

افزایش ایمنی جاده‌ها با استفاده از حفاظ کابلی



علی اکبری مطلق

کارشناس مسئول حمل‌ونقل، اداره کل راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای خوزستان

چکیده

یکی از مسائل اساسی و عمده در حمل‌ونقل جاده‌ای که نظر همه مدیران، کارشناسان و دولت‌ها را به خود جلب و جذب نموده است موضوع ایمنی است. ایمنی مبحثی است که باجان، سلامتی و مال شهروندان هر کشور سروکار دارد.

سه نوع حفاظ ایمنی بتونی، فلزی و کابلی وجود دارد. در ایران به دلیل سرمایه‌گذاری پیمانکاران و امکان تولید در داخل کشور بیشتر از حفاظ‌های فلزی و بتونی استفاده می‌شود. می‌توان هزینه اقتصادی پایین و زیبایی جاده را از مزیت‌های نصب حفاظ‌های کابلی دانست و همچنین یکی دیگر از مهم‌ترین مزیت‌های این حفاظ انعطاف‌پذیری آن است که می‌تواند انرژی جنبشی لحظه برخورد را جذب و مانع از واژگونی خودرو شود. این سیستم در برخورد با خودرو باقابلیت انعطاف‌پذیری جذب نیرو ضربه به خود، مانع از صدمه به راننده و سرنشینان خودرو می‌شود که هم‌اکنون سیستم یادشده در اتوبان تهران - قم نصب شده است.

با توجه به اینکه استفاده از حفاظ‌های کابلی موجب کاهش تلفات و خسارات خودرو و سرنشینان آن می‌شود بایستی با بازنگری در جاده‌ها امکان استفاده از این حفاظ ایمنی را توسعه داد.

واژگان کلیدی: حفاظ ایمنی، امنیت و ایمنی، حفاظ کابلی، تلفات و خسارات مالی و جانی

۱- مقدمه

بر اساس آمار پزشکی قانونی تعداد کشته‌های ناشی از تصادفات رانندگی در ایران حدود ۲۵۰۰۰ نفر در سال است؛ این مسئله خود بیانگر این موضوع است که ایمنی عبور و مرور یک وظیفه

و ملی است که باید توسط دستگاه‌های متولی امداد و نجات جاده‌ای و مسئولان حوزه ترافیک و حمل‌ونقل مورد توجه ویژه قرار گیرد. ایمنی عبور و مرور از اصول اساسی و بنیادین مهندسی ترافیک، راهداری و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل است، به‌گونه‌ای که در کشورهای توسعه‌یافته همگام با توسعه سایر بخش‌های ترافیک و حمل‌ونقل موضوع ایمنی مورد توجه ویژه قرار دارد و با انجام مطالعات گسترده و ایجاد تمهیدات لازم سعی می‌شود با توجه بیشتر به این اصل، آمار تصادفات کاهش یافته و پیامدهای ناشی از آن را به حداقل ممکن برسانند تا شاخص ایمنی بهبود یابد. متأسفانه در کشورهای جهان سوم تعداد تصادفات همواره سیر صعودی داشته است، به‌نحوی که خسارات ناشی از آن یک تا سه درصد تولید ناخالص ملی را در برمی‌گیرد. یکی از مسائل اساسی و عمده در حمل‌ونقل جاده‌ای که نظر همه مدیران، کارشناسان و دولت‌ها را به خود جلب و جذب نموده است موضوع ایمنی است. ایمنی مبحثی است که سروکار باجان، سلامتی و مال شهروندان هر کشور دارد. کشور و دولتی که به امر ایمنی بی‌توجه است، در حقیقت به جان و مال مردم خویش بها و ارزش ندادده و یا آن را کم‌بها و کم‌ارزش پنداشته است. انگاشت مثبت و عمیق به ایمنی چهره‌های انسان دوستانه به دولت‌ها و حکومت‌ها می‌بخشد.

معمولاً در بسیاری از راه‌های کشور ما بخش قابل توجهی از تصادفات در نتیجه انحراف خودروها از مسیر اصلی و رانده شدن به حاشیه جاده است، که به‌منظور کاهش مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات مرتبط با این‌گونه حوادث، دست‌اندرکاران ایمنی بر آن شده‌اند تا قبل از وقوع حادثه بستر و حفاظ

مناسبی را در حاشیه راه‌ها تأمین کنند که در این راستا استفاده از حفاظ‌های کابلی را می‌توان از جمله فعالیت‌های فوق برشمرد.

