

# ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی

## ۳. بررسی برخی دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی

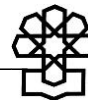
معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی  
دفتر مطالعات زیربنایی

کد موضوعی: ۲۵۰  
شماره مسلسل: ۱۶۹۳۰  
اسفندماه ۱۳۹۸

## به نام خدا

### فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	۱. بخشنامه اتحادیه اروپا برای ایمنی در تونل‌های جاده‌ای
۴	۱-۱. ماده (۴) - مرجع اداری
۴	۱-۲. ماده (۵) - مدیر تونل
۵	۱-۳. ماده (۶) - افسر ایمنی
۵	۱-۴. ماده (۷) - نهاد بازرسی
۵	۱-۵. ماده (۱۲) - بازرسی‌های دوره‌ای
۶	۱-۶. ماده (۱۳) - تحلیل ریسک
۶	۱-۷. ماده (۱۵) - گزارش نویسی
۶	۱-۸. پیوست‌ها
۷	پیوست ۱ - اقدامات ایمنی
۷	پیوست ۲ - تأیید طراحی، مستندسازی ایمنی، راه‌اندازی تونل و غیره
۷	پیوست ۳ - علامتگذاری برای تونل‌ها
۱۰	۱-۹. بررسی اجرای بخشنامه اتحادیه اروپا در برخی کشورهای عضو اتحادیه
۱۰	۱-۹-۱. قانون ایمنی تونل‌های جاده‌ای در بریتانیا
۱۱	۱-۹-۲. قانون ایمنی تونل‌ها در سایر کشورهای اروپایی
۱۳	۲. دستورالعمل کمیسیون UNECE برای اقدامات ایمنی در تونل‌های ریلی
۱۴	۲-۱. اقدامات ایمنی در تونل‌های جدید
۱۴	۲-۱-۱. پیشگیری از وقوع حوادث
۱۶	۲-۱-۲. کاهش پیامدهای حوادث
۱۹	۲-۱-۳. تسهیل امکان فرار
۲۲	۲-۱-۴. تسهیل امداد رسانی
۲۵	۲-۲. اقدامات ایمنی توصیه شده برای تونل‌های موجود
۲۸	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۲۹	منابع و مآخذ



## ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی

### ۳. بررسی برخی دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی

#### چکیده

پس از وقوع حوادث وحشتناک آتش‌سوزی در تونل‌های جاده‌ای و مترو در اواخر دهه ۹۰ میلادی، توجه سازمان‌ها و کشورها به مسئله ایمنی در تونل‌ها افزایش یافته و دستورالعمل‌ها و استانداردهای مختلفی توسعه پیدا کرد. یکی از جامع‌ترین اقدامات در زمینه ایمنی در تونل‌های جاده‌ای توسط اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۳ میلادی صورت پذیرفت. پارلمان اروپا و شورای اتحادیه اروپا پس از تکمیل بررسی‌های کارشناسی، بخشنامه‌ای با عنوان «حداقل الزامات ایمنی برای تونل‌های شبکه جاده‌های اروپا» به تصویب رساندند. هدف این بخشنامه بهبود ایمنی استفاده‌کنندگان از جاده‌ها در تونل‌ها از طریق جلوگیری از وقوع حوادث بحرانی که انسان، محیط زیست و تأسیسات تونل را به خطر می‌اندازد، است. این بخشنامه در ۲۰ ماده و ۳ پیوست تنظیم شده و نقش‌ها و عملکردهای مخصوصی را در ارتباط با سازمان‌ها شامل مرجع اداری، مدیر تونل، واحد بازرسی و افسر ایمنی، تعریف کرده است. کشورهای عضو اتحادیه اروپا موظفند تا با تصویب قوانین داخلی مناسب، به اهداف این بخشنامه دست یابند.

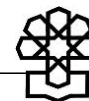
به دنبال حوادث در تونل‌های ریلی، ایمنی در این تونل‌ها نیز مورد توجه بسیاری از کشورها و همچنین اتحادیه بین‌المللی راه‌آهن قرار گرفت. در این زمینه نیز یکی از جامع‌ترین فعالیت‌ها را کمیته حمل‌ونقل داخلی کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا (UNECE) انجام داد. گروه متخصصین این کمیته پس از بررسی حوادث قبلی رخ داده در تونل‌ها و همچنین بررسی اسناد ایمنی تونل‌ها در کشورهای عضو اتحادیه اروپا و سازمان‌های بین‌المللی معتبر، توصیه‌نامه‌ای را تنظیم کردند تا از بروز حوادث در تونل‌ها پیشگیری کرده و سطح کلی ایمنی در تونل‌های ریلی را افزایش دهند. نتایج به‌دست آمده توسط این گروه به دو صورت استاندارد و توصیه بوده و شامل اقدامات ایمنی مربوط به زیرساخت‌ها، وسایل نقلیه ریلی و اقدامات عملیاتی است. استانداردها و توصیه‌های بیان شده در گزارش کمیته حمل‌ونقل داخلی این کمیسیون در زمینه ایمنی تونل‌های ریلی، براساس تجارب و بهترین روش‌های اعمال شده در سیستم راه‌آهن کشورهای عضو کمیسیون است. این استانداردها و توصیه‌ها می‌توانند برای کشورهایی که قصد تدوین استانداردهای ایمنی تونل‌های ریلی را دارند، به‌عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرند.

## مقدمه

حوادث آتش‌سوزی رخ داده در تونل‌های جاده‌ای نظیر حادثه تونل مون‌بلان در سال ۱۹۹۹ میلادی (مرز فرانسه و ایتالیا با ۳۹ کشته) و تونل تائرن در همان سال (اتریش با ۱۲ کشته) باعث تغییرات بنیادی دیدگاه‌ها نسبت به مسئله ایمنی تونل‌ها شد. این موضوع دو سال بعد به دنبال حادثه آتش‌سوزی در تونل گوتتهارد (سوئیس با ۱۱ کشته) بیشتر تقویت شد. علاوه بر تونل‌های جاده‌ای، تونل‌های ریلی نیز تحت تأثیر حوادث وحشتناک آتش‌سوزی قرار گرفته بودند که از جمله می‌توان به حادثه در تونل قطار کابلی کاپرون (اتریش با ۱۵۵ کشته) در سال ۲۰۰۰ میلادی و متروی داتگو (کره جنوبی با ۲۰۰ کشته) در سال ۲۰۰۳ میلادی اشاره کرد.

اگرچه در سال‌های قبل از این حوادث نیز مباحث ایمنی آتش در تونل‌ها مطالعه شده و به واسطه آن دانش، توصیه‌ها و قوانین مهمی در این زمینه به وجود آمده بود، اما این رخدادها نشان داد که اطلاعات و اقدامات گذشته کافی نبوده است. بنابراین طرح‌های زیادی شامل کارهای تحقیقاتی، فعالیت‌های شبکه‌ای و توسعه قوانین جدید در کشورهای مختلف در سطح اروپا و بین‌الملل آغاز شدند. یکی از این طرح‌ها با نام «شبکه موضوعی اروپایی آتش در تونل‌ها»<sup>۱</sup> با هدف ایجاد اجماع اروپایی در زمینه ایمنی آتش در تونل‌ها و همچنین بهبود تبادل اطلاعات به‌روز میان پژوهش‌های مختلف موجود، مطرح شد. این موضوع از طریق ایجاد فعالیت‌های ارتباطی و اطلاعاتی قوی شامل وب‌سایت به‌همراه پایگاه‌های مختلف داده و همچنین چندین بسته کاری فنی، دنبال شد. ماحصل فعالیت‌های صورت گرفته توسعه استانداردها و دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی بوده که در این گزارش مورد بررسی قرار گرفته است.

هدف اصلی گزارش حاضر معرفی جامع‌ترین دستورالعمل‌های پیشنهاد شده در زمینه ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی است. در قسمت اول گزارش حاضر به بررسی بخشنامه EC/۵۴/۲۰۰۴ اتحادیه اروپا با عنوان «حداقل الزامات ایمنی برای تونل‌های شبکه جاده‌های اروپا» پرداخته شده است. این بخشنامه ماحصل فعالیت‌های صورت گرفته در کشورهای اروپایی در زمینه ایمنی تونل‌های جاده‌ای است. این بخشنامه علاوه بر پرداختن به جزئیات اقدامات عملیاتی و سازه‌ای در زمینه ایمنی تونل‌ها (نظیر سازه، روشنایی، تهویه، ایستگاه‌های اضطراری، تأمین آب، تابلوهای جاده، سیستم‌های نظارت، تجهیزات بستن تونل، سیستم‌های ارتباطی، تأمین برق اضطراری و تجهیزات نسوز)، نقش‌ها و وظایف مشخصی را در ارتباط با افراد و سازمان‌ها نیز تعیین کرده است. در قسمت دوم این گزارش، استانداردها و توصیه‌های ارائه شده توسط کمیته حمل‌ونقل داخلی کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا (UNECE) در زمینه ایمنی در تونل‌های ریلی مورد بررسی قرار گرفته است. اقدامات ایمنی پیشنهاد شده توسط گروه متخصصین UNECE به تفکیک اقدامات مربوط به پیشگیری از وقوع حوادث، اقدامات مربوط به کاهش پیامدهای حوادث، اقدامات مربوط به تسهیل امکان فرار و اقدامات مربوط به تسهیل امدادسانی بیان شده است.



## ۱. بخشنامه اتحادیه اروپا برای ایمنی در تونل‌های جاده‌ای

بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC با عنوان «حداقل الزامات ایمنی برای تونل‌های شبکه جاده‌های اروپا» توسط پارلمان اروپا و شورای اتحادیه اروپا تهیه شده است. هدف این بخشنامه بهبود ایمنی استفاده‌کنندگان از جاده‌ها در تونل‌ها از طریق جلوگیری از وقوع حوادث بحرانی که جان انسان، محیط زیست و تأسیسات تونل‌ها را به خطر می‌اندازد، است. همچنین این بخشنامه می‌خواهد تا عواقب ناشی از تصادفات جاده‌ای را نیز کاهش دهد.

گفتنی است که در اتحادیه اروپا میان «بخشنامه»<sup>۱</sup> و «قانون»<sup>۲</sup> تفاوت وجود دارد. قانون در واقع نوعی مقررات الزام‌آور است که باید در کل اتحادیه اروپا اعمال شود، اما بخشنامه نوعی مقررات است که هدفی را تعیین کرده و همه کشورهای اتحادیه اروپا باید به آن دست یابند. با وجود این هر کشور عضو اتحادیه قوانین خود را در مورد چگونگی رسیدن به این اهداف تعیین خواهد کرد.

بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC در مورد تونل‌های جاده‌ای فعال، در حال ساخت و یا در مرحله طراحی و با طول بیش از ۵۰۰ متر استفاده می‌شود. طبق این بخشنامه (که در ۲۹ آوریل سال ۲۰۰۴ میلادی تصویب شد) باید هر نوع کار مرمت و بازسازی ضروری در تونل‌هایی که قبلاً در حال سرویس‌دهی بوده‌اند تا قبل از ۳۰ آوریل سال ۲۰۱۴ انجام می‌شد تا این تونل‌ها با استانداردها مطابقت پیدا کنند. به برخی کشورهای که تعداد بالایی تونل دارند، پنج سال مهلت بیشتر داده شده بود. این بخشنامه بیان می‌کند که اقدامات ایمنی باید تا حدی استقرار یابند که حداقل استانداردهای ایمنی برآورده شود. این استانداردها به عواملی شامل حجم ترافیک (در روز، وضعیت فعلی یا پیش‌بینی آینده)، درصد خودروهای سنگین و پارامترهای هندسی (نظیر طول و شیب طولی به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها) بستگی دارد. در این راستا بخش‌های اصلی کارهای شناسایی شده عبارتند از: سازه (به‌عنوان مثال هندسه تونل و مسیرهای فرار)، روشنایی، تهویه، ایستگاه‌های اضطراری، تأمین آب، تابلوهای جاده، سیستم‌های نظارت، تجهیزات بستن تونل، سیستم‌های ارتباطی، تأمین برق اضطراری و تجهیزات نسوز.

