ارتقای ایمنی حمل‌ونقل با استفاده از حصارهای حاشیه بزرگراه‌ها

محمدرضا احدی[1]
عبدالرضا ابراهیمی[2]

تاریخ دریافت : ۱۳۸۸/۰۸/۱۰
تاریخ پذیرش : ۱۳۸۸/۱۱/۰۳

چکیده

وجود یک شبکه بزرگراهی گسترده و مناسب به منظور حمل‌ونقل سریع و ایمن مسافر از مهم‌ترین عوامل زیربنایی توسعه شهری است. ایجاد راه‌کارهای مناسب در شبکه بزرگراهی، برای حمل‌ونقل مسافران با درجه ایمنی و راحتی بالا در کلان‌شهرها ضروری به نظر می‌رسد. کشورهای توسعه یافته به منظور استفاده بهتر و ایمن‌تر از تسهیلات حمل ونقل، تحقیقات دامنه‌داری را در زمینه استانداردهای سیستم‌های ایمنی همزمان با فناوری جدید و تغییرات در طراحی بزرگراه‌ها انجام داده‌اند. ایجاد یک محدوده حفاظت شده و عاری از اشیاء و نقاط خطرناک برای بزرگراه‌ها با استفاده از حصارهای حاشیه‌ای در ارتقای ایمنی حمل و نقل امری ضروری است. بنابراین، شناخت معیارها و ضوابط استانداردهای حصارهای حاشیه بزرگراه‌ها بایستی مدنظر قرار گیرد، تا مهندسان و طراحان با رعایت این اصول، شبکه بزرگراه‌های ایمن به‌وجود آورده و حوادثی که ناشی از عوامل خارج از محدوده آنها است به حداقل برسد. تحلیل و بررسی مقایسه‌ای مطالعات کشورهای توسعه یافته و تجارب و دستاوردهای داخلی بر روی معیارها و ضوابط استانداردهای حصارهای حاشیه بزرگراه‌ها و بومی‌سازی آنها با شرایط و ویژگی‌های شبکه بزرگراهی در کشور به تهیه و تدوین دستورالعملی برای تعیین نقاط خطر و طراحی حصارهای مناسب برای ارتقای ایمنی شبکه بزرگراهی که با شرایط و وضعیت کشور ما سازگار باشد، منجر می شود.

کلید واژه‌ها: *ایمنی، آلودگی صوتی، بزرگراه، حصار.*

[1] . استادیار، عضو هیئت علمی پژوهشکده حمل ونقل، ahadi@rahiran.ir
۲ . کارشناس ارشد راه و ترابری، شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران، reza_ebr57@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

وجود یک شبکه بزرگراهی گسترده و مناسب با استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل نوین به منظور حمل‌ونقل سریع و ایمن از مهمترین عوامل زیربنایی برای توسعه هر شهری می‌باشد. کشورهای توسعه یافته که خود سازنده وسیله نقلیه هستند از همان آغاز استفاده انسان از وسیله نقلیه، به فکر استفاده ایمن از این دست‌آورد بشری بوده‌اند به‌طوری‌که تحقیقات دامنه‌داری را به منظور استفاده بهتر و ایمن‌تر از بزرگراه‌ها و وسیله نقلیه انجام داده‌اند و امروزه، نتیجه تلاش‌های سالیان متمادی آنها، داشتن بزرگراه‌های ایمن می‌باشد. ولی در کشور ما به همراه ورود خودرو به ایران، متاسفانه تلاش‌های لازم به منظور استفاده ایمن از آن انجام نشده است. آمار بالای تصادفات، افزایش آلاینده‌های محیط زیست و خسارات جانی ناشی از آن، بیان‌گر اهمیت ایمنی بزرگراه‌ها است. افزایش ایمنی بزرگراه‌ها به‌وسیله کنترل عوامل تأثیرگذار محیطی و محدود کردن دسترسی به آن‌ها از جمله راهکارهایی است که می‌تواند در جهت نیل به هدف ارتقاء ایمنی مورد توجه قرار گیرد. برای این منظور تمهیدات مختلفی در نظر می‌گیرند که از جمله می‌توان به انواع حصارهای حاشیه بزرگراه‌ها اشاره نمود. حصارها، قسمتی از تجهیزات بزرگراه‌ها هستند که در حاشیه و میانه آن نصب می‌گردند. کارکرد آن‌ها را می‌توان افزایش ایمنی و سلامت رانندگان و ساکنان اطراف بزرگراه بیان کرد. استانداردهای سیستم‌های ایمنی به مرور زمان توسعه یافته و با تکنولوژی جدید و تغییرات در طراحی بزرگراه‌ها، دائماً در حال تغییرند. به همین دلیل، سیستم‌های ایمنی موجود، بایستی مورد بازبینی قرار گیرد و ارتقاء داده شود. حصارها نیز به عنوان قسمتی از تجهیزات بزرگراه، جزیی از سیستم ایمنی به‌شمار می‌روند. اصول مکان‌یابی، نصب و تعمیر و نگهداری حصارها در ایران تاکنون عمدتاً برمبنای سعی و خطا و تجربه بوده است، اما نیاز به شناخت معیارها و ضوابط استانداردهای ایمنی در این خصوص احساس می‌شود تا کارشناسان، مهندسان و طراحان با رعایت این اصول، شبکه ایمن بزرگراه‌ها را طراحی و ایجاد نمایند و در نهایت حوادثی که ناشی از عوامل خارج از محدوده بزرگراه می‌باشد، به حداقل برسد.

