

وزارت راه و ترابری

پژوهشکده حمل و نقل

سیستم‌های کنترل هوشمند تونل

www.ketab.ir

سرشناسه	جوهری مجید، وحید، مجری طرح.
عنوان و پدیدآور	سیستم‌های کنترل هوشمند تونل / مجری دانشگاه تربیت مدرس - وحید جوهری مجید / مدیر پروژه سید محمد منصورزاده؛ ناظرین عبدالهادی قزوینیان، محمود کمره، حسن عباسیان.
مشخصات نشر	تهران: وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	۵۳۰، ۴۱ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹-۹۷-۶۲۹۹-۹۶۴-۹۷۸
یادداشت	فیبا
یادداشت	واژه‌نامه، کتابنامه: ص. ۵۰۰-۵۱۳.
موضوع	تونل‌ها.
موضوع	تونل‌سازی.
موضوع	سیستم‌های کنترل هوشمند.
شناسه افزوده	منصورزاده، محمد.
شناسه افزوده	قزوینیان، عبدالهادی.
شناسه افزوده	کمره، محمود.
شناسه افزوده	عباسیان، حسن.
شناسه افزوده	ایران. وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل.
رده‌بندی کنگره	۹ س ۹ ج ۸۰/۵ TA
رده‌بندی دبی	۶۲۴/۱۹۳
شماره کتابخانه ملی	۱۰۵۵۸۸۹ :
ISBN: 978-964-6299-97-9	

وزارت راه و ترابری - پژوهشکده حمل‌ونقل

عنوان	سیستم‌های کنترل هوشمند تونل
بخش پژوهشی	زیرساختها
مجری	دانشگاه تربیت مدرس - دکتر وحید جوهری مجید
مدیر پروژه	مهندس سید محمد منصورزاده
ناظرین	دکتر عبدالهادی قزوینیان، دکتر محمود کمره و مهندس حسن عباسیان
ناشر	پژوهشکده حمل‌ونقل
شابک	۹-۹۷-۶۲۹۹-۹۶۴-۹۷۸
نوبت چاپ	اول
تاریخ انتشار	تابستان ۱۳۸۶
شمارگان	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	۴۰۰۰ تومان
لیتگرافی	باران
چاپ و صحافی	شامران
نشانی	بزرگراه آفریقا - بالاتر از تقاطع وحید دستگردی (ظفر) - بن بست نور - پلاک ۱۹ - پژوهشکده حمل‌ونقل - طبقه اول - اداره انتشارات
	تلفکس ۸۸۸۸۹۹۸۱-۶
وبسایت فروش	web: www.tri.gov.ir web: www.Fadakhbook.com
مرکز پخش و فروش	مؤسسه خدمات فرهنگی فدک (ایستاتیس) ۶۶۴۸۱۰۹۶-۶۶۴۸۲۲۲۱

بسمه تعالی

جایگاه و نقش حمل و نقل در ابعاد مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی جوامع امروزی برکسی پوشیده نیست. حمل و نقل یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار و متوازن در جوامع بشری محسوب شده و در واقع شبکه‌های حمل و نقل با مؤلفه‌های مهمی همچون اقتصاد، امنیت و عدالت اجتماعی ارتباط تنگاتنگ دارند. در فرآیند توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها، همبستگی مستقیم میان گسترش حمل و نقل و دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بیشتر وجود دارد. به عبارت دیگر همراه با افزایش تولید ناخالص داخلی، میزان ارزش افزوده بخش حمل و نقل نیز افزایش می‌یابد و به همین دلیل است که توسعه و رشد اقتصادی وابسته به توسعه بخش حمل و نقل است و فعالیتهای حمل و نقل از جمله فعالیتهای اساسی و زیربنایی برای رشد و تحول اقتصاد به حساب می‌آید.

طی سالهای اخیر استفاده از نتایج تحقیقات و مطالعات انجام شده در دنیا به افزایش بهره‌وری و ارتقاء کیفیت در اجرا، بهره‌برداری و نگهداری بهینه از طرحها و پروژه‌های حمل و نقل منجر شده و افق‌های جدیدی را به منظور ارائه راهکارها و راهبردهای نوین در عرصه حمل و نقل گشوده است. به همین دلیل اطلاع‌رسانی در این زمینه بمنظور ایجاد ارتباط بین حوزه‌های مختلف یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. پژوهشکده حمل و نقل در راستای ایفای تعهدات و وظایف خویش در امر اطلاع‌رسانی و بسترسازی علمی در زمینه‌های مرتبط با حمل و نقل می‌کوشد تا با عرضه نتایج مطالعات و تحقیقات انجام شده در این پژوهشکده در ایجاد تعامل و تبادل اطلاعات مابین محققان و متخصصان این رشته نقش مفید و مؤثری ایفا نماید. امید آن است تا در این رهرو بتوانیم خدمتی شایسته و در خور به انجام رسانیم و در مسیر سازندگی و بالندگی ایران اسلامی و سرفرازی کشورمان از طریق رشد علمی فرزندان این آب و خاک حرکت نمائیم.

در مجموعه حاضر نتایج بررسی‌ها و تحقیقات پیرامون ویژگیها و نحوه بکارگیری سیستم‌های کنترل هوشمند تونل ارائه گردیده است. این گزارش حاوی استانداردها و پارامترهای علمی، فنی و اجرایی مربوط به طرح سیستم‌های کنترل هوشمند تونل می‌باشد.

لذا مطالعه و استفاده از مطالب تدوین شده به شرکت‌های مهندسين مشاور و پيمانكار كه در طراحی و اجرای تونل فعالیت دارند، توصیه می‌گردد.

بدون شك نقایص نوشتاری و محتوایی این كتاب از چشم تیزبین اساتید، صاحب نظران و متخصصان پوشیده نخواهد ماند و مطمئناً ما را از راهنمایی‌ها و ارشادهای خویش بهره‌مند خواهند نمود.

پژوهشكده حمل‌ونقل به این وسیله مراتب تشكر و قدردانی خود را نسبت به کلیه اعضاء گروه تهیه كننده آقای دکتر وحید جوهری مجد / مجری اصلی پروژه و همكاران وی، آقایان دکتر عبدالهادی قزوینیان، دکتر محمود كمره و مهندس حسن عباسیان / ناظرین و آقای دکتر کیومرث عماد / رئیس بخش زیرساختها و آقای مهندس سید محمد منصورزاده / مدیر پروژه در پژوهشكده ابراز می‌دارد. همچنین از کلیه بخشها، سازمانها و مؤسساتی كه در مراحل تهیه و نظرخواهی این مجموعه همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

محمود عامری

رئیس پژوهشكده حمل‌ونقل

پیشگفتار

این گزارش حاوی نتایج بررسی‌ها و تحقیقات پیرامون ویژگی‌های و نحوه بکارگیری سیستم‌های کنترل هوشمند تونل و ارائه یک دستورالعمل اجرایی برای تونل‌های ایران می‌باشد. ابتدا نتایج تحقیقات برخی از فعالیت‌های انجام شده در جهان در رابطه با طراحی و اجراء سیستم‌های کنترل هوشمند تونل ارائه می‌شود. فعالیت‌های انجام شده در ایالات متحده آمریکا به همراه معرفی و توضیح برخی از تونل‌های مدرن آمریکا، فعالیت‌های انجام شده در اروپا و تونل‌های مجهز آن به همراه معرفی ملزومات ایمنی در تونل‌های اتحادیه اروپایی و حداقل تجهیزات لازم برای تونل‌ها، همچنین فعالیت‌های انجام شده در ژاپن و آسیا در زمینه پایش و کنترل ارائه گردیده است. در این گزارش همچنین وضعیت و امکانات پایش و کنترل در تونل‌های کشور بررسی و ارائه گردیده است. گزارش حاوی نتایج بازدید از تاسیسات چندین تونل مهم در کشور و بررسی موقعیت و مشخصات آنها، سیستم‌های تهویه، روشنایی، مدار قدرت تونل و برق اضطراری، نظارت و کم‌کارسانی، و سیستم اطلاع رسانی آنها می‌باشد. سپس مشکلات موجود در این تونل‌ها بررسی و نتیجه‌گیری از این بازدیدها آورده شده است. این گزارش همچنین حاوی استانداردها و پارامترهای علمی، فنی و اجرایی مربوط به طرح سیستم‌های کنترل هوشمند تونل می‌باشد. در این گزارش موارد اشاره شده برای زیر سیستم‌های زیر به تفصیل ارائه گردیده است:

- سیستم‌های سنجش آلودگی، رطوبت و دما؛
- سیستم‌های نظارت تلویزیونی؛
- سیستم‌های تشخیص لرزندگی و سنجش مایعات و آبهای جاری کف تونل‌ها؛
- سیستم‌های ثبت تخلف، سرعت و سبقت داخل تونل‌ها؛
- سیستم‌های سنجش اتوماتیک تصادف داخل تونل‌ها؛
- سیستم‌های سنجش و کنترل روشنایی داخل تونل‌ها؛
- سیستم‌های کنترل تهویه داخل تونل‌ها؛
- سیستم‌های امدادرسانی و تلفن اضطراری؛

- سیستم‌های کنترل ترافیک و اتاق کنترل ترافیک؛
 - سیستم‌های ایمنی ترافیک داخل تونل‌ها؛
 - سیستم‌های هشداردهنده و اطلاع رسانی داخل تونل؛
 - سیستم‌های کنترل حریق؛
 - سیستم‌های تابلوهای انتظامی، هدایت مسیر و هشداردهنده.
- در ادامه دستورالعمل اجرایی نهایی برای سیستم‌های کنترل هوشمند تونل ارائه شده است.
- کلیدواژه:** سیستم‌های حمل و نقل هوشمند، پایش تونل، کنترل تونل، اتوماسیون، ایمنی ترافیک و مدیریت تونل.