در ارتباط با سازمان‌ها، نقش‌ها و عملکردهای مخصوصی توسط این بخشنامه تعریف شده است که عبارتند از: مرجع اداری،<sup>۳</sup> مدیر تونل،<sup>۴</sup> واحد بازرسی<sup>۵</sup> و افسر ایمنی.<sup>۶</sup> از نظر عملکردی و بهره‌برداری، این بخشنامه وظایف هر یک از واحدهای فوق را برای عملکرد مناسب تونل مشخص کرده است. این بخشنامه

1. Directive
2. Regulation
3. Administrative Authority
4. Tunnel Manager
5. Inspection Entity
6. Safety Officer

در ۲۰ ماده و سه پیوست تنظیم شده که در ادامه این گزارش مهم‌ترین ماده‌های آن (شامل ماده‌های (۴)، (۵)، (۶)، (۷)، (۱۲)، (۱۳) و (۱۵)) توضیح داده شده است. در انتها نیز خلاصه‌ای از دستورالعمل‌های ارائه شده در قالب یک جدول نمایش داده شده است.

#### ۱-۱. ماده (۴) - مرجع اداری

ماده (۴) بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC در هفت بند نوشته شده که مهم‌ترین بخش‌های آن به شرح زیر است:

۱. هر کدام از کشورهای عضو اتحادیه اروپا باید یک مرجع اداری تعیین کنند که مسئولیت تضمین انجام همه جنبه‌های ایمنی تونل را داشته و باید گام‌های لازم برای تطابق با این بخشنامه را بردارد.
۲. مرجع اداری می‌تواند در سطح ملی، منطقه‌ای یا محلی تعیین شود.
۳. هر تونل باید تنها تحت مسئولیت یک مرجع اداری باشد.
۴. مرجع اداری باید تونل‌ها را مطابق روش مقرر شده در پیوست ۲ این بخشنامه (پیوست‌ها در بخش ۱-۹ گزارش حاضر ارائه شده است) راه‌اندازی کند.
۵. مرجع اداری باید قدرت تعلیق یا محدود کردن بهره‌برداری از تونل را در صورت عدم رعایت الزامات ایمنی داشته باشد. مرجع اداری باید شرایط مورد نیاز جهت بازگشت ترافیک عادی به تونل را نیز تعیین کند.
۶. مرجع اداری باید از انجام وظایف زیر اطمینان حاصل کند:
  - آزمایش و بازرسی منظم تونل‌ها و ترسیم الزامات ایمنی مربوط به آنها،
  - ایجاد برنامه‌های سازمانی و عملیاتی (از جمله برنامه‌های واکنش اضطراری) برای آموزش و تجهیز سرویس‌های اضطراری،
  - تعریف راهکار برای بستن سریع تونل در مواقع اضطراری،
  - پیاده‌سازی اقدامات لازم برای کاهش ریسک.

#### ۱-۲. ماده (۵) - مدیر تونل

ماده (۵) بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC مربوط به مدیر تونل بوده و در چهار بند نگاشته شده است. دو بند از مهم‌ترین مفاد این ماده به شرح زیر است:

۱. برای هر تونل صرفنظر از اینکه در کدام مرحله باشد (طراحی، ساخت و یا بهره‌برداری)، مرجع اداری مربوطه باید یک نهاد عمومی یا خصوصی را به‌عنوان مدیر تونل معرفی کند. این نهاد وظیفه مدیریت تونل را برعهده خواهد داشت. گفتنی است که مرجع اداری خود نیز می‌تواند نقش مدیر تونل را ایفا کند.
۲. در صورت بروز هر تصادف یا حادثه قابل توجه در تونل باید یک گزارش حادثه توسط مدیر تونل



آماده شود. این گزارش باید ظرف مدت حداکثر یک ماه به افسر ایمنی، مرجع اداری و سرویس‌های اضطراری فرستاده شود.

### ۳-۱. ماده (۶) - افسر ایمنی

ماده (۶) بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC مربوط به افسر ایمنی بوده و در دو بند نگاشته شده که مهم‌ترین مفاد آن به شرح زیر است:

۱. برای هر تونل، مدیر تونل باید با تأیید قبلی مرجع اداری، یک افسر ایمنی منصوب کند که انجام کلیه اقدامات پیشگیرانه و حفاظتی برای اطمینان از امنیت کاربران و کارکنان عملیاتی را برعهده خواهد داشت. افسر ایمنی می‌تواند یکی از کارکنان تونل یا سرویس‌های اضطراری باشد. افسر ایمنی باید در تمام مسائل ایمنی تونل مستقل بوده و در این مسائل تحت دستور کارفرما قرار نگیرد.

۲. افسر ایمنی باید وظایف زیر را به انجام برساند:

- اطمینان از هماهنگی با سرویس‌های اضطراری و مشارکت در تهیه برنامه‌های عملیاتی،
- مشارکت در برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی اقدامات اضطراری،
- مشارکت در تعریف طرح‌های ایمنی و خصوصیات ساختار، تجهیزات و بهره‌برداری تونل‌های جدید یا اصلاحات در تونل‌های موجود،
- تأیید آموزش دیدن کارکنان عملیاتی و سرویس‌های اضطراری، مشارکت در سازماندهی تمریناتی که به‌طور منظم برگزار می‌شوند،
- مشاوره در مورد راه‌اندازی ساختار، تجهیزات و بهره‌برداری تونل،
- تأیید تعمیرات و نگهداری سازه و تجهیزات تونل،
- مشارکت در ارزیابی تصادفات و حوادث مهم.

### ۴-۱. ماده (۷) - نهاد بازرسی

این ماده در مورد نهاد بازرسی تونل است. کشورهای عضو اتحادیه باید اطمینان حاصل کنند که بازرسی، ارزیابی و آزمایش‌ها توسط نهادهای بازرسی انجام می‌شود. مرجع اداری می‌تواند این نقش را اجرا کند. هر نهادی که عملیات بازرسی، ارزیابی و آزمایش‌ها را انجام می‌دهد باید از مهارت و شیوه‌های با کیفیتی برخوردار بوده و از لحاظ عملکردی نیز مستقل از مدیر تونل باشد.

### ۵-۱. ماده (۱۲) - بازرسی‌های دوره‌ای

این ماده در چهار بند نوشته شده است:

۱. مرجع اداری باید بررسی منظم تونل‌ها توسط نهادهای بازرسی را تأیید کند تا اطمینان حاصل

کند همه تونل‌ها در تطابق با مقررات این بخشنامه هستند.

۲. بازه زمانی میان دو بازرسی متوالی هر تونل نباید بیش از ۶ سال به طول بینجامد.
۳. در صورتی که مرجع اداری برپایه گزارش نهاد بازرسی متوجه شود که تونل با دستورالعمل‌های این بخشنامه مطابقت ندارد، باید مدیر تونل و افسر ایمنی را مطلع کند تا اقدامات مورد نیاز برای افزایش ایمنی تونل اتخاذ شود. مرجع اداری باید شرایط ادامه بهره‌برداری تونل یا بازگشایی مجدد آن را تعیین کند.
۴. اگر اقدامات ترمیم‌کننده تونل شامل اصلاحات اساسی در ساخت‌وساز یا کارکرد تونل باشد، پس از اتخاذ این اقدامات تونل باید با مجوز جدیدی مطابق روال مقرر در پیوست ۲ این بخشنامه عملیاتی شود.

#### ۱-۶. ماده (۱۳) - تحلیل ریسک

این ماده در سه بند نگاشته شده است که مهم‌ترین بخش‌های آن به شرح زیر است:

۱. تحلیل ریسک در صورت نیاز باید توسط نهادی که از نظر عملکرد مستقل از مدیر تونل است، انجام شود و محتوا و نتایج آن در اسناد ایمنی ارسال شده به مرجع اداری ثبت شود. تحلیل ریسک، در واقع تجزیه و تحلیل خطرات برای یک تونل معین با در نظر گرفتن کلیه عوامل طراحی و شرایط ترافیکی که بر ایمنی تأثیر می‌گذارند مخصوصاً ویژگی‌ها و نوع ترافیک، طول و هندسه تونل و همچنین تعداد پیش‌بینی شده وسایل نقلیه سنگین در روز است.

#### ۱-۷. ماده (۱۵) - گزارش نویسی

این ماده در دو بند نوشته شده است:

۱. دو سال یک بار کشورهای عضو اتحادیه باید گزارش‌هایی در مورد آتش‌سوزی‌ها و تصادفات در تونل‌ها که مشخصاً بر ایمنی کاربران جاده‌ها در تونل‌ها اثرگذار بوده، ارائه دهند. این گزارش‌ها باید تعداد دفعات و علل چنین حوادثی را ارزیابی کرده و اطلاعاتی در مورد نقش عملی و کارایی اقدامات و تجهیزات ایمنی ارائه دهند.
۲. کشورهای عضو باید یک برنامه‌ریزی حاوی جدول زمانی انجام دهند که اعمال دستورالعمل‌های این بخشنامه در تونل‌های موجود را مشخص می‌کند.

#### ۱-۸. پیوست‌ها

بخشنامه EC/۵۴/۲۰۰۴ دارای سه پیوست است که به ترتیب عبارتند از:

- پیوست ۱ - اقدامات ایمنی
- پیوست ۲ - تأیید طراحی، مستندات ایمنی، راه‌اندازی یک تونل، اصلاحات و تمرینات دوره‌ای
- پیوست ۳ - علامتگذاری برای تونل‌ها



## پیوست ۱ - اقدامات ایمنی

این پیوست در چهار بخش اصلی سازمان‌دهی شده است. این بخش‌ها عبارتند از:

۱. اصول اساسی برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات ایمنی: در این بخش پارامترهای ایمنی (نظیر طول تونل، تعداد تیوب‌ها، نوع ترافیک و غیره)، حداقل الزامات و حجم ترافیک بررسی شده است.
۲. اقدامات زیرساختی: در این بخش هر یک از پارامترهای زیرساختی تونل شامل تعداد تیوب‌ها و خطوط ترافیکی، هندسه تونل، مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری، دسترسی خدمات اضطراری، توقفگاه‌های کنار جاده، زهکشی، نسوز بودن سازه‌ها، روشنایی، تهویه، ایستگاه‌های اضطراری، تأمین آب، علائم جاده، مرکز کنترل، سیستم‌های نظارت و پایش، تجهیزات بستن تونل، سیستم‌های ارتباطی، منبع تغذیه و مدارهای الکتریکی و تجهیزات نسوز توضیح داده شده است.
۳. اقدامات مربوط به بهره‌برداری: در این بخش روش‌های عملیاتی، برنامه‌ریزی اضطراری، کار در تونل‌ها، مدیریت تصادفات و حوادث، فعالیت مرکز کنترل، بستن تونل، انتقال کالاهای خطرناک، سبقت در تونل‌ها و فاصله بین وسایل نقلیه و سرعت آنها توضیح داده شده است.
۴. اطلاع‌رسانی: در این بخش در مورد اطلاع‌رسانی در زمینه ایمنی در تونل‌ها توضیحاتی ارائه شده است. خلاصه‌ای از حداقل الزامات ایمنی وضع شده توسط این بخشنامه که در این بخش توضیح داده شد، در

جدول ۱ آورده شده است.

