



بررسی نحوه استفاده از مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه جهت کاهش تصادفات، مطالعه موردی محور تبریز آذرشهر

غلامعلی شفابخش^۱، محمد رضا احدی^۲، میررحیم موسوی^۳

Rahim28iran61@yahoo.com

خلاصه

حفاظهای ایمنی یکی از متداولترین سیستمهای ایمنی در جاده ها می باشند. نقش حفاظهای ایمنی هدایت (بازگرداندن) وسایل نقلیه به مسیر و جلوگیری از پرت شدن و یا برخورد با موانع ثابت جاده و جذب انرژی حرکتی وسایل نقلیه منحرف شده می باشد. بنابراین حفاظهای ایمنی با هدف جلوگیری از خسارتهای جانی و مالی سنگین در حاشیه راه نصب میگردند. برخورد وسایل نقلیه با انتهایی مهار نشده حفاظهای ایمنی ممکن است باعث نا پایداری وسایل نقلیه، و در نتیجه انحراف آنها و افزایش احتمال خطر برای سرنشینان وسایل نقلیه گردد. مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه از طریق کاهش تدریجی سرعت وسیله نقلیه برخورد کننده و یا تغییر مسیر آن از طرف منطقه خطر، باعث جلوگیری از ایجاد اینگونه تصادفات می گردند.

در این مقاله نحوه استفاده از مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه و همچنین ساختار، ضوابط اجرایی و نمونه های کاربردی مورد بررسی قرار گرفته است و چگونگی استفاده از مهار انتهایی حفاظها در محور تبریز- آذرشهر بررسی و نقد گردیده و راهکارهایی جهت ایمن نمودن مسیر با معرفی نمودن چندین نوع از مهارهای انتهایی مناسب، ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: حاشیه راه، ایمنی، حفاظ، مهار انتهایی

۱- مقدمه

تجهیزات ایمنی و حفاظتی راهها وسایلی هستند که به منظور کاهش خسارات ناشی از خروج وسایل نقلیه از سطح راه، جلوگیری از ورود آنها به محل های خطر آفرین و بازگرداندن آنها به مسیر اصلی طراحی شده اند. از آن میان حفاظهای ایمنی تجهیزاتی هستند که علیرغم آنکه صدمات ناشی از تصادف وسیله نقلیه با آنها اجتناب ناپذیر است، به جهت کاهش صدمات وارده به وسیله نقلیه و سرنشینان آنها دربرخورد با موانع صلب و خطرناک مورد استفاده قرار می گیرند.

تصادف برخورد با انتهایی مهار نشده حفاظهای حاشیه راه و یا یک شیء ثابت، اغلب نتایج ناگواری را به وجود می آورد زیرا وسایل نقلیه پشت سر هم و به سرعت متوقف می شوند. همچنین برخورد وسیله نقلیه با انتهایی مهار نشده حفاظهای طولی ممکن است باعث نا پایداری وسایل نقلیه، و در نتیجه انحراف آنها و افزایش احتمال خطر برای سرنشینان وسایل نقلیه گردد. مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه از طریق کاهش تدریجی سرعت وسیله نقلیه برخورد کننده و یا تغییر مسیر آن از طرف منطقه خطر، باعث جلوگیری از ایجاد اینگونه تصادفات می گردند. در حالت کلی از مهار انتهایی و یا ترمینال ها معمولا در انتهایی حفاظهای حاشیه راه و در منطقه ای که وسایل نقلیه از یک طرف حصار و فقط در یک مسیر حرکت می کنند، استفاده میگردند. مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه هم بر اساس آزمایشات گزارش NCHRP350 و هم ارزیابی های حین عملکرد، در صورتی که قبل از تصادف خسارت های عمده و یا کمبود های زیادی در مناطق همجوار بزرگراه ها داشته باشد به خوبی نمی تواند وظیفه خود را عمل کنند [۱].

