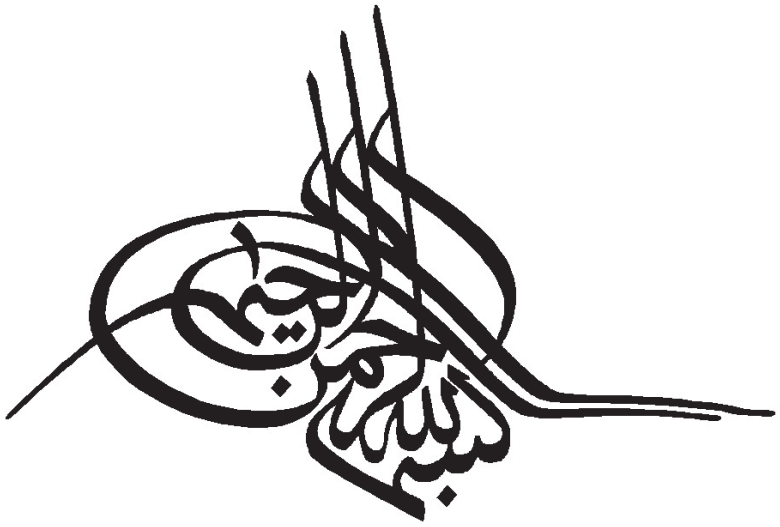

بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت راه و ترابری
پژوهشکده حمل و نقل

طراحی سیستمهای
کنترل و برق تونلهای جاده‌ای

عنوان و نام پدیدآور : طراحی سیستمهای کنترل و برق تونلهای جاده‌ای / مجری: شرکت مهندسین مشاور فیروز پویا؛ ناظرین: محمد جواد جعفری، عبدالهادی قزوینیان، حسن مدنی؛ مدیر پروژه: امیرمحجوب
مشخصات نشر : تهران: وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری : ۷٤ص.:جدول،نمودار.
شابک : ۶۰۰۰ ریال:۹-٤۹-۲۹۹۳-۹٦٤-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه.
موضوع : تونلها -- پیش بینیهای ایمنی
شناسه افزوده : جعفری، محمد جواد، ۱۳۳۱
شناسه افزوده : قزوینیان، عبدالهادی
شناسه افزوده : مدنی، حسن
شناسه افزوده : محجوب، امیر، ۱۳٦۰
شناسه افزوده : ایران. وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل و نقل
شناسه افزوده : شرکت مهندسین مشاور فیروزپویا
رده بندی کنگره : ۱۳۸۸ ٤٤ط/AT۸۱۵
رده بندی دیویی : ٦۲٤/۱۹۳
شماره کتابشناسی ملی : ۱۷٦۵۸۳۱

وزارت راه و ترابری - پژوهشکده حمل و نقل

عنوان : **طراحی سیستمهای کنترل و برق تونلهای جاده‌ای**
بخش پژوهشی : **زیرساختها**
مجری : **شرکت مهندسین مشاور فیروز پویا**
مدیر پروژه : **امیر محجوب**
ناظرین : **محمد جواد جعفری - عبدالهادی قزوینیان - حسن مدنی**
ناشر : **پژوهشکده حمل‌ونقل**
شابک : **۹ - ٤۹ - ۲۹۹۳ - ۹٦٤ - ۹۷۸**
نوبت چاپ : **اول**
تاریخ انتشار : **تابستان ۱۳۸۸**
شمارگان : **۳۵۰ نسخه**
قیمت : **٦۰۰ تومان**
لیتوگرافی : **باران**
چاپ و صحافی : **پژمان**
نشانی : **تهران - خیابان شهید سپهبد قرنی - خیابان شهید کلانتری - پلاک ٦۵ - پژوهشکده حمل‌ونقل - اداره انتشارات تلفن: ٦ - ۸۸۹۳۳۵۲۱ نمابر: ۸۸۹۳۳۵۳٦**
وب سایت و تلفن مراکز پخش و فروش:
۱ - پژوهشکده حمل و نقل ٦ - ۸۸۹۳۳۵۲۱ ، www.tri.gov.ir
۲ - برج شهید دادمان ۸۲۲٤٤۱۷۳ ، www.rahiran.ir
۳ - مؤسسه فدک ایساتیس ٦٦٤۸۲۲۲۱ و ٦٦٤۸۱۰۹٦، www.fadakbook.com

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

پیشگفتار

حمل‌ونقل از ابتدای تاریخ بشـــر، نقشـــی اساسی در شکل‌دهی جوامع انسانی و توسعهٔ اقتصادی آنها ایفا نموده اســـت و در عصر حاضر نیز شـــریانهای ارتباطی، زیربنای اقتصاد هر کشوری را تشکیل می‌دهد.

توســـعهٔ پایدار، حمل‌ونقل ســـریع و ایمن نیز همانند ســـایر ابعاد زندگی بشر، هنگامی تبلور پیدا می‌کند که به صورت نظام‌مند و براساس منطق علمی پایه‌ریزی شده باشد؛ در این فرایند علمی و نظام‌مند اســـت که نقش و جایگاه علوم حمل‌ونقل در توســـعهٔ پایدار و اقتصاد جوامع تجلی می‌یابد.

در حـــال حاضـــر، افراد و مؤسســـات زیادی در سراســـر دنیا به تحقیـــق و آموزش در شـــاخه‌های مختلف علوم حمل‌ونقل مشـــغول هستند که نتیجهٔ تلاشـــهای آنها منجر به ایجاد ســـامانه‌های پیشرفته و جدید حمل‌ونقل و بهینه‌سازی سامانه‌های موجود شده است. با توجه بـــه جوان بودن رویکرد علمی در صنعت حمل‌ونقل کشـــور و نیـــاز روزافزون به این صنعت مهم و فراگیر، این فرصت طلایی برای پژوهشـــگران کشـــور وجود دارد تا ارتباط لازم را با محافل علمی دنیا برقرار نموده و همگام با مراکز معتبر بین‌المللی در این عرصهٔ نوین حرکت نمایند.

پژوهشـــکدهٔ حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری در راســـتای پاســـخگویی به این نیازها و به‌منظور پرکردن خلاء ناشـــی از نبود یک مرکز توانمند علمی و پژوهشـــی در زمینهٔ مهندسی حمل‌ونقل و زیرساختهای مرتبط با آن، در سال ۱۳۸۲ تأسیس گردید. این پژوهشکده به عنوان مجموعه‌ای علمی در زمینهٔ حمل‌ونقل، این رسالت عظیم را برعهده دارد تا با تکیه برخلاقیت و پشتکار پژوهشگران داخلی و نیز پشتوانهٔ تجربهٔ جمعی از متخصصان در سازمانها و ادارات وزارت راه و ترابری، به مرکز تولید دانش در صنعت حمل‌ونقل ایران تبدیل شود.

از مهمترین وظایف پژوهشـــکدهٔ حمل‌ونقل در راستای انجام این رسالت، تولید دانش، دانش اندوزی، نشـــر و اطلاع‌رســـانی علمی آخرین دستاوردهای پژوهشـــی از طریق انتشار گزارشهای علمی و پژوهشی است.

جهت بالا بردن ایمنی در تونلهای جاده ای بایستی تجهیزات و وسائل خاصی درتونل نصـــب گردد. کنتـــرل و عملکرد صحیح و بموقع این تجهیزات در بـــالا بردن ایمنی تونل، از اهمیت ویژه ای برخوردار است؛ به واقع سیستم کنترل وظیفه هماهنگی و نظارت بر کارکرد کل این مجموعه را به عهده دارد.

درکنار تقاضا برای بالا بردن ایمنی، یک سیســـتم باید به گونه ای باشد که خللی در عملکرد آن اتفاق نیافتد. هر کدام از سیستم های نصب شده در تونل بعنوان دانه ای از زنجیر می باشـــند که با هم در ارتباط هســـتند، چنانچه هر یک از این قســـمتها دچار نقص شود، کل مجموعه دچار مشـــکل خواهد شد. از این رو هر کدام از سیستم ها باید دارای کیفیت بالائی باشـــد. عـــلاوه برآن ارتبـــاط بیـــن این تجهیزات ومرکز کنتـــرل خـــود نیازمند دقت ویژه ای است و خطای هر کدام ممکن است اثر جدی بر کل مجموعه بگذارد. در این کتاب علاوه بر ساختار سیستم کنترل، سیستم برق تونل و همچنین سیستم توزیع الکتریکی آن مورد بررسی قرار گرفته است.

در انتشـــار این مجموعه، افراد بســـیاری همکاری داشـــته‌اند، شرکت مهندسین مشاور فیروزپویـــا بـــه عنوان مجری پروژه، آقایـــان **دکتر محمد جواد جعفـــری** و **دکتر عبدالهادی قزوینیان** و **مهندس حســـن مدنی** به عنوان ناظرین پروژه، آقـــای **مهندس امیر محجوب** که مدیریت این پروژه را در پژوهشـــکده عهده دار بوده‌انـــد و آقای **دکتر کیومرث عماد** رئیس بخش زیرســـاختهای پژوهشـــکده حمل‌ونقل، کـــه از همه این بزرگواران صمیمانه تشـــکر و قدردانی می‌شود.

محمود عامری

رئیس پژوهشکده حمل‌ونقل

تابستان ۱۳۸۸

طراحی سیستمهای کنترل و برق تونلهای جاده‌ای

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: سطوح مختلف کنترل در تونل ۱

مقدمه ۱

۱ـ۱ـ لایه‌های مختلف سیستم کنترل تونل ۲

۱ـ۲ـ ویژگیهای سیستم اسکادا ٤

۱ـ۳ ـاجزای مختلف سیستم کنترل تونل ٦

۱ـ۳ـ۱ ـ سخت‌افزار سیستم کنترل ٦

فصل دوم: اجزای مختلف سیستم کنترل و کارکرد آنها ۱۰

۲ـ۱ـ سیستم کنترل تهویه ۱۰

۲ـ۱ـ۱ ـ تابلو سیستم کنترل تهویه ۱۱

۲ـ۱ـ۲ـ اصول سیستم کنترل تهویه ۱۲

۲ـ۲ ـ سیستم کنترل روشنایی ۱۵

۲ـ۲ـ۱ـ اجزای سیستم کنترل روشنایی ۱۵

۲ـ۲ـ۲ـ کارکرد سیستم کنترل روشنایی ۱٦

۲ـ۳ ـ دوربین مداربسته ۱۸

۲ـ۳ـ۱ ـ سیستم آشکارسازی تصادفات با استفاده از دوربین مدار بسته CCIDS..... ۲۰

۲ـ۳ـ۲ ـ پارامترهای طراحی سیستم دوربین مدار بسته ۲۲

۲ـ۳ـ۳ ـ تجهیزات ارتباطی و کنترلی سیستم دوربین مدار بسته ۲٦

۲ـ۳ـ٤ـ نرم‌افزار سیستم دوربین مدار بسته ۲٦

۲ـ٤ ـ سیستم تلفن اضطراری ۲۷

۲ـ٤ـ۱ـ ساختار مرکز کنترل تلفن اضطراری..... ۲۷
۲ـ٤ـ۲ ـ کنسول کنترل تلفن اضطراری ۲۷
۲ـ٤ـ۳ ـ کارکرد سیستم نلفن اضطراری ۲۸
۲ـ۵ ـ آشکارسازترافیک ۲۹
۲ـ۵ـ۱ ـ اشغال شدن بیش از حد تونل ۳۱

فصل سوم: تغذیه الکتریکی، پست برق و سیستم برق اضطراری..... ۳۲
۳ـ۱ـ نیازمندیهای تغذیه ۳۳
۳ـ۲ ـ اجزای مختلف سیستم تغذیه الکتریکی..... ۳۳
۳ـ۲ـ۱ـ پستهای فشار متوسط..... ۳۳
۳ـ۳ ـ سیستم برق اضطراری ۴۰
۳ـ۳ـ۱ـ ملاحظات طراحی سیستم دیزل ژنراتور ۴۱

فصل چهارم: شرح خدمات و دستورالعمل طراحی سیستم برق و کنترل تونلهای جاده‌ای...۴۳
مرحله اول مطالعات..... ۴۳
مرحله دوم..... ۴۴
مراجع..... ۴۶

فصل اول

سطوح مختلف کنترل در تونل

مقدمه:

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

درکنار 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 به‌عنوان 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 بالائی باشد. علاوه برآن ارتباط بین این تجهیزات ومرکز کنترل خود نیازمند دقت ویژه ای است و خطای هر کدام ممکن است اثر جدی بر کل مجموعه بگذارد.

در مرحله اول اطلا عات از قسمتهای مختلف مجموعه جمع آوری شده و در مرکز کنترل تونل پردازش می‌شوند، در مرحله بعد سیگنالهای کنترلی از مرکز کنترل جهت کارکرد

تجهیزات ارسال می گردد. این فـعـالیتها بیشتر روی مونیتورینگ و کنترل متمـرکز شده است سیستمهای کنترلی با این گونه عملکرد را SCADA[1] می‌نامند. این نرم‌افزارها به اپراتور امکان کنترل کل مجموعه را از روی یک میز اپراتور فراهم می‌آورند. مشخصه اصلی سیستم کنترل تونل را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

ـ نظارت و کنترل بر اجزاء و دستگاههای نصب شده در تونل.

ـ اعمـال اسـتراتژیهای مختلـف برای کارکرد تجهیـزات با توجه به شـرایط (تهویه، روشنائی).

ـ جستجو و آشکارسازی حادثه.

ـ کنترل وضعیت بازوبسته بودن تونل از طریق اپراتور.

ـ نمایش وضعیت کلی تونل در یک نگاه.

۱ـ۱ ـ لایه‌های مختلف سیستم کنترل تونل

سیسـتمهای کنترل تونل معمولاً از چـهار لایه ترتیبی مشـابه آنچه که در شکل (۱ـ۱) نشـان داده شـده است تشکیل می‌شوند. پایینترین لایه سیسـتم کنترل، لایه چهارم[2] است که شـامل وسایل، ابزارهای اندازه‌گیری، سنسورها، عملگرهای روشنائی و تهویه، کنترل‌کننده‌های ترافیکی، آشکار سازهای محیطی، سیستمهای ارتباطی و غیره می باشد، که در فضای داخلی و بخش های ورودی و خروجی تونل نصب شده اند. این لایه با استفاده از کابلـها و رابـط های ورودی و خروجـی دیجیتال و رابط های ورودی آنالوگ به لایه سـوم سیسـتم کنترل متصل می‌شود.

لایه سـوم[3] ایستگاههای کنترل از را دور[4] هسـتند. ایستگاه کنترل از راه دور به عنوان یک واسطه بین سنسورهای نصب شده در لایه چهارم سیستم و مرکز کنترل تونل می‌باشد. در داخل این ایسـتگاهها کنترلرهای محلی نصب می‌شوند. کنترل کننده های محلی اطلاعات را

1. Supervisory Control And Data Acquisition system
2. Field Equipment And Sub system
3. Field Equipment And Sub system
4. Remote Station

از قسمتهای مختلف تونل جمع آوری کرده و فرامین لازم را جهت کنترل قسمتهای مختلف صادر می کنند. ایستگاههای کنترل از راه دور، در طول تونل و دهانه های ورودی و خروجی و جاده های منتهی به تونل نصب می‌شوند.

ایستگاه کنترل از راه دور به‌صورت دوره‌ای اطلاعات مربوط به تجهیزات نصب شده در تونل را جمع‌آوری کرده و به مرکز کنترل تونل ارسال می‌کند همچنین فرمانهای رسیده از مرکز کنترل را به این تجهیزات اعمال می‌کند به عبارتی سیستم کنترل مرکزی اطلاعات مختلف را از ایستگاه کنترل از راه دور دریافت کرده و پس از تصمیم گیری، دستورات لازم را جهت کار قسمتهای مختلف به ایستگاه کنترل از راه دور ارسال می‌کند تا از این قسمت به تجهیزات اعمال شود [۱].

معمولاً در داخل ایستگاههای کنترل از راه دور تعدادی ورودی و خروجی به‌صورت دیجیتال و آنالوگ وجود دارند که تجهیزات مختلف نصب شده در تونل به آن متصل می‌شوند. تعدادی از تجهیزات که به ایستگاه متصل می‌شود عبارتند از:

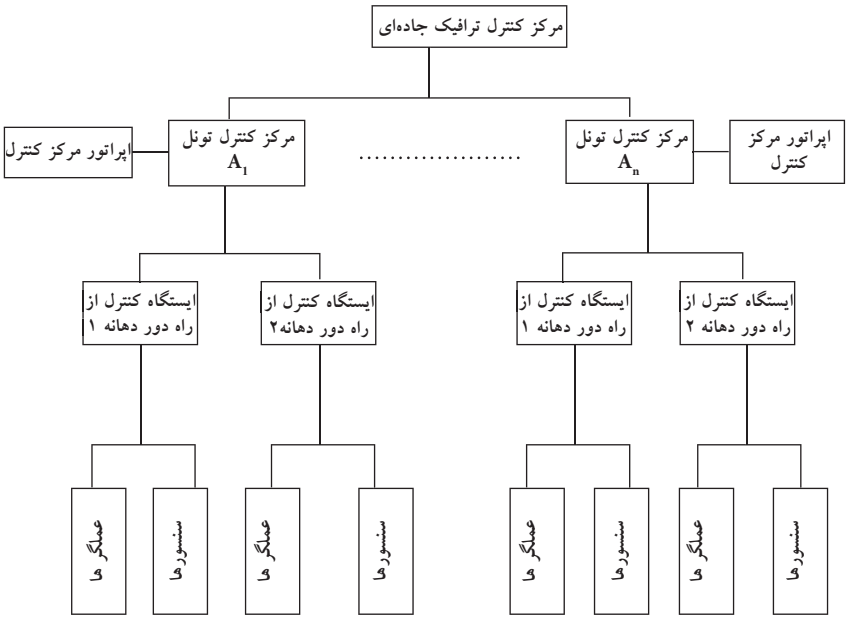
- تابلوی کنترل جت فن‌ها
- تابلوی کنترل چراغهای روشنایی
- سنسورهای دید و مونواکسید کربن
- سنسورهای اندازه‌گیری سرعت هوا
- آشکارسازی حریق
- چراغهای ترافیکی
- تابلوهای هشداردهنده

وظایف ایستگاه کنترل از راه دور را می‌توان به شرح زیر عنوان کرد:

۱. ایجاد ارتباط بین مرکز کنترل تونل و تجهیزات نصب شده درتونل.

