای تحقق هدف فوق در شهر تبریز صورت گرفته است. از این رو به‌شدت توصیه می‌گردد هزینه‌های خارجی ناشی از صدا در مطالعات مختلف محاسبه شده تا در تصمیم‌گیری‌ها به‌ویژه برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری و انجام اقدامات کنترلی گنجانده شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش اثرات سوء ناشی از آلودگی صدا در بلندمدت، مدیران شهری به طراحی یک سیستم جامع ترافیکی، ارتقای هر چه بیشتر سیستم حمل‌ونقل عمومی شهری، قرار دادن موانع صوتی، وضع قیمت‌های بالای پارکینگ در مناطق مرکزی شهرهای بزرگ نظیر تبریز، متمرکز نمودن مراکز

مقدار هزینه‌ی به‌دست‌آمده زیاد تفاوت ایجاد نمی‌کند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که اثرات سلامت و بهداشتی که قابل کمی شدن هستند، اهمیتی کمتری در مقایسه با هزینه‌ی میزان تمایل به پرداخت مردم برای کاهش آلودگی دارد [۱۸]. بنابراین در نظر نگرفتن هزینه‌های قابل کمی شدن، اثر بزرگی بر روی نتیجه نهایی به‌دست‌آمده از طریق روش میزان تمایل به پرداخت مردم، ندارد. در این مطالعه مقدار هزینه‌ی به‌دست‌آمده از طریق دوز - پاسخ با مقدار به‌دست‌آمده از روش پیشنهادی کمیسیون اروپا تقریباً برابر است. بر اساس نتایج، ۵۲/۵ درصد افراد با  $L_{den}$  بیش از ۵۵ دسی‌بل مواجهه دارند، در مطالعه‌ای که در ۶ کشور اروپایی صورت گرفت ۴۴ درصد از مردم با صدای ترافیکی بیش از ۵۵ دسی‌بل مواجهه داشتند. در مطالعه‌ای که در هلند صورت گرفت مشخص گردید که هزینه‌ی سلامتی ناشی از صدای ترافیکی نصف هزینه‌ی ناشی از تصادفات جاده‌ای هست و بر اساس شاخص دالی از فاصله‌ی زمانی سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۰ نشان داد شد که این شاخص برای صدا در حال افزایش و برای حوادث در حال کاهش هست و در سال ۲۰۲۰ برابر خواهند بود [۲۲]. مطالعه‌ای که در آلمان با روش دوز پاسخ با آستانه‌ی ۵۵ دسی‌بل صورت گرفت، ۳۱ میلیون نفر با صدای بالای ۵۵ دسی‌بل مواجهه داشتند که هزینه‌ی ناشی از صدا ۲/۵ میلیارد یورو برای یک سال به دست آمد. این مطالعه‌ی نیز نشان داد که میزان کل هزینه‌ی

9. Miedema HM, Vos H. Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. The Journal of the Acoustical Society of America. 2004;116(1):334-43.

10. Miedema HME, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals,. In: Environmental Health Perspectives. 2001;109(4):409-16.

11. Larsen E. Traffic noise annoyance: A survey, in: Aarhus, Odense & Randers Lyngby: Danish Transport Review Institute. 2002.

12. Commission LH. Noise & Health: Making the link London: London Health Commission. 2003.

13. Commission E. Highlights of the workshop on the 'State-of-the-art in noise valuation' (held on 14 december 2001). European Commission DG Environment, 2002.

14. atcarroshn S. Economic Evaluation of Environmental Impacts. 1, editor. Tehran: Isatis Fadak Publications; 2012.

15. Navrud S. The state-of-the-art on economic valuation of noise. final report to European Commission DG Environment. 2002.

16. Bjorner TB, Lundhede T, Kronbak J. Valuation of Noise Reduction: Comparing results from hedonic pricing and contingent valuation. Copenhagen: AKF Forlaget. 2003.

17. HSEA W. Valuation of noise: Position Paper.Brussels: Working Group on Health and Socio-Economic Aspects. 2003.

18. Bickel P. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO). Stuttgart: IER, University of Stuttgart. 2006.

19. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for community noise. Guidelines for community noise: OMS; 1999.