^۱ استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه سمنان

^۲ استادیار پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری

^۳ کارشناس ارشد مهندسی عمران- راه و ترابری، دانشگاه سمنان



۲- ایمنی حاشیه راهها

انحراف وسیله نقلیه از مسیر و رانده شدن آن به خارج از راه بخش قابل توجهی از حوادث رانندگی را تشکیل می دهد. تجربه نشان می دهد که با تمام کوشش هایی که برای برقراری وضعیت مطلوب برای ادامه حرکت وسیله نقلیه در مسیر به عمل می آید انحراف و پرت شدن به بیرون از آن ناخواسته و به علت های گوناگون پدید می آید. به عبارت دیگر گرچه کاستن از تعداد انحرافهای جاده ای تا حدودی مقدور است ولی به نظر می رسد که تعداد آنها به صفر رساندن غیرممکن است. این امر دست اندرکاران را برآن داشته است که به منظور حذف یا کاهش ضایعات جانی و مالی، کناره راه را حتی الامکان بصورتی درآورند که پیش از آنکه وسیله نقلیه با مانعی خطرناک برخورد کرده و یا به علت ناهمواری و عوارض دیگر واژگون شود، به مانعی مناسب و کم خطر برخورد کرده و متوقف شود یا درحالت مطلوب به وضعیت استقرار در مسیر حرکت پیشین درآید و ادامه حرکت دهد. [۲].

مطالعات نشان می دهد که خروج وسائط نقلیه از مسیر و برخورد با موانع کناری جاده، سقوط و پرت شدن، بیش از ۲۰٪ از تمام تصادفات منجر به تلفات و جرح سالانه را درپاره ای از کشورها تشکیل می دهد [۳]. بنابراین پرداختن به مسئله ایمن سازی حاشیه راه و جلوگیری از تصادفات ناشی از خروج وسیله نقلیه از جاده، از اهمیت بالایی برخوردار است. تاکنون تحقیقات زیادی در کشورهای گوناگون بر روی عناصر حاشیه راه و تجهیزات راه و تصادفات و مسائل نقلیه با آنها صورت پذیرفته است. با توجه به نتایج این تحقیقات، استانداردهایی درخصوص ایمنی حاشیه راه وضع شده است. اگرچه مهندسی ترافیک از تمام کوشش خود برای طراحی راهی ایمن و مطمئن سود می جویند، با این وصف آمار مختلف نشان می دهد که وسایل نقلیه به دلایل گوناگون که مهمترین آنها عدم قضاوت درست در تصمیم گیریهاست از مسیر اصلی خود منحرف میشوند [۱]. دراین راستا مهندسی راه دریافته اند که به طرق گوناگون می توان شدت تصادفات و مسائل نقلیه منحرف شده را کاهش داد.

برای تامین ایمنی کافی سرنشینان وسیله نقلیه برخورد کننده با حفاظ، حفاظ ایمنی بایستی انرژی زیادی از وسیله نقلیه را از طریق تغییر شکل جذب کرده و قادر به جهت دهی دوباره به وسیله نقلیه نیز باشد. برای بهره گیری از یک نوع حفاظ جدید، بایستی شرکت تولید کننده حفاظ، گواهی تاییدیه مطابق استاندارد آن کشور را اخذ کند. معمولاً برای بررسی بهتر رفتار حفاظ با هر کدام از تجهیزات ایمنی دیگر، آنها بوسیله کامپیوتر مدل سازی می کنند و ضمن انجام آزمایش برخورد در مقیاس واقعی، نتایج آن را با نتایج مدل کامپیوتری مقایسه می کنند. و یافته های ارزشمندی از آن به دست می آورند [۴]. یکی از پارامترهای مهم در ارزیابی عملکرد حفاظ، مهار انتهایی حفاظ می باشد. در ادامه ضمن بررسی موردی، ضوابط اجرایی و انواع آن بیان می گردد.