وحید جوهری مجد
عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

سیستم‌های کنترل هوشمند تونل

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- مقدمه.....
۲	۱-۱- سیستم حمل و نقل هوشمند.....
۳	۲-۱- کنترل و پایش تونل در ساختار ITS.....
۶	۳-۱- اهمیت وجود سیستم‌های حمل و نقل هوشمند تونل‌ها.....
۶	۱-۳-۱- تاثیر سیستم‌های نظارت و کنترل هوشمند در افزایش امنیت حمل و نقل
۷	۲-۳-۱- تاثیر سیستم‌های نظارت و کنترل هوشمند در کاهش زمان انجام سفر
۸	۳-۳-۱- تاثیر سیستم‌های نظارت و کنترل هوشمند در کاهش هزینه.....
۹	۴-۱- اجزاء سیستم کنترل و پایش هوشمند تونل.....
۹	۱-۴-۱- حسگرها و عملگرها.....
۱۱	۲-۴-۱- تجهیزات انتقال اطلاعات.....
۱۴	۳-۴-۱- تجهیزات پردازش اطلاعات.....
۱۵	۵-۱- سیستم‌های اتوماسیون مرسوم.....
۱۵	۱-۵-۱- کنترل گره‌های خاص.....
۱۵	۲-۵-۱- کنترل از طریق کامپیوتر.....
۱۶	۳-۵-۱- کنترل گره‌های منطقی برنامه‌پذیر.....
۱۶	۴-۵-۱- سیستم‌های کنترل نظارتی و تحصیل داده.....
۱۷	۵-۵-۱- سیستم‌های کنترل گسترده.....
۱۸	۶-۱- نقش اپراتور متخصص در سیستم کنترل و اتوماسیون.....

- ۱۹ ۷-۱-قابلیتهای سیستمهای حمل و نقل هوشمند در تونل ها
- ۲۰ ۸-۱-نتیجه گیری
- ۲۱ فصل ۲- مروری بر برخی فعالیت های انجام شده در جهان
- ۲۱ ۱-۲- فعالیتهای انجام شده در ایالات متحده آمریکا
- ۲۲ ۲-۲- معرفی برخی از تونل های آمریکا
- ۲۲ ۱-۲-۲- تجهیزات و امکانات تونل شریان مرکزی بوستون
- ۲۳ ۱-۲-۲-۱- تجهیزات تونل و ارتباط زیر مجموعه های آن
- ۲۷ ۲-۲-۱-۲- مرکز عملیات کنترل و پایش تونل
- ۲۸ ۲-۲-۱-۳- مرکز کنترل موقت
- ۲۹ ۲-۲-۱-۴- تعمیر و نگهداری تجهیزات
- ۳۰ ۲-۲-۲- تونل ترانسکولاو در ایالت هاوانی آمریکا
- ۳۱ ۲-۲-۲-۱- مرکز عملیات کنترل و پایش تونل ترنسکولاو
- ۳۱ ۲-۲-۲-۲- تجهیزات تونل
- ۳۲ ۳-۲- اتوماسیون سرویس و نگهداری سیستم های کنترلی موجود در آمریکا
- ۳۳ ۴-۲- فعالیتهای انجام شده در اروپا
- ۳۴ ۲-۴-۱- ملزومات ایمنی در تونل چیست؟
- ۳۴ ۲-۴-۱-۱- نیازهای ایمنی در تونل های اتحادیه اروپایی
- ۳۴ ۲-۴-۱-۲- تصمیم کمیسیون اروپایی
- ۳۵ ۲-۴-۱-۳- اهداف استاندارد ارائه شده
- ۳۵ ۲-۴-۱-۴- تونل های هدف کدامند؟
- ۳۷ ۲-۴-۱-۵- حداقل تجهیزات برای همه تونل ها در استاندارد پیشنهادی
- ۳۸ ۲-۴-۱-۶- قواعد عملیات تونل
- ۳۹ ۲-۴-۱-۷- وظایف اداره کنندگان تونل ها

۳۹	 ۲-۴-۱-۸- نقش ماموران ایمنی
۴۰	 ۲-۴-۱-۹- وظیفه مدیر تونل
۴۰	 ۲-۵-۵- معرفی تعدادی از تونل های اروپا
۴۰	 ۲-۵-۱- تونل سلاطین در ترکیه
۴۲	 ۲-۵-۲- تونل نورث بریج در اتریش
۴۴	 ۲-۵-۳- تونل استراخف در چکسلواکی
۴۶	 ۲-۵-۴- تونل ورینا در سوئیس
۴۷	 ۲-۵-۵- تونل وین در اتریش
۴۸	 ۲-۵-۵-۱- تجهیزات کنترل ترافیک و عملیات تونل
۴۸	 ۲-۵-۵-۲- سیستم اطلاع رسانی اضطراری
۴۸	 ۲-۵-۵-۳- سیستم کنترل از راه دور و واحدهای کنترل محلی
۵۰	 ۲-۵-۶- تونل های آتوسترادا در ایتالیا
۵۱	 ۲-۵-۶-۱- سیستم تهویه
۵۲	 ۲-۵-۷- تونل سنت گاتهارد
۵۴	 ۲-۵-۸- تونل سلیسبرگ
۵۵	 ۲-۵-۹- تونل گریٹ سنت برنارد
۵۶	 ۲-۵-۱۰- تونل مونت بلانک
۵۹	 ۲-۶-۶- فعالیتهای انجام شده در ژاپن
۶۰	 ۲-۶-۱- عوامل مؤثر در افزایش ایمنی تونل
۶۰	 ۲-۶-۱-۱- طرح تونل
۶۰	 ۲-۶-۱-۲- وضع قوانین ترافیکی خاص
۶۱	 ۲-۶-۱-۳- سیستم کنترل تهویه
۶۱	 ۲-۶-۱-۴- سیستم کنترل روشنایی

۶۲	 ۲-۶-۱-۵- تعمیر و نگهداری
۶۲	 ۲-۶-۱-۶- امکانات اضطراری
۶۶	 ۲-۶-۲- تونل کیوشو در ژاپن
۶۸	 ۲-۷- معرفی تونل آبردین در هنگ‌کنگ
۶۹	 فصل ۳- گزارشی از تونل‌های راه موجود کشور و امکانات آنها
۶۹	 ۳-۱- آمار تونل‌های راه موجود در کشور
۷۰	 ۳-۲- گزارش بازدید از تأسیسات تونل قافلانکوه و بیان مشکلات موجود
۷۰	 ۳-۲-۱- موقعیت و مشخصات تونل
۷۲	 ۳-۲-۲- سیستم تهویه تونل
۷۵	 ۳-۲-۳- سیستم روشنایی تونل
۷۶	 ۳-۲-۴- مدار قدرت تونل و برق اضطراری
۷۷	 ۳-۲-۵- مشکلات موجود در تونل قافلانکوه
۷۷	 ۳-۲-۵-۱- بخش تهویه
۷۷	 ۳-۲-۵-۲- بخش روشنایی
۷۸	 ۳-۲-۵-۳- بخش نظارت و کمک‌رسانی
۷۸	 ۳-۲-۵-۴- سیستم اطلاع‌رسانی
۷۸	 ۳-۳- گزارش بازدید از تأسیسات تونل کندوان و بیان مشکلات موجود
۸۰	 ۳-۳-۱- مشکلات مربوط به تونل کندوان
۸۲	 ۳-۴- گزارش بازدید از تونل امیرکبیر و بیان مشکلات موجود
۸۳	 ۳-۵- نتیجه‌گیری
۸۵	 فصل ۴- دستورالعمل اجرایی برای سیستم کنترل هوشمند تونل
۸۵	 ۴-۱- سیستم‌های سنجش آلودگی، رطوبت و دما

- ۸۵ ۴-۱-۱- آلاینده‌های مهم در داخل تونل‌ها
- ۸۶ ۴-۱-۲- حدود مقادیر مجاز آلودگی در تونل
- ۴-۱-۳- سیستم‌های سنجش دید، مه و آلودگی مرنی و نامرنی هوا با استفاده
 ۸۶ از الکترونیک نوری
- ۴-۱-۳-۱- حسگر اندازه‌گیری دید ۸۷
- ۴-۱-۳-۲- حسگر اندازه‌گیری غلظت گازهای بی‌رنگ ۸۸
- ۴-۱-۳-۳- تعیین محل قرارگیری سیستم سنجش دید و آلودگی ۸۸
- ۴-۱-۳-۴- سیستم سنجش مه ۹۱
- ۴-۱-۴- سنجش رطوبت ۹۲
- ۴-۱-۴-۱- فن‌آوری سنجش رطوبت ۹۲
- ۴-۱-۴-۲- نحوه قرارگیری رطوبت‌سنج در تونل ۹۲
- ۴-۱-۵- سنجش دما ۹۴
- ۴-۱-۵-۱- حسگر فیبر نوری ۹۴
- ۴-۱-۵-۲- DTS نوری ۹۴
- ۴-۱-۵-۳- پیکره‌بندی DTS در تونل ۹۶
- ۴-۱-۵-۴- قابلیت برنامه‌ریزی، ارتباط نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستم
 DTS ۹۸
- ۴-۱-۵-۵- تعمیر و نگهداری ۹۹
- ۴-۱-۵-۶- تکنیک DTS نیمه‌هادی ۱۰۱
- ۴-۱-۵-۷- تکنیک LHD ۱۰۲
- ۴-۲- سیستم‌های نظارت تلویزیونی ۱۰۲
- ۴-۲-۱- انواع و ویژگیهای لازم برای دوربین‌های مدار بسته ۱۰۳
- ۴-۲-۲- تونل‌های نیازمند به نصب دوربین مدار بسته ۱۰۶
- ۴-۲-۳- تعداد و محل نصب دوربین‌های مدار بسته در تونل ۱۰۶

