



شرکت بهره‌برداری قطار شهری مشهد و حومه



LINE 1

LINE 2

مقایسه‌ی ویژگی‌های ایمنی آتش در تونل‌های مترو

زمستان ۱۳۹۲

ترجمه: مهندس سلمان پرتویی

حواص: ریحان شهباز سید ناصر به طول ۱۲ کیلومتر - ۱۴ ایستگاه



کلیه حقوق این اثر متعلق به شرکت بهره‌برداری قطار شهری مشهد می‌باشد.

«استفاده از مطالب (به صورت برداشت) با ذکر منبع آزاد می‌باشد»

مقایسه ی ویژگی های ایمنی آتش در تونل های مترو

چکیده :

این مقاله در مورد ویژگی های ایمنی در برابر آتش در تونل های مترو می باشد. بعد از معرفی کوتاه در مورد ویژگی های حمل و نقل مترویی ، به استانداردها و موارد استفاده ی آن می پردازیم. همچنین در مورد آزمایشات برای شرایط ساختمانی ، تجهیزات و ساز و برگ های ایمنی مقابله با آتش و برخی تفاوت ها در شبکه های مختلف مترویی یک شهر و یا یک کشور بحث خواهد شد.

۱. مقدمه :

در مقایسه با تونل های جاده ای و راه آهن ، مترو تفاوت های زیادی با این دو مدل حمل و نقل دارد. مقیاس سنجش طراحی یک شبکه ی مترویی ، یک شهر و حومه ی آن است ، برخلاف حمل و نقل جاده ای و راه آهن که مقیاس طراحی برای یک کشور می باشد.

معمولاً مترو به سایت ها و تونل های شهری مربوط می شود و گاهی اوقات نیز به راه های برون شهری. در نتیجه معمولاً اهمیت مترو در حمل و نقل مربوط به یک شهر است و نه یک کشور ، به این دلیل است که رعایت استاندارد در درجه ی اهمیت کمتری قرار دارد.

۱,۱ (مقایسه ی ویژگی ها

تفاوت اساسی تونل های جاده ای یا راه آهن با تونل های مترویی از طبیعت ترافیکی ای نشات می گیرد که از مراحل یکسان ریسک در همه ی آن ها استنتاج نمی شود. جدول زیر مشخصات اصلی تونل در هر کدام از مدل های حمل و نقل را نشان می دهد :

مقیاس	مترو	راه آهن	جاده
طول	۵۰۰ تا ۶۰۰ متر بین دو ایستگاه	۳۰ تا ۵۰ کیلومتر بدون ایستگاه	۲۰ تا ۲۰۰ کیلومتر بدون ایستگاه و یا دسترسی
موقعیت	شهر	شهر / کشور	شهر / کشور
خروجی ها	ایستگاه ها	دو انتهای تونل	انتهای تونل / پناهگاه ها با دسترسی به سایر تونل ها
زمان رسیدن گروه های امداد	۵ تا ۱۰ دقیقه	۱۰ تا ۶۰ دقیقه	۵ تا ۶۰ دقیقه
نوع بار	مردم	مردم / محموله (مواد پر خطر)	مردم / محموله
ظرفیت مسافر	۱۰۰ تا ۲۵۰ نفر در هر واگن	۱۵۰ نفر در هر واگن	۱ تا ۱۰۰ (اتوبوس)
نحوه ی اطلاع رسانی حادثه	راهبر و یا تلفن های داخلی	راهبر قطار	راننده ی هر یک از اتومبیل ها
وسیله ی مقابله	استاندارد های خاص مقابله با آتش	بدون استاندارد خاص	ندارد
محل ورود گروه های امداد	ایستگاه ها / محل های دسترسی اضطراری	پایان تونل	پایان تونل / دسترسی های خاص

۱,۲ (تفاوت های اصلی با سایر روش های حمل و نقل

این تفاوت ها به دو بخش عمده ی وجود ایستگاه ها و نوع طراحی و ساخت تقسیم می شوند.