۳- ضوابط اجرایی مهارهای انتهایی

گزارش NCHRP۳۵۰ شامل توصیه هایی در مورد آزمایش و ارزیابی کار آبی مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه می باشد. در نصب و به کار گیری این سیستم ها در پروژه های جدید و یا بازسازی شده می بایست ضوابط ارزیابی و آزمایش توضیح داده شده در گزارش رعایت گردد. براساس ضوابط، مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه می بایست وسیله نقلیه ای را که از جلو به آن ها برخورد می کند را به تدریج متوقف، و یا باعث هدایت مجدد آن به مسیر اصلی شود. همچنین هنگام برخورد وسیله نقلیه از جلو به مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه، این سیستم ها می بایست توانایی هدایت مجدد وسیله نقلیه را با ایمنی کامل به جاده هم در نیمه معمولی و یا نزدیک به دماغه حفاظ داشته باشند. گزارش NCHRP۳۵۰ سه مرحله آزمایش را برای مهار انتهایی حفاظهای حاشیه راه در نظر گرفته است. در تمامی مراحل آزمایش برخورد در یک منطقه و زاویه های تعیین شده ضروری می باشد این آزمایشات با یک اتومبیل سواری ۸۲۰ کیلو گرمی و یک کامیون ۲۰۰۰ کیلو گرمی و با سرعت های برخورد ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ کیلو متر در ساعت صورت گرفت. اگرچه بعضی از این سیستم ها می توانند عملکردهای قابل قبولی در سرعت های برخورد بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر را هم داشته باشد ولی فضای فیزیکی، هزینه های اضافی و همچنین طراحی های مخصوص اجازه آزمایش در مرحله ای بالاتر از ۱۰۰ کیلومتر را نمی دهند [۱].

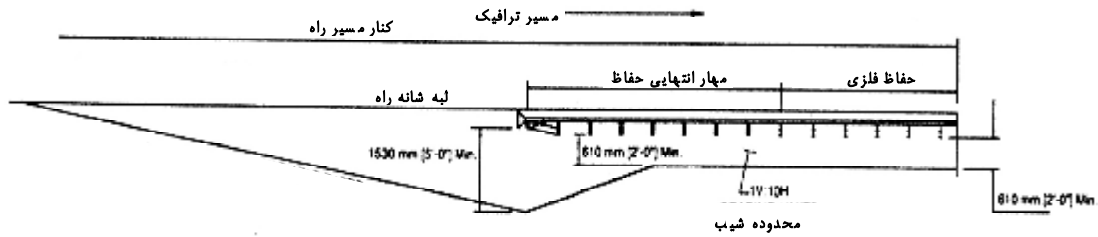
۴- انواع مهارهای انتهایی موانع حاشیه راه

مهارهای انتهایی زمانی ضروری در نظر گرفته می شود که حفاظها در داخل محدوده مشخصی خاتمه یابند و یا در مناطقی استقرار یابند که احتمال برخورد وسایل نقلیه منحرف شده با آن ها زیاد باشد. مهارهای انتهایی به منظور این که در تصادفات حداکثر قابلیت خود را نشان دهند نمی بایست باعث جهش و غلطیدن وسیله نقلیه از طرف سر و یا برخوردهای زاویه دار گردند. برای برخوردهایی که در محدوده طولی جاده صورت می گیرد، مهارهای انتهایی می بایست دارای همان ویژگی های هدایت وسایل نقلیه به مسیر اولیه باشند.

