



جمهوری اسلامی ایران

راهنمای طراحی آکوستیکی فضاهای آموزشی

نشریه شماره ۳۴۳

وزارت مسکن و شهرسازی
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
<http://www.bhrc.ac.ir>

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
<http://tec.mporg.ir>



:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه، طراحی و اجرای طرحهای تملک‌دارایی سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها و ارتقای کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) از اهمیت ویژه برخوردار است. از این‌رو نظام فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح را مورد تأکید قرار داده است.

بنابر مفاد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرحهای عمرانی می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرحهای عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقات دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش ساختمان و مسکن، ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد.

در سال ۱۳۸۳، به منظور هدایت، راهبری و برنامه‌ریزی امور مرتبط با تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش ساختمان و مسکن، کمیته راهبری متشکل از نمایندگان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور عمران شهری و روستایی و دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) و مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تشکیل گردید. این کمیته با تشکیل جلسات منظم نسبت به هدایت و راهبری پروژه‌های جدید و جاری، در مراحل مختلف تعریف و تصویب پروژه‌ها، انجام، نظارت و آماده‌سازی نهایی و ابلاغ آنها، اقدامهای لازم را انجام داده است. یکی از پروژه‌های حاصل از این فرآیند نشریه حاضر می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین اهداف در طراحی ساختمان‌های آموزشی تأمین آسایش صوتی در فضاهای بیرون و داخل ساختمان است. برای دستیابی به طراحی بهینه آکوستیکی برای این‌گونه ساختمان‌ها، همکاری مشاور آکوستیکی با طراحان و مهندسين ساختمانی امری ضروری است. این نشریه راهنمای قدم به قدم برای طراحی آکوستیکی در ساختمان‌های آموزشی است که از بررسی محوطه و کاربری زمین تا جزئیات اجزای ساختمانی و انتخاب مصالح را در بر می‌گیرد. علاوه بر آن مقادیر مورد نیاز طراحی شامل: تراز صدا، زمان واخش، صدابندی هوابرد جدارها و صدابندی کوبه‌ای سقف، برای ساختمان‌های آموزشی ارائه شده است.

در پایان از تلاش و جدیت مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و کارشناسان مشروح زیر که در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته و زحمات فراوانی کشیده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

دکتر حمید باقری	مهندس میرمحمود ظفری
دکتر طیبه پرهیزکار	مهندس محمدرضا ماجدی
مهندس بهناز پورسید	مهندس مینا مکانیک
مهندس علی تبار	دکتر خسرو مولانا
مهندس شاهرخ رامزی	مهندس محمدجعفر هدایتی
مهندس مریم شاهروردیان	

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت به جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

حبیب امین‌فر
معاون امور فنی
۱۳۸۵

فهرست تفصیلی مطالب

عنوان	صفحه
۱ تعاریف.....	۱
۱-۱ نوفه زمینه.....	۱
۲-۱ امواج صوتی هوابرد.....	۱
۳-۱ تراگسیل.....	۱
۴-۱ دسی بل.....	۱
۵-۱ تراز صدا.....	۱
۶-۱ تراز صدای وزن یافته A.....	۲
۷-۱ تراز معادل صدای وزن یافته A.....	۲
۸-۱ انواع جداکننده‌ها.....	۲
۹-۱ شاخص‌های تعیین نوفه زمینه.....	۳
۱۰-۱ واخنش در یک فضا.....	۳
۱۱-۱ زمان واخنش یک فضا.....	۳
۱۲-۱ صدابندی هوابرد جداکننده و شاخص تک عددی آن.....	۴
۱۳-۱ صدابندی کوبه‌ای جداکننده و شاخص آن.....	۴
۲ روش پژوهش.....	۴
۳ شرایط بهینه آکوستیکی در فضاهای آموزشی.....	۵
۱-۳ منابع نوفه در فضاهای آموزشی.....	۵
۲-۳ حداکثر تراز نوفه قابل قبول در فضاهای آموزشی.....	۵
۳-۳ زمان واخنش بهینه در فضاهای آموزشی.....	۱۰
۴-۳ حداقل صدابندی جداکننده‌ها در فضاهای آموزشی.....	۱۳

۳-۵	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای تراکسیل شده از سقف میان طبقات در ساختمان‌های آموزشی... ۱۷
۴	راهنمای طراحی ۱۷
۴-۱	مراحل مختلف طراحی آکوستیکی ۱۹
۴-۲	استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب ۲۸
۴-۳	استفاده از مواد و مصالح جاذب صوتی ۴۷
۵	نتیجه‌گیری ۵۰
۶	مراجع ۵۲
	پیوست ۵۵
	پیوست-۱ تعاریف ۵۷
	پیوست-۲ تعیین صدابندی جداکننده مرکب ۶۱

۱ هدف و کاربرد

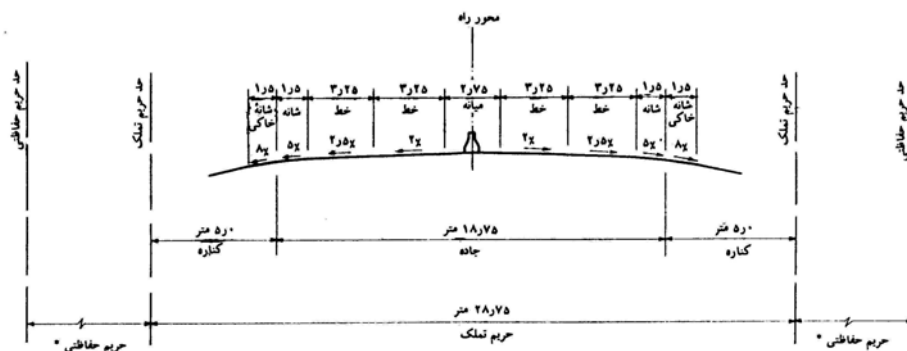
هدف از این دستورالعمل تعیین حریم حفاظتی نوفه ترافیک جهت بافت‌های ساختمانی در مجاورت بزرگراه‌های درون شهری، ایجاد سد و موانع صوتی مناسب و ارائه روش‌های بهینه صدابندی برای این‌گونه ساختمان‌ها در برابر نوفه ترافیک بزرگراه است. حوزه کاربرد این دستورالعمل در برگیرنده طراحی و ساخت پروژه‌های ساختمانی در حاشیه بزرگراه‌های شهری است.

۲ تعاریف

در این راهکار اصطلاحات عمومی و آکوستیکی به کار برده شده به شرح زیر تعریف شده است:

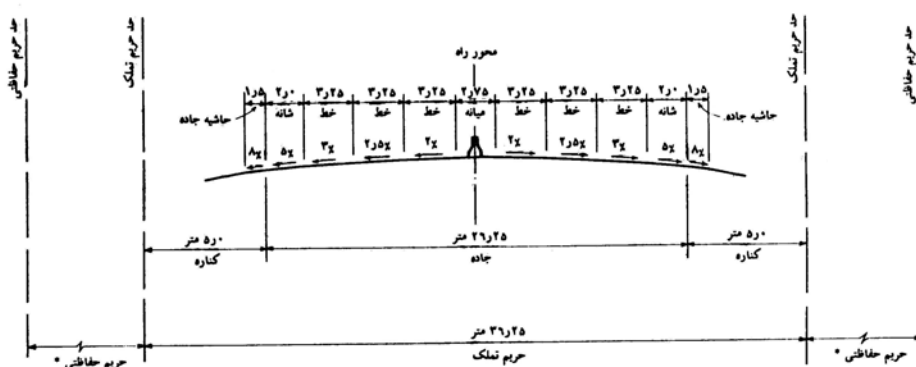
۱-۲ بزرگراه شهری

راهی است که ترافیک دوطرف آن به طور فیزیکی از یکدیگر جداست، و در طول مسیرهای قابل ملاحظه‌ای از آن می‌توان جریان ترافیک را پیوسته فرض کرد. برای تأمین چنین وضعیتی، نحوه صحیح ورود و خروج وسایل نقلیه طراحی می‌شود. بزرگراه می‌تواند معدودی تقاطع هم‌سطح داشته باشد به شرطی که فاصله تقاطع‌ها از یکدیگر بیش از $2/5$ کیلومتر باشد. عملکرد بزرگراه، فراهم کردن ارتباط سریع بین مناطق دور از هم در شهرهای بزرگ و همچنین اتصال شبکه راه‌های درون شهری به شبکه راه‌های برون شهری است. بزرگراه باید دست‌کم دوسواره‌رو مجزا از هم، و در هر سواره‌رو حداقل دو خط داشته باشد. حداکثر تعداد خطوط، در هر سواره‌رو چهار خط تعیین می‌شود. حداکثر سرعت مجاز بین ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت است و عرض مطلوب خط‌های اصلی $3/50$ و حداقل $3/25$ متر است. حداکثر شیب طولی بزرگراه شش درصد می‌باشد. برای مثال، نیم‌رخ‌های عرضی نمونه در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در صورتی که محدودیت جا نباشد، طول کناره ۱۶ متر در نظر گرفته می‌شود.



حریم حفاظتی در داخل شهرها، مطابق مقررات منطقه‌بندی با طرح جامع هر شهر و در محدوده حوزه استحفاظی شهرها، ۱۵۰ متر

شکل ۱ نیم‌رخ عرضی نمونه برای بزرگراه چهار خطه در حالت با محدودیت جا و بدون امکان توسعه در آینده



حریم حفاظتی در داخل شهرها، مطابق مقررات منطقه‌بندی با طرح جامع هر شهر و در محدوده حوزه استحفاظی شهرها، ۱۵۰ متر

شکل ۲ نیم‌رخ عرضی نمونه برای بزرگراه شش خطه در حالت با محدودیت جا و بدون امکان توسعه در آینده

۲-۲ حریم تملک

عبارت است از محدوده‌ای از اراضی که شامل جاده و کناره بزرگراه است.

۲-۳ حریم حفاظتی

عبارت است از محدوده‌ای از اراضی که در اطراف بزرگراه به مناسبت‌های امنیتی یا ایمنی و غیره تحت محافظت قرار گرفته و هرگونه ساخت و ساز، کاربری و بهره‌برداری از اراضی مزبور، منوط به رعایت ضوابط حریم مربوط است.

۲-۴ حریم صوتی

عبارت است از محدوده‌ای از اراضی اطراف بزرگراه که به‌دلیل انتشار آلودگی صوتی هرگونه ساخت و ساز در آن ممنوع است.

۲-۵ شار ترافیک

تعداد وسایل نقلیه‌ای است که در واحد زمان (ساعت)، از مقطع راه می‌گذرد.

۲-۶ اوج ترافیک

شار ترافیکی است که در شلوغ‌ترین ساعات صبح یا عصر یک روز، از مقطع راه بگذرد.