۱,۲,۱) ایستگاه ها

استراتژی حفاظت آتش در مترو بر اساس زوج ایستگاه – تونل می باشد ، زیرا مهمترین مکان برای تخلیه ی مردم ایستگاه ها هستند. در واقع هر قطار در شبکه های متروی جهان بوسیله ی ترمز اضطراری بر روی خط متوقف می شوند. این وسیله اجازه ی رسیدن قطار به ایستگاه را می دهد ، مگر در مواقع خاص (مانند توقف قطار داخل تونل به علت خرابی مکانیکی و سیگنالینگ). علاوه بر این زمان سیر قطار داخل تونل عموماً کوتاه و تقریباً ۳۰ ثانیه است ، که زمان توقف قطار در ایستگاه ها نیز نزدیک به این مقدار می باشد. بنابراین احتمال اینکه یک قطار دچار حریق در داخل تونل متوقف شود بسیار اندک خواهد بود.

۱,۲,۲) تجهیزات متحرک (قطار ها)

نوع ساخت تجهیزات متحرک هر شبکه ی مترویی به شهرها و در هر کشوری اختصاص دارد. مترو وسیله ی جابه جا کردن مردم است و نه چیز دیگر ، مگر در زمان های خاص مثل جنگ که ممکن است با آن محموله های خطرناک نیز جابه جا گردد. به همین دلیل خطر آتش سوزی در آن بسیار کم می باشد.

هدف اصلی این است که بوسیله ی استفاده از استانداردهای بسیار کارآمد در ساخت و طراحی قطعات قطار ، میزان ریسک آتش از مبدا کاهش یابد. به نظر می رسد که این کیفیت خاص مترو باشد که منجر به بهینه سازی تجهیزات تونل می گردد. بنابراین در شرایط یکسان با تونل های جاده ای و راه آهن ، این روند باید باعث کاهش افراد و تعداد تجهیزات ایمنی تونل ها شود.

۲) دستور العمل ها

از آن جا که برای ارائه ی دستورالعمل های مناسب مقابله با آتش ، قواعد ، استانداردها یا آزمایشات جاری در بخش های طراحی در اروپا ، نیاز به داشتن باز خورد تجهیزات مختلف در کاهش دادن ریسک ایجاد حریق در مترو می باشد ، به نظر واقع بینانه تر آن است که تمام سیستم های زیر ساختی قطار در بررسی ها با یکدیگر ادغام گردند.

۲,۱) ایستگاه ها

عموماً ایستگاه ها به عنوان تشکیلات و تاسیسات عمومی شناخته می شوند. به عنوان مثال ، آن ها ملزم به رعایت قوانین و استانداردهایی برای احداث ساختمان ها هستند که در قوانین خاص ایستگاه ها نیز گاهی اوقات

موجود است. همچنین آن ها به عنوان خروجی تخلیه ی مسافری نیز در نظر گرفته می شوند و در نتیجه باید با قوانین ایمنی که بر اساس زمان تخلیه ی مسافری است ، مطابقت داشته باشند.

تعداد و یا وسعت امکانات مختلف مبتنی بر تعداد مسافر در ساعت های پیک مسافری و یا عادیست ، برای مکان های زیر :

- خروجی ها : حداقل ۲ خروجی به جز ایستگاه های قدیمی
- دسترسی های سکو
- راهروها
- راه پله ها
- پله برقی ها یا آسانسورها
- گیت های ورودی
- کارت خوان ها

(۲,۲) تجهیزات مکانیکی

بیشتر استانداردهای پیشگیرانه مربوط به قطارها می باشد. در هر کشوری چه استانداردهای اروپایی و چه محلی مرتبط با رفتار مواد از نظر اشتعال پذیری ، غلظت دود و سمیت اعمال می گردد. علاوه بر این در برخی از متروها وسایل اطفاء حریق در هر یک از واگن ها استفاده می گردد.