۲. ایجاد یک سطح کنترل ایمن در سطوح پایین‌تر، یعنی زمانی که مرکز کنترل از کار افتاده است.

۳. بهنگام در آوردن منظم حالتهای تجهیزات و آلارم‌ها.



شکل ۱ـ۱ ـ لایه‌های مختلف سیستم کنترل تونل [۱]

لایه دوم سیستم کنترل تونل، مرکز کنترل تونل می باشد. این قسمت مرکز کنترل کامپیوتری سیستم و نرم‌افزار مربوطه را جهت مدیریت تونل در برمی‌گیرد.

این مرکز کنترل از راه دور ارتباط کامپیوتر مرکزی را با المانهایی که بایستی کنترل شوند برقرار می‌کند. به‌واقع مرکز کنترل تونل قابلیت کنترل و نظارت مرکزی را مهیا می‌سازد. مرکز کنترل از راه دور به‌وسیله یک خط اختصاصی به مرکز کنترل تونل متصل می‌شود.

لایه دوم شامل رابط سیستم[5] با اپراتور، ایستگاههای اپراتوری[6]، سیستم صفحات نمایشگر تصویری بزرگ[7]، مانیتورهای تلویزیون مداربسته وپردازنده مرکزی می باشد. واحد کنترل مرکزی و رابط های اپراتوری معمولاً با استفاده از یک شبکه اترنت صنعتی به یکدیگر مرتبط می‌شوند.

5. System Interface
6. Operation Stations
7. Large Screen Projection System

واحد کنترل، فرآیندهایی نظیر محاسبه مراحل مختلف تهویه ،تنظیم شدت روشنایی، کنترل ترافیک و غیره را به‌طورهمزمان وخودکار بعهده دارد. اپراتورهای اتاق کنترل می‌توانند بر عملکرد سیستم نظارت داشته ودرمواقع لازم در انجام عملیات از طریق ایستگاههای کنترل به‌طورغیر خودکار دخالت نمایند. تمامی اموری که توسط افراد به‌طورغیرخودکارانجام شده وهمچنین کارهایی که به‌صورت خودکار توسط واحد کنترل مرکزی صورت می گیرند، به‌عنوان «رویداد» ذخیره می‌شوند. این اطلاعات را می‌توان بر روی نوار یا CD ذخیره و نگهداری کرد [۱].

لایه اول که بالاترین سطح کنترلی است مرکز کنترل جاده‌ای می باشد. این مرکز وظیفه نظارت و کنترل همزمان تونلهای موجود در یک مسیر و جاده‌های منتهی به تونلها را بر عهده دارد. اطلاعات از تونلهای مختلف موجود در یک مسیر به این مرکز ارسال شده و پس از پردازش اطلاعات به‌وسیله این مرکز، ممکن است با توجه به وضعیت ترافیک و یا وضعیت آب و هوا فرمانهای کنترلی خاصی جهت اجرای سناریوهای مختلف به مرکز کنترل هر یک از تونلها ارسال شود. وظیفه این مرکز بیشتر نظارت بر عملکرد صحیح سیستمهای کنترل تونلها می‌باشد ولی در شرایط خاص می‌توان فرمانهای کنترلی خاصی را به‌صورت دستی یا اتوماتیک جهت اجرای سناریوهای خاصی در تونل ارسال کرد.

۱ـ۲ ـ ویژگیهای سیستم SCADA

SCADA به عنوان یک لایه کنترلی سطح بالا تنها وظیفه نظارت بر کنترلرهای سطح پایین را داشته و همچنین اطلاعات سیستم را جهت استفاده اپراتور از طریق لایه اول فراهم می کند. تا در صورت نیاز از طرف کاربر تصمیم گیری لازم به‌عمل آید. به‌واقع SCADA بر روی کنترلرهای لایه پایین تر از خود نظارت می کند. ولی کماکان کنترلرهای محلی کنترل اجزای مختلف را بر عهده دارند. سیستم SCADA براساس یک ساختار مدولار و از واحدهای مجزا تشکیل می‌شود. این خصوصیت گسترش سیستم را در آینده آسان می‌نماید. در تمامی حالات بخش مرکزی سیستم SCADA مبتنی بر یک ساختار با قابلیت جایگزینی

است، به‌طوریکه اگر بخشی از مدار دچار اشکال شود به سرعت جایگزین می گردد [۱].

از نقطه نظر فنی مرکز کنترل SCADA بایستی بر کارکرد سیستمهای مختلف زیر و کنترلرهای آنها نظارت داشته باشد:

- منابع تغذیه
- کنترلرهای تهویه
- کنترلر سطوح روشنائی
- سیستمهای شنیداری و تلفن اضطراری (SOS)
- دوربینهای مدار بسته و آشکار ساز حوادث ویدیوئی
- آشکار ساز های ترافیکی
- واحد کنترل ترافیک
- سیستم اعلام حریق
- سیستم اطفاء حریق

عملکرد سیستم اسکادا بر اصول طراحی زیر استوار است :

- بالاترین قابلیت
- قطع و وصل سیستمها باید دارای مکانیزم قفل و حفاظت[8] باشد.
- خطای حالات مختلف باید بلادرنگ تشخیص داده شده تا اپراتور آگاه گردد.
- کل مجموعه بایستی توسط یک اپراتور قابل کنترل باشد.
- تا حد امکان مجموعه به‌طور اتوماتیک کار کند.
- سیستم مدولار باشد تا گسترش آن به سهولت امکان پذیرباشد.

۱ـ۳ ـ اجزای مختلف سیستم کنترل تونل

سیستم کنترل تونل را می‌توان به سه بخش اصلی تقسیم کرد [۲]:

- سخت افزار مرکز کنترل

8. Inter Lock

ـ نرم افزار کنترل تونل

ـ منبع تغذیه بدون وقفه[9]

مهم‌ترین قسمت در تونل سیستم کنترل تونل می‌باشد. سیستم کنترل وظیفه ایجاد ارتباط جهت انجام عملیات بر روی سیستم، کنترل اندازه‌گیریهای انجام شده و تصمیم گیری بر اساس اندازه‌گیریهای انجام شده را بر عهده دارد، همچنین اپراتور می‌تواند به‌صورت دستی برای تمام قسمتهای سیستم فرمان های عملیاتی صادر کند.

۱ـ۳ـ۱ ـ سخت‌افزار سیستم کنترل

به‌خاطر ساختارهای عملیاتی سیستم، یک ساختار سرور میهمان[10] مورد نیاز است. در این ساختار یک کامپیوتر به‌صورت دوبل قسمت اساسی سیستم را تشکیل می‌دهد، این کامپیوتر همانند یک بانک اطلاعاتی، یک سرور پردازنده و یک کامپیوتر جهت کنترل سیستم استفاده می‌شود.

ساختار سیستم شامل قسمتهای زیر است [۲]:

- دو سرور پردازش کننده و بانک اطلاعاتی که به‌صورت مستقل به عنوان یک کامپیوتر اصلی کار می‌کند
- **یک اپراتور مراجعه کننده**

وظیفه هر یک از قسمتهای بالا در زیر شرح داده می‌شود:

الف بانک اطلاعاتی و مرکز پردازش

کارهایی که بایستی توسط این قسمت انجام گیرد عبارتند از:

- **مدیریت پردازش بانک اطلاعاتی به‌صورت بلادرنگ**

جهت پشتیبانی کردن متغییرهای تعریف شده در سیستم یک فضای حافظه نیاز است. پردازش خاصی برای هر کدام از آنها بایستی اجراء شود جزئیات این مسئله به شرح زیر است:

9. UPS
10. Client Server

ـ نام متغییر
ـ نوع متغییر(کوتاه، بلند، دوبل، کاراکتر)
ـ بعد آرایه
ـ دسترسی به خواندن و نوشتن متغییرها
ـ پردازش پارامترها جهت بدست آوردن مقادیر مورد نیاز
ـ پردازش پارامترها جهت مدیریت آلارم‌ها
ـ پردازش پارامترها جهت سیستم ثبت کننده اتفاقات

همچنین توابع مورد نیاز جهت خواندن و نوشتن هرکدام از متغییرها بایستی تدوین شده باشد.

- **پردازش لیست آلارم‌ها**

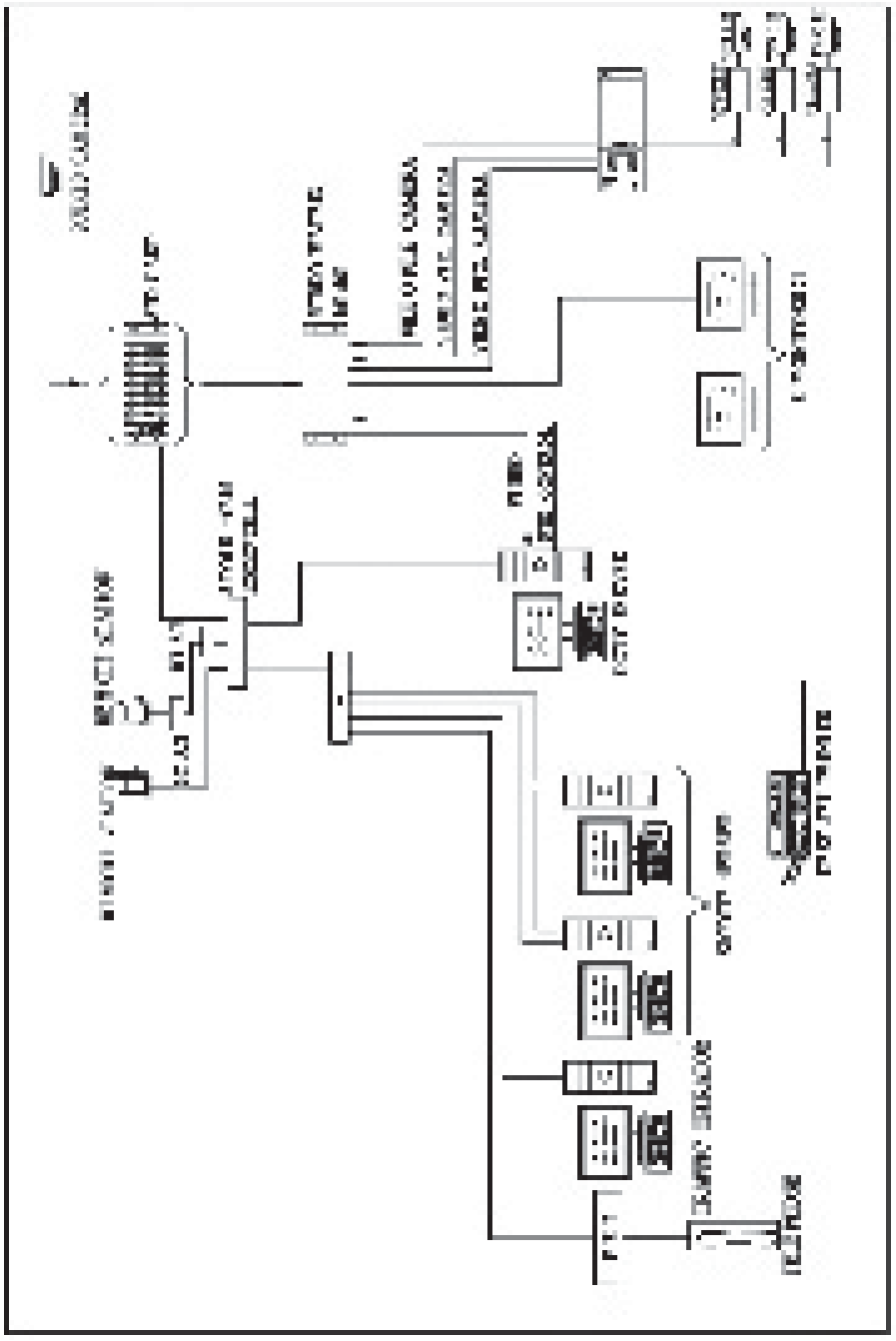
این قسمت از سیستم، پردازش لیست آلارم‌ها را مدیریت می‌کند این پردازشگر همچنین آلارمهای رسیده از کامپیوترهای دیگر را نیز مدیریت کرده و آنها را نمایش می‌دهد.

- **پردازش سیکلهای کاری سیستم کنترل**

این پردازش زمانهای لازم را برای کنترل سیستم بوجود می‌آورد. این کار اجازه اجرای توابع را به‌صورت تکراری می‌دهد.

- **پردازش کنترل کاربران**

این پردازش دسترسی اولیه کاربر را به سیستم از طریق وارد کردن اسم و رمز شناسایی فرآهم می‌کند. لیستی از تمامی استفاده کنندگان متصل به شبکه همراه با نقطه اتصال آنها به شبکه بایستی مشخص شود. هر کاربر جدید دارای عملکرد مخصوص به خود می‌باشد. همچنین برنامه‌هایی برای مدیریت استفاده کنندگان و تعیین میزان دسترسی آنها وجود دارد. نمایی از ساختار یک نمونه مرکز کنترل تونل در شکل (۱ـ۲) آمده است.



شکل ۱ـ۲ ـ ساختار یک نمونه مرکز کنترل تونل [۲]

فصل دوم

اجزای مختلف سیستم کنترل و کارکرد آنها

در این بخش به بررسی اجزای مختلف نصب شده در تونل و روشهای کنترل منفرد و کنترل همزمان این تجهیزات در تونل می‌پردازیم. سیستمهای کنترل روشنایی، سیستم کنترل تهویه، سیستم کنترل ترافیک وغیره از جمله تجهیزاتی هستند که در تونل نصب می‌شوند. در ادامه به بررسی سیستم کنترلی هر یک از این تجهیزات می‌پردازیم.

۲ـ۱ ـ سیستم کنترل تهویه

همان‌طور که در بخش اول پروژه عنوان گردید، اولین قدم در کنترل سیستم تهویه محاسبه هوای تازه مورد نیاز است تا بتوان با تزریق آن به داخل تونل میزان آلاینده‌ها را کاهش داده و به حد مجاز رسانید.

قدم بعدی محاسبه تراست مورد نیاز جهت بحرکت درآوردن هوا در تونل که این تراست باید حداقل بر افت‌های زیر غالب آید [٤]:

ـ افت فشار ناشی از اثر اصطکاک دیواره‌ها

ـ افت فشار ناشی از اثر پیستونی حرکت وسائل نقلیه اعم از اتوبوس کامیون، سواری و بقیه وسائل نقلیه در داخل تونل با در نظر گرفتن جهت حرکت آنها.

ـ افت ناشـــی از اثر دود کشـــی بعلت اختلاف ارتفاع و دمای دو دهانه و باد موجود در دهانه‌ها

همچنین در محاســـبه سرعت جت فن‌ها اثر آتش سوزی ناشی از سوختن ماشینها در تونل نیز مورد مطالعه قرار گیرد. در این حالت باید سرعت هوای مورد نیاز حالتهای تخلیه و اطفاء حریق را فراهم نمود. میزان هوای مورد نیاز بستگی به نوع تهویه استفاده شده در تونل دارد.تهویه مورد استفاده در تونل ممکن است هر یک از حالات زیر باشد:

ـ تهویه طولی

ـ تهویه با دویل میانی

ـ تهویه نیمه عرضی

ـ تهویه عرضی

مهمترین محدودیت در کنترل تهویه، ســـرعت هوا در داخل تونل است که نباید خیلی زیاد باشـــد، چون سرعت زیاد هوا روی نحوه اســـتفاده از تونل اثر می‌گذارد و همچنین افت ناشـــی از اصطکاک را افزایش می‌دهد. تجربه نشـــان داده است ســـرعت نباید بیش از ۱۰ متر بر ثانیه باشـــد. براســـاس مطالعات انجام شـــده در تونلهای موجود بهترین سیستم تهویه برای تونلهای ایران تهویه طولی اســـت. این سیستم علاوه بر کار کرد خوب و آسان در بکارگیری از نظر اقتصادی هم به صرفه تر است.

کنترل جریان هوا تابع سه فاکتور زیر است [٤]:

الف ـ میزان CO منتشره

تراکم CO از ۲۵۰ppm در تونلهای بین شـــهری نباید بیشـــتر باشـــد که این مربوط به بدتریـــن حالت، یعنی راه بندان اســـت در حالت فرمان می‌تواند به ۱۵۰ppm هم برســـد. که معمولاً سیستم کنترل تهویه در ایران براساس این آلاینده کار می کند.

ب ـ ضریب کدری

ضریب کدری (k) باید بین $۰/۰۰۷۵\ m^{-1}$ در ترافیک سبک و $۰/۰۰۹\ m^{-1}$ در ترافیک سنگین باشد.

ج ـ شرایط آتش سوزی

سرعت متوسط هوا در زمان آتش سوزی باید حدود ۲/۵ متر بر ثانیه باشد. سرعت و جریان هوا به وسیله سرعت سنج هوا، نصب شده در داخل تونل مشخص می‌شود و سرعتهای بالا در زمان آتش سوزی به دلیل آشفتگی هوا و پخش دود به کل فضای تونل توصیه نمی‌شود.

۲ـ۱ـ۱ ـ تابلو سیستم کنترل تهویه

کنترل سیستم تهویه نیاز به تابلو کنترل خاصی دارد که این تابلوهای کنترل دارای وسایل زیر است [۲]:

ـ راک محل نصب تجهیزات

ـ سوئیچ

ـ کلید خاموش و روشن دستی

ـ رله حرارتی

ـ مدار روشن و خاموش رله‌های مربوطه

ـ ترانس جریان و ولتاژ و بقیه وسایل کنترل

به هر تابلو کنترل تعدادی سیگنال وارد شده و تعدادی نیز خروجی داریم که این سیگنالها عبارتند از:

ـ سیگنال نشان دهنده جهت جت‌فن‌ها (موافق و مخالف)

ـ آلارم ناشی از حرارت بالا

ـ آلارم ناشی از لرزش

ـ دستور توقف به دلیل لرزش زیاده از حد جت فن

ـ خروجی‌ها (جهت موافق، جهت مخالف، خاموش)

دستورات ممکن است دستی، نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک باشد.

۲ـ۱ـ۲ ـ اصول سیستم کنترل تهویه

سـرعت جریان هوا داخل تونل می‌تواند بین صفر تا ۱۰۰ درصد تنظیم شـود، که این تنظیم بر اساس تعداد جت‌فن‌هایی است که در مدار قرار می گیرند. در طراحی سیستم کنترل تهویه پارامترهای مختلف را باید مد نظر قرار داد براسـاس اسـتاندارد پیارک، سیستم کنترل تهویه مطابق پارامترهای جدول (۲ـ۱) تعریف می‌شود [٤].