20. van Essen H, Boon B, den Boer L, Faber J, van den Bossche M, Vervoort K, et al. Marginal costs of Infrastructure use-towards a simplified approach. Delft; 2003.

21. Froggatt P. The influence of age upon the accident experience of bus drivers. Ann occup Hyg, 5, 53. 1962.

22. A.B. Knol BAMS. Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980 - 2020. Bilthoven, RIVM, 2005.

تجاری در خارج از شهرهای بزرگ نظیر تبریز همت گمارند.

محدودیت طرح: محدودیت طرح را می توان به استفاده کردن از میزان تمایل به پرداخت کشورهای اروپایی به کشور ایران دانست که می تواند با توجه به تفاوت در ارزش های پولی، تفاوت تعریف مردم از آزدگی یا سایر پارامترها، این مقدار برای کشورهای مختلف متفاوت باشد که پیشنهاد می گردد در مطالعات آینده تمایل به پرداخت مردم در اثر صدای ترافیکی مطالعه گردد.

## منابع

1. Kempen V. van Kamp Selection and evaluation of exposure-effectrelationships for health impact assessment in the field of noise and health Bilthoven RIVM. 2005.

2. Niemann. Maschke WHO LARES Final Report: Noise effects and morbidity Berlin2004.

3. Katrin R. Local Environmental Quality and Life-Satisfaction in Germany',Research Unit Sustainability and Global Change. In: Hamburg University and Centre for Marine and Atmospheric Science H, Germany. editor. 2006.

4. So YLF. Expectations of employees toward the workplace and environmental satisfaction',Graduate School of Human Environmental Sciences. In: Yonsei University S, Korea editor. 2006.

5. Jenny S. Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Myocardial Infarction.,a,b Go`sta Bluhm,a,c Mats Rosenlund,a,c Magnus Lindqvist,dGun Nise,c and Go`ran Pershagena,c. 2009.

6. European Commission. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg. 2002.

7. European Commission. Position paper on dose-effect relationships for night time noise. Netherlands. 2004.

8. Berry B, Flindell I. Estimating dose-response relationships between noise exposure and human health impacts in the UK. United Kingdom. 2009.

## Estimate and analysis of traffic noise costs on the health of residents in Tabriz

S. Atrkar Roshan<sup>1</sup>, O. Ahmadi<sup>2</sup>

Received: 2015/01/13

Revised: 2015/06/08

Accepted: 2015/10/10

### Abstract

**Background and aims:** Based on various studies, the noise can have a significant effect on human health. Annoyance is the most common bad effect that may be caused by the noise and traffic is the most important source that may cause annoyance. Awareness of costs of traffic noise has various advantages in decision making and on control measures to reduce the traffic noise. Therefore, the purpose of this study is to analyze the costs of traffic noise on the residents' health in city of Tabriz in 2011.

**Methods:** Contingent valuation method (CVM) was used to obtain willingness to pay (WTP). First, the effects of noise on people, including individual dissatisfaction to noise, harassment and other effects of traffic noise was obtained using a questionnaire. Two methods were then applied to obtain the costs of noise effect on human health. One, directly from investigation of the relationship between WTP and annoyance caused by noise, and the other one, by investigating the relationship between annoyance and Level day-evening-night (Lden). The results were then compared with the determined thresholds.

**Results:** The results showed that 60% of individuals show medium and medium to high levels of annoyance. For groups with moderate annoyance (39% of cases) the amount of Lden was 67 dB with 65,593,125€, for groups with high level annoyance, Lden was 71 dB with the cost of 38,513,160 €.

**Conclusion:** Since the burden of the costs' of noise placed on the people of Tabriz are so heavy, control measures are suggested for policy makers that may yield worthy results in the long term.

**Keywords:** Traffic Noise, Noise Annoyance, Estimate and Analysis of Cost, WTP, Lden.

1. (Corresponding author) Faculty of Social and Economic Studies, University of Alzahra, Tehran, Iran.  
s.a.roshan@alzahra.ac.ir

2. MSc of Occupational Health, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.