- ۳-۴- سیستم‌های تشخیص لغزندگی و سنجش مایعات و آبهای جاری کف تونل‌ها ۱۰۸
- ۱-۳-۴- سیستم پایش وضعیت جاده..... ۱۰۸
- ۱-۳-۴-۱- ویژگیهای لازم برای سیستم سنجش وضعیت جاده..... ۱۰۸
- ۲-۳-۴-۱- محل قرارگیری حسگر وضعیت جاده..... ۱۰۹
- ۳-۳-۴-۱- فرمانهای سیستم کنترل بر اساس سیگنال حسگر وضعیت جاده ۱۱۰
- ۲-۳-۴- سیستم پایش و کنترل سطح آب در انباره فاضلاب تونل..... ۱۱۰
- ۲-۳-۴-۱- حسگرهای سطح آب انباره..... ۱۱۲
- ۴-۴- سیستم‌های ثبت تخلف، سرعت و سبقت داخل تونل‌ها..... ۱۱۳
- ۱-۴-۴- اجزاء سیستم ثبت تخلف..... ۱۱۳
- ۲-۴-۴- ویژگیهای فنی لازم برای دوربین ثبت تخلف..... ۱۱۵
- ۳-۴-۴- نحوه کنترل سرعت و محل قرارگیری تجهیزات آنها..... ۱۱۶
- ۱-۳-۴-۴- نحوه قرارگیری تجهیزات و پیکره‌بندی سیستم..... ۱۱۶
- ۲-۳-۴-۴- نحوه ارتباط سیستم با مرکز کنترل ترافیک..... ۱۱۸
- ۳-۳-۴-۴- تابلوهای اعلام کنترل سرعت..... ۱۱۹
- ۵-۴- سیستم‌های سنجش اتوماتیک تصادف داخل تونل‌ها..... ۱۱۹
- ۱-۵-۴- ویژگیهای لازم برای سیستم AID..... ۱۱۹
- ۲-۵-۴- کمیت‌های اندازه‌گیری در سیستم AID..... ۱۲۲
- ۳-۵-۴- سیگنال‌های آلام در سیستم AID..... ۱۲۵
- ۴-۵-۴- سیستم‌های پردازنده تصویر..... ۱۲۶
- ۵-۵-۴- ویژگیهای دوربین‌های سیستم AID..... ۱۲۸
- ۶-۵-۴- موقعیت قرارگیری دوربین‌های سیستم AID در تونل..... ۱۲۹
- ۶-۴- سیستم‌های سنجش و کنترل روشنایی داخل تونل‌ها..... ۱۳۱
- ۱-۶-۴- اهداف کنترل روشنایی..... ۱۳۱

- ۱۳۲ ۴-۶-۲- نحوه اندازه‌گیری نور خارج و داخل تونل
- ۱۳۴ ۴-۶-۳- توزیع روشنایی در تونل
- ۱۳۷ ۴-۶-۴- محاسبه درخشندگی لازم و طول نواحی مختلف در تونل
- ۱۳۷ ۴-۶-۴-۱- ناحیه آستانه
- ۱۳۹ ۴-۶-۴-۲- ناحیه انتقال
- ۱۳۹ ۴-۶-۴-۳- ناحیه میانی
- ۱۴۱ ۴-۶-۴-۴- ناحیه خروج
- ۱۴۲ ۴-۶-۵- تغییر سطح روشنایی تونل در شبانه روز
- ۱۴۵ ۴-۶-۶- کنترل روشنایی پیوسته براساس ترافیک برای تونل‌های با تردد کم
- ۱۴۷ ۴-۶-۷- کنترل روشنایی در وضعیت اضطراری
- ۱۴۸ ۴-۷-۷- سیستم‌های کنترل تهویه داخل تونل‌ها
- ۱۴۸ ۴-۷-۱- معیار نیاز به سیستم تهویه مصنوعی تونل
- ۱۴۹ ۴-۷-۲- حسگرهای مورد استفاده برای سیستم تهویه
- ۱۴۹ ۴-۷-۲-۱- حسگرهای آلودگی
- ۱۴۹ ۴-۷-۲-۲- حسگر سرعت و جهت باد
- ۱۵۱ ۴-۷-۳-۲- حسگر فشار
- ۱۵۲ ۴-۷-۴-۲- حسگرهای ترافیکی
- ۱۵۲ ۴-۷-۳- سیستم‌های تهویه مکانیکی
- ۱۵۳ ۴-۷-۴- استراتژی کنترل تهویه تونل و روش قابل توصیه برای ایران
- ۱۵۴ ۴-۷-۴-۱- سیستم کنترل بر اساس آلودگی
- ۱۵۴ ۴-۷-۴-۲- سیستم کنترل بر اساس ترافیک
- ۱۵۶ ۴-۷-۴-۳- کنترل بر اساس آلودگی و ترافیک
- ۱۵۶ ۴-۷-۵- محاسبه مقدار آلودگی و هوای لازم جهت تهویه تونل براساس ترافیک

- ۱۵۹ ۶-۷-۴- محاسبه شدت جریان هوای تازه به هنگام راه بردن
- ۱۶۱ ۷-۷-۴- محاسبه تعداد جت فن روشن لازم و جهت حرکت آنها برای تأمین هوای لازم
- ۱۶۱ ۱-۷-۷-۴- محاسبه تغییر فشار خروجی جت فن
- ۱۶۳ ۲-۷-۷-۴- محاسبه تغییر فشار اثر پیستونی
- ۱۶۳ ۳-۷-۷-۴- محاسبه تغییر فشار مقاومت تونل
- ۱۶۴ ۸-۷-۴- دیگر مشخصات جت فن ها
- ۱۶۵ ۹-۷-۴- دیگر نکات مورد توجه در کنترل تهویه
- ۱۶۷ ۸-۴- سیستم های امداد رسانی و تلفن اضطراری
- ۱۶۷ ۱-۸-۴- سیستم های تلفن اضطراری و دگمه فشاری آلام
- ۱۶۷ ۱-۱-۸-۴- محل قرارگیری و ویژگیهای تلفن اضطراری
- ۱۶۹ ۲-۱-۸-۴- محل قرارگیری و ویژگیهای واحدهای سویچ مخابراتی
- ۱۶۹ ۳-۱-۸-۴- ویژگیهای پانل کنترل اپراتور تلفن
- ۱۷۰ ۴-۱-۸-۴- فواصل نصب تلفن اضطراری
- ۱۷۱ ۵-۱-۸-۴- دگمه فشاری آلام
- ۱۷۱ ۲-۸-۴- فواصل نصب دگمه فشاری آلام
- ۱۷۱ ۳-۸-۴- سیستم های امداد رسانی
- ۱۷۲ ۱-۳-۸-۴- امکانات خود- امدادی
- ۱۷۴ ۲-۳-۸-۴- امکانات برون- امدادی
- ۱۷۶ ۹-۴- سیستم های کنترل ترافیک و اتاق کنترل ترافیک
- ۱۷۶ ۱-۹-۴- دستورالعمل بکارگیری حسگرهای ترافیکی نیازمند به نصب در زیر جاده
- ۱۷۷ ۱-۱-۹-۴- حلقه القایی

۱۸۲	 ۲-۱-۹-۴ حسگر پیزو الکتریک
۱۸۳	 ۲-۹-۴ حسگرهای ترافیکی بدون تماس با جاده
۱۸۴	 ۱-۲-۹-۴ حسگرهای مادون قرمز لیزری
۱۸۵	 ۲-۲-۹-۴ دوربین‌های ویدئویی و سیستم‌های پردازنده تصویر
۱۸۵	 ۳-۹-۴ اتاق کنترل ترافیک
۱۹۰	 ۱-۳-۹-۴ پیکره‌بندی سیستم کنترل در اتاق فرمان تونل
۱۹۵	 ۲-۳-۹-۴ سطوح کنترلی سیستم
۱۹۶	 ۳-۳-۹-۴ اختیارات و سطوح دسترسی کاربر سیستم
۱۹۶	 ۴-۳-۹-۴ ترمینال‌های مهندس برنامه‌ریز سیستم کنترل
۱۹۷	 ۵-۳-۹-۴ ارتباط کنترل‌گرهای تونل با SCADA
۱۹۸	 ۶-۳-۹-۴ پایش فرایندهای تونل
۱۹۹	 ۷-۳-۹-۴ گزارش‌گیری از وقایع و داده‌های سیستم
۲۰۰	 ۱۰-۴ سیستم‌های ایمنی ترافیک داخل تونل‌ها
۲۰۰	 ۱-۱۰-۴ سیستم تشخیص ارتفاع غیر مجاز
۲۰۷	 ۲-۱۰-۴ راه‌بندهای الکترومکانیکی
۲۰۹	 ۱۱-۴ سیستم‌های هشداردهنده و اطلاع‌رسانی داخل تونل
۲۱۰	 ۱-۱۱-۴ سیستم پخش پیام با بلندگو
۲۱۰	 ۱-۱-۱۱-۴ محل قرارگیری تجهیزات پخش پیام
۲۱۱	 ۲-۱-۱۱-۴ ویژگیهای لازم برای سیستم پخش پیام
۲۱۲	 ۲-۱۱-۴ سیستم اطلاع‌رسانی رادیویی
۲۱۲	 ۱-۲-۱۱-۴ سیستم پخش کانال‌های رادیویی
۲۱۳	 ۲-۲-۱۱-۴ ارتباط رادیویی بی‌سیم
۲۱۳	 ۳-۲-۱۱-۴ ارتباط تلفن همراه

۲۱۴	۴-۲-۱۱-۴- ویزگیهای کابل‌های نشتی.....
	۴-۲-۱۱-۵- نحوه عملکرد و پیکره‌بندی انتقال سیگنال رادیویی از طریق
۲۱۵	کابل نشتی.....
۲۱۸	۴-۲-۱۱-۶- سیستم رادیو مرکز کنترل تونل.....
۲۱۹	۴-۲-۱۱-۷- تابلوهای علائم فرکانس رادیویی.....
۲۱۹	۴-۱۲- سیستم‌های کنترل حریق.....
۲۲۰	۴-۱۲-۱- سیستم‌های تشخیص حریق.....
۲۲۱	۴-۱۲-۲- استراتژی تهویه به هنگام حریق.....
	۴-۱۲-۱- رفتار دود ناشی از آتش‌سوزی در تونل با توجه به سرعت
۲۲۱	بحرانی هوا.....
۲۲۳	۴-۱۲-۲- استراتژی تهویه اضطراری هنگام تخلیه تونل.....
۲۲۴	۴-۱۲-۳- استراتژی تهویه اضطراری بعد از تخلیه تونل.....
۲۲۵	۴-۱۲-۴- استراتژی تهویه اضطراری برای تونل‌های با تهویه عرضی...
۲۲۶	۴-۱۲-۵- استراتژی تهویه اضطراری برای تونل‌های با تهویه نیمه عرضی
۲۲۶	۴-۱۲-۶- توزیع جت فن‌ها در تونل.....
۲۲۷	۴-۱۲-۳- سیستم‌های خودکار اطفاء حریق.....
۲۲۷	۴-۱۳- سیستم‌های تابلوهای انتظامی، هدایت مسیر و هشداردهنده.....
۲۲۷	۴-۱۳-۱- تابلوهای پیام متغیر.....
۲۳۰	۴-۱۳-۱- فن‌آوری ماتریس.....
۲۳۰	۴-۱۳-۲- ویزگیهای سخت افزاری لازم برای تابلوهای پیام متغیر.....
۲۳۲	۴-۱۳-۳- ویزگیهای نرم افزاری لازم برای تابلوهای پیام متغیر.....
۲۳۳	۴-۱۳-۲- سیگنال‌های خط و علائم متغیر.....
۲۳۵	۴-۱۳-۳- محل قرارگیری و موارد استفاده تابلوهای پیام متغیر.....