جدول ۲ـ۱ میزان پارامترهای مختلف در انواع شرایط کاری تونل [٤]

شرایط ترافیک	ضریب کدری $\frac{1}{1000}m^{-1}$	میزان تراکم CO ppm	میزان عبور اشعه دید(درصد)
ترافیک روان ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت	۵	۱۰۰	٦۰
توقف و راه بندان روزانه در باندها	۷	۱۰۰	۵۰
توقف و راه بندان استثنایی	۹	۱۵۰	٤۰
تعمیر و نگهداری در شرایط ترافیکی	۳	۳۰	۷۵
بستن تونل	۱۲	۲۵۰	۳۰

سیسـتم کنترل باید طوری طراحی شـود تا براسـاس ترافیک و کارکرد سیستم تهویه شرایط زیر را تأمین نماید:

۱. شرایط محیطی تونل را در سطح قابل قبول حفظ نماید.

۲. هزینه نگهداری و بهره برداری را تا حد قابل قبول اقتصادی نماید.

۳. مدیریت بهینه‌ای را اعمال نماید.

- **مدت زمان و نحوه کنترل**

سیکل کاری سیستم کنترل تهویه ۱۰ دقیقه‌ای می‌باشد که از دو نیم سیکل ۵ دقیقه ای تشکیل شده است. در این مدت زمان می‌توان جت‌فن‌ها را به‌صورت تکی یا گروهی روشن و خاموش نمود. فقط در شـرایط آتش سوزی این سـیکل کاری به ۲ دقیقه کاهش می یابد. معمولاً کارکرد جت فن‌ها را به صورت هفته‌ای یادداشـت کرده و زمان کار آنها را به نحوی باید تنظیم نمود که زمان کار همه جت فن ها نزدیک به هم باشد.

- **سطوح کنترل تهویه**

برای ترافیک دو جهته دو مرحله کنترل داریم که با توجه به سرعت ترافیک، به صورت اتوماتیک این سطوح انتخاب می‌شود ولی در صورت لزوم می‌توان کنترل را به صورت دستی انجام داد و یا در نهایت به صورت دستی کنترل جت فن‌ها را تنظیم نمود و آن وقتی است که:

۱. ترافیک دو جهت مساوی باشد یعنی ترافیک هرلاین نصف ترافیک کل باشد.

۲. ترافیک دو جهت کاملاً با هم متفاوت باشد لذا جهت جت‌فن‌ها باید بنحوی باشد که بهترین راندمان را داشته باشیم [۲].

- **شرایط آتش سوزی**

پس از تایید حادثه در شرایط نرمال معمولاً هنوز جت‌فن‌ها توسط آتش آسیب ندیده‌اند لذا تعدادی جت‌فن باید روشن شود تا سرعت هوای بحرانی (حدود ۲/۵ متر بر ثانیه) را در جهت اولیه تامین نماید.

در شرایط خاص که آتش نزدیک تهویه است و باد به داخل تونل وزیده می‌شود از آنجا که تعداد زیادی وسیله نقلیه در پشت آتش متوقف شده‌اند و تعداد کمی در پشت آتش در حرکت هستند باید بتوان سیستم کنترل را در حالت دستی قرار داد [٤].

- **اصول کنترل سیستم تهویه**

ممکن است به روش های مختلفی سیستم تهویه را کنترل نمود. براساس رژیم چهار فصل، ماهانه، روزانه ساعتی و دقیقه‌ای، پردازشگر می‌تواند ترتیب خاصی را در روشن و خاموش کردن جت‌فن‌ها اعمال نماید.

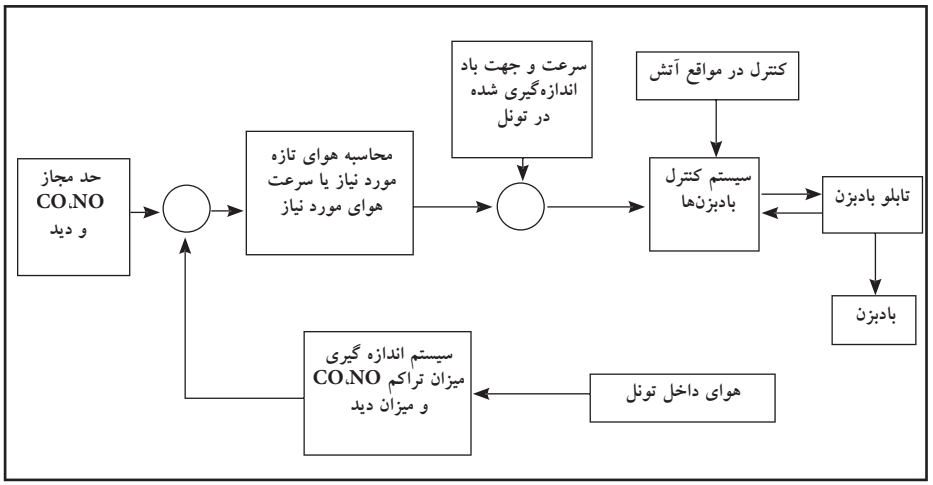
سیستم کنترل تهویه براساس دریافت اطلاعات از آشکارسازهای محیطی مثل آشکارساز دید و CO کار می‌کند، بسته به شرایط ترافیکی داده‌های دریافتی متفاوت خواهد بود لذا سیستم با پردازش اطلاعات دریافتی از سنسورها، حجم هوای تازه مورد نیاز را محاسبه نموده و جت فن‌ها را خاموش یا روشن می‌کند.

سیستم تهویه از مرکز کنترل به‌صورت دستی و اتوماتیک کنترل میشود که این کنترل

از طریق تابلوهای برق جت‌فن‌ها و ایستگاه کنترل از راه دور و از داخل مرکز کنترل صورت می گیرد. در شـرایط کار عادی سیسـتم تهویه از داخل مرکز کنترل، کنترل می‌شود و اپراتور میتواند حالت دستی و اتوماتیک را انتخاب نمائید.

در شرایط خاص برنامه در یک نوت‌بوک ذخیره شده و می‌توان از طریق ایستگاه کنترل از راه دور و از طریق صفحه کلید نوت بوک مجموعه را کنترل نمود و یا مسـتقیماً از تابلوی قدرت جت‌فن‌ها سیسـتم تهویه را کنترل نمود. حتی در کنار جت‌فن‌ها نیز تابلو برق وجود دارد که می‌توان از کنار جت‌فن نیز آنرا روشن یا خاموش نمود. در کل از سه محل می‌توان به‌صورت دسـتی تهویه را کنترل نمود از اطاق کنترل، از دسـتگاه کنترل از راه دور و از کنار جت‌فن‌ها.

بلوک دیاگرام پیشنهادی برای کنترل سیستم تهویه در شکل(۲ـ۱) ارائه شده است البته بایسـتی به این مسئله اشاره کرد که بحث در مورد رژیم های مختلف کنترلی در تونل(کنترل پیشـخوراند و کنترل پسـخوراند) و اجزای مختلف سیسـتم کنترل تونل تهویه در فصل یک پـروژه به تفصیل ارائه گردیده اسـت که می‌توان به فصل ٦ـ۲ بخش سیسـتم تهویه مراجعه کرد.



شکل۲ـ۱ ـ بلوک دیاگرام پیشنهادی برای کنترل سیستم تهویه [۲]

۲ـ۲ ـ سیستم کنترل روشنایی

۲ـ۲ـ۱ ـ اجزای سیستم کنترل روشنایی

سیستم کنترل روشنائی شامل ۳ قسمت اساسی زیر می‌باشد.

الف ـ آشکارسازی فتوالکتریک (فتوسلها)

فتوسلها را در جلوی مدخل تونل و در فاصله ۵۰ متری از دهانه نصب می‌کنند. این فتوسل در طرفی که اتاق کنترل تونل قرار دارد نصب می‌شود. با استفاده از این سنسورها شدت نور بیرون به پانل کنترل مرکزی متصل می‌شود [۵].

ب ـ سیستم کنترل

این سیستم با استفاده از اندازه‌گیری شرایط نوری بیرون سطح روشنائی مورد نیاز را برای داخل تونل تعیین می‌کند سعی بر این است که اختلاف روشنائی بیرون و دورن تونل حداقل شود. در واقع سیستم کنترل سطوح روشنائی مورد نیاز را برای نواحی مختلف داخل تونل محاسبه می‌کند. سنسورهای آشکارسازی از سه فتوسل تشکیل شده‌اند و بایستی بر روی مقادیر ۲۵۰۰ ، ۱۵۰۰۰، ۲۵۰۰۰ لوکس تنظیم شوند. با استفاده از ترکیب این فتوسلها بایستی بتوان سطوح روشنائی زیر را آشکارسازی کرد [۵]:

- بیشتر از ۲۵۰۰۰ لوکس روشنائی روز آفتابی (LEVEL1)
- از ۱۵۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ لوکس روشنائی روز ابری (LEVEL2)
- از ۲۵۰۰ تا ۱۵۰۰۰ لوکس روشنائی عصروصبح (LEVEL3)
- کمتر از ۲۵۰۰ لوکس شب هنگام (LEVEL4)

سیگنالهای ناشی از سنسورهای فتوالکتریک، به‌صورت ورودیهای دیجیتال در خواهند آمد زمانی که وضعیت نوری بیرون مطابق سطح‌های گفته شده بالا باشد وضعیت سوئیچهای فتوسلها مطابق جدول (۲ـ۲) می‌باشد. ایستگاه کنترل مرکزی حالتهای سوئیچ‌ها را چک کرده و با توجه به مقادیر سوئیچ‌ها سطوح روشنائی مورد نیاز را برای داخل تونل تعیین می‌کند.

جدول ۲ـ۲ ـ وضعیت سوئیچهای فتوسلها با توجه روشنایی بیرون تونل [۵]

سطح روشنایی	L<L1	L<L2	L<L3	روشنایی بیرون
LEVEL1	OFF	OFF	OFF	روز آفتابی
LEVEL2	OFF	OFF	ON	روز ابری
LEVEL3	OFF	ON	ON	صبح وعصر
LEVEL4	ON	ON	ON	شب

L : شدت روشنائی بیرون تونل
L_1 : ۲۵۰۰ لوکس
L_2 : ۱۵۰۰۰ لوکس
L_3 : ۲۵۰۰۰ لوکس

۲ـ۲ـ۲ ـ کارکرد سیستم کنترل روشنایی

سیستم روشنائی را از دو روش زیر می‌توان کنترل نمود.

الف ـ کنترل از راه دور

در صورتی که اپراتور سیستم کنترل از راه دور را انتخاب نماید سیستم اطلاعات شدت نور بیرونی را در فواصل زمانی مشخص (مثلاً هر ۵ دقیقه یکبار) جمع آوری نموده و روشنائی تونل را با توجه وضعیت سنسورها تنظیم می‌کند. اپراتور می‌تواند به‌صورت دستی سطح روشنائی هر یک از قسمتهای مختلف تونل را زیاد یا کم نماید.

ب ـ کنترل محلی یا کنترل دستی

اپراتور می‌تواند کارکرد چراغها را با استفاده از کلید های محلی کنترل کند.

• کارکرد سیستم کنترل

یک فیلتر دیجیتال سیگنالهای رسیده از سنسورها را فیلتر می‌کند بنابراین سیستم هر ۵ دقیقه ۱۰ نمونه را می‌گیرد (یا هر ۳۰ ثانیه یک نمونه) و یک عدد میانگین به عنوان شاخص آن ۵ دقیقه انتخاب می‌شود این مقادیر به عنوان مقادیر دیجیتال استفاده خواهند شد.

به منظور جلوگیری از ایجاد پیک بالا برای منبع تغذیه و یا صرفه‌جوئی در مصرف

برق، سیســـتم کنترل بایستی به گونه‌ای طراحی شود که اجازه وصل همزمان سطوح مختلف را ندهد و تاخیر زمانی حداقل ۵ ثانیه (برای میرا شـــدن حالتهای گذرا در سیستم) بین وصل کردن سطوح مختلف ایجاد نماید.

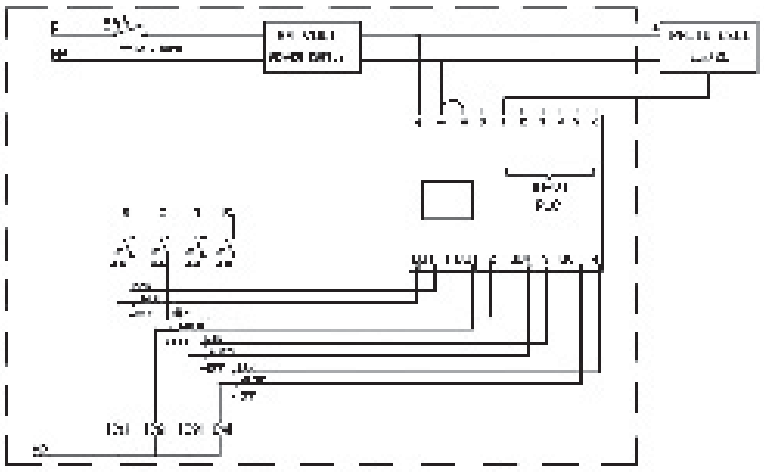
وضعیت ســـوئیچهای سنســـورهای فتوالکتریک از طریق یک سیم دورشته به کارتهای ورودی نصب شـــده در ایستگاههای کنترل از راه دور ارســـال می‌شود و از این ایستگاهها به مرکز کنترل تونل ارســـال می‌شـــود. پس از آنکـــه مرکز کنترل داده‌های دریافتـــی را پردازش کرد دســـتورات کنترلی لازم را جهت روشـــن و یا خاموش کردن چراغها صادر می‌کند. این دســـتورات از مرکز کنترل تونل به ایســـتگاههای کنترل از دور و از آنجا به مدارات روشنائی ارســـال می‌شود. یک سیگنال که نشـــان دهنده وضعیت چراغها باشـــد به مرکز کنترل ارسال می‌شـــود تا وضعیت مدارات روشنایی مشخص شـــود. شماتیک این ساختار کنترلی در شکل (۲ـ۲) نشان داده شده است.

فتوسل یا لومینانس متر نور محیط بیرون را دریافت می‌نماید، سیگنال دریافتی به‌صورت آنالوگ می‌باشـــد، سپس این ســـیگنال از طریق سیم به PLC واقع در مرکز کنترل ارسال و در آنجا به دیجیتال تبدیل می‌شود. سیگنال دیجیتال شده با سطح ولتاژ متناظر با سطوح مختلف روشنایی مقایسه شده و رله مربوطه را بکار می اندازد. با استفاده از آن به یک کنتاکتور فرمان قطع و وصل را می‌توان ارســـال نمود. هر کنتاکتور مدار روشـــنایی یک سری چراغ را مطابق رژیم زیر قطع و وصل می‌نماید.

ـ کنتاکتور C1 برای روزهای آفتابی
ـ کنتاکتور C2 برای روز های ابری
ـ کنتاکتور C3 برای صبح و غروب
ـ کنتاکتور C4 برای راه ها ی دسترسی به تونل

بـــه عنوان مثال وقتی هوا آفتابی اســـت کنتاکتـــور C1 و C2 و C3 وصل و چراغ های مربوطه را روشـــن می‌کند کنتاکتور C4 نیز قطع است. وقتی هوا ابری است کنتاکتور C1 قطع و C2 و C3 وصل است و روشنایی مورد نیاز برای صبح و غروب را تأمین می‌کند. کنتاکتور

C4 قطع اســت. در شرایط شب تنها چراغ‌های شب روشــن است، یعنی کنتاکتور C1 و C2 و C3 قطع اســت و تنها کنتاکنتور C4 وصل اســت که روشــنایی ناحیه دسترسی به تونل را تأمین می‌نماید.



شکل ۲ـ۲ ـ نمونه‌ای از مدارات کنترلی روشنایی در تونلها [۲]

برای هر ســطح روشــنائی ارتباطهــای مرکز کنترل و تابلو ســوئیچ‌ها به‌صــورت زیر می‌باشد:

- دستورات ارسالی از مرکز کنترل به تابلوی سوییچ‌ها:
  - دستور بازکردن
  - دستور بستن
- سیگنال ارسالی از تابلوی سوئیچ‌های روشنائی به مرکز کنترل:

  سیگنال نشان دهنده وضعیت بازوبسته بودن سوئیچ ها

  سیگنال عمل کردن رله‌های حرارتی

۲ـ۳ ـ دوربین مداربسته

دوربینهای مداربسته جهت کنترل و مانیتورینگ داخل تونل استفاده می‌شوند، معمولاً از دوربینهای رنگی دارای پایه متحرک در دهانه ها و از دوربینهای ثابت در داخل تونل استفاده می‌شـود. فاصله نصـب دوربینها حدوداً ۲۰۰ متر انتخاب می‌شـود. از ایـن دوربینها جهت تشـخیص اتوماتیک تصادفات رانندگی در تونل و همچنین تشـخیص میزان ترافیک استفاده می‌شود. جهت رسیدن به این هدف سیگنالهای تصاویر گرفته شده از دوربینها بایستی توسط بوردهای پردازش تصویر پردازش گردد.

در صورت استفاده از دوربینها جهت تشخیص اتوماتیک حوادث، فاصله نصب دوربینها نباید بیش از ۲۰ برابر ارتفاع نصب باشـد. مجموعه سیستم دوربین مداربسته و سیستم کنترل آن اهداف زیر را بایستی برآورد سازد [۳]:

- ایجاد یک سیستم مونیتورینگ با قابلیت اطمینان بالا و کارکرد بهینه، همچنین قابلیت توسعه و گسترش جهت توسعه آتی سیستم
- نمایش تصاویر قسمتهای مختلف تونل با کیفیت بالا و قابلیت مانور زیاد
- مدیریت و پردازش سریع و بهینه سیگنالهای دریافتی از دوربینها

دوربین مدار بسته به اپراتور این امکان را می دهد که اطلاع دقیقی از وضعیت ترافیک تونل داشـته باشـد همچنین این امکان را فرآهم می‌سازد که نقاط حساس تونل را به‌صورت دائمی مانیتور نماید. اپراتور بایسـتی بتواند از راه دور هرکدام از دوربینهای نصب شـده در تونل را انتخاب نموده و حوزه دید آنرا مشـاهده کند سیسـتم بایستی امکان نمایش همزمان چند دوربین را به‌صورت همزمان فرآهم آورد.