## پیوست ۲ - تأیید طراحی، مستندسازی ایمنی، راه‌اندازی تونل و غیره

این پیوست در پنج بخش تدوین شده است که عبارتند از:

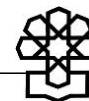
۱. تأیید طراحی
۲. مستندسازی ایمنی
۳. راه‌اندازی
۴. اصلاحات
۵. تمرینات دوره‌ای

## پیوست ۳ - علامتگذاری برای تونل‌ها

در این پیوست علامت‌ها و نشانه‌های قابل استفاده در تونل‌ها توضیح داده شده است.

جدول ۱. حداقل الزامات ایمنی در تونل‌های جاده‌ای مطابق بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC اتحادیه اروپا

نوع الزام	الزامات	ترافیک کمتر از ۲ هزار			ترافیک بیش از ۲ هزار وسیله			سایر ملاحظات
		بیش از ۱۰۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	بیش از ۱۰۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۳۰۰۰ متر	بیش از ۳۰۰۰ متر	
الزامات سازه‌ای	تونل دوتیوبه یا بیشتر							اجباری در صورتی که پیش‌بینی ۱۵ سال آینده ترافیک بیش از ۱۰ هزار وسیله در هر لاین باشد.
	شیب کمتر از ۵ درصد	*	*	*	*	*	*	اجباری مگر به دلیل شرایط جغرافیایی
	پایده‌راه اضطراری	*	*	*	*	*	*	اجباری مگر اینکه لاین اضطراری وجود داشته باشد.
	خروجی اضطراری حداقل در هر ۵۰۰ متر	○	○	○	○	○	○	پایده‌سازی خروجی‌های اضطراری در تونل‌های موجود باید مورد به مورد بررسی شود.
	مسیرهای تقاطعی برای خدمات اضطراری حداقل در هر ۱۵۰۰ متر	○	○	●/○	○	●/○	●	اجباری در تونل‌های دوقلو با طول بیش از ۱۵۰۰ متر
	توقفگاه‌های کنار جاده حداقل در هر ۱۰۰۰ متر	○	○	○	○	○	●/○	اجباری در تونل‌های دوطرفه جدید بزرگ‌تر از ۱۵۰۰ متر و بدون لاین اضطراری. در تونل‌های دوطرفه موجود بزرگ‌تر از ۱۵۰۰ متر بستگی به آنالیز دارد.
	زهکشی برای مایعات سمی و آتش‌زا	*	*	*	*	*	*	اجباری در صورتی که عبور کالای خطرناک مجاز است.
	نسوز بودن سازه‌ها	●	●	●	●	●	●	اجباری در جایی که تخریب موضعی می‌تواند عواقب فاجعه‌آمیز داشته باشد.
روشنایی	روشنایی نرمال	●	●	●	●	●	●	
	روشنایی ایمنی	●	●	●	●	●	●	
	روشنایی تخلیه اضطراری	●	●	●	●	●	●	
تهویه	تهویه مکانیکی	○	○	○	○	○	○	
	تدارکات ویژه برای تهویه عرضی	○	○	○	○	○	○	اجباری در تونل‌های دوطرفه که یک مرکز کنترل دارند.
ایستگاه‌های اضطراری	حداقل در هر ۱۵۰ متر	*	*	*	*	*	*	مجهر به یک تلفن و دو کپسول آتش‌نشانی. حداکثر



نوع الزام	الزامات	ترافیک کمتر از ۲ هزار			ترافیک بیش از ۲ هزار وسیله			سایر ملاحظات
		در هر لاین			در هر لاین			
		بیش از ۱۰۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	بیش از ۱۰۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۳۰۰۰ متر	بیش از ۳۰۰۰ متر	
								فاصله در تونل‌های موجود ۲۵۰ متر است.
تأمین آب	حداقل در هر ۲۵۰ متر	●	●	●	●	●	●	در صورت عدم وجود، تأمین آب کافی اجباری است.
علائم جاده		●	●	●	●	●	●	برای همه تجهیزات ایمنی تعبیه شده برای کاربران (مطابق پیوست ۳)
مرکز کنترل		○	○	○	○	○	○	نظارت چند تونل می‌تواند توسط یک مرکز انجام شود.
سیستم‌های پایش	ویدئو	○	○	○	○	○	○	در صورت وجود مرکز کنترل اجباری است.
	تشخیص خودکار آتش و حوادث	●	●	●	●	●	●	حداقل یکی از دو نوع سیستم در تونل‌های با مرکز کنترل اجباری است.
تجهیزات بستن تونل	علائم ترافیکی قبل از ورودی‌ها	○	○	●	○	○	○	
	علائم ترافیکی داخل تونل حداقل در هر ۱۰۰۰ متر	○	○	○	○	○	■	اگر مرکز کنترل وجود داشته و طول تونل بیش از ۳۰۰۰ متر است، توصیه می‌شود.
سیستم‌های ارتباطی	ارتباط رادیویی مخصوص سرویس‌های اضطراری	○	○	○	○	○	○	
	پیام‌های رادیویی اضطراری برای کاربران تونل	●	●	●	●	●	●	
	بلندگوها در پناهگاه‌ها و خروجی‌ها	●	●	●	●	●	●	
	منبع تغذیه اضطراری	●	●	●	●	●	●	برای اطمینان از عملکرد تجهیزات اضطراری ضروری حداقل در طول مدت زمان تخلیه کاربران تونل
	تجهیزات نسوز	●	●	●	●	●	●	برای حفظ عملکرد لازم تجهیزات ایمنی

● اجباری برای همه تونل‌ها \* اجباری با برخی استثناها

○ اختیاری ■ توصیه شده

## ۹-۱. بررسی اجرای بخشنامه اتحادیه اروپا در برخی کشورهای عضو اتحادیه

در نظام‌های پارلمانی و سیستم‌های ریاست‌جمهوری، دو نوع مقررات وجود دارد:

۱. **مقررات اولیه:** این عبارت برای توصیف قوانین اصلی تصویب شده توسط قوای مقننه نظیر پارلمان انگلستان، پارلمان اسکاتلند، مجمع ملی ولز و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع مقررات معمولاً اساسنامه خوانده شده و به تمامی مقررات اولیه در حال اجرا «کتاب اساسنامه»<sup>۱</sup> گفته می‌شود.

۲. **مقررات ثانویه:** این نوع مقررات که گاهی مقررات فرعی نیز خوانده می‌شود توسط اشخاص یا نهادهای مشخص شده در مقررات اولیه ایجاد می‌شود. معمولاً اختیارات لازم برای وضع مقررات ثانویه به وزرا، ولیعهد و یا نهادهای عمومی واگذار می‌شود. به‌عنوان مثال انواع اصلی مقررات ثانویه در بریتانیا عبارتند از: اسناد قانونی،<sup>۲</sup> دستورها و نقش‌های قانونی و اسناد کلیسا.

مقررات اولیه عموماً شامل اساسنامه‌ای (که تحت عنوان «مصوبه»<sup>۳</sup> نیز شناخته می‌شود) است که اصول و نمای کلی را ارائه داده، اما اختیارات خاص را به یک نهاد مجری واگذار می‌کند تا قوانین دقیق و خاص‌تری را تحت نظارت مصوبه اصلی، تهیه کند. سپس نهاد مجری می‌تواند مقررات ثانویه را (عمدتاً از طریق آژانس‌های نظارتی خود) صادر کرده و مقررات قانونی قابل اجرا و مراحل اجرای آنها را ایجاد کند.

## ۹-۱. قانون ایمنی تونل‌های جاده‌ای در بریتانیا

قانون ایمنی تونل‌های جاده‌ای در بریتانیا توسط «وزارت راه و ترابری»<sup>۴</sup> تنظیم شده است. این قانون از نوع مقررات ثانویه بوده و یک نوع از اسناد قانونی محسوب می‌شود. این قانون در تاریخ ۲۵م ماه می سال ۲۰۰۷ میلادی به مجلس بریتانیا تقدیم شده و از تاریخ ۲۲م ماه ژوئن همان سال لازم‌الاجرا شده است. این قانون در واقع برپایه «بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC اتحادیه اروپا» نگاشته و تنظیم شده است.

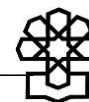
بر مبنای این قانون مرجع اداری تونل‌ها (که پیشتر در این فصل توضیح داده شد) در هر یک از کشورهای بریتانیا توسط یک مرجع ملی انتخاب می‌شود که در هر یک از کشورهای انگلستان، ولز و اسکاتلند به قرار زیر است:

- انگلستان: مرجع ملی، وزیر امور خارجه است.
- ولز: مرجع ملی، مجلس شورای ملی ولز است.
- اسکاتلند: مرجع ملی، «وزرای اسکاتلند»<sup>۵</sup> هستند.

همچنین در ایرلند شمالی نیز «وزارت توسعه منطقه‌ای»<sup>۶</sup> به‌عنوان مرجع اداری تونل‌ها در نظر گرفته شده است.

---

1. The Statute Book  
 2. Statutory Instruments  
 3. Act  
 4. The Secretary of State for Transport  
 5. The Scottish Ministers  
 6. The Department for Regional Development



## ۲-۹-۱. قانون ایمنی تونل‌ها در سایر کشورهای اروپایی

برخی از کشورهای اروپایی با استناد به «بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC اتحادیه اروپا» قوانین مخصوصی را برای ایمنی تونل‌های جاده‌ای وضع کرده‌اند. نمونه‌ای از این قوانین در بخش قبل (مربوط به بریتانیا) به اختصار توضیح داده شد. در جدول ۲ نام قوانین مربوط به ایمنی تونل‌های جاده‌ای در هر یک از کشورهای عضو اتحادیه اروپا آورده شده است.

### جدول ۲. قانون ایمنی تونل‌ها در کشورهای عضو اتحادیه اروپا برپایه بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC

ردیف	نام کشور	عنوان قانون
۱	اتریش	Straßentunnel-Sicherheitsgesetz – STSG, BGBl. I Nr. 54/2006, 8.5.2006
۲	کرواسی	Roads Act (Official Gazette 084/2011) Ordinance on minimum safety requirements for tunnels (Official Gazette 096/2013)
۳	قبرس	Law 106(I)/2006, 21 July 2006
۴	دانمارک	BEK nr 726 af 03/07/2008 - Bekendtgørelse om minimumssikkerhedskrav for tunneler i det transeuropæiske vejnet BEK nr 142 af 20/02/2012 - Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om minimumssikkerhedskrav for tunneler i det transeuropæiske vejnet
۵	فنلاند	Highways Act and the regulations of Road Administrations (Road tunnels Administrative and safety regulations first version 2007 and newer version 2014)
۶	فرانسه	Art 10 law 2006-10 - 05/01/2006 Decree n° 2006-1354 - 8/11/2006 Order of 8/11/2006 modified on 9/11/2007 Order of 18/04/2007
۷	آلمان	Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln RABT 2006 (ARS No.10/2006)
۸	یونان	Presidential Decree 230/2007
۹	مجارستان	Gov. Regulation 18/2007. (II.20.) of Minimum safety requirements for the Trans-European road network of tunnels in the territory of the Republic of Hungary
۱۰	ایرلند	Statutory Instrument 213 of 2006
۱۱	ایتالیا	Decreto legislativo n. 264 - 5 October 2006
۱۲	لوکزامبورگ	Law of the 21 November 2007 concernant les exigences de sécurité minimales applicables à certains tunnels routiers Règlement grand-ducal du 20 décembre 2007
۱۳	مالت	Safety Requirements For Tunnels In The Trans-European Road Network Regulations (Subsidiary Legislation 499.60)
۱۴	هلند	Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels 2006 (Road Tunnel Safety Act); Besluit aanvullende regels veiligheid wegtunnels 2006 (Road Tunnel Safety Decree); Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels 2006 (Road

