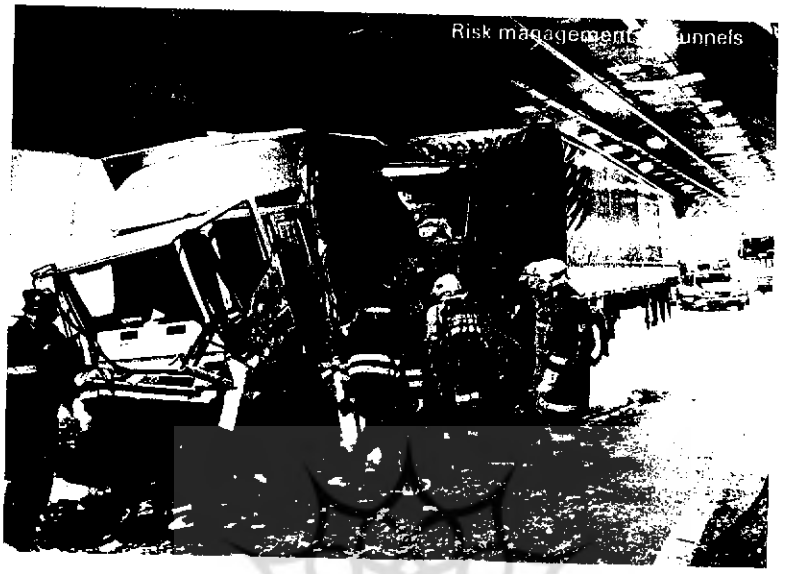

مقدمه ای بر ریسک در تونل (جاده ای، ریلی، مترو و سیستم های ریلی سریع السیر)

ترجمه : طاهره محمودیان

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته روانشناسی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

اهداف و الزامات قانون ساخت و ساز

تصادف در تونل های تک باندی معمولاً در مـــواقع ترافیک سنگیـــن رخ می دهد، به طوری که ماشین های پشت سر هم نمی توانند به موقع توقف کنند. این مسئله نشان می دهد که چرا در این‌گونه تصادف‌ها تعداد ماشین‌های آسیب‌دیده زیاد است. اگر آتش‌سوزی نیز روی دهد، نتیجـــه مصیبت بار می شود. راه های

فراراغلب محدوداست - مخصوصاً در تونل‌های قدیمی - و ابزار لازم برای مقابله با شعله های آتش کافی نیست. ایجاد دود نه تنها فرار را برای قربانیان سخت تر می کند، بلکه کار را برای امدادگـــران نیز دشـــوارتر می کند. در چنین تصادف‌هایی سیستم تهویه مناسب نیست. زیرا حرارت زیادی تولید می شود که تونل را درعرض چنددقیقه به یک کوره تبدیل می‌کند. سقـــف تونل به علت تغییـــر سریع دما خراب می‌شود و صخـــره های ســـرد و سیمان های تونل شکافته می شوند. حتی وقتی که آتش مهار می شود یا آن را خفه می کنند، برای چندین ساعت حرارت باقی می‌ماند در نتیجه کار امداد روزها طول می کشد و به این دلیل شناسایی قربانیان غیر ممکن می شود.

مقایسه تونل ها و ساختمان ها

قوانین اتریش مقرر می کنند که برای مثال بخش مربوط به آتش در یک ساختار نبایستی از هزار متر مربع بزرگتر باشد که این مقدار در آلمان ۱۶۰۰ متر مربع است. این مسئله در مورد تونل ها به این معنی است که در هر ۱۰۰ یا ۱۶۰۰ متر یک دیوار مایل آتش ساخته می شود. مقایسه تونل ها و ساختمان ها تا حدود کمی اعتبار دارد اما می تواند از سردرگمی بکاهد. هر ساختمان باید به طور مجزا با توجه به مسائلی امنیتی آن در برابر آتش سوزی تجزیه و تحلیل گردد.

