

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ



## **وزارت راه و ترابری**

**دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه،**

### **کنترل و برق تونلهای جاده‌ای**

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری  
شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

عنوان و پدیدآور	سرشناسه
دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای [برای وزارت راه و ترابری، شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل.	دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای
مشخصات نشر	مشخصات ظاهری
مشخصات ظاهری	مشخصات ظاهری
: ۱۲۸۵، تهران: وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، ۱۳۰۴، ص: ۷۸-۹۷۸-۶۲۹۹-۷۸-۸	: ۱۲۸۵، تهران: وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، ۱۳۰۴، ص: ۷۸-۹۷۸-۶۲۹۹-۷۸-۸
شابک	پادداشت
فیبا:	موضوع
تونلهای-- پیش‌بینی‌های ایمنی.	موضوع
تونلهای-- نگهداری و تعییر.	موضوع
راهها-- طرح و برنامه‌ریزی.	موضوع
راهها-- پیش‌بینی‌های ایمنی.	موضوع
شرکت مهندسین مشاور فیروزپوریا.	شاسه افزوده
ایران: وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل و نقل.	شاسه افزوده
TA815 ع۲۵۰:	ردہ بندی کنگره
۶۲۴/۱۹۳:	ردہ بندی دیوی
۳۴۵۸۴ م:	شماره کتابخانه ملی

عنوان	دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای
نهیه کننده	وزارت راه و ترابری - شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل
ناشر	وزارت راه و ترابری - معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
کد انتشار	85/BCI/222
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۶۲۹۹-۷۸-۸
نوبت چاپ	اول
تاریخ انتشار	۱۳۸۵
شماره کان	۱۰۰۰
قیمت	۲۰۰۰ تومان
لیتوگرافی	باران
چاپ و صحافی	پژمان
نشانی	میدان آرژانتین- ابتدای بزرگراه آفریقا- اراضی عباس‌آباد- ساختمان شهیددادمان- وزارت راه و ترابری- طبقه سیزدهم شمالی

[web:www.rahiran.ir](http://www.rahiran.ir)

تلفکس ۸۲۲۴۴۱۶۴

<http://shop.rahiran.ir>

وب سایت فروش نشریات

(پ)

وزارت راه و ترابری  
وزیر

بسمه تعالیٰ

شماره: ۱۱/۱۹۹۷۹	بخشنامه به واحدهای اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران وزارت راه و ترابری
تاریخ: ۸۵/۱۰/۲	موضوع: دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای اینمنی، روشنایی، تهویه و کنترل برق تونلهای جاده‌ای

به استناد بند ۴ ماده ۷ قانون "تغییر نام وزارت راه به وزارت راه و ترابری و تجدید تشکیلات و تعیین وظایف" مصوب ۱۳۵۳/۴/۲۳، به پیوست "دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای اینمنی، روشنایی، تهویه و کنترل برق تونلهای جاده‌ای" مصوبه یکصدمین جلسه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل مورخ ۸۵/۶/۲۶ ابلاغ می‌گردد، تا از تاریخ ۸۵/۱۰/۱ به اجرا درآید.

لذا استفاده از آن بعنوان دستورالعمل در کلیه پروژه‌های مرتبط با وزارت راه و ترابری از سوی واحدهای اجرایی ذیربطری، مهندسان مشاور و پیمانکاران مربوط به مدت ۲ سال با تشخیص کارفرما اختباری و پس از آن الزامی می‌باشد. ظرف این مدت معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری موظف است در صورت نیاز نسبت به بازنگری دستورالعمل اقدام لازم را معمول نماید.

محمد رحمتی  
وزیر راه و ترابری



## پیشگفتار

با توجه به کوهستانی بودن کشور ایران در اکثر جاده‌ها یک یا چند قطعه تونل احداث شده است. همگام با ازدیاد تونلهای جاده‌ای و افزایش تعداد وسایل نقلیه عبوری مسئله ایمن سازی تونلهای در دستور کار وزارت راه و ترابری قرار گرفته است که فعالیت حاضر در این راستا می‌باشد. معمولاً نرخ تصادفات در داخل تونلها کمتر از نرخ تصادفات جاده‌ای می‌باشد، ولی به علت محدود بودن فضای داخل تونلها و احتمال بروز آتش‌سوزی می‌توان تونلها را محیط بسیار پرمخاطره‌ای دانست. بسته بودن محیط تونلها، عواقب ناشی از تصادفات و سوانح را بسیار زیاد می‌کند. از سوی دیگر مسائل مربوط به تهويه، روشنایی و کنترل سیستمهای الکترونیکی در تونلها بسیار مهم و حساس می‌باشند. بدین ترتیب لزوم بالا بردن سطح ایمنی تونلهای جاده‌ای از اهمیت والایی برخوردار است. هم اکنون در سطح کشور تونلهای در حال استفاده، از امکانات ایمنی و تجهیزات هشدار دهنده بی‌بهره هستند. لزوم رسیدگی به تونلها و تجدید ساختار، زمانی بیشتر نمایان می‌شود که بدانیم هزینه خسارات ناشی از تصادفات و سوانح، بسیار بیشتر از هزینه نصب تجهیزات ایمنی در تونلها می‌باشد.

در این راستا پژوهه تحقیقاتی در پژوهشکده حمل و نقل انجام گردیده است که نتیجه آن مجموعه‌ای مشتمل بر مسایل مربوط به ایمنی، روشنایی، تهويه، کنترل و برق تونلها می‌باشد. این مجموعه که در بخش زیرساختهای پژوهشکده حمل و نقل تهیه شده اصول و استانداردهای ایمنی تونلها را مورد بررسی قرار داده و تجهیزات مورد نیاز جهت بالابردن امنیت عبور و مرور در تونلهای جاده‌ای را به تفصیل ارائه نموده و در نهایت نیز شرح خدمات مطالعات و طراحی هر یک از این سیستمهای ارائه شده است. مجموعه مذکور در کمیته اینیه شورایعالی فنی مورد ارزیابی قرار گرفت و به دلیل اهمیت موضوع و کاربرد آن در طراحی ایمن تونلها پیشنهاد شد تا شرح خدمات‌های تهیه شده به صورت دستورالعمل با قید عدم الزام از سوی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل به مدت دو سال ابلاغ گردد تا پس از رفع نواقص احتمالی به صورت دستورالعمل الزامی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین گزارش‌های مربوط به پژوهه مطالعاتی فوق الذکر جهت استفاده علاقمندان به صورت راهنمای سطح پژوهشکده حمل و نقل منتشر می‌گردد.

بدینوسیله از آقای مهندس حسن عباسیان تهیه کننده و مدیر پژوهه و همکاران وی آقایان مهندس دلشاد پناهی، محمدرضا گلیان و حمید مقیمی تشکر می‌گردد. همچنین از آقای دکتر محمود عامری رئیس پژوهشکده حمل و نقل و آقای دکتر کیومرث عمامد رئیس بخش زیرساختها سپاسگزاری می‌گردد. از اعضای محترم شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل و کمیته اینیه نیز که در مراحل ارزیابی نهایی همکاری نمودند قدردانی می‌گردد.

اعضای شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل:

۱. مهندس محمد رحمتی (رئیس شورا)
۲. مهندس محمد جعفر اکرام جعفری (دییر شورا)
۳. مهندس صادق افشار
۴. دکتر حمید بهبهانی
۵. مهندس محمد بخارایی
۶. مهندس محمدرضا برزگر
۷. مهندس جواد توکلی
۸. دکتر محمود صفارزاده
۹. مهندس مصطفی طباطبایی مقدم
۱۰. دکتر محمود عامری
۱۱. دکتر رضا غیاثی
۱۲. مهندس اصغر نادری
۱۳. مهندس اسماعیل هوشیارفرد

اعضای کمیته اینیه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل:

۱. مهندس فرامرز امین‌پور
۲. مهندس کریم جلالیان
۳. مهندس سیاوش خدابخش
۴. مهندس مصطفی طباطبایی مقدم
۵. دکتر کیومرث عمامد
۶. دکتر رضا غیاثی (رئیس کمیته)
۷. مهندس مهران غلامی (دییر کمیته)
۸. دکتر مرتضی قارونی نیک
۹. مهندس سعید میرلو

در پایان از کلیه بخشها، سازمانها و موسساتی که در مراحل تهیه و نظرخواهی این مجموعه همکاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از پژوهشکده حمل و نقل، به جهت حمایت از انتشار این مجموعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

محمد جعفر اکرام جعفری

معاون آموزش، تحقیقات و فناوری و  
دیر شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

# دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای

## فهرست مطالب

### صفحه

### عنوان

۱	فصل اول - دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم ایمنی تونلهای جاده‌ای.....
۲	۱-۱- مطالعات.....
۲	۱-۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات شامل میزان ترافیک، ارتفاع مجاز، سرعت طرح، نوع راه و وضعیت جاده‌های دسترسی.....
۲	۱-۱-۲- مطالعات اولیه، تعیین پارامترهای مختلف، کلاس‌بندی ایمنی تونل براساس اطلاعات جمع‌آوری شده.....
۴	۱-۱-۳- مطالعات میدانی.....
۶	۱-۱-۴- مطالعه و بررسی ضرورت نصب سیستم ایمنی در تونل بر اساس کلاس‌بندی انجام شده و انتخاب تجهیزات ایمنی مورد نیاز.....
۶	۱-۱-۵- گرفتن تأییدیه کار فرما.....
۶	۱-۲-۱- طراحی.....
۶	۱-۲-۱-۱- تعیین مشخصات فنی تجهیزات انتخاب شده بر اساس استاندارد.....
۸	۱-۲-۱-۲- گرفتن تأییدیه نوع و مشخصات فنی تجهیزات از کارفرما.....
۸	۱-۲-۱-۳- مشخص نمودن نحوه نصب هر کدام از اجزای سیستم ایمنی و تعیین محل نصب با توجه به شرایط ذکر شده در استاندارد.....
۸	۱-۲-۱-۴- تهیه نقشه‌های اجرایی و نقشه سیم‌کشی‌ها.....