Archive of SID
www.SID.ir

اهداف استفاده از حصار در حریم راه

حصارها قسمتی از تجهیزات ایمنی بزرگراه می‌باشند که در حاشیه یا میانه بزرگراه به منظور ایجاد محدوده‌ای ایمن نصب می‌گردند. در این قسمت به منظور بررسی هدف از نصب حصار در بزرگراه، اهداف ذکر شده در آئین‌نامه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. به طور کلی هدف از نصب حصار در بزرگراه به شرح ذیل می‌باشد[۲]:

مشخص نمودن حریم قانونی مسیر راه و جلوگیری از تجاوز به آن؛

جلوگیری از ورود و خروج وسایل از نقاط غیر مجاز در طول بزرگراه (کنترل دسترسی)؛

جلوگیری از خروج ناگهانی وسایل نقلیه منحرف شده از بزرگراه؛

جلوگیری از ورود عابران محلی به سطح سواره‌رو و یا عبور از عرض آن؛

جلوگیری از آسیب رساندن به تسهیلات بزرگراه؛

حذف نور خیره کننده ترافیک مقابل یا نورهای مزاحم کنار بزرگراه؛

ایجاد مانع برای کاهش صدای ایجاد شده توسط وسایل نقلیه؛

جلوگیری از آلودگی بصری و جلوگیری از آلودگی هوا (گرد و غبار و دود حاصل از حرکت وسایل نقلیه)[۴و۵و۱۲و۹].

در ادامه دو نوع حصار که در بزرگراه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

حصار صوتی

تعریف

حصارهای صوتی به منظور کاهش تاثیر صدا در اطراف بزرگراه‌ها به کار می‌روند. این کار، عمدتاً با مسدود شدن مسیر مستقیم حرکت صوت بین منبع تولید صدا (وسایل نقلیه عبوری از بزرگراه‌ها) و دریافت کننده‌های آن در اطراف بزرگراه‌ها به وسیله حصارهای صوتی، صورت می‌پذیرد. توجه شود که این حصارها به منظور عملکرد صوتی و به عنوان یک مانع در برابر صداهای تولید شده در بزرگراه به کار می‌روند و

Archive of SID
www.SID.ir

نیازی نمی‌باشد که با توجه به نامشان به طور واضح و صریح به شکل یک حصار باربر به مفهوم واقعی آن باشند[۱۳].

انواع حصار صوتی

حصارهای صوتی بر اساس ظاهر، شکل احداث و نیز وظایفی که بر عهده دارند به انواع زیر تقسیم می‌گردند:

حصارهایی که قطعات و ستون‌های آن پیش‌ساخته بوده و قطعات در شیار ستون‌ها غلاف می‌گردند؛

سیستم قطعات (پانل) پیش‌ساخته با ستون و قطعات جدا از هم؛

سیستم قطعات (پانل) پیش‌ساخته با قطعات و ستون‌های پیوسته؛

حصارهای زیگزاگ شکل؛

حصارهای پله‌ای؛

پانل‌ها و پایه‌های پیش‌ساخته نصب شده بر روی حفاظ و

حصارهای پیش‌ساخته‌ای که در یک سمت دارای شیب می‌باشند.

حصارهای پیش‌ساخته که ستون‌ها و قطعات (پانل) در آنها به صورت پیوسته و متصل می‌باشد؛

سیستم قطعات (پانل) پیش‌ساخته با قطعات و ستون‌های پیوسته.

حصارهای ساخته شونده در محل و

قطعات (پانل) و پایه‌های ساخته شده در محل.

حصارهای تپه‌ای.

هر کدام از انواع حصارها دارای مزایا و معایبی هستند که در ادامه به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

تعیین نوع حصار صوتی با توجه به شرایط محیط

انتخاب نوع حصار با توجه به شرایط محل نصب حصار صورت می‌گیرد. عوامل موثر در انتخاب نوع حصار عبارتند از: فاصله بین دریافت‌کنندگان صدا و بزرگراه، حجم ترافیک عبوری و اهمیت ایجاد اخلال در ترافیک، اعتبار اختصاص داده شده برای

Archive of SID
www.SID.ir

نصب حصار، نیروی باد و تاثیر آن بر پایداری حصار، پیش‌بینی نیاز به حفاری در طول محور راه برای تاسسیات در آینده و تجهیزات ترافیکی موجود در حاشیه بزرگراه (حفاظ‌ها) [۱۳و۶].

الف- سیستم قطعات (پانل) پیش‌ساخته با ستون و قطعات جدا از هم[1]

مرسوم‌ترین سیستم‌های مورد استفاده در ساخت حصارهای صوتی، به این صورت است که قطعات به صورت پیش‌ساخته به محل آورده شده و در بین پایه‌های پیش‌ساخته قرار می‌گیرند. معمولاً فضای بین دو پایه که تنها با یک قطعه یا با چند قطعه کوچکتر روی همدیگر قرار می‌گیرند، پر می‌گردد. ستون‌ها معمولاً از جنس بتون و یا فولاد می‌باشند. همچنین فاصله بین ستون‌ها اغلب به وسیله نوع و طرح فونداسیون تعیین می‌گردد اما معمولاً در بازه‌ای بین ۳ تا ۷/۵ متر تغییر می‌کند[۷و۳].

این سیستم‌ها دارای مزایای زیر می‌باشند:

در این روش امکان استفاده از گستره‌ای از مواد و مصالح مختلف، ارتفاع قطعات و.... وجود دارد. به عنوان مثال در مواردی که محدودیت‌هایی در توانایی جرثقیل وجود دارد، می‌توان با کم نمودن ارتفاع قطعات و کاهش وزن آنها و در نتیجه استفاده از چند قطعه به جای یک قطعهٔ یکنواخت، حصار را احداث نمود.

به آسانی و بدون آنکه اخلال جدی در جریان ترافیک ایجاد نمایند، قابل اجرا می‌باشند.

به آسانی قابل تعمیر و مرمت می‌باشند. در این حالت، قطعه آسیب‌دیده، با قطعه سالم تعویض می‌گردد.

ب- سیستم قطعات (پانل) پیش‌ساخته با قطعات و ستون‌های پیوسته

این سیستم تفاوت نسبتاً کمی با سیستم قبل دارد. مزایای به‌کارگیری این سیستم نیز همانند مزایای سیستم قبلی است. تنها تفاوت آن با سیستم قبلی در آن است که در آن قطعات به صورت سر هم با ستون‌ها می‌باشند.

[1] Prefabricated, Separate Posts and Panels

Archive of SID
www.SID.ir

توجه شود بعد از اینکه حصار به صورت سیستم قطعه و ستون سرهم در جای خود نصب گردید، قطعات انتهایی از بالا تا پایین از طریق میلگرد، از ستون انتهایی به فونداسیون وصل می‌گردد.