۲۳۷	فصل ۵- توضیحات تکمیلی زیر بخشهای سیستم‌های کنترل هوشمند تونل....
۲۳۷	۱-۵- سیستم‌های سنجش آلودگی، رطوبت و دما.....
۲۴۱	۱-۱-۵- آلاینده‌های مهم در داخل تونل‌ها.....
۲۴۲	۱-۱-۱-۵- مونواکسید کربن.....
۲۴۳	۲-۱-۱-۵- دی اکسید ازت.....
۲۴۴	۳-۱-۱-۵- دوده و ذرات غبار.....
۲۴۴	۲-۱-۵- حدود مقادیر مجاز آلودگی در تونل.....
	۳-۱-۵- سیستم‌های سنجش دید، مه و آلودگی مرئی و نامرئی هوا با استفاده
۲۴۶	از الکترونیک نوری.....
۲۴۸	۱-۳-۱-۵- اساس روش اندازه‌گیری دید.....
۲۵۲	۲-۳-۱-۵- اساس روش اندازه‌گیری غلظت گازهای بی‌رنگ.....
	۳-۳-۱-۵- فن‌آوری اندازه‌گیری گازهای نامرئی با اشعه مادون قرمز بدون
۲۵۳	پراکندگی.....
۲۵۵	۴-۳-۱-۵- تعیین نقاط قرارگیری سیستم سنجش دید و آلودگی.....
۲۵۷	۵-۳-۱-۵- سیستم سنجش مه.....
۲۵۸	۴-۱-۵- سنجش رطوبت.....
۲۵۸	۱-۴-۱-۵- تعاریف مرتبط با رطوبت.....
۲۵۹	۲-۴-۱-۵- اهمیت اندازه‌گیری رطوبت در داخل و خارج از تونل.....
۲۶۰	۳-۴-۱-۵- فن‌آوری سنجش رطوبت.....
۲۶۲	۴-۴-۱-۵- معرفی برخی از شرکتهای تولیدکننده.....
۲۶۳	۵-۱-۵- سنجش دما.....
۲۶۳	۱-۵-۱-۵- حسگر مقاومتی غیر فلزی.....
۲۶۴	۲-۵-۱-۵- حسگر مقاومتی فلزی.....

۲۶۶	 ۵-۱-۳- حسگر فیبر نوری
۲۶۷	 ۵-۱-۴- اساس عملکرد DTS نوری
	 ۵-۱-۵- قابلیت برنامه‌ریزی، ارتباط نرم‌افزاری و سخت‌افزاری سیستم
۲۷۱	 DTS
۲۷۳	 ۵-۱-۶- تعمیر و نگهداری
۲۷۳	 ۵-۱-۷- مزایای استفاده از روش DTS
۲۷۴	 ۵-۱-۸- تکنیک DTS نیمه‌هادی
۲۷۹	 ۵-۱-۹- مقایسه بین سیستم DTS نوری و نیمه‌هادی
۲۷۹	 ۵-۱-۱۰- تکنیک LHD
۲۸۰	 ۵-۱-۱۱- محل قرارگیری حسگرهای دما در تونل
۲۸۰	 ۵-۲- سیستم‌های نظارت تلویزیونی
۲۸۱	 ۵-۲-۱- انواع دوربین‌های مدار بسته
۲۸۵	 ۵-۲-۲- استانداردهای جهانی استفاده از CCTV براساس رده تونل
۲۸۵	 ۵-۲-۲-۱- استاندارد اتریشی
۲۸۵	 ۵-۲-۲-۲- استاندارد فرانسوی
۲۸۶	 ۵-۲-۲-۳- استاندارد آلمانی
۲۸۶	 ۵-۲-۲-۴- استاندارد ژاپنی
۲۸۶	 ۵-۲-۲-۵- استاندارد نروژی
۲۸۸	 ۵-۲-۲-۶- استاندارد سوئدی
	 ۵-۳- سیستم‌های تشخیص لغزندگی و سنجش مایعات و آبهای جاری کف
۲۸۸	 تونل‌ها
۲۸۸	 ۵-۳-۱- سیستم پایش وضعیت جاده
۲۸۹	 ۵-۳-۱-۱- ویژگیهای سیستم سنجش وضعیت جاده

- ۲۹۱ ۵-۳-۲- فرمانهای سیستم کنترل براساس سیگنال حسگر وضعیت جاده
- ۲۹۱ ۵-۳-۲- سیستم پایش و کنترل سطح آب در انباره فاضلاب تونل.....
- ۲۹۳ ۵-۳-۱- حسگرهای سطح آب انباره.....
- ۲۹۷ ۵-۴- سیستم‌های ثبت تخلف، سرعت و سبقت داخل تونل‌ها.....
- ۲۹۷ ۵-۴-۱- اجزاء سیستم ثبت تخلف.....
- ۳۰۰ ۵-۴-۲- ویژگیهای فنی دوربین ثبت تخلف.....
- ۳۰۱ ۵-۴-۳- شیوه‌های کنترل سرعت و نحوه و محل قرارگیری تجهیزات آنها.....
- ۱-۳-۴-۵- روش کنترل لحظه‌ای سرعت و پیکره‌بندی سیستم‌های بر
- ۳۰۱ اساس آن.....
- ۳۰۸ ۵-۴-۳-۲- روش کنترل متوسط سرعت.....
- ۳۰۹ ۵-۵- سیستم‌های سنجش اتوماتیک تصادف داخل تونل‌ها.....
- ۳۱۰ ۵-۵-۱- معیارهای یک سیستم AID.....
- ۳۱۱ ۵-۵-۱-۱- مدیریت واکنشی.....
- ۳۱۳ ۵-۵-۱-۲- مدیریت پیشگیرانه.....
- ۳۱۳ ۵-۵-۱-۳- نیاز به اپراتور تنها در حالت استثنائی.....
- ۳۱۳ ۵-۵-۲- کمیت‌های اندازه‌گیری در سیستم AID.....
- ۳۱۶ ۵-۵-۳- سیگنال‌های آلامر در سیستم AID.....
- ۳۱۷ ۵-۵-۴- حسگرهای نیازمند به نصب در زیر جاده.....
- ۳۱۸ ۵-۵-۵- حسگرهای بدون تماس با جاده.....
- ۳۱۸ ۵-۵-۶- سیستم‌های پردازنده تصویر.....
- ۳۲۵ ۵-۵-۷- ویژگیهای دوربین‌های سیستم AID.....
- ۳۲۶ ۵-۶- سیستم‌های سنجش و کنترل روشنایی داخل تونل‌ها.....
- ۳۲۶ ۵-۶-۱- اهداف کنترل روشنایی.....

۳۲۸	 ۵-۶-۲- شیبوهای سنجش نور
۳۲۹	 ۵-۶-۳- نحوه اندازه گیری نور خارج و داخل تونل
۳۳۱	 ۵-۶-۴- توزیع روشنایی در تونل
۳۳۴	 ۵-۶-۵- محاسبه درخشندگی لازم و طول نواحی مختلف در تونل
۳۳۴	 ۵-۶-۱- ناحیه آستانه
۳۳۶	 ۵-۶-۲- ناحیه انتقال
۳۳۷	 ۵-۶-۳- ناحیه میانی
۳۳۷	 ۵-۶-۴- ناحیه خروج
۳۳۸	 ۵-۶-۶- تغییر سطح روشنایی تونل در شبانه روز
۳۴۲	 ۵-۶-۷- کنترل روشنایی پیوسته براساس ترافیک برای تونل های با تردد کم
۳۴۴	 ۵-۶-۸- پیکره بندی سیستم مدرن کنترل روشنایی
۳۴۵	 ۵-۶-۹- کنترل روشنایی در وضعیت اضطراری
۳۴۶	 ۵-۷- سیستم های کنترل تهویه داخل تونل ها
۳۴۷	 ۵-۷-۱- شیبوهای کلی کنترل تهویه در تونل
۳۴۸	 ۵-۷-۲- استانداردهای کشورها در نیاز به سیستم تهویه مصنوعی تونل
۳۴۹	 ۵-۷-۳- پارامترهای مؤثر در آلودگی تونل
۳۴۹	 ۵-۷-۱-۳- ویژگیهای ساختاری تونل
۳۵۰	 ۵-۷-۲-۳- ویژگیهای ترافیکی تونل
۳۵۰	 ۵-۷-۴- حسگرهای مورد استفاده برای سیستم تهویه
۳۵۰	 ۵-۷-۱-۴- حسگرهای آلودگی
۳۵۰	 ۵-۷-۲-۴- حسگر سرعت و جهت باد
۳۵۳	 ۵-۷-۳-۴- حسگر فشار
۳۵۵	 ۵-۷-۴-۴- حسگرهای ترافیکی

