

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

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- طراحی.....
۶	۱-۲-۱- تعیین مشخصات فنی تجهیزات انتخاب شده بر اساس استاندارد.....
۸	۱-۲-۲- گرفتن تأییدیه نوع و مشخصات فنی تجهیزات از کارفرما.....
۸	۱-۲-۳- مشخص نمودن نحوه نصب هر کدام از اجزای سیستم ایمنی و تعیین محل نصب با توجه به شرایط ذکر شده در استاندارد.....
۸	۱-۲-۴- 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
- ۱۱ فصل دوم- دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم روشنایی تونل‌های جاده‌ای
- ۱۲ ۱-۲-۱- مطالعات مربوط به تونل
- ۱۲ ۱-۱-۲- جمع‌آوری اطلاعات
- ۱۲ ۲-۱-۲- مطالعات اولیه و تعیین پارامترهای مختلف
- ۱۲ ۳-۱-۲- مطالعات میدانی
- ۱۲ ۴-۱-۲- مطالعه و بررسی روشنایی بر اساس طول تونل
- ۱۲ ۵-۱-۲- تعیین پارامترهای مختلف روشنایی 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 روشنایی مورد نیاز
- ۱۴ ۲-۲- طراحی مربوط به تونل
- ۱۴ ۱-۲-۲- تهیه نقشه آرایش چراغها
- ۱۴ ۲-۲-۲- تهیه نقشه سیم کشی‌ها
- 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

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

۲۱	فصل سوم- دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم تهویه تونل‌های جاده‌ای.....
۲۲	۱-۳- مطالعات
۲۲	۱-۱-۳- جمع‌آوری اطلاعات
۲۴	۲-۱-۳- بررسی‌های اولیه امکانات موجود و احتیاجات طرح.....
۲۴	۳-۱-۳- مطالعات تهویه و پردازش داده های بدست آمده از مرحله اول.....
۲۶	۲-۳- طراحی.....
۲۶	۱-۲-۳- محاسبه شدت جریان هوای مورد نیاز تونل بر اساس میزان آلودگی.....
۲۷	۲-۲-۳- طراحی سیستم تهویه با استفاده از روشهای مختلف.....
۲۷	۳-۲-۳- مطالعات و بررسی سیستم تهویه 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 تهویه.....
۲۹	۶-۲-۳- محاسبه توان مصرفی کل سیستم تهویه.....
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- مطالعات

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 حمل‌ونقل 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 جهته	$TV \geq 9000$	$L \geq 0.5$	۱
		$4500 \leq TV < 9000$	$L \geq 3$	۱
			$1 \leq L < 3$	۲
			$0.5 \leq L < 1$	۳
		$2000 \leq TV < 4500$	$L \geq 6$	۱
			$3 \leq L < 6$	۲
	$1 \leq L < 3$		۳	
	$0.5 \leq L < 1$		۴	
	$500 \leq TV < 2000$		$L \geq 10$	۱
			$3 \leq L < 10$	۲
		$1 \leq L < 3$	۳	
		$0.5 \leq L < 1$	۴	
تونل دو دهانه	ترافیک یک جهته	$TV < 500$	$L \geq 20$	۱
		$TV < 500$	$10 \leq L < 20$	۲
			$3 \leq L < 10$	۳
			$1 \leq L < 3$	۴
			$0.5 \leq L < 1$	۵
		$TV \geq 12500$	$L \geq 0.5$	۱
	$9000 \leq TV < 12500$		$L \geq 1$	۱
			$0.5 \leq L < 1$	۲
			$4500 \leq TV < 9000$	$L \geq 3$
	$1 \leq L < 3$			۲
	$0.5 \leq L < 1$			۳
	$2000 \leq TV < 4500$	$L \geq 6$		۱
$1 \leq L < 6$		۲		
$0.5 \leq L < 1$		۳		
$TV < 2000$		$L \geq 6$	۱	
	$3 \leq L < 6$	۲		
	$1 \leq L < 3$	۳		
	$0.5 \leq L < 1$	۴		

۳-۱-۱- 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 پروفیل طولی تونل تهیه گردد.

- شیب محوری تونل:

به منظور پیشنهاد سیستم زهکشی مناسب و همچنین کارکرد صحیح سیستم تهویه بایستی شیب محوری 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:

خروجیهای اضطراری و مسیرهای فرار بایستی مورد بررسی قرار گیرد و با توجه به ساختار تونل راههای فرار و خروجیهای اضطراری را پیش‌بینی کرد. (بند ۲-۲-۱ از راهنمای مطالعات و طراحی^۱)

۱- راهنمای مطالعات و طراحی سیستم‌های ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونل‌های جاده‌ای از انتشارات پژوهشکده حمل‌ونقل 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 ۲-۲-۱-۳ از راهنمای مطالعات و طراحی)

- راههای دسترسی تیم نجات:

راههای احتمالی جهت دسترسی اضطراری تیم نجات بایستی مورد بررسی قرار گیرد. (بند ۲-۲-۲ 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:

علائم 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 منتهی 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.

