

بهبود شیوه‌های برخورد با سوانح در حمل و نقل ریلی به کمک تجهیزات نوین

حامد گرکانی^۱، شیما قاسم پور^۲

^۱ کارشناس شرکت آسیا واگن ریل hamed_gr2002@yahoo.com

^۲ کارشناس شرکت قطارهای مسافری رجا sh_ghasempour@yahoo.com

چکیده

صنعت حمل و نقل در هر کشوری نشان دهنده میزان توسعه و تنظیم کننده حرکتی است که آن کشور در مسیر پیشرفت پیش رو دارد. حمل و نقل ریلی به لحاظ خصوصیات منحصر به فرد خود در مقایسه با سایر شقوق حمل و نقل از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این بین، ایمنی یکی از مهم ترین مسائلی است که با توجه به رشد و توسعه روزافزون این صنعت، همواره مورد توجه بوده است. چرا که این صنعت همواره تحت تأثیر حوادث زیادی قرار داشته و دارد که بروز این سوانح باعث مرگ یا معلولیت تعداد زیادی از افراد می‌شود. واضح است که از بین بردن کامل سوانح حتی در راه آهن کاری غیر ممکن است. لذا باید اقدامات لازم جهت پیشگیری از سوانح و کاهش تلفات در زمان یک سانحه انجام گیرد. این مقاله سعی دارد با معرفی تجهیزاتی که در گذشته در سوانح برای نجات افراد از داخل قطار مورد استفاده قرار می‌گرفت به شرح و بررسی هر یک پرداخته و سیستم جدیدی را که هم اکنون در برخی از کشورها بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد معرفی نماید.

کلمات کلیدی: سوانح ریلی، چکش اضطراری، پنجره خروج اضطراری، سیستم فرار ایمن

مقدمه

به طور کلی در راه آهن، هر پیش آمدی که موجب توقف چرخش روزانه و برنامه تنظیمی قطارها شود، از جزئی ترین آنها مثل خارج شدن یک دستگاہ واگن از خط تا برخوردهای قطار را "حادثه" می‌نامند و چنانچه در این حوادث، فردی یا افرادی دچار جراحت، نقص عضو و یا فوت گردند، آنرا "سانحه" خوانند که به اصطلاح

"سوانح ریلی" نامیده می‌شوند ولی از آنجا که عوام در راه آهن از این دو لغت به گونه مترادف استفاده می‌کنند، لذا در این مقاله سوانح به مفهوم "حادثه، سانحه" بکار می‌رود. (۱)

علی رغم اقدامات پیشگیرانه از وقوع سوانح، ما نمی‌توانیم بروز حوادث و سوانح را متوقف سازیم، اما می‌توانیم از اثرات مخرب آنها بکاهیم. یکی از مهمترین مسائلی که در سوانح ریلی وجود دارد، سرعت نجات افراد از داخل واگن‌ها است. با وجود اقدامات پیشگیرانه، ما نمی‌توانیم از بروز سانحه جلوگیری کنیم اما با استفاده از بعضی تجهیزات می‌توانیم اثرات مخرب آن را کاهش دهیم. معمولاً مسافری که در سوانح ریلی در داخل واگن گرفتار می‌شوند سعی می‌کنند برای خروج از درب‌ها یا راهروهای بین واگن‌ها استفاده کنند اما معمولاً در هنگام سوانح، این راهها بسته می‌شوند و بهترین راه خروج از واگن، پنجره‌های آن است چرا که هم تعداد آن بیشتر است و هم به راحتی قابل مشاهده می‌باشد و علاوه بر این، جنس آن هم به گونه ای است که می‌توان آن را شکست. به همین منظور در واگن‌ها برای خروج از پنجره‌ها در مواقع ضروری تجهیزات مخصوصی در نظر گرفته می‌شود که معمول ترین آنها پنجره‌های خروج اضطراری و چکش اضطراری است. اما آیا این روش‌ها بهترین و سریع ترین راه خروج از واگن در هنگام سوانح هستند؟ در این مقاله سعی شده است که معایب و مزایای سیستم‌های موجود، بررسی شده و علاوه بر آن، تجهیزات جدیدی که در این زمینه در راه آهن‌های پیشرفته در حال بکارگیری و استفاده است معرفی گردد تا با توجه به مزایا و معایب هر یک، بهترین سیستم جهت بکارگیری در راه آهن کشور معرفی گردد.