۳۵۵	 ۵-۷-۵- انواع سیستم های تهویه مکانیکی
۳۵۵	 ۵-۷-۵-۱- تهویه طولی
۳۵۸	 ۵-۷-۵-۲- تهویه عرضی
۳۵۹	 ۵-۷-۵-۳- تهویه نیمه عرضی
۳۶۰	 ۵-۷-۵-۴- تهویه مختلط
۳۶۰	 ۵-۷-۵-۶- سیستم های تصفیه هوا
۳۶۳	 ۵-۷-۵-۷- استراتژی کنترل تهویه تونل
۳۶۳	 ۵-۷-۵-۱- سیستم کنترل بر اساس آلودگی
۳۶۴	 ۵-۷-۵-۲- سیستم کنترل بر اساس ترافیک
۳۶۵	 ۵-۷-۵-۳- کنترل بر اساس آلودگی و ترافیک
۳۶۵	 ۵-۷-۵-۸- محاسبه مقدار آلودگی و هوای لازم جهت تهویه تونل براساس ترافیک
۳۶۶	 ۵-۷-۵-۱- استاندارد پیارک
۳۶۸	 ۵-۷-۵-۲- استاندارد انگلیسی
۳۷۰	 ۵-۷-۵-۳- استاندارد آمریکایی
۳۷۲	 ۵-۷-۵-۴- استاندارد نروژی
۳۷۴	 ۵-۷-۵-۵- استاندارد فرانسوی
۳۷۶	 ۵-۷-۵-۶- استاندارد ژاپنی
۳۷۷	 ۵-۷-۵-۹- محاسبه شدت جریان هوای تازه به هنگام راه بندان
۳۷۷	 ۵-۷-۵-۱۰- محاسبه تعداد جت فن روشن لازم و جهت حرکت آنها برای تأمین هوای لازم
۳۷۹	 ۵-۷-۵-۱۰-۱- محاسبه تغییر فشار خروجی جت فن
۳۸۱	 ۵-۷-۵-۱۰-۲- محاسبه تغییر فشار اثر پیستونی
۳۸۲	 ۵-۷-۵-۱۰-۳- محاسبه تغییر فشار مقاومت تونل

۳۸۳	 ۵-۷-۱۱- دیگر مشخصات جت فن ها
۳۸۶	 ۵-۷-۱۲- دیگر نکات مورد توجه در کنترل تهویه
۳۸۷	 ۵-۸- سیستم های امداد رسانی و تلفن اضطراری
۳۸۷	 ۵-۸-۱- سیستم های تلفن اضطراری و دگمه فشاری آلام
۳۸۸	 ۵-۸-۱-۱- محل قرارگیری و ویژگیهای تلفن اضطراری
۳۹۰	 ۵-۸-۱-۲- محل قرارگیری و ویژگیهای واحدهای سویچ مخابراتی
۳۹۱	 ۵-۸-۱-۳- ویژگیهای پانل کنترل اپراتور تلفن
۳۹۲	 ۵-۸-۱-۴- نتایج تحقیقات پیارک
۳۹۲	 ۵-۸-۱-۵- دگمه فشاری آلام
	 ۵-۸-۲- استاندارد کشورها در بکارگیری و فواصل نصب تلفن اضطراری و
۳۹۳	 دگمه فشاری آلام
۳۹۴	 ۵-۸-۳- سیستم های امداد رسانی
۳۹۵	 ۵-۸-۱-۳- امکانات خود- امدادی
۴۰۰	 ۵-۸-۲-۳- امکانات برون- امدادی
۴۰۵	 ۵-۹- سیستم های کنترل ترافیک و اتاق کنترل ترافیک
۴۰۶	 ۵-۹-۱- حسگرهای ترافیکی نیازمند به نصب در زیر جاده
۴۰۶	 ۵-۹-۱-۱- حلقه القایی
۴۰۹	 ۵-۹-۱-۲- مغناطیس سنج
۴۱۱	 ۵-۹-۱-۳- حسگر پیزو الکتریک
۴۱۲	 ۵-۹-۲- حسگرهای ترافیکی بدون تماس با جاده
۴۱۳	 ۵-۹-۱-۲- حسگر مایکرو ویو
۴۱۸	 ۵-۹-۲-۲- حسگرهای مافوق صوت
۴۲۰	 ۵-۹-۲-۳- حسگرهای مادون قرمز لیزری و غیر لیزری

- ۴۲۳ ۵-۹-۲-۴- دوربین‌های ویدئویی و سیستم‌های پردازنده تصویر
- ۴۲۳ ۵-۹-۳- اتاق کنترل ترافیک
- ۴۲۷ ۵-۹-۳-۱- پیکره‌بندی سیستم کنترل در اتاق فرمان تونل
- ۴۳۲ ۵-۹-۳-۲- سطوح کنترلی سیستم
- ۴۳۳ ۵-۹-۳-۳- اختیارات و سطوح دسترسی کاربر سیستم
- ۴۳۴ ۵-۹-۳-۴- ترمینالهای مهندس برنامه‌ریز سیستم کنترل
- ۴۳۴ ۵-۹-۳-۵- ارتباط حسگرها و کنترل‌گرهای تونل با SCADA
- ۴۳۵ ۵-۹-۳-۶- پایش فرایندهای تونل
- ۴۳۷ ۵-۹-۳-۷- گزارش‌گیری از وقایع و داده‌های سیستم
- ۴۳۷ ۵-۱۰- سیستم‌های ایمنی ترافیک داخل تونل‌ها
- ۴۳۸ ۵-۱۰-۱- سیستم تشخیص ارتفاع غیر مجاز
- ۴۳۸ ۵-۱۰-۱-۱- حسگر نوری
- ۴۴۳ ۵-۱۰-۱-۲- حسگر ویدئویی
- ۴۴۴ ۵-۱۰-۲- راه‌بندهای الکترومکانیکی
- ۴۴۶ ۵-۱۱- سیستم‌های هشداردهنده و اطلاع‌رسانی داخل تونل
- ۴۴۷ ۵-۱۱-۱- سیستم پخش پیام با بلندگو
- ۴۴۷ ۵-۱۱-۱-۱- محل قرارگیری تجهیزات پخش پیام
- ۴۵۰ ۵-۱۱-۱-۲- ویژگیهای سیستم پخش پیام
- ۴۵۱ ۵-۱۱-۲- سیستم اطلاع‌رسانی رادیویی
- ۴۵۱ ۵-۱۱-۲-۱- سیستم پخش کانال‌های رادیویی
- ۴۵۲ ۵-۱۱-۲-۲- ارتباط رادیویی بی‌سیم
- ۴۵۲ ۵-۱۱-۲-۳- ارتباط تلفن همراه
- ۴۵۳ ۵-۱۱-۲-۴- ویژگیهای کابلهای نشی

۴۵۷	۵-۱۱-۲-۵- نحوه عملکرد و پیکربندی انتقال سیگنال رادیویی از طریق کابل نشتی.....
۴۵۹	۵-۱۱-۲-۶- سیستم رادیو مرکز کنترل تونل.....
۴۶۰	۵-۱۱-۲-۷- تابلوهای علائم فرکانس رادیویی.....
	۵-۱۱-۳- استانداردهای بکارگیری سیستم رادیویی و پخش پیام با بلندگو
۴۶۱	براساس رده تونل.....
۴۶۱	۵-۱۱-۳-۱- استاندارد اتریشی.....
۴۶۱	۵-۱۱-۳-۲- استاندارد فرانسوی.....
۴۶۲	۵-۱۱-۳-۳- استاندارد آلمانی.....
۴۶۲	۵-۱۱-۳-۴- استاندارد ژاپنی.....
۴۶۲	۵-۱۱-۳-۵- استاندارد نروژی.....
۴۶۳	۵-۱۱-۳-۶- پیشنهادات پیارک.....
۴۶۴	۵-۱۲- سیستم‌های کنترل حریق.....
۴۶۴	۵-۱۲-۱- سیستم‌های تشخیص حریق.....
۴۶۵	۵-۱۲-۲- استراتژی تهویه به هنگام حریق.....
۴۶۶	۵-۱۲-۲-۱- رفتار دود ناشی از آتش‌سوزی در تونل.....
۴۶۹	۵-۱۲-۲-۲- استراتژی تهویه اضطراری هنگام تخلیه تونل.....
۴۷۱	۵-۱۲-۲-۳- استراتژی تهویه اضطراری بعد از تخلیه تونل.....
۴۷۲	۵-۱۲-۲-۴- استراتژی تهویه اضطراری برای تونل‌های با تهویه عرضی...
۴۷۳	۵-۱۲-۲-۵- استراتژی تهویه اضطراری برای تونل‌های با تهویه نیمه عرضی
۴۷۴	۵-۱۲-۲-۶- توزیع جت فن‌ها در تونل.....
۴۷۴	۵-۱۲-۲-۷- تحمل دمای لازم برای جت فن‌ها.....
۴۷۵	۵-۱۲-۳- سیستم‌های خودکار اطفاء حریق.....

۴۷۵	 حریق	۵-۱۲-۳-۱- انواع ویژگیها و نحوه بکارگیری سیستم‌های خودکار اطفاء
۴۷۶	.....	۵-۱۲-۳-۲- استاندارد کشورها در استفاده از سیستم آیفشان
۴۷۸	.....	۵-۱۳- سیستم‌های تابلوهای انتظامی، هدایت مسیر و هشداردهنده
۴۷۸	.....	۵-۱۳-۱- تابلوهای پیام متغیر
۴۷۸	.....	۵-۱۳-۱-۱- تابلو با پیامهای تعبیه شده به صورت سخت‌افزاری
۴۸۰	.....	۵-۱۳-۱-۲- تابلو با پیامهای قابل برنامه‌ریزی به صورت نرم‌افزاری
۴۸۲	.....	۵-۱۳-۱-۳- فن‌آوری‌های ماتریس
۴۸۷	.....	۵-۱۳-۱-۴- ویژگیهای سخت‌افزاری تابلوهای پیام متغیر
۴۸۹	.....	۵-۱۳-۱-۵- ویژگیهای نرم‌افزاری تابلوهای پیام متغیر
۴۹۲	.....	۵-۱۳-۲- سیگنال‌های خط و علائم متغیر
۴۹۴	.....	۵-۱۳-۳- محل قرارگیری و موارد استفاده تابلوهای پیام متغیر
۴۹۷	.....	فصل ۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۵۰۰	.....	مراجع
۵۱۵	.....	واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۵۲۲	.....	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