۲-۷ نوفه^۱

نوفه به صداها یا ناخواسته (آنچه انسان مایل به شنیدن آن نیست) حتی صدای موسیقی، گفته می‌شود. از آنجا که نوفه نوعی ارزیابی کیفی است، از این رو کاملاً به نظام ارزش‌گذاری فرد بستگی دارد. همین عامل موجب می‌شود تا مفهوم آن، محتوا و ماهیتی ذهنی پیدا کند، درنتیجه صدای مطلوب برای یک فرد ممکن است برای فرد دیگر، صدایی نامطلوب باشد.

۲-۸ آلودگی صوتی^۱

آلودگی صوتی به صداهای ناخواسته‌ای گفته می‌شود که برای انسان مزاحمت جدی به وجود آورده و سلامت او را به خطر اندازد.

۲-۹ نوفه ترافیک بزرگراه

نوفه ناشی از حرکت کلیه وسایل نقلیه موتوری در یک بزرگراه، نوفه ترافیک بزرگراه نامیده می‌شود که در این دستورالعمل به اختصار نوفه ترافیک نامیده می‌شود.

۲-۱۰ نوفه متغیر^۲

نوفه متغیر، نوفه‌ای غیریکنواخت^۳ است که تراز آن در مدت مشاهده به طور پیوسته و محسوس تغییر کند. نوفه ترافیک بزرگراه‌ها از این نوع است.

۲-۱۱ انتشار نوفه ترافیک

نوفه ترافیک در یک بزرگراه که حرکت وسیله نقلیه کمابیش به صورت پیوسته در آن جریان دارد، به صورت منبع خطی است که در این شرایط امواج صوتی به شکل استوانه‌ای پخش می‌شود و شدت صدا با افزایش فاصله به نسبت لگاریتم توان یک فاصله کاهش می‌یابد. این کاهش را می‌توان با رابطه (۱) محاسبه نمود:

$$NR = 10 \log \frac{r_2}{r_1} \quad \text{dB} \quad (r_2 > r_1) \quad (1)$$

که در آن :

NR : کاهش صدا بر حسب دسی بل

r_1 : اولین فاصله از خط منبع

1- Noise Pollution

2- Fluctuating Noise

3- Non Steady Noise

r_2 : دومین فاصله از خط منبع

۲-۱۲ تراز فشار صدا^۱، L_p

تراز فشار صدا بر اساس رابطه (۲) محاسبه می‌گردد:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \quad \text{dB} \quad (2)$$

که در آن:

L_p : تراز فشار صدا بر حسب دسی بل

P : فشار صدا بر حسب نیوتن بر متر مربع

P_0 : فشار صدای مبنا، برابر با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (N/m^2)

۲-۱۳ تراز معادل صدا^۲، L_{eq}

تراز معادل صدا، میانگین تغییرات تراز صدا در یک مدت مشخص T می‌باشد. این زمان می‌تواند از یک ثانیه تا بیست و چهار ساعت در نظر گرفته شود، که در این دستورالعمل ۳۰ دقیقه تعیین شده است. تراز معادل صدا از رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \right) \quad \text{dB} \quad (3)$$

که در آن:

T : مدت زمان اندازه‌گیری بر حسب ثانیه

$P(t)$: فشار صدای لحظه‌ای بر حسب نیوتن بر مترمربع

P_0 : فشار صدای مبنا، برابر با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (N/m^2)

1- Sound Pressure Level
2- Equivalent Sound Level

۲-۱۴ شبکه‌های وزن‌دهی بسامدی

فشار صدایی که دستگاه اندازه‌گیری صدا دریافت می‌نماید، معادل فشار صدای دریافتی گوش انسان نیست. به همین دلیل یک مدار الکترونیکی بنام شبکه وزن‌دهی بسامد^۱ در داخل دستگاه اندازه‌گیری تعبیه شده است تا عملکرد دستگاه را همانند عملکرد گوش انسان نماید. شبکه‌های وزنی که در دستگاه‌های اندازه‌گیری وجود دارد عبارتند از شبکه وزنی A، C، D و Lin که در این دستورالعمل شبکه وزنی A به کار می‌رود.

۲-۱۵ تراز فشار صدای وزن یافته A، L_{PA}

تراز فشار صدای وزن یافته A بر حسب دسی بل بر اساس رابطه (۴) محاسبه می‌گردد:

$$L_{PA} = 10 \log \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2 \quad \text{dB} \quad (4)$$

که در آن:

L_{PA} : تراز فشار صدای وزن یافته A، بر حسب دسی بل

P_A : فشار صدای وزن یافته A، بر حسب نیوتن بر مترمربع

P_0 : فشار صدای مبنا، برابر با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (N/m^2)

۲-۱۶ تراز معادل صدای وزن یافته A، L_{PAeqT}

تراز معادل صدای وزن یافته A بر حسب دسی بل، طبق رابطه (۵) محاسبه می‌گردد:

$$L_{PAeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad \text{dB} \quad (5)$$

که در آن:

1- Frequency

2- A-Weighted Sound Pressure Level

3- A-Weighted Equivalent Sound Level

T: مدت زمان اندازه‌گیری که در این دستورالعمل ۳۰ دقیقه تعیین شده است.

$P_A(t)$: فشار صدای لحظه ای وزن یافته A، بر حسب نیوتن بر مترمربع

P_A : فشار صدای مبنا، برابر با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (N/m^2)

۲-۱۷ تراز درصدی^۱، L_N

تراز درصدی، تراز صدایی است که در N درصد از زمان، مقادیر اندازه‌گیری شده تراز صدا بیشتر از آن (L_N) می‌باشد. به طور مثال: $L_{10} = 80\text{ dB}$ یعنی در ده درصد زمان اندازه‌گیری، تراز صدا بیش از ۸۰ dB است. مقدار عددی N را می‌توان از ۱ تا ۹۹ در نظر گرفت. به‌طور معمول این مقدار در شبکه وزن‌دهی بسامدی A اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً در یک دوره زمانی اندازه‌گیری، L_{A1} به میانگین حداکثر تراز صدا، L_{A10} به تراز صدای ترافیک وسایل نقلیه سنگین، L_{A50} به تراز صدای میانگین و L_{A90} به تراز باقیمانده یا تراز صدای زمینه بدون منبع خاص، اشاره می‌کند.

۲-۱۸ تراز آلودگی صوتی^۲، L_{NP}

شاخص تراز معادل و تراز درصدی برای توضیح و درک صدا کافی نیست، زیرا تراز معادل، تغییرات تراز صدا را بررسی نمی‌کند و تراز درصدی نمی‌تواند کل نوفه را اندازه‌گیری کند، ولی تراز آلودگی نوفه که به آن تراز آلودگی صوتی هم گفته می‌شود ترکیبی از دو پارامتر تراز معادل و تغییرات تراز درصدی صداست که مقدار آن از رابطه (۶) محاسبه می‌گردد.

$$L_{NP} = L_{Aeq} + (L_{10} - L_{90}) \quad \text{dB} \quad (6)$$

که در آن:

L_{Aeq} : تراز معادل صدا در شبکه وزنی A، بر حسب دسی‌بل

L_{90} ، L_{10} : تراز درصدی در شبکه وزنی A، بر حسب دسی‌بل

1- Percentile Level

2- Noise Pollution Level

۲-۱۹ شاخص صدای ترافیک^۱، TNI

شاخص دیگری که برای تفسیر صدای جامعه بر اثر ترافیک به کار می‌رود، شاخص صدای ترافیک است. این شاخص تغییر در ترازهای صدا را به منظور تعیین ارتباط بین اندازه‌گیری صدای ترافیک و عکس‌العمل افراد نشان می‌دهد که در آن، پیک‌های صدا و صدای زمینه را می‌توان به حساب آورد. این شاخص از رابطه (۷) محاسبه می‌گردد:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad \text{dB} \quad (7)$$

که در آن:

L_{10} و L_{90} : تراز درصدی در شبکه وزنی A، بر حسب دسی بل

۳ تعیین تراز نوفه ترافیک در بزرگراه

برای تعیین تراز نوفه ترافیک یک بزرگراه معمولاً از دو روش استفاده می‌گردد: یکی اندازه‌گیری مستقیم و دیگری با استفاده از مدل‌های ریاضی.

۳-۱ پیش‌بینی تراز نوفه ترافیک با استفاده از مدل‌های ریاضی

پیش‌بینی تراز نوفه را می‌توان به وسیله مدل‌های ریاضی نیز محاسبه نمود که در پیوست (الف) یک روش محاسباتی ارائه شده است.

۳-۲ اندازه‌گیری میدانی تراز نوفه ترافیک

در این روش، اندازه‌گیری در شرایطی است که بزرگراه به طور کامل ساخته شده و از آن بهره‌برداری می‌شود. تحقیقات انجام شده در ایران، بیشتر بر اساس این روش است. از بررسی اندازه‌گیرهای تراز نوفه ترافیک در کنار بعضی از بزرگراه‌های تهران نتیجه می‌گردد که حداکثر تراز معادل صدای وزن یافته A

(L_{AeqT}) را می‌توان ۸۲ دسی بل در نظر گرفت. در پیوست (ب)، نتایج تراز نوفه ترافیک در کنار بعضی از بزرگراه‌های تهران در ساعات مختلف ارائه شده است.

۴ حداکثر ترازهای نوفه مجاز در مناطق مختلف شهری در ایران

در ایران مقادیر حداکثر تراز نوفه قابل قبول، توسط سازمان حفاظت محیط زیست (جدول ۱) و مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن (جدول ۲) تهیه شده است.

جدول ۱ حداکثر تراز نوفه برای مناطق مختلف شهری (سازمان حفاظت محیط زیست)

تراز معادل صدای وزن یافته $A(L_{Aeq})$ در مدت ۳۰ دقیقه		نوع منطقه (کاربری اراضی)
برحسب دسی بل		
از ساعت ۷ تا ۲۲ شبانه	از ساعت ۲۲ تا ۷ روزانه	
۴۵	۵۵	مسکونی
۵۰	۶۰	مسکونی، تجاری
۵۵	۶۵	تجاری
۶۰	۷۰	مسکونی، صنعتی
۶۵	۷۵	صنعتی

جدول ۲ حداکثر تراز نوفه برای مناطق مختلف شهری (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)

تراز معادل صدای وزن یافته $A(L_{Aeq})$ در مدت ۳۰ دقیقه		منطقه شهری براساس طرح توسعه شهری مصوب
برحسب دسی بل		
از ساعت ۶ تا ۲۱ شبانه	از ساعت ۲۱ تا ۶ روزانه	
۴۰	۵۵	مسکونی، اداری
۴۵	۶۰	تجاری
۵۵	۶۵	صنعتی

۵ راهکار کاهش تأثیر نوفه ترافیک بزرگراه در مناطق مسکونی

تنها راهکار جهت کاهش نوفه ترافیک بزرگراه برای مناطق مسکونی، تعیین حداقل عرض حریم صوتی با توجه به عوامل زیر است:

- موقعیت ساختمان‌های مسکونی نسبت به بزرگراه
- فاصله دریافت کننده از منبع
- پوشش گیاهی
- سد صوتی
- که در بندهای زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد .

۵-۱ تعیین حداقل عرض حریم صوتی برای مناطق مسکونی هم‌سطح بزرگراه

- در صورتی که نوع زمین بین بزرگراه و مناطق مسکونی، نرم و جاذب (علفزار و چمنزار و ...) باشد، حداقل حریم صوتی ۲۰۰ متر تعیین می‌گردد. در پیوست (پ) چگونگی محاسبه اثر فاصله در کاهش نوفه ترافیک ارائه شده است.

در مورد زمین‌های سخت و غیر جاذب (آسفالت، سنگفرش و ...)، این حریم می‌بایست به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کند، که با توجه به پارامترهای اقتصادی مقرون به صرفه نبوده و باید با استفاده از عوامل دیگر، در جهت کاهش نوفه ترافیک اقدام شود.

- در صورت استفاده از پوشش گیاهی نسبتاً متراکم، حداقل عرض حریم صوتی ۱۱۰ متر تعیین می‌گردد.

- در صورت استفاده از پوشش گیاهی کاملاً متراکم، حداقل عرض حریم صوتی ۶۰ متر تعیین می‌گردد.

یادآوری: منظور از پوشش گیاهی، گیاهان همیشه سبز است.

- در صورت استفاده از سد صوتی به ارتفاع ۶ متر در فاصله ۳ متری از لبه جاده، حریم صوتی برای مناطق مسکونی تا هشت طبقه ۶۰ متر تعیین می‌گردد. از آنجا که افزایش ارتفاع سد صوتی بیش از

شش متر به دلایل مختلف توصیه نمی‌گردد باید برای حفظ حریم صوتی به میزان ۶۰ متر از شکل‌های مختلفی در طراحی سد صوتی استفاده نمود. در جدول (۳) با توجه به ارتفاع‌های مختلف سد صوتی، تعداد طبقاتی که تحت تأثیر این سدها قرار می‌گیرند، مشخص شده است. در پیوست (ت) روش محاسبه کاهش تراز نوفه ترافیک در اثر سد صوتی ارائه گردیده است.

جدول ۳ حریم صوتی و تعداد طبقات واقع در سایه صوتی
(سد صوتی در فاصله سه متری لبه بزرگراه)

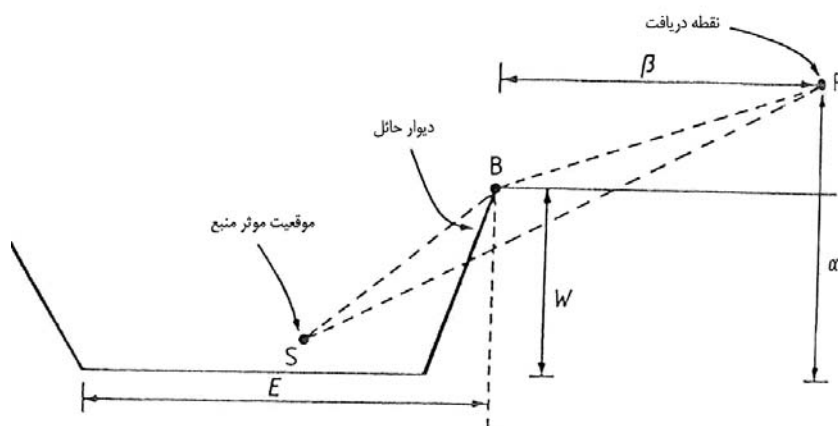
تعداد طبقات تحت تأثیر سد صوتی	حریم صوتی به متر	ارتفاع سد صوتی به متر
هشت طبقه	۶۰	۶
شش طبقه	۶۰	۵
چهار طبقه	۶۰	۴
دو طبقه	۶۰	۳
سه طبقه	۳۰	۶
دو طبقه	۳۰	۵

یادآوری ۱: حداقل چگالی سطحی سد صوتی می‌بایست 10 kg/m^2 باشد.

یادآوری ۲: در شرایطی که از سد صوتی استفاده می‌گردد، کاهش نوفه ترافیک به وسیله زمین نرم و جاذب نادیده گرفته می‌شود. چنانچه سد صوتی کوتاه و زمین جاذب باشد هر دو تأثیر محاسبه شده و هر کدام که منجر به افت صوتی بیشتری گردد، در نظر گرفته می‌شود.

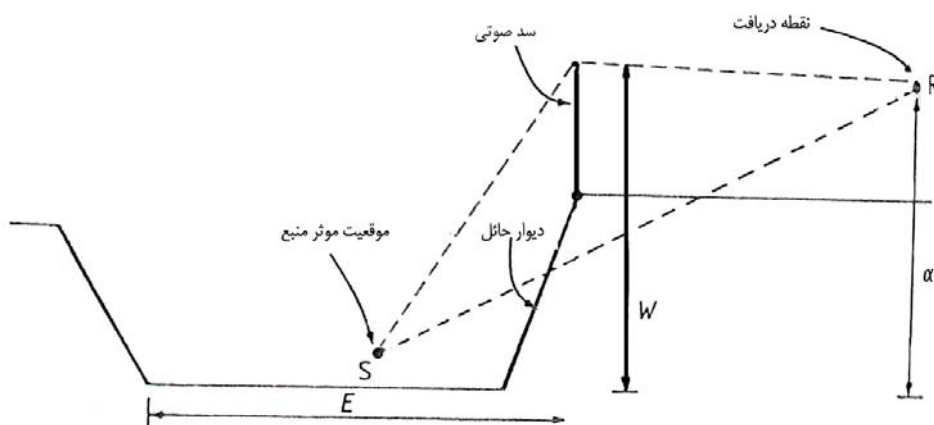
۵-۲ تعیین حداقل عرض حریم صوتی برای مناطق مسکونی بالاتر از بزرگراه (راه پایین‌گذر)

در شرایطی که بزرگراه پایین‌تر از مناطق مسکونی باشد، دیوار حایل (شکل ۱) به‌عنوان یک سد صوتی عمل می‌کند. در این وضعیت، اگر دیوار حایل حداقل ۶ متر ارتفاع داشته باشد، حریم صوتی مورد نیاز برای ساختمان‌های تا ۶ طبقه، ۶۰ متر تعیین می‌گردد.



شکل ۱ نمونه ای از جاده ساخته شده در یک برش حایل

در صورت استفاده از سد صوتی به ارتفاع سه متر در بالای دیوار حایل (شکل ۲) حریم صوتی مورد نیاز برای ساختمان‌های ۸ طبقه، ۴۰ متر تعیین می‌شود.



شکل ۲ نمونه ای از جاده ساخته شده در یک برش حایل با سد صوتی

۳-۵ تعیین حداقل عرض حریم صوتی برای مناطق مسکونی پایین‌تر از بزرگراه (راه بالاگذر)

در شرایطی که بزرگراه بالاتر از مناطق مسکونی باشد، دیوار حایل برای طبقات پایین به عنوان یک سد صوتی عمل می‌کند، ولی برای طبقات بالاتر، شرایط بزرگراه هم‌سطح با مناطق مسکونی برقرار می‌باشد. (بند ۵-۱)

۴-۵ راهکار کاهش تأثیر نوفه ترافیک بزرگراه در ساختمان‌های مسکونی واقع در حریم صوتی

- در صورتی که ساختمان‌های مسکونی در حریم صوتی ساخته شده باشند، نکات زیر باید رعایت گردد:
- الف: تعداد و سطح بازشوهای مشرف به بزرگراه به حداقل رسانیده شود.
 - ب: تقسیم‌بندی فضاهای داخلی ساختمان به گونه‌ای تنظیم گردد که فضاهای آرام‌تر، مانند اتاق خواب و مطالعه، در فاصله دورتری از نمای مشرف به بزرگراه قرار گیرند.
 - ج: حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) برای پوسته مرکب خارجی ساختمان (شامل دیوار، در، پنجره و ...) ۴۵ دسی بل باشد.
 - د: حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) برای دیوار پوسته مرکب خارجی رو به بزرگراه ۵۵ دسی بل باشد (پیوست ث).
 - ه: حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) برای پنجره‌ها در پوسته مرکب خارجی ۳۵ دسی بل باشد (پیوست ث).
 - یادآوری: مقدار تعیین شده R_w برای پنجره در شرایطی است که نسبت سطح پنجره به نما حداکثر ۱۵٪ باشد.
 - و: در صورتی که نسبت سطح پنجره به نما بیش از ۱۵٪ باشد، برای رسیدن به مقدار ذکر شده در بند ج می‌بایست از پنجره با صدابندی بیشتری استفاده شود.

مراجع

- ۱- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان. "مقررات ملی ساختمان ایران، عایق بندی و تنظیم صدا"، انتشارات مدیریت، تهران چاپ اول، ۱۳۷۹.
- ۲- فورر، ویلی؛ لائوبرآنسلم. "آکوستیک در معماری"، ترجمه دکتر غلامعلی لیاقتی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران. چاپ سوم، ۱۳۷۱.
- ۳- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. "ضوابط و مقررات صدابندی در ساختمان‌ها (آیین‌نامه پیشنهادی)"، تهران. زمستان ۱۳۷۷.
- ۴- هدایتی، محمد جعفر؛ لیاقتی، غلامعلی. "بررسی افت صوتی دیوارهای سبک"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۶.
- ۵- هدایتی، محمد جعفر؛ لیاقتی، غلامعلی؛ مولانا، خسرو. "بررسی صدابندی سقفهای متداول در ایران"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۸۰.
- ۶- مکانیک، مینا. "نقشه ترازبندی صدا در شهر تهران"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۶۴.
- ۷- هدایتی، محمدجعفر؛ لیاقتی، غلامعلی. "گزارش بررسی تراز نوفه ترافیک در شهرک اکباتان و آپارتمانهای آن، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهران.
- ۸- پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست تحت عنوان « مکان یابی نصب موانع صوتی در مسیر بزرگراه شیخ فضل الله نوری تهران ».
- ۹- پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست « بررسی میزان آلودگی صدای ناشی از ترافیک در شهر تهران مسیر بزرگراه مدرس (از ابتدای بزرگراه در خیابان ولیعصر تا میدان امام خمینی).
- ۱۰- پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش راه و ترابری تحت عنوان « مطالعه ارتباط آلودگی صوتی با خصوصیات ترافیکی و محیطی خیابان‌های شهری ».
- ۱۱- گزارش تحقیقاتی در مورد کنترل نوفه توسط یک مشاور انگلیسی تحت عنوان

“Proposals for noise control legislation Based on a pilot study of noise in tehran”