چکش اضطراری (۴ و ۵ و ۱۰)

یکی از تجهیزاتی که برای خروج اضطراری از واگن مورد استفاده قرار می‌گیرد، چکش‌های اضطراری است (شکل ۱). به دلیل سخت بودن بدنه و درب‌های واگن، در هنگام سانحه مسافران می‌توانند با وارد کردن ضربه به شیشه‌های پنجره‌ها توسط این چکش و شکستن

شیشه‌ها، خروجی فوری ایجاد کنند. دستگیره این چکش‌ها اغلب به گونه‌ای طراحی می‌شود که در هنگام ضربه‌زدن براحتی از دست مسافری جدا نشود. این چکش که حداقل ابعاد آن در شکل ۲ نشان داده شده است، باید در یک جعبه با درب شیشه‌ای معمولی در محلی معلوم بین دو پنجره انتهایی راهروی جانبی واگن‌های مسافری کویه‌دار یا روی شیشه‌های انتهایی واگن‌های مسافری اتوبوسی قرار داده شود. محل چکش باید به گونه‌ای باشد که حتی در هنگام خرابی سیستم روشنایی، براحتی بتوان آنرا پیدا کرد. این کار را می‌توان به دو صورت انجام داد:

- رنگ آمیزی درون جعبه چکش با رنگ شبرنگ (فلوئورسنت)
- رسم شکل یک چکش با رنگ فلوئورسنت روی درب شیشه‌ای براق جعبه. (شکل ۳)

۵- بسیاری از افراد، به روش استفاده صحیح از چکش‌ها واقف نیستند. بیشتر افراد برای شکستن شیشه‌ها به مرکز آنها ضربه می‌زنند اما این کار بسیار مشکل و زمان بر است و این اشتباه می‌تواند شانس فرار مسافرین را کاهش دهد. بهترین راه شکستن پنجره‌ها، ضربه زدن به گوشه‌های آنها است. هر چند که روش صحیح استفاده از این چکش‌ها ممکن است در کنار آنها بصورت پلاکاردهایی نصب شده‌باشد (شکل ۱) اما در شرایط سانحه ممکن است مورد توجه مسافرین قرار نگیرد و یا به مرور زمان این پلاکاردها از بین بروند و یا قابل خواندن نباشند.

۶- ممکن است فرد سانحه دیده توان استفاده از این چکش‌ها و وارد نمودن ضربات به شیشه‌ها را نداشته باشد.

۷- ممکن است به علت عدم استفاده صحیح، چکش‌ها در هنگام وارد آوردن ضربات بشکنند.

۳ و ۸ و ۹ و ۱۱) پنجره‌های خروج اضطراری واگن

یکی از تجهیزاتی که برای خروج از واگن در هنگام بروز سانحه بکار می‌رود، پنجره خروج اضطراری است (شکل ۴). پنجره‌های خروج اضطراری با دیگر پنجره‌های واگن متفاوت هستند. این پنجره‌ها طوری طراحی شده‌اند که مسافرین می‌توانند با کشیدن نوار دور شیشه، آن را از قاب پنجره و بدنه واگن جدا کنند و بدین ترتیب از واگن خارج شوند. در این پنجره‌ها پلاکاردهایی بر روی شیشه یا در کنار آن نصب می‌شود که نحوه استفاده از پنجره را بصورت عکس‌های متوالی نشان می‌دهد (شکل ۵).

طریقه استفاده از این پنجره بدین صورت است که با کشیدن دستگیره اضطراری (شکل ۶)، واشر پلاستیکی دور پنجره قطار جدا می‌شود. پس از جدا شدن واشر، دستگیره فلزی نمایان می‌گردد (شکل ۷) که با توجه به نوع پنجره، با کشیدن این دستگیره به داخل یا هل دادن آن به خارج، شیشه از قاب جدا شده و بدین ترتیب راه برای خروج از واگن باز می‌شود.

معایب پنجره‌های خروج اضطراری

در ۳۱ مارس ۱۹۹۶ یکی از قطارهای مسافری ONR کانادا دچار سانحه خروج از خط شد ولی قطار واژگون نشده و به حالت قائم باقی ماند. این قطار ۵۴ مسافر و ۶ خدمه داشت که ۳ نفر از مسافران به بیمارستان منتقل شده و بقیه در همانجا تحت درمان قرار گرفتند. هیات ایمنی حمل و نقل کانادا TSB به منظور بررسی سانحه و خطرات و ریسک‌هایی که جان مسافران را تهدید کرده بود، دست به تحقیق و بررسی زد.