www.ketab.ir

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶	۱-۱: شمای سیستم کنترل و پایش غیر متمرکز تونل در یک ساختار ITS.....
۲۵	۱-۲: بلوک دیاگرام ارتباطات مرکز کنترل تونل شریان مرکزی بوستون.....
۲۶	۲-۲: نمایی از شبیه سازی کامپیوتری تونل.....
۲۶	۳-۲: نماهائی از تجهیزات دهانه تونل.....
۲۷	۴-۲: نمایی از برخی فن های گریز از مرکز مورد استفاده در تونل بوستون.....
۲۸	۵-۲: نماهایی از اتاق های کنترل اصلی تونل شریان مرکزی بوستون.....
۳۰	۶-۲: نمایی از تونل ترنسکولاو.....
۳۱	۷-۲: نمایی از اتاق کنترل تونل ترنسکولاو.....
۳۶	۸-۲: نمودار توزیع تونل ها در شبکه ترانزیت اروپایی.....
۴۱	۹-۲: نماهایی از مدخل تونل سلاطین.....
	۱۰-۲: تابلوهای تخصیص خط، خروج اضطراری و سیستم تهویه در داخل تونل
۴۲	سلاطین.....
۴۳	۱۱-۲: نماهایی از تجهیزات اتاق کنترل تونل نورث بریج.....
۴۷	۱۲-۲: نمایی از ورودی تونل وین.....
۵۰	۱۳-۲: نمای ورودی یکی از تونل های آتوسترادا.....
۵۶	۱۴-۲: نمایی از فضای داخلی تونل گریت سنت برنارد.....
۵۷	۱۵-۲: نمایی از تونل مونت بلانک.....
۶۳	۱۶-۲: رده بندی تونل های ژاپن بر اساس طول و نرخ تردد خودرو.....
۷۲	۱-۳: نمایی از تونل قافلانکوه در استان آذربایجان شرقی.....
۷۲	۲-۳: نمایی از فن های طولی موجود در تونل قافلانکوه.....
۷۳	۳-۳: موتورهای استفاده شده در فن های تونل قافلانکوه.....

۷۳	۴-۳: پروانه‌های فن‌های تونل قافلانکوه.....
	۵-۳: نمایی از تجهیزات از کار افتاده اندازه‌گیری دود، CO و شدت جریان هوا
۷۴	در تونل قافلانکوه.....
۷۵	۶-۳: نمایی از دریچه مکش هوای تونل بمنظور آنالیز در تونل قافلانکوه.....
۷۵	۷-۳: یکی از لامپ‌های بخار سدیمی موجود در تونل قافلانکوه.....
۷۶	۸-۳: حسگر روشنایی نصب شده در خارج از تونل قافلانکوه.....
۷۶	۹-۳: مدارهای فرمان و قدرت تجهیزات تونل قافلانکوه.....
۷۷	۱۰-۳: ژنراتور برق اضطراری تونل قافلانکوه.....
۷۹	۱۱-۳: دهانه شمالی تونل کندوان.....
۷۹	۱۲-۳: دهانه جنوبی تونل کندوان.....
۸۰	۱۳-۳: نمایی از سیستم روشنایی و فن‌های موجود در تونل کندوان.....
۸۰	۱۴-۳: نمایی از سیستم ژنراتور موجود در تونل کندوان.....
۸۲	۱۵-۳: مدخل تونل امیرکبیر/کوشک.....
۸۹	۱-۴: پیکره‌بندی سیستم سنجش دید و آلودگی مادون قرمز در تونل.....
۹۱	۲-۴: محل معمول نصب حسگر دید و آلودگی در مقطع عرضی تونل.....
۹۳	۳-۴: نصب بدون محافظ شبکه‌ای مطابق شکل باید بصورت افقی باشد.....
۹۳	۴-۴: حفاظ شبکه‌ای بر روی حسگر رطوبت.....
۹۶	۵-۴: طریق نخست کابل‌کشی فیبر نوری سیستم DTS.....
۹۷	۶-۴: طریق دوم کابل‌کشی فیبر نوری سیستم DTS.....
۹۷	۷-۴: محل‌های عبور فیبر نوری در تونل.....
۱۰۰	۸-۴: پیکره‌بندی سیستم DTS.....
۱۰۵	۹-۴: پیکره‌بندی سیستم CCTV.....
۱۰۹	۱۰-۴: محل قرارگیری حسگر وضعیت جاده.....

- ۱۱-۴: پیکره‌بندی سیستم پایش و کنترل سطح انبار فاضلاب..... ۱۱۲
- ۱۲-۴: فاصله زمانی پیشروی خودروهای پشت سرهم..... ۱۲۳
- ۱۳-۴: پیکره‌بندی یک سیستم تشخیص خودکار حادثه برای تونل..... ۱۲۴
- ۱۴-۴: نحوه قرارگیری نورسنج درخشندگی در خارج از تونل..... ۱۳۳
- ۱۵-۴: نمای عمومی منحنی کاهش روشنایی در نواحی مختلف در طول تونل..... ۱۳۷
- ۱۶-۴: نمودار لگاریتمی روشنایی ناحیه انتقال در تونل یک درخشندگی آستانه
دلخواه..... ۱۴۰
- ۱۷-۴: نمودار توزیع روشنایی ناحیه‌های آستانه، انتقال و میانی در تونل..... ۱۴۱
- ۱۸-۴: منحنی‌های پیوسته روشنایی داخل تونل برای شش وضعیت نور خارج از
تونل..... ۱۴۴
- ۱۹-۴: پیکره‌بندی سیستم روشنایی بر اساس ترافیک..... ۱۴۶
- ۲۰-۴: نحوه عمل بادسنج مافوق صوت..... ۱۵۰
- ۲۱-۴: محل معمول نصب حسگر دید و حسگر مافوق صوت سرعت باد در مقطع
طول تونل..... ۱۵۱
- ۲۲-۴: موقعیت مقطع طولی جت فن در طول تونل برای محاسبه ضریب نصب.. ۱۶۲
- ۲۳-۴: تجهیزات اضطراری شامل تلفن، آتش نشانی و تابلو توزیع برق اضطراری
در داخل تونل..... ۱۷۳
- ۲۴-۴: محاسبه سرعت با استفاده از دو حلقه مغناطیسی پشت سرهم..... ۱۷۹
- ۲۵-۴: نحوه قرارگیری حلقه و اتصال مدار آن..... ۱۷۹
- ۲۶-۴: نحوه قرارگیری حلقه القایی در سطح مقطع جاده..... ۱۸۰
- ۲۷-۴: نحوه قرارگیری حلقه‌های القایی برای یک نقطه اندازه‌گیری در جاده دوطوره
دوخطه..... ۱۸۱
- ۲۸-۴: پیکره‌بندی حلقه‌های القایی در مسیر تونل برای جاده دوطوره تک خطه ۱۸۱

- ۲۹-۴: نحوه قرارگیری کابل‌های حسگر پیزو الکتریک در میسر عبور خودرو..... ۱۸۳
- ۳۰-۴: نمایی از حسگر لیزری مادون قرمز در تونل..... ۱۸۴
- ۳۱-۴: نمایی از بالا که مسیر پوشش دو اشعه لیزر A و B را نشان می‌دهد..... ۱۸۵
- ۳۲-۴: عمده فعالیت‌های مرکز کنترل یکپارچه تونل..... ۱۸۷
- ۳۳-۴: بلوک دیاگرام سیستم SCADA در یک اتاق فرمان یکپارچه در تونل..... ۱۹۱
- ۳۴-۴: نمونه‌ای از نمایشگرهای بزرگ LCD در اتاق کنترل..... ۱۹۲
- ۳۵-۴: منوی انتخاب تعداد و نحوه نمایش تصاویر دوربین‌ها بر روی LCD شماره ۵..... ۱۹۳
- ۳۶-۴: نمای میز فرمان اپراتورها نسبت به نمایشگرهای LCD از بالا..... ۱۹۳
- ۳۷-۴: نمای تخته کلید و اهرم اپراتور..... ۱۹۴
- ۳۸-۴: لیست آلارم‌ها و تخلفات ترافیکی مختلف به همراه یک قطعه ویدئویی ثبت شده از آن..... ۱۹۵
- ۳۹-۴: نحوه عمل سیستم ارتفاع غیر مجاز..... ۲۰۲
- ۴۰-۴: نحوه قرارگیری تجهیزات مربوط به سیستم ارتفاع غیر مجاز..... ۲۰۳
- ۴۱-۴: ارتباط حلقه‌های القایی به سیستم تشخیص ارتفاع غیر مجاز..... ۲۰۵
- ۴۲-۴: نحوه تعیین زاویه بین دو واحد فرستنده/گیرنده در عرض جاده..... ۲۰۶
- ۴۳-۴: نحوه تعیین زاویه انحراف واحدها نسبت به افق در طول جاده..... ۲۰۷
- ۴۴-۴: پیکره‌بندی مرسوم سیستم انتقال رادیویی در تونل..... ۲۱۷
- ۴۵-۴: پیکره‌بندی نوین سیستم انتقال رادیویی در یک ناحیه دلخواه از تونل..... ۲۱۹
- ۴۶-۴: نمونه تابلو پیام متغیر تک خطه به همراه سیگنال‌های خط و چراغ‌های خطر در تونل..... ۲۲۸
- ۴۷-۴: یک تابلو پیام متغیر تک خطه با فلشهای طراحی شده بصورت گرافیکی در تونل..... ۲۲۹
- ۴۸-۴: نمونه‌ای از تابلو پیام متغیر دو خطه در کنار دیواره تونل..... ۲۲۹

۲۳۳	 ۴-۴۹: سیگنال‌های خط
۲۳۶	 ۴-۵۰: تابلو پیام متغیر سه خطه به همراه چراغ‌های خطر در خارج از تونل.....
	۵-۱: واحدهای فرستنده/گیرنده و منعکس کننده سیستم سنجش دید و آلودگی
۲۵۰	 با استفاده از اندازه‌گیری انتقال.....
۲۵۱	۵-۲: واحدهای گیرنده و فرستنده سیستم سنجش دید بر اساس پراکندگی پیشرو
۲۵۳	 ۵-۳: طیف جذب مونو اکسید کربن.....
۲۵۴	 ۵-۴: روش NDIR برای اندازه‌گیری غلظت گازهای بی‌رنگ.....
۲۵۵	 ۵-۵: روش NDIR برای اندازه‌گیری غلظت گازهای بی‌رنگ با محفظه بسته.....
۲۵۸	 ۵-۶: پیکره‌بندی حسگرهای دید/آلودگی و مه.....
	۵-۷: نمای ظاهری حسگرهای رطوبت به ترتیب از بالا به پایین: حسگرهای
۲۶۱	 خازنی، مقاومتی و رسانای حرارتی.....
۲۶۲	 ۵-۸: انواع فیلترهای قابل نصب بر سر حسگر رطوبت.....
۲۶۲	 ۵-۹: متعلقات حسگر رطوبت.....
۲۶۴	 ۵-۱۰: شکل ظاهری و درون ترمیستور.....
۲۶۵	 ۵-۱۱: انواع فن‌آوری RTD.....
۲۶۵	 ۵-۱۲: غلاف معمول RTD (PT100).....
۲۶۷	 ۵-۱۳: ساختار سیستم DTS.....
۲۶۸	 ۵-۱۴: طیف پراکنده بازگشتی نور.....
۲۶۹	 ۵-۱۵: طیف سه بعدی نور پراکنده بازگشتی.....
۲۷۰	 ۵-۱۶: روش تعیین دقت طولی در سیستم DTS.....
	۵-۱۷: نمونه نمودار دمای تولید شده توسط سیستم DTS در طول ۴۰۰۰ متر مسیر
۲۷۳	 فیبر نوری.....
۲۷۵	 ۵-۱۸: کابل‌های دوسیمه و چهارسیمه LIST.....