همچنین در مرکز کنترل بایستی امکان ضبط تصاویر دریافتی جهت آرشیو و یا بازبینی مجدد را ایجاد نمود. از لحاظ کارکرد سیسـتم دوربین مدار بسـته بایسـتی به‌صورت مستقل عمل کرده و دارای سرور جداگانه باشد ولی اطلاعات حاصل از پردازش این قسمت جهت کنترل قسـمتهای دیگر استفاده می‌شود. سیگنالهای ویدیویی از طریق یک خط فیبر نوری از دوربینها به مرکز کنترل ارسال می‌شود.

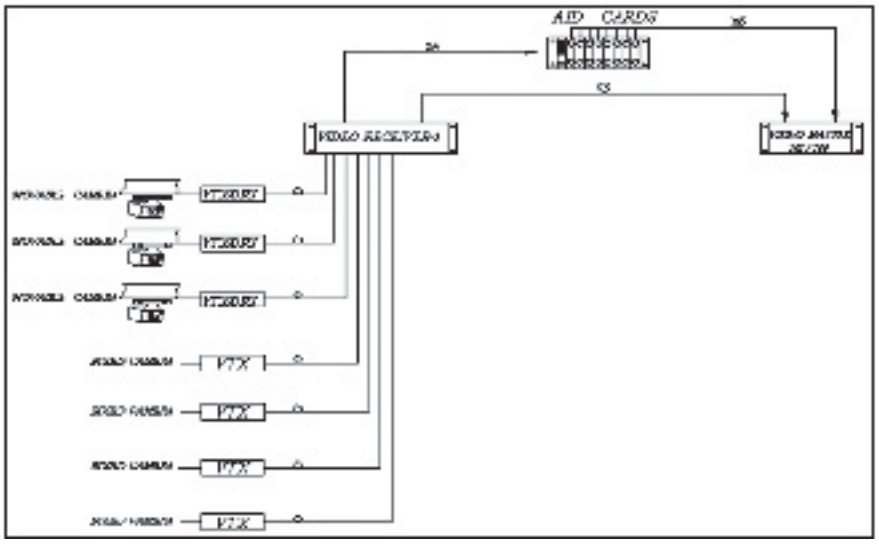
● همه دوربینها به یک ماتریس سـویچینگ[11] متصل شـده و از آنجا از طریق یک تک خط تلفن ویژه به سرور دوربین مدار بسته و مانیتورها وصل می‌شود. معمولاً هرکدام از این سوئیچ‌ها قابلیت اتصال ۸ دوربین را دارند.

سـوئیچهای ۸ تایـی دارای ۱٦ ورودی و ۱٦ خروجی هسـتند. خروجی سـوئیچ به مانیتورهای روی پانل اپراتور و سـرور دوربین مداربسـته متصل می‌شود. یک خروجی دیگر نیز از سـوئیچینگ ماتریس گفته شده به راک حاوی ماجولهای پردازش تصویر انتقال می‌یابد این راک وظیفه آشکارسازی حوادث و تصادفات را همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد داراست بر روی هر کدام از این راک‌ها چند بورد و پردازش تصویر ویدیوئی (VIP)[12] نصب شده است. دیاگرام سیم بندی سیستم دوربین مدار بسته و نصب شده در تونل در شکل (۲ـ۳) نشان داده شده اسـت. تعداد این بوردها معمولاً به تعداد دوربینها می‌باشد. بردهای VIP بایستی دارای توابع اجرایی زیر باشند:

- تشخیص حرکت در جهت عکس حرکت ماشینها
- تشخیص اتوماتیک وضعیت جریان ترافیک
- اندازه‌گیری سرعت از صفر تا ۱۵۰ کیلومتر
- تشخیص پرشدن یک ناحیه از ماشین
- تشخیص کاهش سرعت ماشینها

اطلاعات پردازش شده توسط بردهای VIP توسط بوردهای ارتباطی(COM)جمع‌آوری می‌شـوند یـک بورد COM می‌تواند اطلاعـات مربوط به ۳۲ بـرد VIP را جمع آوری کند. معمولاً بردهای VIP و COM با هم در یک راک اصلی قرار داده می‌شوند. خروجی بردهای COM به سـرور اصلی کنترل تونل ارسـال می‌گردد تا همراه با اطلاعات جمع‌آوری شده از تونل جهت کنترل تونل استفاده شود.

11. Switching Matrix
12. Video Image Processor



شکل ۲ـ۳ ـ نقشه سیم کشی سیستم دوربین مدار بسته

۲ـ۳ـ۱ ـ سیستم آشکارسازی تصادفات با استفاده از دوربین مدار بسته (CCIDS)

سیستم CCIDS[13] اجسام متحرک را بر روی یک خط از پیش تعریف شده از پیکسلها تعقیب می‌کند. این کار با تغییرات در سطوح تصاویر یک دسته از پیکسلها صورت می‌گیرد. این تکنولوژی می‌تواند توقف تصادفی اجسام در حال حرکت را نیز تشخیص دهد.

سیستم CCIDS حداکثر به ۱۰ فریم ویدیویی جهت آشکارسازی اجسام متوقف شده در تونل احتیاج دارد. معمولاً از سیستم CCIDS جهت شمارش تعداد ماشینها و یا کلاسبندی ترافیک استفاده نمی‌شود. این سیستم حرکت تکی ماشینها را در داخل تونل آشکارسازی نمی کند و فقط توقف جریان سیال ماشینها و یا توقف یک اتومبیل خاص را تشخیص می‌دهد. میزان دقت سیستم CCIDS وابسته به محل نصب دوربینها می‌باشد.

نمونه‌ای از پارامترهایی که سیستم CCIDS می‌تواند جمع آوری کند به شرح زیر است:

- توقف تکی ماشینها

13. Close Circuit Incident Detection System

- تشخیص صف اتومبیلها
- تغییرات سرعت جریان ترافیک
- تعیین جهت ترافیک

سیستم پردازشگر تصویر سیگنالهای رسیده از یک منبع ویدیویی را به‌صورت دیجیتال در می‌آورد و سپس تغییرات شدت تصویر در یک دسته از پیکسلها در یک آرایه را پردازش می‌کنـد. در مرحله بعـد CCIDS اطلاعات را ذخیره می‌نماید. این سیسـتم از الگوریتم‌های خاصی جهت پردازش اطلاعات ذخیره شـده اسـتفاده می‌کند، با اسـتفاده از پردازش های مذکور تغییرات بسیار سریع در سرعت جریان ترافیک و حتی توقف اتومبیلها را آشکارسازی می‌شود [۲].

با توجه به طراحی، سیستم قابلیت آشکارسازی اتومبیلهای متوقف شده در داخل تونل را در کمتر از ۱۰ ثانیه دارا می‌باشد. دوربین حتی‌الامکان بایستی در مکان بلندتری نصب شود ولی از آنجا که در تونل محدودیت ارتفاع وجود دارد بنابراین داشتن یک زاویه نصب مناسب برای دوربین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اسـت. سیسـتم CCIDS هر ۲۰ میلی‌ثانیه یک فریم می‌گیرد، اگر محل پیکسـل های ماشین در تصویر تغییر نکرده باشد ماشین متوقف تشخیص داده می‌شود.

جهت آشکارسازی بهینه اتومبیلهای متوقف شده بایستی موارد زیر را رعایت کرد:

بایستی تأثیر چراغهای نصب شده در تونل را بر روی سیستم آشکارساز در نظر گرفت.

فاصلـه کانونی بهینـه بین ۵/۵ میلی متر تا ۵۰ میلی متر می‌باشـد. این فاصله کانونی بهترین آشکارسازی خطی را انجام می‌دهد.

روشنائی تونل بسیار مهم می‌باشد، یک روشنائی پیوسته نتایج بهتری را در آشکارسازی بدست می‌دهد. وقفه در شدت نور باعث ایجاد لکه‌های سیاه در تصویر و احتمالاً آشکارسازی غلط می‌شود.

حداکثر فاصله ای که جهت آشکارسـازی پیشـنهاد می‌شـود تا ۲۰ برابر ارتفاع نصب دوربین می‌باشـد. اگر فاصله خیلی زیاد باشـد امـکان دارد که فقط چراغهای چشـمک‌زن

اتومبیلهای متوقف شده آشکار شود و توقف اتومبیل آشکار نگردد[۲].

اگر ارتفاع نصب دوربین را حدود ۵/۵ متر در نظر بگیریم بهترین فاصله آشکارسازی برای دوربین حدود ۱۱۰=۵/۵×۲۰ متر خواهد بود. فواصل نصب بیشتر از ۱۱۰ متر دقت کافی را نخواهد داشت. لازم بذکر است که اتومبیلهایی که به دوربین نزدیک‌تر هستند بزرگتر از آنهایی که دورتر هستند دیده می‌شوند تصویری که توسط سیستم CCIDS گرفته می‌شود شامل ۲۸٦ شعاع می‌باشد که از دوربین خارج می‌شوند این خطوط شعاعی در شکل (۲ـ٤) نشان داده شده‌اند. هر چه که ماشین از دوربین‌دورتر باشد تعداد خطوط نشان دهنده یک ماشین کمتر خواهد بود اتومبیلهایی که در فواصل دورتر از دوربین قرار دارند تحت شرایط سرعت مساوی توسط سیستم کندتر تشخیص داده می‌شود.

به‌طور خلاصه هنگام طراحی یک سیستم CCIDS بایستی موارد زیر را مد نظر قرارداد:

ـ حداکثر ارتفاع نصب دوربین ۵/۵ متر می‌باشد.

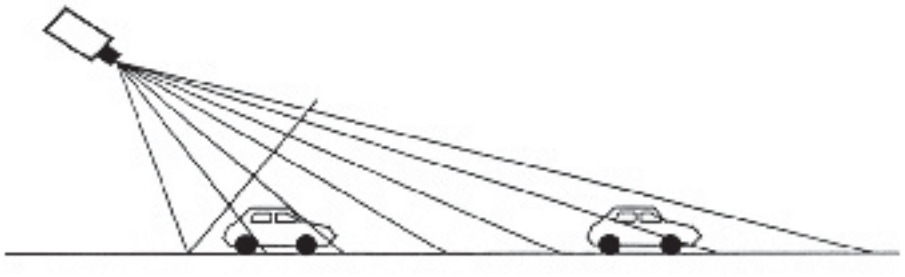
ـ فاصله کانونی دوربین بین ۵/۵ تا ۵۰ میلی‌متر باشد.

ـ زاویه نصب دوربین بایستی درست تنظیم شود.

ـ محل نصب دوربینها در داخل تونل معمولاً بر روی دیوار سمت راست می‌باشد.

ـ دوربینها را معمولاً در فواصل ۲۰ برابر ارتفاع نصب (حدوداً ۱۱۰ متر) نصب می‌کنند.

ـ زمان بهینه جهت آشکارسازی حدود۱۰ ثانیه می‌باشد.



شکل۲ـ٤ ـ شعاعهای نوری در زاویه دید دوربین [۲]

۲ـ۳ـ۲ـ پارامترهای طراحی سیستم دوربین مدار بسته

الف ـ استفاده از سیگنالهای ویدیویی استاندارد

در حـال حاضر تکنولوژیهای پردازش تصویر می‌توانند تصاویری را که با اسـتاندارد اروپایی (CCIR) و یا اسـتاندارد آمریکا (EIA) سـازگار هستند، را اسـتفاده کند سیگنالهای دریافتی بایستی دارای ولتاژ ۱ ولت پیک تا پیک با تلورانس ۲± درصد باشد [۲].

ب ـ سنسورهای مورد استفاده در دوربینها

تکنولوژیهای پردازش تصویر با اغلب دوربینها سـازگار هسـتند معمول ترین نوع این سنسـورها CCD ها هستند. مزیت اسـتفاده از تکنولوژی CCD عمر زیاد آن، مصرف انرژی کم، کارکردطولی خوب، نسـوختن دوربین، حساسـیت خوب و وابسـته نبـودن کار آنها به حرارت می‌باشـد. ابعاد چیپ نیز خود یکی از مشـخصه‌های مهم می‌باشـد زیرا حساسـیت دوربین را تحت تاثیر قرار می‌دهد سنسـورهای ۱/۲و۱/۳و۲/۳ اینچ بسـیار معمول هستند و نتایج خوبی را بدست می‌دهند.

ج ـ نیازمندیهای اپتیکی

سیستم VIP با لنزهایی که فاصله فوکوس‌های متفاوتی دارند می‌تواند کار کند. درهمه سیسـتمهای VIP موجود فاصله کانونی بایسـتی در هنگام نصب تنظیـم گردد تعدادی نقطه مرجع که حاوی فاصله حقیقی بین نقاط هستند بایستی در روی تصاویر نشانه‌گذاری گردد.

دقت محاسـبات انجام شده بسیار وابسته به دقت فاصله کانونی می‌باشد زیرا ۲ درصد تغییر در فاصله کانونی باعث می‌شـود که فاصله تخمین زده شده ۲۰ درصد خطا داشته باشد

و این نیز سرعت و طولهای تخمین زده شده را دچار خطا می‌کند. سیستم VIP به‌صورت اتوماتیک فاصله کانونی دوربین را محاسبه می‌کند این به‌واقع یک نوع کالیبره کردن اتوماتیک سیستم می‌باشد. اکثر دوربینها دارای سیستم تنظیم اتوماتیک دیافراگم دوربین هستند. کار اصلی این سیستم تنظیم دوربین مرتبط با میزان شدت نور بیرون می‌باشد [۲].

د ـ قاب دوربینها

قاب و پوشش دوربین بایستی ضد آب باشد اگر دوربین در فضای باز نصب می‌شود بایستی سایه‌بان داشته باشد. اگر دوربین در جاهایی نصب می‌شود که احتمال دارد دما از ۱۰ـ درجه پایین‌تر بیاید بایستی یک حرارت دهنده بیرونی برای آن نصب شود.

ه ـ نحوه نصب کردن دوربین

دوربینها بایستی بر روی پایه ثابت نصب شوند تا از لرزش آنها هنگام وزش باد جلوگیری کند. دوربین بایستی به نحوی بر روی پایه تنظیم گردد که کل عرض جاده را تحت پوشش قرار دهد.

و ـ تعیین محل نصب دوربینها

انتخاب محل مناسب برای نصب دوربین یکی از پارامترهای مهم، جهت استخراج اطلاعات دقیق ترافیکی از تصاویر گرفته شده می‌باشد.

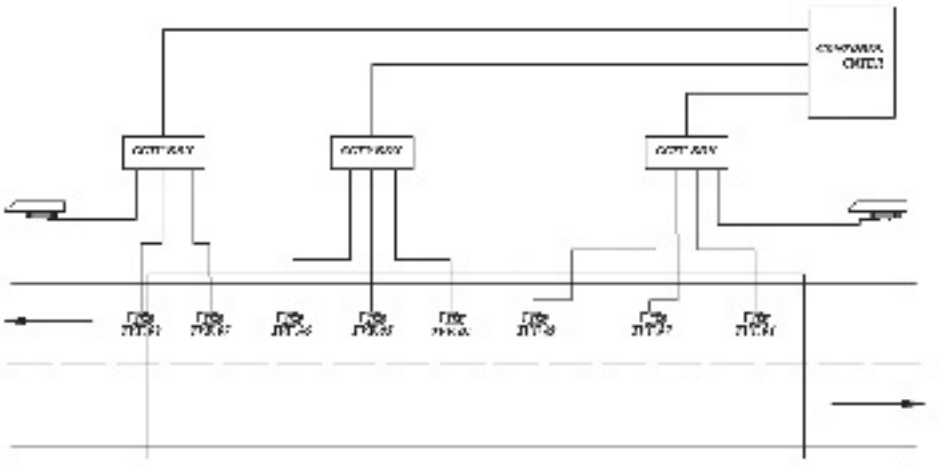
محل نصب بد برای دوربین باعث می‌شود تا اطلاعات مربوط به سرعت حرکت و طولهای تخمین زده شده با استفاده از تصاویر، دارای دقت کافی نباشند. جهت تعیین محل نصب دوربین می‌توان مطابق جدول (۲ـ۳) و جدول (۲ـ٤) عمل کرد. نمونه‌ای از نصب دوربینها در شکل (۲ـ۵) آمده است.

جدول ۲ـ۳ ارتفاع نصب دوربین [۲]

نصب در ارتفاع بالا	اثرات کمتر نور ماشین ها بر روی کارکرد دوربین
نصب در ارتفاع بسیار بالا	اتومبیلها در تصویر بسیار کوچک دیده شده و اثر مه نیز بر سیستم بالا می‌رود
نصب در ارتفاع خیلی پایین	آشکار سازی بد و افزایش تعداد دوربین های مورد نیاز

جدول ۲ـ٤ موقعیت نصب دوربین نسبت به کف جاده

بهترین مکان جهت نصب دوربین	دوربین بالای جاده
ممکن است ماشینهایی که بین مسیرها حرکت می‌کنند باعث اندازگیریهای غیر دقیق شوند	نصب دوربین در وسط جاده
بدترین مکان برای نصب دوربین	دوربین در یک طرف جاده



شکل ۲ـ۵ ـ نمونه‌ای از نصب دوربینهای مدار بسته در تونل

به هر حال وقتی که از تصویر یک دوربین استفاده می‌شود بایستی پایین ترین قسمت تصویر برای جایگزین پروب‌های آشکارساز استفاده شود.

اولین نیازمندی یک سیستم آشکارساز این است که اتومبیلها را درست آشکارسازی کند هراتومبیل بایستی حداقل یک بار توسط سیستم آشکارساز دیده شود. البته ممکن است اتومبیلی دوبار دیده شود. اشیاء دیگر و سایه‌ها نبایستی به عنوان اتومبیل تشخیص داده شوند محل نصب دوربین در جهت تشخیص صحیح اتومبیلها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

ز ـ محل نصب دوربین با توجه به جاده

۱ ـ دوربین بالای باند عبور

نصب دوربین بالای جاده بهترین مکان جهت نصب آن می‌باشد اگر دوربین در مکانی بالاتر از سطح جاده نصب شود می‌تواند از اثر انسداد دید دوربین جلوگیری کند.

۲ ـ نصب دوربین در وسط جاده

کامیونها و اتوبوسها بیشترین عوامل انسداد دید هستند ولی معمولاً این گونه وسایل نقلیه از سمت راست جاده حرکت می‌کنند، بنابراین اگر دوربین در وسط جاده نصب شود و وسایل نقلیه سنگین از سمت راست حرکت کنند حداقل انسداد دید بوجود می‌آید.

ارتفاع دوربین تاثیر انسداد را نیز مشخص می‌کند به دلیل زاویه افقی دوربین، اتومبیلها می‌توانند در دو باند آشکار شوند که این باعث دوتایی تشخیص دادن یک وسیله نقلیه می‌شود.