این مسئله بیشتر در مورد ساختمان هایی مانند تونل ها به کار می رود. کدام ویژگی ها در مورد آتش سوزی که اگر قسمت مربوط به آتش ساختمان از مقدار معمول زیادتر باشد، برای قانون گذاران اتریشی قابل قبول است؟

دقیقاً مانندآلمان نکات اصلی عبارتند از:

- سیستم تهویه دود و حرارت
- سیستم مقابله با آتش و اطفای حریق اتوماتیک
- ماموران اطفای حریق

در شکل ساده و تقریبی قوانین زیر اعمال می شوند: سیستم مقابله با آتش، تهویه دود و حرارت فضای حدوداً صد متر مربع یا بیشتر لازم دارد.

- سیستم های آب پاشی عملاً در فضاهای چهارهزار متری یا بیشتر نصب شود.
- مجموعه خدمات آتش نشانی در فضاهای بیشتر از هشت هزار متری مثلاً در انبارها نصـــب شود (تقریباً این مـــورد در تونل ها و در فاصله هشتصـــد هزار متـــری اعمال می شود)

جدول ۱. کد ساخت برای ساختارهای زیر زمینی و تجهیزات استاندارد آلمان

میزان امنیت	قوانین ساخت	تونل های جاده ای	تونل های ریلی	تونل‌های زیرزمینی
خروج اضطراری و محل های فرار	۲۵-۳۵ متر با توجه به نوع ساختمان	هر ۳۵۰ متر و در طول ۷۰۰ متر	طول مسیر فرار تا نزدیکترین خروجی اضطراری ۵۰۰ متر	طول نزدیکترین مسیر در خروجی اضطراری ۳۰۰ متر
دسترسی به ماموران نجات	برای ساختمان های بین ۷و۲۲ متر ارتفاع	به ورودی های تونلی و خروجی های اضطراری	به ورودی های تونل و خروجی های اضطراری	به ورودی های ایستگاه و خروجی های اضطراری
لوله آب آتش نشانی	بیش از ۳۰ متر	هر ۱۷۵ متر	-	در انتهای هر ایستگاه و هر کدام با ۶۰ متر شلیک ثابت
لوله آب اطفای حریق	بلندی ساختمان ۶۰ متر	هر ۱۷۵ متر و در طول ۱۰۵۰ متر	-	از انتهای ایستگاه ۱۰۰ متر به داخل تونل با اتصالات در هر ۵۰ متر
زمان پاسخ	۱۰ دقیقه از زمان دریافت تلفن اضطراری تا رسیدن به محل حادثه	-	-	-
تهویه و تهویه دود	پله ها و ساختارهای خاص طبق قانون	بیش از ۱۰۵۰ متر	قفل در تونل های امداد و پناهگاهها	

طبق قوانین حاکم بر ساختمان تونل های جاده ای اتریش، در تونل های دو باند گذرگاههای عمودی در هر ۸۰۰ متر بایستی ایجاد شود. تونل های فرار فقط برای تونل های یک باند در مواقع اضطراری لازم است مانند تونل پلابوش. همچنین حدود ۲۰ تونل تک باند با طول بیش از ۲ کیلومتر در اتریش وجود دارد. تونل آرل برگ طولانی ترین تونل اتریش با طول ۱۴ کیلومتر است. تونل گوتهارد در سوئیس ازاین‌هم طولانی‌تراست(۱۶/۳ کیلومتر).

موسسه آلمانی ADAC به طور منظم امنیت تونل های جاده ای را بر طبق چند معیار اندازه گیری می کند. در سال ۲۰۰۲، ۸ تونل از ۳۰ تونل آزمایش شد که به طور کامل یا به طور نسبی این معیارها را نداشتند. این مطالعات حقیقتی را نشان داد که یک پتانسیل برای بالابردن امنیت تونل ها وجود دارد.