(۲,۳) تونل ها

برای تونل ها ، سطح اقدامات ایمنی به سطح ایمنی تعریف شده برای قطار بستگی دارد. علاوه بر آن در حالتی که قطار در داخل تونل دچار حریق بشود ، بسیار توصیه می گردد که قطار به ایستگاه رسانده شود تا اندازه ای که از بهترین شرایط برای تخلیه ی مسافری اطمینان حاصل پیدا کنیم. (در بیشتر مواقع این فرآیند با جلوگیری از ترمز اضطراری ممکن می گردد). بنابراین تعداد کمی تجهیزات وجود دارد که به طور عمده به امکانات مقابله با آتش مربوط باشد ، مانند :

- ورودی های ویژه
- سیامی های یا لوله های آب آتش نشانی
- راه های ارتباطی مخابراتی (تلفن های اضطراری)
- غیره

در برخی از شبکه های مترویی ، سیستم های تهویه ی بسیار پیشرفته هر دو هدف را ارضا می کنند. یعنی هم آسایش محیطی و هم هدف نهایی که همان ایمنی مسافر است را مهیا می سازند.

۳) لیست دستورالعمل ها

لیست دستورالعمل های اروپایی برای مترو بسیار کوتاه است. این دستورالعمل ها فقط برای کشورهای استرالیا ، فرانسه ، آلمان ، ایتالیا ، و اسپانیا اهمیت دارند. در بسیاری از کشورهای اروپایی ، و به طور ویژه در آمریکا و آسیا ، استانداردهای (NFPA) EU در ساخت و بهره برداری از شبکه های مترویی مورد استفاده قرار می گیرد. هر استاندارد در محاسبه ، در مجزا کردن و منحصر کردن برای ایستگاه ها ، تونل ها ، وسایل نقلیه ، شامل موارد زیر می باشد :

- برنامه های کاربردی
- ایستگاه ها و تونل ها
- شرایط ساختاری
- راه های فرار و هدایت مسافر
- تهویه و خروج دود
- سیستم های هشدار دهنده
- تجهیزات آتش نشانی
- قوانین ترافیکی
- روشنایی ها ، منابع تغذیه ی اضطراری
- مقابله و مواجهه ی با حریق
- الزامات همگانی
- الزامات اختصاصی
- و گاهی اوقات نحوه ی انجام کارها

استانداردهای مختلف بر اساس تجهیزات و زیر ساخت های موجود در یک شبکه ی ملی وضع می گردد. بنابراین با توجه به تعداد کم استاندارد ها برای تجزیه و تحلیل های ایمنی مورد نیاز ، مجبور به بهره گیری همزمان از کاربرد واقعی در شبکه های مختلف اروپا و همچنین استفاده از بررسی هایی که توسط UITP (اتحادیه ی بین المللی حمل و نقل عمومی) در طی سال گذشته انجام شده ، می باشیم.

۴) جزئیات مقایسه ی اقدامات ایمنی

۴,۱) شرایط ساختاری

به دلیل مشخصات تونل مترو ، نیاز به خروجی اضطراری برای مسافر و یا کارکنان نمی باشد ، به جز در برخی مواقع خاص مانند نقاط کور و یا تونل های بلند.

در واقع تخلیه و یا خروج مسافران یا گروه آتش نشان بر پایه ی چهار اصل مهم می باشد :

۱. وجود ایستگاه ها با تعداد زیادی راهرو و دسترسی
۲. فاصله ی کم بین ایستگاه ها
۳. مهار ترمز اضطراری
۴. استفاده از پیاده روها و یا کنارگذرها و یا هردو

برای ایجاد دسترسی ویژه ی آتش نشانان ، ممکن است نیازها بر اساس حداکثر فاصله ی بین دسترسی ها برای هر شبکه ی مترویی بسیار متفاوت باشد. مانند جدول زیر :