در هنگام بروز سانحه، مسافران سعی کرده بودند با استفاده از پنجره‌های خروج اضطراری، راه فراری پیدا کرده و از واگن خارج شوند. از آنجایی که واگن مملو از بخار شده بود، مسافران موفق شدند فقط ۵ پنجره از ۱۲ پنجره موجود را مورد امتحان قرار دهند. اما این آزمایش موفقیت آمیز نبود چرا که دستگیره فلزی یکی از پنجره‌ها کنده شد، ۲ تا از پنجره‌ها در قاب شل نشدند و ۲ تای دیگر هم

معایب سیستم چکش اضطراری (۴)

علی‌رغم اینکه استفاده از این چکش‌ها ساده و آسان می‌باشد اما از کارایی لازم برخوردار نمی‌باشند. نمونه‌ای از این عدم کارایی در سانحه Paddington گزارش شده و برای همگان به اثبات رسید. در تاریخ ۵ اکتبر ۱۹۹۹ در ساعت ۸:۰۸ سانحه Paddington بین دو قطار اتفاق افتاد که منجر به کشته شدن ۳۱ نفر و زخمی شدن ۵۲۳ نفر گردید.

در گزارشات این سانحه موارد جالبی به چشم می‌خورد:

- پاراگراف‌های ۴،۶۰ و ۴،۸۵ گزارش بیانگر مشکلاتی بود که مسافران برای خروج از واگن آتش گرفته با آن مواجه بودند (بسیاری از درب‌ها فشرده و مسدود شده بودند و تنها راه خروجی، پنجره‌های واگن بود).
- چکش‌های اضطراری یا گم شده بودند، یا شکسته بودند و یا کارایی نداشتند. واگن واژگون شده بود و پنجره‌ها بالای سر مسافران قرار داشتند.
- بسیاری از مسافران نمی‌دانستند چطور از چکش‌های اضطراری استفاده کنند.

بنابراین به طور کلی می‌توان معایب استفاده از چکش اضطراری را به شرح زیر عنوان کرد:

- ۱- در بسیاری از مواقع چکش‌های اضطراری مورد سرقت قرار می‌گیرند.
- ۲- اگر واگن واژگون شده باشد ضربه زدن به پنجره‌ها که در این حالت بالای سر مسافران قرار دارند، بسیار مشکل و حتی برای بسیاری از افراد غیر ممکن است.
- ۳- در اثر ضربات ناشی از سانحه، این چکش‌ها از محل نصب شده در واگن جدا شده و گم می‌شوند.
- ۴- اکثر سوانح ریلی با دود و آتش همراه است و به همین دلیل پیدا کردن این چکش‌ها در چنین شرایطی بسیار سخت بوده و کار با آنها نیز در این مواقع بسیار دشوار می‌باشد.

دستگیره‌شان بر خلاف لبه قاب خم شد. تنها شانس‌ی که در این سانحه وجود داشت، این بود که درب پشت واگن باز شده و مسافران توانستند از آنجا خارج شوند. در نتیجه این تجربه بد که در مورد پنجره‌های خروج اضطراری رخ داد، TSB تحقیقات خود را بر روی پیدا کردن دلایل این مشکل متمرکز کرد.

بعضی از دلایل موجود عبارت بودند از:

- پلاکاردهای نصب شده بر روی پنجره که نحوه خروج از پنجره‌ها در مواقع اضطراری را نشان می‌دادند، از بین رفته بودند و یا دیده نمی‌شدند.

- پلاکاردها اطلاعات کافی را به مسافران نمی‌دادند. پلاکاردها این تصور را برای مسافران ایجاد می‌کردند که پنجره خروج اضطراری در قسمت بالا دارای لولاست و این مفهوم را نمی‌رساندند که پنجره باید از جا درآورده شود.

- پلاکاردها نمایانگر این موضوع نبودند که مسافران می‌توانند از پنجره به بیرون بروند.

- ۹ پنجره از ۱۲ پنجره، توسط تکیه گاه صندلی‌ها و محل‌های قراردادن بار و توشه در واگن، مسدود شده بودند.

- اندازه و وزن پنجره‌ها باعث شده بود که کندن آنها و جابجایی‌شان سخت باشد؛ اندازه پنجره ۳۱×۵۰/۵ اینچ و وزن آن حدود ۶۰ پوند بود و این امر جداسازی و انتقال آنرا سخت می‌کرد.

- بعضی از دستگیره‌های فلزی پنجره‌های خروج اضطراری مفقود شده بودند و بعضی هم به درستی کار نمی‌کردند.