۳ ـ نصب دوربین در کناره‌های جاده

نصب دوربین در کناره‌های جاده بدترین میزان دید را از وضعیت ترافیک بدست می‌دهد. کامیونهایی که به دوربین نزدیکتر هستند می‌توانند اتومبیلهای پشت خود را از دید دوربین مخفی کنند جهت بدست آوردن یک وضعیت مطلوب در این شرایط بایستی دوربین را در ارتفاع زیاد نصب کرد.

ح ـ ارتفاع نصب دوربین

همان‌طور که قبلاً ذکر شد هر چقدر که دوربین در ارتفاع بالاتری نصب گردد آشکارسازی اتومبیلها بهتر صورت می‌گیرد. این افزایش ارتفاع بایستی تا زمانی ادامه یابد که بتوان یک تصویر واضح را در اختیار داشت و ابعاد وسایل نقلیه در تصویر به اندازه کافی مشخص باشد. بهترین دید از تونل مربوط به بالاترین ارتفاع نصب دوربین است اگر دوربین در ارتفاع پایین نصب شود وسایل نقلیه طویل‌تر از طول واقعی آنها به نظر می‌رسند و همچنین دو اتومبیل که بسیار نزدیک به هم حرکت می‌کنند ممکن است متصل به هم تشخیص داده شده و به شکل یک وسیله نقلیه طویل بجای دو وسیله نقلیه تشخیص داده شود.

ذ ـ خروجی طراحی

کیفیت آنالیز ترافیک انجام شده با استفاده از محتوی تصویر ویدیویی مشخص می‌شود. محتوی تصویر نیز به‌وسیله پارامترهای زیر مشخص می‌شود:

- زاویه

- ارتفاع نصب دوربین
- موقعیت دوربین نسبت به جاده

جدول (۲ـ۵) تاثیر محل نصب دوربین را بر آنالیز ترافیک نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ۵ تأثیر محل نصب دوربین بر آنالیز ترافیک

پارامتر	بهترین تصاویر ویدیویی	بدترین تصاویر ویدیویی
ارتفاع	زیاد	کم
زاویه شیب	زیاد	کم
موقعیت نسبت به جاده	بر روی جاده یا وسط آن	در کنار جاده

جدول ۲ـ٦ ارتفاع پیشنهادی را برای نصب دوربینها براساس تعداد باندهای جاده و محل نصب دوربین

تعداد باندهای جاده	محل نصب دوربین		
	روی باند عبور	وسط جاده	کنار جاده
۱	۸m	۷m	۱۰m
۲	۱۰m	۷m	۱۲m
۳	۱۸m	۸m	۱۸m
٤	—	۱۲m	—

۲ـ۳ـ۳ ـ تجهیزات ارتباطی و کنترلی سیستم دوربین مدار بسته

مرکز کنترل سیستم مداربسته در همان ساختمان مرکز کنترل اصلی تونل قرار می گیرد. تجهیزات بایستی به گونه‌ای باشد که همه دوربینها بر روی یک یا چند مانیتور نمایش داده شود. ارتباط بین دوربینهای مدار بسته و مرکز کنترل از طریق یک خط فیبرنوری به هم متصل می‌شوند که به‌صورت نقطه به نقطه اتصال می‌یابند. جهت انتقال سیگنالهای تصویر از فرستنده ویدیویی ۳ کاناله استفاده می‌شود. برای دوربینهای قابل حمل یک گیرنده فرستنده ویدیویی یک کاناله بایستی نصب شود.

در مرکز کنترل یک هاب نوری بایستی نصب شود، کابلهای فیبر نوری تکی به‌وسیله Cord_Patch به گیرنده‌های ویدیویی وصل می‌شوند. فیبرهای نوری مورد استفاده معمولاً به‌صورت تک مد (۱۳۰۰nm) هستند. (مطابق استاندارد ITU_T652).

تجهیزات انتقال بایستی دارای نسبت سیگنال به نویز بیشتر از ٤٦db باشد.

۲ـ۳ـ٤ ـ نرم‌افزار سیستم دوربین مدار بسته

نرم افزار مورد استفاده برای سیستم دوربین مدار بسته بایستی کارهای زیر را انجام دهد:

۱ـ نظارت و کنترل ترافیک(سرعت، نرخ جریان ترافیک، شلوغی)

۲ـ آشکارسازی (تصادفات اتومبیلهای متوقف شده، اتومبیلهایی که در جهت نادرست حرکت می‌کنند، تشکیل صف ماشینها، افت سرعت متوسط ترافیک، شرایط بد آب و هوا)

۳ـ ثبت کامپیوتری تصاویر در کامپیوتر سیستم(ثبت تصویر تصادفات رخ داده در تونل، ثبت تصاویر متحرک تا۳۰ تصویر در ثانیه به مدت چند ساعت)

٤ـ قابلیت انتقال تصاویر از طریق مودم

خروجی ماتریس سوئیچ بایستی به یک مونیتور متصل شود تا تصاویر همه دوربینها بر روی آن نمایش داده شود.

۲ـ٤ ـ سیستم تلفن اضطراری

هدف اصلی استفاده از این سیستم ایجاد ارتباط در داخل تونل برای رانندگان در هنگام بروز حوادث می‌باشد. این سیستم از تعدادی تلفن اضطراری تشکیل شده است که در طول تونل پخش شده‌اند این تلفنها را معمولاً در فواصل ۲۰۰ متری در هر دو طرف باند عبور نصب می‌کنند. تلفنهای اضطراری دارای یک کارت الکترونیکی هستند که همه عملیات تلفن را انجام می‌دهد. سیستم مرکز کنترل با سخت‌افزار و نرم‌افزار نصب شده بر روی تلفنهای اضطراری سازگار می‌باشد.

۲ـ٤ـ۱ ـ ساختار مرکز کنترل تلفن اضطراری

تجهیـزات کنتـرل و مدیریت برای سیسـتم تلفنهای اضطراری شـامل یک اینترفیس Front End (FEI) می‌باشـد، اپراتور از طریق کامپیوتر تلفن اضطراری می‌تواند سیسـتم را کنترل کند. سیسـتم اینترفیس FEI از طریق یک خط سـریال RS-232 به مرکز کنترل وصل می‌شود.

FEI بایسـتی دو پورت برای سـیگنالهای صوتی داشـته باشـد که یکی از آنها به یک میکروتلفن، برای اسـتفاده اپراتور وصل می‌شـود و دیگری به یک دستگاه ضبط صدا متصل می‌گردد. کابلهای اسـتفاده شده برای تلفنها بایستی از نوع ٤ رشته ای مخصوص تلفن باشند. همچنین اینترفیس FEI دارای یک پورت خروجی می‌باشد که آنرا به کامپیوتر تلفن اضطراری متصل می‌کند [٦].

۲ـ٤ـ۲ ـ کنسول کنترل تلفن اضطراری

کنسـول کنترل تلفن اضطراری در اتاق کنترل مرکزی تونل تعبیه می‌شـود. این کنسول وظیفـه مدیریـت ارتباط بین کاربر داخل تونل و اپراتور مسـتقر در مرکز کنتـرل تونل را دارا می‌باشد. همچنین پیامها در این قسمت ضبط می‌شوند. این کنسول شامل یک واحد کنترل، یک پرینتر، یک کنسول تلفن(میکرو تلفن و یک سیستم ضبط صدا می‌باشد. قسمت کنترل دارای یک کارت اترنت می‌باشد که این قسمت را به شبکه اترنت مرکز کنترل متصل می‌کند.

الف ـ میز اپراتور تلفن اضطراری

این قسـمت اطلاعات را از FEI جمع آوری نموده و جهت اسـتفاده اپراتور مستقر در مرکز کنترل نمایش می‌دهد این قسمت معمولاً از یک کامپیوتر PC همراه با یک شبکه LAN تشکیل شده است [٦].

ب ـ میکرو تلفن

میکرو تلفن به اپراتور سیسـتم امکان میدهد تا یک ارتباط صوتی به کاربران تلفنها در داخل تونل برقرار کند این تلفن به یکی از کانالها صوتی FEI متصل می‌شود.

۲ـ٤ـ۳ ـ کارکرد سیستم

استفاده کننده از تلفن اضطراری با فشار دادن یک دکمه بر روی تلفن منتظر تن زنگ خواهد شد دستگاه تلفن اضطراری یک پیغام درخواست تن را همراه علامت شناسایی به کنسول کنترل ارسال می‌کند و متعاقباً منتظر پاسخ خواهد شد.

در این مرحله اپراتور از طریق یک آلارم صوتی یا تصویری آگاه خواهد شد. پس از این مرحله یک خط صوتی دو کاناله به استفاده کننده در داخل تونل اختصاص می‌یابد این ارتباط از طرف اپراتور با استفاده کننده و یا به‌صورت اتوماتیک از طریق برنامه اتوماتیک کامپیوتر وصل می‌شود.

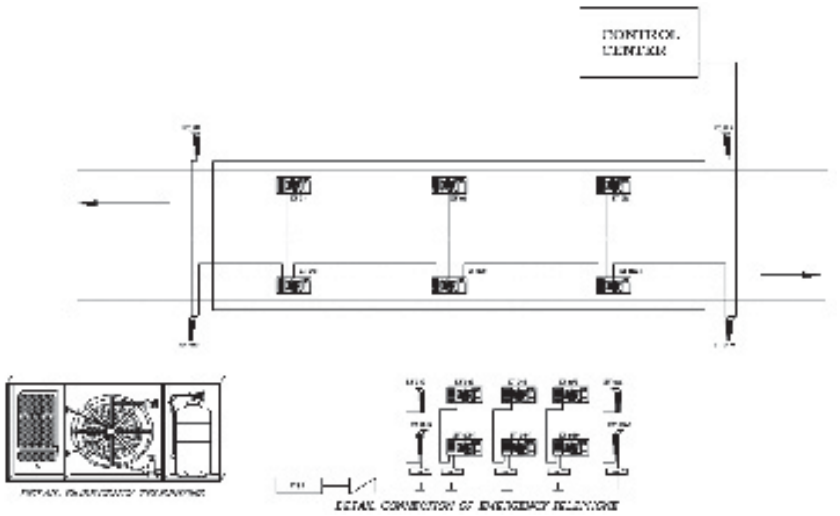
در حالت عادی تلفن معمولاً در حالت آماده به‌کار[14] می‌باشد این حالت باعث کاهش توان مصرفی سیستم تلفن در حالت عادی می‌شود. به محض اینکه استفاده کننده شستی تعبیه شده بر روی تلفن را فشار دهد سیستم فعال می‌شود. پس از این مرحله بلافاصله سیستم کنترل تلفن فعال شده و نوع درخواست آنرا دریافت کرده و تبادل اطلاعات صورت می‌گیرد تا کانال صوتی اختصاص داده شده به کاربر فعال شود.

بر روی تلفن یک برد ترکیب کننده صوتی وجود دارد که کاربر را از برقرارشدن ارتباط با مرکز و یا غیر فعال بودن تلفن آگاه می‌سازد معمولاً این کارت‌ها را به چند زبان زنده دنیا پیغام‌ها صوتی را پخش می‌کنند. دستگاه تلفن اضطراری به‌وسیله یک پیام دیجیتالی خود را به قسمت کنترل شناسانده و نوع کانال ارتباطی مورد نیاز خود را مشخص می سازد. پس از شناسایی تلفن توسط کنسول کنترل یک پیغام دریافت صحیح به تلفن ارسال می‌شود که کاربر را از برقراری ارتباط آگاه می‌کند [٦].

سیستم بایستی این قابلیت را داشته باشد در صورتی که چند تلفن به‌صورت همزمان فعال شود به ترتیب پیامهای درخواست را در لیست انتظار قرارداده و هیچ یک از پیغامها را حذف یا نادیده نگیرد. بورد نصب شده برروی تلفن به گونه‌ای طراحی می‌شود که پس از فشاردادن کلید توسط کاربر تا زمان برقراری ارتباط، پیغام درخواست ارتباط مکرراً ارسال می‌شود.

14. Standby

اگر کنسول کنترل قادربه تشخیص پیغام درخواست نباشد، ابتدا سیستم سعی در تکرار ترتیب شناسایی تلفنها می‌کند. در صورت عدم موفقیت سیستم در برقراری ارتباط، به‌صورت تصادفی شروع به برقراری ارتباط با تلفنها نموده تا زمانی که تلفن درخواست کننده ارتباط را مشخص نماید. پس از این مرحله یک کانال ارتباطی بین استفاده کننده و اپراتور تونل برقرار می‌شود. بر روی درب ایستگاه تلفن اضطراری یک آشکارساز قرارداده می‌شود که به محض بازشـــدن در ســـیگنالی را به مرکز کنترل جهت آشکارسازی ارسال می‌کند. نمونه‌ای از نصب تلفنهای اضطراری و جزئیات آن در شکل (۲ـ ٦) نشان داده شده است.



شکل ۲ـ ٦ ـ سیستم تلفن اضطراری و جزئیات آن [۲]

۲ـ۵ ـ آشکارساز ترافیک

وظایف سیستم آشکارساز ترافیک به شرح زیر می‌باشد:

۱. شـــمارش تعداد اتومبیل‌هائی که در واحد زمان از تونل عبور می‌کنند، نرخ اشـــغال کردن تونل توســـط اتومبیلها و اندازه‌گیری ســـرعت ماشینها از وظایف این سیستم است. این اطلاعات جهت تصمیم گیری صحیح در مدیریت ترافیک و ایمنی تونل بکار می‌رود.

۲. آشکارسازی تصادفات به‌وسیله ابزار تشخیص اشغال شدگی تونل ومونیتورینگ جریان ترافیک.

سیستم کنترل ترافیک تونل از دسته‌ای از آشکارسازها و ماجولهای کنترل کننده آن تشکیل شده است. این سیستم در ایستگاه کنترل از راه دور نصب می‌شود و به گونه‌ای طراحی می‌شود که جهت اندازگیری حدود مختلف متغیرهای ترافیکی مناسب باشد.

آشکارسازهای ترافیک اطلاعات خود را از طریق یک سیستم ویدئوئی ارسال می‌کنند. این سیستم اطلاعات رسیده را پردازش، محاسبه و دسته بندی می‌کند تا جهت نمایش به شکل متغییرهای ترافیکی درآید. کنترل کننده آشکارساز ترافیک به‌صورت یک ماجول است که در ایستگاه کنترل از راه‌دور نصب می‌شود. وظیفه اصلی این کنترلر مشخص کردن پارامترهای ترافیکی و شدت جریان ترافیک در تونل می‌باشد. اطلاعات مرتبط با ترافیک به‌وسیله پردازش پارامترهای جمع‌آوری شده در طی یک دوره زمانی بدست می‌آید [۷].

ماجول کنترل آشکارساز، اطلاعات جمع‌آوری شده را به مرکز کنترل تونل ارسال می‌کند. آشکارساز بایستی قادر باشد که اطلاعات حداقل چهار روز را جمع‌آوری کند تا اینکه بتوان با وارد کردن این اطلاعات به یک کامپیوتر قابل حمل، در زمانی که سیستم اصلی از کار می‌افتد از آن استفاده کرد.

ماجول کنترلر سیستم آشکارساز بایستی قادر باشد که اطلاعات مربوطه به حجم، سرعت، میزان اشغال شدن تونل را در یک بازه زمانی حساب کند.

۳. پارامترهای اصلی که بایستی به‌وسیله سیستم آشکار جمع آوری شود عبارتند از:

- چگالی ماشینهای عبوری در واحد زمان (شدت جریان ترافیک عبوری)
- تعداد ماشینهای داخل تونل در یک پریود زمانی خاص
- نرخ اشغال شدن تونل(در صد زمانی که یک ماشین در یک فضای متراژ شده داخل تونل می‌ماند).
- سرعت (متوسط سرعت به صورت کیلومتر بر ساعت).

معمولاً به ازای هریک از مسیرهای جاده ۲ لوپ آشکارساز تعداد ماشینها، در هر دو

طرف نصب می‌شـود. یکی از این لوپ‌ها در وسـط تونل و دیگری در خروجی تونل نصب می‌شود کل سیستم آشکار ساز ترافیک تونل شامل اجزاء زیر است [۷] :

- ۲ عدد ماجول کنترلر آشکارساز که در ایستگاه کنترل از راه دور نصب می‌شود.
- ۲ عدد لوپ آشکارساز مغناطیسی ٤×۲
- ۲ عدد آشکارساز ٤ کاناله
- کابل ارتباطی

هر آشکارسـاز چهار کاناله از طریق یک کابل ٤ سـیمه به یک کنترلر متصل می‌شـود. سلسله مراتب کنترلی سیستم به‌صورت زیر می باشد.

مرکز کنترل تونل ← ایستگاه کنترل از راه دور ← ماجول کنترلر آشکارساز← آشکارساز چهار کاناله ← لوپ مغناطیسی

سیستم آشکارساز متغییرها را با استفاده از دو لوپ نصب شده در وسط وانتهای تونل محاسبه می‌کند. با استفاده از سیگنالهای رسیده از دو لوپ و فاصله بین لوپها می‌توان سرعت اتومبیل‌ها را اندازه‌گیری کرد [۲].

۲ـ۵ـ۱ ـ اشغال شدن بیش از حد تونل[15]

در این شـرایط در صورتی که بیش از مقدار تعیین شـده اتومبیل در تونل وجود داشته باشـد، سیستم آشکارسـاز، یک آلارم به مرکز کنترل ارسال می‌کند. هدف اصلی این سیستم، آشکارسـازی اتومبیلهای صدمه دیده ای است که در تونل متوقف شده‌اند. این سیستم دارای چهار سطح آستانه می‌باشد [۷].

15. Occupancy Overload

فصل سوم

تغذیه الکتریکی، پست برق و سیستم برق اضطراری

در یک تونل توان الکتریکی از طریق شبکه سراسری با فشار متوسط ۲۰ کیلوولت یا ۳۳ کیلوولت ویا ۱۱ کیلولت به پســت نزدیک تونل وارد شده و با استفاده از ترانسفورماتورهای قدرت به ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت برای توزیع در داخل تونل تبدیل می‌شود. این ولتاژ از طریق تابلوهای توزیع و کابل کشــی های انجام شده به تجهیزات مختلف در داخل تونل انتقال می یابد. ورودیهای اصلی سیســتم قدرت از قبیل ترانس‌هــا و کلیدهای اصلی معمولاً به‌صورت دوبــل در نظر گرفته می‌شــوند، تا ایمنی و قابلیت اطمینان سیســتم افزایــش یابد. طراحی و انتخــاب این تجهیزات به گونه‌ای صورت می‌گیرد که در صورت از کارافتادن یکی جایگزین آن بتواند به مدت طولانی و تا هنگام تعمیر مجدد آن در مدار کار کند [۳].