نقص های موجود در تونل ها بیشتر در مورد مقابله با حریق و امکان فرار برای مقابله با آتش است، مانند سیستم مقابله با دود پناهگاه ها، راههای فرار و تخلیه افراد.

مقابله بر روی چند هدف زیر متمرکز می شود:

- محافظت قربانیان و پرسنل امداد
- مقابله با از بین رفتن اموال (درستی زیر بنا و ساختار تونل)
- کنترل فاجعه (پیشگیری از گسترش غیر قابل کنترل آتش سوزی)

مقابله با آتش سوزی در آلمان طبق چهارچوب های VDS انجام می گیرد (VDS شرکتی است که دارایی واموال را بیمه می‌کند). به طور کلی آنها به استانداردهای موسسه ملی مقابله با آتش سوزی پایبند هستند، (NFPA) .

در ارزیابی ریسک تونل عوامل زیر باید به طور مشخص مدنظر قرار گیرند. مقابله با آتش، مسیرهای فرار و امداد، سیستم تهویه، سیستم اطفای حریق و بخش آتش سوزی تونل.

بررسی حریق

در تونل ها هم مانند ساختمان ها این یک مسئله اساسی است که حریق را حدود ۲ تا ۴ متر قبل از اینکه آتش در داخل یک فضا انتشار یابد، در عرض چند دقیقه مهار کنند. تاثیر بادهای تونل بایستی از بین برود. بازرسان حرارت خطی می توانند افزایش دما را نه تنها از طریق گرما بلکه از طریق حرارت ساطع شده بررسی و کشف کنند. وقتی آتش‌سوزی کشف شد، اعضای قسمت کنترل مرکزی می توانند با دوربین های مداربسته محل آتش سوزی را ببینند که این مسئله باعث می شود تصمیم درستی در مورد اطفای حریق گرفته شود.

راهها و مسیرهای فرار و نجات

دو مسیر مستقل فرار در هر ساختمان نیاز است. افراد بایستی قادر باشند با طی حدود ۳۵ متر به محل امنی برسند.درتونل های یک باند مسیر فرار دوم وجود ندارد که به دلیل نوع طراحی تونل هاست. در نتیجه وجود مکانی برای فرار بسیار اندک است. این مسئله

تقاضا برای تونل های دارای جاده های دو باند را افزایش می دهد دقیقاً مانند مسئله ساختمان ها، ملاک های ساختی جانشین در اینجا نیز قابل اعمال هستند. به عنوان بخشی از برنامه مقابله با آتش سوزی تونل‌های اضطراری، پناهگاهها و تجهیزات امنیتی مانند سیستم تزریق هوا و سیستم های اطفای آتش و دود مورد نیاز است. بخش آتش سوزی فدرال اتریش برای تونل های جاده ای فاصله فرار و دسترسی به محیط امن فاصله ۲۵۰ متری را پیشنهاد می کند. در سوئیس تونل های تک باند بسیار کمی وجود دارد. تونل ۹/۳ کیلومتری سیلز برگ نیز دو باند دارد. تونل گوتهارد که طول آن ۱۶/۳ کیلومتر است، مجهز به تونل های فرعی امن در فاصله ۳۰ متری می باشد که جهت نجات و فرار از آن استفاده می شود.

سیستم های تهویه

سیستم تهویه حرارت و دود موجود در تونل ها، در ساختمان ها نیز مورد نیاز است. سیستم تهویه تاثیر بسیار زیادی در انتشار دود و آتش دارد. یک اتومبیل سواری آتش گرفته کمتر از یک کامیون مشتعل دود تولید می کند. جدول زیر به صورت فهرست وار چند مورد از مهمترین پارامترهای آتش سوزی را بیان می کند. موارد موجود در جدول هر کدام تنها در مورد یک وسیله نقلیه است.