- نیروی لازم برای جدا کردن واشر لاستیکی دور قاب پنجره‌ها یکسان نبود؛ بسته به شانس از خیلی کم تا خیلی زیاد متفاوت بود.

- قاب پنجره، لبه‌ای در مقابل داشت که باعث می‌شد در صورت کشیدن دستگیره به داخل، قبل از آزاد شدن قاب از لبه پایینی پنجره، دستگیره فلزی جمع و فشرده شود.

- دستگیره فلزی برای جدا کردن پنجره کوچک بود و نیرویی را که برای شل و جدا کردن پنجره اعمال می‌شد، محدود می‌کرد.

با توجه به عدم موفقیت در استفاده از این پنجره‌ها برای خروج اضطراری در این سانحه، نگرانی‌های موجود در این زمینه، تشدید شد چرا که در سوانح شدید تر، عملکرد نامناسب این پنجره‌ها می‌توانست مانع از خروج موفق افراد شده و در نتیجه جان آنها را تهدید کند.

تحقیقات نشان داد برای اینکه این پنجره‌ها همواره درست عمل کنند باید دائماً مورد تعمیر و نگهداری قرار گیرند.

پس از بررسی دیگر سوانح ریلی در دنیا، مشخص گردید روش‌هایی که تا آن زمان برای خروج اضطراری از واگن مورد استفاده قرار می‌گرفت، کارایی لازم را نداشتند و باید مورد بازبینی قرار می‌گرفتند.

نمونه‌هایی از سوانح ریلی

اکثر سوانح ریلی با دود و آتش سوزی همراه هستند. در برخی از این سوانح، استنشاق دود و آتش منجر به مرگ و میر می‌شود و در برخی

نیز فقط باعث مصدومیت مسافران شده و تلفاتی را بدنبال ندارد. نمونه‌هایی از این سوانح که در سراسر دنیا رخ داده در جدول شماره ۱ آورده شده است.

سیستم‌های جدید خروج اضطراری از واگن (۲ و ۷)

پس از وقوع سوانح، ضروری است که اشخاصی که داخل قطار زنده مانده اند به سرعت خارج شوند و مهم نیست که این کار به چه روشی انجام می‌شود. در بسیاری از سوانح، خروج سریع از واگن شانس زنده ماندن را به شخص می‌دهد. کارشناسان بر این باورند که اگر سانحه همراه با آتش سوزی باشد، شانس بقاء بعد از ۲ دقیقه کاهش می‌یابد. در چنین موقعیت‌هایی هر ثانیه، سرنوشت‌ساز است. در چنین سوانحی خطر اصلی آتش نیست بلکه دود ناشی از آن است. در این شرایط معمولاً درب‌ها و دیگر راهپای خروجی بسته شده و بهترین گزینه برای فرار و خروج از واگن، پنجره‌ها می‌باشد.

شکستن و خرد کردن شیشه‌ها بوسیله چکش راه حل خوبی برای این کار است اما در شرایطی که نور کم است و یا دود فضا را پر کرده است، این کار بسیار مشکل می‌باشد.

برای حل این مشکل، راه آهن‌های پیشرفته دنیا از سیستم‌هایی بسیار مؤثر و کارا استفاده می‌کنند که علاوه بر سهولت کاربرد، ضریب اطمینان بسیار بالایی دارد. یکی از این سیستم‌ها، سیستم فرار ایمن^۱ است. سیستم فرار ایمن، یک سیستم بدون چکش است که امکان خروج اضطراری از شیشه‌های سخت را به راحتی و فقط با فشار یک دکمه فراهم می‌سازد. بنابراین به کمک این وسیله، زمان شکستن شیشه و عبور از آن تا حد زیادی کاهش می‌یابد.

با استفاده از سیستم فرار ایمن، برای شکستن شیشه، لازم نیست که قسمتی که برای خروج استفاده می‌شود، سالم مانده باشد. بر خلاف درب‌ها که باید سالم باشند چرا که در غیر اینصورت باید با زور و فشار باز شوند.