۲- حفاظ کابلی چیست؟

مقدمه ذکر شده ضرورت استفاده از حفاظ کابلی، در حاشیه و میانه راه‌ها بنا به نیاز و تشخیص مهندسی و مطابق با استانداردهای موجود جهانی و به‌منظور کنترل وسیله نقلیه منحرف‌شده از مسیر اصلی و افزایش ایمنی عبور و مرور را نشان می‌دهد. این حفاظ‌ها در گروه حفاظ‌های نیمه صلب قرار می‌گیرد و بر اساس استانداردهای مناسب تهیه می‌شود.

این حفاظ‌ها کابلی‌هایی از پیش تنیده هستند که دارای انعطاف بالایی بوده و تغییر مکان آنها با توجه به نوع کابل و نیروی پیشتنیدگی قابل کنترل است. از مزایای مهم و قابل توجه این حفاظ‌ها می‌توان به نصب سریع و آسان بدون نیاز به ابزار و ماشین‌آلات خاص، هزینه نگهداری پایین، طول عمر بالا، مقاومت در برابر خوردگی، قابلیت تعمیر سریع، هزینه نصب اندک و زیبایی بیشتر اشاره کرد. یکی از مهم‌ترین مزیت‌های حفاظ کابلی تغییر جهت ترافیک بدون ایجاد راه‌بندان در موقع تصادف یا خرابی ماشین‌هاست، زیرا به‌سادگی می‌توان این حفاظ‌ها را برداشت و جاده را موقتاً باز و ترافیک را به جهت مخالف هدایت نمود تا مشکل برطرف شود. برای تعویض این حفاظ‌ها نیز کابل‌ها را مستقیم به طرف بالا می‌کشند و پایه‌های خم‌شده را از جای خود خارج کرده و به‌جای آنها پایه‌های جدید گذاشته می‌شود. شکل (۱) نمونه‌ای از حفاظ کابلی اجراشده را نشان می‌دهد.



شکل ۳ - حفاظ کابلی برای جدا کردن مسیرهای رفت‌و برگشت



شکل ۲ - حفاظ کابلی اجراشده در بزرگراه تهران - قم



شکل ۱ - نمونه‌ای از حفاظ کابلی اجراشده

خودرو به طرف مقابل و تصادفاتی

- حفاظ کابلی روی پل‌ها و در محل‌های اجرای قوس‌های جاده.
- حفاظ کابلی در کنار جاده‌های با شیب تند و پرتگاه.

استفاده از حفاظ کابلی در تغییر جهت ترافیک

با وجود تصادفات در جاده و یا خراب شدن کامیون و یا اتومبیلی در جاده، ترافیک ایجاد می‌شود. این به این معنی است که نمی‌شود از کنار کامیون خراب‌شده و یا ماشین تصادفی عبور کرد. حفاظ کابلی را بسیار ساده می‌توان از وسط جاده گرفته شود و ترافیک را به طرف مخالف برده و جاده را موقتاً باز کرده تا وسیله نقلیه خراب از جاده خارج شود. برای مثال در کشور سوئد حدود ۳۰۰۰ کیلومتر از جاده‌های اصلی دارای عرض ۱۳ متر است، برای ایمنی بیشتر این جاده‌های ۱۳ متری بهترین روش به کار بردن حفاظ کابلی است. این ارزان‌ترین طریقی است که می‌توان ایمنی جاده‌های با عرض کم را بدون مخارج کلان گارانتی کرد. در قسمت‌های مختلف می‌شود ۲ خط در یک جهت و یک جهت در جهت مخالف ایجاد کرد (شکل ۳).

در حفاظ کابلی کناری که در گوشه بیرونی شانه جاده نصب می‌شود در دو کلاس ۳ کابل و ۴ کابلی قابل طراحی است. استفاده ۳ یا ۴ کابلی بستگی به هدف از اجرای حفاظ دارد، چنانچه برای خودرو سبک طراحی شود ۳ کابلی و برای خودروهای نیمه سنگین و سنگین ۴ کابلی استفاده می‌شود. در حفاظ کابلی وسط نیز برای طراحی خودروی سبک و یا نیمه سنگین و سنگین متفاوت است.

۶- استانداردها

حفاظ ایمنی کابلی SAFENCE دارای دو استاندارد جهانی EN1317 و NCHRP350 است.