۸	.....	-۵-۲-۱- تعیین نحوه عملکرد و کنترل سیستم‌های مختلف
۹	.....	-۶-۲-۱- طراحی منبع تغذیه الکتریکی سیستم
۹	.....	-۷-۲-۱- برآورد اقتصادی طرح بر اساس فهرست بها
<b>۱۱</b>	<b>.....</b>	<b>فصل دوم- دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم روشنائی تونلهای جاده‌ای</b>
۱۲	.....	-۱-۲- مطالعات مربوط به تونل
۱۲	.....	-۱-۱-۲- جمع آوری اطلاعات
۱۲	.....	-۲-۱-۲- مطالعات اولیه و تعیین پارامترهای مختلف
۱۲	.....	-۳-۱-۲- مطالعات میدانی
۱۲	.....	-۴-۱-۲- مطالعه و بررسی روشنائی بر اساس طول تونل
۱۲	.....	-۵-۱-۲- تعیین پارامترهای مختلف روشنائی تونل
۱۳	.....	-۶-۱-۲- تعیین مشخصات فنی چراغ
۱۳	.....	-۷-۱-۲- دریافت تاییدیه چراغها از کارفرما
۱۳	.....	-۸-۱-۲- بررسی سیستم برق اضطراری
۱۳	.....	-۹-۱-۲- بررسی و مقایسه روش‌های مختلف نصب چراغ
۱۳	.....	-۱۰-۱-۲- تعیین نحوه آرایش چراغها با استفاده از نرم افزار
۱۴	.....	-۱۱-۱-۲- تعیین پله‌های روشنائی مورد نیاز
۱۴	.....	-۲-۲- طراحی مربوط به تونل
۱۴	.....	-۱-۲-۲- تهیه نقشه آرایش چراغها
۱۴	.....	-۲-۲-۲- تهیه نقشه سیم کشی ها
۱۴	.....	-۳-۲-۲- تعیین سطح مقطع کابلها و انتخاب کابل مناسب
۱۵	.....	-۴-۲-۲- محاسبه توان مصرفی هر خط
۱۵	.....	-۵-۲-۲- طراحی تابلوهای برق
۱۵	.....	-۶-۲-۲- طراحی سیستم اتصال زمین

۱۵	..... مسیر.....	-۷-۷-۲ طراحی مدار توزیع نیرو، تعیین محل و نحوه نصب تابلوی های برق و تعیین
۱۵	..... اجرائی.....	-۸-۲-۲ تعیین مسیر کابل کشی ها، مقطع، متراز، نوع کابل، سازنده و ارائه نقشه های
۱۵	.....	-۹-۲-۲ تعیین میزان برق مورد نیاز و تعیین ظرفیت پست های برق.
۱۵	.....	-۱۰-۲-۲ طراحی پست های برق مورد نیاز.
۱۶	.....	-۱۱-۲-۲ برآورد مقادیر و هزینه ها.
۱۶	.....	-۳-۲ مطالعات مربوط به سیستم روشنایی راه دسترسی به تونل.
۱۶	.....	-۱-۳-۲ جمع آوری اطلاعات.
۱۶	.....	-۲-۳-۲ مطالعات میدانی.
۱۷	.....	-۳-۲ تعیین ارتفاع نصب پایه ها.
۱۷	.....	-۴-۳-۲ تعیین نحوه نصب پایه ها.
۱۷	.....	-۵-۳-۲ تعیین مشخصات فنی چراغ.
۱۷	.....	-۶-۳-۲ دریافت تائیدیه چراغ ها از کارفرما.
۱۷	.....	-۷-۳-۲ تعیین معیارهای طراحی روشنایی معاابر با استفاده از اطلاعات بدست آمده.
۱۸	.....	-۸-۳-۲ ارائه طرح روشنایی اولیه.
۱۸	.....	-۴-۲ طراحی مربوط به سیستم روشنایی راه دسترسی به تونل.
۱۸	.....	-۱-۴-۲ نقشه آرایش چراغها.
۱۸	.....	-۲-۴-۲ طراحی پایه چراغ و فونداسیون های مربوطه.
۱۸	.....	-۳-۴-۲ کابل کشی.
۱۹	.....	-۴-۴-۲ طراحی سیستم زمین.
۱۹	.....	-۵-۴-۲ طراحی سیستم کنترل.
۱۹	.....	-۶-۴-۲ برآورد مقادیر و هزینه ها.

۲۱	فصل سوم- دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم تهويه تونل‌های جاده‌ای.....
۲۲	۱-۳- مطالعات.....
۲۲	۱-۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات.....
۲۴	۲-۱-۳- بررسیهای اولیه امکانات موجود و احتیاجات طرح.....
۲۴	۳-۱-۳- مطالعات تهويه و پردازش داده‌های بدست آمده از مرحله اول.....
۲۶	۲-۲-۳- طراحی.....
۲۶	۱-۲-۳- محاسبه شدت جریان هوای مورد نیاز تونل بر اساس میزان آلودگی.....
۲۷	۲-۲-۳- طراحی سیستم تهويه با استفاده از روش‌های مختلف.....
۲۷	۳-۲-۳- مطالعات و بررسی سیستم تهويه در زمان آتش سوزی.....
۲۸	۴-۲-۳- مطالعات اقتصادی و انتخاب سیستم مناسب.....
۲۸	۵-۲-۳- تعیین محل و نحوه نصب تجهیزات سیستم تهويه.....
۲۹	۶-۲-۳- محاسبه توان مصرفی کل سیستم تهويه.....
۳۱	فصل چهارم- دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم کنترل و برق تونل‌های جاده‌ای..
۳۲	۱-۴- مطالعات.....
۳۳	۲-۴- طراحی.....
۳۵	مراجع .....

## فصل اول

### دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم ایمنی تونلهای جاده‌ای

همگام با ازدیاد تونلهای جاده‌ای و افزایش تعداد وسایل نقلیه عبوری از این تونل‌ها مسئله افزایش خطرات و سوانح در داخل تونلها نیز روبه افزایش است. بسته بودن محیط تونلها، عواقب ناشی از تصادفات و سوانح را بسیار زیاد می‌کند. معمولاً نرخ تصادفات در داخل تونلها کمتر از نرخ تصادفات جاده‌ای می‌باشد، ولی به علت محدود بودن فضای داخل تونلها و احتمال بروز آتش‌سوزی می‌توان تونلها را محیط بسیار پرمخاطره‌ای دانست.

بروز آتش‌سوزی در فضای بسته تونل در مدت زمان اندکی دما را به شدت بالا می‌برد، همچنین دود و گازهای داغ ناشی از آتش، جان مسافران را تهدید می‌نماید. با توجه به مسائل گفته شده، لزوم بالا بردن سطح ایمنی تونلهای جاده‌ای از اهمیت والایی برخوردار است. در این فصل شرح خدمات مطالعات و طراحی سیستم ایمنی تونلهای جاده‌ای ارائه می‌گردد.

## ۱-۱-۱- مطالعات

### ۱-۱-۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات شامل میزان ترافیک، ارتفاع مجاز، سرعت طرح، نوع راه و وضعیت جاده‌های دسترسی

اطلاعات میزان ترافیک، ارتفاع مجاز و سرعت طرح بایستی از طرف اداره کل راه و ترابری منطقه‌ای که تونل در آن واقع شده است و یا از سازمان راهداری و حمل و نقل پایانه‌های کشور بصورت کتبی استعلام گردد.

### ۱-۱-۲- مطالعات اولیه، تعیین پارامترهای مختلف، کلاس‌بندی ایمنی تونل بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده

در این مرحله بر اساس نوع تونل، نوع ترافیک، طول تونل و میزان ترافیک عبوری، بر اساس روش کلاس‌بندی پیارک، دسته‌بندی ایمنی تونل را بایستی مشخص نمود. بدین منظور از جدول ۱-۱ استفاده می‌شود.

جدول ۱-۱ روش دسته‌بندی تونلها بر اساس استاندارد پیارک [۴]

نوع تونل	نوع ترافیک	میزان ترافیک (veh/day/lane)	طول تونل (Km)	کلاس تونل
تونل یک دهانه	ترافیک دو جهتی	$9000 \leq TV < 4500$	$L \geq 0/5$	۱
				۱
				۲
				۳
				۴
		$4500 \leq TV < 2000$	$1 \leq L < 3$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
تونل دو دهانه	ترافیک یک جهتی	$2000 \leq TV < 500$	$1 \leq L < 10$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
		$500 \leq TV < 200$	$10 \leq L < 20$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
تونل دو دهانه	ترافیک یک جهتی	$200 \leq TV < 50$	$20 \leq L < 40$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
		$50 \leq TV < 1250$	$40 \leq L < 60$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
تونل یک دهانه	ترافیک دو جهتی	$1250 \leq TV < 4500$	$60 \leq L < 90$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵
		$4500 \leq TV < 9000$	$90 \leq L < 120$	۱
				۲
				۳
				۴
				۵

### ۱-۳-۱- مطالعات میدانی

در این مرحله گروه طراحی بایستی با حضور در محل تونل مطالعات میدانی مورد نیاز جهت طراحی سیستم ایمنی تونل را انجام دهد، در این مرحله ساختار تونل از نظر:

#### - شکل هندسی مسیر تونل:

در این مرحله شکل هندسی مسیر تونل بایستی مورد بررسی قرار گرفته و بروفیل طولی تونل تهیه گردد.

#### - شب محروری تونل :

به منظور پیشنهاد سیستم زهکشی مناسب و همچنین کارکرد صحیح سیستم تهویه بایستی شب محروری تونل مورد بررسی قرار گیرد.

#### - شکل دهانه‌ها:

مشخصات هندسی، شکل ظاهری دهانه و فضای موجود قبل از دهانه بایستی بررسی و ابعاد هندسی به دقت اندازه‌گیری شود.

#### - مسیرهای فرار و خروجیهای اضطراری:

خروچیهای اضطراری و مسیرهای فرار بایستی مورد بررسی قرار گیرد و با توجه به ساختار تونل راههای فرار و خروجیهای اضطراری را پیش‌بینی کرد. (بندهای ۱-۲-۱ از راهنمای مطالعات و طراحی<sup>۱</sup>)

---

۱- راهنمای مطالعات و طراحی سیستم‌های ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونل‌های جاده‌ای از انتشارات پژوهشکده حمل و نقل می‌باشد.