- ۱۲- گزارش از شرکت کنترل کیفیت هوا تحت عنوان « تدوین ترازهای صوتی منطقه ۷ شهر تهران ».
- ۱۳- بهرام سلطانی، کامبیز، «مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی (معیارهای آسایش صوتی)»، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۴.
- ۱۴- قریب، فریدون ؛ «شبکه ارتباطی در طراحی شهری، دانشگاه تهران ،» ۱۳۷۶.
- ۱۵- سازمان طرح تهیه آیین‌نامه، « آیین‌نامه طراحی راههای شهری بخش ۱ : مبانی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران ۱۳۷۴.
- ۱۶- سازمان طرح تهیه آیین‌نامه، « آیین‌نامه طراحی راههای شهری بخش ۴ : راههای شریانی درجه ۱، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران ۱۳۷۵.
- ۱۷ - ذواشتیاق. صمد، « ضوابط و مقررات اجرایی طرح جامع جدید تهران ”، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری (وابسته به شهرداری تهران)، ۱۳۷۸.
- 18- BS, 8233, Sound Insulation and noise reduction for buildings, british standards Insulation, british, 1987.
- 19- SI, National Building Code: Part VIII, Building Services, Section 4, insulation and Noise Control. Acoustics, Sound, India, 1983.
- 20- ASTM E 1686 – 96, Standard Guide for Selection of Environmental Noise Measurement and Criterio.
- 21- Croome, Derek j “Noise, Buildings and People”, Pergamon Press, Grate Britain, 1977.
- 22- Egan, M. David“ . Architectural Acoustics”, Mc Grow – Hill , USA , 1988 .
- 23- Harris , David A“ . Noise control Manual for Residential Buildings ,“ Mc Grow- Hill , USA , 1997 .
- 24- National Building code : chapter 4“ , Acoustics sound Insulation and noise control” . Bangladesh , 1993 .
- 25- SABS 0210.”Code Of Practice for Calculating and Predicting Road Traffic Noise”, South African Standard 1996.

پیوست الف

روش محاسبه و پیش‌بینی نوفه ترافیک در بزرگراه

در این روش، پیش‌بینی نوفه ترافیک بزرگراه برحسب تراز فشار صدای معادل وزن یافته A، در یک ساعت ($L_{Aeq(1h)}$) ارائه می‌شود.

الف-۱ تراز نوفه پایه (L_{Basic})

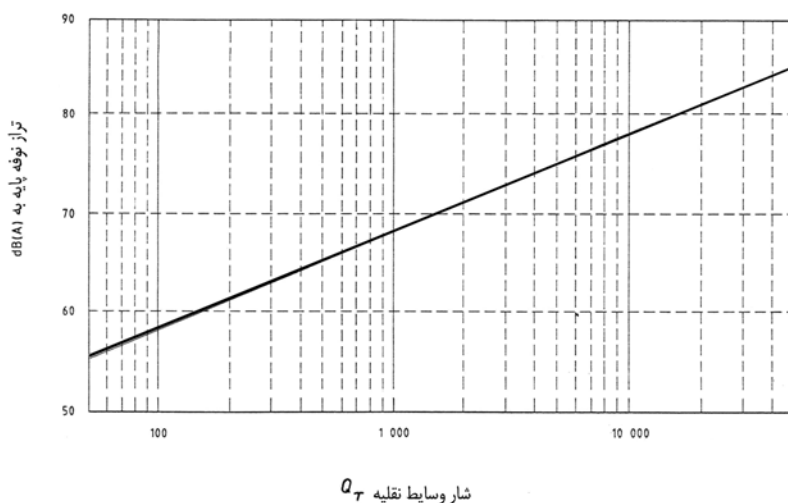
تراز نوفه پایه در فاصله ۱۰ متری از خط منبع از معادله (۱) و یا از شکل (الف-۱) تعیین می‌گردد:

$$L_{Basic} = 38.3 + 10 \log(Q_t) \quad \text{dB} \quad (1)$$

که در آن :

L_{Basic} : تراز نوفه پایه وزن یافته A برحسب دسی‌بل

Q_t : شار ترافیک (تعداد وسایل نقلیه در ساعت)



شکل الف-۱ نمودار پیش‌بینی تراز نوفه پایه برحسب میزان شار ترافیک

یادآوری: تراز نوفه پایه که از معادله (۱) یا از نمودار شکل (الف-۱) تعیین می‌گردد، تراز نوفه‌ای است که انتظار می‌رود در محل دریافت، با فرض شرایط زیر، حاصل شود:

الف- خط منبع در ارتفاع ۰/۵ متر بالاتر از سطح جاده و در وسط عرض قسمت سواره رو نزدیک به دریافت کننده قرار دارد.

ب- فاصله افقی دریافت کننده از خط منبع ۱۰ متر و محل دریافت کننده ۰/۷ متر بالاتر از منبع در نظر گرفته می‌شود.

ج- سرعت متوسط وسایل نقلیه ۷۵ Km/h فرض می‌گردد.

د- ترافیک تنها شامل وسایل نقلیه سبک است.

ه- جاده، مسطح، مستقیم و بدون ناهماری در نظر گرفته می‌شود.

از آنجا که درصد عبور وسایل نقلیه سنگین، سرعت‌های متوسط متفاوت از ۷۵ Km/h، شیب جاده و ساختار سطح جاده در تعیین تراز نوفه ترافیک تأثیر دارند، برای هر کدام از این موارد، میزان تصحیح در بندهای زیر توضیح داده شده است:

الف-۲ تصحیح برای درصد عبور وسایل نقلیه سنگین و سرعت ترافیک ($L_{P,V}$)

در مواردی که عبور وسایل نقلیه سنگین و یا سرعت‌های متوسط متفاوت از ۷۵ Km/h (و یا هر دو مورد) در نظر گرفته شوند، میزان تصحیح از معادله (۲) و یا از نمودار شکل (الف-۲) تعیین می‌گردد.

$$L_{P,V} = 33 \log \left(V + 40 + \frac{500}{V} \right) + 10 \log \left(1 + 5 \frac{P}{V} \right) - 68.8 \quad \text{dB} \quad (2)$$

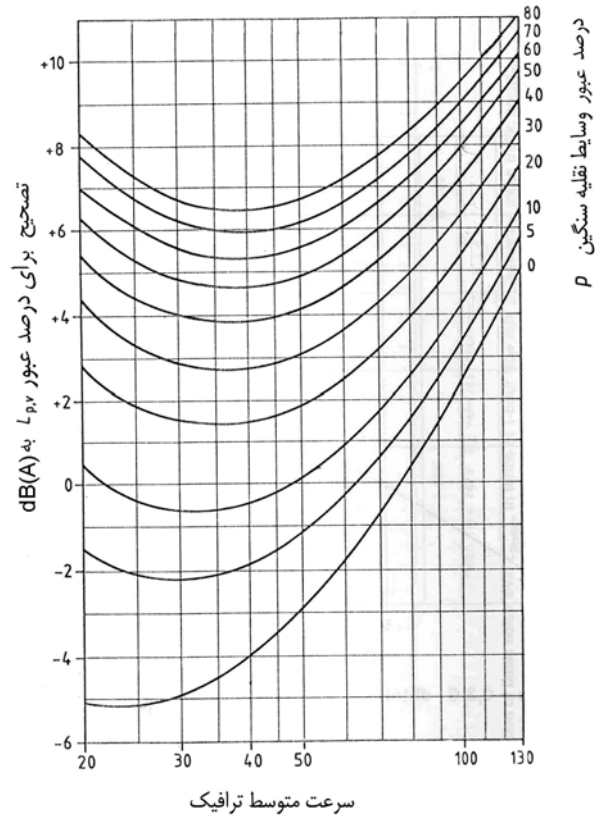
که در آن :

$L_{P,V}$: تصحیح برای درصد عبور وسایل نقلیه سنگین و سرعت ترافیک بر حسب دسی‌بل (وزن یافته A)

V : سرعت متوسط ترافیک بر حسب کیلومتر بر ساعت

P : درصد عبور وسایل نقلیه سنگین

یادآوری: میزان تصحیح می‌تواند منفی یا مثبت باشد.



شکل الف-۲ نمودار تصحیح برای عبور درصد وسایل نقلیه سنگین و سرعت ترافیک

الف-۳ تصحیح برای شیب جاده (L_{gr})

در سربالایی‌ها اگر شیب جاده از ۳٪ فراتر رود، میزان تصحیح از معادله (۳) یا از نمودار شکل (الف-۳)، به دست می‌آید.

$$L_{gr} = 0.3 \text{ gr} \quad \text{dB} \quad (3)$$

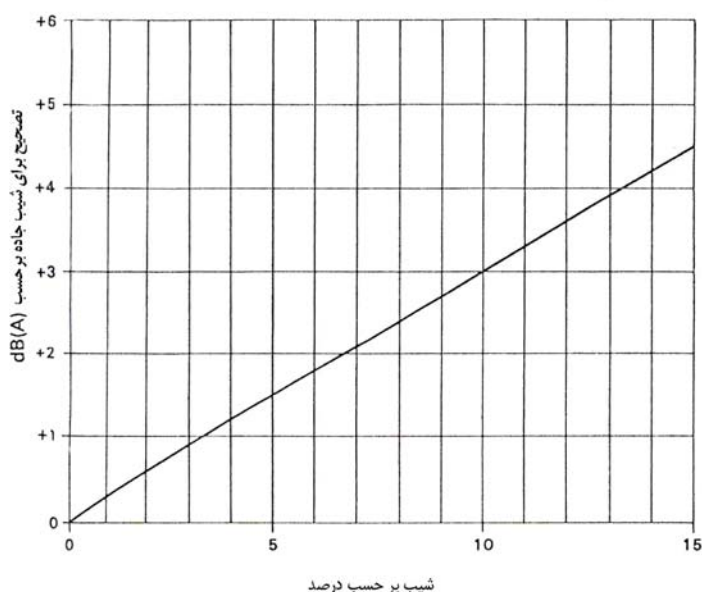
که در آن :

L_{gr} : تصحیح برای شیب جاده، برحسب دسی‌بل (وزن یافته A)

gr: شیب برحسب درصد

یادآوری ۱: از آنجا که در امتداد طول جاده احتمال دارد شیب تغییر نماید، از مقدار میانگین برای قسمتی که تحت بررسی است استفاده می‌گردد و یا در مواردی که این تفاوت زیاد است، جاده به قسمت‌های مختلف تقسیم گردیده و تصحیح برای هر قسمت به طور جداگانه در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری ۲: در صورتی که شیب جاده کمتر از ۳٪ باشد، $L_{gr} = 0$ است.



شکل الف-۳ نمودار تصحیح برای شیب

الف-۴ تصحیح برای ساختار سطح جاده (L_t)

در حالتی که سطح جاده ناهموار باشد، تماس لاستیک وسیله نقلیه بر روی جاده باعث افزایش تراز نوفه در محل دریافت می‌گردد، که میزان تصحیح از معادله (۴) و یا از نمودار شکل (الف-۴) محاسبه می‌گردد.