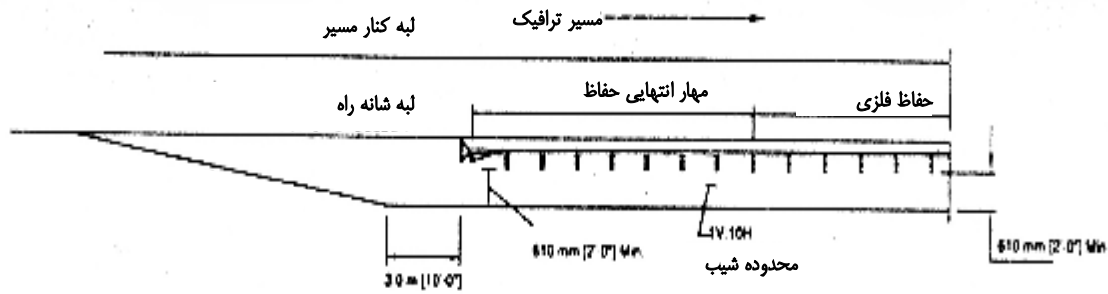
در حفاظهای طولی حاشیه راه که با تکیه بر قدرت کششی خود مانع از انحراف وسایل نقلیه می شوند، مهارهای انتهایی می بایست توانایی ایجاد قدرت کششی کامل عناصر را داشته باشند. مهارهای انتهایی با توجه به واکنشی که از خود در هنگام برخورد وسیله نقلیه در سمت نزدیک به انتهایی حفاظ نشان می دهند به دو نوع ورودی دار و بدون ورودی تقسیم می شوند، مهارهای انتهایی ورودی دار (با مدخل) اجازه برخورد وسیله نقلیه به دماغه و یا کناره موانع را در زاویه ای نزدیک به دماغه داده و باعث عبور وسیله نقلیه از ورودی خود می شوند، مهارهای انتهایی بدون مدخل هنگام برخورد وسایل نقلیه با دماغه یا کنار موانع باعث هدایت مجدد وسیله نقلیه به مسیر اولیه در طول کلی موانع می شوند. برای مهارهای انتهایی موانع مدخل دار ارتفاع ساز می بایست از ۳/۸۱ متر شروع شود، اما این امر



بستگی زیادی به ترمینال مخصوص استفاده شده دارد. اساسا برای تمامی ترمینال های انتهایی حفاظها می بایست ورودی‌هایی در نظر گرفت که قابل عبور و خالی از هر گونه اشیاء ثابت باشند. حداقل فاصله توصیه شده ۲۳ متر فضای مستطیل شکل و موازی با قسمت انتهایی (ترمینال) حفاظها و ۶ متر پشت سر ریل باشد. هر چند که امکان ایجاد چنین فضایی در برخی از محل هایی که برخورد صورت می گیرد وجود ندارد. درجه بندی بین مسیر عبوری وسایل نقلیه و ترمینال (قسمت های انتهایی حفاظها) و مسیر ورودی در جلوی ترمینال می بایست بصورت پهن انجام پذیرد (در هر مسیر بیشتر از ۱۰:۱ قائم به افقی نباشد) به گونه ای که در زمان برخورد وسله نقلیه بتواند ثبات خود را به طور مناسبی حفظ نماید. به صورت نمونه درجه بندی ترمینال انتهایی حفاظهای فلزی پهن شونده (بتدریج) و ترمینال انتهایی حفاظهای فلزی غیر پهن شونده در شکلهای ۱ و ۲ نشان داده شده است [۱].

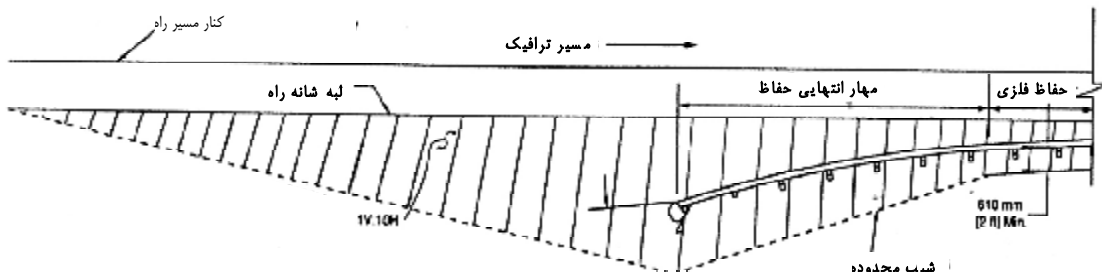


درجه بندی مناسب تر



نوع دیگر درجه بندی

شکل ۱- درجه بندی ، مهارهای انتهایی برای حفاظ فلزی با افزایش تدریجی [۱]