### - پناهگاهها:

چنانچه امکان پیش‌بینی راه خروج اضطراری و مسیر فرار موجود نباشد بایستی امکان ایجاد پناهگاه در داخل تونل مورد بررسی قرار گیرد. (بند ۲-۱-۳ از راهنمای مطالعات و طراحی)

### - راههای دسترسی تیم نجات:

راههای احتمالی جهت دسترسی اضطراری تیم نجات بایستی مورد بررسی قرار گیرد. (بند ۲-۲ از راهنمای مطالعات و طراحی)

### - وجود تقاطع در داخل تونل :

وجود تقاطع‌های داخل تونل مورد بررسی قرار گیرد. (بند ۲-۲-۲ از راهنمای مطالعات و طراحی)

### - نوع رویه سطح راه:

یکی از پارامترهای مهم در طراحی روشنایی تونلها، نوع رویه سطح راه است که نوع دانه‌بندی و میزان انعکاس نور و همچنین دانه‌بندی سطح جاده از نظر جمع شدن مواد خطرناک و اشتعال زا بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

### - تجهیزات ایمنی و اضطراری موجود در تونل:

علاوه هشداردهنده، سیستم‌های ارتباطی، آشکارسازهای حریق، سیستم‌های اطفاء حریق، سیستمهای نظارتی و دیگر سیستم‌های موجود در تونل که بتوان در طراحی آتی سیستم ایمنی تونل مورد استفاده قرار گیرد بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

### - مقاومت ساختار و تجهیزات تونل در برابر آتش سوزی:

مقاومت ساختار تونل، کانالهای متنهی به آن و پناهگاهها در برابر آتش سوزی بایستی بطور دقیق مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین مقاومت تجهیزات ایمنی موجود در تونل که برای طرح آتی قابل استفاده است بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

#### ۱-۱-۴- مطالعه و بررسی ضرورت نصب سیستم ایمنی در تونل بر اساس کلاس‌بندی انجام شده و انتخاب تجهیزات ایمنی مورد نیاز

در این مرحله طراح بایستی با توجه به مطالعات انجام شده در مراحل قبل، ابتدا حداقل تجهیزات مورد نیاز برای تونل را بر اساس کلاس‌بندی انجام شده و اولویت‌های موجود طبق جدول ۲-۱ انتخاب نماید. نوع تجهیزات انتخابی و اولویت‌های آنها بایستی بصورت اجباری، پیشنهادی و اختیاری به کارفرما ارائه شود تا مورد تأیید اولیه قرار گیرد.

#### ۱-۱-۵- گرفتن تأییدیه کارفرما

در این مرحله بایستی لیستی از تجهیزات پیشنهادی و اولویت‌های آنها تهیه گردیده و تأییدیه کتبی آنها از کارفرما اخذ شود.

#### ۱-۲-۱- طراحی

این مرحله پس از تصویب مرحله اول توسط کار فرما به اجراء در می‌آید که از این مراحل تشکیل شده است:

#### ۱-۲-۱- تعیین مشخصات فنی تجهیزات انتخاب شده بر اساس استاندارد

در این مرحله بر اساس ویژگیهای خاصی که برای هر یک از اجزای سیستم ایمنی در فصل دوم ذکر گردید مشخصات فنی هر یک از اجزای پیشنهاد شده در بند ۳-۴ مشخص می‌گردد. مشخصات فنی تجهیزات ایمنی مورد استفاده در تونل و ویژگیهای ساختمانی مرتبط با ایمنی تونلها بر اساس استانداردهای مختلف که به تفصیل در فصل سوم اشاره شده است بایستی در انتخاب تجهیزات ایمنی مد نظر قرار گیرد. مزايا و معایب هر یک از تجهیزات انتخاب شده بایستی دقیقاً مشخص شده باشد.

جدول ۲-۱ حداقل تجهیزات اضطراری مورد نیاز برای تونلها [۴]

ملاحظات	کلاس ۵	کلاس ۴	کلاس ۳	کلاس ۲	کلاس ۱	نوع تجهیزات	گروه تجهیزات
	○	○	●	●	●	روشنایی پیاده روها	روشنایی و تغذیه
	■	○	●	●	●	روشنایی اضطراری و ایمنی	
	○	○	●	●	●	منابع تغذیه اضطراری	
	○	○	●	●	●	تلفن اضطراری	وسایل ارتباطی
	■	○	○	●	●	ارتباط رادیویی	
	■	○	○	●	●	بلند گو	
هر ۱۵۰ متر	○	○	●	●	●	ایستگاه اضطراری	
فقط برای تونلهای بالای ۱۰۰۰ متر	■	■	○	●	●	دوربین مدار بسته	
	■	■	○	●	●	تابلو های پیام متغیر	
	■	■	○	●	●	تجهیزات مسدود کردن تونل	مدیریت ترافیک
	■	■	■	○	○	تجهیزات متوقف کردن اتومبیلها در داخل تونل	
	■	■	○	○	●	کنترل اضافه ارتفاع	
	■	■	○	●	●	مرکز کنترل	
	■	■	○	●	●	آشکار ساز اتوماتیک حوادث	آشکار ساز حوادث
	■	■	○	●	●	آشکار ساز حریق	
	○	●	●	●	●	آلارم دستی	
	■	■	○	●	●	آلارم های اتوماتیک	
هر ۱۵۰ متر	■	○	●	●	●	تجهیزات اطفاء حریق	مدیریت حوادث
هر ۱۵۰ متر	■	○	●	●	●	آب پاش ها	
	○	○	●	●	●	منابع تأمین آب	
	■	■	○	●	●	مقاومت تجهیزات و ساختار تونل	مقاومت حرارتی تجهیزات

### ۲-۲-۱- گرفتن تأییدیه نوع و مشخصات فنی تجهیزات از کارفرما

مشخصات فنی تجهیزات انتخابی، نوع و کارخانه سازنده آنها بایستی به تأیید کارفرما رسیده باشد.

### ۳-۲-۱- مشخص نمودن نحوه نصب هر کدام از اجزای سیستم ایمنی و تعیین محل نصب با توجه به شرایط ذکر شده در استاندارد

در این مرحله طراح بایستی برای هر کدام از اجزای پیشنهادی محل نصب و روش نصب را بر اساس شرایط ذکر شده در استاندارد تعیین کرده و محدودیتهای موجود را با توجه به شرایط موجود در تونل و دیگر مشخصه‌های تونل ذکر نماید.

### ۴-۲-۱- تهیه نقشه‌های اجرایی و نقشه سیم‌کشی‌ها

در این مرحله پس از تعیین نوع تجهیزات و محل نصب آنها بایستی نقشه محل دقیق اجزاء با مقیاس مناسب تهیه گردد. همچنین نقشه‌های سیم‌بندی تجهیزات که کلیه ارتباط‌های هر کدام از اجزاء را نشان می‌دهد بایستی تهیه گردد. فاصله نصب و نحوه نصب تجهیزات حتی الامکان بایستی بر اساس توصیه‌های پیارک و پیشنهاد کارخانه سازنده تعیین گردد.

### ۵-۲-۱- تعیین نحوه عملکرد و کنترل سیستم‌های مختلف

در این مرحله بایستی نوع و روش کنترل تجهیزات ایمنی در شرایط مختلف بررسی و مشخص گردد. سیستم کنترلی تجهیزات بر اساس مطالب ۵-۲-۱ انتخاب گفته شده در بخش ۵-۲-۱ انتخاب گردد.

### ۱-۶-۲- طراحی منبع تغذیه الکتریکی سیستم

از آنجا که در سنسورها، تجهیزات ایمنی و سیستم‌های کنترلی سطوح مختلفی از ولتاژ که اغلب آنها DC هستند استفاده می‌شود، لذا بایستی سیستم تغذیه الکتریکی و تابلوهای توزیع آنها طراحی گردد.

### ۱-۲-۷- برآورد اقتصادی طرح بر اساس فهرست بها

در این مرحله پس از اتمام طراحی تمامی قسمتها و مشخص نمودن مصالح و تجهیزات مورد نیاز، مشاور بایستی برآورد اقتصادی طرح را بر اساس فهرست بهای رسمی، منتشره از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور استخراج نماید. لیست تمامی اقلام مورد نیاز همراه با هزینه خرید و نصب این تجهیزات بایستی در فهرست بها ذکر گردد. از نشریه فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات بر قی و همچنین فهرست بهای اینیه و غیره می‌توان در برآورد اقتصادی طرح بر اساس فهرست بها استفاده کرد. در پایان پس از انجام تمامی مراحل فوق بایستی قیمت کلی پیشنهادی، جهت اجرای طرح استخراج گردد تا بر اساس آن مناقصه برگزار گردد.



## فصل دوم

### دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم روشنایی تونل‌های جاده‌ای

هدف اصلی از تامین روشنایی تونل‌های جاده‌ای، ایجاد محیطی مناسب برای تردد وسایل نقلیه و اشخاص پیاده می‌باشد بطوری که دید سریع، دقیق، راحت در آنها امکان‌پذیر باشد. اینمنی و آسایش استفاده کننده از تونل، بدلیل تاریکی همواره در خطر است. مشاهده شده است که بیش از ۵۰ درصد مرگ‌ومیرهای مربوط به تونل در اثر کمبود نور و کاهش دید راننده بوده است. میزان تصادفات منجر به فوت بدلیل عدم تطابق در تونل افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که روشن کردن تونلها میزان تصادفات را به مقدار زیادی کاهش داده است.

اگر چه هزینه‌های مربوط به احداث تاسیسات روشنایی قابل توجه است ولی این هزینه‌ها، تا اندازه زیادی، از طریق صرفه‌جوئی‌هایی که به سبب پرهیز از تصادفات نصیب اجتماع خواهد شد جبران می‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد نسبت سود به هزینه روشنایی تونلها بسیار بالا است و از نظر اقتصادی احداث این سیستمها بخوبی قابل توجیه است. در این فصل شرح خدمات مطالعات و طراحی سیستم روشنایی تونل‌های جاده‌ای ارائه می‌گردد.

## ۱-۲- مطالعات مربوط به تونل

### ۱-۱-۲- جمع‌آوری اطلاعات شامل :

میزان ترافیک، ارتفاع مجاز، سرعت طرح، نوع راه و وضعیت جاده‌ای دسترسی به تونل. اطلاعات فوق بایستی از سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کل کشور و اداره کل راه و ترابری استان مربوطه بصورت کتبی استعلام شود.