عنوان قانون	نام کشور	ردیف
Tunnel Safety Regulation); Bouwbesluit 2006 (Building Decree, under the Building Act). updated by: Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels 2013 (Road Tunnel Safety Act); Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels 2013 (Road Tunnel Safety Regulation); Bouwbesluit 2012 (Building Decree, under the Building Act).		
Ustawa z dnia 12 marca 2008 r. o zmianie ustawy o drogach publicznych (Dz. U. z dnia 31 marca 2008 r., Nr 54, Poz. 326) Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury Oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 23 września 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znaków i sygnałów drogowych (Dz. U. z dnia 9 października 2008 r., Nr 179, Poz. 1104) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 października 2008 r. w sprawie dokumentacji bezpieczeństwa tunelu (Dz. U. z dnia 30 października 2008 r., Nr 193, Poz. 1192)	لهستان	۱۵
Decree Law of 27/03/2006	پرتغال	۱۶
Law. 277 / 10.10.2007 on minimum safety requirements for tunnels located on the national sections of the trans-European network	رومانی	۱۷
Decree of the Government No. 344/2006 from 24th May 2006 on minimum safety requirements for road tunnels in road network	اسلواکی	۱۸
Public Roads Act (Zakon o Javnih Cestah (Uradni list RS, št. 33/06 – uradno prečiščeno besedilo, 45/08, 57/08 - ZLDUVCP, 69/08 - ZCestV, 42/09, 109/09 in - 109/10 - ZCes-1)) Decree on technical standards and requirements for road tunnel designing in the Republic of Slovenia (Uredba o tehničnih normativih in pogojih za Projektiranje Cestnih predorov v Republiki Sloveniji (Uradni list RS, št. 48/06, 54/09 in 109/10 - ZCes-1))	اسلوونی	۱۹
Royal Decree 635/2006 (for tunnels of the Spanish State Road Network)	اسپانیا	۲۰
Law (2006:418) Safety in road tunnels Decree (2006:421) Safety in road tunnels BFS (2007:11) Regulations and General Advice on Safety in Road Tunnels	سوئد	۲۱
The Road Tunnel Safety Regulations 2007 (Statutory Instrument No. 1520)	بریتانیا	۲۲
Forskrift om Minimum Sikkerhetskrav Til Visse Vegtunneler (Tunnelsikkerhetsforskriften, 2007)	نروژ	۲۳
Agreement between the Swiss Confederation and the European Community on the carriage of goods and passengers by rail and road (SR 0.740.72)	سوئیس	۲۴



## ۲. دستورالعمل کمیسیون UNECE برای اقدامات ایمنی در تونل‌های ریلی

در سال‌های اخیر حوادث و تصادفات وحشتناک رخ داده در تونل‌ها، اهمیت ایمنی در تونل‌ها را بیش از پیش مشخص کرده است. این حوادث علاوه بر از بین بردن جان انسان‌ها سبب اختلال در بهره‌برداری از تونل‌ها پس از وقوع چنین حوادثی نیز شده است. از این رو، کمیته حمل‌ونقل داخلی «کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا»<sup>۱</sup> (UNECE) یک گروه ویژه از متخصصین ایمنی در تونل‌ها را تشکیل داد تا در وهله اول به بررسی ایمنی در تونل‌های جاده‌ای بپردازند. این کار در دسامبر سال ۲۰۰۱ میلادی به اتمام رسید و گزارش مربوطه به «کمیته حمل‌ونقل داخلی»<sup>۲</sup> تقدیم شد.

پس از آن بود که کمیته حمل‌ونقل داخلی گروهی از کارشناسان از کشورهای عضو UNECE را جهت بررسی ایمنی در تونل‌های ریلی دعوت کرد. همچنین در این گروه «اتحادیه بین‌المللی راه‌آهن»<sup>۳</sup> (UIC) و «انجمن اروپا برای سازگاری راه‌آهن»<sup>۴</sup> به همراه یوروتونل به‌عنوان بهره‌بردار طول‌ترین تونل حال حاضر اروپا نیز حضور داشتند. این گروه از کشورهای عضو درخواست کرد تا ابعاد مشکل را در کشور خود مشخص کرده و قوانین و مقررات خود را در زمینه کنترل ایمنی در تونل‌های ریلی در صورت وجود اعلام کنند تا گروه متخصصین بتوانند ابعاد فعالیت خود را مشخص کنند. این گروه در نهایت تصمیم گرفت تا زمینه فعالیت خود را به تونل‌های بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ متر و کوچک‌تر از ۱۵۰۰۰ متر محدود کند. علاوه بر این، آنها تصمیم گرفتند تا فعالیت خود را به خطوط ریلی سنگین که بیشتر در ابعاد بین‌المللی وجود دارد، محدود کنند. در واقع آنها سیستم‌های زیرزمینی و مترو را در دستور کار خود لحاظ نکردند، گرچه برخی از نتایج حاصل قابل‌تعمیم به سایر سیستم‌ها نیز هست.

گروه از کار قبلی انجام شده توسط UIC که تحت عنوان «ایمنی در تونل‌های ریلی»<sup>۵</sup> در آگوست سال ۲۰۰۳ میلادی منتشر شده، نیز بهره‌گرفته است. در واقع گروه متخصصین به این نتیجه رسیدند که اصول کلی مشخص شده در سند فوق‌الذکر مبنی بر «تعیین ترتیب اهمیت و کارایی اقدامات» را برگزینند. این اصول به ترتیب زیر قابل بیان است:

- پیشگیری از وقوع حوادث
- کاهش پیامدهای حوادث
- تسهیل امکان فرار
- تسهیل امدادسانی

---

1. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)  
2. Inland Transport Committee  
3. International Union of Railways (UIC)  
4. European Association for Railway Interoperability  
5. UIC-Codex 779-9, Safety in Railway Tunnels

همچنین این گروه از بخشنامه ۹۶/۴۸/EC در مورد «سازگارمندی قطارهای سریع‌السیر» که الزامات اساسی برای ایمنی در تونل‌های طویل را بیان کرده است نیز بهره گرفته‌اند.

این گروه متخصصین پس از بررسی حوادث قبلی رخ داده در تونل‌ها و همچنین بررسی اسناد ایمنی تونل‌ها (قوانین، گزارش‌ها، توصیه‌نامه‌ها، نتیجه‌گیری‌ها و غیره) در کشورهای عضو اتحادیه اروپا و سازمان‌های بین‌المللی معتبر، شروع به تنظیم توصیه‌نامه‌ای کردند تا از بروز حوادث در تونل‌ها پیشگیری کرده و سطح کلی ایمنی در تونل‌های ریلی را افزایش دهند. توصیه‌های این گروه در زمینه ایمنی در تونل‌های جدید به روشی سازمان‌یافته تهیه شده و شامل اقدامات ایمنی مربوط به زیرساخت‌ها، وسایل نقلیه ریلی و اقدامات عملیاتی است. این توصیه‌ها با هدف حداقل کردن ریسک حوادث در تونل‌ها و پیشینه کردن بازده اقتصادی ساخت و عملکرد آنها تنظیم شده است. همچنین این گروه توصیه‌هایی جهت بهبود ایمنی تونل‌های موجود نیز ارائه کرده است.

گفتنی است که نتایج به‌دست آمده توسط گروه به دو صورت استاندارد و توصیه بیان شده است. استانداردها باید به‌عنوان حداقل الزامات یک تونل اتخاذ شوند. اگر یک اقدام ایمنی استاندارد رعایت نشود باید سطح ایمنی مدنظر آن با ترکیبی از اقدامات دیگر قابل حصول باشد. اما توصیه‌ها می‌توانند با توجه به ارزیابی خطرات یک تونل خاص، برای آن در نظر گرفته شوند.

## ۱-۲. اقدامات ایمنی در تونل‌های جدید

اقدامات ایمنی پیشنهاد شده توسط گروه متخصصین UNECE به تفکیک زیر بیان شده است:

۱. اقدامات مربوط به پیشگیری از وقوع حوادث،
۲. اقدامات مربوط به کاهش پیامدهای حوادث،
۳. اقدامات مربوط به تسهیل امکان فرار،
۴. اقدامات مربوط به تسهیل امداد رسانی.

### ۱-۲-۱. پیشگیری از وقوع حوادث

استانداردها و توصیه‌های پیشنهاد شده در این زمینه در سه دسته اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها، اقدامات مربوط به وسایل حمل‌ونقل ریلی و اقدامات عملیاتی مطرح شده که در ادامه به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است.

#### الف) اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها

##### – توصیه (C.1-01): تونل‌های تک‌تیوبه دومسیره و دوتیوبه تک‌مسیره

از منظر ایمنی هر دو نوع تونل (تک‌تیوبه و دوتیوبه) مزایا و معایب خاص خود را دارند. تونل‌های دوتیوبه به دلیل آنکه تصادفات مربوط به خروج قطار از ریل و بسته شدن خط مجاور را نداشته و می‌توان در



مواقع حوادث از تیوب دیگر به عنوان مکان امن استفاده کرد، ممکن است ایمن تر تلقی شوند. از طرفی، تونل‌های تک‌تیوبه فضای بزرگ‌تری برای عملیات امداد رسانی دارند گرچه این موضوع به معنای وجود فضای بیشتر برای گسترش دود و آتش نیز هست. در مجموع انتخاب نوع تونل به پارامترهای زیادی نظیر طول تونل، نوع ترافیک، مسائل ایمنی و همچنین ملاحظات اقتصادی بستگی دارد.

#### – استاندارد (C.1-02): سیستم سیگنالینگ و پایش سرعت

هدف سیستم سیگنالینگ جلوگیری از برخورد قطارها با یکدیگر از طریق جلوگیری از ورود قطار به یک بلوک اشغال شده توسط قطار دیگر است. این سیستم باید شامل «اینترلاکینگ»<sup>۱</sup> جهت جلوگیری از خروج قطار از ریل به دلیل تنظیم اشتباه سوئیچ‌ها نیز باشد. این سیستم باید کد شناسایی و مکان قطار را در کنترل پنل مرکز سیگنال دهی نشان دهد. این سیستم باید طوری طراحی شود تا از توقف قطارها در تونل در زمان عملکرد عادی جلوگیری کند. تمام تونل‌ها باید در کنترل پنل مرکز سیگنال دهی مشخص باشند.

#### – توصیه (C.1-03): ردیابی وضعیت قطار قبل از ورود به تونل

آشکارسازهای نقص وسایل نقلیه ریلی (نظیر آشکارسازهای جعبه داغ)<sup>۲</sup> باید در فاصله مناسبی از ورودی تونل‌ها نصب شوند تا در صورت وجود نقص در قطار، قبل از ورود به تونل توسط سیگنال‌ها متوقف شود تا بدین وسیله خطرات وقوع حوادث در تونل کاهش یابد. گفتنی است که آشکارسازهای جعبه داغ برای اندازه‌گیری دمای یاتاقان‌های قطارها استفاده می‌شوند. معمولاً این آشکارسازها از دو چشم فرسرخ تعبیه شده در دو سمت ریل قطار تشکیل شده و دمای یاتاقان‌ها را ثبت می‌کنند. در صورتی که دما از حد مجاز عبور کرده باشد، آشکارساز هشدار داده و اعلام وجود نقص فنی می‌کند.