شبکه ی مترو	حداکثر فاصله بین ایستگاه ها یا دسترسی های اضطراری (متر)
پارها	۲۱۴۰
پاریس	۸۰۰
رنس	۶۰۰
هلسینکی	۵۰۰
هامبورگ	۱۰۰۰
برلین	۱۷۰۰
مونیک	۱۷۱۷
لیسبن	۱۳۰۰
بارسلونا	۵۰۰
مادرید	۵۰۰
وین	۶۰۰
ایالات متحده	۳۸۱

۴,۲) تجهیزات ایمنی :

این بخش تجهیزات مشابه با تونل های جاده ای و راه آهن را بیان می کند. اصلی ترین موارد عبارتند از :

- تجهیزات خروج دود (یا تهویه ی هوا)
- خروج اضطراری و دسترسی تهویه ی هوا
- روشنایی
- علائم و سیگنال ها
- سیستم های ارتباطی و هشدار دهنده
- تجهیزات کنترل ترافیک
- منابع تغذیه
- اطفاء حریق و یا جلوگیری از آن

۴,۲,۱) تجهیزات خروج دود

از آنجایی که ما مجبور هستیم ایستگاه های زیرزمینی و تونل را مانند یک محیط بسته ی متوالی در نظر بگیریم ، نقش تهویه بسیار اساسی خواهد بود. تجهیزات تهویه ی هوا در محیط های زیرزمینی نیازست برای رسیدن به شرایط آسایش ، تعویض هوا و ایمنی در برابر آتش و دود. بنابراین برای ارضای تمامی این اهداف ، سیستم های زیادی باید به کار گرفته شوند. به صورت دسته بندی زیر :

- فن های ویژه ی خروج دود
- تجهیزات تهویه ی مطبوع + سیستم های خروج دود
- فقط سیستم های خروج دود
- فقط شفت های خروج هوا

موارد بالا به سه گروه اصلی تقسیم می شوند : ۱. ایستگاه یا تونل ، ۲. فقط ایستگاه ها و ۳. فقط تونل ها

استفاده از سیستم تهویه با استراتژی های ثابت هر شبکه ی مترویی برای ایمنی آتش متفاوت است. در زمان یک حادثه دو حالت مهم وجود دارد ، قبل و بعد از گرفتن تصمیم. قبل از گسترش یافتن دود حالت های زیر به خودی خود موجب خروج دود می گردند :

- حالت پیستونی که در اثر توقف قطار سانحه دیده یا عبور قطار از خط مقابل ایجاد می گردد.
- اثر سیستم های تهویه مطبوع (Air washer)
- یا هر دو مورد بالا با یکدیگر

عموماً در تونل های مترویی اثر پیستونی از درجه ی اهمیت بیشتری برخوردار می باشد. در بیشتر شبکه های مترویی اروپا ، سیستم های تهویه نیز مورد استفاده قرار می گیرند ، ولی بسته به تعداد ، فاصله و شدت جریان هر فن بسیار متغیر می باشند. علاوه بر آن سیستم کنترلی توسط سنسورها برای کنترل تهویه وجود ندارد.

درجه حرارت و زمان کار سیستم های تهویه (فن های خروج دود) برای شبکه های مختلف مترویی در جهان در جدول زیر آمده است :

شبکه ی مترو	حداکثر دما (c) (در ایستگاه)	مدت کارکرد (ساعت)
پاریس	۲۰۰ (۴۰۰)	۲ (۱)
رنس	۲۰۰	۲
هلسینکی	۳۵۰	.....
هامبورگ	۳۰۰ (۱۰۰)	۱,۵
مونخ	.....	۱,۵
لیسبن	۳۰۰ (۳۰۰)	۱ (۱,۵)
بارسلونا	۴۰۰ (۴۰۰)	۱ (۱)
مادرید	..... (۱۰۰)	.....
وین	۲۵۰ (۶۰)	۱,۵
مسکو	..... (۰)	..... (۰,۵)
لندن	۳۵۰ (۳۶۰)	۱ (۱)
ایالات متحده	۲۵۰	۱