۴-۱-۱- 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.

۵-۱-۱- گرفتن تأییدیه کارفرما

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

۲-۱- طراحی

این مرحله پس از تصویب مرحله اول توسط کارفرما 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. مزایا و معایب هر یک از تجهیزات انتخاب شده بایستی دقیقاً مشخص شده باشد.

جدول ۱-۲ 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	
	■	■	■	○	○	تجهیزات متوقف کردن اتومبیلها در داخل تونل	مدیریت ترافیک
	■	■	○	○	●	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

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

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

۱-۲-۳- 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.

۱-۲-۴- 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.

۱-۲-۵- 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 گفته شده در بخش ۲-۵ انتخاب گردد.

۱-۲-۶- 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 برقی و همچنین فهرست بهای ابنیه 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. ایمنی 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 صرفه‌جویی‌هایی 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 حمل‌ونقل جاده‌ای کل کشور و اداره کل راه و ترابری استان مربوطه بصورت کتبی استعلام شود.

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

۱-۳-۱- مطالعات میدانی شامل:

اطلاعات هندسی، جغرافیایی، 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، اندازه‌گیری 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.

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

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

۱-۵-۱-۲- 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 تائید 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 کتباً 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 ۲-۵ 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).

۲-۱-۱۱- 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:

۲-۲-۱- 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 سمبلی 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 در تونل 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.

۲-۲-۳- 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 ۳ درصد در محل ترمینال چراغ و حداکثر ۴ درصد در روی سوکت لامپ در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲-۲- محاسبه توان مصرفی هر خط

با توجه به تعداد چراغی که بوسیله هر فیدر روشن می‌شود توان خط مربوطه محاسبه می‌گردد.

طراحی سیستم کنترل و نوشتن 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 - نوشتن برنامه PLC

۵-۲-۲- طراحی تابلوهای برق شامل :

- نقشه تک خطی مدار قدرت
- نقشه مدار فرمان
- تعیین مشخصات قطعات و ابعاد تابلوها

۶-۲-۲- طراحی سیستم اتصال زمین شامل :

- طراحی سیستم اتصال زمین جهت رسیدن به مقاومت ۲ اهم
- ارائه نقشه‌های اجرایی

۷-۷-۲- طراحی مدار توزیع نیرو، تعیین محل و نحوه نصب تابلوهای برق و تعیین مسیر

کابل‌های عبوری همراه با ارائه نقشه‌های اجرایی از محل پست تا تابلوهای برق

۸-۲-۲- تعیین مسیر کابل کشی‌ها، مقطع، متراژ، نوع کابل، سازنده و ارائه نقشه‌های اجرایی

۹-۲-۲- تعیین میزان برق مورد نیاز و تعیین ظرفیت پست‌های برق

۱۰-۲-۲- طراحی پست‌های برق مورد نیاز

۲-۲-۱۱- برآورد مقادیر و هزینه‌ها

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

۲-۳- 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.

۲-۳-۱- جمع‌آوری اطلاعات شامل

میزان ترافیک، سرعت طرح، نوع راه وضعیت جاده
اطلاعات فوق بایستی از سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل 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 معبر، عرض شانراه، 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 موانع 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)

۲-۳-۳- تعیین ارتفاع نصب پایه‌ها

با توجه به نوع راه بایستی ارتفاع پایه مشخص گردد.

۲-۳-۴- تعیین نحوه نصب پایه‌ها شامل

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

۲-۳-۵- 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

۲-۳-۶- دریافت تائیدیه چراغ‌ها از کارفرما

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

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

۲-۳-۸- ارائه طرح روشنایی اولیه

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

۲-۴- طراحی مربوط به سیستم روشنایی راه دسترسی به تونل

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

۲-۴-۱- نقشه آرایش چراغها

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

۲-۴-۲- طراحی پایه چراغ و فونداسیون های مربوطه شامل :

- طراحی پایه چراغ و فونداسیونها بر اساس نشریه ۱۹۵ و دیگر استانداردها نظیر آئین‌نامه فولاد AISC و آئین نامه بتن ACI
- ارائه مشخصات و نقشه اجرائی پایه چراغها
- ارائه مشخصات و نقشه اجرائی فونداسیون

۲-۴-۳- کابل کشی

- تعیین مسیر کابل کشی و نحوه اتصال به تابلو برق (در صورت نیاز به عبور کابل برق از عرض راه بایستی روش عبور به همراه تمامی مشخصات ذکر گردد).
- تعیین مقطع، مترژ، 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 روشنایی سه درصد و از پایه تا لامپ حداکثر یک درصد.