- ۲۷۵ ۱۹-۵: مقطع عرضی کابل چهارسیمه LIST.
- ۲۷۶ ۲۰-۵: واحد سنجش سیستم LIST.
- ۲۷۷ ۲۱-۵: واحد کنترل مرکزی سیستم LIST.
- ۲۷۸ ۲۲-۵: نمودار سه بعدی زمان-مکان-دما در نرم افزار سیستم LIST.
- ۲۷۸ ۲۳-۵: نمودار سه بعدی زمان-مکان-تغییرات دما در نرم افزار سیستم LIST.
- ۲۸۳ ۲۴-۵: دوربین های چرخنده با و بدون نورافکن مادون قرمز.
- ۲۸۷ ۲۵-۵: رده بندی تونل های ژاپن بر اساس طول و نرخ تردد خودرو.
- ۲۸۷ ۲۶-۵: رده بندی تونل های نروژ بر اساس طول و نرخ تردد خودرو.
- ۲۸۹ ۲۷-۵: حسگر وضعیت جاده.
- ۲۹۰ ۲۸-۵: نوع دیگری از حسگر وضعیت جاده.
- ۲۹۵ ۲۹-۵: حسگر شناور داخلی و خارجی.
- ۲۹۵ ۳۰-۵: حسگر غوطه ور.
- ۲۹۶ ۳۱-۵: حسگر هدایت الکتریکی.
- ۲۹۶ ۳۲-۵: حسگر مافوق صوت.
- ۳۰۲ ۳۳-۵: محل قرارگیری حسگر ها و دوربین سیستم سنجش لحظه ای سرعت.
- ۳۴-۵: زاویه تصویر برداری از خودرو حدود ۲۰ درجه افقی و ۴۰ درجه عمودی
- ۳۰۳ انتخاب می گردد.
- ۳۰۴ ۳۵-۵: تجهیزات کنترل پشت جعبه دوربین: برای دوربین دیجیتال و دوربین معمولی
- ۳۶-۵: یک نمونه از تصویر برداشته شده توسط سیستم سنجش لحظه ای سرعت
- ۳۰۴ غیر مجاز.
- ۳۰۵ ۳۷-۵: پنجره نرم افزار کنترل کننده دوربین از راه دور.
- ۳۰۶ ۳۸-۵: نمونه ای از دوربین سیستم سنجش لحظه ای سرعت بکار گرفته شده در تونل
- ۳۰۶ ۳۹-۵: پیکره بندی یک سیستم سنجش لحظه ای سرعت با استفاده از حلقه القایی

- ۴۰-۵: روش مستندسازی سنجش لحظه‌ای سرعت با سه تصویر ۳۰۸
- ۴۱-۵: پیکره‌بندی یک سیستم تشخیص خودکار حادثه برای تونل ۳۱۵
- ۴۲-۵: نمائی از بردها و ماجول‌های پردازنده تصویر ۳۲۰
- ۴۳-۵: نمائی از یک سیستم پردازنده تصویر ۳۲۰
- ۴۴-۵: بلوک دیاگرام سیستم پردازش تصویر حوادث تونل ۳۲۱
- ۴۵-۵: تشخیص سوانح در تونل با پردازش سیگنال ۳۲۲
- ۴۶-۵: تشخیص حوادث در تونل با پردازش مسیرهای عبوری ۳۲۳
- ۴۷-۵: تشخیص دود در تونل با پردازش سیگنال ۳۲۴
- ۴۸-۵: پدیده حفره سیاه در دهانه تونلی که دارای روشنایی مناسب نیست ۳۲۷
- ۴۹-۵: نحوه اندازه‌گیری درخشندگی توسط نورسنج ۳۲۸
- ۵۰-۵: نحوه قرارگیری نورسنج‌های درخشندگی و روشنایی ۳۲۹
- ۵۱-۵: نمائی از نورسنج درخشندگی ۳۳۰
- ۵۲-۵: نمودار لگاریتمی روشنایی ناحیه انتقال در تونل یک درخشندگی آستانه
دلخواه ۳۳۶
- ۵۳-۵: وضعیت روشنایی لامپهای تونل به هنگام تردد (سمت راست) و عدم تردد
خودرو (سمت چپ) ۳۴۳
- ۵۴-۵: حسگر ویدئویی خودرو و تصویر ناحیه‌بندی شده با پردازشگر تصویر برای
تشخیص خودرو ۳۴۳
- ۵۵-۵: حسگر مادون قرمز، دگمه فشاری عابر پیاده و جعبه ادوات سنجش و کنترل .. ۳۴۳
- ۵۶-۵: پیکره‌بندی سیستم کنترل کامپیوتری شبکه روشنایی تونل ۳۴۵
- ۵۷-۵: نمای داخلی و خارجی یک بادسنج پیاله‌ای به همراه یک باد نمای الکترو
مکانیکی ۳۵۱
- ۵۸-۵: پروانه یک بادسنج ملخی ۳۵۲

۳۵۴	 ۵-۵۹: نمای داخلی و خارجی یک حسگر فشار هوا.....
	 ۵-۶۰: تهویه طولی معمولی برای تونل‌های کوتاه و شمای منحنی آلودگی در طول
۳۵۶	 تونل.....
	 ۵-۶۱: تهویه طولی با تبادل هوا از طریق کانال‌های میانی و شمای منحنی آلودگی
۳۵۷	 در تونل.....
۳۵۷	 ۵-۶۲: تهویه طولی با هواکش میانی و شمای منحنی آلودگی در تونل.....
۳۵۸	 ۵-۶۳: تهویه عرضی و شمای منحنی آلودگی برای نقاط مختلف تونل.....
۳۵۹	 ۵-۶۴: تهویه نیمه عرضی و شمای منحنی آلودگی برای نقاط مختلف تونل.....
۳۶۱	 ۵-۶۵: تصفیه کننده الکترو استاتیکی در تونل (نگاه از بالا).....
۳۶۱	 ۵-۶۶: تصفیه کننده الکترو استاتیکی در تونل (نگاه از کنار).....
۳۶۲	 ۵-۶۷: نمای شتاب دهنده الکترو استاتیکی برای تصفیه هوای داخل تونل.....
۳۶۲	 ۵-۶۸: نمای شتاب دهنده الکترو استاتیکی برای تصفیه هوای خارج شده از تونل
۳۸۱	 ۵-۶۹: راندمان جت فن برای سرعت‌های مختلف باد در تونل نسبت به سرعت باد در خروجی جت فن.....
۳۸۱	 ۵-۷۰: محاسبه ضریب نصب با توجه به مقدار z و d
۳۸۵	 ۵-۷۱: قطعات یک جت فن.....
۳۸۹	 ۵-۷۲: نمای داخلی و خارجی تلفن اضطراری یک تونل آلمانی.....
	 ۵-۷۳: تجهیزات اضطراری شامل تلفن، آتش‌نشانی و تابلو توزیع برق اضطراری
۳۹۶	 در داخل تونل.....
۳۹۸	 ۵-۷۴: تلفن اضطراری در کنار درب‌های اضطراری تونل.....
۳۹۸	 ۵-۷۵: تابلو بالای درب اضطراری و عمود بر دیوار تونل.....
۳۹۹	 ۵-۷۶: درب‌ها و مسیرهای اضطراری به تونل سرویس.....
۳۹۹	 ۵-۷۷: تابلو نشان‌دهنده خروجی اضطراری در هر جهت.....