### ۲-۱-۲- مطالعات اولیه و تعیین پارامترهای مختلف بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده شامل فاصله دید توقف (SSD) و فاصله نقطه تطابق

### ۳-۱-۲- مطالعات میدانی شامل :

اطلاعات هندسی، جغرافیائی، ساختاری و ثبت اطلاعات برداشت شده در فرم شماره ۱، تصحیح مقدار SSD بر اساس شرایط موجود در محل تونل، عکس برداری از روی نقطه SSD اندازگیری ابعاد هندسی تونل، نقشه‌برداری از تونل و راههای دسترسی به تونل، تعیین ضرایب انعکاس دیواره‌ها، سقف و سطح جاده مطالعه ساختار دیواره‌ها و سقف تونل از نقطه نظر نصب چراغها.

### ۴-۱-۲- مطالعه و بررسی روشنایی بر اساس طول تونل

بررسی لزوم نیاز به روشنایی تونل طبق استاندارد IES، CIE و موارد مندرج در نشریه ۱۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور.

### ۵-۱-۲- تعیین پارامترهای مختلف روشنایی تونل شامل :

- تعیین درخشندگی ناحیه دسترسی (L20) در دو طرف تونل با استفاده از روش شبکه (مطابق نشریه ۱۹۵ و عکس‌های تهیه شده از مطالعات میدانی)

- تعیین طول نواحی مختلف (آستانه، انتقال، داخلی، خروجی)
- تعیین روشنائی نواحی مختلف
- تعیین روشنائی راههای دسترسی به تونل
- تعیین محدوده ظاهر شدن اثر فلیکر

#### ۶-۱-۲ - تعیین مشخصات فنی چراغ

تعیین مشخصات فنی چراغ‌های مناسب جهت داخل و خارج تونل شامل مشخصات روشنائی، الکتریکی، فیزیکی. تهیه فایل کامپیوتری و دفترچه چراغ‌ها که به تأیید آزمایشگاه فنی روشنائی معتبر رسیده باشد.

#### ۷-۱-۲ - دریافت تاییدیه چراغ‌ها از کارفرما

تعیین مشخصات فنی چراغ‌های اضطراری مورد نیاز (با کارفرما هماهنگ شود).

#### ۸-۱-۲ - بررسی سیستم برق اضطراری

در این مرحله بایستی از کارفرما کتاب استعلام شود.

#### ۹-۱-۲ - بررسی و مقایسه روش‌های مختلف نصب چراغ در داخل تونل بسته به شکل و ساختار تونل و نوع چراغ

۱۰-۱-۲ - تعیین نحوه آرایش چراغها و تعیین ضرایب یکنواختی طولی و کلی بررسی اثرات فلیکر که آیا در خارج از محدود تعیین شده است یا خیر. (مراجعه به بند ۵-۲ از راهنمای مطالعات و طراحی در این مرحله با استفاده از اطلاعات مراحل قبل و وارد کردن داده‌ها در نرم افزار بهترین آرایش نصب چراغ بدست می‌آید.)

**۱۱-۱-۲- تعیین پله‌های روشنایی مورد نیاز برای روز آفتابی، صبح، غروب و شب**

## **۲-۲- طراحی مربوط به تونل**

خدمات این مرحله پس از تصویب مطالعات تونل شروع می‌شود که شامل موارد زیر است:

### **۱-۲-۲- تهیه نقشه آرایش چراغها**

بر اساس آرایش چراغهای تعیین شده در مرحله اول در محیط AUTO CAD چیدمان واقعی چراغها با مقیاس مناسب در داخل تونل مشخص می‌شود. در این مرحله سمبولی برای چراغ با اندازه واقعی چراغ در نظر گرفته می‌شود و هر چراغ مطابق آرایش تعیین شده شامل فاصله از دیوار، فاصله از ابتدای تونل، فاصله از سقف و غیره. نقشه آرایش چراغها بایستی کلیه اطلاعاتی را که در مورد نصب چراغها درتونل لازم است، شامل شود.

### **۲-۲-۲- تهیه نقشه سیم کشی‌ها**

در این مرحله بر اساس سطوح روشنایی مورد نیاز و پله‌های روشنایی ارائه شده به وسیله نرمافزار، هر تعداد از چراغها در یک مدار روشنایی قرار داده می‌شود و نقشه سیم کشی‌ها رسم می‌گردد.

### **۳-۲-۲- تعیین سطح مقطع کابلها و انتخاب کابل مناسب**

سطح مقطع کابل توسط جریان مجاز عبوری از سیم و حداکثر افت ولتاژ تعیین می‌شود. میزان افت ولتاژ مجاز طبق استاندارد نشریه ۱۱۰ برابر  $3$  درصد در محل ترمینال چراغ و حداکثر  $4$  درصد در روی سوکت لامپ در نظر گرفته می‌شود.

#### ۴-۲-۴- محاسبه توان مصرفی هر خط

با توجه به تعداد چراغی که بوسیله هر فیدر روشن می شود توان خط مربوطه محاسبه می گردد.

طراحی سیستم کنترل و نوشتمن نرم افزار مربوطه شامل :

الف - تعیین نوع و تعداد فتوسل های مورد نیاز و ارائه مشخصات فنی

ب - تعیین نوع PLC و ارائه مشخصات فنی (چنانچه از PLC استفاده شود)

ج - نوشتمن برنامه PLC

#### ۵-۲-۴- طراحی تابلوهای برق شامل :

- نقشه تک خطی مدار قدرت

- نقشه مدار فرمان

- تعیین مشخصات قطعات و ابعاد تابلوها

#### ۶-۲-۴- طراحی سیستم اتصال زمین شامل :

- طراحی سیستم اتصال زمین جهت رسیدن به مقاومت ۲ اهم

- ارائه نقشه های اجرایی

#### ۷-۷-۴- طراحی مدار توزیع نیرو، تعیین محل و نحوه نصب تابلوی های برق و تعیین مسیر

کابل های عبوری همراه با ارائه نقشه های اجرایی از محل پست تا تابلوهای برق

#### ۸-۲-۴- تعیین مسیر کابل کشی ها، مقطع، متراژ، نوع کابل، سازنده و ارائه نقشه های اجرایی

#### ۹-۲-۴- تعیین میزان برق مورد نیاز و تعیین ظرفیت پست های برق

#### ۱۰-۲-۴- طراحی پست های برق مورد نیاز

### ۱۱-۲-۲- برآورد مقادیر و هزینه‌ها

مقادیر و هزینه‌های اجرای کل سیستم بر اساس فهرست بهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با جزئیات کامل ارائه گردد.

### ۳-۲- مطالعات مربوط به سیستم روشنایی راه دسترسی به تونل

انجام مطالعات و طراحی روشنایی راههای دسترسی به تونل بر اساس استاندارد BS5489 (برای پارامتر روشنایی) و نشریه شماره ۱۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و سایر نشریات سازمان توانیر (برای سایر موارد) به شرح ذیل تهیه گردد.

### ۱-۳-۲- جمع آوری اطلاعات شامل

میزان ترافیک، سرعت طرح، نوع راه و ضعیت جاده اطلاعات فوق بایستی از سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کل کشور و اداره کل راه و ترابری استان مربوط بصورت کتبی استعلام شود.

### ۲-۳-۲- مطالعات میدانی

پاره‌ای از مشخصات راه، قبل و بعد از تونل توسط اندازه‌گیری در محل تعیین خواهد شد شامل:

- عرض معب، عرض شانه راه، تعداد لاین، عرض لاین و عرض رفوژ وسط
- نوع رویه، رنگ رویه و تعیین ضرایب مختلف انعکاس سطوح، با استفاده از نشریه ۱۹۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
- بررسی مسیر عبور برق فشار قوی از عرض راه و بررسی ایمنی نصب چراغها
- بررسی موضع موجود در مسیر نصب پایه چراغها

- نقشه برداری از مسیر راه دسترسی به تونل ( نقشه بایستی به تائید اداره کل راه و ترابری استان مربوطه برسد )

### ۳-۲-۳- تعیین ارتفاع نصب پایه‌ها

با توجه به نوع راه بایستی ارتفاع پایه مشخص گردد.

### ۴-۳-۲- تعیین نحوه نصب پایه‌ها شامل

نصب زیگزاگ، روبرو، یکطرف چپ، یکطرف راست. رفوژ وسط

### ۵-۳-۲- تعیین مشخصات فنی چراغ

- تعیین مشخصات فنی چراغهای مناسب جهت نصب روی پایه
- تعیین مشخصات روشنایی، الکتریکی و فیزیکی چراغ
- تهیه فایل کامپیوتری و دفترچه چراغ‌ها که به تائید آزمایشگاه فنی روشنایی معتبر رسیده باشد.
- تعیین ضریب نگهداری چراغ

### ۶-۳-۲- دریافت تائیدیه چراغ‌ها از کارفرما

### ۷-۳-۲- تعیین معیارهای طراحی روشنایی معابر با استفاده از اطلاعات بدست آمده شامل :

- میزان روشنایی سطح راه
- یکنواختی کلی
- یکنواختی طولی
- درصد خیرگی

### ۸-۳-۲- ارائه طرح روشنائی اولیه

در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار فاصله بین پایه چراغ‌ها، ارتفاع پایه و زاویه چراغ به نحوی که معیارهای طراحی روشنائی معابر را تامین نماید مشخص می‌شود.

### ۴-۲- طراحی مربوط به سیستم روشنائی راه دسترسی به تونل

خدمات این مرحله پس از تأیید و تصویب مرحله مطالعات آغاز می‌شود.

### ۴-۱- نقشه آرایش چراغها

نقشه آرایش چراغهای طراحی تایید شده بر روی نقشه نواری و مقطع عرضی باشیستی بطور کامل مشخص شود شامل نقطه شروع، محل پایه، فاصله پایه‌ها ( هم بصورت فایل کامپیوتری و هم روی کاغذ ).

### ۴-۲- طراحی پایه چراغ و فونداسیون‌های مربوطه شامل :

- طراحی پایه چراغ و فونداسیون‌ها بر اساس نشریه ۱۹۵ و دیگر استانداردها نظری آئین نامه

فولاد AISC و آئین نامه بتن ACI

- ارائه مشخصات و نقشه اجرائی پایه چراغها

- ارائه مشخصات و نقشه اجرائی فونداسیون

### ۴-۳- کابل کشی

- تعیین مسیر کابل کشی و نحوه اتصال به تابلو برق ( در صورت نیاز به عبور کابل

برق از عرض راه باشیستی روش عبور به همراه تمامی مشخصات ذکر گردد ).