استاندارد EN1317:

این استاندارد در اروپا طراحی و تصویب‌شده که پاسخگوی ضربه‌هایی که به مصالح وارد می‌شود است. استاندارد EN1317 در کمیته اروپا طراحی و تصویب‌شده است. این استاندارد برای سطوح مختلف خودرو تدوین‌شده است و برای کشش حفاظ کابلی در کلاس‌های متفاوتی طراحی و آزمایش‌شده است.



شکل ۵- اتصال کابل به پایه‌ها

ضریب ایمنی در حفاظ‌های ایمنی است.

- هزینه کمتری در اجرا و نگهداری طی ۱۰ سال دوران بهره‌برداری پرداخت می‌شود.

- خسارت وارده به سرنشین و خودرو به علت جذب انرژی حاصل از برخورد و انعطاف‌پذیری به‌شدت کاهش می‌یابد.

- دارا بودن حداقل سطح اشغال در بین حفاظ‌های مختلف ایمنی که نهایتاً موجب کاهش هزینه‌های راه‌سازی خواهد شد.

- داشتن حفاظ ایمنی کابلی در محل تصادف پس از برخورد اولیه چنان‌چه پس از برخورد خودرو با حفاظ ایمنی کابلی پایه‌ها خم‌شده اما کابل پس از انعطاف اولیه سر جای خود برگشته و قبل از تعمیر، در برخورد خودروی دیگری در همان نقطه به‌طور مؤثر عمل می‌کند.

- دارا بودن کمترین زمان ممکن جهت انجام تعمیرات حفاظ کابلی پس از برخورد چنانچه برای تعویض ۵ پایه پس از تصادف فقط ۱۵ دقیقه وقت لازم است. بنابراین در انجام تعمیرات حفاظ کابلی کمترین بار ترافیکی نسبت به سایر حفاظ‌های ایمنی ایجاد می‌شود.

- حفاظ ایمنی کابلی با انعطاف در طول، مانع از پرت شدن دوباره خودرو و انحراف آن می‌شود و در نتیجه از تصادفات احتمالی با دیگر خودروهایی که در جاده حرکت می‌کنند، جلوگیری می‌کند.

- دارا بودن زیبایی ظاهری که با استفاده از حفاظ ایمنی کابلی می‌توان به زیبایی جاده افزود و در ضمن القای حس ایمنی به راننده، به آرامش او در رانندگی کمک می‌کند.

- از یکرشته حفاظ کابلی می‌توان به‌جای دو ردیف گاردریل در وسط جاده استفاده و در هزینه صرفه‌جویی نمود.

۵- کاربردها

از جمله مهم‌ترین موارد کاربرد حفاظ کابلی عبارت‌اند از:

- حفاظ کابلی برای استفاده در کنار جاده و جلوگیری از پرتاب خودرو در شیب‌های معمولی اطراف جاده.

- حفاظ کابلی برای استفاده در وسط جاده‌های دوطرفه جهت جلوگیری از انحراف



شکل ۴- پایه نصب‌شده

حفاظ کابلی از سال ۱۹۹۲ تا امروز ده‌ها هزار کیلومتر در آمریکا، اروپا، آسیا، آفریقا و اقیانوسیه را تحت پوشش خود قرار داده و با توجه به نصب و اجرای ساده و قیمت مناسب، کاهش جدی در تلفات انسانی و خسارات مالی را در این کشورها شاهد بوده‌اند. امروزه با توجه به مزایا و نتایج خوب، حفاظ کابلی به‌عنوان مناسب‌ترین روش حفاظ ایمنی راه مطرح‌شده است.

در ایران که دست‌اندرکاران حمل‌ونقل و ترافیک و ایمنی جاده‌ای و مردم از تلفات و خسارات به‌شدت در رنج هستند و تلاش‌هایی که تاکنون داشته‌اند راه به‌جایی نبرده است. این حرکت می‌تواند گام مؤثری در کاهش تلفات و خسارات و ارتقاء ایمنی گردد. اجرای آزمایشی ۱۶ کیلومتر حفاظ کابلی در آزادراه تهران-قم برای نخستین بار در کشور و با صرف هزینه بالغ بر پنج میلیارد ریال در مدت کمتر از سه ماه به اتمام رسیده که محدوده اجرای این پروژه از عوارضی تهران-قم تا پل فرودگاه حضرت امام (ره) و قسمتی از آن در محدوده پرحادثه حسن‌آباد است (شکل ۲).