شکل ۲- درجه بندی مهارهای انتهایی برای حفاظ فلزی بدون افزایش تدریجی [۱]

**۵- مهار انتهایی محور تبریز - آذرشهر**

محور تبریز - آذرشهر بخاطر موقعیت جغرافیایی و اقتصادی، نقش مهمی در سیستم حمل و نقل ایفا می نماید بطوریکه قسمتی از راه ارتباطی مرکز استان آذربایجان شرقی با غرب کشور می باشد. نقایص عمده ای در این محور به وضوح نمایان است که سالانه منجر به تعداد زیادی تصادفات جراحی و فوتی شده و خسارات فراوانی به اقتصاد کشور وارد می کند. نقایصی که با صرف هزینه های بسیار کم می توان اصلاح نمود. با بررسی آمار تصادفات محورهای استان آذربایجان شرقی طبق جدول ۱ که از سازمان حمل و نقل و پایانه های استان آذربایجان شرقی تهیه گردید مشخص میگردد حدود ۲۳٪ کل تصادفات استان آذربایجان شرقی در این محور رخ میدهد [۵]. و حدود ۲۰٪ تصادفات استان آذربایجان شرقی در اثر واژگونی و خروج از مسیر و برخورد با اشیاء ثابت رخ داده و این نشان از پائین بودن ایمنی حاشیه محورهای استان آذربایجان شرقی است [۶].

جدول (۱) آمار تصادفات محورهای استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۵ [۵]

محور	تعداد تصادفات	درصد از کل
تبریز - مرند	۱۰۱۵	۱۱
تبریز - آذرشهر	۲۰۲۸	۲۳
تبریز - میانه	۱۴۲۷	۱۶
مرند - تبریز	۶۱۴	۷
بناب - تبریز	۸۱۷	۹
میانه - زنجان	۷۲۶	۸
مراغه - هشترود	۵۸۹	۶
سراب - تبریز	۳۵۴	۴
اهر - تبریز	۱۰۲۷	۱۱
جلقا - مرند	۳۰۳	۳
آزاد راه بستان آباد	۱۹	۱
آزاد راه هشترود	۲۹	۱

قسمت انتهایی حفاظها از جمله قسمتهای بسیار مهم در طراحی و نصب این ادوات به شمار می آیند ولی با این وجود توجه کمتری به آن معطوف گشته و یا بدون هیچگونه تمهیدی رها شده اند. از آنجا که هدف عمده از نصب حفاظها، سپر کردن موانع و ممانعت از پرت شدن به شیبهاست، ضریب خطر وجود آنها باید کمتر از ضریب خطر مانع یا شیب باشد. لذا هیچگونه توجیهی برای آزاد گذاشتن انتهای حفاظها پذیرفته نیست. انتهای حفاظهای فلزی، بسیار تیزو برنده بوده و در صورت برخورد وسیله نقلیه می تواند همانند قیچی عمل کرده و وسایل نقلیه را بشکافد و تصادف منجر به مرگ را موجب شود. در مورد حفاظهای برنده های پل، قسمت انتهایی مانند مانعی کاملاً صلب عمل کرده و خطرات بسیار زیادی را در پی دارد.

بنابراین هردوی این قسمتهای انتهایی نیاز به مهار شدن دارند.

شکل ۳ حفاظ پل و قسمت انتهایی آن را نشان می دهد که بدون مهار، آزاد رها شده است. ضمناً واقع شدن این حفاظ در قوس قائم جاده، احتمال برخورد وسایل نقلیه با انتهای آزاد را به شدت افزایش می دهد.