ج- قطعات (پانل) و پایه‌های ساخته شده در محل[1]

این سیستم‌ها از نظر ظاهری مشابه سیستم‌های قبلی می‌باشند. اما ستون‌ها و قطعات در محل و از بتن مسلح و یا مصالح بنایی مسلح ساخته می‌شوند. در این حالت، قطعات (پانل‌ها) با پی و حصار سرهم ساخته می‌شوند و یا بر روی پی که جداگانه ساخته شده است بنا می‌شوند. در حالت دوم، هزینه احداث فونداسیون افزایش می‌یابد. از اساسی‌ترین معایب این روش، اختلال جدی در جریان ترافیک در حین اجرا می‌باشد[۶و۱۳].

د- حصارهای زیگزاگ شکل[2]

این سیستم‌ها شامل قطعات پیش‌ساخته می‌باشند که به شکل زیگزاگ در کنار یکدیگر چیده می‌شوند و به کمک کابل و یا میلگرد از درون به یکدیگر متصل می‌گردند. شکل زیگزاک پایداری آنها را در برابر نیروی باد و دیگر نیروها افزایش می‌دهد و از واژگون شدن آنها جلوگیری می‌کند و این امکان را به وجود می‌آورد که پایه‌ها از سیستم حصارها حذف گردند. در مناطق با نوع خاک مناسب، فونداسیون را می‌توان تنها با متراکم کردن (کوبیدن) سطح زمین با استفاده از غلتک ایجاد نمود[۳و۷].

از مزایای اصلی این سیستم، هزینه پایین به دلیل حذف پایه‌ها و فونداسیون می‌باشد اما به دلیل شکل زیگزاگی خود، سطح بیشتری را در مقایسه با حصارهای مستقیم اشغال می‌نمایند. در ساخت این سیستم‌ها همچنین کمترین مشکل در تأسیسات زیرزمینی به وجود می‌آید اما بعد از ساخت دسترسی به این تأسیسات تا حد زیادی مشکل می‌باشد به خصوص اگر نیاز به حفاری در امتداد طول زیادی از حصار باشد. زیرا پایداری حصار را با مشکلات زیادی روبرو می‌نماید.

[1] Constructed-in-Place Posts and Panels
[2] Serpentine Walls

Archive of SID
www.SID.ir

ه- حصارهای پله‌ای[1]

این نوع حصارها از قرارگیری یک در میان یک حصار مستقیم و یک حصار مورب تشکیل می‌شوند. این حصارها در فواصل منظمی به وسیله یک قطعه کوچکی که عمود بر محور جاده می‌باشد، منقطع می‌گردند. منظره این نوع حصارها نسبت به منظره حصارهای ممتد کمتر کسل کننده می‌باشد. شکل قرارگیری باعث پایداری جانبی بیشتر آنها می‌شود. این حصارها معمولا به صورت پایه‌ها و پانل‌های پیش‌ساخته اجرا می‌شوند اگر چه امکان استفاده از سایر روش‌های ذکرشده نیز وجود دارد.

و- حصارهای تپه‌ای[2]

این حصار از تپه کردن و خاکریز ساختن در اطراف بزرگراه به وجود می‌آید. به منظور کاهش هزینه می‌توان مرکز این تپه‌ها را با موادی همچون آهن پاره و نیز لاستیک‌های و تایرهای فرسوده پر نمود. این حصارها دارای این مزیت می‌باشند که از نظر جلوه‌های دیداری با طراحی‌های ویژه چمن‌کاری می‌توان تصوری طبیعی‌تر در ذهن انسان به وجود آورد.

با این‌حال، کاشت درخت بر روی آنها می‌تواند، کارایی صوتی آنها راکاهش دهد، زیرا باعث پراکندگی صدا به سوی دریافت‌کنندگان می‌شود. همچنین به منظور افزایش کارایی حصارهای تپه‌ای، می‌توان در بالای آنها، از سایر حصارهای صوتی نیز استفاده نمود. از اصلی‌ترین معایب این حصارها، سطح زیادی است که اشغال می‌نمایند. اما در جاهایی‌که فضا به اندازه کافی وجود دارد، راه‌حل مناسبی است[۱۰].

ز- پانل‌ها و پایه‌های پیش‌ساخته نصب شده بر روی حفاظ[3]

این نوع حصارها، نوع دیگری از سیستم‌های پایه و پانل‌های پیش‌ساخته می‌باشند و شامل پایه‌های فولادی هستند که بر روی موانع (حفاظ) ترافیکی مانند دیوارهای بتنی، بلوک‌های بتنی و نیوجرسی‌های ثابت قرار می‌گیرند. در این حالت موانع ترافیکی در حالی‌که به منظور برخورد وسایل نقلیه و هدایت آنها به مسیر اصلی

[1] Staggered Walls
[2] Earth Berm
[3] Prefabricated, Barrier-Mounted, Posts and Panels

Archive of SID
www.SID.ir

به‌کار می‌روند، برای نگهداری پانل‌ها و پایه‌های حصارهای صوتی نیز استفاده می‌شوند[۳و۷].

در این حصارها، پایه‌ها به وسیله یک صفحه پایه و میلگرد به موانع ترافیکی متصل می‌شوند. اجرای این اتصال اغلب به دلیل حرکات و نوسانات ناشی از باریک بودن حصار (۱۵ سانتی‌متر) مشکل و پرهزینه می‌باشد. از آنجائی‌که حصار باریک می‌باشد، صفحه پایه نیز داری عرض کمی است و در نتیجه در برابر واژگونی نیز داری مقاومت کمی است. از اینرو فواصل پایه‌ها می‌بایست کم (حدود ۱/۵ متر) باشد. در نتیجه طول پانل‌ها می‌بایست کم باشد. اگرچه در این حالت به تعداد پانل‌ها بیشتری نسبت به حالتی که فواصل پایه‌ها از هم بیشتر است نیاز است، اما نصب آنها در بین پایه‌ها آسان‌تر است. در این نوع حصارها، طول کم پانل‌ها و پایه‌های فولادی بدون پوشش باعث نامناسب کردن زیبایی در جلوه‌های دیداری می‌شود و از طرفی فشار باد ارتفاع حصارها را محدود می‌کند.