۳- اهداف اجرایی

مهم‌ترین اهداف در راستای استفاده از حفاظ کابلی عبارت‌اند از:

- کاهش خسارات جانی: طبق آزمایش‌ها انجام‌شده در تست‌های استاندارد EN1317 اروپا و NCHRP350 آمریکا در اصابت خودرو به حفاظ کابلی تلفات جانی به‌شدت کاهش یافته و آمار مصدومان نیز کاهش قابل توجهی داشته است.

- کاهش خسارات مالی: با توجه به این‌که حفاظ کابلی تمامی انرژی اصابت را به خود جذب می‌نماید و از واژگونی خودرو یا بازگشت مجدد به درون جاده و تصادفات بعدی جلوگیری نموده و ضمناً در اصابت خودرو به حفاظ کابلی آسیب کمتری به خودرو نسبت به گاردریل و نیوجرسی وارد خواهد شد.
- کاهش هزینه نگهداری.

- ورود دانش و فن‌آوری جدید و انتقال آن به داخل کشور و ساخت داخل کردن پایه و کابل که پس از انجام ۵۰۰ کیلومتر حفاظ ایمنی کابلی، طبق قرار با طرف خارجی انتقال دانش و تکنولوژی آن انجام و کلیه قطعات در داخل کشور ساخته خواهد شد.

- ایجاد اشتغال جدید برای نیروهای متخصص و تربیت نیروهای ماهر اجرایی برای تولید و نصب حفاظ کابلی.

۴- مزایا

با توجه به اینکه حفاظ کابلی نسبت به انواع دیگر حفاظ، مزایای بسیار زیادی دارد، لیکن در اینجا فقط مهم‌ترین موارد ذکر شده است:

- با نصب و اجرای ساده، دارای بالاترین

در این استاندارد ریسک مرگومیر و مجروح شدن سرنشینان را اندازه گیری می کنند. این استاندارد در حال حاضر در اروپا، استرالیا و نیوزیلند به کار برده می شود.

استاندارد آمریکا:

NCHRP350(National Cooperative Highway-Research Program)

این استاندارد برای جاده های آمریکا برای آزمایش ها مختلف مصالح تدوین شده است که پاسخشگویی آزمایش ها برخورد های ماشینهای مختلف در کلاس های متفاوت را اندازه گیری و عرض مورد نیاز را تأمین می نماید.

۷- اجزاء حفاظ کابلی

حفاظ کابلی در تقسیم بندی انواع سیستم حفاظ ها در گروه حفاظ های انعطاف پذیر قرار دارد. این نوع حفاظ در مقایسه با دیگر انواع حفاظ های مورد استفاده در راه ها، هنگامی می تواند بکار گرفته شود که فاصله کافی برای کش آمدگی کابل در محوطه باز حاشیه راه وجود داشته باشد و در این صورت بر اثر برخورد وسایل نقلیه انعطاف پذیری بالایی داشته و ضربه و خسارت کمتری به وسیله نقلیه و سرنشینان آن وارد می کند. به کارگیری این نوع حفاظ نیازمند تأمین شرایطی خاص در حاشیه و یا میانه راه ها و به ویژه در محل قوس ها بوده و تعمیر و نگهداری فوری از الزامات کاربرد آن محسوب می گردد که این دو موضوع کاربرد آن را در راه ها محدود می نماید. حفاظ کابلی مجموعه ای از اجزاء اصلی زیر است:

- پایه های حفاظ که معمولاً به شکل ناودانی یا I بوده و از جنس فولاد نرم هستند.
- تعداد ۳ یا ۴ کابل که در شیارهایی واقع در جان پایه و یا بر شاخک هایی که روی پایه قرار دارند سوار می گردند.
- مهار انتهایی حفاظ که توسط یک فونداسیون بتنی صورت می گیرد.

۸- چگونگی نصب و تعمیرات

نصب پایه

پایه های انتهایی حفاظ کابلی را هم می شود پیش ساخته درست کرده و در سوراخ (چاله) کنده شده گذاشت و هم می شود آن را در هر

قسمت پس از کندن چاله ستون در جا ریخت. چاله (سوراخ) به وسیله چکش مکانیکی و یا توسط مته، حفاری شده و پایه ستونی پیش ساخته در آن نصب و پایه فولادی در پایه بتنی نصب می شود (شکل ۴).

اتصال کابل

در این مرحله کابل روی پایه ها نصب شده و دو انتهای کابل در محل فونداسیون انتهایی (End Anchor) مهار می شود (شکل ۵ و ۶).

کشش کابل و تنظیم آن

کشش کابل در هر دو انتها با مهره تنظیم و استفاده از بست های قورباغه ای (RiggingScrew) در طول آن تنظیم می شود (شکل ۷).