- تعیین مقطع، متراز، نوع کابل، سازنده کابل

حدود مجاز جریان کابلهای زمینی مطابق با فصل ۱۴ نشریه ۱۹۵ در نظر گرفته شود  
حداکثر افت ولتاژ مجاز برای خطوط تغذیه تا پایه‌های روشنائی سه درصد و از پایه تا لامپ  
حداکثر یک درصد.

#### ۴-۴-۲- طراحی سیستم زمین (ارتینگ)

طراحی سیستم ارت جهت رسیدن به مقاومت حداکثر ۲ اهم همراه با نقشه‌های اجرائی.

#### ۴-۵-۲- طراحی سیستم کنترل

تعیین مشخصات فتوسل، محل نصب و نحوه نصب آن

#### ۴-۶-۲- برآورد مقادیر و هزینه‌ها

مقادیر و هزینه‌های اجرای کل سیستم بر اساس فهرست بهای سازمان مدیریت و  
برنامه‌ریزی کل کشور تعیین گردد.



## فصل سوم

### دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم تهويه تونلهای جاده‌ای

موضوع تهويه در تونلهای جاده‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در بیشتر تونلهای کشور بطور جدی و اصولی مدنظر قرار نگرفته است. از سوی دیگر با توجه به اهمیت تهويه از لحاظ سلامتی افراد اخیراً موضوع تهويه و ايمن سازی تونلهای حمل و نقل جاده‌ای در دستور کار وزارت راه و ترابری قرار گرفته است که فعالیت حاضر در این راستا می‌باشد. یکی از مهمترین عوامل آلودگی هوای تونلها در زمان بهره برداری، دود و گازهای ناشی از موتورهای درونسوز (احتراقی) و سائط نقلیه می‌باشد، بمنظور ریقیک کردن این گازها از روش‌های متفاوتی نظیر شیمیابی، طبیعی و مکانیکی استفاده می‌شود و معمولاً به دلیل هزینه بالا و نگهداری دشوار کمتر از روش شیمیابی کمک می‌گیرند. از آنجا که تونلهای جاده‌ای ایران در حال بهره‌برداری می‌باشند چنانچه تهويه طبیعی پاسخگو نباشد بايستی با استفاده از تهويه مکانیکی میزان آلودگی آنها را در حد مجاز کنترل نمود. چون اکثر کشورها هر کدام استانداردهای خاصی برای خود دارند، در سالهای اخیر کمیته پیارک (PIARC) اقداماتی جهت یکسان سازی ضوابط و استانداردها

بعمل آورده است. در این فصل شرح خدمات مطالعات و طراحی سیستم تهويه تونلهای جاده‌ای ارائه می‌گردد.

### ۱-۳-۱- مطالعات

خدمات این مرحله به شرح ذیل انجام می‌شود :

#### ۱-۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات

در این مرحله با مراجعه به محل تونل و یا با استفاده از نقشه‌ها و منابع موجود اطلاعات محیطی(جغرافیایی)، وضعیت هندسی تونل و وضعیت ترافیکی منطقه استخراج می‌شود.

#### ۱-۱-۱-۱- اطلاعات جغرافیایی

با مراجعه به سازمان جغرافیایی کل کشور نقشه‌های زیر را می‌توان تهیه کرد و از طریق سازمان هواسناسی و اندازه‌گیری در محل می‌توان موارد دیگر مذکور در این بند را مشخص نمود که اهم آنها عبارتند از :

- نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاسهای مختلف
- نقشه موقعیت در برگیرنده تونل (جهت تعیین طول و عرض جغرافیایی)
- نقشه زمین شناسی منطقه با مقیاس مورد نیاز
- تعیین محوری که تونل در آن واقع شده و فاصله دهانه خروجی و ورودی تا نزدیکترین شهر
- ارتفاع از سطح آبهای آزاد
- وضعیت دمای هوا در یرون تونل در ماههای سال
- تعیین سرعت متوسط بادهای محلی و جهت آن
- فشار هوا در منطقه

### ۲-۱-۱-۳- مشخصات هندسی تونل

با مراجعه به محل می‌توان پارامترهای زیر را اندازه‌گیری نمود :

- مقطع طولی تونل
- مقطع عرضی تونل
- طول تونل
- عرض مفید تونل
- ارتفاع تونل
- ارتفاع مجاز
- شب طولی تونل
- شب عرضی تونل
- سطح مقطع دهانه تونل
- بررسی پوشش، کف و دیوارهای

استخراج پارامترهای فوق بایستی بر اساس توصیه‌های وزارت راه و ترابری تهیه گردد.

### ۳-۱-۱-۳- اطلاعات ترافیکی

تعیین میزان تردد وسایل نقلیه بر اساس نوع وسیله نقلیه (سواری، مینی بوس، اتوبوس، وسایل سیک) ( کامیونت دو محوره، کامیون سه محوره، کامیون چهار محوره به بالا، وسایل نقلیه کشاورزی، موتور سیکلت و وسایل ترافیکی ) در محور رفت و برگشت تونل در ماههای مختلف، طی ۱۰ سال اخیر که طبق آمار سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور بایستی انجام گیرد. مشخصات ترافیکی مسیر باید بر اساس توصیه‌های وزارت راه و ترابری با توجه به درجه استفاده از راه تعیین گردد.

### ۳-۱-۲- بررسیهای اولیه امکانات موجود و احتیاجات طرح

در این مرحله با مراجعه به محل تونل امکانات موجود در تونل سیستمهای نصب شده قبلی تونل مورد بررسی قرار گرفته و میزان قابلیت استفاده از این تجهیزات درسیستم جدید مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم بذکر است که استفاده صحیح از امکانات موجود و تجهیزات نصب شده تونل گام مهمی در کاهش قیمت تمام شده طرح می‌باشد و بايستی مورد توجه طراحان و مجریان طرح قرار گیرد البته بايستی توجه داشت در برخی موارد جایگزین کردن و پیاده سازی کامل یک سیستم جدید از لحاظ اقتصادی و فنی به صرفه‌تر از تغییر و بازسازی سیستم موجود می‌باشد لذا بايستی هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ فنی این مسئله مورد ارزیابی قرار گیرد.

### ۳-۱-۳- مطالعات تهويه و پردازش داده‌های بدست آمده از مرحله اول

#### ۳-۱-۳-۱- تحلیل وضعیت ترافیک

اولین مرحله برای طراحی سیستم تهويه تمام تونلهایی که برای عبور و مرور وسائل نقلیه موتوری احداث می‌شوند، آگاهی از وضعیت ترافیک محور مربوطه در سالهای مختلف است. بطور کلی سازمان حمل و نقل پایانه‌های کشور، برای تبدیل انواع اتومبیل‌ها به معادل سواری با توجه به نوع وسیله نقلیه از ضرایبی استفاده می‌کند که بصورت خام در جدول ۱-۳ آمده است.

#### ۳-۱-۳-۲- تحلیل روند رشد ترافیک

در این مرحله پس از تهیه اطلاعات ترافیکی مربوط به ماههای مختلف و سالهای مختلف با استفاده از نرم افزار Excel داده‌ها را بر روی نمودار رسم نموده سپس با استفاده از یک تقریب خطی بطور مثال  $y=ax+b$  خط راستی را برداشده برآراش می‌دهیم و یا می‌توان بصورت تابعی بطور مثال نمائی برآراش داد و داده‌ها را تقریب زد. اصولاً باید تابعی را انتخاب

کرد که بیشترین ضریب همبستگی را داشته باشد ولی روش انتخابی بستگی به میزان دقت مورد نظر دارد با استفاده از این روش می‌توان پس از محاسبه روند رشد ترافیک میزان ترافیک را برای چند سال آینده تعیین کرد.

جدول (۱-۳) ضرایب معادل سواری انواع اتومبیل‌های موجود براساس نوع راه و منطقه

راههای چند خطه			راههای دو خطه			نوع راه
کوهستانی	تپه ماهور	هموار	کوهستانی	تپه ماهور	هموار	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	سواری
۳/۵	۲/۵	۱/۲	۴	۳	۱/۵	مینیبوس
۴/۵	۲/۸	۱/۴	۵/۵	۳/۵	۱/۷	اتوبوس
۱/۲	۱/۱	۱	۱/۳	۱/۲	۱/۱	کامیونت (واتت بار)
۴/۷	۳	۱/۶	۵/۷	۳/۷	۱/۹	کامیون دو محوره
۶	۳/۵	۱/۸	۷	۴/۵	۲/۲	کامیون سه محوره
۷	۴	۲	۸	۵	۲/۵	کامیون چهار محوره و بیشتر
۲	۱/۳	۱	۳	۲	۱/۳	وسایل نقلیه کشاورزی
۰/۹	۰/۷	۰/۵	۱	۰/۹	۰/۷	موتور سیکلت و دوچرخه
۹	۵	۲/۷	۱۲	۶	۲/۵	وسایل نقلیه ترافیکی

### ۱-۳-۳-۳- مطالعه روشهای محاسبه شدت جریان هوای تازه مورد نیاز تونل در مرحله بهره برداری بر اساس میزان آلودگی

در این مرحله با توجه به استانداردهای آلودگی تونل در کشورهای مختلف روشهای محاسبه شدت جریان هوای تازه مورد نیاز تونل مورد مطالعه قرار می‌گیرد و از بین روشهای مختلف یکی از روشهای را به عنوان مبنای محاسبات در نظر می‌گیریم با توجه به اینکه اخیراً

کمیته پیارک در کشورهای مختلف تشکیل شده است و تلاش می‌کند تا به عنوان یک مرجع استاندارد عمل نماید لذا توصیه می‌شود که محاسبه شدت جریان هوا بر اساس استاندارد پیارک مدنظر قرار گیرد که بطور کامل در راهنمای مطالعات و طراحی بررسی شده است.

### ۳-۱-۴-۳- مطالعه روشهای مختلف تهویه تونل با توجه به طبیعت و موقعیت تونل

در این مرحله با توجه به مطالعات صورت گرفته و بررسی وضعیت طبیعی و ساختمانی تونل و امکان بستن تونل برای مدتی وغیره امکان پیاده سازی روشهای مختلف تهویه تونل (طولی عرضی نیمه عرضی طبیعی وغیره) مورد بررسی قرار گیرد و روشهای قابل اجراء در تونل انتخاب می‌شود هدف از این مرحله محدود کردن دامنه بررسی و حذف روشهای غیرقابل اجراء می‌باشد. بدین وسیله می‌توان هزینه‌های طراحی در فاز بعد را کاهش داد.