۲-۴-۴- طراحی سیستم زمین (ارتینگ)

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

۲-۴-۵- طراحی سیستم کنترل

تعیین مشخصات فتوسل، محل نصب و نحوه نصب آن

۲-۴-۶- برآورد مقادیر و هزینه‌ها

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

فصل سوم

دستور العمل مطالعات و طراحی سیستم تهویه تونل‌های جاده‌ای

موضوع تهویه در تونل‌های جاده‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در بیشتر تونل‌های کشور بطور جدی و اصولی مد نظر قرار نگرفته است. از سوی دیگر با توجه به اهمیت تهویه از لحاظ سلامتی افراد اخیراً موضوع تهویه و ایمن 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 رقیق کردن این گازها از روش‌های متفاوتی نظیر شیمیایی، طبیعی و مکانیکی استفاده می‌شود و معمولاً به دلیل هزینه بالا و نگهداری دشوار کمتر از روش شیمیایی کمک می‌گیرند. از آنجا که تونل‌های جاده‌ای ایران در حال بهره‌برداری می‌باشند چنانچه تهویه طبیعی پاسخگو نباشد بایستی با استفاده از تهویه مکانیکی میزان آلودگی آنها را در حد مجاز کنترل نمود. چون اکثر کشورها هر کدام استانداردهای خاصی برای خود دارند، در سال‌های اخیر کمیته پی‌آر‌سی (PIARC) اقداماتی جهت یکسان‌سازی ضوابط و استانداردها

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

۱-۳- مطالعات

خدمات این مرحله به شرح ذیل انجام می‌شود:

۱-۱-۳- 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.

۱-۱-۱-۳- اطلاعات جغرافیایی

با مراجعه به سازمان جغرافیای کل کشور نقشه‌های زیر را می‌توان تهیه کرد و از طریق سازمان هواشناسی 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 بیرون تونل در ماههای سال
- تعیین سرعت متوسط بادهای محلی و جهت آن
- فشار هوا در منطقه

۳-۱-۱-۲- مشخصات هندسی تونل

با مراجعه به محل می توان پارامترهای زیر را اندازه گیری نمود :

- مقطع طولی تونل

- مقطع عرضی تونل

- طول تونل

- عرض مفید تونل

- ارتفاع تونل

- ارتفاع مجاز

- شیب طولی تونل

- شیب عرضی تونل

- سطح مقطع دهانه تونل

- بررسی پوشش، کف و دیواره ها

استخراج پارامترهای فوق بایستی بر اساس توصیه های 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 سبک) 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 پایانه های کشور بایستی انجام گیرد. مشخصات ترافیکی مسیر باید بر اساس توصیه های 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 در سیستم 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 بایستی مورد توجه طراحان و مجریان طرح قرار گیرد البته بایستی 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 بایستی هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ فنی این مسئله مورد ارزیابی قرار گیرد.

۳-۱-۳- مطالعات تهویه و پردازش داده های بدست آمده از مرحله اول

۳-۱-۳-۱- تحلیل وضعیت ترافیک

اولین مرحله برای طراحی سیستم تهویه تمام تونلهایی که برای عبور و مرور وسایل 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 بر داده‌ها برازش می‌دهیم و یا می‌توان بصورت تابعی بطور مثال نمائی برازش 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 نوع وسیله نقلیه
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 (وانت 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	۳/۵	وسایل نقلیه ترافیکی

۳-۳-۱-۳- 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 روشها 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.

۳-۱-۳-۴- 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 و غیره امکان پیاده سازی روشهای مختلف تهویه تونل (طولی عرضی نیمه عرضی طبیعی و غیره) 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.

۳-۱-۳-۵- 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.

۳-۲- 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 بر اساس رقیق کردن گاز مونواکسید کربن انجام گیرد شدت جریان حاصله برای رقیق کردن سایر گازها و نیز دوده حاصل از اتومبیل 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.