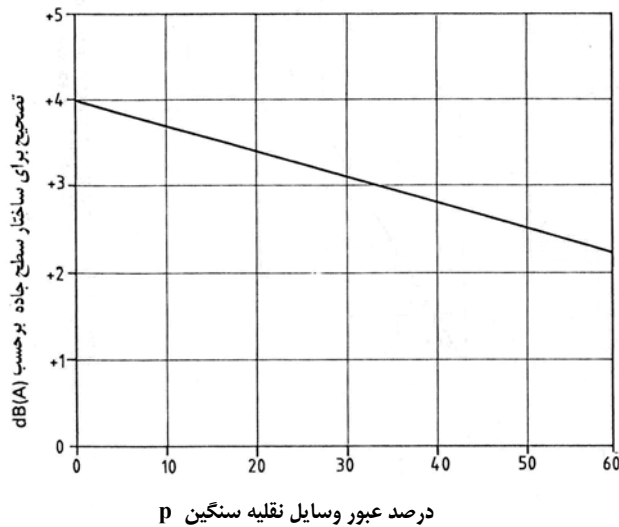
$$L_t = 4 - 0.03p \quad \text{dB} \quad (۴)$$

که در آن:

L_t : تصحیح برای ساختار سطح جاده برحسب دسی‌بل (وزن یافته A)

P: درصد عبور وسایل نقلیه سنگین

یادآوری: برای جاده‌های با سطوح متخلخل تصحیح ثابت $L_t = -3/5 \text{ dB}_A$ به کار برده می‌شود.



شکل الف-۴ نمودار تصحیح برای ساختار سطح جاده

الف-۵ برآیند تصحیحات ($\sum L_{corp}$)

مجموع تصحیحات انجام شده در روش پیش‌بینی نوفه ترافیک بزرگراه، از معادله (۵) محاسبه می‌گردد.

$$\sum L_{corp} = L_{P,V} + L_{gr} + L_t \quad \text{dB} \quad (5)$$

که در آن:

$L_{P,V}$: تصحیح برای درصد عبور وسایل نقلیه سنگین و سرعت ترافیک، برحسب دسی‌بل (وزن یافته A)

L_{gr} : تصحیح برای شیب، برحسب دسی‌بل (وزن یافته A)

L_t : تصحیح برای ساختار سطح جاده، برحسب دسی‌بل (وزن یافته A)

پیوست ب

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای مختلف تراز نوفه ترافیک

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای مختلف تراز نوفه ترافیک در لبه تعدادی از بزرگراه‌های تهران در ساعت‌ها و فصل‌های مختلف در جدول ب-۱ ارائه شده است. این پارامترها که در ارزیابی نوفه محیط متداول است، عبارتند از: تراز معادل (L_{eq})، تراز درصدی (L_N)، تراز آلودگی صوتی (L_{NP})، شاخص نوفه ترافیک (TNI)، حداکثر و حداقل تراز نوفه که در شبکه وزنی A اندازه‌گیری می‌شوند.

جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

یادگار امام							نام بزرگراه
۸۱/۱۰/۱۸			۸۱/۴/۱۲			۸۱/۳/۸	تاریخ اندازه‌گیری
۱۲:۰۰	۱۱:۳۰	۱۰:۴۵	۱۰:۴۵	۱۰:۲۵	۱۰	۱۰:۲۰	ساعت اندازه‌گیری
۲/۷	۲/۶	۲/۵	۲/۱	۲/۳	۲/۳	۲/۱	کد محل اندازه‌گیری
۸۰/۵	۷۹/۲	۸۱/۳	۸۰/۲	۷۹/۹	۸۰/۸	۷۹/۶	L_{Aeq}
۸۵/۸	۸۵/۳	۸۵/۸	۸۷	۸۷/۵	۸۹	۸۵/۵	L_{A1}
۸۳/۳	۸۲/۳	۸۳/۸	۸۳/۵	۸۴	۸۵	۸۳	L_{A5}
۸۲/۸	۸۱/۸	۸۲/۸	۸۲/۵	۸۲/۵	۸۳/۵	۸۲	L_{A10}
۷۹/۸	۷۸/۸	۸۰/۸	۷۹/۵	۷۸/۵	۷۹/۵	۷۸/۵	L_{A50}
۷۶/۳	۷۴/۳	۷۸/۸	۷۶	۷۴/۵	۷۵/۵	۷۳/۵	L_{A90}
۷۴/۸	۷۲/۸	۷۸/۳	۷۴/۵	۷۳	۷۴/۵	۷۲	L_{A95}
۷۱/۸	۶۹/۸	۷۷/۳	۷۲/۵	۷۰	۷۲	۶۹/۵	L_{A99}
۶۶/۵	۶۷/۶	۷۵/۳	۶۹/۳	۶۷/۶	۷۰/۶	۶۵/۵	MINL
۹۰/۹	۹۱/۳	۹۲/۲	۹۱/۱	۹۰/۹	۹۵/۳	۱۰۹/۲	MAXL
۸۷	۸۶/۷	۸۵/۳	۸۶/۷	۸۷/۹	۸۸/۸	۸۸/۱	L_{NP}
۷۲/۳	۷۴/۳	۶۴/۸	۷۲	۷۶/۵	۷۷/۵	۷۷/۵	TNI

تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

یادگار امام						نام بزرگراه	
۸۱/۱۰/۲۲					۸۱/۱۰/۱۸	تاریخ اندازه‌گیری	
۱۶:۰۵	۱۵:۴۵	۱۵:۱۵	۱۴:۵۵	۱۴:۳۰	۱۲:۴۰	ساعت اندازه‌گیری	
۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۸	کد محل اندازه‌گیری	
۸۰/۵	۸۰/۲	۷۹/۹	۷۹/۸	۸۰/۱	۸۱/۸	L _{Aeq}	تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه
۸۵/۳	۸۵/۸	۸۴/۸	۸۴/۸	۸۶/۳	۸۸/۳	L _{A1}	
۸۳/۸	۸۳/۳	۸۲/۸	۸۲/۸	۸۳/۸	۸۵/۳	L _{A5}	
۸۲/۸	۸۲/۳	۸۲/۳	۸۱/۸	۸۲/۳	۸۳/۸	L _{A10}	
۷۹/۸	۷۹/۸	۷۹/۳	۷۹/۳	۷۹/۳	۸۰/۸	L _{A50}	
۷۷/۲	۷۶/۳	۷۵/۸	۷۵/۸	۷۵/۸	۷۸/۳	L _{A90}	
۷۶/۳	۷۴/۸	۷۴/۳	۷۴/۸	۷۴/۳	۷۷/۳	L _{A95}	
۷۴/۳	۷۲/۳	۷۱/۸	۷۱/۸	۷۲/۳	۷۵/۳	L _{A99}	
۷۲/۲	۷۰/۱	۶۹	۶۹/۱	۷۰/۲	۷۳/۲	MINL	
۸۹/۹	۹۳/۶	۸۷/۴	۸۸/۸	۸۹/۴	۹۲/۴	MAXL	
۸۶	۸۶/۲	۸۶/۴	۸۵/۸	۸۶/۶	۸۷/۳	L _{NP}	
۶۹/۶	۷۰/۳	۷۱/۸	۶۹/۸	۷۱/۸	۷۰/۳	TNI	

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه								یادگار امام
تاریخ اندازه‌گیری								۸۲/۵/۱۹
ساعت اندازه‌گیری								۲۱:۴۰
کد محل اندازه‌گیری								۲/۸
تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L_{Aeq}	۸۱/۴	۸۱	۸۱/۲	۸۱/۴	۸۰/۷	۷۹/۹	۸۰/۲
	L_{A1}	۸۶/۳	۸۶/۳	۸۵/۳	۸۵/۸	۸۵/۸	۸۳/۳	۸۹/۳
	L_{A5}	۸۳/۸	۸۳/۸	۸۳/۳	۸۳/۸	۸۳/۳	۸۳/۸	۸۴/۸
	L_{A10}	۸۳/۳	۸۳/۸	۸۲/۸	۸۳/۳	۸۲/۳	۸۲/۸	۸۲/۳
	L_{A50}	۸۰/۸	۸۰/۳	۸۰/۸	۸۰/۸	۸۰/۳	۷۸/۳	۷۸/۳
	L_{A90}	۷۸/۸	۷۸/۳	۷۸/۸	۷۸/۸	۷۸/۳	۷۴/۳	۷۵/۳
	L_{A95}	۷۸/۳	۷۷/۸	۷۸/۳	۷۸/۳	۷۷/۸	۷۳/۸	۷۴/۸
	L_{A99}	۷۶/۸	۷۶/۳	۷۶/۳	۷۶/۸	۷۶/۸	۷۲/۸	۷۳/۳
	MINL	۷۴/۳	۷۳/۶	۷۴/۷	۷۳/۹	۷۵/۷	۷۱/۵	۷۲/۴
	MAXL	۹۲	۹۶/۷	۹۷/۷	۹۱/۹	۹۵/۵	۹۳/۵	۹۶/۷
	L_{NP}	۸۵/۹	۸۵/۵	۸۵/۲	۸۵/۹	۸۴/۷	۸۸/۴	۸۷/۲
	TNI	۶۶/۸	۶۶/۳	۶۴/۸	۶۶/۸	۶۴/۳	۷۸/۳	۷۳/۳

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

شهرید همت			یادگار امام				نام بزرگراه	
۸۲/۵/۲۸			۸۲/۵/۲۸	۸۲/۵/۲۷			تاریخ اندازه‌گیری	
۰۰:۴۵	۲۰:۰۰	۱۹:۳۰	۰۰:۲۰	۲۳:۵۵	۲۳:۳۰	۲۳:۰۵	ساعت اندازه‌گیری	
۱/۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۲/۸	۲/۸	۲/۸	۲/۸	کد محل اندازه‌گیری	
۷۶/۹	۸۰/۴	۸۰/۷	۸۱	۸۱	۸۱/۴	۸۱/۷	تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L_{Aeq}
۸۴/۳	۸۷/۸	۸۶/۸	۹۰/۳	۸۹/۳	۸۹/۸	۸۹/۸		L_{A1}
۸۰/۸	۸۴/۳	۸۴/۳	۸۵/۳	۸۵/۳	۸۵/۳	۸۴/۸		L_{A5}
۷۲/۸	۸۲/۸	۸۲/۸	۸۳/۳	۸۲/۸	۸۳/۳	۸۳/۳		L_{A10}
۷۵/۸	۷۹/۳	۷۹/۸	۷۸/۸	۷۹/۳	۷۹/۸	۸۰/۳		L_{A50}
۷۱/۸	۷۷/۳	۷۷/۸	۷۴/۸	۷۶/۳	۷۶/۳	۷۶/۸		L_{A90}
۶۹/۸	۷۶/۳	۷۷	۷۳/۳	۷۵/۳	۷۵/۳	۷۵/۸		L_{A95}
۶۷/۳	۷۵/۳	۷۶/۳	۷۰/۸	۷۳/۳	۷۳/۳	۷۳/۳		L_{A99}
۶۶/۴	۷۴/۷	۷۵/۶	۶۷/۲	۷۲	۷۱/۳	۷۲/۴		MINL
۸۵/۹	۹۱/۴	۹۱/۲	۹۶/۲	۹۴/۳	۹۶/۵	۹۹/۱		MAXL
۷۷/۹	۸۵/۹	۸۵/۷	۸۹/۵	۸۷/۵	۸۸/۴	۸۹/۷	L_{NP}	
۴۵/۸	۶۹/۳	۶۷/۸	۷۸/۸	۷۲/۳	۷۴/۳	۷۲/۸	TNI	