### ۳-۱-۵-۳- مطالعه و بررسی میزان آلایندهای تخلیه شده از تونل به محیط زیست:

امروزه با توجه به ترافیک بالای راهها خصوصاً در نواحی شهری لازم است که بررسی کاملی در مورد میزان آلایندهای خروجی از تونل صورت بگیرد. در مناطق خارج از شهرها در صورتیکه دهانه تونل نزدیک مناطق حساس باشد این بررسی الزامی است.

### ۲-۳- طراحی

خدمات این مرحله که پس از تصویب مطالعات مرحله اول تونل شروع می‌شود شامل موارد زیر است :

### ۳-۲-۱- محاسبه شدت جریان هوای مورد نیاز تونل بر اساس میزان آلودگی

شدت جریان هوای لازم برای تهویه تونل، بر اساس استانداردهای مختلف که در فصل اول اشاره شد بایستی محاسبه گردد یعنی بایستی جریان هوای تازه مورد نیاز براساس

رقیق کردن گاز مونواکسید کربن، رقیق کردن دوده و همچنین بر اساس رقیق کردن اکسید های ازت محاسبه گردد در این میان بالاترین عدد بدست آمده بایستی مورد استفاده قرار گیرد. البته در بسیاری از موارد اگر شدت جریان هوا براساس رقیق کردن گاز مونواکسید کربن انجام گیرد شدت جریان حاصله برای رقیق کردن سایر گازها و نیز دوده حاصل از اتومیل های دیزلی نیز کافی خواهد بود. برای محاسبه هوای تازه مورد نیاز تونل همچنین می توان از رابطه های داده شده توسط پیارک در سال ۱۹۹۵ استفاده کرد جداول مورد نیاز جهت محاسبه، همچنین روش محاسبه هوای تازه مورد نیاز در فصل سوم اشاره شده است.

### ۲-۲-۳- طراحی سیستم تهويه با استفاده از روش های مختلف (طولی، نازل ساکاردو، نیمه عرضی، عرضی، طبیعی با دویل میانی و یا ترکیب روش های ذکر شده)

پس از محاسبه شدت جریان هوا مورد نیاز تونل جهت کاهش غلظت آلاینده ها در مرحله بعدی بایستی برای بدست آوردن هوای موردنیاز با استفاده از هر یک از روش های تهويه انتخاب شده دربخش ۳-۱-۳ سیستم تهويه را جداگانه طراحی کرد. در این مرحله تمامی اجزاء سیستم تهويه، تجهیزات مورد نیاز، سایز فن های مورد استفاده، محل نصب فن ها، محل حفر دویل ها و داکتهاي مورد نیاز، میزان توان مصرفی، نقشه تابلوها، میزان کابل مصرفی و سایر تجهیزات مورد نیاز بایستی مشخص شود تا بتوان در مرحله بعد سیستم مناسب را پیدا کرد.

### ۳-۲-۳- مطالعات و بررسی سیستم تهويه در زمان آتش سوزی

در این مرحله ابتدا سرعت بحرانی را محاسبه می کنیم و ظرفیت تهويه در هنگام آتش سوزی را بررسی کرده و در صورت نیاز حریق های احتمالی را شبیه سازی نموده و فشار دود، دما در تونل در فاز های گوناگون در حین تخلیه و نجات افراد و در مرحله اطفاء حریق را بررسی می نمائیم.

سپس چنانچه تونل در حال احداث می‌باشد نتایج شبیه سازی به تیم سازه تونل جهت استفاده از مصالح مناسب در کلیه بخش‌های تونل باستی اطلاع داده شود و در تونلهای در حال احداث باید مشخصات دقیق مسیرهای مناسب تخلیه افراد و محل نگهداری موقت آنها و برنامه‌های راهبردی در زمان حریق احتمالی برای نجات و تخلیه هرچه سریعتر افراد و خودروها و اطفاء هر چه سریعتر حریق تعیین گردد.

#### ۴-۲-۳ - مطالعات اقتصادی و انتخاب سیستم مناسب

مرحله بعدی توجیه اقتصادی هر یک از طرحهای داده شده و بررسی مزایا و معایب هر یک می‌باشد در این مرحله باستی با استفاده از قیمت داده شده توسط سازندگان تجهیزات و فهرست بهای داده شده توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی برآورد هزینه نهایی هر یک از طرحها محاسبه شده و اقتصادی‌ترین طرح انتخاب گردد.

در مرحله بعد باستی محدودیتهای فنی نصب هر یک از سیستمها را نیز مد نظر قرار داد محدودیتهای فنی، مشکلات نصب و موئاز سیستم در محل، محدودیتهای بهره برداری سیستم‌های تهويه، محدودیت سرویس، تعمیر و نگهداری سیستم، مدت زمان مورد نیاز جهت اجرای طرح (با توجه به لزوم بسته شدن تونل در حین اجرای طرح باستی پیش‌بینی لازم جهت تداوم عبور و مرور وسایط نقلیه از کنارگذرها صورت گیرد)، محدودیت انجام کارهای ساختمانی و حفاری و دیگر پارامترها در انتخاب بهترین طرح در نظر گرفته شوند گاهی به علت مسائل فنی در حین اجرای طرح، نمی‌توان اقتصادی‌ترین طرح را انتخاب نمود ولی به هر حال باستی انتخاب بهینه بین قیمت تمام شده طرح و مسائل فنی صورت گیرد.

#### ۴-۲-۴ - تعیین محل و نحوه نصب تجهیزات سیستم تهويه

پس از انتخاب بهترین و مناسب‌ترین سیستم تهويه باستی بصورت مفصل و دقیق نقشه‌ها و جزئیات طرح ارائه گردد با توجه به مطالب گفته شده در فصل چهارم در مورد تعیین

محل نصب تجهیزات تهويه، فاصله فن‌ها از همدیگر، فاصله اولین دسته فن‌ها از دهانه های توnel، محل دریچه‌ها، محل داکتهای مورد نیاز جهت تزریق هوای تازه یا مکش هوای آلوده بايستی موارد بصورت جزئی ارائه شوند. در مورد نحوه نصب سیستم نیز بايستی دقیقاً نحوه نصب جت فن‌ها، نگهدارنده های جت فن‌ها، کابل کشی سیستم و سایر مسائل فنی که در فصل چهارم به آن پرداخته شد کاملاً رعایت شوند.

#### ۶-۲-۳ - محاسبه توان مصرفي کل سیستم تهويه

در اين مرحله با استفاده از مشخصات فن‌های مورد استفاده و با به توجه به طراحی انجام شده توان مصرفي کل سیستم تهويه محاسبه می شود و با توجه محاسبات انجام شده سیستم تغذیه برق همچنین سطح مقطع کابلها و اندازه پست مورد نیاز سیستم بدست می آيد. البته در برآورد پست تغذیه بايستی سایر مصارف توnel از قبیل روشنایی، سیستم‌های کنترل روشنایی، مصرف کلی اطاق کنترل، سیستم‌های کنترل ترافیک، دوربین‌های مدار بسته، سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مرکز کنترل و سایر سیستم‌های منصوبه را مدنظر قرار داد همچنین زمینه توسعه آتی آن تجهیزات را باید در نظر گرفت.



## فصل چهارم

### دستور العمل مطالعات و طراحی سیستم کنترل و برق تونلهای جاده‌ای

همانطور که در فصول قبل اشاره گردید جهت بالا بردن ایمنی در تونلهای جاده‌ای بایستی تجهیزات و وسائل خاصی در تونل نصب گردد. کنترل و عملکرد صحیح و موقع این تجهیزات در بالا بردن ایمنی تونل، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به واقع سیستم کنترل وظیفه هماهنگی و نظارت بر کارکرد کل این مجموعه را به عهده دارد.

در کنار تقاضا برای بالا بردن ایمنی، یک سیستم باید از جهات دیگر نیز مناسب باشد، سیستم باید به گونه‌ای باشد که خللی در عملکرد آن اتفاق نیافتد. هر کدام از سیستم‌های نصب شده در تونل بعنوان دانه‌ای از زنجیر می‌باشند که با هم در ارتباط هستند، چنانچه هر یک از این قسمتها دچار نقص شود، کل مجموعه دچار مشکل خواهد شد. لذا هر کدام از سیستم‌ها باید دارای کیفیت بالایی باشد. علاوه بر آن ارتباط بین این تجهیزات و مرکز کنترل خود نیازمند دقت ویژه‌ای است و خطای هر کدام ممکن است اثر جدی بر کل مجموعه بگذارد. در این فصل شرح خدمات مطالعات و طراحی سیستم کنترل و برق تونلهای جاده‌ای ارائه می‌گردد.

## ۱-۴ - مطالعات

- جمع‌آوری اطلاعات شامل مشخصات جوی، مشخصات تونل، سیستم‌های منصوبه، نوع شبکه برق، ترافیک، محل نصب تجهیزات و وضعیت فعلی تونل.
- اطلاعات مربوطه به مشخصات تونل و سیستم‌های منصوبه و ارتفاع مجاز و غیره از سازمان راهداری و حمل و نقل پایانه‌های کشور و اداره راه منطقه‌ای که تونل در آن واقع است کتبًا استعلام گردد و یا با استفاده از طراحی‌های انجام شده شامل طراحی تهويه، روشنائی، سیستم‌های ایمنی اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شود.
- مطالعات اولیه و تعیین توان تقریبی سیستم‌های منصوبه و سیستم‌های آتی مورد نیاز با توجه به سیستم‌های پیشنهادی روشنائی، تهويه و ایمنی و بررسی تعداد ایستگاه‌های کنترل از راه دور و بررسی شیوه برق‌رسانی.
- مطالعات میدانی- در این مرحله گروه بايستی با حضور در محل تونل مطالعات میدانی مورد نیاز جهت طراحی سیستم کنترل و برق تونل را انجام دهد. با توجه به مطالعات انجام گرفته و مطالعات میدانی محل پست‌های برق، محل تابلوهای برق، محل دیزل ژنراتور و UPS، محل ایستگاه کنترل از راه دور و مرکز کنترل تونل مشخص می‌شود. در این طراح بايستی محل تجهیزات منصوبه و یا مورد نیاز آتی را مشخص نماید.
- محاسبه حدودی میزان برق مصرفی کل سیستم، بررسی بهترین رویه برای تهويه در شرایط مختلف، برآورد فضای مورد نیاز، تعیین محل ایستگاه کنترل از راه دور، مرکز کنترل و پیشنهاد سیستم کنترل مناسب بصورت دستی یا اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک گرفتن تاییدیه از کارفرما، جهت محل پست‌ها، محل اطاق کنترل، محل ایستگاه کنترل از راه دور، سیستم‌های کنترل مناسب و همچنین تاییدیه لیست تجهیزات نصب شده در تونل گرفته خواهد شد.