اتصال کابل

برای تعمیر حفاظ کاب، کابل ها مستقیم به طرف بالا کشیده می شود. پایه های خم شده را از جای خود خارج کرده و به جای آنها پایه های نو، کار گذاشته می شود. پس از کارگذاری پایه های جدید، کابل ها در جای خود کار گذاشته می شود. لازم به ذکر است که پایه ها به آسانی برداشته شده و تعویض می گردد (شکل ۸).

نتیجه گیری

یکی از مسائل اساسی و عمده در حمل و نقل جاده ای که نظر همه مدیران، کارشناسان و دولت ها را به خود جلب و جذب نموده است موضوع ایمنی است. ایمنی مبحثی است که سروکار باجان، سلامتی و مال شهروندان هر کشور دارد. کم توجهی به ایمنی توسط دستگاه های ذی ربط در حقیقت به این معنی است که به جان و مال مردم خویش بها و ارزش نداده و یا آن را کم بها و بی ارزش پنداشته است. نگاه مثبت و عمیق به ایمنی چهره های انسان دوستانه به دولت ها و حکومت ها می بخشد.

حفاظ کابلی از سال ۱۹۹۲ تا امروز ده ها هزار کیلومتر در آمریکا، اروپا، آسیا، آفریقا و اقیانوسیه به اجرا در آمده است و با توجه به نصب و اجرای ساده و قیمت مناسب، کاهش جدی در تلفات انسانی و خسارات مالی را در این کشورها شاهد بوده اند. امروزه حفاظ کابلی پاسخ خود را داده و به عنوان مناسب ترین روش حفاظ ایمنی راه مطرح شده

است. در ایران که دست اندرکاران حمل و نقل و ترافیک و ایمنی جاده ای و مردم از تلفات و خسارات به شدت در رنج هستند و تلاش هایی که تاکنون داشته اند راه به جایی نبرده است. این حرکت می تواند گام مؤثری در کاهش تلفات و خسارات و ارتقاء ایمنی گردد.

حفاظ کابلی سیستم های به هم تنیده فولادی کشش دار هست که به جای گارد ریل و نرده های آهنی در اتوبان ها خیابان ها و جاده ها مورداستفاده قرار می گیرد و از انحراف وسایل نقلیه از جاده ها و پرت شدن آن به تله دره جلوگیری می نماید. از مزایای این گونه حفاظ ها نسبت به گارد ریل و نیوجرسی می توان به هزینه ساخت، اجرا و نگهداری پایین، قابلیت کنترل و جهت دهی وسایل نقلیه با اندازه های مختلف، خسارت کم بدنه خودرو و در نتیجه پائین آمدن میزان خسارت های جانی و مالی، سرعت بالا در نصب، جابجایی و تعمیرات، نصب در حالات مختلف و بافاصله های گوناگون پایه ها جهت وارد کردن نیروی جانبی کمتر و ... اشاره کرد. در کل می توان مزایای استفاده از این نوع حفاظ را ایمنی بیشتر، تأثیر بهتر و آسانی در نصب، راه اندازی و نگهداری دانست. ♦

۱۰- مراجع و منابع

- [1] James D. Rogers, " DESIGN OF PRE-STRESSED BARRIER CABLE SYSTEMS ", 8601 North Black Canyon Highway, Suite 103, Phoenix, AZ 85021, Issue 14, December 2004
- [2] Cable Barrier, Standard Guidelines for Product Review, Section 00811.00, Oregon department of transportation, February 17, 2009,
- [3] Jeffrey A. Lindley, " Cable Barrier Considerations ", FHWA, July 20, 2007
- [4] "COLORADO DEPARTMENT OF TRANSPORTATION CABLE BARRIER GUIDE", CDOT Cable Barrier Guide, June 2, 2009
- [5] Mark A. Marek, P.E., "Cable Barrier Systems", Texas department of transportation, June 21, 2009
- [6] Zou Y, Tarko AP, Chen E, Romero MA.; "Effectiveness of cable barriers, guardrails, and concrete barrier walls in reducing the risk of injury"; Accid Anal Prev, 2014 Nov.
- [7] Christopher Y. Tuan, Ratul D. Samah; Progressive Failure Simulation of Security Cable Barriers; 2010



شکل ۸- تعمیر حفاظ کابلی



شکل ۷- تنظیم کشش کابل با استفاده از Rigging Screw



شکل ۶- مهار کابل در End Anchor