#### – توصیه (C.1-04): نصب سوزن‌ها و کراس اوورها

برای جلوگیری از برخورد قطار خارج شده از ریل با تونل، باید از سوزن و کراس اوور در تونل‌ها و یا نزدیکی آنها استفاده نشود. سوزن ابزاری مکانیکی است که به ماشین‌های ریلی امکان تغییر از یک مسیر ریلی به مسیر دیگر را می‌دهد. همچنین به یک جفت سوزن که دو مسیر ریلی موازی را به هم متصل می‌کنند، کراس اوور گفته می‌شود.

#### – توصیه (C.1-05): پایش ورود به تونل‌ها

جلوگیری از ورود افراد و وسایل نقلیه غیرمجاز به تونل‌ها باید به‌طور مرتب انجام شود.

#### – استاندارد (C.1-06): بازرسی منظم وضعیت تونل

به منظور حفظ ایمنی تونل باید بازرسی مرتب، سیستماتیک و جامع تونل شامل ورودی‌ها، خروجی‌های اضطراری، نواحی امداد و نجات، جاده‌های دسترسی و ساختمان‌های فنی انجام شود. همین‌طور باید علائم موجود در تونل تمیز شده و زباله‌ها نیز پاکسازی شوند.

1. Interlocking  
2. Hot Box Detectors

**ب) اقدامات مربوط به وسایل نقلیه ریلی****– استاندارد (C.1-07): اقدامات ضدحریق**

طراحی و ساخت وسایل نقلیه باید به گونه‌ای باشد تا از شیوع و گسترش آتش جلوگیری کند. باید از کاربرد موادی که در هنگام آتش باعث انتشار مواد سمی و مقادیر زیادی دود می‌شوند، جلوگیری به عمل آید. همچنین در هنگام نوسازی قطارهای مسافری نیز باید این موضوع لحاظ شود.

**– توصیه (C.1-08): حسگرهای روی وسیله**

انواع مختلفی از حسگرهای روی وسیله (حسگر حرارت، دود، شعله و غیره) می‌تواند بر روی لوکوموتیوها و قطارها نصب شود که احتمالاً مؤثرتر از حسگرهای نصب شده در تونل‌ها خواهد بود. تمام هشدارها به همراه محل آن باید به خدمه قطار منتقل شده و خدمه باید نحوه پاسخ صحیح را آموزش دیده باشند. نصب حسگرهای دود و آتش در واگن‌های مسافری ضروری نیست، ولی اگر قطار از نوع خواب (قطارهای دارای تختخواب) است، باید این حسگرها را داشته باشد.

**ج) اقدامات عملیاتی****– توصیه (C.1 09): مقررات برای بهره‌برداری**

اگر از حرکت هم‌زمان قطارهای باری و مسافری در تونل‌های دومسیره جلوگیری شود، سناریوی برخورد قطار مسافری با قطار باری حذف خواهد شد. البته ممکن است جدا کردن کامل ترافیک قطارهای باری و مسافری در همه تونل‌ها به خصوص تونل‌های طویل قابل پیاده‌سازی نباشد و لذا به عنوان یک اقدام استاندارد توصیه نمی‌شود. در واقع جدا کردن کامل ترافیک قطارهای باری و مسافری در صورت وجود یک جدول زمانی بهینه که از ورود هم‌زمان قطار مسافری و قطار باری حامل کالاهای خطرناک به تونل جلوگیری می‌کند، امری ضروری نیست. کاهش سرعت نیز یکی از راه‌های کاهش احتمال وقوع حوادث است.

**– توصیه (C.1-10): قوانین حمل کالاهای خطرناک**

حمل کالاهای خطرناک توسط سیستم حمل‌ونقل ریلی توسط نهادها و سازمان‌های ملی و بین‌المللی استانداردسازی شده است. توصیه می‌شود تا یک لیست در هر سفر شامل نوع، خطرات و مقدار کالاهای خطرناک به همراه دستورالعمل نحوه عملکرد در صورت بروز تصادف به راننده قطار داده شود. راننده قطار باید بتواند در صورت بروز حادثه این اطلاعات را به آتش‌نشانان منتقل کند.

**۲-۱-۲. کاهش پیامدهای حوادث**

استانداردها و توصیه‌های پیشنهاد شده در این زمینه در سه دسته: اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها، اقدامات مربوط به وسایل حمل‌ونقل ریلی و اقدامات عملیاتی مطرح شده که در ادامه به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است.



## الف) اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها

### – استاندارد (C.2-01): اقدامات مهار خروج قطار از ریل

اقدامات مهار خروج قطار از ریل باید در همه تونل‌ها اعمال شود. پروفیل تونل باید تا حد امکان عاری از وجود موانعی که باعث گیر افتادن قطار خارج شده از ریل می‌شود، باشد.

### – استاندارد (C.2-02): الزامات ضدحریق برای سازه‌ها

نیاز به حفاظت سازه‌ها در برابر آتش و نوع آن به‌ویژه در مورد مکان‌هایی که به‌عنوان پناهگاه یا محل امداد در نظر گرفته شده‌اند، باید مورد توجه ویژه قرار بگیرد. مطالعه خطرات باید ابعاد آتش احتمالی و اثرات حرارتی آن بر نوع سازه استفاده شده (انتقال حرارت، نشتی دود، آسیب به سازه، خرد شدن و غیره) و همچنین پیامدهای تخریب سازه را در نظر بگیرد. برای آزمایش مواد و مصالح استفاده شده باید از منحنی‌های توسعه دمای مناسب استفاده شود. منحنی‌های دمای استاندارد نظیر آزمایش مقاومت آتش ISO 834 باید مورد استفاده قرار گیرد. در صورتی که دماهای بالا برای آتش ممکن باشد (نظیر آتش‌سوزی بنزین)، باید منحنی‌های مختص آن در نظر گرفته شوند.

### – توصیه (C.2-03): حسگرهای آتش، دود و گاز در تونل

فناوری موجود امکان تشخیص آتش بر روی قطاری که با سرعت معمول در تونل حرکت می‌کند را به‌صورت قابل اطمینان ندارد، اما حسگرهای آتش برای اتاق‌های فنی به‌شدت توصیه می‌شوند تا هرگونه تهدید برای تجهیزات ایمنی ضروری و کارکنان را هشدار دهند. همچنین در صورت وجود پتانسیل تجمع گاز در تونل، استفاده از حسگرهای گاز نیز توصیه می‌شود. کابل‌ها و تجهیزات تونل باید از پیامدهای خروج قطار از ریل یا آتش‌سوزی در امان نگه داشته شوند.

### – توصیه (C.2-04): سیستم‌های اطفای حریق

نوع سیستم‌های اطفای حریق برای اتاق‌های فنی باید بسته به علل احتمالی آتش تعیین شود. از آنجا که سیستم اطفای حریق در تونل عموماً عملی نبوده و کارایی ندارد، استفاده از آن توصیه نمی‌شود. اتاق‌های فنی به‌خصوص آنهایی که شامل تجهیزات ایمنی بحرانی هستند باید به‌طور مناسب حفاظت شوند.

### – توصیه (C.2-05): سیستم‌های تهویه و تخلیه دود

ارزیابی جریان هوا در یک تونل باید آیرودینامیک تونل و قطار، تأمین هوای تازه (برای نیازهای فیزیولوژیکی)، کنترل حرارت و دود حاصل از آتش و کنترل آلودگی را در نظر بگیرد. طراحی سیستم تهویه باید خطرات مربوطه و هزینه‌های آن را لحاظ کند. سیستم تهویه باید به‌گونه‌ای طراحی شود که خروجی‌های اضطراری، مسیرهای تقاطعی و تونل‌های مجاور را عاری از دود نگه دارد.

### – توصیه (C.2-06): سیستم زهکشی مسیر

سیستم زهکشی مسیر در ابعاد مناسب یک اقدام ایمنی و زیست‌محیطی است. این سیستم باید برای خروج آب و سایر مایعات خطرناک وارد شده به تونل از راه‌های مختلف، طراحی و ایجاد شود. اگر

قطارهای باری حامل کالاهای خطرناک نیز از تونل عبور می‌کنند پیشنهاد می‌شود تا یک حوضچه نگهداری نیز برای جمع‌آوری مایعات آلوده و سپس از بین بردن آنها (بدون عواقب زیست‌محیطی) تعبیه شود. البته در صورت محصور بودن این حوضچه باید احتمال آتش و انفجار آن نیز در نظر گرفته شود.

#### ب) اقدامات مربوط به وسایل نقلیه ریلی

##### – استاندارد (C.2-07): رادیوی قطار

این وسیله به‌عنوان یک ابزار کارا جهت برقراری ارتباط بین مرکز بهره‌برداری و خدمه قطار توصیه می‌شود.

##### – توصیه (C.2-08): حسگرهای خروج از ریل برای واگن‌ها

در برخی کشورها حسگرهای خروج از ریل نصب شده روی قطارها یک تجهیز استاندارد بر روی قطارهای باری بوده و برای قطارهایی که مایعات خطرناک و سایر کالاهای خطرناک را حمل می‌کنند، توصیه شده است.

##### – استاندارد (C.2-09): خنثی‌سازی ترمز اضطراری و حفظ حرکت

همه کشورها می‌خواهند تا قطارهای مسافربری مجهز به ترمز اضطراری در دسترس مسافران باشند. با وجود این برای تونل‌های تحت پوشش این توصیه‌نامه، باید راننده قطار توانایی ابطال ترمز اضطراری و ادامه حرکت قطار به‌سمت هوای آزاد را داشته باشد.

##### – توصیه (C.2-10): تجهیزات اطفای حریق نصب شده روی وسیله

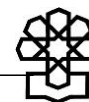
برای قطارهایی که در تونل‌های طویل رفت‌وآمد می‌کنند باید تجهیزات اطفای حریق دستی در واگن‌های مسافران نصب شود. نصب تجهیزات اطفای حریق خودکار در واگن‌های مسافران الزامی نیست، اما در واگن‌های خواب توصیه می‌شود. سیستم‌های اطفای حریق خودکار یا دستی در واحدهای کشنده<sup>۱</sup> مهم بوده و توصیه می‌شود.

##### – توصیه (C.2-11): پایش مرکزی تهویه مطبوع

هدف پایش مرکزی تهویه مطبوع در مواقع اضطراری، محدود کردن گسترش آتش و دود در واگن است. توصیه می‌شود تهویه مطبوع بتواند به‌صورت مرکزی خاموش شده و خدمه و راننده قطار بتوانند به‌سرعت این کار را انجام دهند.

##### – توصیه (C.2-12): قابلیت تقسیم قطار

قابلیت تقسیم قطار در برخی شرایط خاص توصیه می‌شود. تصمیم‌گیری در مورد نحوه تخلیه مسافرین از طریق بردن آنها به قسمت‌های سالم قطار و سپس جدا کردن بخش آسیب‌دیده و کشیدن قسمت سالم به بیرون تونل باید بر مبنای محاسبه زمان و ارزیابی سریع هر موقعیت اضطراری خاص باشد. ممکن است جدا کردن یک بخش قطار مسافربری زمانبر باشد و در نتیجه خدمه و مسافران را به‌خطر بیندازد. برای قطارهای باری پیشنهاد می‌شود تا واگن‌های سالم جدا شده و به بیرون تونل کشیده شود.



### ج) اقدامات عملیاتی

#### – توصیه (C.2-13): واکنش راننده به حادثه

راننده قطار باید دستورالعملی جهت کمک به او در تصمیم‌گیری در مورد مکان توقف قطار بعد از وقوع یک نقص (آتش یا خروج از ریل) داشته باشد.