به منظور تأمین توان قســمتهای مهم تونل هنگام قطع برق شــبکه سراسری بایستی از منبع تغذیه به‌صورت جانشین استفاده کرد. این منبع تغذیه ممکن است به‌صورت منابع تغذیه بدون وقفه (UPS) باشد. این منابع با استفاده از باتریهای قابل شارژ توان را بدون قطع‌شدگی به مدت زمان محدودی تأمین می‌کند. همچنین می‌توان از یک دیزل ژنراتور نیز جهت تأمین

این توان استفاده کرد در حالت بهینه از ترکیب دیزل ژنراتور و باتری به عنوان حالت مناسب جهت تامین توان بدون وقفه به‌صورت طولانی مدت می‌توان استفاده کرد.

در نظر گرفتن تجهیزات به‌صورت دوبل و استفاده از UPS و دیزل ژنراتور بسیار پر هزینه می‌باشد. از طرف دیگر بار بسیاری از قسمتهای حساس را نیز نمی‌توان در صورت قطع برق، بدون تغذیه گذاشت. بنابراین هنگام طراحی سیستم تغذیه الکتریکی تونل بایستی بیش‌بینیهای لازم را در این زمینه به عمل آورد. با توجه به درجه اهمیت و حساسیت قسمتهای مختلف از یک طرف و هزینه‌های مورد نیاز جهت پیاده کردن تجهیزات فوق از طرف دیگر بایستی یک موازنه برقرار نمود که هم درجه ایمنی تونل کاهش پیدا نکند و هم اینکه هزینه‌های صرف شده حداقل گردد [۳].

۳ـ۱ ـ نیازمندیهای تغذیه

اجزای اصلی سیستم تغذیه شامل خطوط فشار متوسط و ٤۰۰ ولت، دژنکتورهای با قابلیت قطع زیر بار و بدون قابلیت قطع زیر بار، سکسیونرهای با قابلیت قطع زیر بار و بدون قابلیت قطع زیر بار، ترانسفورماتورها، تابلوهای توزیع، سیستمهای حفاظتی، سیستم ارتینگ و غیره می‌باشد. در اکثر تونلها معمولاً دو تابلوی اصلی توزیع در هریک از دهانه‌ها تعبیه می‌شود ولی در تونلهای بلند ممکن است به فواصل مختلف چند عدد از این تابلوها تعبیه شود. جهت طراحی سیستم تغذیه الکتریکی بایستی ابتدا میزان توان الکتریکی مورد نیاز برای قسمتهای مختلف تونل را برآورد کرد. بدین منظور توان نامی تمامی تجهیزات نصب شده و همچنین حداکثر مصرف احتمالی را برآورد می کنیم. و با استفاده از آن می‌توان نوع پست، ظرفیت نامی ترانسها، سایز تابلوها، تجهیزات مورد استفاده در تابلوها، سایز کابلها و سیستم حفاظت و ارتینگ را مشخص نمود. اصولاً بایستی منحنی روزانه توان مصرفی تونل را برای فصلهای مختلف سال تعیین کرده وهمچنین هرگونه تغییر در میزان پیک بار مصرفی تونل را استخراج کرد. برآورد دقیق مصرف و تعیین ضریب همزمانی مصرف اجزای مختلف سیستم در طراحی اقتصادی و بهینه سیستم توزیع الکتریکی بسیار موثر است[۳].

۳ـ۲ ـ اجزای مختلف سیستم تغذیه الکتریکی

۳ـ۲ـ۱ ـ پستهای فشار متوسط

ترانس‌ها و تجهیزات فشـــار متوسط بایستی در داخل ساختمان تعبیه شده جهت پست قرار گیرد. ساختمان در بیرون تونل و نزدیک به دهانه‌ها تعبیه می‌شود. تجهیزات استفاده شده در پستها بایستی مطابق استانداردهای ذکر شده در نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی باشد [۸].

دژنکتورهای استفاده شده جهت قطع و وصل بایستی از نوع تخلیه در خلاء یا گاز SF6 بوده و مطابق با اســـتانداردهای معتبر بین‌المللی از قبیل اســـتاندارد IEC56 باشد. دژنکتورها بایستی دارای مشخصات زیر باشند [۸]:

- استفاده از کلید به مدت ۵ سال و با حداقل ۲۰۰۰ بار کلیدزنی در شرایط نامی بدون نیاز به تعمیر و نگهداری.
- سهولت دسترسی و تعویض پذیری کنتاکتها یا مجموعه‌های قطع کننده.
- ایمنی و سهولت داخل و یا خارج نمودن دژنکتور از حامل کشویی آن.
- طراحـــی مقره‌ها و محفظه کلید به گونه‌ای که در اثر تغییر دما به هیچ قســـمت تابلو نیرو وارد نشود.
- تعیین ابعاد کلید به گونه‌ای نیروی ناشی از اتصال کوتاه را تحمل کند.

تابلوهای فشـــار متوســـط را می‌توان به‌صورت سیســـتم حلقه‌ای (رینگ) یا به‌صورت شـــعاعی تعبیه کرد در مواردی که از سیســـتم توزیع به‌صورت رینگ استفاده می‌شود ترکیب کلی تابلو به شکل زیر است:

ســـلول اول ـ کلید ورودی شـــماره یک رینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد در این سلول نصب می‌شود.

ســـلول دوم ـ کلید شـــماره دو رینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد.

سلول سوم ـ کلید اصلی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد

دژنکتور (از نوع SF6 یا تخلیه در خلاء) همراه با رله‌های محافظ می‌باشد.

سلول چهارم ـ وسایل اندازه‌گیری، که شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور اکتیو، کنتور راکتیو، ساعت فرمان و غیره می‌باشد که در سلول چهارم نصب می‌شود.

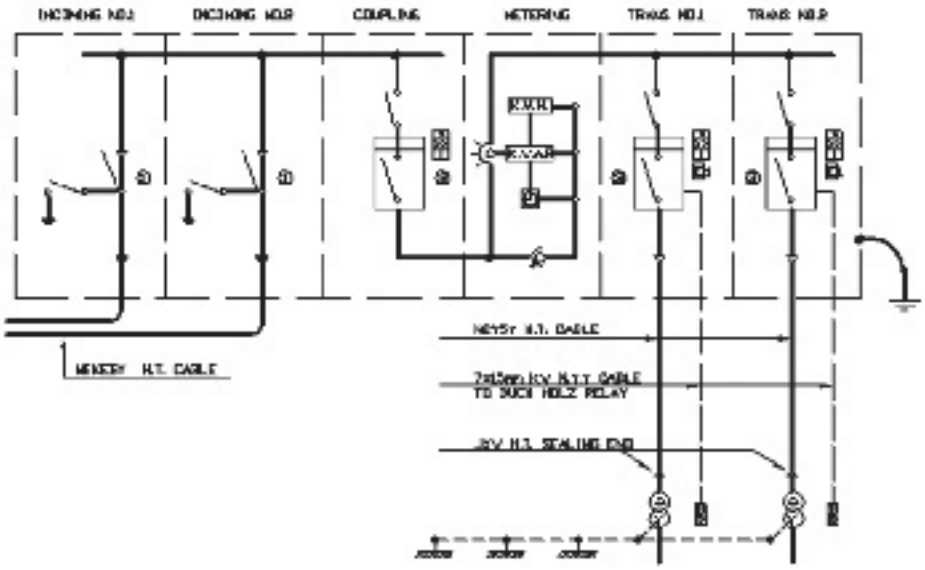
در صورتی که شبکه توزیع به‌صورت شعاعی راه‌اندازی شده باشد ترکیب کلی تابلو از سه سلول تشکیل می‌شود که عبارتند از:

سلول اول ـ کلید اصلی که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد دژنکتور (از نوع SF6 یا تخلیه در خلاء) همراه با رله‌های محافظ از نوع اولیه و ثانویه

سلول دوم ـ وسایل اندازه‌گیری شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور اکتیو، ساعت فرمان و غیره

سلول سوم ـ کلید تغذیه ترانسفور ماتور قدرت و یا تغذیه پست فرعی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیربار و یک عدد دژنکتور همراه با رله‌های محافظ می‌باشد.

نمونه‌ای از تابلوهای نصب شده در پست در شکل (۳ـ۱) نشان داده شده است.



شکل ۳ـ۱ ـ نمونه‌ای از تابلوی نصب شده در پست[۸]

ترانسفورماتورهای مورد استفاده بایستی بر اساس یکی از استانداردهای معتبر بین المللی انتخاب شود. کلیات انتخاب ترانس بایستی بر اساس استاندارد ایران شماره ۲۶۲۰ یا IEC76-1 استوار باشد با توجه به شرایط مختلف و سایز ترانس مورد استفاده می‌توان ترانس را در داخل اتاق پست قرار داد یا اینکه آنرا در هوای آزاد بر روی زمین یا بربالای تیر نصب کرد. ابعاد اتاقی که ترانس در آن نصب می‌شود بایستی با توجه به تعداد ترانس‌ها نوع آنها و امکان توسعه آتی آن تعیین شود ابعاد استاندارد زیر توسط IEC ارائه شده است [۸]:

الف ـ ترانسفورماتورهای کوچک تا ظرفیت ۶۳۰ کیلو ولت آمپر:

ابعاد اتاق : طول ۴ متر، عرض ۳ متر، ارتفاع ۴/۷ متر

ابعاد درب اتاق : عرض ۱/۵ متر، ارتفاع درب ۴ متر

ب ـ ترانسفورماتورهای بزرگتر از ۶۳۰ کیلوولت آمپر:

ابعاد اتاق : طول ۴/۵ متر، عرض ۳/۵ متر، ارتفاع ۵/۳ متر

ابعاد درب اتاق : عرض ۲ متر، ارتفاع ۴/۳متر

حداقل فضای آزاد در اطراف ترانسفورماتور بایستی ۰/۸ متر در نظر گرفته شود.

اتاق پست بایستی عاری از رطوبت بوده و از مصالحی ساخته شود که در برابر آتش سوزی مقاوم باشد. در مواردی که از کانال در کف اتاق استفاده می‌شود، در حوضچه زیر ترانس بایستی کانالهایی به ابعاد ۵۰ ۳۰ سانتی متر پیش بینی شود. اصول نصب ترانسفور ماتورهای فشار متوسط در نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به‌صورت تفصیلی اشاره شده است. در صورتی که برای حفاظت ترانسفورماتور از فیوز بجای دژنکتور استفاده شود، برای تعیین جریان مجاز و نوع فیوزها باید از جدول (۳ـ۱) استفاده گردد. به منظور رعایت ضوابط ایمنی، بدنه اصلی ترانس باید از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین به‌طور محکم به چاه اتصال زمین واقع در نزدیکترین نقطه ممکن به آن متصل شود. در صورتی که ترانسفورماتور در فضای آزاد نصب شود، اگر سایز ترانس بزرگ باشد بایستی آنرا بر روی زمین نصب کرد. معمولاً ترانس‌های فشار متوسط تا قدرت ۲۰۰ کیلو ولت ـ آمپر را می‌توان بر روی تیر نصب کرد. که اخیراً حتی تا ۵۰۰ کیلوولت آمپر را روی تیر نصب می کنند.

جدول ۳ـ۱ فیوزهای توصیه شده برای حفاظت طرف اولیه ترانسفورماتورها [۸]

قدرت اسمی خروجی ترانسفور ماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۳۳ کیلو ولت				سیستم ۲۰ کیلو ولت				سیستم ۱۱ کیلو ولت			
	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی
	T	K	کند تند		T	K	کند تند		T	K	کند تند	
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۲۵	۲*	۲*	۰/۶*	۰/۴۳۷	۳*	۳*	۱*	۰/۷۲۲	۶	۶*	۲/۱*	۱/۳۱۲
۵۰	۲*	۲*	۱	۰/۸۷۸	۳*	۳*	۱/۴	۱/۴۴۳	۶	۶*	۳/۱	۲/۶۲۴
۷۵	۲*	۲*	۱/۴	۱/۳۱۵	۶	۶	۲/۱	۲/۱۶۵	۶	۶*	۳/۵	۳/۹۳۶
۱۰۰	۳	۳	۱/۶	۱/۷۵۲	۶	۶	۳/۱	۲/۸۸۷	۸	۸	۵/۲	۵/۲۴۸
۱۵۰	۶	۶	۳/۱	۲/۷۹۹	۸	۸	۴/۲	۴/۸۱۹	۱۲	۱۲	۷/۸	۸/۳۹۸
۲۰۰	۶	۶	۳/۵	۳/۴۹۹	۱۰	۱۰	۵/۲	۵/۷۷۴	۱۵	۱۵	۱۰/۴	۱۰/۴۹۶
۲۵۰	۶	۶	۴/۲	۴/۳۷۴	۱۰	۱۰	۷	۷/۲۱۵	۲۰	۲۰	۱۰/۴	۱۳/۱۲۰

ادامه جدول ۳ـ۱ فیوز های توصیه شده برای حفاظت طرف اولیه ترانسفورماتورها

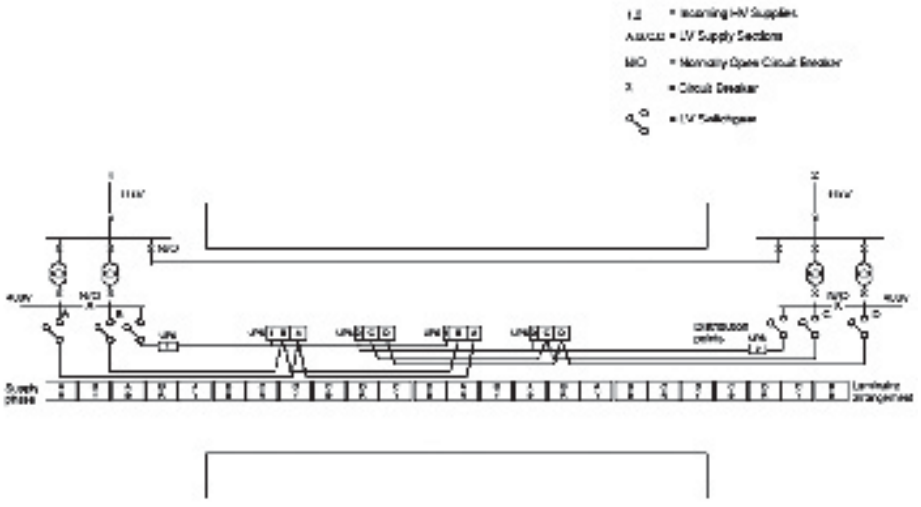
قدرت اسمی خروجی ترانسفور ماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۳۳ کیلو ولت				سیستم ۲۰ کیلو ولت				سیستم ۱۱ کیلو ولت			
	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی
	T	K	کند تند		T	K	کند تند		T	K	کند تند	
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۳۱۵	۸	۸	۵/۲	۵/۵۱۱	۱۲	۱۲	۷/۸	۹/۰۹۳	۲۵	۲۵	۲۵	۱۶/۵۳۳
۴۰۰	۱۰	۷	۶/۹۹۸	۱۵	۱۵	۱۰/۴	۱۱/۵۴۷	۳۰	۳۰	۳۰	۲۰/۹۹۵	
۵۰۰	۱۲	۷/۸	۸/۷۴۸	۲۰	۲۰	۱۴	۱۴/۴۳۴	۴۰	۴۰	۴۰	۲۶/۲۴۳	
۶۳۰	۱۵	۱۰/۴	۱۱/۰۲۲	۲۵	۲۵	۱۴	۱۸/۱۸۶	۵۰	۵۰	۵۰	۳۳/۰۶۶	
۸۰۰	۲۰	۱۰/۴	۱۳/۹۹۶	۳۰	۳۰	۲۱	۲۳/۰۹۴	۶۵	۶۵	۶۵	۴۱/۹۸۹	
۱۰۰۰	۲۵	۱۴	۱۷/۴۹۶	۴۰	۴۰	۲۱	۲۸/۸۶۸	۸۰	۸۰	۸۰	۵۲/۴۸۶	

در سیستم توزیع تونل در هر دو طرف فشار قوی و فشار ضعیف بایستی قابلیت کلید زنی را داشــته باشیم. اگر در سیستم بیش از یک ترانس استفاده شود، بایستی بتوان فیدرهای ترانس را از طریق یک خط که در حالت عادی باز است به هم متصل کرد تا در صورت قطع شدگی یکی از خطها با وصل شدن کلید ارتباط سیستم از طریق خط دیگر برقرار شود.

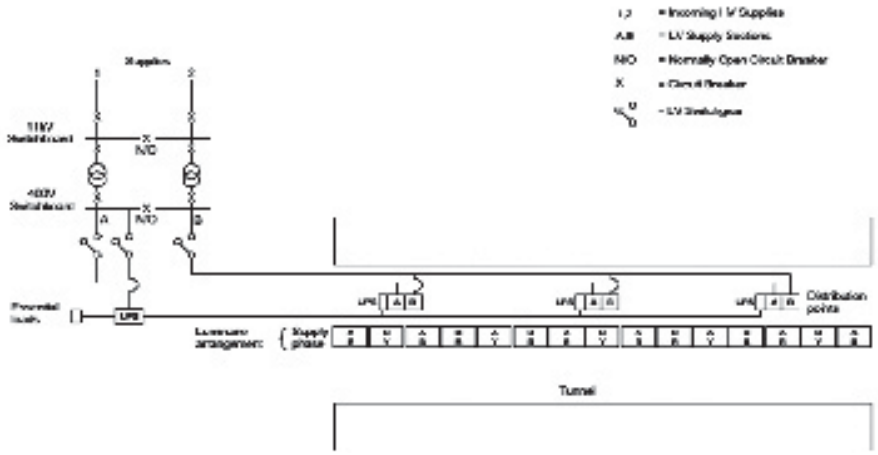
قابلیت کلیدزنی در طرف فشــار ضعیف نیز جهت خارج کردن یک ترانس از شــبکه بدون قطع شــدگی بار وصل شــده به آن، نیز بایســتی در نظر گرفته شود. بایستی توجه کرد که موقع وصل مجدد، خطوط برقدار متقابل به هم متصل نشــوند. وجود یک اینترلاک برای جلوگیری از این حالت ضروری است.

مدارات روشنائی تونل به‌صورت متناوب به سه فاز وصل می‌شوند به‌طور مشابه دیگر بارهای مصرفی تونل نیز بایستی به‌صورت متناوب بین سه فاز تقسیم شوند.