جدول ۲. مهم ترین پارامترهای آتش سوزی

پارامتر	سواری	اتوبوس/ کامیون	نفتکش
فشار آتش *(GJ)	۶-۳	۹۰-۴۰	بیش از ۱/۵۰۰
قدرت آتش **(MW)	۵-۲,۵	۳۰-۲۰	۲۰۰-۵۰
حداکثر درجه حرارت آتش (^{o}C)	۸۵۰-۴۰۰	۱۰۰۰-۷۰۰	۱/۴۰۰-۱/۲۰۰
دود (m^3/s)	۴۰-۲۰	۹۰-۶۰	۳۰۰-۱۰۰

* Gigajoules

** Megawatte

این ارقام کمک می کند تا دلیل به طول انجامیدن ۷ روزه آتش سوزی در تونل نیهون زاکا در ژاپن در سال ۱۹۷۹ را توضیح دهیم. آتش سوزی حدود ۱۲۷ کامیون را طعمه حریق کرد که شامل دو تانکر نفتکش با مخزنشان و ۴۶ ماشین سواری بود.

در سال ۱۹۹۹، آتش سوزی در تونل مونت بلان شامل ۲۳ کامیون، ۱۱ سواری و دو ماشین آتش نشانی و یک موتور سیکلت بود که به مدت ۵۳ ساعت در آتش سوختند. مرحله آغازین حریق ۵ تا ۱۰ دقیقه و کل مدت حریق ۳۰ دقیقه یا بیشتر طول کشید.

به طور خاص وزش باد در تونل ها تاثیر عمیقی بر آتش سوزی دارد. تفاوت در ارتفاع می تواند سرعت باد را تا ۱۰ متر بر ثانیه افزایش دهد. در سیستم تهویه تمایزی بین تهویه اجباری در عملیات عادی و تهویه سریع برای بیـــرون کردن دود از تونـــل قرار داده می شود. تهویه طولی، "تهویه نیمه عمودی"، با خارج کردن منطقه ای و ممتد و تهویه عمودی مهم ترین ابزار تهویه دود می باشند. پنکه های سریع قابل دید تنها برای تونل های کوچک و گذرگاه های کوچک مناسب هستند. تهویه نیمه عمودی هوای تمیز از طریق تجهیزات تهویه ای به داخل تونل وارد می شود. هوای آلوده دودهای تولید شده (درصورت وجود حریق) به صورت عمودی از تونل خارج می شوند.

با تهویه عمودی وارد کردن هوای تمیز و خارج کردن هوای آلوده را می توان کنترل کرد حتی اگر آتش سوزی گسترش یابد. این مسئله خیلی مهم است که سیستم تهویه برای تونل موردنظر مناسب باشد. درصورت حریق بایستی این سیستم تهویه از پر شدن تونل با گازها و دود سمی جلوگیری کند تا قربانیان بتوانند فرار کنند. مناسب بودن سیستم تهویه باید در تست های حریق تایید شود.

پروژه Firetun, EUREKA و تحت حریق در تونل فرضـــی از این تست ها به حســـاب می آیند. تمرکز بر سیستم تهویه به عنوان تنها عامل امنیتی سؤال برانگیز است. مخصوصاً همانطور که اتفاق های رخ داده نشان می دهند، این سیستم ها در اجرا محدودیت های خاص خود را دارند و در تجمع دود غیر قابل کنترل می شوند.

بخش حریق تونل

بخش حریق در زمان نجات قربانیان اهمیت خاصی دارد. آنها می توانند دقایقی در حریق تاخیر ایجاد کنند. مقابله با آتش در

اولین مرحله آن بسیار کارآمد است. وقتی آتش سرایت کرد دود و گرما ممکن است چنان شدیدشود که دسترسی به مرکز آتش غیرممکن شود تجهیزات تنفسی یکی ازفاکتورهای اساسی در مبارزه با حریق تونل هاست.