#### – استاندارد (C.2-14): خارج کردن قطار از تونل

در صورت بروز آتش در یک قطار داخل تونل، اولین اولویت راننده قطار باید بیرون بردن قطار از تونل و توقف آن در یک مکان مناسب جهت تخلیه مسافری و دسترسی آسان‌تر خدمات اضطراری و امداد باشد. اگر قطار حادثه‌دیده توانایی خروج از تونل را ندارد، راننده باید قطار را به یک نقطه مشخص شده از قبل برساند.

#### – استاندارد (C.2-15): توقف سایر قطارها خارج از تونل هنگام وقوع حادثه

هنگام وقوع حادثه در تونل، سایر قطارهای خارج از تونل باید قبل از ورود به آن متوقف شوند. قطارهای داخل تونل باید به حرکت خود ادامه داده و تونل را ترک کنند، اما برای کاهش اثرات آیرودینامیکی منفی بر قطار حادثه‌دیده، باید سرعت حرکت آنها محدود شود. قطارهایی که پشت سر قطار حادثه‌دیده هستند (داخل تونل) باید سریعاً متوقف شوند تا خطرات قطار حادثه‌دیده به آنها منتقل نشود.

### ۳-۱-۲. تسهیل امکان فرار

سازمان‌های امداد و نجات در کشورهای مختلف ممکن است رویکردهای متفاوتی نسبت به امداد رسانی و «نجات جان خویش» داشته باشند. توصیه می‌شود تا روش‌های امداد رسانی در سطح بین‌المللی هماهنگ شوند. مسافری باید از قبل در مورد نحوه رفتار هنگام وقوع حوادث و آتش‌سوزی در تونل اطلاع داشته باشند، زیرا ممکن است خدمه قطار در آن لحظه برای کمک به آنها حضور نداشته باشند. توصیه می‌شود تا بهره‌برداران تونل‌های ریلی روش‌های مناسب را برای آموزش مسافری در مورد نحوه رفتار در مواقع اضطراری توسعه دهند. همچنین این روش‌ها باید با سیستم‌های آتش‌نشانی و سایر سرویس‌های امدادی دخیل نیز هماهنگ شود.

### الف) اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها

#### – استاندارد (C.3-01): پیاده‌راه فرار<sup>۱</sup>

طراحی درست پیاده‌راه فرار برای فرایند آسان و سریع «نجات جان خویش» ضروری است. این پیاده‌راه‌ها باید در فاز طراحی تونل برنامه‌ریزی و اجرا شوند و در هر دو طرف تونل‌های دومی‌سیره قرار بگیرند. ارتفاع مناسب بستگی به شرایط هر تونل دارد. پیاده‌راه‌های فرار باید حداقل ۷۰ سانتیمتر عرض داشته باشند، ولی ترجیح بر ۱۲۰ سانتیمتر است. در تونل‌هایی که تنها قطارهای باری از آن عبور می‌کنند نیازی به پیاده‌راه‌های اضطراری نیست، اما در تونل‌هایی که قطار مسافربری هم از آن عبور می‌کند حتماً باید پیاده‌راه فرار وجود داشته باشد.

**– استاندارد (C.3-02): نرده در تونل‌ها**

تونل‌ها باید مجهز به نرده در یک ارتفاع مناسب بالاتر از پیاده‌راه فرار باشند.

**– استاندارد (C.3-03): علائم در تونل**

تونل‌ها باید با علائم استاندارد علامتگذاری شوند. علائم باید در طول تونل ثابت باشند و جهت و فاصله تا تجهیزات ایمنی نظیر خروجی‌ها، تقاطع‌ها، تلفن‌ها و غیره را نشان دهند. علائم باید تجهیزات اضطراری موجود را برای مسافران یا سایر کاربران نشان دهند. استانداردهای توسعه داده شده جهت علائم شامل ISO 3864, ISO 6309 و CEN norm of December 2000 هستند.

**– استاندارد (C.3-04): روشنایی اضطراری تونل**

روشنایی اضطراری تونل باید در یک یا هر دو سمت تونل به‌خصوص تونل‌هایی که قطارهای مسافری در آن حرکت می‌کنند، نصب شود. پیاده‌راه فرار نیز باید به شکلی مناسب نورپردازی شود. روشنایی اضطراری باید قابلیت اطمینان بالایی داشته باشد و تحت شرایط با دید کم و وجود دود نیز قابل رؤیت باشد.

**– توصیه (C.3-05): وسایل ارتباطی و تلفن اضطراری**

توصیه می‌شود که همواره تلفن‌های اضطراری در نقاط کلیدی تونل‌ها (تقاطع‌ها، پیاده‌راه‌های فرار و شفت‌ها) نصب شوند. تلفن‌ها باید توانایی عملکرد صحیح را در محیط تونل که در آن احتمال نویز بالا و نور کم وجود دارد، داشته باشند. توصیه می‌شود تا از عایق صدا در این تلفن‌ها برای حذف نویز استفاده شود. تلفن‌های اضطراری باید به مرکز اضطراری در مرکز کنترل بهره‌برداری تونل متصل باشند. تلفن‌های اضطراری نباید به‌طور مستقیم به سرویس‌های امداد رسانی یا آتش‌نشانی متصل شود. اگر تماس رادیویی مستقیم میان قطار و مرکز کنترل وجود دارد، نیازی به نصب تلفن‌های اضطراری نخواهد بود.

**– توصیه (C.3-06): فاصله میان نقاط فرار**

فاصله میان خروجی‌های فرار در کشورهای مختلف، متفاوت است. توصیه می‌شود که حداکثر فاصله بین دو نقطه امن (دو ورودی<sup>۱</sup> تونل، تقاطع متصل به تونل دیگر، خروجی اضطراری) به اندازه‌ای باشد که نجات جان خویش به سرعت و آسانی میسر شود. فاصله دقیق بسته به شرایط محلی، پارامترهای عملکردی و مفهوم ایمنی متفاوت است. در تونل‌های دوتیوبه تک‌مسیره و تونل‌های ایمنی موازی تونل اصلی، این فاصله نباید از ۵۰۰ متر تجاوز کند. توصیه می‌شود به‌جای خروجی به سطح زمین از تقاطع میان دو تونل مجاور استفاده شود.

**– توصیه (C.3-07): دسترسی و خروجی قائم**

توصیه می‌شود که از خروجی‌های قائم در تونل‌های تک‌تیوبه استفاده شود. این موضوع تنها در صورتی که تونل در نزدیکی سطح زمین باشد ممکن است. خروجی‌های قائم باید از روشنایی مناسب و وسایل ارتباطی برخوردار باشند. خروجی‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که از گسترش دود به محیط‌های امن



جلوگیری شود. پلکان نباید بیش از ۶ متر ارتفاع داشته و عرض آن نیز نباید کمتر از ۱۲۰ سانتیمتر باشد. اگر عمق شفت بیش از ۳۰ متر است باید یک بالابر آتش‌نشانی برای دسترسی آسان‌تر و سریع نیروهای آتش‌نشان و سرویس‌های فوریت‌های پزشکی و همچنین تخلیه مردم و آسیب‌دیده‌ها، تعبیه شود. راه‌پله‌ها و بالابرها باید تحت فشار مثبت هوا باشند تا از عدم وجود دود اطمینان حاصل شود.

#### – توصیه (C.3-08): دسترسی و خروجی جانبی

توصیه می‌شود تا خروجی‌های جانبی نیز در تونل‌های تک‌تیوبه تعبیه شود. ترجیحاً این خروجی‌ها باید در نواحی نزدیک به سطح زمین تعبیه شوند تا طول کمتری داشته باشند. همچنین این خروجی‌ها باید دسترسی سرویس‌های اضطراری را آسان‌تر کنند. گرچه ابعاد سطح مقطع این خروجی‌ها باید براساس سایر پارامترهای ایمنی تعیین شود، ولی به‌صورت ایدئال باید مقطع آنها ۲/۲۵ متر در ۲/۲۵ متر بوده و حداکثر طول آنها ۱۵۰ متر باشد. خروجی‌های جانبی طویل‌تر از ۱۵۰ متر باید قابلیت دسترسی با وسایل نقلیه جاده‌ای را داشته باشند. سایر تمهیداتی که در خروجی‌های قائم برای ایجاد محیط ایمن در نظر گرفته شده است نیز باید در خروجی‌های جانبی لحاظ شود.

#### – توصیه (C.3-09): تقاطع‌ها<sup>۱</sup>

تقاطع‌ها باید برای اتصال تونل اصلی به مکان‌های امن ساخته شوند. درواقع تقاطع‌ها باید میان تیوب‌های یک تونل دوتیوبه تک‌مسیره یا میان یک تونل تک‌تیوبه دومسیره و تونل ایمنی مجاور ساخته شود. تقاطع‌ها باید روشنایی و وسایل ارتباطی داشته و جلوی گسترش دود به مکان‌های امن را بگیرند. همچنین توصیه می‌شود که حداقل درب‌های تقاطع‌ها توانایی ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش را داشته باشند و بتوانند در برابر فشارهای آیرودینامیکی تونل مقاومت کنند. همچنین این درب‌ها باید قابلیت حرکت با دست را داشته و در صورت سنگین بودن مجهز به موتور باشند.

#### – توصیه (C.3-10): تونل ایمنی و خدمات‌دهی موازی

تصمیم‌گیری در مورد ساخت تونل ایمنی و خدمات‌دهی موازی برای تونل‌های تک‌تیوبه باید براساس ارزیابی‌های ژئوتکنیکی و شرایط کاری هر تونل و همچنین ملاحظات هزینه و فایده باشد.

باید توجه داشت که انتخاب خروجی‌های قائم (C.3-07)، جانبی (C.3-08) یا تونل موازی (C.3-

10) برای فرار و امداد و نجات باید برمبنای شرایط خاص هر تونل مورد ارزیابی فنی قرار گیرد.

#### ب) اقدامات مربوط به وسایل نقلیه ریلی

#### – توصیه (C.3-11): تجهیزات فرار و طراحی واگن‌ها

توصیه می‌شود که واگن‌های مسافربری دارای خروجی‌های اضطراری باشند. این خروجی‌ها باید به‌آسانی قابل رؤیت بوده و دستورالعمل استفاده از آنها برای مسافرین و سرویس‌های امداد، از داخل و خارج واگن واضح باشد. راه‌های فرار آسان نظیر چکش و شیشه‌های شکستنی و درب‌های آسان بازشو نیز باید از جمله

خصوصیات واگن‌ها باشد. همچنین توصیه می‌شود که خدمه قطار مجهز به بلندگوهای دستی و چراغ‌قوه برای استفاده در مواقع اضطراری باشند.

### ج) اقدامات عملیاتی

#### – توصیه (C.3-12): اطلاعات اضطراری برای مسافریین

توصیه می‌شود تا اطلاعات اضطراری به موقع و بدون واسطه در اختیار مسافریین قرار گیرد. این موضوع بخش مهمی از عملیات فرار و امداد رسانی را شامل می‌شود. توصیه می‌شود که این اطلاعات به چندین زبان مختلف و به روشی ساده با استفاده از نوشته‌ها و شکل‌ها نظیر آنچه در حمل‌ونقل هوایی است، تهیه شود. نوشته‌ها باید مطابق استانداردهای ISO 6309، ISO 3864 و CEN norm of December 2000 باشند. پیشنهاد می‌شود که به مسافریین اطلاعات نوشته شده در مورد اقدامات ایمنی داده شود. اطلاعات باید تنها شامل دستورالعمل‌های اساسی باشد نظیر: «هنگام خروج از قطار تنها بر روی پیاده‌راه فرار و در جهت نشان داده شده حرکت کنید».