ح- حصارهای پیش‌ساخته‌ای که در یک سمت دارای شیب می‌باشند[1]

این نوع حصارها، با توجه به شکل خود در عین حالی که این قابلیت را دارند که وسیله نقلیه در حال برخورد به حصار را مجدداً به مسیر اصلی بازگردانند، بسیاری از مزایای ایجاد جلوه‌های دیداری مناسب که در قسمت‌های قبل ذکر شد را نیز دارا هستند. همچنین با توجه به خاصیت پیش‌ساخته بودن از کلیه مزایای مربوط به حصارهای با قطعات و پایه‌های پیش‌ساخته نیز برخوردارند. قطعات و ستون‌ها به دو صورت سرهم و جدا از هم می‌توانند باشند.

قسمت پایین حصار تنها به دلیل امکان برخورد وسایل نقلیه و به منظور کاهش هزینه‌های نگهداری مقاوم‌تر ساخته می‌شوند و نمی‌توان انتظار عملکرد به صورت مانع ترافیکی را از آنها داشت. در این سیستم، قطعات (پانل‌ها) به صورت پیش‌ساخته و کامل ساخته می‌شوند و در حالتی که قطعات و پایه‌ها سرهم می‌باشند، پایه‌ها به قسمت پایین قطعات که شکل مقطع آن ذوزنقه‌ای می‌باشد، متصل می‌شوند.

[1] Prefabricated “Sloped-Face” Barriers

Archive of SID
www.SID.ir

تعیین موقعیت نصب

حصارهای صوتی در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و در برخی موارد در معابر اصلی درون‌شهری و برون‌شهری به منظور کاهش تاثیر صدا بر کاربری‌های اطراف به کار می‌روند[۳و۷].

سازمان حفاظت محیط زیست بر اساس آئین‌نامه‌های تدوین شده و قوانین خاص مبارزه با آلودگی صوتی در کشورهایی که توجه خاصی نسبت به مسئله صدا و آلودگی ناشی از آن دارند اقداماتی در خصوص مبارزه با این آلاینده زیست محیطی انجام داده است[۱]. بدین منظور برای دستیابی به شرایط بهینه و به‌منظور بررسی و برآورد تاثیرات صدا، دو نوع استاندارد در ایران تعیین شده است:

استاندارد محیطی[1]: این استاندارد یک حد آستانه مُجاز برای محیط‌های مختلف شهری در هوای آزاد تعیین می‌نماید. در صورتیکه هر فردی چه به‌عنوان عابر و یا به‌عنوان ساکن در یک منطقه مسکونی و یا به‌عنوان شاغل در یک منطقه تجاری یا صنعتی تحت آستانه‌های مجاز زیست محیطی قرار داشته باشد، دچار عوارض سوء صدا نخواهد گردید[۱].

استاندارد انتشار آلاینده‌ها[2]: با استفاده از این استاندارد، میزان ترازهای خروجی منابع ایجاد کننده صدا قابل مقایسه و ارزشیابی می‌باشد. استانداردهای زیست محیطی لازم است به‌منظور آسایش و آرامش انسان تعیین گردد.

لذا شفاف نمودن و تعیین دقیق این استانداردها به نوع رفتار، فرهنگ، آداب و رسوم و بالاخره به ساختار فیزیکی شهرها بستگی خواهد داشت، به‌همین دلیل در تعیین این نوع استانداردها در کشورهای مختلف تفاوت‌هایی دیده شده است.

در جدول زیر استاندارد زیست محیطی کشورمان که توسط سازمان حفاظت محیط زیست اعلام شده ارائه شده است. مطابق این استاندارد مناطق شهری کشورمان به پنج دسته تقسیم شده است. این جدول مناطقی در اطراف بزرگراه‌ها را که نیاز به حصارهای صوتی دارند نشان می‌دهد. مناطقی با این معیار انتخاب می‌شوند که میزان آلودگی صوتی آن‌ها بالاتر از مقادیر تعیین شده در جدول یک باشد[۱].

[1] Ambient or Environment Standards
[2] Emission Standards

Archive of SID
www.SID.ir

جدول یک: حدود مجاز صدا در هوای آزاد ایران[۱۰]

دسته	نوع منطقه	روز از ساعت ۷ الی ۲۲ dB(A)	شب از ساعت ۲۲ الی ۷ dB(A)
۱	منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
۲	منطقه تجاری - مسکونی	۶۰	۵۰
۳	منطقه تجاری	۶۵	۵۵
۴	منطقه مسکونی - صنعتی	۷۰	۶۰
۵	منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

نحوه کارکرد حصارهای صوتی

اساساً، حصارهای صوتی، به دو صورت باعث کاهش در سطح صدا می‌شوند: اتلاف ناشی از انتقال و اتلاف ناشی از تعبیه[۶].

اتلاف ناشی از انتقال: وقتی در مسیر انتشار صدا مانعی نصب شود در هنگام عبور صدا از این مانع سطح صدا مقداری کاهش می‌یابد که به این کاهش اتلاف ناشی از انتقال گفته می‌شود. میزان ضخامت مورد نیاز بر حسب اینچ برای اتلاف ناشی از انتقال حدود ۳۰ dB، موج صوتی با فرکانس ۱۰۰ Hzدر جدول دو ارایه شده است. انتشار صدا در نتیجه وجود سوراخ، درز و فاصله در سطح یا پایین حصار صوتی باعث کاهش کارایی آن می‌شود و بایستی آنها را حذف کرد[۶].

جدول دو: ضخامت مورد نیاز بر حسب اینچ برای حدود ۳۰ dB اتلاف ناشی از انتقال[۶]

مواد	ضخامت بر حسب اینچ برای ۳۰ dB اتلاف موج صوتی با فرکانس ۱۰۰ Hz
فولاد	۰/۲۱
بتن یا مصالح بنایی	۰/۶۳
پلاستیک	۱/۸۱
چوب	۳/۶۶

Archive of SID
www.SID.ir

اتلاف ناشی از تعبیه: فرض کنید که یک ضخامت کافی برای حصار به منظور جلوگیری از عبور مستقیم همهٔ امواج از میان آن تأمین شده است. در این صورت کاهش در سطح صدا که ناشی از مجبور کردن آن به پیمودن یک مسیر طولانی‌تر از بالا و اطراف آن می‌باشد، اتلاف ناشی از تعبیه حصار نامیده می‌شود (شکل یک).