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه							شهید همت				
تاریخ اندازه‌گیری			۸۱/۸/۶			۸۱/۸/۱۳			۸۱/۸/۲۱		
ساعت اندازه‌گیری			۱۲:۴۵			۱۰			۹:۱۵		
کد محل اندازه‌گیری			۱/۸			۱/۹			۱/۱۰		
L _{Aeq}			۸۱/۹			۸۰/۹			۸۱/۸		
L _{A1}			۸۶/۳			۸۵/۳			۸۶/۸		
L _{A5}			۸۴/۸			۸۳/۳			۸۴/۳		
L _{A10}			۸۳/۸			۸۲/۸			۸۳/۸		
L _{A50}			۸۱/۳			۸۰/۳			۸۲/۳		
L _{A90}			۷۸/۳			۷۸/۸			۷۹/۸		
L _{A95}			۷۷/۳			۷۷/۸			۷۸/۸		
L _{A99}			۷۵/۳			۷۶/۸			۷۷/۸		
MINL			۷۲/۲			۷۴/۸			۷۶/۲		
MAXL			۹۴			۸۸/۴			۹۲/۲		
L _{NP}			۸۷/۴			۸۴/۹			۸۰/۸		
TNI			۷۰/۳			۶۴/۸			۶۵/۸		

ادامه جدول (ب-۱) نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

تهران - کرج				شیخ فضل‌ا... نوری			نام بزرگراه	
۸۲/۲/۱۳				۸۲/۱۰/۲۱			تاریخ اندازه‌گیری	
۱۲:۳۰	۱۱:۱۰	۱۰:۳۰	۹:۵۰	۱۱:۱۵	۱۰:۳۰	۱۰:۰۰	ساعت اندازه‌گیری	
۱۴/۴	۱۴/۳	۱۴/۲	۱۴/۱	۳/۳	۳/۲	۳/۱	کد محل اندازه‌گیری	
۸۲/۱	۷۹	۸۰/۸	۸۱/۱	۸۰/۳	۸۰/۲	۷۹/۷	L_{Aeq}	تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه
۸۸/۸	۸۳/۸	۸۵/۸	۸۵/۸	۸۷/۸	۸۴/۸	۸۳/۸	L_{A1}	
۸۶/۳	۸۱/۸	۸۳/۸	۸۳/۸	۸۴/۸	۸۳/۳	۸۲/۳	L_{A5}	
۸۴/۸	۸۱/۳	۸۲/۸	۸۳/۳	۸۲/۸	۸۲/۳	۸۱/۳	L_{A10}	
۸۱/۳	۷۸/۳	۸۰/۳	۸۰/۸	۷۸/۸	۷۹/۸	۷۹/۳	L_{A50}	
۷۷/۸	۷۵/۸	۷۷/۸	۷۸/۳	۷۶/۳	۷۷/۸	۷۷/۸	L_{A90}	
۷۷/۸	۷۵/۳	۷۶/۸	۷۷/۳	۷۵/۳	۷۶/۸	۷۶/۸	L_{A95}	
۷۶/۸	۷۲/۸	۷۴/۳	۷۵/۳	۷۳/۸	۷۵/۸	۷۶/۳	L_{A99}	
۸۰/۷	۶۹/۴	۷۰/۳	۷۲/۵	۷۲/۱	۷۳/۱	۷۴/۷	MINL	
۹۹/۱	۸۸/۸	۹۰/۵	۹۲	۹۵/۱	۹۱/۵	۹۰/۹	MAXL	
۸۹/۱	۸۴/۵	۸۵/۸	۸۶/۱	۸۶/۸	۸۴/۷	۸۳/۲	L_{NP}	
۷۵/۸	۶۷/۸	۶۷/۸	۶۸/۳	۷۲/۳	۶۵/۸	۶۱/۸	TNI	

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه							نواب	
تاریخ اندازه‌گیری							۸۲/۶/۳	
ساعت اندازه‌گیری							۱۰:۰۰ ۱۰:۲۵ ۱۱:۰۰ ۱۱:۵۵ ۱۲:۱۵	
کد محل اندازه‌گیری							۱۲/۱ ۱۲/۲ ۱۲/۳ ۱۲/۴ ۱۲/۵	
تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L _{Aeq}						۷۹/۳ ۷۴/۲ ۷۹/۹ ۷۳ ۷۳/۲	
	L _{A1}						۸۵/۳ ۷۸/۸ ۸۶/۳ ۷۹/۳ ۷۸/۸	
	L _{A5}						۸۲/۸ ۷۶/۸ ۸۳/۸ ۷۶/۸ ۷۶/۳	
	L _{A10}						۸۱/۸ ۷۵/۸ ۸۲/۷ ۷۵/۳ ۷۵/۳	
	L _{A50}						۷۸/۳ ۷۳/۸ ۷۹/۳ ۷۱/۸ ۷۲/۸	
	L _{A90}						۷۵/۳ ۷۱/۸ ۷۴/۸ ۶۹/۸ ۷۰/۳	
	L _{A95}						۷۳/۸ ۷۱/۳ ۷۲/۸ ۶۹/۳ ۶۹/۳	
	L _{A99}						۷۲/۳ ۷۰/۳ ۷۰/۳ ۶۸/۳ ۶۶/۸	
	MINL						۷۰/۴ ۶۸/۳ ۶۸/۶ ۶۷/۲ ۶۴/۳	
	MAXL						۹۲/۳ ۸۱/۴ ۸۹/۲ ۸۳/۴ ۸۲/۸	
L _{NP}						۸۵/۸ ۷۸/۲ ۸۷/۸ ۷۸/۵ ۷۸/۲		
TNI						۷۱/۳ ۵۷/۸ ۷۶/۴ ۶۱/۸ ۶۰/۳		

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه						صدر	
تاریخ اندازه‌گیری						۸۲/۶/۹	
ساعت اندازه‌گیری						۱۲:۱۵	۱۱:۴۵
کد محل اندازه‌گیری						۹/۶	۹/۵
تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L_{Aeq}	۷۶/۳	۸۱/۲	۸۱/۳	۸۰/۸	۷۹/۴	۷۹/۶
	L_{A1}	۸۳/۳	۸۸/۳	۸۷/۸	۸۵/۸	۸۸/۳	۸۵/۳
	L_{A5}	۸۰/۳	۸۴/۳	۸۴/۸	۸۳/۸	۸۳/۸	۸۲/۸
	L_{A10}	۷۸/۸	۸۲/۸	۸۳/۳	۸۲/۸	۸۲/۳	۸۱/۳
	L_{A50}	۷۴/۸	۷۹/۸	۸۰/۸	۸۰/۳	۷۷/۳	۷۸/۸
	L_{A90}	۷۲/۳	۷۷/۸	۷۶/۸	۷۷/۸	۷۳/۳	۷۶/۸
	L_{A95}	۷۱/۸	۷۷/۳	۷۴/۸	۷۶/۸	۷۲/۳	۷۵/۸
	L_{A99}	۷۰/۸	۷۵/۸	۷۲/۳	۷۴/۸	۷۰/۸	۷۴/۳
	MINL	۶۹/۸	۷۳/۶	۷۰/۳	۷۲/۳	۶۹/۶	۷۲/۵
	MAXL	۹۰/۷	۹۷/۶	۹۱/۶	۸۸/۱	۹۲/۶	۸۹/۱
	L_{NP}	۸۲/۸	۸۶/۲	۸۷/۸	۸۵/۸	۸۸/۴	۸۴/۱
	TNI	۶۸/۳	۶۷/۸	۷۲/۸	۶۷/۸	۷۹/۳	۶۴/۸

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه			اتوبان کردستان				مدرس		
تاریخ اندازه‌گیری			۸۲/۶/۲۵				۸۲/۵/۵		
ساعت اندازه‌گیری			۹:۱۵	۹:۵۵	۱۰:۲۰	۱۰:۵۰	۱۰:۱۰	۱۰:۵۰	۱۱:۴۰
کد محل اندازه‌گیری			۵/۱	۵/۲	۵/۳	۵/۴	۸/۱	۸/۲	۸/۳
تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L _{Aeq}		۷۷/۹	۷۸/۹	۷۵/۴	۷۸/۸	۷۷/۸	۸۱/۲	۸۲/۱
	L _{A1}		۸۵/۸	۸۹/۳	۸۲/۳	۸۴/۳	۸۶/۳	۸۸/۳	۸۹/۸
	L _{A5}		۸۲/۳	۸۴/۳	۸۰/۳	۸۱/۸	۸۲/۳	۸۴/۸	۸۵/۸
	L _{A10}		۸۰/۸	۸۱/۳	۷۸/۸	۸۰/۸	۸۰/۳	۸۳/۸	۸۴/۳
	L _{A50}		۷۵/۳	۷۴/۸	۷۳/۸	۷۸/۳	۷۵/۸	۸۰/۳	۸۰/۸
	L _{A90}		۶۸/۸	۷۰/۸	۶۴/۳	۷۵/۸	۷۳/۸	۷۷/۳	۷۸/۳
	L _{A95}		۶۷/۳	۷۰/۳	۶۱/۸	۷۴/۸	۷۲/۸	۷۶/۸	۷۷/۸
	L _{A99}		۶۵/۳	۶۸/۸	۵۶/۸	۸۳/۸	۷۲/۳	۷۵/۸	۷۶/۳
	MINL		۶۳/۶	۶۶/۷	۵۳/۸	۶۷/۱	۷۱/۴	۷۴/۱	۷۵/۵
	MAXL		۹۵/۴	۹۸/۸	۸۷	۹۴/۱	۹۱/۶	۹۳/۱	۹۵/۷
	L _{NP}		۸۹/۹	۸۹/۴	۸۹/۹	۸۳/۸	۸۴/۳	۸۷/۷	۸۸/۱
	TNI		۸۶/۸	۸۲/۸	۹۲/۳	۶۵/۸	۶۹/۸	۷۳/۳	۷۲/۳