شکل ۴ موردی از قسمتهای انتهایی آزاد (حفاظهای فلزی هستند که خطر آن کاملاً در تصویر مشهود است.



شکل ۳- قسمت انتهایی پل در محور تبریز آذرشهر کیلومتر ۳۰۰+۳۸ شکل ۴- قسمت انتهایی حفاظ فلزی در محور تبریز آذرشهر کیلومتر ۳۶+۰۰۰



برای حل مشکلات فوق‌الذکر نمونه ای از مهار انتهایی جهت استفاده در محور تبریز - آذرشهر معرفی میگردد

- ترمینال ریلی شیاردار SRT-۳۵۰

SRT-۳۵۰ اختصاصاً یک ترمینال غیر ضربه گیر می باشد. که در دو نوع وجود دارد یکی با انحنا (خمیدگی) ۱/۲ متر و دیگری با انحنا(خمیدگی) ۰/۱۹ متر به تصویر ۵ مراجعه کنید. این سیستم ها طوری طراحی شده اند که در مواقع برخورد سینه به سینه با آن ها ، حفاظها از هم می گسلند هر دو سیستم با موفقیت تمام مطابق با گزارش TL۳- NCHRP۳۵۰ آزمایش گردیده اند.

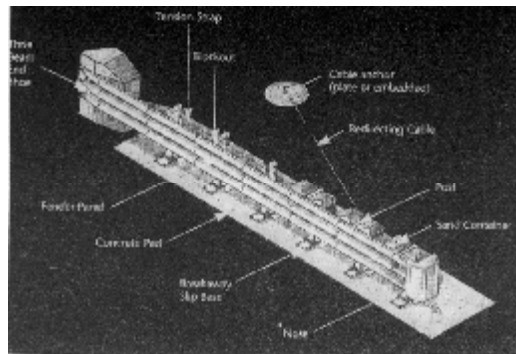


شکل ۵- نمایی از سیستم مهار انتهایی SRT-۳۵۰

طراحی هر دو سیستم SRT-۳۵۰ شامل یک سازه ریلی تیر W شکل که در آن شیارهای طولی در مناطق معینی ایجاد شده اند این امر به خاطر کاهش شدت پیچش دینامیکی حفاظها تا حد قابل قبول در برخوردهای سینه به سینه و کنترل منطقه پیچش صورت می پذیرد. در نتیجه انحراف از مسیر وسیله نقلیه برخورد کننده و عامل بالقوه برای برخورد ثانویه با خمیدگی های ریل به حداقل می رسد. به منظور کاهش برخوردها، میزان کشش ریل از طریق سیستم مهار کابلی افزایش داده شده است. ارتفاع این سازه از ۳/۸۱ متر شروع شده و تا انتها (تیر سوم) ادامه دارد [۱]. خالی بودن منطقه عبور از اشیاء ثابت خیلی مهم است، چون این سازه در مواقعی که برخورد صورت می گیرد از هم می گسلند و اجازه می دهد که وسیله نقلیه به آن سوی حفاظ فلزی حرکت کند.

- سیستم مهار انتهایی TREND

برای انتهای حفاظ صلب، نرده پلها و کوله پلها از مهار انتهایی سیستم TREND استفاده می شود. مهار انتهایی و قسمت انتقالی در یک مجموعه قرار دارند که باعث پایین آمدن زمان نصب و هزینه می گردد. هزینه اولیه پایین این سیستم ، قابلیت جهت دهی دوباره به وسایل نقلیه و قابلیت استفاده مجدد از مزایای این سیستم به شمار می آیند. سیستم TREND از یک مجموعه پانلهای محافظ، پایه ها و جعبه های حاوی ماسه و کابلهای کششی تشکیل یافته است که در برخورد مستقیم و زاویه دار تا ۲۵ درجه، سیستم با جهت دادن وسیله نقلیه از برخورد آن با انتهای ضربه گیر جلوگیری می کند و انرژی حاصل از برخورد را جذب می کند (شکل ۶). لازم به توضیح است که بعد از برخورد، بیشتر قسمتهای اصلی سیستم دوباره قابل استفاده می باشند [۷].