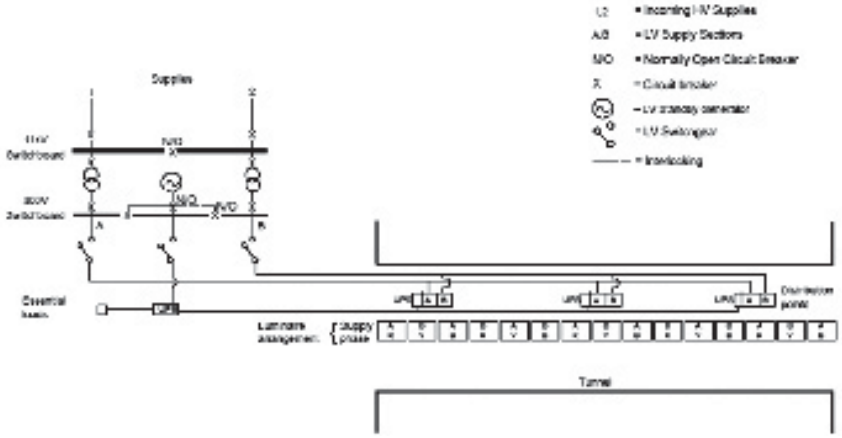
نمونه هایی از انواع سیستمهای توزیع تونل در شکل (۳ـ۲) و شکل (۳ـ۳) و شکل(۳ـ٤) نشــان داده شــده اســت. تابلوی‌های تغذیه را با توجه به ملاحظات فنی و فواصل از پســت احتمالی برق می‌توان از دو طرف تونل و یا از یک طرف تغذیه کرد [۳].



شکل ۳ـ۲ ـ سیستم توزیع تونل و سیستم فشار قوی در هر دو دهانه تونل [۳]



شکل ۳ـ۳ ـ سیستم توزیع تونل و سیستم فشار قوی در یک دهانه تونل [۳]



شکل ۳ـ٤ ـ سیستم توزیع تونل و همراه با ژنراتور جانشین شبکه [۳]

بـــه منظور بالابـــردن قابلیت اطمینان سیســـتم تغذیه الکتریکی تونل، یـــک منبع تغذیه الکتریکی بدون قطع (UPS) بایســـتی در داخل تونل تعبیه گردد. در پاره‌ای از تونل‌ها همراه این سیســـتم UPS یک دیزل ژنراتور نیز تعبیه می‌گردد. منابع تغذیه فشـــار قوی همانگونه که در شـــکل (۳ـ۲) نشان داده شده‌اند، در هر یک از طرفین تونل قرار داده می‌شوند. در پاره‌ای مـــوارد جهت بـــالا بردن اطمینان علاوه بـــر خط اصلی یک خط اضافی نیـــز به‌صورت رزرو

اســتفاده می‌شود. در تونل‌های بلند توصیه می‌شود که از دو شبکه فشار قوی مجزاء دو دهانه تونل را تغذیه کرد. مدارات تغذیه دو طرف بایستی به گونه‌ای باشد که وقوع خطا یا اتصالی در یکی از مدارات طرفین تونل تغذیه طرف دیگر را تحت تاثیر قرار ندهد.

سیســتم UPS همان‌طور که در فصل قبل اشاره شد، بایســتی توانایی تغذیه قسمتهای تعیین شــده تونل را حداقل به مدت ۲ ســاعت یا تا زمان وارد مدار شدن ژنراتور دارا باشد. در حالت عادی نبایســتی از دیزل ژنراتور جهت تأمین توان استفاده کرد بلکه ژنراتور بایستی همیشه در حالت آماده باشد.

تجهیزات مورد اســتفاده در سیســتم تغذیه الکتریکی و کنترل آن بایستی دارای حداقل عمر مفید ۲۰ سال باشند. بنابراین در طراحی مدارات و سطح مقاطع کابلها و انتخاب تجهیزات دقت ویژه‌ای را بایســتی مبذول داشــت تا بتوان عمر تجهیزات نصب شــده را حتی‌الامکان افزایش داد. طراحی دقیق سیســتم تغذیه الکتریکی تونل باعث بالابردن بهره‌کاری سیســتم، کاهــش تلفــات، حداقل کردن هزینه برق مصرفــی، افزایش طول عمر تجهیــزات و کارکرد مطمئن سیستم می‌گردد. [۳]

ســطح مقطع کابلها، همچنین ســایز کلیدها، فیوزها، رله‌ها و دیگر تجهیزات بایستی به گونه‌ای انتخاب شــود که حداقل هزینه را داشــته باشــد از طرفی تلفات را بایستی به حداقل رســاند. همچنین ســطح مقطع کابلها بایستی به گونه‌ای انتخاب شــود که افت ولتاژ در طول مســیر تا تابلوی تجهیزات از ۲٪ فراتر نرود. سیســتم توزیع بایســتی به گونه‌ای طراحی شود که هنگام بروز عیب در سیســتم به آســانی و به ســرعت بتوان محل خطا را تعیین کرده و به راحتی خطا را رفع نمود. سهولت دسترسی به قطعات نصب شده در داخل تابلوهای توزیع و قطعات نصب شده بر روی تجهیزات یکی از شروط اساسی در برآوردن این مهم می‌باشد.

تهیــه یک برنامــه ریزی منظم تعمیــر و نگهداری جهت بازبینی تجهیــزات و قطعات به‌صورت دوره‌ای ضروری به نظر می‌رسد.

محیــط تونل معمولاً آکنده از گازهای خورنده، نمک پاشــیده شــده به ســطح جاده، اســیدهای ریخته شــده از ماشینها و غیره می‌باشد که همگی خاصیت خورندگی بالایی دارند

بنابراین اتصالات، کابل شـــوها، کنتاکت های کلیدها ، نگهدارنده‌ها، ســـینی های کابل و غیره بایستی از آلیاژهای ضد زنگ و مقاوم ساخته شوند. توصیه می‌شود حتی‌الامکان از فولاد ضد زنگ استفاده شود. کد حفاظتی اغلب تجهیزات مورد استفاده بایستی از نوع IP65 باشد.

۳ـ۳ ـ سیستم برق اضطراری:

یک منبع تغذیه UPS به‌صورت استاتیکی و بدون قطع جهت استفاده در تونل‌ها پیشنهاد می‌شود. هنگام طراحی منبع تغذیه UPS بایستی معیارهای زیر را مدنظر قرار داد: [۳]

۱. نوع و سایز باری که بایستی به‌وسیله UPS تغذیه شود، مشخص گردد.

۲. میزان هارمونیکهای تولیدی توســط مبدلهای UPS بایستی در حد قابل قبولی باشد به‌ویژه اگر از دیزل ژنراتور به‌صورت جانشـــین همراه با UPS استفاده شود، بایستی به مسئله تولید هارمونیکها توجه ویژه‌ای مبذول داشت.

۳. قابلیت کارکرد همراه با ژنراتور به‌صورت جانشین

٤. تعیین حداقل زمانی که پس از قطع برق شـــبکه سراسری، UPS بایستی بتواند توان مورد نیاز را تأمین کند. همان‌طور که قبلاً نیز اشـــاره شـــد این زمان در مورد تونل‌های دارای ژنراتـــور و بدون ژنراتور متفاوت اســـت و تابع زمان راه اندازی ژنراتور و برای سیســـتمهای کنترل حداقل بایستی ۲ ساعت بتواند سیستم را تغذیه کند.

۵. قابلیت کارکرد با دیگر تجهیزات الکتریکی

٦. تعیین زمان مورد نیاز جهت شارژ شدن باتریهای سیستم پس از دشارژ شدن آن.

باتریها بایستی پس از آنکه ۷۵ درصد بار آنها دشارژ گردید طی زمان هفت ساعت به‌طور کامل شارژ شوند.

۷. مشخص نمودن تجهیزات کنترلی مورد نیاز جهت کارکرد صحیح سیستم

اصول کار سیستم معمولاً بدین صورت است که در صورت قطع برق شبکه سراسری توان مصرفی بدون قطع شـــدگی از طریق باتریهای UPS تأمین می‌شود، در صورتی که دیزل ژنراتور جانشـــین نیز برای سیستم در نظر گرفته شده باشد پس از قطع برق بلافاصله ژنراتور

به‌صورت اتوماتیک راه‌اندازی می‌شود ولی از آنجا که مدت زمانی لازم است تا ژنراتور آماده بارگیری شـــود انرژی مورد نیاز در این مدت به‌وســـیله باتریها تأمین می‌شود تا ژنراتور وارد مدار شـــود. همان‌طور که قبلاً نیز اشـــاره گردید در این حالت می‌توان ظرفیت باتریهای مورد نیاز را کمتر در نظر گرفت. علاوه بر در نظر گرفتن دیزل ژنراتور می‌توان نقاط اتصالی را نیز در داخل تونل در نظر گرفت که بتوان از آنها جهت وصل ژنراتورهای متحرک به شبکه توزیع در شرایط اضطراری در جهت اهداف خاص از قبیل تعمیرات و نگهداری استفاده کرد [٣].

٣ـ٣ـ١ ـ ملاحظات طراحی سیستم دیزل ژنراتور

معمـــولاً ســـایز ژنراتور را برابر حداکثـــر ٦٠ درصد توان مصرفی کل سیســـتم در نظر می‌گیرند. زمانی که برق شـــبکه سراســـری قطع می‌شـــود و ژنراتور به‌صورت اتوماتیک وارد مدار شـــد، خروجی ژنراتور بایستی به‌صورت اتوماتیک به قسمت فشار ضعیف متصل گردد. همچنین ورودیهای برق از شبکه بایستی قطع شود تا پس از وصل مجدد برق شبکه سراسری مشـــکلی بوجود نیاید. منبع ذخیره ســـوخت دیزل ژنراتور بایستی سوخت کافی جهت کار به مدت ٧ روز را در بار نامی دارا باشد [٨].

سیســـتم کنترل دیزل ژنراتور را بایستی به‌صورتی تعبیه کرد که در داخل تونل در محل ایستگاههای کنترل از راه دور بتوان دیزل ژنراتور را کنترل کرد. دیگر مشخصه‌های فنی دیزل ژنراتور به‌صورت زیر می‌باشد:

١. موتور دیزل باید مجهز به گرمکن اتوماتیک برای گرم کردن آب درون ســـیلندرهای موتور تا حداقل ٦٠ درجه سانتیگراد و یا در مورد دیزل‌های بزرگ گرم کن روغن با گردش روغن تحت فشار باشد.

٢. سیستم راه اندازی مورد استفاده برای دیزل ژنراتور بایستی از نوع خود کار بوده ولی امکان راه اندازی دستی آن از محل دیزل و یا از ایستگاه از راه دور فراهم شود.

٣. به منظور پیشگیری از شروع به کار نابهنگام دیزل ژنراتور در مواقعی که برق شبکه سراسری دایر می‌باشد باید یک سیستم حفاظتی که مانع عملکرد ترانسفرسوئیچ در این گونه

موارد است پیش‌بینی شود.

٤. تابلوی کنترل که شامل ترانسفر سوئیچ و راه انداز اتوماتیک برای مولد برق اضطراری خواهد بود، باید در صورت روشـــن نشـــدن دستگاه، مرحله استارت را سه بار تکرار و سپس به کلی متوقف و سیستم اعلام خطر را بکار اندازد.

۵. سیســـتم اســـتارت اتوماتیک باید در صورت قطع جریان اصلی با تاخیر زمان عمل کرده و پس از روشن شدن دستگاه در هر مرحله استارت زدن را قطع کند.

٦. رله کنترل فاز باید به طریقی عمل کند که در موقع قطع جریان برق شهر یا قطع هر یک از فازها و یا ضعیف شـــدن فازها به اندازه کمتر از ۸۵ درصد ولتاژ نامی، دســـتگاه را در مدت ۳ الی ۱۰ ثانیه بکار انداخته و خط اصلی را از مدار خارج کند.

۷. رله کنترل ولتاژ باید پس از وصل مجدد برق شـــبکه سراســـری به میزان حداقل ۹۰ درصـــد ولتاژ نامی یا بیشـــتر عمل کرده و مدار مصرف را پـــس از ۳ تا ۱۵ دقیقه تاخیر زمانی (قابل تنظیم) به اصلی (برق شـــبکه سراسری) متصل نماید. دیزل ژنراتور پس از انتقال بار به برق شـــبکه سراســـری بایســـتی برای برای مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه بدون بار به کار ادامه داده و ســـپس به‌طور خودکار خاموش شده و برای شروع به کار مجدد در صورت قطع جریان برق اصلی آماده شود [۸].

فصل چهارم

شرح خدمات و دستورالعمل طراحی سیستم برق و کنترل تونلهای جاده ای

بـــه منظور طراحی سیســـتم کنترل و برق تونلهای جـــاده‌ای، مراحل مختلف زیر تحت عنوان شرح خدمات و دستورالعمل اجرایی طراحی سیستم کنترل و برق پیشنهاد می‌گردد.

مرحله اول: مطالعات

۱. جمع‌آوری اطلاعات شامل مشخصات جوی، مشخصات تونل، سیستمهای منصوبه، نوع شبکه برق، ترافیک، محل نصب تجهیزات و وضغیت فعلی تونل.

اطلاعات مربوطه به مشـــخصات تونل و سیســـتمهای منصوبه و ارتفاع مجاز و غیره از سازمان راهداری و حمل‌ونقل پایانه‌های کشور و اداره راه منطقه‌ای که تونل در آن واقع است کتباً اســـتعلام گردد و یا با اســـتفاده از طراحی های انجام شده شامل طراحی تهویه، روشنائی، سیستمهای ایمنی اطلاعات مورد نیاز جمع آوری شود.

۲. مطالعات اولیه و تعیین توان تقریبی سیستمهای منصوبه، و سیستمهای آتی مورد نیاز با توجه به سیستمهای پیشنهادی روشنائی، تهویه و ایمنی و بررسی تعداد ایستگاههای کنترل از راه دور و بررسی شیوه برق‌رسانی.

۳. مطالعات میدانی

در این مرحله گروه بایســتی 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 پســتهای برق، محل تابلوهای برق، محل دیزل ژنراتور و UPS، محل ایســتگاه کنترل از راه دور و مرکز کنترل تونل مشــخص می‌شود. در این طراح بایستی محل تجهیزات منصوبه و یا مورد نیاز آتی را مشخص نماید.

٤. محاسبه حدودی میزان برق مصرفی کل سیستم، بررسی بهترین رویه برای تهویه در شرایط مختلف، برآورد فضای مورد نیاز، تعیین محل ایستگاه کنترل از راه‌دور، مرکز کنترل و پیشنهاد سیستم کنترل مناسب به‌صورت دستی یا اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک

۵. 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.

مرحله دوم:

این مرحله پس از تصویب مرحله اول توسط کارفرما به اجرا در می‌آید که از مراحل زیر تشکیل شده‌است:

۱. محاسبه توان مصرفی هر یک از تجهیزات منصوبه در تونل

۲. محاسبه مجموع توان سیستمهای کنترل، تهویه، روشنائی، ایمنی تونل، محاسبه توان مصرفی مرکز کنترل اطاق‌های کنترل از راه دور شامل سیستمهای سرمایشی و گرمایشی برای هر دهانه

۳. طراحی پست برق مناسب برای هر دهانه

٤. تعیین شیوه کنترل تهویه مناسب در زمان عادی براساس آلودگی و دید و با در نظر گرفتن موقعیت تونل و شــیب تونل، جهت ترافیک، فصول ســال، ساعات شبانه روز و دیگر پارامترهای مؤثر که در بخش تهویه کاملاً شــرح داده شــده است. تعیین شیوه کنترل در زمان آتش ســوزی براســاس ســناریوهای مختلف و موقعیت آتش در داخل تونل، تعیین مراحل

مختلف استارت و سیکل خاموش، روشن شدن تهویه در شرایط عادی و آتش سوزی، تعیین فلوچارت مناسب سیستم کنترل تهویه. تعیین فلوچارت مناسب سیستم کنترل تهویه.

۵. تعیین شیوه کنترل روشنائی، با توجه به روشنائی بیرون تونل (حداقل برای حالات صبح وغروب، روزآفتابی، روز ابری و شب) پیشنهاد روش کنترل با فتوسل و PLC، فتوسل و یا با لومینانس متر..

٦. تعیین سناریوهای مختلف ترافیکی و عملکرد سیستم کنترل در شرایط مختلف شامل موقعیتهایی که بایستی تونل یک طرفه شود، موقعیت های که بایستی بسته شود. وضعیت چراغهای راهنمائی، تابلوهای پیام متغیر، راه بند، اضافه ارتفاع و غیره...

۷. 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

۸. تعیین نحوه پردازش اخطارهای دریافتی از سیستمهای منصوبه و شیوه کنترل سیستمهای مختلف.

۹. تعیین نحوه کنترل تلفنهای اضطراری و پیشنهاد سیستم کنترل مناسب در صورت برداشته شدن کپسول آتش نشانی منصوبه در جعبه اضطراری.

۱۰. تهیه دیاگرام خطی پستها و سیستم توزیع ونقشه تابلوهای توزیع. مشخص نمودن مشخصات فنی تجهیزات به‌کار رفته در تابلوها براساس استانداردهای معتبر بین‌المللی.

۱۱. تعیین نوع و مشخصات فنی سیستم ارتباطی مورد استفاده جهت ارتباط اجزای مختلف سیستم کنترل.

۱۲. محاسبه توان نامی سیستم برق اضطراری مورد نیاز و مشخصات فنی آن شامل: UPS، ژنراتور و سیستم کنترل و سوییچینگ آن

۱۳. تعیین فضای مورد نیاز برای استقرار سیستمهای مختلف

۱٤. تهیه نقشه‌های مربوطه

در این مرحله پس از تعیین پستها و تجهیزات مرکز کنترل، ایستگاههای کنترل از

راه‌دور، نقشـــه محل دقیق اجزاء با مقیاس مناسب تهیه گردد. بلوک دیاگرام ارتباط بین اجزاء مختلف بایســـتی تهیه گردد. نحوه نصب تجهیزات برق بایســـتی براساس نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کل کشور مشخص شود.

۱۵. تعیین نحوه عملکرد کلی سیستم

در این مرحله بایستی فلورچات و نحوه کنترل کل تجهیزات در شرایط مختلف کاری مورد بررســـی قرار گرفته تا مشـــکلات و خلل های احتمالی که در کارکرد سیســـتمها بوجود خواهد آمد پیش بینی گردد.