#### – استاندارد (C.3-13): آموزش کارکنان راه‌آهن

تمامی کارکنان راه‌آهن که مسئول زیرساخت و بهره‌برداری هستند و سایر کارکنان باید آموزش ببینند. آموزش باید مستمر بوده و براساس عملکرد و مسئولیت آنها باشد. این آموزش‌ها باید کارکنان را قادر کند تا از حوادث در تونل‌ها جلوگیری کرده و آنها را مدیریت کنند، وقوع حادثه را تأیید کنند، به مرکز عملیات گزارش دهند، تصمیم‌های سریع و دقیق بگیرند، کمک‌های اولیه را مهیا کنند، عملیات آتش‌نشانی را انجام داده و سایر فعالیت‌های ایمنی را به انجام برسانند. عملکرد هر کارمند در مواقع اضطراری باید از قبل تعیین شده باشد.

گفتنی است توصیه‌های C.3-11، C.3-12 و C.3-13 باید هم‌زمان به‌عنوان عناصر مرتبط با یک مفهوم ایمنی در نظر گرفته شوند.

### ۴-۱-۲. تسهیل امداد رسانی

استانداردها و توصیه‌های پیشنهاد شده در این زمینه در دو دسته اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها و اقدامات عملیاتی مطرح شده که در ادامه به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است.

#### الف) اقدامات مربوط به زیرساخت‌ها

#### – توصیه (C.4-01): قطع و اتصال زمین جریان واحد کشنده (لوکوموتیو)

مدیریت بهره‌برداری و زیرساخت راه‌آهن مسئول قطع جریان واحد کشنده در مواقع اضطراری است. باید بتوان جریان برق واحد کشنده را (خطوط بالای سر قطار یا ریل سوم) به‌صورتی ایمن از نزدیکی تونل یا از اتاق کنترل راه‌آهن قطع کرد. این کار باید توسط کارکنان راه‌آهن با تجهیزات و آموزش‌های لازم صورت گیرد. قطع برق می‌تواند به‌صورت محلی یا از دور انجام شود که مورد دوم ایمن‌تر و سریع‌تر است.



عیب قطع محلی برق در یک وضعیت اضطراری این است که امکان دارد به جای کارکنان راه‌آهن، یک آتش‌نشان مجبور به این کار شود. در شرایطی که نیروی آتش‌نشان یا سایر خدمات امدادی مجبور به قطع اتصال هستند، توصیه می‌شود که قوانین و رویه‌های واضح و دقیق معرفی و رعایت شوند. در چنین شرایطی توصیه می‌شود که رابط سوئیچینگ به صورت ساده طراحی شده و دارای تلفن برای تماس با اتاق کنترل راه‌آهن باشد.

#### – توصیه (C.4-02): دسترسی جاده به ورودی و خروجی تونل

توصیه می‌شود که دسترسی جاده به پورتال‌ها (ورودی‌های تونل) و خروجی‌های اضطراری تونل برای سرویس‌های امدادی مهیا شود. جاده دسترسی باید قابل رانندگی توسط خودروهای نیروهای آتش‌نشان باشد، سطح همواری داشته و تا حد ممکن به ورودی‌ها نزدیک باشد.

#### – توصیه (C.4-03): نواحی امداد رسانی در ورودی و خروجی تونل

در صورت امکان باید یک محیط (در حدود ۵۰۰ مترمربع) با دسترسی به جاده برای خودروهای خدمات اضطراری در نظر گرفته شود. طرح و جزئیات این مکان باید به تأیید خدمات امداد رسانی و اضطراری برسد. این اطلاعات باید در برنامه‌ریزی اضطراری لحاظ شود. توصیه می‌شود که این محیط‌ها در هر دو پورتال و همچنین خروجی‌های اضطراری وجود داشته باشد. در صورت امکان یک محیط فرود هلیکوپتر نیز باید در نظر گرفته شود.

#### – توصیه (C.4-04): دسترسی خودروهای جاده‌ای به مسیر راه‌آهن

تغییر مسیر راه‌آهن برای مناسب شدن آن برای خودروها تنها در صورتی توصیه می‌شود که استفاده از خودروها درون تونل بخشی از یک طرح جامع مداخله و امداد براساس برنامه آتش‌نشانی باشد.

#### – استاندارد (C.4-05): تأمین آب برای سرویس امداد و آتش‌نشان‌ها

سیستم تأمین آب آتش‌نشانی باید در همه تونل‌ها در دسترس باشد. طراح تونل باید در مورد طراحی این سیستم با آتش‌نشانی مشورت کند. سیستم تأمین آب باید به‌طور منظم بررسی شود.

#### – توصیه (C.4-06): تأمین برق برای سرویس‌های امداد رسانی

سیستم توزیع برق تونل باید برای تجهیزات خدمات امداد و اضطراری مناسب باشد. سوکت‌های خروجی استاندارد و کلیدهای محافظ جان باید نصب شده و به‌طور منظم بازرسی شوند.

#### – استاندارد (C.4-07): نصب رادیو برای سرویس امداد رسانی

اتصال رادیویی باید برای ارتباط سرویس‌های اضطراری مهیا شود.

#### – استاندارد (C.4-08): قابلیت اطمینان تجهیزات الکتریکی

تأسیسات برقی باید در برابر آسیب‌ها، اثرات مکانیکی، حرارت و آتش محافظت شده باشند. تأمین برق باید قابل اطمینان بوده و عناصر کلیدی آن یک پشتیبان نود دقیقه‌ای نیز داشته باشند. به‌عنوان مثال دو منبع تغذیه مستقل، ژنراتور کمکی و باتری پشتیبان.

**– توصیه (C.4-09): پایش تلویزیونی**

پایش تلویزیونی مدار بسته پورتال‌ها، نقاط دسترسی و سایر نقاط بحرانی در داخل تونل بیشتر به‌عنوان یک اقدام امنیتی تا یک اقدام ایمنی، توصیه می‌شود.

**– توصیه (C.4-10): تدارک تجهیزات امداد رسانی**

آتش‌نشان‌ها، سرویس‌های امداد و خدمات فوریت‌های پزشکی باید بتوانند تمام تجهیزات مورد نیاز خود را در تونل به‌همراه داشته باشند. دستگاه‌های تنفس مصنوعی باید در نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی یا در داخل تونل نگهداری شده و به‌صورت منظم بازرسی شوند. با توجه به نگهداری، بازرسی و تعمیرات تخصصی مورد نیاز، توصیه می‌شود تا دستگاه تنفس مصنوعی توسط سرویس آتش‌نشانی ذخیره شود. دستگاه‌های تنفس استاندارد باید حداقل ظرفیت ۳۰ دقیقه سرویس‌دهی را داشته باشند که البته مقدار دقیق آن به پارامترهایی نظیر فاصله میان شفت‌های نجات و همچنین میزان فعالیت و حرارت بستگی دارد. پیشنهاد می‌شود تا آتش‌نشان‌ها به‌طور منظم با این دستگاه‌ها تمرین کنند.

**– توصیه (C.4-11): سیستم نظارت**

به‌طور کلی، نظارت معمول سیستم‌های تونل و عملکرد آنها در شرایط اضطراری باید توسط مرکز کنترل راه‌آهن صورت پذیرد تا هماهنگی و سازگاری کامل میان واکنش‌ها وجود داشته باشد. یک تونل بسیار بلند با تجهیزات فراوان می‌تواند به‌صورت بهتری توسط یک اتاق کنترل مجاور تونل کنترل شود. در هر صورت، باید هماهنگی کاملی میان کنترل تونل و کنترل راه‌آهن وجود داشته باشد.

**– توصیه (C.4-12): وسایل نقلیه ریلی و جاده‌ای برای امداد رسانی**

مهم‌ترین توصیه این است که آتش‌نشانان و سایر سرویس‌های امدادی باید در سریع‌ترین زمان ممکن صرف‌نظر از نوع وسیله نقلیه به داخل تونل دسترسی پیدا کنند. در برخی مناطق وسایل نقلیه ریلی مخصوص به‌عنوان بخشی از طرح ایمنی توصیه می‌شوند. توصیه می‌شود که قطارهای امداد رسانی توسط کارمندان راه‌آهن و نه آتش‌نشانان هدایت شوند.

**ب) اقدامات عملیاتی****– استاندارد (C.4-13): برنامه‌های امداد رسانی و اضطراری**

تهیه و نگهداری منظم برنامه‌های اضطراری و امداد رسانی به‌عنوان یک اقدام ایمنی استاندارد توصیه می‌شود. قوانین حاکم بر سرویس‌های امداد و اضطراری از یک کشور به کشور دیگر متفاوت است. اگرچه ممکن است رسیدگی به یک موقعیت اضطراری در کشورهای مختلف توسط خدمات گوناگونی انجام شود، اما توصیه این است که مدت زمان واکنش‌های امدادی و اضطراری حداقل ممکن باشد. هر حادثه در یک تونل ممکن است چندین سازمان (بهره‌بردار قطار، بهره‌بردار تونل، مرکز بهره‌برداری راه‌آهن، آتش‌نشانی، خدمات امداد، پلیس و خدمات درمانی) را درگیر کند، بنابراین باید از سردرگمی جلوگیری شود. توصیه می‌شود تا برنامه‌ریزی سرویس‌های اضطراری در فاز برنامه‌ریزی تونل توسعه داده شود و سازمان‌های مختلف با یکدیگر برنامه‌ریزی



اضطراری را انجام داده و حتی تمرین‌های مشترکی نیز برای سناریوهای مختلف با هم داشته باشند. هر تونل باید یک نام منحصر به فرد، شناسه عددی و توصیف مخصوص برای هر کدام از دو انتهای آن داشته باشد. تمامی درهای خروجی و فرار باید به‌طور مجزا مشخص باشند. این شناسه‌ها باید در تمام ارتباطات میان بهره‌بردار راه‌آهن و سرویس‌های امداد و نجات و اضطراری به‌منظور به حداقل رساندن زمان پاسخ، جلوگیری از اشتباهات احتمالی و تسهیل فرایند امداد رسانی، مورد استفاده قرار گیرد.

– استاندارد (C.4-14): **تمرین با خدمات امداد رسانی (ارتباط و هماهنگی سرویس‌های امداد و راه‌آهن)**  
لازم است تمرینات مشترک میان بهره‌بردار تونل و سرویس‌های امداد رسانی جهت اطمینان از هماهنگی، ارتباط و پیوستگی بهتر در طول عملیات امدادی وجود داشته باشد.

– استاندارد (C.4-15): **اطلاعات در مورد حمل‌ونقل کالاهای خطرناک**  
توصیه می‌شود تا اطلاعات در مورد حمل‌ونقل کالاهای خطرناک در دسترس سرویس‌های آتش‌نشانی و امداد رسانی قرار گیرد. این اطلاعات باید قبل از عزیمت قطار حامل کالاهای خطرناک، توسط شرکت حمل‌ونقل به اطلاع بهره‌بردار راه‌آهن برسد. در هنگام یک حادثه، بهره‌بردار راه‌آهن باید این اطلاعات را به خدمات اضطراری و امداد رسانی برساند.

## ۲-۲. اقدامات ایمنی توصیه شده برای تونل‌های موجود

همه کشورها باید زیرساخت‌های راه‌آهن و بهره‌برداران قطارهای خود را ملزم کنند تا یک برنامه ایمنی جامع برای اطمینان از سلامت و ایمنی کلیه اشخاص (مسافران، کارکنان و پیمانکاران) استفاده‌کننده از تونل‌های تحت پوشش این توصیه‌نامه، تهیه و منتشر کنند. این طرح ایمنی باید با تجزیه و تحلیل مناسب پشتیبانی شود تا نشان دهد خطرات برای مسافران و کارکنان واحد منطقی ممکن کاهش یافته است.