ادامه جدول ب-۱ نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه						نیایش	
تاریخ اندازه‌گیری						۸۲/۵/۱۳	
ساعت اندازه‌گیری						۹:۱۰	۹:۴۰
کد محل اندازه‌گیری						۶/۱	۶/۲
تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	L_{Aeq}	۸۱	۸۲/۶	۸۰	۷۵/۷	۷۹/۳	۸۱/۳
	L_{A1}	۸۶/۸	۸۷/۸	۸۴/۳	۸۲/۳	۸۳/۸	۸۶/۸
	L_{A5}	۸۳/۸	۸۵/۳	۸۲/۸	۷۹/۳	۸۲/۳	۸۴/۸
	L_{A10}	۸۲/۸	۸۴/۳	۸۲/۳	۷۸/۳	۸۱/۳	۸۴/۳
	L_{A50}	۸۰/۳	۸۱/۸	۷۹/۸	۷۴/۳	۷۸/۸	۸۰/۸
	L_{A90}	۷۷/۸	۷۹/۳	۷۶/۳	۶۹/۸	۷۴/۸	۷۵/۸
	L_{A95}	۷۶/۸	۷۸/۳	۷۴/۸	۶۸/۳	۷۳/۳	۷۴/۳
	L_{A99}	۷۵/۳	۷۶/۸	۷۲/۸	۶۵/۸	۷۱/۳	۷۲/۳
	MINL	۷۲/۴	۷۴/۱	۷۱/۶	۶۳/۴	۶۹/۲	۷۰/۱
	MAXL	۹۵/۱	۹۵/۸	۸۷/۲	۹۵/۴	۸۸	۹۱/۶
	L_{NP}	۸۶	۸۷/۶	۸۶	۸۴/۲	۸۵/۸	۸۹/۸
	TNI	۶۷/۸	۶۹/۳	۷۰/۳	۷۳/۸	۷۰/۸	۷۹/۸

ادامه جدول (ب-۱) نتایج اندازه‌گیری تراز نوفه ترافیک در بزرگراه‌ها

نام بزرگراه							توزان آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه	
چمران								
۸۲/۵/۵					۸۲/۲/۲۲			تاریخ اندازه‌گیری
		۱۲:۱۰	۹:۳۰	۹:۰۰	۹:۵۰	۹:۰۵		ساعت اندازه‌گیری
		۴/۶	۴/۵	۴/۴	۴/۲	۴/۱		کد محل اندازه‌گیری
		۷۹	۷۴/۱	۷۸/۶	۷۹/۹	۷۹/۸		L_{Aeq}
		۸۶/۳	۸۲/۳	۸۲/۸	۸۴/۸	۸۴/۳		L_{A1}
		۸۲/۳	۷۶/۸	۸۰/۸	۸۳/۳	۸۲/۸		L_{A5}
		۸۱/۳	۷۵/۳	۷۹/۸	۸۲/۳	۸۲/۳		L_{A10}
		۷۷/۸	۷۲/۳	۷۸/۳	۷۹/۳	۷۹/۳		L_{A50}
		۷۴/۸	۷۰/۳	۷۶/۳	۷۴/۳	۷۵/۳	L_{A90}	
		۷۳/۸	۶۹/۸	۷۵/۳	۷۲/۳	۷۳/۸	L_{A95}	
		۷۱/۳	۶۸/۸	۷۳/۳	۶۶/۸	۷۰/۸	L_{A99}	
		۶۸/۳	۶۷/۸	۶۹/۵	۵۸/۹	۶۸/۸	MINL	
		۹۰/۹	۹۵/۴	۹۴/۳	۹۰/۵	۸۹/۸	MAXL	
		۸۵/۵	۷۹/۱	۸۲/۱	۸۷/۹	۸۶/۸	L_{NP}	
		۷۰/۸	۶۰/۳	۶۰/۳	۷۶/۳	۷۳/۳	TNI	

تراز آماری به دسی‌بل در مدت ۳۰ دقیقه

پیوست پ

کاهش تراز نوفه ترافیک بر اثر فاصله

کاهش تراز نوفه ترافیک بر اثر فاصله بستگی به فاصله افقی بین خط منبع تا ساختمان و ارتفاع دریافت‌کننده دارد (شکل پ-۱). مقدار کاهش از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$L_{d,h} = -10 \log d'/d_0 \quad \text{dB}$$

که در آن:

$L_{d,h}$: مقدار کاهش برای فاصله و ارتفاع از دریافت‌کننده بر حسب دسی بل (وزن یافته A).

d' : حداقل فاصله بین خط منبع و دریافت‌کننده، بر حسب متر و مقدار آن برابر: $d' = (d^2 + h^2)^{1/2}$

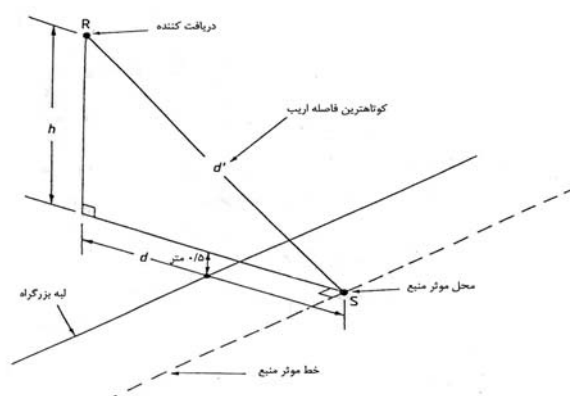
d : فاصله افقی بین خط منبع و دریافت‌کننده، بر حسب متر.

h : ارتفاع دریافت‌کننده نسبت به مکان مؤثر منبع، بر حسب متر.

d_0 : فاصله مرجع از خط منبع، بر حسب متر.

یادآوری ۱: در روش محاسباتی برای تعیین تراز نوفه ترافیک (پیوست ب)، مقدار d_0 برابر ۱۰ متر است. در این شرایط، خط منبع در وسط مقطع عرضی باند مجاور محل اندازه‌گیری و در ارتفاع ۰/۵ متری از آن، در نظر گرفته شده است.

یادآوری ۲: در روش اندازه‌گیری میدانی برای تعیین تراز نوفه ترافیک با توجه به نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط گروه آکوستیک مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مقدار d_0 برابر دو متر در نظر گرفته می‌شود. در این شرایط، خط منبع در دو متری لبه بزرگراه فرض می‌گردد.



شکل پ ۱- نمایش کوتاهترین فاصله d' بین خط منبع و دریافت کننده

پیوست ت

کاهش تراز نوفه ترافیک بر اثر سد صوتی

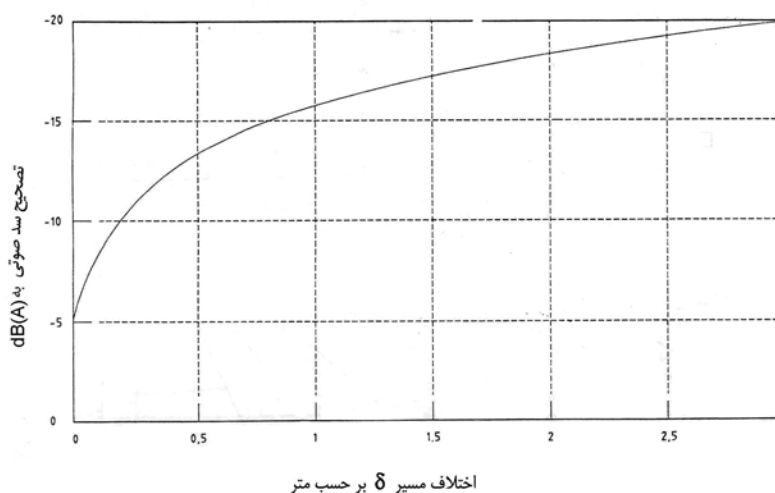
اگر انتشار نوفه ترافیک بزرگراه‌ها به وسیله ساختمان‌ها، دیوارها، سدهای صوتی، دیوار حایل و غیره مسدود گردیده باشد، مقدار کاهش نوفه از رابطه زیر یا نمودار شکل (ت-۱) به دست می‌آید و مقدار آن همواره منفی است.

$$L_B = 0.87 - 8.88 \log(73.13 \delta - 4.58) \quad \text{dB}$$

که در آن:

L_B : عبارت است از مقدار کاهش نوفه ترافیک بر حسب دسی‌بل (وزن یافته A)

δ : اختلاف مسیر بر حسب متر (بند ت-۱)



شکل ت-۱ نمودار کاهش نوفه ترافیک بر اثر سد صوتی به صورت تابعی از اختلاف مسیر (δ)

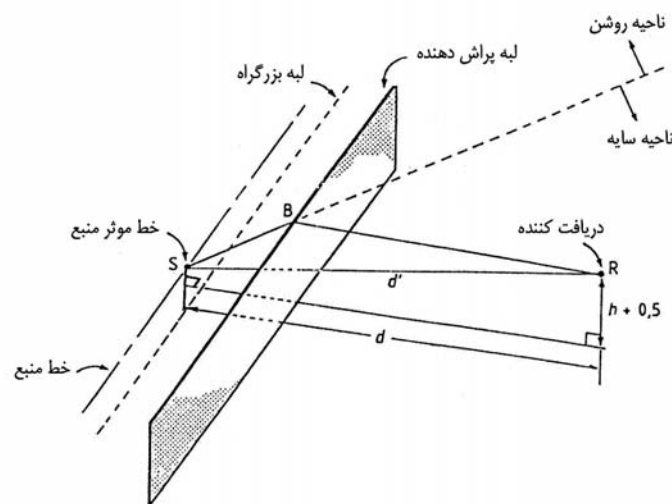
یادآوری ۱: رابطه فوق، در شرایطی صدق می‌کند که $3 > \delta > 0$ باشد.

یادآوری ۲: در شرایطی که $\delta > 3$ باشد، مقدار کاهش بر اثر سد صوتی برابر 20 dB می‌شود.

یادآوری ۳: مقادیر کاهش برای دریافت کننده‌ای است که در سایه صوتی قرار داشته باشد. در شرایطی که درون ناحیه روشن باشد، $L_B = 0$ می‌گردد (شکل ت-۲).

یادآوری ۴: از آنجا که امواج نزدیک به زمین مسدود می‌گردد، هنگامی که تأثیر سد صوتی مورد محاسبه قرار می‌گیرد، تأثیرات مربوط به زمین جاذب نادیده گرفته می‌شود. ولی در موارد استثنایی که جذب زمین از اثر پوششی سد صوتی بیشتر باشد (مانند سد کوتاهی که بر روی زمین علفزار انبوه ساخته شده باشد) هر دو اثر محاسبه می‌شود و هر کدام که کاهش بیشتری داشته باشد، در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری ۵: چنانچه چگالی سطحی سد صوتی (m) برابر ۵ باشد، L_B بین صفر تا 10 dB ، برای $m = 10 \text{ kg/m}^2$ ، مقدار L_B بین 10 تا 15 dB و برای $m = 20 \text{ kg/m}^2$ ، مقدار L_B بین 15 تا 20 dB خواهد بود.