اتلاف ناشی از تعبیه حصار، اختلاف بین سطح صداست در وضعیتی که هیچ حصاری وجود ندارد و وضعیتی که حصار برای کاهش سطح صدا بین دریافت‌کننده صدا و منبع تولید صدا نصب شده باشد[۶].

کاهش اثر صوت در اثر تعبیه نمودن حصار، به کمک مدلی که توسط کرت و اندرسون پیشنهاد شده است، برآورد می‌گردد.

$$N = \frac{(a+b-L)\,f}{C.} \qquad (۱)$$

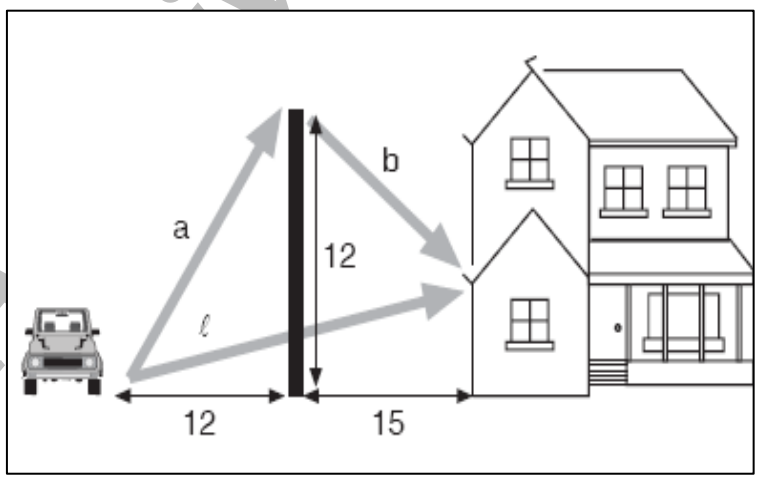
N: عدد Fresnel به عنوان یک عدد بدون بعد است که نشان می‌دهد که مسیر حرکت موج در اثر وجود حصار چه اندازه طولانی‌تر می‌گردد. با استفاده از شکل دو محاسبه می‌گردد.

L = فاصله مستقیم بین منبع و دریافت کننده است.

b,a = طول دو قسمت تشکیل دهنده مسیر جدید ناشی از وجود حصار می‌باشد.

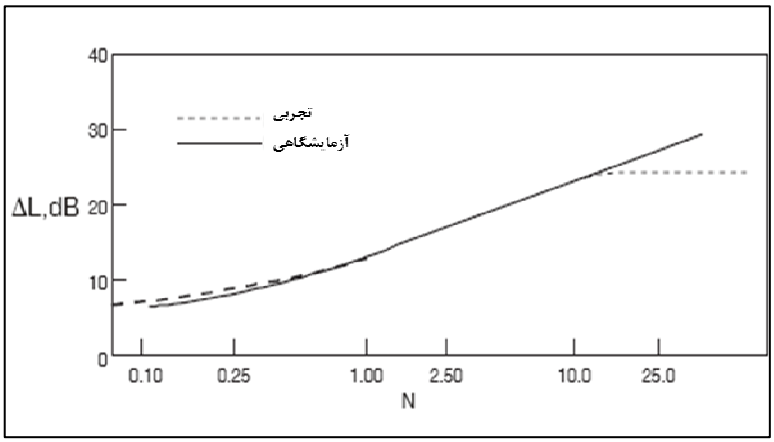
F = فرکانس صدا

C. = سرعت حرکت موج در هوا $1100\,ft/\sec$ (حدوداً) می‌باشد.



شکل یک: نمونه‌ای از طولانی شدن مسیر صوت ناشی از تعبیه حصار صوتی[۶]

Archive of SID
www.SID.ir



شکل دو: میزان کاهش اثر صوت به ازاء عدد فرنسل برای داده‌های تجربی و آزمایشگاهی[۶]

تعیین ارتفاع حصار صوتی:

برای کاهش حداقل در صوت، یک حصار صوتی می‌بایستی به اندازه کافی بلند باشد تا مسیر مستقیم بین منبع و دریافت‌کننده صوت را مسدود نماید. اگر حصار صوتی کوتاه باشد یا دارای فواصلی بین قطعات باشد، صوت می‌تواند از بالا یا اطراف حصار عبور نماید و در نتیجه از کارایی آن کاسته شود. حداقل ارتفاع حصار صوتی باید ۰/۱ عرض بزرگراه (فاصله بین دو حصار در طرفین بزرگراه) باشد. به عنوان مثال اگر عرض بزرگراه (فاصله بین دو حصار) ۳۰ متر باشد حداقل ارتفاع حصار باید ۳ متر باشد[۶].

ارتفاع حصار صوتی به میزان اتلاف ناشی از تعبیه بستگی دارد. فرض کنید که یک ضخامت کافی برای حصار به منظور جلوگیری از عبور مستقیم همهٔ امواج از میان آن تأمین شده است. در این صورت باید ارتفاع حصار صوتی به اندازه‌ای باشد که میزان اتلاف ناشی از تعبیه برابر با میزان کاهش صوت مورد انتظار باشد. میزان کاهش صوت مورد انتظار در یک محل برابر است با سطح صوت در آن محل در وضعیت موجود (قبل از نصب) منهای سطح صوت استاندارد برای آن محل که از جدول (۲-۲) تعیین می‌شود. بنابراین با تعیین میزان اتلاف ناشی از تعبیه و با استفاده از شکل دو عدد N (عدد فرنسل) محاسبه می‌شود سپس با استفاده از رابطه یک و شکل دو ارتفاع حصار صوتی محاسبه می‌شود[۶].

Archive of SID
www.SID.ir

خصوصیات مواد مرسوم در ساخت حصارهای صوتی

حصار صوتی از مواد مختلفی ساخته می‌شود. جدول سه ویژگی‌هایی مواد موثر در عملکرد حصار صوتی را نشان می‌دهد.