۴,۲,۲) روشنایی

خروجی های اضطراری که عموماً در ایستگاه ها قرار گرفته اند ، مجهز به روشنایی نرمال و اضطراری برای مواقع آتش سوزی و یا قطع برق می باشند. برای تمامی تونل ها نیز روشنایی اضطراری در نظر گرفته شده است. در جدول زیر مهمترین مشخصات روشنایی تونل در شبکه های مترویی مختلف مقایسه شده است :

روشنایی شبکه ی مترو	روشنایی نرمال		روشنایی اضطراری	
	۲۴ ساعته	در طول بهره برداری	ارتفاع (cm)	میزان روشنایی (lux)
بروکسل	دارد	دارد	۱۲۰	۲
پاریس	دارد	دارد	۲۲۵	۲
رنس	دارد	دارد	.....	۶۰
هلسینکی	دارد	دارد	۱۰۰ تا ۳۰۰	۵
میلان	دارد	دارد	۴ تا ۶	۱۰۰
استکهلم	ندارد	ندارد	.....	۳
هامبورگ	ندارد	ندارد	.....	بزرگتر از ۳
مونخ	.....	ندارد	.....	.....
برلین	.....	.....	۱۰۰	۱
روتتردام	دارد	ندارد	.....	۱۰
لیسبن	دارد	دارد	۳۲۰	۱۰
بارسلون	دارد	دارد	.....	بزرگتر از ۱
وین	ندارد	ندارد	.....	۲۰
لندن	ندارد	ندارد	۱۵۰	.....
مسکو	ندارد	ندارد	.....	.....
ایالات متحده	.....	.....	Nfpa 70	۲,۶۹

۴,۲,۳) سیگنالینگ

در تونل مترو ، سیگنال ها و علائم ساده هستند. آن ها شامل نشانگر سمت فرار ، روشن کردن یا مشخص کردن محل روشنایی اضطراری ، نشان دادن نام ایستگاه و فاصله می باشند.

۴,۲,۴) سیستم های ارتباطی و هشدار دهنده

کاربرد این سیستم ها بسیار مهم می باشد. در بسیاری از آزمایشات و رویدادها ، سیستم های ارتباطی ناکافی هستند و باعث ایجاد تاخیر و پایین آمدن کارایی می شوند.

در زمان انجام یک عملیات ، مسئول عملیات ، آتش نشانان ، متصدی حاضر در ایستگاه ، کارکنان و نیروهای پلیس ، مجبور به ارتباط با یکدیگر و سایر واحدها هستند. بنابراین سیستم های ارتباطی برای ارضا نمودن تمامی این نیازها باید منسجم ، گوناگون و کامل باشند.

بخشی از این سیستم ها ، مانند تلفن معمولی ، تلفن اضطراری ، خطوط تلفن همراه ، خطوط مستقیم ، خطوط داخلی ، ارتباطات ماهواره ای ، سیستم های ارتباطی زیرزمینی ، می توانند به طور جداگانه و یا همراه با هم مورد استفاده قرار گیرند.

برای دریافت هشدار حریق در ایستگاه و یا تونل ، افراد زیادی وجود دارند. در مرحله ی هشدار ، این می تواند از طرف راهبر قطار (در صورت عدم وجود دوربین) ، مامورین حاضر در ایستگاه و یا مسافران باشد. از طرف دیگر ، یک سیستم حفاظتی اتوماتیک نیز عموماً در محل ها و نواحی که پرخطر برآورد شده اند ، نصب می گردد.

به عنوان مثال :

- در ایستگاه ها برای غرفه های تجاری یا اتاق های فنی (اتاق برق ، پست ترکشن ، بوستر پمپ ها ، سایر اتاق های فنی)
- در تونل ، مناطقی که قطار سرعت کمتری دارد (مانند قوس ها و سوزن ها)

۴,۲,۵) خدمات مسافری (اطلاعات مسافر)

این اطلاعات در ایستگاه نزدیک محل حادثه بوسیله ی سیستم پیچینگ و یا مامور حاضر در ایستگاه و در قطار توسط راهبر داده می شود.