نحوه عملکرد سیستم فرار ایمن

این سیستم از یک محرک و یک دستگاه سیلندر و پین استفاده می‌کند. محرک، نیرویی را تولید می‌کند و این نیرو بر روی پین عمل کرده و آن را به شیشه می‌فشارد و به این ترتیب شیشه به تکه‌های ریزی خرد می‌شود. محرک توسط یک نیروی الکتریکی که به وسیله یک باتری با عمر بالا تأمین می‌شود، عمل می‌کند. تمام اجزای این سیستم در داخل یک محفظه آلومینیومی قرار دارد. (شکل ۸)

شیشه به کار رفته در این سیستم از نوع شیشه دو جداره محکم (شیشه استاندارد مورد استفاده در حمل و نقل ریلی) مطابق با استاندارد BS 857 است

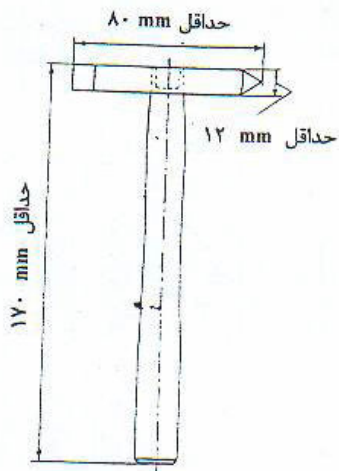
ویژگی‌ها و مزایای سیستم فرار ایمن

جدول شماره ۲ مشخصات فنی سیستم فرار ایمن را نشان می‌دهد. عمده ترین مزایای این سیستم عبارتند از:

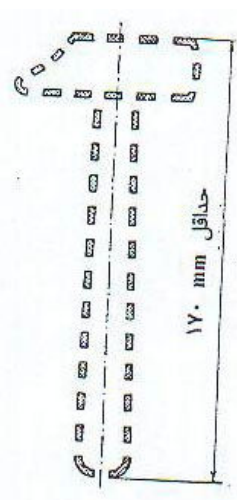
¹ Safescape - 1



شکل ۱ - چکش اضطراری



شکل ۲- ابعاد چکش اضطراری



شکل ۳- علامت چکش اضطراری

- استفاده از آن آسان می باشد.
- امکان خروج در چند ثانیه وجود دارد.
- بر ساختار قطار تأثیر زیانباری ندارد.
- سیستم با فشردن تنها یک دکمه عمل می کند.
- دارای تکنولوژی با ویژگی بالا و قابل اعتماد می باشد.
- اجزای آن مطابق استانداردهای ISO ساخته شده اند.
- نصب آن در مدت زمان ۱۵ دقیقه امکان پذیر است.
- دارای ویژگی ضد گرما و ضد سرقت بوده و کارکرد آن به موقعیت واگن وابسته نیست.
- در بهترین موقعیت بر روی شیشه یعنی در گوشه آن نصب می گردد و بنابراین با اولین ضربه شیشه شکسته می شود.
- هر دو جدار شیشه همزمان و با هم شکسته می شود.
- هر جا که لایه پوشاننده ای وجود داشته باشد، آن لایه و شیشه با هم به بیرون خواهند افتاد.
- این تجهیز دارای سه مدل مختلف می باشد: مدل استاندارد (DGSR001)، استاندارد با آلارم (DGSRA01) و استاندارد با آلارم و همراه با فعال کردن ترمز (DGSRAB1) که برای وسایل نقلیه ریلی، نوع سوم یعنی مدل DGSRAB1 مناسب تر است. اگر قطار در حال حرکت باشد و از این سیستم استفاده گردد، جهت حفظ ایمنی، آلارم به صدا در آمده و قطار، ترمز اضطراری می شود. مراحل بکار افتادن آلارم و ترمز اضطراری در جدول ۳ نشان داده شده است.

سیستم های مورد استفاده در ایران

شیوه های برخورد با سوانح در سیستم حمل و نقل از اهمیت خاصی برخوردار است. در کشور ما نیز شیوه های مختلفی وجود دارد. اما آنچه قابل تعمق می باشد، ناکارا و ناقص بودن این روشهاست.

در گذشته توربو ترن ها و واگن های چینی مجهز به چکش اضطراری بودند اما در حال حاضر، این چکش ها مفقود شده و یا مورد سرقت قرار گرفته اند. در ترن ست ها و برخی دیگر از انواع واگن ها نیز پنجره های اضطراری وجود دارد اما به دلیل اینکه تعمیر و نگهداری منظمی روی آنها صورت نمی گیرد، چندان قابل اعتماد نبوده و تجربه ثابت کرده که در هنگام سوانح نیز از کارایی لازم برخوردار نمی باشند. با توجه به فرسودگی و عمر بالای وسایل نقلیه و واگن ها در کشورمان و در نتیجه پایین آمدن سطح ایمنی، لزوم استفاده از سیستمی کارآمد در واگن های مسافری کاملاً مشهود است.