جدول سه: میزان کاهش صوت (اتلاف ناشی از انتقال) برای مواد مختلف[۶]

مواد	ضخامت	جرم واحد سطح	کاهش صوت
پلی‌کربنات	۱۲-۸	۱۴-۱۰	۳۳-۳۰
اکریلیک	۱۵	۱۸	۳۲
بتن چگال	۱۰۰	۲۴۴	۴۰
آجر سفالی	۱۵۰	۲۸۸	۴۰
فولاد	۱/۲۷	۹/۸	۲۵
ورق آلومنیوم	۱/۵۹	۴/۴	۲۳
چوب	۲۵	۱۸	۲۱
تخته چندلایه	۲۵	۱۶/۱	۲۳

مشخصات مصالح مورد استفاده در ساخت حصارهای صوتی

عموماً، مصالح مورد استفاده در ساخت حصارهای صوتی براساس کارایی صوتی (چگالی یا جرم)، پیوستگی سازه‌ای، طول عمر و هزینه ساخت و نگهداری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. موارد مهم در ارزیابی به طور خلاصه عبارتند از[۶]:

همهٔ مواد و مصالح سیمانی می‌بایست در زمینه طول عمر مورد ارزیابی قرار بگیرند.

همه مصالح فلزی بدون پوشش به کار رفته، می‌بایست ضدخوردگی باشند و یا به وسیله رنگ از خوردگی محافظت گردند.

همه مصالح می‌بایست در برابر آتش‌سوزی مورد آزمایش قرار گیرند.

همه مصالح به کار رفته می‌بایست در برابر کاهش عملکرد کارایی خود در اثر قرار گرفتن طولانی در معرض رطوبت، مقاوم باشند. اگر از مصالح جاذب صوت نیز استفاده می‌شود، در سمتی که از این مواد استفاده شده است می‌بایست از پوششی استفاده نمود تا جلوی نفوذ رطوبت را بگیرد.

همه مصالح می‌بایست در برابر رشد قارچ‌ها مقاوم باشند[۶].

Archive of SID
www.SID.ir

حصار نورشکن

تعریف

خیرگی چشم ناشی از چراغ جلو وسایل نقلیه ترافیک روبرو می‌تواند یک دلیل برای مشکل ایمنی باشد. حصار نورشکن (حصار خیرگی چشم) برای حفاظت از چشم رانندگان در برابر نور خیره کننده چراغ جلو وسایل نقلیه ترافیک روبرو استفاده می‌شود. خیرگی چشم می‌تواند به وسیله رفوژهای میانی عریض، تجهیزات جداکننده، تپه‌های خاکی، گیاهان، موانع ترافیکی بتنی و یا حصار نورشکن کاهش یابد[۱۵].

انواع حصارهای نورشکن عبارتند از:

استفاده از موانع ترافیکی بلند استاندارد از جمله موانع بتنی نوع A1 و B1 به جای موانع بتنی نوع A و B؛

نوع دیگر این حصار به شکل بلوک‌های بتنی به ارتفاع ۸۰ سانتیمتر بر روی موانع ترافیکی (نیوجرسی بلند یا گاردریل) که ضخامت سطح بالایی آن‌ها کافی می‌باشد نصب می‌گردد؛

حصار نورشکن با استفاده از قطعات (تیغه‌های پهن پارویی شکل) ساخت شرکت‌های مختلف سازنده تجهیزات کنترل ترافیک بر روی موانع ترافیکی (نوع A و B به ارتفاع ۱۰۵ سانتیمتر، نیوجرسی به ارتفاع ۸۰ سانتیمتر یا گاردریل‌های فلزی) با زاویه ۲۰ درجه نسبت به محور مانع نصب می‌شود.

استفاده از فنس با بافت متراکم به عنوان حصار نورشکن که قابل نصب بر روی نیوجرسی و گاردریل می‌باشد.

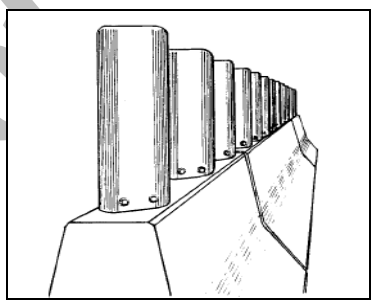
پوشش گیاهی در رفوژ میانی می‌تواند باعث کاهش خیرگی چشم ناشی از چراغ جلو وسایل نقلیه شود. همچنین خیرگی چشم ناشی از چراغ‌های کاربری‌های مجاور بزرگراه را می‌توان با استفاده از درختان همیشه سبز و بوته‌کاری برطرف کرد[۱۱و۸].

Archive of SID
www.SID.ir

تعیین موقعیت نصب حصار نورشکن

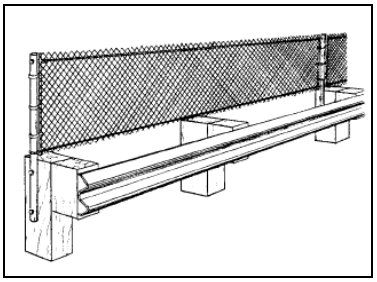
این حصار معمولا در رفوژ میانی بزرگراه‌ها دارای جداکننده استفاده می‌شود. این نوع حصار در محل‌هایی به غیر از رفوژ میانی بزرگراه‌ها نظیر تأسیسات موازی بزرگراه یا منبع نور غیرمتعارف که باعث ایجاد مسئله خیرگی چشم می‌شود نیز نصب می‌شود[۱۴].

حصار نورشکن نسبتاً گران می‌باشد و استفاده از آن می‌بایست توجیه‌پذیر و مستند باشد. عوامل مهم در استفاده از حصار نورشکن عبارتند از: حجم ترافیک و ترکیب آن، قوس‌های عمودی و افقی و جداکننده‌های بین خط‌های عبور رفت و برگشت بزرگراه. توجیه‌پذیر بودن حصار نورشکن براساس حجم ترافیک و عرض رفوژ برای مقاطع بدون روشنایی و برای مقاطع با روشنایی براساس حجم ترافیک و تعداد خط عبور تعیین می‌شود. در شکل (۷) ضرورت نصب این نوع حصار را برای بزرگراه‌های بدون روشنایی با توجه به متوسط حجم ترافیک روزانه و عرض رفوژ نشان داده شده است.