۴,۲,۵) قوانین ترافیکی / دیده بانی تجهیزات و منابع تغذیه

این تجهیزات در مواقع عادی جهت اطمینان از کارایی سیستم مترو مورد استفاده قرار می گیرند. بنابراین در شرایط اضطراری ، سیستم مشابه برای کارایی و راهبرد بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

۴,۲,۷) تجهیزات آتش نشانی

در تونل ها برخی از تجهیزات اساساً برای آتش نشانی تعبیه می گردند. شبکه ها و یا بخشی از شبکه های مترویی به لوله های اطفاء حریق تر و خشک مجهز شده اند. برای مثال در جدول زیر قطر این لوله ها در متروهای چند شهر اروپا آورده شده است :

مترو	قطر لوله (cm)
بروکسل	۱۰۰
پاریس	۱۰۰
رنس	۱۰۰
هلسینکی	۱۰۰
میلان	۱۸۰ - ۵۰
مسکو	۱۰۰ - ۸۰
هامبورگ	۱۰۰ - ۸۰
برلین	۸۰
مونخ	۸۰
روتدام	۱۱۰ - ۵۵
لیسین	۵۰
بارسلون	۵۰
مادرید	۴۵

۴,۳) ساختار و تجهیزات ، واکنش در برابر آتش

هدف از طراحی بسیاری از استاندارد های ساختمانی و همچنین مترویی اساساً برای ایستگاه ها و در درجه ی کمتر برای تونل هاست. تنها تفاوت اصلی ، میزان خطر ناشی از وجود لایه های متعدد کابل در تونل ها با فاصله طولانی و همچنین عملکرد متفاوت ، می باشد. (قدرت ، ارتباطی ، کنترلی و فرمان) . بنابراین جنس و ساختار کابل ها در برآورد میزان ریسک بسیار اهمیت دارد.

در جدول زیر نوع و جنس کابل های به کار رفته در هر کشوریا شبکه ی مترویی و مدت زمان مقاوت در برابر گرما ، نشان داده شده است.

توضیح :

۳۱۰: PVC ، ۳۱۱: خود خاموش کننده ، ۳۱۲: هالوژن فری ، ۳۱۳: بدن دود ، ۳۱۴: بدون سمیت

۳۱۵: معدنی

مترو	جنس						مقاومت گرمایی (h)
	۳۱۰	۳۱۱	۳۱۲	۳۱۳	۳۱۴	۳۱۵	
بارسلون	ندارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	۱
پاریس	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	۱,۵ - ۰,۵
رنس	ندارد	ندارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	۱
هلسینکی	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	۱
میلان	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	۱
هامبورگ	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد
برلین	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	۰,۵
مونخ	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	۰,۵
روتتردام	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	ندارد	.....
لیسبن	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	۰,۲۵
مادرید	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	.....
وین	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد
لندن	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	۱

شهر داری مشهد
شرکت بهره برداری قطار شهری

۵) نتیجه گیری

تمام بخش هایی که در این مقاله شرح داده شد ، تفاوت های زیادی را بین شبکه های مترویی مختلف یک کشور و یا با سایر کشورها ، نشان می داد. این تفاوت ها عموماً ناشی از عمر یا همان مدت ساخت شبکه ی مترویی و بروز رسانی استاندارد های ایمنی می باشند. ولی به نظر می رسد که مشابهت ها و توافقات زیادی نیز بین کشورهای مختلف در زمینه ی استاندارد ها وجود داشته باشد. مانند تهویه و سیستم های ارتباطی. بنابراین سیستم ایمنی مترو عبارتست از تمام اجزایی که باعث ارتقاء ایمنی در ایستگاه ها ، تجهیزات محرک و تونل ها می گردد.

ترجمه : مهندس سلمان پرتویی