عکسها و جداول



شکل ۶- کشیدن نوار دور پنجره اضطراری



شکل ۴ - پنجره اضطراری

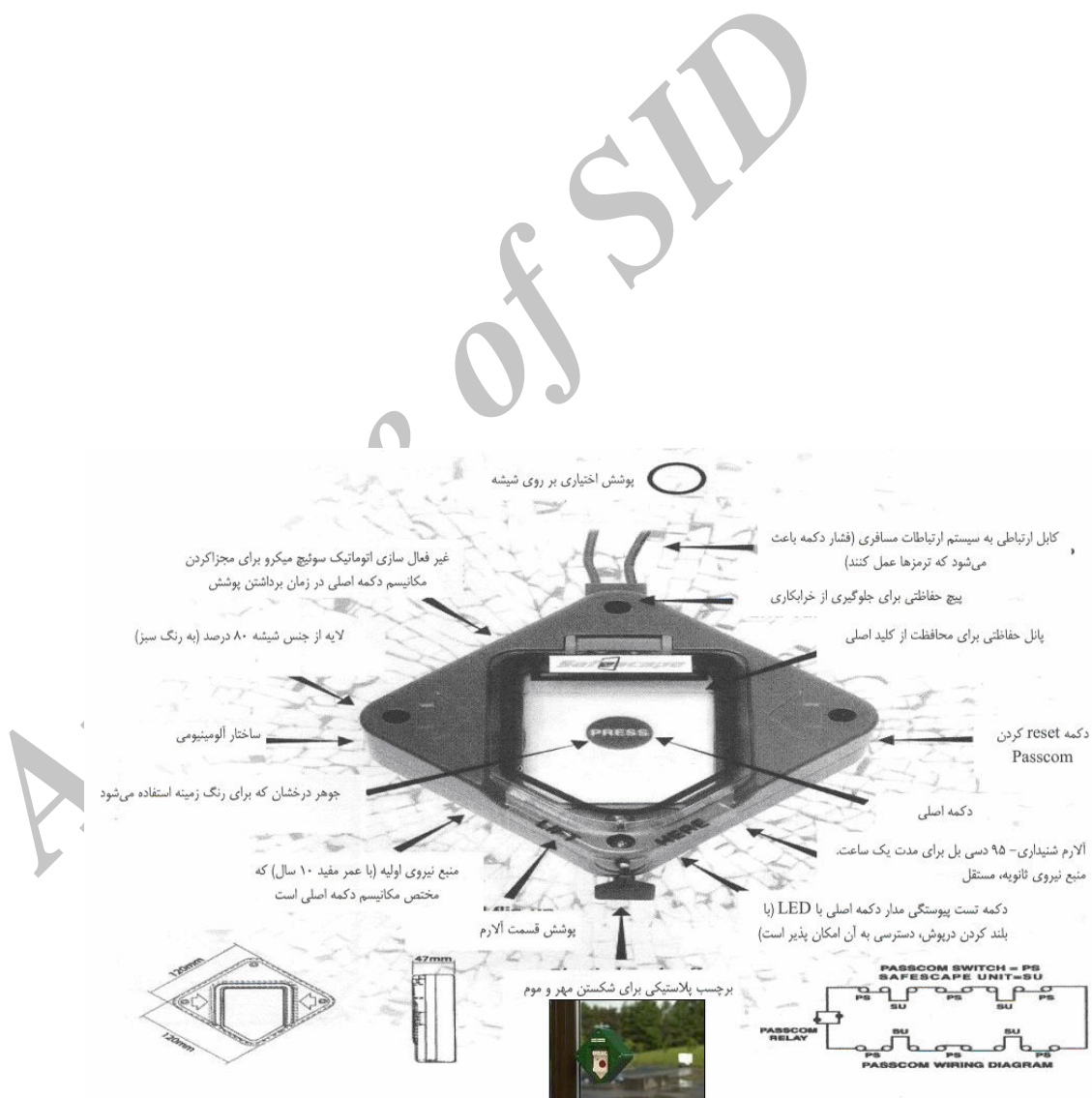


شکل ۵- نشان دادن نحوه استفاده از پنجره اضطراری بر روی آن

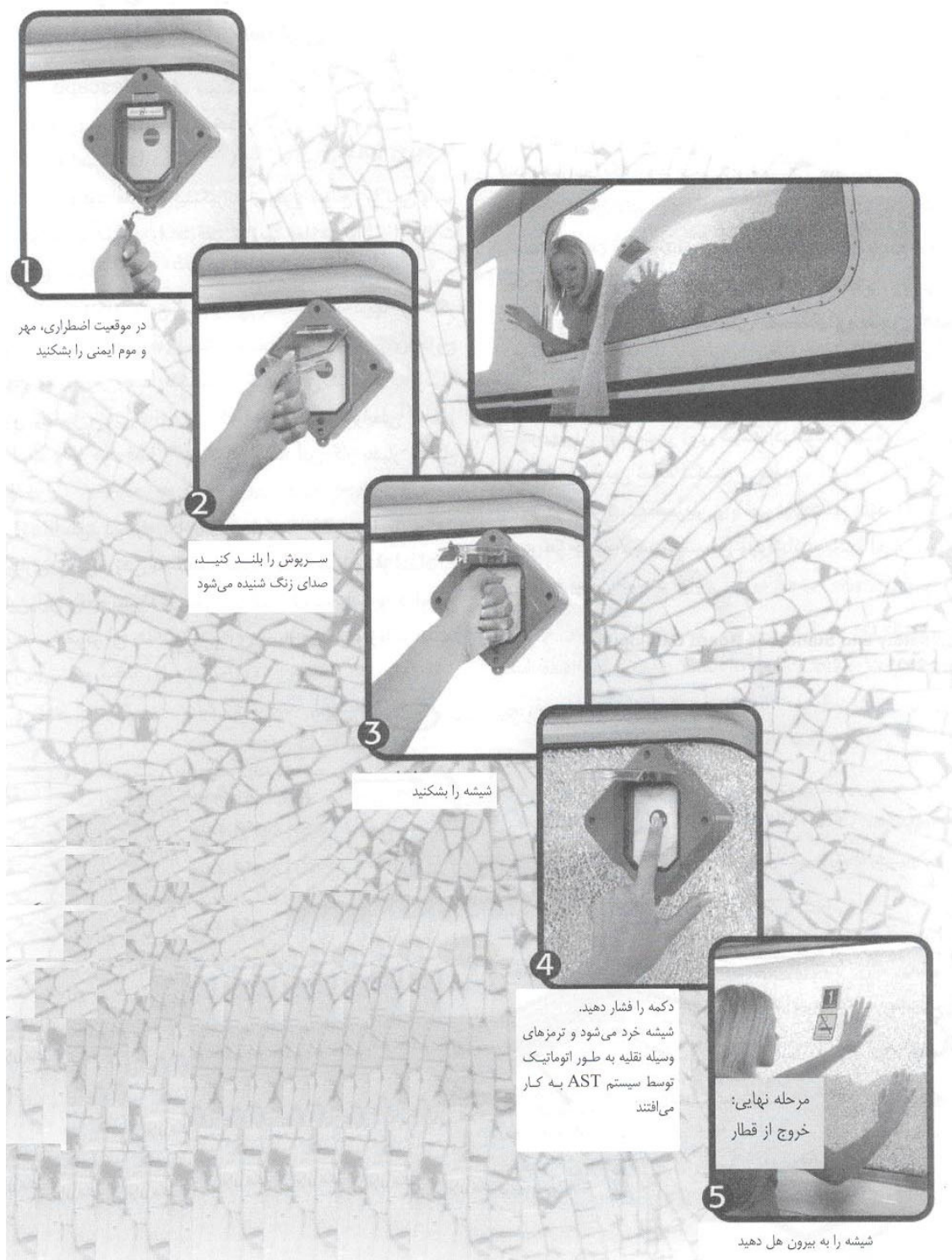
Archive



شکل ۷ - دستگیره فلزی



شکل ۸ - سیستم Safescape



شکل ۹ - نحوه استفاده از سیستم فرار ایمن

جدول ۱- نمونه هایی از سوانح ریلی و خسارات و تلفات وارده

محل سانحه	زمان	علت سانحه	آمار تلفات		علت مرگ
			مجروحان	کشته شدگان	
داگو- کره جنوبی	۲۰۰۳/۲/۱۸	خرابکاری	-	۱۹۸	استنشاق دود
مصر	۲۰۰۲/۲/۲۰	استفاده مسافران از اجاق خوراک پزی	جدول ۲- مشخصات فنی یادگیرنده فرار ایمن دود و آتش گیر افتادند	-	-
نانس- فرانسه	۲۰۰۲/۱۱/۶	ابعاد	۱۲۰×۱۲۰×۴۷ mm (4.7×4.7 ×1.8 inches)		
اتریش	۱۱/۱۱/۲۰۰۲	وزن	800 gms (28.21 ounces)		
هند شمالی	۲۰۰۳/۵/۱۵	دمای عملکردی	-20°C الی +85°C (-4°F الی +185°F)		
آسترا- نروژ	۲۰۰۰/۱/۴	استاندارد IP	IP65		
سالرنو- ایتالیا	۱۹۹۹/۵/۲۴	نیروی خروجی محرک	2 KN		
برلین	۲۰۰۰/۷/۸	منبع تغذیه	6 ولت		
		عمر باتری	10 سال		
		شدت صدای آلام	95 دسی بل		
		مدت استمرار آلام	1 ساعت		
هنگ کنگ	۲۰۰۴/۱/۵	حمله خرابکاری (وندلیسم)	-	۱۴	-