شکل ۶- نمایی از سیستم مهار انتهایی TREND



۶- نتیجه گیری

ایمنی راهها، در همه انواع آن به عنوان یکی از مهمترین مباحث در سالهای اخیر مطرح شده است. آمار مرگ و میر، زخمی‌ها و هزینه های سنگین تصادفات، مسئولان و متصدیان را به فعالیت در این زمینه وادار نموده است. با توجه به تعداد روز افزون تصادفات جاده‌ای کشور، به ویژه تصادفات ناشی از خروج وسیله نقلیه از مسیر و به تبع آن افزایش تعداد قربانیان ناشی از اینگونه حوادث، پرداختن به ایمنی حاشیه راه از اهمیت بسیاری برخوردار است. قسمت انتهایی حفاظها از جمله قسمتهای بسیار مهم در طراحی و نصب این ادوات بشمار می‌آیند ولی با این وجود توجه کمتری به آن معطوف گشته و یا بدون هیچگونه تمهیدی رها شده‌اند. از آنجا که هدف عمده از نصب حفاظها، سپر کردن موانع و ممانعت از پرت شدن به شیبهاست، ضریب خطر وجود آنها باید کمتر از ضریب موانع خطر مانع یا شیب باشد و با این توضیح، هیچگونه توجیهی برای آزاد گذاشتن انتهای حفاظها پذیرفته نیست. انتهای حفاظهای فلزی موجود در محور تبریز-آذرشهر که با زاویه ملایم به سطح زمین مماس شده‌اند بسیار تیز و برنده بوده و در صورت برخورد وسیله نقلیه، می‌تواند همانند قیچی عمل کرده و وسیله نقلیه را بشکافد و یا موجب پرتاب وسیله نقله به سمت بالا خواهد شد و در نتیجه تصادف مرگباری را موجب می‌شود. در مورد انتهای نرده‌های پل موجود در محور تبریز-آذرشهر، قسمت انتهایی مانند مانعی کاملاً صلب عمل می‌کند و خطرات بسیار زیادی را در پی دارد. بنابراین هردو این قسمتهای انتهایی نیاز به مهار شدن دارند لذا برای انتهای حفاظهای فلزی محور تبریز-آذرشهر ترمینال ریلی شیاردار SRT-۳۵۰ و برای انتهای نرده‌های پل و حفاظهای صلب، سیستم مهار انتهایی TREND پیشنهاد می‌گردد. بنابراین برای رسیدن به حاشیه راه ایمن، اقدامات فوق باید به صورت توام و هماهنگ به مرحله اجراء درآید.

۷- مراجع

- [۱] John Horsley. (۲۰۰۲) " RoadSide Design Guide", AASHTO
[۲] K.Opiela , M Ginnis. (۱۹۹۷) "Strategies for Improving Roadside Safety ",Transportation Conference Proceedings
[۳] D.Ross coulter. (۲۰۰۳) " HAZARDS STRUCK", www.highway.safety.org
[۴] : Z. Ren, m. Vesenjajk .(۲۰۰۴) Computational and experimental crash analysis of the road safety barrier . Slovenia.

۵- آمار تصادفات، اداره کل حمل و نقل و پایانه استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۵

۶- آمار تحلیلی تصادفات محور تبریز - آذرشهر، اداره کل حمل و نقل و پایانه استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۱

۷- معاونت آموزش تحقیقات و فناوری، "شیوه های طراحی و کاربرد حفاظ ها و ضربه گیرهای ایمنی در راهها" وزارت راه و ترابری، تهران، ایران، ۱۳۸۴