- ۷۸-۵: تابلو نشان دهنده خروجی اضطراری در هر جهت و چراغهای هدایت مسیر ۳۹۹
- ۷۹-۵: نماهایی از خودروهای مخصوص امداد و آتش‌نشانی دو کابینه..... ۴۰۱
- ۸۰-۵: تصویری از دوربین مادون قرمز خودروهای مخصوص..... ۴۰۱
- ۸۱-۵: نمایی از یک خودرو تخلیه‌کننده به دام افتادگان در تونل..... ۴۰۲
- ۸۲-۵: حسگر حلقه القایی..... ۴۰۷
- ۸۳-۵: سیم‌پیچ اولیه و ثانویه مغناطیس‌سنج..... ۴۱۰
- ۸۴-۵: نحوه قرارگیری مغناطیس‌سنج در جاده..... ۴۱۰
- ۸۵-۵: نحوه قرارگیری حلقه‌های الهائی و مغناطیس‌سنج در جاده..... ۴۱۰
- ۸۶-۵: نماهایی از رادار با موج یکنواخت..... ۴۱۵
- ۸۷-۵: نمایی از گیرنده - فرستنده رادار پالسی..... ۴۱۶
- ۸۸-۵: نمایی از فرستنده - گیرنده رادار موج پیوسته با مدولاسیون فرکانس..... ۴۱۷
- ۸۹-۵: نحوه ارسال، انعکاس و انکسار امواج رادار موج پیوسته با مدولاسیون
فرکانس در جاده با انواع خودرو..... ۴۱۸
- ۹۰-۵: نمایی از رادار موج پیوسته با مدولاسیون فرکانس، محل نصب و شعاع
پوشش آن..... ۴۱۹
- ۹۱-۵: نماهایی از حسگرهای مافوق صوت..... ۴۲۰
- ۹۲-۵: سنجش امواج باز تابش خودرو توسط حسگر مادون غیرفعال..... ۴۲۱
- ۹۳-۵: نمایی از حسگر مادون قرمز غیرفعال غیر لیزری..... ۴۲۲
- ۹۴-۵: نمایی از حسگر مادون قرمز لیزری..... ۴۲۲
- ۹۵-۵: نمایی از تجهیزات پایش و فرمان یک تونل..... ۴۲۸
- ۹۶-۵: نمایی از اتاق کنترل تونل مونت بلانک..... ۴۲۹
- ۹۷-۵: شبیه‌ساز سخت افزاری تجهیزات ترافیکی تونل در اتاق کنترل تونل
کونت هیل..... ۴۲۹

- ۴۳۰ ۹۸-۵: نمایی از اتاق کنترل تونل البی با تابلو سخت افزاری شبیه‌ساز تونل.....
- ۴۳۱ ۹۹-۵: شبیه‌ساز نرم افزاری تجهیزات تونل در اتاق کنترل تونل شریان مرکزی
..... بوستون
- ۴۳۲ ۱۰۰-۵: پنجره‌ای از لیست تجهیزات و وضعیت آنها در اتاق کنترل تونل شریان
..... مرکزی بوستون
- ۴۳۹ ۱۰۱-۵: سیستم فرستنده-گیرنده ارتفاع غیرمجاز ساخت شرکت‌های Sick و Trigg
- ۴۴۰ ۱۰۲-۵: نحوه عمل سیستم ارتفاع غیرمجاز.....
- ۴۴۳ ۱۰۳-۵: نمایی از یک آژیر بشقابی ساخت شرکت Trigg.....
- ۴۴۶ ۱۰۴-۵: نمایی از یک راه‌بند الکترومکانیکی نصب شده در دهانه تونل مونت بلانک
- ۴۴۸ ۱۰۵-۵: نمایی از بلندگوی ارتباط جمعی نصب شده در دیواره تونل.....
- ۴۴۹ ۱۰۶-۵: نمایی از بلندگوهای دو قطبی ارتباط جمعی نصب شده بر دیوار تونل...
- ۴۵۰ ۱۰۷-۵: نمایی از تابلو سیستم کامپیوتری پخش پیام و ترمینال اپراتور در مرکز کنترل
- ۴۵۷ ۱۰۸-۵: نمایی از کابل نشستی قابل نصب در تونل.....
- ۴۶۰ ۱۰۹-۵: نمونه‌ای از تابلو اطلاع رسانی فرکانس رادیویی را در داخل تونل.....
- ۴۶۱ ۱۱۰-۵: پدیده لایه بندی دود به عقب هنگام کمتر بودن سرعت جریان هوا از
سرعت بحرانی.....
- ۴۶۷ ۱۱۱-۵: وضعیت دود در تونل هنگام مساوی بودن سرعت جریان هوا با سرعت
بحرانی.....
- ۴۶۷ ۱۱۲-۵: اغتشاش دود در تونل وقتی که سرعت جریان هوا بسیار بیشتر از سرعت
بحرانی است.....
- ۴۶۷ ۱۱۳-۵: به دام افتادن خودروها در یک سمت حریق در تونل یک طرفه با ترافیک
روان در خروجی.....
- ۴۶۹ ۱۱۴-۵: به دام افتادن خودروها در هر دو سمت هنگام آتش‌سوزی در یک تونل
یک طرفه متراکم.....
- ۴۷۰

- ۱۱۵-۵: به دام افتادن خودروهای دو سمت در پشت محل آتش سوزی در یک تونل
- ۴۷۰ دو طرفه
- ۴۷۸ ۱۱۶-۵: وضعیت دید به هنگام استفاده از آیفشان در تونل
- ۴۷۹ ۱۱۷-۵: تابلو پا پیامهای محدود قابل تغییر تعبیه شده به صورت سخت افزاری
- ۴۷۹ ۱۱۸-۵: تابلو پیام متغیر با استفاده از ماتریس حروف
- ۴۸۱ ۱۱۹-۵: تابلو پیام متغیر با استفاده از ماتریس خطوط
- ۴۸۱ ۱۲۰-۵: تابلو پیام متغیر با استفاده از ماتریس کامل
- ۴۸۳ ۱۲۱-۵: واحد منبع نور و دسته های فیبر نوری که سه حرف را نمایش می دهند
- ۴۸۵ ۱۲۲-۵: تولید یک نقطه نورانی با LED های سبز و قرمز
- ۴۸۶ ۱۲۳-۵: نقطه یک ماتریس با سیستم مختلط
- ۴۹۰ ۱۲۴-۵: پنجره یک نرم افزار که با آن تابلوهای پیام متغیر برنامه ریزی می شود
- ۴۹۱ ۱۲۵-۵: پنجره مشاهده وضعیت تابلوهای پیام متغیر در نقاط مختلف تونل
- ۱۲۶-۵: نمونه ای دیگر از پنجره مشاهده وضعیت تابلوهای پیام متغیر در نقاط
- ۴۹۱ مختلف تونل
- ۴۹۲ ۱۲۷-۵: سیگنال های خط
- ۱۲۸-۵: نمونه ای از سیگنال های خط به همراه تابلوهای حداکثر سرعت مجاز در
- ۴۹۳ دهانه یک تونل
- ۴۹۴ ۱۲۹-۵: نمونه های VMS محدودیت سرعت

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۳۷	۱-۲: تونل‌های نیروژ به تفکیک طول.....
۶۴	۲-۲: امکانات اضطراری استاندارد ژاپن.....
۷۰	۱-۳: تونل‌های راه کشور به تفکیک طول.....
۷۱	۲-۳: مشخصات تونل‌های بالای ۱۰۰۰ متر کشور.....
۸۶	۱-۴: مقدار مجاز آلودگی CO, NO, NO ₂ و دید در تونل.....
۱۳۵	۲-۴: پدیده تطبیق به سطح روشنایی جدید نسبت به سطح روشنایی قبلی.....
۱۳۸	۳-۴: مقدار ضریب K بر اساس مسافت توقف مطمئن.....
۱۳۸	۴-۴: مسافت توقف مطمئن بر اساس سرعت مجاز ترافیک.....
۱۳۸	۵-۴: ارتفاع d بر حسب ارتفاع تونل.....
۱۳۹	۶-۴: درخشندگی لازم در ناحیه میانی بر اساس سرعت مجاز ترافیک.....
۱۴۳	۷-۴: یک نمونه انتخاب مقدار درخشندگی لازم برای نواحی تونل با واحد cd/m ²
۱۴۴	۸-۴: ویژگیهای عمومی منابع نور در تونل.....
	۹-۴: مقدار فواصل بین دو روشنایی مجاور در تونل که باعث احساس سوسو زدن می‌شود.....
۱۴۵	
۱۵۷	۱۰-۴: ضرایب آلودگی برای خودروهای سنگین.....
۱۵۸	۱۱-۴: ضرایب آلودگی برای خودروهای سبک.....
۱۶۲	۱۲-۴: ضریب نصب جت فن.....
۲۴۵	۱-۵: مقدار مجاز آلودگی CO و دید در تونل بر اساس PIARC.....
۲۴۶	۲-۵: مقدار مجاز آلودگی CO و NO و NO ₂ برای ۱۵ دقیقه تنفس بر حسب طول تونل.....
۲۸۶	۳-۵: لزوم یا عدم لزوم استفاده از سیستم CCTV در تونل‌های فرانسه.....
۳۳۲	۴-۵: پدیده تطبیق به سطح روشنایی جدید نسبت به سطح روشنایی قبلی.....

۳۳۴	۵-۵: مقدار ضریب K بر اساس مسافت توقف مطمئن.....
۳۳۵	۶-۵: مسافت توقف مطمئن بر اساس سرعت مجاز ترافیک.....
۳۳۶	۷-۵: ارتفاع d بر حسب ارتفاع تونل.....
۳۳۷	۸-۵: درخشندگی لازم در ناحیه میانی بر اساس سرعت مجاز ترافیک.....
۳۳۹	۹-۵: یک نمونه انتخاب مقدار درخشندگی لازم برای نواحی تونل با واحد cd/m^2
۳۴۰	۱۰-۵: ویژگیهای عمومی منابع نور در تونل.....
	۱۱-۵: مقدار فواصل بین دو روشنایی مجاور در تونل که باعث احساس سوسو زدن می شود.....
۳۴۱	۱۲-۵: ضرایب آلودگی برای خودروهای سبک.....
۳۶۷	۱۳-۵: ضرایب آلودگی برای خودروهای سنگین.....
۳۶۸	۱۴-۵: ضریب تصحیح میزان اکسیدهای ازت در شیب های مختلف.....
۳۷۴	۱۵-۵: ضریب نصب جت فن.....
۳۸۰	۱۶-۵: ویژگیهای عمده جت فن های معکوس پذیر معمول.....
۳۸۴	۱۷-۵: تلف طولی کابل های نشتی ساخت شرکت فرانسوی ساگم بر حسب قطر و فرکانس حامل.....
۴۵۵	۱۸-۵: تلف تزویج کابل های نشتی ساخت شرکت فرانسوی ساگم بر حسب قطر و فرکانس حامل.....
۴۵۶	۱۹-۵: ماکزیمم طول کابل برای تلف سیستم حداکثر تا ۱۲۰ dB محاسبه شده بر اساس C95 برای کابل های نشتی ساخت شرکت فرانسوی ساگم بر حسب قطر و فرکانس حامل.....
۴۵۶	۲۰-۵: لزوم یا عدم لزوم استفاده از سیستم رادیویی ارتباط جمعی برای اپراتور تونل در فرانسه.....
۴۶۱	۲۱-۵: سرعت هوا در طول تونل در شرایط مختلف آتش سوزی.....
۴۷۰	۲۲-۵: طول ناحیه با جت فن آسیب دیده برای درجات تحمل جت فن های مختلف در فرانسه.....
۴۷۵	