درخواست نصب و پیاده‌سازی کلیه اقدامات ایمنی شرح داده شده برای تونل‌های جدید در تمامی تونل‌های موجود، ممکن است منطقی یا مناسب به‌نظر نرسد. بنابراین، تونل‌های موجود در طول عملیات تعمیر و بازسازی باید اقدامات استاندارد ایمنی را تا جایی که به‌لحاظ منطقی ممکن است، لحاظ کنند. توصیه می‌شود تا اقدامات زیربنایی که در ادامه لیست شده است در تونل‌های موجود در صورت امکان در نظر گرفته شوند:

– استاندارد (C.1-02): سیستم سیگنالینگ و پایش سرعت

– توصیه (C.1-03): ردیابی وضعیت قطار قبل از ورود به تونل

– استاندارد (C.1-06): بازرسی منظم وضعیت تونل

– استاندارد (C.3-03): علائم در تونل

– استاندارد (C.3-04): روشنایی اضطراری تونل

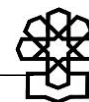
– توصیه (C.4-01): قطع و اتصال زمین (ارت) جریان واحد کشنده

## - توصیه (C.4-10): تدارک تجهیزات امدادرسانی

در هر کشور مرجع مسئول اقدامات ایمنی در تونل‌های ریلی باید حداقل استانداردهای ایمنی برای تونل‌های موجود را براساس برنامه و مفهوم ایمنی خود و با در نظر گرفتن آثار هزینه - فایده هر اقدام، تعیین کند. با وجود این، استانداردها و توصیه‌های مربوط به وسایل حمل‌ونقل ریلی و اقدامات عملیاتی در تونل‌های جدید (که در بخش قبل بررسی شد) باید تا حد امکان در تونل‌های موجود نیز اعمال شود. در واقع هنگام تعیین اقدامات ایمنی در تونل‌های موجود توصیه می‌شود تا اولویت به اقدامات عملیاتی و اقدامات مربوط به وسایل حمل‌ونقل ریلی داده شود، زیرا این اقدامات نیازی به تغییر در ساختار تونل ایجاد نمی‌کنند. در جدول خلاصه‌ای از عناوین و شماره استانداردها و توصیه‌های ایمنی ارائه شده توسط کمیته حمل‌ونقل داخلی کمیسیون اقتصادی اروپا که در بخش‌های قبلی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت، ذکر شده است.

جدول ۳. استانداردها و توصیه‌های ایمنی در تونل‌های ریلی جدید، ارائه شده توسط کمیته حمل‌ونقل داخلی کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا

حوزه اقدام				نوع اقدام		
اقدامات عملیاتی		وسایل نقلیه ریلی				
○ مقررات برای بهره‌برداری	C.1-09	● اقدامات ضدحریق	C.1-07	○ تونل‌های تک‌تیبوه دومسیره و دو تیبوه تک‌مسیره	C.1-01	پیشگیری از وقوع حوادث
○ قوانین حمل کالاهای خطرناک	C.1-10	○ حسگرهای روی وسیله	C.1-08	● سیستم سیگنالینگ و پایش سرعت	C.1-02	
				○ ردیابی وضعیت قطار قبل از ورود به تونل	C.1-03	
				○ نصب سوئیچ‌ها و کراس اوورها	C.1-04	
				○ پایش ورود به تونل	C.1-05	
				● بازرسی منظم وضعیت تونل	C.1-06	
○ واکنش راننده به حادثه	C.2-13	● رادیوی قطار	C.2-07	● اقدامات مهار خروج قطار از ریل	C.2-01	کاهش پیامدهای حوادث
● خارج کردن قطار از تونل	C.2-14	○ حسگرهای خروج از ریل برای واگن‌ها	C.2-08	● الزامات ضدحریق برای سازه‌ها	C.2-02	
● توقف سایر قطارها خارج از تونل هنگام وقوع حادثه	C.2-15	● خنثی‌سازی ترمز اضطراری و حفظ حرکت	C.2-09	○ حسگرهای آتش، دود و گاز در تونل	C.2-03	
		○ تجهیزات اطفای حریق نصب شده روی وسیله	C.2-10	○ سیستم‌های اطفای حریق	C.2-04	
		○ پایش مرکزی تهویه مطبوع	C.2-11	○ سیستم‌های تهویه و تخلیه دود	C.2-05	
		○ قابلیت تقسیم	C.2-12	○ سیستم زهکشی مسیر	C.2-06	



حوزه اقدام						نوع اقدام
اقدامات عملیاتی		وسایل نقلیه ریلی		زیرساخت‌ها		
		قطار				
اطلاعات ○ اضطراری برای مسافری	C.3-12	○ تجهیزات فرار و طراحی واگن‌ها	C.3-11	● پیاده‌راه فرار	C.3-01	تسهیل امکان فرار
● آموزش کارکنان راه‌آهن	C.3-13			● نرده در تونل‌ها	C.3-02	
				● علائم در تونل	C.3-03	
				● روشنایی اضطراری تونل	C.3-04	
				○ وسایل ارتباطی و تلفن اضطراری	C.3-05	
				○ فاصله میان نقاط فرار	C.3-06	
				○ دسترسی و خروجی قائم	C.3-07	
				○ دسترسی و خروجی جانبی	C.3-08	
				○ تقاطع‌ها	C.3-09	
				○ تونل ایمنی و خدمات‌دهی موازی	C.3-10	
● برنامه‌های امداد رسانی و اضطراری	C.4-13			○ قطع و اتصال زمین جریان واحد کشنده	C.4-01	تسهیل امداد رسانی
● تمرین با سرویس‌های امداد رسانی	C.4-14			○ دسترسی جاده به ورودی و خروجی تونل	C.4-02	
● اطلاعات در مورد حمل‌ونقل کالاهای خطرناک	C.4-15			○ نواحی امداد رسانی در ورودی و خروجی تونل	C.4-03	
				○ دسترسی خودروهای جاده‌ای به مسیر راه‌آهن	C.4-04	
				● تأمین آب برای سرویس امداد و آتش‌نشان‌ها	C.4-05	
				○ تأمین برق برای سرویس‌های امداد رسانی	C.4-06	
				● نصب رادیو برای سرویس امداد رسانی	C.4-07	
				● قابلیت اطمینان تجهیزات الکتریکی	C.4-08	
				○ پایش تلویزیونی	C.4-09	
				○ تدارک تجهیزات امداد رسانی	C.4-10	
				○ سیستم نظارت	C.4-11	
				○ وسایل نقلیه ریلی و جاده‌ای برای امداد رسانی	C.4-12	

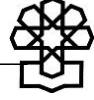
○ توصیه

● استاندارد

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش ابتدا بخشنامه ۲۰۰۴/۵۴/EC اتحادیه اروپا با عنوان «حداقل الزامات ایمنی برای تونل‌های شبکه جاده‌های اروپا» که توسط پارلمان اروپا و شورای اتحادیه اروپا تدوین شده، مورد بررسی قرار گرفت. هدف این بخشنامه بهبود ایمنی استفاده‌کنندگان از تونل‌های جاده‌ای از طریق جلوگیری از وقوع حوادث بحرانی که انسان، محیط زیست و تأسیسات تونل‌ها را به خطر می‌اندازد، است. همچنین این بخشنامه قصد دارد تا عواقب و آثار تصادفات را نیز کاهش دهد. کشورهای عضو اتحادیه اروپا ملزم هستند تا قوانین و مقررات ایمنی خود را براساس محتویات این بخشنامه تنظیم کرده و به مرحله اجرا درآورند. این بخشنامه با توجه به فعالیت‌های گسترده صورت گرفته برای توسعه آن، یکی از کامل‌ترین دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های جاده‌ای محسوب شده و می‌تواند راهنمای بسیار مناسبی برای گسترش قوانین و مقررات ایمنی تونل‌های جاده‌ای در سایر کشورها باشد. این بخشنامه بیان می‌کند که اقدامات ایمنی باید تاحدی استقرار یابند که حداقل استانداردهای ایمنی برآورده شود. این استانداردها به عواملی شامل حجم ترافیک، درصد خودروهای سنگین و پارامترهای هندسی تونل (نظیر طول و شیب طولی به‌عنوان مهم‌ترین پارامترها) بستگی دارد. در این راستا بخش‌های اصلی کارهای شناسایی شده توسط این بخشنامه عبارتند از: سازه، روشنایی، تهویه، ایستگاه‌های اضطراری، تأمین آب، تابلوهای جاده، سیستم‌های نظارت، تجهیزات بستن تونل، سیستم‌های ارتباطی، تأمین برق اضطراری و تجهیزات نسوز. همچنین در ارتباط با سازمان‌ها، نقش‌ها و عملکردهای مخصوصی توسط این بخشنامه تعریف شده است که عبارتند از: مرجع اداری، مدیر تونل، واحد بازرسی و افسر ایمنی. از نظر عملکردی و بهره‌برداری، این بخشنامه وظایف هر یک از واحدهای فوق‌الذکر را برای عملکرد مناسب تونل مشخص کرده است. این بخشنامه در ۲۰ ماده و سه پیوست تنظیم شده است.

در قسمت دوم گزارش به بررسی یکی از جامع‌ترین دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های ریلی پرداخته شد. این دستورالعمل توسط کمیته حمل‌ونقل داخلی کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا و براساس تجارب و بهترین روش‌های اعمال شده در سیستم راه‌آهن کشورهای عضو کمیسیون توسعه یافته است. اقدامات ایمنی پیشنهاد شده در این دستورالعمل شامل اقدامات مربوط به پیشگیری از وقوع حوادث، اقدامات مربوط به کاهش پیامدهای حوادث، اقدامات مربوط به تسهیل امکان فرار و اقدامات مربوط به تسهیل امدادسانی است. گفتنی است که اقدامات مربوط به هر یک از موارد فوق خود در سه بخش مجزا شامل فعالیت‌های زیرساختی، فعالیت‌های مربوط به وسایل نقلیه ریلی و فعالیت‌های عملیاتی مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. در مجموع این دستورالعمل شامل ۲۰ استاندارد و ۳۳ توصیه برای بهبود سطح ایمنی در تونل‌های ریلی است. استانداردها و توصیه‌های معرفی شده در این دستورالعمل می‌تواند توسط کشورهایی که قصد تدوین استانداردهای ایمنی تونل‌های ریلی را دارند، به‌عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد.



## منابع و مأخذ

1. E. U. Directive, "Directive 2004/54/EC of the European parliament and of the Council of 29 April 2004 on minimum safety requirements for tunnels in the trans-European road network", *Official Journal of the European Union L*, vol. 167, 2004.
2. "The Road Tunnel Safety Regulations", United Kingdom, 2007.
3. N. P. Høj, "Fire Safe Design, Road Tunnels", *FIT. Technical Report-Part 2*, 2003.
4. "Recommendations of the Multidisciplinary Group of Experts on Safety in Tunnels (Rail)", *Economic Commission for Europe*, 2003.





مرکز پژوهش‌ها  
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۶۹۳۰

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی ۳. بررسی برخی دستورالعمل‌های ایمنی در تونل‌های جاده‌ای و ریلی

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه مسکن و شهرسازی)

تهیه و تدوین کنندگان: بیژن فرهانیه، علی مصطفی‌زاده ابوالمعالی، علی کاظمی‌پور پاک‌کیاده، امید ادیبی، اسماعیل محمدیان

ناظران علمی: حسین افشین، محمدتقی فیاضی

اظهار نظر کننده: سارا حمیدپور

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی:

۱. ایمنی
۲. آتش‌سوزی
۳. تونل جاده‌ای
۴. تونل ریلی
۵. بخشنامه
۶. دستورالعمل



تاریخ انتشار: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