## ۲-۴- طراحی

این مرحله پس از تصویب مطالعات توسط کارفرما به اجرا در می‌آید که از مراحل زیر تشکیل شده است:

- محاسبه توان مصرفی هر یک از تجهیزات منصوبه در تونل
- محاسبه مجموع توان سیستم‌های کنترل، تهویه، روشنایی، ایمنی تونل، محاسبه توان مصرفی مرکز کنترل اطاق‌های کنترل از راه دور شامل سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی برای هر دهانه
- طراحی پست برق مناسب برای هر دهانه
- تعیین شیوه کنترل تهویه مناسب در زمان عادی براساس آلودگی و دید و با در نظر گرفتن موقعیت تونل و شب تونل، جهت ترافیک، فصول سال، ساعت شبانه‌روز و دیگر پارامترهای مؤثر که در بخش تهویه کاملاً شرح داده شده است. تعیین شیوه کنترل در زمان آتش‌سوزی براساس سناریوهای مختلف و موقعیت آتش در داخل تونل، تعیین مراحل مختلف استارت و سیکل خاموش، روشن شدن تهویه در شرایط عادی و آتش‌سوزی، تعیین فلوچارت مناسب سیستم کنترل تهویه. تعیین فلوچارت مناسب سیستم کنترل تهویه
- تعیین شیوه کنترل روشنایی، با توجه به روشنایی بیرون تونل (حداقل برای حالات صبح و غروب، روز آفتابی، روز ابری و شب) پیشنهاد روش کنترل با فتوسل و PLC فتوسل و یا بالومینانس متر
- تعیین سناریوهای مختلف ترافیکی و عملکرد سیستم کنترل در شرایط مختلف شامل موقعیتهایی که بایستی تونل یک طرفه شود، موقعیت‌های که بایستی بسته شود. وضعیت چراغهای دستورالعملی، تابلوهای پیام متغیر، راه بند، اضافه ارتفاع و غیره...

- تعیین مشخصات، تعداد و شرایط نصب دوربینها در داخل تونل با توجه به ساختار تونل عرض باند عبور، نوع ترافیک و مطالعات میدانی انجام شده، آشکارسازی حوادث و شیوه کنترل سیستم‌های مختلف در صورت اعلام خطر
  - تعیین نحوه پردازش اخطارهای دریافتی از سیستم‌های منصوبه و شیوه کنترل سیستم‌های مختلف
  - تعیین نحوه کنترل تلفنهای اضطراری و پیشنهاد سیستم کنترل مناسب در صورت برداشته شدن کپسول آتش‌نشانی منصوبه در جعبه اضطراری
  - تهیه دیاگرام خطی پست‌ها و سیستم توزیع نقشه تابلوهای توزیع. مشخص نمودن مشخصات فنی تجهیزات بکار رفته در تابلوها بر اساس استانداردهای معترض بین‌المللی
  - تعیین نوع و مشخصات فنی سیستم ارتباطی مورد استفاده جهت ارتباط اجزای مختلف سیستم کنترل
  - محاسبه توان نامی سیستم برق اضطراری مورد نیاز و مشخصات فنی آن شامل: UPS، ژنراتور و سیستم کنترل و سوییچینگ آن
  - تعیین فضای مورد نیاز برای استقرار سیستم‌های مختلف
  - تهیه نقشه‌های مربوطه
- در این مرحله پس از تعیین پست‌ها و تجهیزات مرکز کنترل، ایستگاههای کنترل از راه دور، نقشه محل دقیق اجزاء با مقیاس مناسب تهیه گردد. بلوک دیاگرام ارتباط بین اجزاء مختلف باستی تهیه گردد. نحوه نصب تجهیزات برق باستی براساس نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور مشخص شود.
- تعیین نحوه عملکرد کلی سیستم
- در این مرحله باستی فلورچات و نحوه کنترل کل تجهیزات در شرایط مختلف کاری مورد بررسی قرار گرفته تا مشکلات و خلل‌های احتمالی که در کارکرد سیستم‌ها بوجود خواهد آمد پیش‌بینی گردد.
- برآورد اقتصادی طرح براساس فهرست بها

## مراجع

- 1- H.Mashimo, State Of Road Tunnel Safety Technology In Japan, Public works research institute, Independent Administrative Institution, Tsukuba, Japan, 2001
- 2- European Commission Directorate General for Energy and Transport, Minimum Safety Requirment For Tunnels In Europen Network, 2000
- 3- FIT European Thematice Network, Fire Safe Designe, Road Tunnels, 2003
- 4- European Commission Directorate General for Energy and Transport, Annex I, 2002
- 5- European Commission Directorate General for Energy and Transport, Safety Equipment In Road Tunnels,2002
- 6- Piarce Commite On RoadTunnls, Fire And Smoke Control In Road Tunnels, World Road Association,1999
- 7- Plant Monitoring and Control, Volume 2, Section 2,Part 9,UK BD 78/99

-۸- سازمان برنامه و بودجه دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان توانیر " مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری " نشریه شماره ۱۹۵

- 9- BRITISH STANDARD, Road Lighting Part 7. Code of practice for the lighting of tunnels and underpasses, BS5489 Part 7, 1992
- 10- Ir. D. A. Schreuder, Road Lighting For Safety, Translated by : Adriana Morris
- 11- Research And Development Sector-Technical University,Sofia, Tunnel Lighting- Design&Control,2002
- 12- American National Standard Institute, American National Standard For Roadway Lighting Equipment – Tunnel lighting Luminaires, (ANSI C136.27), 1996

- ۱۳- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت راه و ترابری "آین نامه ایمنی راههای کشور"
- ۱۴- سازمان برنامه و بودجه دفترامور فنی و تدوین معیارهای، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی(نشریه شماره ۱۱۰)، جلد اول : تاسیسات برقی  
فشار ضعیف و فشار متوسط
- 15- Optical & Photometric Technology DPTUNNEL, Tunnel Lighting Programme Manual, 1995
- 16- Illuminating Engineering Society of North American (IESNA) ,Lighting Handbook Reference & Application, IESNA, Aug 1994
- 17- J. E. Kaufman., IES Lighting Handbook, Pub: Illuminating Engineering Society 1972
- 18- R.H.Simons , A. R. Beam, Lighting Engineering Applied Calculations  
Pub:PLAIUTA TREE 2001
- 19- Sermin Onaygil,önder Guler,Emre Erkin, Defermination of The Effects of Strnctural Properties on Tunnel Lighting With Examples Form Turkey, Tunnelling and Underground Space Technology 18(2003)85–91
- 20- Ahmed Al Amondi and Mohammed Salah Smiai, Lighting Tunnel Saudi Arabia, Energy Research Institute (ERI), King Abdulaziz City forScience and Technology (KACST),2003
- ۲۱- حسن کلهر، "مهندسی روشنائی"، ۱۳۶۶
- ۲۲- حسن کلهر، "مهندسی تأسیسات الکتریکی"، ۱۳۶۶
- ۲۳- حسن مدنی، "تونل سازی جلد دوم" (خدمات فنی)، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۷
- ۲۴- "آین نامه طرح هندسی راهها"، نشریه شماره ۱۶۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
- 25- John O.Bickel "Tunnel Engineering Hand book"  
Chapman & Hall ,1996
- 26- Committe on Road Tunnels "Vehicle Emissions air demand environment longitudinal ventilation" , PIARC 1995- 1999

- 27- PIARCCOMMITTEE ON ROAD TUNNELS: "Road Tunnels Emission, Ventilation Environment" ref. 05.02.B,1995/ COMITE AIPCR DES TUNNELS ROUTIERS: "Tunnels routiers: emissions, ventilation, environment", ref. 05.02.B, 1995.
- 28- PIARC COMMITTEE ON ROAD TUNNELS "Fire And Smoke Control In Road Tunnels"
- 29- Woods Air morement Company "Jet Foil & Larg JM Aerofoil Fans For Tunnel ventilation"
- 30- Witt & Sohn Company  
"Tunnel Ventilation "
- 31- Zitron Co . "Ventilation System For Tunnels (Set Fans)"
- 32- ASHRAE Standards Committee "Laboratory Methods Of Testing Fans For Rating" March 30, 1985
- 33- Sengupta, Mirtunjoy "Mine Environmental Engineering" 1990
- 34- Enk Henning Jan "Longitudinal Ventilation of Road Tunnels"  
Proceedings of Low Cost Road Tunnels Simposium, 1984
- 35- International Air Requirment on the Aero dynamics and Ventilation of Vehichle Tunnels. "Fresh Air Requirement For Road Tunnels"
- 36- Proceedings of Low Cost Road Tunnels Symposium "Longitudinal Ventilation system with Electrostatic Precipitator"
- 37- S.Nakamara,H.kawami,S.Sekino "Development of the ceiling type electrostatic precipitation system"(second report), Aerodynamics and Ventilation of vehicle.
- 38- PIARC COMMITTEE ON ROAD TUNNELS, Report to the XVLth World Road Congerss, Vienna (Austria), September 1979 / COMITE AIPCR DES TUNNELS ROUTIERS, rapport au Xyle Congres mondial de la Route, Vienne (Autrche), September 1979
- 39- PIARC COMMITTEE ON ROAD TUNNELS, Report to the XVllth World Road Congerss, Sydney (Australia), October 1983 / COMITE AIPCR DES TUNNELS ROUTIERS, rapport au Xvle Congres mondial de la Route, Sidney (Australie). October 1983