۱٦. برآورد اقتصادی طرح براساس فهرست‌بها

مراجع:

۱ – طراحی سیستم کنترل و روشنایی تونل وانا، شرکت فیروز پویا ۱۳۸۲

2 - "Tunnel Control System" SAINCO، TRAFICO، 2002

3- "Plant Monitoring And Control" Volume 2، Section 2، Part 9، BD 78/99

٤ – سیستمهای تهویه تونلهای راه، شرکت مهندسین مشاور فیروز پویا معاونت آموزش تحقیقات و فناوری ۱۳۸۳

۵ – شرح خدمات و دستورالعمل طراحی روشنائی تونلهای جاده‌ای، شرکت مهندسین مشاور فیروز پویا معاونت آموزش تحقیقات و فناوری ۱۳۸۳

6- "Fire Safe Design،Rood Tunnle 2000" FIT Europem Thematic Network،2000

7- "Traffic Management And Control" GB11 SW 4.08.97

۸ – مشخصات فنی و عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی جلد اول تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۱۳۸۲

فهرست انتشارات پژوهشکده حمل و نقل

عنوان	تاریخ انتشار	قیمت (ریال)
الف) پروژه‌های تحقیقاتی		
۱. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی	بهار ۸۳	۱۱ /۰۰۰
۲. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها	بهار ۸۳	۱۳ /۰۰۰
۳. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه آهن بدون بالاست	بهار ۸۳	۱٤ /۰۰۰
٤. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی	بهار ۸۳	۲۷ /۰۰۰
۵. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور	زمستان ۸۳	۱٦ /۰۰۰
٦. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک	بهار ۸٤	۱۱ /۰۰۰
۷. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علایم راه	بهار ۸٤	۱۱ /۰۰۰
۸. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن	تابستان ۸٤	۲٤ /۰۰۰
۹. راهنمای طراحی واجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن وفرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)	تابستان ۸٤	۲۳/۰۰۰
۱۰. روشهای جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور	تابستان ۸٤	۱۳/۰۰۰
۱۱. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها	تابستان ۸٤	۱۸/۰۰۰
۱۲. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید	تابستان ۸٤	۱٤/۰۰۰
۱۳. سیستمهای هوشمند حمل‌ونقل ریلی	پاییز ۸٤	۲۰/۰۰۰
۱٤. ظرفیت باربری محوری شمع‌ها	زمستان ۸٤	۱۷/۰۰۰
۱۵. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها	بهار ۸۵	۱٤/۰۰۰
۱٦. روشهای نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
۱۷. طرح ضوابط مخلوطهای آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
۱۸. روشهای بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران	بهار ۸۵	۱۵/۰۰۰
۱۹.ارائه روشهای ساماندهی فعالیت عوارضی در آزادراههای کشور	بهار ۸۵	۲۲/۰۰۰

۲۰. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوطهای آسفالتی	بهار ۸۵	۱۷/۰۰۰
۲۱. آشنایی با جداسازهای لرزه‌ای و تاثیر آنها بر عملکرد پلها	زمستان ۸۵	۲۵/۰۰۰
۲۲. آب و هوا و ایمنی جاده‌ها	زمستان ۸۵	۲۵/۰۰۰
۲۳. روشهای ثبت تصادفات و شناسایی نقاط پرتصادف	بهار ۸٦	۳۵/۰۰۰
۲٤. ساعت کار مجاز رانندگان حمل و نقل باری	بهار ۸٦	۲۰/۰۰۰
۲۵. کاربرد CBRغیراشباع در طراحی روسازی	بهار ۸٦	۲۰/۰۰۰
۲٦. سیستمهای کنترل هوشمند تونل	تابستان ۸٦	٤۰/۰۰۰
۲۷. راهنمای ایمن‌سازی گلوگاه‌های راه	تابستان ۸٦	۲۰/۰۰۰
۲۸. راهنمای ایمن‌سازی مدارس حاشیه راهها	تابستان ۸٦	٤۵/۰۰۰
۲۹.آزمایش‌ها و تحلیل های دینامیکی در طراحی و اجرای شمع‌ها	پاییز ۸٦	۱۵/۰۰۰
۳۰. کاربرد ژئوسنتتیکها در روکش های آسفالتی جهت کنترل ترکهای انعکاسی	پاییز ۸٦	٤۰/۰۰۰
۳۱. اثر روش تراکم بر میزان قیر بهینه در طرح اختلاط بتن آسفالتی	پاییز ۸٦	۲٦/۰۰۰
۳۲. راهنمای بازرسی ایمنی راه (جلد اول)	پاییز ۸٦	٤۰/۰۰۰
۳۳. راهنمای بازرسی ایمنی راه (جلد دوم)	زمستان ۸٦	۳۵/۰۰۰
۳٤. راهنمای بازرسی ایمنی راه (جلد سوم)	زمستان ۸٦	۵۰/۰۰۰
۳۵. راهنمای طراحی و اجرای خط کشی راه‌ها	زمستان ۸٦	۲۷/۰۰۰
۳٦. بررسی نرم افزارهای تحلیل و طراحی روسازی راه و ارائه گزینهٔ مناسب برای کشور	بهار ۸۷	۳۰/۰۰۰
۳۷. بررسی آزمایشگاهی اثر نوع دانه‌بندی و فضای خالی در بتن آسفالتی و شیار جای چرخ و قیرزدگی در راه‌های کشور	تابستان ۸۷	۲۷/۰۰۰
۳۸. جمع‌آوری و طبقه‌بندی آسیبهای وارده به پلها در زلزله‌های گذشته	تابستان ۸۷	۲۷/۰۰۰
۳۹. تعیین هدف بهسازی لرزه‌ای پل‌های راه‌آهن (فلزی و بتنی مرکب)	تابستان ۸۷	۱۰/۰۰۰
٤۰. راهنمای بهسازی لرزه‌ای تکیه‌گاه پلها	تابستان ۸۷	۱۰/۰۰۰
٤۱. راهنمای طراحی دیوارهای حایل طره‌ای	تابستان ۸۷	۳۵ /۰۰۰
٤۲. راهنمای فعالیت مراکز امدادرسانی فنی خودرو در راههای کشور	پاییز ۸۷	۱۳/۰۰۰
٤۳. راهنمای کاربری اراضی اطراف حریم راهها و راه‌آهن	پاییز ۸۷	۳۵/۰۰۰
٤٤. راهنمای به‌کارگیری سامانه‌های کنترل سرعت هوشمند در جاده‌ها	پاییز ۸۷	۲۰/۰۰۰
٤۵. مبانی روشهای طراحی و احداث تونلهای راه و راه‌آهن در مناطق لرزه‌خیز	پاییز ۸۷	۲۵/۰۰۰
٤٦. چارچوب سیستم مدیریت روسازی راهها در ایران	زمستان ۸۷	٤۱/۰۰۰

٤٧. مقررات حمل‌ونقل هوایی	زمستان ٨٧	٣٩٠/٠٠٠
٤٨. الگوی بهینه قیمت‌گذاری و تخصیص یارانه سوخت در بخش حمل‌ونقل زمینی	زمستان ٨٧	٥٥/٠٠٠
٤٩. راهکارهای کاهش هزینه احداث زیرساختهای حمل‌ونقل جاده‌ای	زمستان ٨٧	٤٠/٠٠٠
٥٠. مبانی کاربرد تزریق در سنگهای درزه‌دار در تونلها	بهار ٨٨	٦٠/٠٠٠
٥١. راهنمای به‌کارگیری سامانه نظارت تصویری در جاده‌ها	بهار ٨٨	٧١/٥٠٠
٥٢. طراحی سیستمهای ایمنی تونلهای راه	تابستان ٨٨	١٠/٠٠٠
٥٣. طراحی سیستمهای روشنایی تونلهای راه	تابستان ٨٨	١٢/٠٠٠
٥٤. طراحی سیستمهای کنترل و برق تونلهای جاده ای	تابستان ٨٨	٦/٠٠٠

ب) کتب

١. فرهنگ جامع دریایی	تابستان ٨٣	١٥/٠٠٠
٢. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)	تابستان ٨٣	٣٩/٠٠٠
٣. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه	تابستان ٨٣	٧/٠٠٠
٤. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)	پاییز ٨٤	٤٠/٠٠٠
٥. معرفی آثار منتشر شده معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری و		
پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری	زمستان ٨٦	–
٦. طرح هندسی راهها و خیابانها (جلد اول)	بهار ٨٧	٥٠/٠٠٠
٧. طرح هندسی راهها و خیابانها (جلد دوم)	بهار ٨٨	٣٥/٠٠٠
٨. مدیریت نوین روسازی	بهار ٨٨	٧٠/٠٠٠

ج) لوح فشرده

١. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی	پاییز ٨٤	٤٧ /٥٠٠
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)	پاییز ٨٥	٥٠ /٠٠٠
٢. آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران		
٣. معرفی آثار منتشر شده معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری و	تابستان ٨٧	–

فهرست انتشارات معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

عنوان	تاریخ انتشار	قیمت (ریال)
الف) گزارش‌های تخصصی		
۱. ممیزی ایمنی راه	تابستان ۸۲	۱۰ /۰۰۰
۲. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلها	پاییز ۸۲	۱۰/۰۰۰
۳. راهنماییهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه	پاییز ۸۲	۱۰/۰۰۰
٤. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه	پاییز ۸۲	۱۰/۰۰۰
۵. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه	پاییز ۸۲	۱۰/۰۰۰
٦. ایمنی در تونلها	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۷. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۸. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۹. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۰. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماع حمل‌ونقل عمومی	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۱. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۲. روشهای مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۳. قیمتهای بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوییل)	بهار ۸۳	۱۱/۰۰۰
۱٤. سیاست حمل‌ونقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰	بهار ۸۳	۱۱/۰۰۰
۱۵. مبانی تحلیل اقتصادی	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱٦. گزارش سالانه ژوئیه GRSP ۲۰۰۳	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۷. راهنمای ممیزی ایمنی راه	بهار ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۸. راهنمای فیلم‌های IRF	تابستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۱۹. انتخاب مصالح و طراحی روسازیهای انعطاف‌پذیر برای آمدوشد و شرایط آب‌وهوایی سخت	تابستان ۸۳	۱٦/۰۰۰
۲۰. راههای دسترسی به مناطق برون‌شهری	تابستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲۱. روشهای ساده نگهداری راه	تابستان ۸۳	۱۱/۰۰۰
۲۲. تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه	تابستان ۸۳	۱۰/۰۰۰

۲۳. ارتقا و بهبود عملکرد داخلی راهها	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲٤. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲۵. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲٦. بازیافت روسازیهای انعطاف‌پذیر موجود	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲۷. حمل‌ونقل هوشمند	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲۸. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۲۹. تقسیم مسؤولیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر	پاییز ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳۰. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاستهای پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای	زمستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳۱. کیفیت خدمات جاده‌ای	زمستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳۲. روشهایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها	زمستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳۳. روشهای ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک	زمستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳٤. راهنمای ارزیابی سیستمهای نگهدارنده خاک	زمستان ۸۳	۱۰/۰۰۰
۳۵. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
۳٦. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیتهای مهندسی پیش از ساخت	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
۳۷. تضمین کیفیت در عملیات خاکی	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
۳۸. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
۳۹. طبقه‌بندی تونلها، دستورالعملها، تجربیات موجود و پیشنهادات	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
٤۰. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی- اقتصادی در مدیریت راه	بهار ۸٤	۱۰/۰۰۰
٤۱. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا	تابستان ۸٤	۱۰/۰۰۰
٤۲. حمل‌ونقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی	تابستان ۸٤	۱۰/۰۰۰
٤۳. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه	پاییز ۸٤	۱۱/۰۰۰
٤٤. بررسی توسعه حمل‌ونقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه	پاییز ۸٤	۱۷/۰۰۰
٤۵. تبادل فناوری و توسعه	زمستان ۸۵	۱۰/۰۰۰
٤٦. راههای دارای رویه بتنی	زمستان ۸۵	۱۰/۰۰۰
٤۷. تجدید ساختار بخش راه	زمستان ۸۵	۱۰/۰۰۰
٤۸. حمل‌ونقل کالا	زمستان ۸۵	۱۰/۰۰۰

٤٩. گزارش سالانه ژوئن GRSP ٢٠٠٤	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٠. به‌کارگیری مصالح حاصلا از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده در خاکریز	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥١. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهه	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٢. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٣. راهنمای تأمین روشنایی راهها	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٤. راهسازی در نواحی بیابانی	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٥. مدیریت عملکرد پلها	بهار ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٦. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل‌ونقل ریلی	بهار ٨٥	١٢/٠٠٠
٥٧. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی	بهار ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٨. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد	بهار ٨٥	١٠/٠٠٠
٥٩. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)	تابستان ٨٥	٣٠/٠٠٠
٦٠. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)	تابستان ٨٥	٣٠/٠٠٠
٦١. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)	تابستان ٨٥	٢٥/٠٠٠
٦٢. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)	تابستان ٨٥	١٥/٠٠٠
٦٣. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا	تابستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٦٤. معرفی سیستم مدیریت ریسک	تابستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٦٥. تعمیر و مقاوم‌سازی زیرسازه پلها	تابستان ٨٥	١٢/٠٠٠
٦٦. الگوی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری تونلهای جاده‌ای	پاییز ٨٥	٢٠/٠٠٠
٦٧. مدیریت ایمنی راه	پاییز ٨٥	٢٦/٠٠٠
٦٨. مطالعه‌ای بر مدیریت ریسک در راهها	پاییز ٨٥	١٠/٠٠٠
٦٩. ارزیابی و تأمین بودجه نگهداری راه در کشورهای عضو پیارک	پاییز ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٠. گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای	پاییز ٨٥	١٠/٠٠٠
٧١. حفاظت کاتدیک عرشه پلها	پاییز ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٢. روشهای بهبود ایمنی در راههای بین‌شهری	پاییز ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٣. اندودهای آب‌بندی آسفالت	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٤. مخلوط‌های آسفالتی با مقاومت بالا در برابر شیارشدگی	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٥. مروری بر مدیریت دارایی در راهها	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٦. مدیریت راه	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠
٧٧. بزرگراه آسیایی و توسعه	زمستان ٨٥	١٠/٠٠٠

۷۸. راههای با روسازی انعطاف‌پذیر	بهار ۸۶	۱۰/۰۰۰
۷۹. سیستمهای مدیریت سوانح رانندگی مورد استفاده در تونلها	بهار ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۰. نقش و جایگاه اداره راه	بهار ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۱. آسفالت متخلخل	بهار ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۲. مطالعه تطبیقی فعالیتهای مدیریت پل	تابستان ۸۶	۱۲/۰۰۰
۸۳. روکش سطحی راه	تابستان ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۴. بودجه و عملیات نگهداری راه (یک دیدگاه آسیایی)	تابستان ۸۶	۱۴/۰۰۰
۸۵. رویکرد چندوجهی برای سیستم حمل و نقل	تابستان ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۶. راهنمای انتخاب و انجام آزمایش‌های فرآورده‌های خط‌کشی راه	پاییز ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۷. محدودیتهای وزن و ابعاد وسایل‌نقلیه – تجارب و روندها	پاییز ۸۶	۱۰/۰۰۰
۸۸. آزمون بین المللی هماهنگ سازی اندازه گیری پروفیل طولی و عرضی راه و گزارش آنها	پاییز ۸۶	۱۲/۰۰۰
۸۹. راهنمای سیستم های حمل و نقل هوشمند- ویراست دوم	زمستان ۸۶	۶۰/۰۰۰
۹۰. دستیابی به کیفیت در عملیات راهسازی	بهار ۸۷	۱۰/۰۰۰
۹۱. نکاتی درخصوص راههای برون شهری	بهار ۸۷	۱۰/۰۰۰

ب) کتب

۱. راهنمای ایمنی راه (پیارک)	پاییز ۸۶	۱۲۵/۰۰۰
۲. مدیریت پل	پاییز ۸۶	۷۵/۰۰۰
۳. روش‌های طراحی و اجرای آسفالت‌های حفاظتی	زمستان ۸۶	۲۰/۰۰۰
٤. تحلیل تصادفات و شناسایی و اصلاح نقاط پرتصادف	زمستان ۸۶	۱۹/۰۰۰

ج) لوح فشرده

۱. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف به صورت فایل pdf)	پاییز ۸۳	۳٤/۵۰۰
۲. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ٤۲ لوح فشرده)	زمستان ۸۳	۳٤/۵۰۰ (قیمت واحد)
۳. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات SWOV DRI, VTI, NCHRP, در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)	بهار ۸٤	۳٤/۵۰۰

فهرست ابلاغیه‌های شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

عنوان	تهیه کننده	بررسی و تایید	تاریخ انتشار	قیمت
۱. آیین‌نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار وسایل‌نقلیه باربری جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری	زمستان ۸٤	۰۰۰/۵۰
۲. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری	زمستان ۸٤	۰۰۰/۲٦
۳. دستورالعمل آزمایشهای استاتیکی شمعها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته ابنیه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۰۰۰/۲۰
٤. دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستمهای ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونلهای جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته ابنیه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۰۰۰/۲۰
۵. دستورالعمل تحویل موقت و قطعی راهها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته نظامهای فنی و اجرایی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۵	۰۰۰/۲۰
٦. راهنمای طراحی و اجرای علایم برجسته راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته ایمنی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸٦	۰۰۰/۳۲
۷. دستورالعمل بازرسی ایمنی راه	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته ایمنی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸٦	۰۰۰/۲۲
۸. راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته زیرسازی و روسازی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸٦	۰۰۰/۱۱
۹. راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته زیرسازی و روسازی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	تابستان ۸٦	۰۰۰/۱٦
۱۰. دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های حمل و نقل جاده‌ای	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته اقتصاد شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸٦	۰۰۰/۱۲

۱۱. دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های حمل و نقل ریلی	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته اقتصاد شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	زمستان ۸۶	۰۰۰/۱۲
۱۲.راهنمای به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند کنترل سرعت در جاده ها	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته اقتصاد شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	بهار ۸۷	۰۰۰/۱۷
۱۳.راهنمای به‌کارگیری سامانه‌های نظارت تصویری در جاده ها هماهنگ با سایر اجزاء ITS	پژوهشکده حمل و نقل	معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری کمیته اقتصاد شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل	بهار ۸۷	۰۰۰/۱۲

Ministry of Road and Transportation
Transportation Research Institute

Design of Control and Electric Systems For Road Tunnels