شکل ت-۲ سطح مقطع عرضی در امتداد منبع - دریافت کننده

ت-۱ اختلاف مسیر (δ)

اختلاف مسیر (δ) از رابطه زیر به دست می‌آید. (شکل ت-۳ را ببینید).

$$\delta = (a + b - d')$$

که در آن:

δ : اختلاف مسیر برحسب متر

a : حداقل فاصله اریب بین منبع و لبه پراش دهنده سد صوتی، برحسب متر.

$$a = (d_1^2 + h_b^2)^{1/2}$$

b : حداقل فاصله اریب بین لبه پراش دهنده سد صوتی و دریافت کننده، برحسب متر.

$$b = \{(d - d_1)^2 + (h_b - h)^2\}^{1/2}$$

d' : حداقل فاصله اریب بین خط منبع و دریافت کننده (صرفنظر از موانع) برحسب متر.

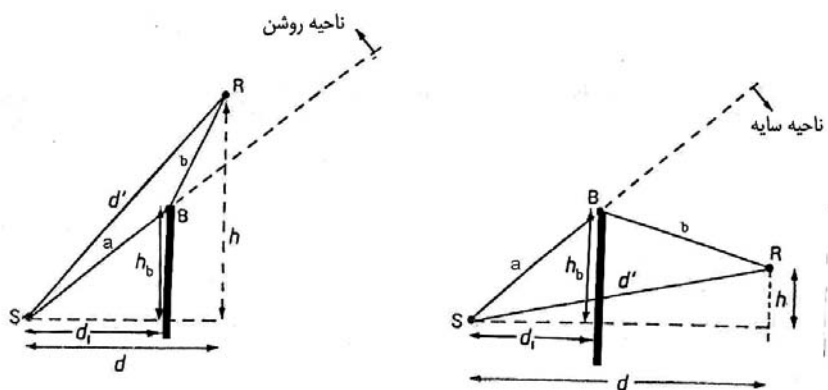
$$d' = (d^2 + h^2)^{1/2}$$

d : فاصله افقی بین خط منبع و دریافت کننده، عمود بر خط منبع، برحسب متر.

d_1 : فاصله افقی بین سد صوتی و خط منبع، برحسب متر.

h : ارتفاع دریافت کننده نسبت به خط منبع، برحسب متر.

h_b : ارتفاع لبه پراش دهنده سد صوتی نسبت به خط منبع، برحسب متر.



شکل ت-۳ اختلاف مسیر (δ) در شرایطی که دریافت کننده در ناحیه سایه و روشن است.

پیوست ث

مقادیر صدابندی تعدادی از دیوارها و پنجره‌ها در مقابل صدای هوابرد

برای انتخاب صحیح پوسته ساده و مرکب خارجی در یک ساختمان، ضروری است که طراح، مقادیر صدابندی دیوار و پنجره را در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن یافته R_w)، در اختیار داشته باشد. در جدول (ث - ۱) و (ث - ۲) مقادیر صدابندی تعدادی از جداکننده‌ها ارائه شده است.

جدول ث - ۱ مقادیر صدابندی تعدادی از دیوارها در مقابل صدای هوابرد

نوع دیوار	ضخامت (d) سانتیمتر	جرم واحد سطح (m) کیلوگرم بر متر مربع	شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) دسی بل
آجر فشاری دو رو اندود	۱۵	۲۴۵	۴۹
آجر فشاری دو رو اندود	۲۵	۳۶۵	۵۱
دو جدار آجری با فاصله هوایی ۵ سانتیمتر	۳۰	۴۸۸	۵۴
آجر سفال دو رو اندود	۲۱	۲۲۰	۴۶
بتنی	۱۲	۲۸۰	۴۹
بتنی	۱۵	۳۵۰	۵۲
بتنی ۱۵ سانتیمتری دو رو اندود	۱۷/۵	۳۹۱	۵۳
بلوک بتنی سبک دو طرف اندود	۱۷	۱۵۰	۴۵
بلوک بتنی سبک دو طرف اندود	۲۷	۲۳۰	۵۱
دیوار با ساخت و ساز خشک (dry wall) لایه اول: یک صفحه گچی به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر لایه دوم: پروفیل عمودی به عرض ۶/۳ سانتیمتر با پشم معدنی به ضخامت ۶/۳ سانتیمتر لایه سوم: یک صفحه گچی به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر	۸/۷	۲۰	۴۵
دیوار با ساخت و ساز خشک (dry wall) لایه اول: یک صفحه گچی به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر لایه دوم: پروفیل عمودی به عرض ۶/۳ سانتیمتر با پشم معدنی به ضخامت ۶/۳ سانتیمتر لایه سوم: دو صفحه گچی به ضخامت ۲/۴ سانتیمتر	۹/۶	۲۸	۵۰
دیوار با ساخت و ساز خشک (dry wall) لایه اول: دو صفحه گچی هر یک به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر لایه دوم: پروفیل عمودی به عرض ۹ سانتیمتر، پشم معدنی به ضخامت ۹ سانتیمتر لایه سوم: دو صفحه گچی هر یک به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر	۱۳/۸	۳۶	۵۶

جدول ۲ - مقادیر صدابندی تعدادی از پنجره‌ها در مقابل صدای هواگرد

نوع پنجره	شاخص کاهش صدابندی به دسی‌بل (STC) یا (R_w)
پنجره با شیشه ۴ میلیمتری (در شرایط کاملاً بسته)	۱۸-۲۰
پنجره با شیشه ۶ میلیمتری لمینیت شده	۳۴
پنجره با شیشه دو جداره دو شیشه ۶ میلیمتری با فاصله هوایی ۱۳ میلیمتر	۳۶
پنجره دوتایی در قاب‌های مجزا شیشه یکی از پنجره‌ها ۴ میلیمتری و دیگری ۶ میلیمتری با فاصله هوایی ۱۰ سانتیمتری	۴۶
پنجره دوتایی در قاب‌های مجزا شیشه یکی از پنجره‌ها ۴ میلیمتری و دیگری ۶ میلیمتری با فاصله هوایی ۱۵ سانتیمتری	۴۷
پنجره دوتایی در قاب‌های مجزا شیشه یکی از پنجره‌ها ۴ میلیمتری و دیگری ۱۰ میلیمتری با فاصله هوایی ۲۰ سانتیمتری	۴۹

پیوست ج

روش محاسبه شاخص کاهش صدا برای یک جداکننده مرکب

برای محاسبه شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب (مانند پوسته مرکب خارجی)، از مقادیر شاخص کاهش صدای جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده آن استفاده می‌گردد. ابتدا با داشتن شاخص کاهش صدای جداکننده ساده و با توجه به رابطه زیر که وابستگی متقابل بین ضریب تراگیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می‌کند، ضریب تراگیل جداکننده ساده محاسبه می‌شود:

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad \Rightarrow \quad \tau = 10^{-(0/1)R}$$

که در آن:

R : شاخص کاهش صدای جداکننده ساده، بر حسب دسی بل

τ : ضریب تراگیل جداکننده ساده

سپس با داشتن ضریب تراگیل برای هر جداکننده ساده و با استفاده از رابطه زیر ضریب تراگیل

جداکننده مرکب محاسبه می‌گردد:

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

که در آن:

$\bar{\tau}$: ضریب تراگیل جداکننده مرکب

$\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$: ضریب تراگیل هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب.

$S_1, S_2, \dots, S_n$: سطح هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب، بر حسب

متر مربع.

با قرار دادن $\bar{\tau}$ در رابطه زیر شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب محاسبه می‌گردد.

$$\bar{R} = 10 \log \frac{1}{\bar{\tau}} \quad \text{dB}$$

که در آن:

$\bar{\tau}$: ضریب تراگیل صدای جداکننده مرکب

$\bar{R}$: شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب، برحسب دسی بل

مثال: براساس ضوابط و مقررات صدابندی درساختمان‌ها، افت صوتی نمای ساختمان ۴۵ دسی‌بل است. اگر بخواهیم ۲۰ درصد نمای این ساختمان نورگیر باشد، افت صوتی قسمت نورگیر را محاسبه کنید، در صورتی که افت صوتی دیوار ۵۰ دسی‌بل باشد.

$$\bar{\tau} = 10^{-(0.1) \times 45} \quad \text{حله}$$

$$\tau_{\text{wall}} = 10^{-(0.1) \times 50}$$

$$R_{\text{win}} = ? \quad \text{پنجره}$$

$$\tau_{\text{win}} = 10^{-4} \Rightarrow 10^{-(0.1) \times 45} = \frac{20 \times \tau_{\text{win}} + 80 \times 10^{-(0.1) \times 50}}{100}$$

$$R_{\text{win}} = 10 \log \frac{1}{1 \times 10^{-4}} = 40 \text{ dB}$$

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیتهای عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی سالهای اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی

فهرست نشریات منتشر شده در سالهای اخیر
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

Г хР	Ψ ЎдўΨ Ψ	ř ħ	Уу Е	ДЗ у	у ї
		-	ЙН		
				-	-
				-	-
					- (-) - (-) - (-) -
				-	
					: - (-) - (-) (-).... -
					) (

Г хР	Ψ Ψ	ř ŧ		ДЗ	у	ї
		-	ЙН			
				-	: БНΨ ΩΩAN	I.C.U -
					: Б AN	
					: Б Ω ŧ ΩAN	
				-	: BŪY AN	() -
					: БНΨ ΩΩAN	
					: Б AN	
					: Б Ω ŧ ΩAN	
				-	: BŪY AN	() -
					: БНΨ ΩΩAN	
				-	: BŪY AN	() NICU -
					: БНΨ ΩΩAN	
					: Б AN	
				-	: BŪY AN	() -
					: БНΨ ΩΩAN	
					: Б AN	
					(-)	

Islamic Republic of Iran

**Acoustical guide lines
for
Reduction of Traffic Noise
for
Buildings near Highways**

No: 342

**Management and Planning Organization
Deputy for Technical Affairs
Criteria Codification and
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau**

**Ministry of Building and Urban Development
Building and Housing Research Center**

2006

این نشریه

**با عنوان « راهکار کاهش نوفه ترافیک برای ساختمانهای
حواشی بزرگراههای شهری» شامل پنج بخش و شش
پیوست است.**

**هدف و کاربرد، تعاریف، تعیین تراز نوفه ترافیک با
استفاده از مدل‌های ریاضی، حداکثر ترازهای نوفه مجاز
در مناطق مختلف شهری در ایران، راهکار کاهش تأثیر
نوفه ترافیک بزرگراه در مناطق مسکونی ، بخشهای
مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.**

**دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و
عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما
استفاده کنند.**