شکل سه: حصار نورشکن به شکل پارو نصب شده بر روی نیوجرسی[۸]

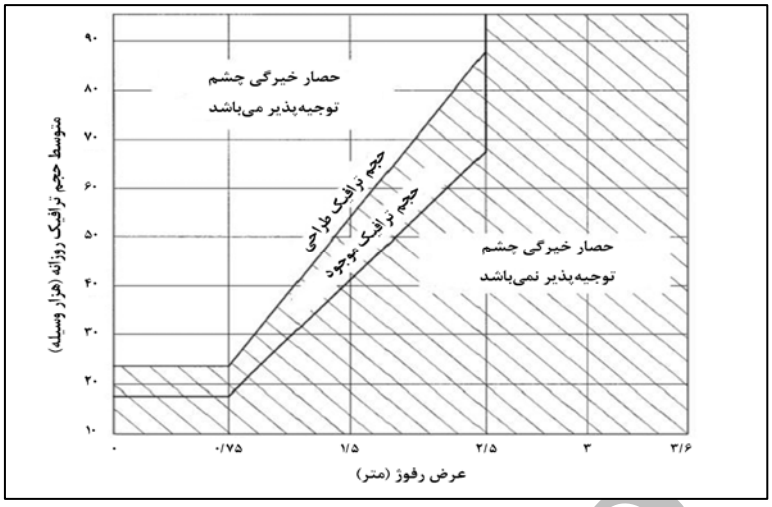
شکل چهار: حصار نورشکن به شکل پارو نصب شده بر روی گاردریل[۱۵]



شکل پنج: حصار نورشکن با استفاده از فنس با بافت متراکم[۸]

شکل شش: حصار نورشکن با استفاده از فنس با بافت متراکم[۱۵]

Archive of SID
www.SID.ir



شکل هفت: ضرورت نصب حصار در بزرگراه‌های بدون روشنایی[۱۱]

در جدول چهار برای بزرگراه‌های دارای روشنایی، حداقل حجم ترافیک که حصار نورشکن توجیه‌پذیر می‌باشد ارائه شده است. به عنوان مثال برای بزرگراهی با ۴ خط عبور اصلی اگر حجم طراحی یا حجم موجود آن ۶۰۰۰ باشد، حصار نورشکن باید در آن نصب شود. همچنین حصار نورشکن برای قوس‌های تند توجیه‌پذیر می‌باشد. این حصار در یک قطعه طولانی از بزرگراه به طول تقریباً ۱/۵ کیلومتر می‌بایست نصب گردد[۱۱].

جدول چهار: ضرورت نصب حصار نورشکن در بزرگراه‌های دارای روشنایی[۱۱] *

خطوط عبوری اصلی	متوسط حجم ترافیک روزانه
۴	۵۰۰۰۰
۶	۷۵۰۰۰۰
۸	۱۰۰۰۰۰

* حصار نورشکن در صورتی توجیه پذیر است که حجم ترافیک طراحی و موجود بیشتر از حجم‌های جدول باشد

عوامل مهم دیگر در تعیین نیاز به حصار نورشکن در بزرگراه‌ها عبارتند از:

آمار بالای وقوع تصادف در شب در مقایسه با محل‌های مشابه یا تجربیات و اطلاعات دیگر محل‌ها؛

Archive of SID
www.SID.ir

نسبت وقوع تصادفات در شب به تصادفات در روز بالای میزان نرمال (میانگین نسبت کل تصادفات در شب به کل تصادفات در روز محور یا منطقه مورد مطالعه) باشد؛
تعداد یا شدت غیرمعمول (میانگین تعداد و شدت تصادفات در محور) تصادفات در شب؛
مشاهده درصد بالای افراد مسن (بیشتر از میانگین درصد افراد مسن در کل تصادفات رخ داده در محور یا منطقه مورد مطالعه) در تصادفات اتفاق افتاده در شب؛
در محل‌های ترکیب قوس قائم و افقی، به ویژه جاهایی که سطح داخلی قوس از سطح خارجی بلندتر است (بربلندی (دور) به سمت کنار راه)؛
خیرگی دید مستقیم و درخواست‌های عمومی برای نصب حصار نورشکن.
از دیگر وضعیت‌هایی که حصار نورشکن به شدت مورد نیاز می‌باشد عبارتنداز:
در محل‌های تغییر خطی که رمپ ورودی با یک معبر پخش‌کننده ادغام می‌شود و ترافیک عبوری رمپ در تشخیص و تمیز دادن بین معبر فرعی و ترافیک خط اصلی مشکل دارد.
در محل‌هایی که خیرگی ناشی از چراغ جلو وسایل نقلیه باعث حواس‌پرتی افراد ساکن در کاربری‌های مجاور بزرگراه می‌شود مانند زمین‌های بازی، تفریح‌گاه‌ها، زمین‌های فوتبال و پارک‌ها که در شب فعال می‌شوند[۱۴و۱۱].
حصار نورشکن در محل کارگاه راهسازی می‌تواند برای کاهش ورود افراد به محوطهٔ کارگاه راهسازی نیز به کار رود، ولی می‌بایست از روش‌های ارزان مانند تخته چندلا استفاده کرد.
حصار نورشکن نصب شده بر روی موانع ترافیکی به کاهش حواس‌پرتی ناشی از عملیات راهسازی و تعمیر و نگهداری در هنگام شب کمک می‌کند. کارایی حصار نورشکن در کمک به کاهش حواس پرتی در شب محسوس‌تر است، زیرا روشنایی محدوده کارگاه در هنگام شب نسبت به روز، باعث جلب توجه بیشتر رانندگان به کارگاه می‌شود[۱۱].
مواردی که حصار نورشکن نباید نصب شود و یا نیازی به نصب آنها نمی‌باشد عبارتنداز:

Archive of SID
www.SID.ir

این حصار نباید در محل‌هایی که باعث محدود شدن دید رانندگان نسبت به امتداد مسیر راه شود مانند داخل قوس‌های با شعاع کم نصب شود.

حصار نورشکن ممکن است از لحاظ افسران پلیس ناخوشایند باشد زیرا برای آنها امکان مشاهده و تسلط بر تمام راه مهم می‌باشد.