۳-۲-۲- طراحی سیستم تهویه با استفاده از روشهای مختلف (طولی، نازل ساکاردو، نیمه عرضی، عرضی، طبیعی با دوپل میانی و یا ترکیب روشهای ذکر شده)

پس از محاسبه شدت جریان هوای مورد نیاز تونل جهت کاهش غلظت آلاینده ها در مرحله بعدی بایستی برای بدست آوردن هوای مورد نیاز با استفاده از هر یک از روشهای تهویه انتخاب شده در بخش ۳-۳-۱-۳ سیستم تهویه را جداگانه طراحی کرد. در این مرحله تمامی اجزاء سیستم تهویه، تجهیزات مورد نیاز، سایز فن های مورد استفاده، محل نصب فن ها، محل حفر دوپل ها و داکتهای 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 تهویه در زمان آتش سوزی

در این مرحله ابتدا سرعت بحرانی را محاسبه می کنیم و ظرفیت تهویه 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 فازهای گوناگون در حین تخلیه و نجات افراد و در مرحله اطفاء حریق را بررسی می نمایم.

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

۳-۲-۴- 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 بایستی با استفاده از قیمت داده شده توسط سازندگان تجهیزات و فهرست بهای داده شده توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی بر آورد هزینه نهایی هر یک از طرحها محاسبه شده و اقتصادی ترین طرح انتخاب گردد.

در مرحله بعد بایستی محدودیتهای فنی نصب هر یک از سیستمها را نیز مد نظر قرار داد محدودیتهای فنی، مشکلات نصب و مونتاژ سیستم در محل، محدودیتهای بهره برداری سیستمهای تهویه، محدودیت سرویس، تعمیر و نگهداری سیستم، مدت زمان مورد نیاز جهت اجرای طرح (با توجه به لزوم بسته شدن تونل در حین اجرای طرح بایستی 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 اقتصادی ترین طرح را انتخاب نمود ولی به هر حال بایستی انتخاب بهینه بین قیمت تمام شده طرح و مسائل فنی صورت گیرد.

۳-۲-۵- تعیین محل و نحوه نصب تجهیزات سیستم تهویه

پس از انتخاب بهترین و مناسبترین سیستم تهویه بایستی 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 تهویه، فاصله فن‌ها از همدیگر، فاصله اولین دسته فن‌ها از دهانه های تونل، محل دریچه‌ها، محل داکتهای مورد نیاز جهت تزریق هوای تازه یا مکش هوای آلوده بایستی موارد بصورت جزئی ارائه شوند. در مورد نحوه نصب سیستم نیز بایستی 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.

۳-۲-۶ - محاسبه توان مصرفی کل سیستم تهویه

در این مرحله با استفاده از مشخصات فن‌های مورد استفاده و با توجه به طراحی انجام شده توان مصرفی کل سیستم تهویه محاسبه می شود و با توجه محاسبات انجام شده سیستم تغذیه برق همچنین سطح مقطع کابلها و اندازه پست مورد نیاز سیستم بدست می آید. البته در برآورد پست تغذیه بایستی سایر مصارف تونل از قبیل روشنایی، سیستم‌های کنترل روشنایی، مصرف کلی اطاق کنترل، سیستم‌های کنترل ترافیک، دوربین‌های مدار بسته، سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق، سیستم های 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

دستورالعمل 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 بموقع 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.

۴-۱- 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 حمل‌ونقل پایانه‌های کشور و اداره راه منطقه‌ای که تونل در آن واقع است کتباً استعلام گردد و یا با استفاده از طراحی‌های انجام شده شامل طراحی تهویه، روشنایی، 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 روشنایی، تهویه و ایمنی و بررسی تعداد ایستگاههای کنترل از راه دور و بررسی شیوه برق‌رسانی.
- مطالعات میدانی - در این مرحله گروه بایستی 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 طراحی بایستی محل تجهیزات منصوبه و یا مورد نیاز آتی را مشخص نماید.
- محاسبه حدودی میزان برق مصرفی کل سیستم، بررسی بهترین رویه برای تهویه 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 شیب تونل، جهت ترافیک، فصول سال، ساعات 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، روزآفتابی، روز ابری و شب) پیشنهاد روش کنترل با فتوسل و PLC، فتوسل و یا با لومینانس 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 اختراهای 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 و نقشه تابلوهای توزیع. مشخص نمودن مشخصات فنی تجهیزات بکار رفته در تابلوها بر اساس استانداردهای معتبر 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 سویچینگ 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 راه‌دور، نقشه محل دقیق اجزاء با مقیاس مناسب تهیه گردد. بلوک دیاگرام ارتباط بین اجزاء مختلف بایستی تهیه گردد. نحوه نصب تجهیزات برق بایستی براساس نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کل کشور مشخص شود.
- تعیین نحوه عملکرد کلی سیستم
- در این مرحله بایستی 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 فهرست‌بها