ایمنی را تا حد قابل قبولی تامین می کنند بلکه در حداقل کردن هزینه های مدیریت ایمنی در راه آهن نیز بسیار موثر خواهند بود.

جدول ۳- مراحل عملکرد سیستم فرار ایمن

شکستن شیشه	فعال شدن ترمز	اخطار صوتی	
خیر	خیر	خیر	بازکردن مهر و موم
خیر	خیر	بله	بلند کردن درپوش
خیر	خیر	صدای ممتد	شکستن شیشه محافظ دکمه
بله	بله	صدای ممتد	فشار دکمه

نتیجه گیری

سوانح ریلی، معضلی است که از جوانب مختلف، موجب فراهم آمدن خسارات مالی، انسانی، روانی، جسمانی، سازمانی، اجتماعی و سیاسی گردیده و ناگوار بودن آثار ناشی از این موضوع ناخوشایند، تا مدت ها عملکرد راه آهن را تحت تاثیر خود قرار می دهد. با وجود اقدامات پیشگیرانه از وقوع سوانح، نمی توان بروز حوادث را متوقف کرد. بنابراین نحوه برخورد با سوانح از اهمیت خاصی برخوردار است. در سوانح ریلی نجات افراد از داخل واگن در اسرع وقت، مهم ترین پارامتر به شمار می آید که برای این منظور نیز تجهیزات مختلفی وجود دارد. اما واگن های مسافری مورد استفاده در راه آهن کشور ما، یا فاقد سیستم خروج اضطراری از واگن هستند یا به سیستم های قدیمی که کارایی لازم را ندارند مجهزند. بنابراین لازم است که در قطار های مسافری از سیستم های جدید که قابلیت اعتماد بالا و سهولت کاربرد بیشتری را دارند استفاده شود و بهترین راه برای رسیدن به نتیجه مطلوب در زمان کوتاه تر، استفاه از تجربیات و نتایج تحقیقات سایر کشورها می باشد. سیستم معرفی شده در این مقاله در حال حاضر در کشور انگلستان تولید می شود اما به راحتی در داخل کشور نیز قابل ساخت بوده و پیشنهاد می گردد برای جلوگیری از افزایش اثرات سوانح، بر روی واگنهای مسافری داخل کشور نصب گردد. البته واضح است که اجرای این گونه طرح ها بایستی توجیه اقتصادی داشته باشد اما برای رشد همگام با سایر کشورهای جهان، ضرورت توسعه سیستم های راه آهن و بهره گیری از تکنولوژی های جدید، امری محرز می باشد. بدین ترتیب طرح های کاهش خطر با استفاده از تجهیزات فوق، توجیه اقتصادی خواهند داشت و نه تنها

منابع و مواخذ

۱. نقش نیروی انسانی در بروز یا کاهش سوانح ریلی - علی بهره مند - نشریه مرکز تحقیقات راه آهن - مرداد ۸۴ - شماره ۱۵۸
۲. پژوهشنامه مرکز تحقیقات راه آهن، فصلنامه فنی و تخصصی، سال هفتم، زمستان ۸۵ شماره ۲۹ بخش فناوری های نوین
۳. کاتالوگ معرفی انواع شیشه های واگن های مسافری (SPS advanced railway glazing) - آرشیو فنی رجاء
۴. نقشه و مشخصات فنی چکش شیشه شکن اضطراری سالن واگن مسافری توربوترن - آرشیو فنی رجاء
5. UIC 564-1, "coaches- windows made from safety glass", 1.1.1990
6. UK Rail Safety and Standard Board Catalogue , January 2003
7. <http://www.alertsafety.net>
8. http://www.tsb.gc.ca/en/reports/rail/1994/r94t0357/r94t0357.asp?print_view=1
9. Transportation Safety Board of Canada (TSB) - Railway Occurrence Report - Report Number R96T0111
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_hammer
11. <http://www.tsb.gc.ca/en/media/communiqués/rail/1996/comm4.asp>