- 40-JAPAN ROAD ASSOCIATION: "Tunnel ventilation design guidelines", 1985.
- 41-PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE(PWRI):"Road Tunnel Technology In Japan",Technical Memorandum of PWRI n 3023, Japan,October 1991
- 42-RICHTLINIEN FUR DIE AUSSTATTUNG UND DEN BETRIEB VON STRABENTUNNELN (RABT), "Forschungsgesellschaft fur StraBen – und Verkehrswesen", Cologne (Germany), Issue 1994
- 43-ROYAL INSTITUTE OF ENGINEERS (KIVI): "Ventilation Of Road Tunnels", Netherland, July 1991
- 44-CENTRE D'ETUDES DES TUNNELS (CETU) "Dossier Pilate Des Dunnels" Document Equipements Section ventilation", France, to be published.
- 45-LACROIXD. : "New French recommendations for fire ventilation in road tunnels", 9th International Conference on Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels, Aosta (Italy), October 1997
- 46-FORCHUNGSGESELLSCHAFT FUR DAS VERDEHR UND STRASSENWESEN (FVS). RVS 9261, 9262, "Design guidelines tunnel ventilation", Austria, 1997
- 47-NORDISK VEJTEKNISK FORBUND (NVF) – Sub Committee 61 - "Ventilation of road tunnels", Report n 6:1993, English translation 1995
- 48-PUBLIC ROADS ADMINISTRATION: "Norwegian design guide – Road Tunnels", Norway, December 1990
- 49-SWEDISH NATIONAL ROAD ADDMINISTRATION: "Tunnel 95 – General Technical Specification", Publ. 1995: 32E, Sweden, 1996
- 50-RHODES N.: "Smoke Modelling", Proceedings of the One Day Seminar on Smoke and Critical Velocity in Tunnels. Organised and sponsored by Independent Technical Conferences Ltd., London (UK), April 1996.
- 51-OKAY., ATKINSON G.: "Control of Smike Flow in tunnel fires", Fire Safety Journal, Vol. 25, pp. 305 – 322, 1995
- 52-LACROIX K., CHASSE P., MULLER T.: "Small Scale Study Of Smoke trap Door System", 8th International Symopsis on

- Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels, Liverpool (UK), pp. 409 – 438. July 1994
- 53- Mc Pherson , Malcolm J (1993) Subsurface Ventilation And Environmental Engineering Chapman And Hall
- 54- Hartman John “Main Ventilation And Air Conditioning”
- 55- Willy & Sons [20]

۵۶- حسن مدنی ”تونل سازی جلد دوم: خدمات فنی“ ، نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر زمستان

۱۳۷۸

- ۵۷- فریدون سیحانی ”بررسی تهویه تونلها“
- ۵۸- کارل پوخر ”اثر سیستم تهویه بر طراحی تونل“ ۱۹۸۴
- ۵۹- پیمان شفاقی، محمد رضا محرر ”بررسی وضعیت تونل کندوان“ (۱۳۶۷)
- ۶۰- بخش تحقیقات شرکت زیست اندیش پیشگام ”عوارض ناشی از گازهای سمی بر بدن انسان و حدود استاندارد این گازها“

61- J.Armstrong, E.C Bennett, R.D Matthews: Three-dimensional “Flows In a Circular Sencction Tunnel Due To Jet Fans” , Aerodynamic and ventilation of Vehicle Tunnels, BHR Group, Cranfield , Bedford, 1994

62- S.Nakamura,H.Kawakami,S.Sekino,A.SHimokawa,A.Mizuno: “Development of the Ceiling Type Electrostatic Precipitation System” (second report) Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels, BHR Grop , Cranfield ,Bedford. 1994

63- A.Glerum, L.Swart ,etal: “Ventilation Of Road Tunnels”, Royal Institute of Engineers (KIVI), Minisity of Transpotr, Public Works and Water Management, july 1991

64- A.Haerter, W. Meyeroltmanns, etal. “Ueberprufung Der Bemessungsgrundlagen Fur Fie Be-und Entluftung” von stadtischen Strassentunneln im Hinblick auf die Verringerung der Schadstoffemissionen bei den Kraftfahrzeugen,Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 638,1993

- 65- Akisato MIZUNO and Tomoaki OKUBO, Kogakuin University, Tokyo, Japan “ Is Ventilation Control For Longitudinal System Difficult”
- 66- CADET energy efficiency co  
“Tunnel Ventilation Control System”
- 67- By:Sick Optic electric“Traffic Management And Control”, GB11-SW-04.08.97
- 68- 11th international Symposium On  
“Aerodynamics & Ventilation of Vehicle Tunnels volume 1 “(2003)
- 69- 11th International Symposium on  
“Aerodynamics & Ventilation of Vehicle Tunnels volume 2” (2003)
- 70- TOSHIBA Electronic Co  
“VF Inverter TOSVERT”
- ٤٦ - کنفرانس تونل دانشکده فنی تهران، "مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس تونل ایران" ٧ تا ١٣٨٠ آبان ٩
- ٤٧ - کنفرانس تونل دانشکاه صنعتی امیرکبیر، "مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس تونل ایران" تیرماه ١٣٧٧
- ٤٨ - دکتر محمد جواد جعفری، "تهویه صنعتی ، انتشارات آشتی" ١٣٨١
- ٤٩ - معاونت آموزش تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری، "آیین نامه ایمنی راهها"
- ٥٠ - دکتر محمد جواد جعفری و همکاران، "کنفرانس ترکیه ، استانبول ٢٠٠٢"

**Fire Simulation**  
A Challenge for better Tunnel Ventilation Design.

# فهرست انتشارات

عنوان	تاریخ انتشار	قیمت (ریال)
<b>الف) پژوهه‌های تحقیقاتی</b>		
۱. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی	بهار	۸۳
۲. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظتها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها	بهار	۸۳
۳. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه آهن بدون بالاست	بهار	۸۳
۴. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتونی و آسفالتی	بهار	۸۳
۵. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور	زمستان	۸۳
۶. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماسیک	بهار	۸۴
۷. راهنمای طراحی و ایمنسازی پایه عالم راه	بهار	۸۴
۸. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پژوهه‌های راه و راهآهن	تابستان	۸۴
۹. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راهآهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)	تابستان	۸۴
۱۰. روش‌های جدید طرح مخلوطهای آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور	تابستان	۸۴
۱۱. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها	تابستان	۸۴
۱۲. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید	تابستان	۸۴
۱۳. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ریلی	پاییز	۸۴
۱۴. ظرفیت باربری محوری شمعها	زمستان	۸۴
۱۵. تثبیت شب شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداریها	بهار	۸۵
۱۶. روش‌های نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه	بهار	۸۵
۱۷. طرح ضوابط مخلوطهای آسفالتی برای مناطق گرم‌سیر، سردسیر و شبیهای تند جاده‌ها	بهار	۸۵
۱۸. روش‌های بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران	بهار	۸۵
۱۹. ارائه روش‌های ساماندهی فعالیت عوارضی در آزادراههای کشور	بهار	۸۵

۲۰. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوطهای آسفالتی  
۲۱. مدیریت پل

**ب) گزارش‌های تخصصی**

- |        |    |         |   |
|--------|----|---------|---|
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | تایستان | ۱. ممیزی ایمنی راه  |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز   | ۲. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستیلها   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز   | ۳. راهنماییهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه                               |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز   | ۴. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۲ | پاییز   | ۵. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه                                   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۶. ایمنی در تونلهای راه   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۷. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس  |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۸. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۹. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۰. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل و نقل عمومی                              |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۱. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۲. روشهای مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه   |
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۳. قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازویل)                                       |
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۴. سیاست حمل و نقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۵. مبانی تحلیل اقتصادی   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۶. گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP  |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | بهار    | ۱۷. راهنمای ممیزی ایمنی راه   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | تابستان | ۱۸. راهنمای فیلم‌های IRF  |
| ۱۶/۰۰۰ | ۸۳ | تابستان | ۱۹. انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدودش و شرایط آب و هوایی سخت  |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | تابستان | ۲۰. راههای دسترسی به مناطق برون شهری  |
| ۱۱/۰۰۰ | ۸۳ | تابستان | ۲۱. روشهای ساده نگهداری راه   |
| ۱۰/۰۰۰ | ۸۳ | تابستان | ۲۲. تجهیزات اتوماتیک پررسی ترک خوردگی، روسازی راه                                   |

۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۳. ارتفاع و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۴. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۵. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۶. بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۷. حمل و نقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۸. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۹. تقسیم مسؤولیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۰. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل و نقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۱. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۲. روشهایی برای ارزیابی خطر و قوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۳. روشهای ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۴. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۵. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
۳۶. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیت‌های			مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۷. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۸. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۹. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۴۰. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی- اقتصادی در مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۱. حمل و نقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل و نقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۲. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۳. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۴. بررسی توسعه حمل و نقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۵. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۶. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۷. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۸. حمل و نقل کالا

## ۴۹. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP

۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۰. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده در خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۱. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۲. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۳. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۴. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۵. مدیریت عملکرد پلها
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۶. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل و نقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۷. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۸. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۵۹. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۰. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)
۲۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۱. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)
۱۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۲. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۳. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۴. معرفی سیستم مدیریت ریسک
۱۲/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۵. تعمیر و مقاوم سازی زیرسازه پلها
۲۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۶. الگوی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری تونلهای جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۷. مدیریت ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۸. مطالعه‌ای بر مدیریت ریسک در راهها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۹. گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۰. ارزیابی و تأمین بودجه نگهداری راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۱. حفاظت کاتدیک عرضه پلها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۲. روش‌های بهبود ایمنی در راههای بین شهری

## ج) کتب

۱۵/۰۰۰	۸۳	تایستان	۱. فرهنگ جامع دریابی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تایستان	۲. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۷/۰۰۰	۸۳	تایستان	۳. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴. راهنمای ایمنی راه (پیارک)
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	۵. فرهنگ مصور دریابی (همراه با نسخه الکترونیک)

## د) خصوصیات

۵۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۱. آین نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار و سایل نقلیه باربری جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۴	زمستان	۲. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌هادر پل و سازه‌های راه
			۳. دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کترل و
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	برق تونلهای جاده‌ای
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۴. دستورالعمل آزمایش‌های استاتیکی شمع‌ها
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۵. دستورالعمل تحويل موقع و قطعی راهها

## ه) لوح فشرده

۲۴/۵۰۰	۸۳	پاییز	۱. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۲۴/۵۰۰	۸۳	زمستان	۲. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
(قیمت واحد)			۳. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات DRI , VTI ,SWOV NCHRP, در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۲۴/۵۰۰	۸۴	بهار	۴. آین نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)
۴۷/۵۰۰	۸۴	پاییز	۵. آین نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریابی ایران

Ministry of Roads and Transportation  
Deputy of Education Research and Technology

***Instruction of Road Tunnel Systems***  
***(Safety, Lighting, Ventilation, Power and Control)***  
***(Description and Design Procedure)***