تجهیزات زیر برای تونل مشتعل لازمند:

- پیشروی با تجهیزات سنگین تنفسی: ۵ دقیقه
- پیشروی با لوله C که قطر آن ۴۸ میلی متر است: ۱۰ دقیقه
- نجات افراد مجروح ۱۵ دقیقه

قسمت آتش سوزی تونل بارها کفایت خود را در این کار ملی نشان داده است. برای مقابله با آتش سوزی در تونل های زیرزمینی از خط آهن برای انتقال زخمی ها و از تجهیزات رادیویی برای دریافت و انتقال اطلاعات استفاده می شود، اما وقتی فاجعه رخ می دهد تعداد زیادی از افراد را می توان با رسیدن به موقع و با استفاده از سیستم های تنفسی سنگین نجات داد. در این گونه موارد حفاظت اموال اهمیت ثانویه دارد.

سیستم های اطفای حریق

موارد مذکور مانند تخلیه دود و حرارت، مجراهای فرار و نجات و سیستم تهویه همگی مناسب هستند، اما هیچ یک از آنها به هنگام گسترش آتش مفید نیستند. برعکس اگر در هنگام گسترش آتش یک سیستم اطفای حریق اتوماتیک به کار بیفتد، آتش را آنقدر می توان ناتوان کرد که افراد و زخمی ها بتوانند فرار کنند و از مناطق خطرناک دور شوند و آتش نشانان بتوانند به مرکز آتش نزدیک شوند. استفاده از آب در اطفای حریق، محیط اطراف آتش را سرد می کند و از گسترش آن و از افزایش دود می کاهد تا افراد گرفتار فرار کنند. یک سیستم اطفای حریق در تونل اهداف زیر را دارد:

- جلوگیری از گسترش آتش
- خاموش کردن گازهای حریق
- دود و هوای آلوده را شستشو دهد
- از ساختار تونل مراقبت کند

اگر چه اطفای حریق دستی از سیستم اطفای حریق اتوماتیک ضعیفتر عمل می کند اما با این وجود آتش را می توان کنترل کرد. در بازار انواع مختلفی از سیستم های اطفای حریق وجود دارد که هریک را باید با توجه به موقعیت آزمایش نمود.

آب پاش ها و سیستم های پودر کردن آب در تمام موارد آتش سوزی تونل ها شیوه مناسبی

است، به ویژه وقتی جریان باد بسیار قوی باشد، سیستم های آبی در تونل ها مهم هستند. آنها به محض به کار انداخته شدن مقدار زیادی آب را به بخش های مختلف تونل می پاشند و به طور دستی فعال می شوند. آزمایش های سختی در مورد تاسیسات آبی در تونل هاگرباخ سوئیس انجام شد.

این فناوری تقریباً ارزان، تجربه چند ده ساله دارد. هزینه آن برای هر کیلومتر تونل حدوداً ۰/۷ تا یک میلیون یورو برآورد می شود. سیستم آب پاشی قبلاً در تونل های ژاپن و سوئد به کار گرفته شده اند.

نتیجه گیری

فجایع اتفاق افتاده در تونل ها بیانگر این مطلب است که بعضی مواقع نقایص قابل ملاحظه‌ای در مدیریت خطر و موارد اضطراری و همچنین امنیت تاسیسات ترافیک زیرزمینی وجود دارد.اگرچه موارد مورد نیاز ساختمان ها با تونل ها تفاوت دارد اما با این وجود، مقایسه این دو بعضی مسائل را آشکار می کند. معیارهای امنیت شخصی اغلب در مواقع آتش سوزی های غیرقابل کنترل، کافی نیستند. به این دلیل معیارهای ساختی، سازمانی و اجرایی بایستی چنان تعامل کنند که بتوان به اهدافی چون مدافعه از اموال اشخاص و کنترل فاجعه دست یافت. در هریک از تونل ها باید این مسائل امنیتی پیچیده رعایت شوند.

واژگان کلیدی:

تونل، ریسک تونل، آتش سوزی ساختمان.

منبع:

Risk management for Tunnels, munich Re group, 2003.