استفاده از حصار نورشکن در بزرگراه‌هایی که عرض رفوژ میانی بیش از شش متر، متوسط حجم ترافیک روزانه کمتر از ۲۰۰۰۰ وسیله نقلیه در روز یا دارای روشنایی ممتد باشد نیازی نمی‌باشد.

تعیین مشخصات حصار نورشکن

مشخصات عملکردی حصار نورشکن شامل موارد زیر می‌باشد:

تعمیر و نگهداری آسان و کم هزینه؛

مقاوم در برابر آسیب‌های ناشی از برخورد؛

مؤثر در کاهش خیرگی چشم؛

ارائه عملکرد قابل قبول در برابر برخورد؛

در هنگام برخورد ترافیک عبوری با آن قطعات آن وارد اتاقک ماشین نشود و برای سرنشینان خطری ایجاد نکند؛

ارتفاع حصار نورشکن باید به اندازه‌ای باشد که باعث محدودیت دید نشود (۶۰ تا ۸۰ سانتیمتر)؛

این حصار باید قابل حمل باشد که نصب آن بر روی موانع ترافیکی امکان‌پذیر باشد؛

این حصار می‌بایست محکم و بادوام باشد تا در حوادث ترافیکی از جای خود کنده نشود و

می‌بایست از به کار بردن عضوهای افقی مانند لوله و تیرچوبی به عنوان نگهدارنده حصار اجتناب کرد زیرا خطر ورود آنها به داخل وسیله نقلیه در هنگام برخورد وجود دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

میزان تأثیر حصار نورشکن به عرض و فاصله بین تیغه‌های عمودی و همچنین زاویه قرارگیری تیغه‌ها دارد. زاویه تیغه‌ها می‌بایست حداقل ۲۲ درجه و عرض تیغه عمودی بین ۱۸ تا ۲۲ سانتیمتر و حداکثر فاصله بین تیغه‌ها ۶۰ سانتیمتر باشد.
از کاشتن درختانی که قطر آن به هنگام رشد کامل بیش از ۱۰ سانتیمتر می‌شود، در میانه‌های به عرض کمتر از ۲۰ متر مجاز نیست. برای ایفای نقش حصار نورشکن، باید از بوته‌های بلند (حدود ۱/۵۰ متر) استفاده کرد[۱۱و۱۴].

نتیجه‌گیری

یک بزرگراه ایمن شامل محدوده‌ای ایمن و عاری از اشیاء و نقاط خطرناک می‌باشد که برای دستیابی به این امر، ایجاد یک محدوده حفاظت شده ایمن با توجه به ضوابط و معیارهای استاندارد ایمنی حاشیه بزرگراه، امری حیاتی و ضروری است. به هنگام طراحی یک بزرگراه و متعلقات آن، طراحان باید با به‌کارگیری ضوابط و در نظر گرفتن کلیه شرایط، احتمال تاثیر عوامل خارج از محدوده حفاظت شده بر روی سطح ایمنی بزرگراه را به حداقل برسانند و در چنین حالتی، سخن از اینکه در دو سوی مسیر، چه موانع و خطراتی وجود دارد مطرح نیست و تنها باید مسیر بزرگراه را بی‌خطر و ایمن نگاهداشت. پس از تعیین محدوده حفاظت شده و مرزهای آن، در گام بعدی، باید نقاط خطر را در این محدوده معین کرد و سپس جهت ایمن‌سازی آن اقدام نمود. حصارها قسمتی از تجهیزات ایمنی بزرگراه می‌باشند که در حاشیه یا میانه بزرگراه نصب می‌گردند و به منظور ایجاد محدوده‌ای ایمن با مشخص نمودن حریم قانونی مسیر راه و جلوگیری از تجاوز به آن، ورود و خروج وسایل از نقاط غیر مجاز، خروج ناگهانی وسایل نقلیه منحرف شده از بزرگراه، ورود عابران محلی به سطح سواره‌رو و یا عبور از عرض آن، آسیب رساندن به تسهیلات بزرگراه، آلودگی بصری، آلودگی هوا (گرد و غبار و دود حاصل از حرکت وسایل نقلیه) و حذف نور خیره‌کننده ترافیک مقابل یا نورهای مزاحم کنار بزرگراه به‌کار می رود. با توجه به اینکه تا کنون دستورالعملی برای تعیین نقاط خطر و طراحی حصارهای مناسب برای ارتقاء ایمنی بزرگراه که با شرایط و وضعیت کشور ما سازگار باشد وجود نداشته است این مطالعه می تواند گامی موثر در جهت رفع آن می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

در پایان با توجه به اینکه این مقاله برگرفته از مطالعات انجام شده به منظور "تدوین دستورالعمل اجرای حصارهای حاشیه راه" به درخواست پژوهشکده حمل‌ونقل وزارت راه وترابری است، کمال تشکر را از پژوهشکده حمل ونقل داریم.

منابع

[۱] پرتال سازمان حفاظت محیط زیست.

[۲] "راهنمای نگهداری علائم و تجهیزات ایمنی راه"، (۱۳۸۵)، نشریه شماره ۳۷۰، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، معاونت فنی ـ دفتر امور فنی و تدوین معیارها.

[3] "AB Fence Engineering manual", (2007) Allan Block Engineering Department.

[4] "Design Manual Roadway Design", (1995), Department of Transportation - New Jersey.

[5] "Design Manual", (2006), Washington State Department of Transportation.

[6] "Design Guide for Highway Noise Barrier", (2004) FHWA.

[7] "Design Manual: Chapter 1140-Noise Barrier", (2007) Washington State Department of Transportation.

[8] "Design of Construction Work Zones on High-Speed Highways", (2005), TRB Reports of NCHRP 581.

[9] "Highway Design Manual: Chapter 700", (2001) Department of Transportation - Washington.

[10] "Highways Department Guidelines on Design of Noise Barriers Environmental", (2005) Government of the Hong Kong SAR.

[11] "Highway Glare Screen & Work Zone Safety Shield, Screen-Safe", (2007), Transport Industries INC.

[12] "Road and Bridge Design Manual", (2003), Department of Highway North Ireland.

[13] "Roadside Design Guide", (2002) AASHTO,

[14] "SAFE-HIT", (2007), a Division of Energy Absorption Systems. INC, a Quixote Company.

[15] www.irandoe.org

Archive of SID

www.SID.ir