اصول مهندسی تونل

جلسهٔ دهم

خدمات فنی در تونل سازی

Principles of Tunnel Engineering

خدمات فنی در تونل سازی

۱- تهویهٔ تونل ها

۲- روشنایی تونل ها

تهویهٔ تونل

عوامل آلوده کنندهٔ هوای تونل عبارتند از:

۱- گرد و غبار ناشی عملیات حفاری، بارگیری، حمل و نقل و نگهداری

۲- گاز های حاصل از آتشباری

۳- دود ناشی از موتورهای درونسوز

ضرورت تهویهٔ هوای تونل:

۱- تامین هوای مناسب جهت تنفس پرسنل اجرایی تونل

۲- تامین اکسیژن مورد نیاز برای احتراق داخلی ماشین آلات

۳- پاکسازی هوا جهت تامین فاصلهٔ دید کافی

روش های تهویهٔ هوای تونل در مرحلهٔ حفاری و مرحلهٔ بهره برداری با یکدیگر تفاوت دارد.

تهویهٔ تونل حین حفاری

- تهویهٔ تونل در حین حفاری را اصطلاحاً تهویهٔ فرعی گویند.
- بادبزن ها در دهانهٔ تونل نصب شده و هوای پاک به کمک لوله به جبهه کار فرستاده شده (دمش) یا از جبهه کار هوای آلوده تخلیه می شود (مکش).

روش های تهویه:

۱- استفاده از دیوار: سرتاسر مقطع تونل به کمک دیواری قائم به دو قسمت تقسیم می شود که یک سمت به عنوان ورودی هوای پاک و سمت دیگر جهت خروج هوای آلوده کاربرد دارد. دیواره می تواند از جنس پارچه، چوب، فلز یا سایر مصالح باشد.

۲- استفاده از لوله: لوله ای در سرتاسر فضای مردهٔ تونل نصب شده و از طریق لوله هوا به تونل دمیده یا مکیده می شود. این روش متداول تر است.

تهویهٔ تونل

تهویهٔ مکشی (Exhausting):

این روش متداول ترین روش تهویهٔ جبهه کار پیشروی تونل های بزرگ است. هوای آلوده جبهه کار به کمک بادبزنی که به صورت مکشی کار می کند مکیده شده و هوای تازه جای آن را می گیرد. با این روش در تمامی طول تونل (بجز سینه کار) همواره هوای تمیز جریان دارد. ایراد اصلی این روش، نشت هوا از لوله ها است. همچنین لوله ها بایستی طوری باشند که در اثر شدت مکش مچاله نشوند، چنانچه لوله منعطف باشد در این صورت باید باد بزن داخل تونل و در انتهای لوله نصب شود. در مواردی که طول تونل زیاد بوده و شدت جریان هوای زیادی نیز نیاز باشد این روش کاربرد ندار. در روش مکشی قطر لوله ها بزرگتر از روش دمشی است.

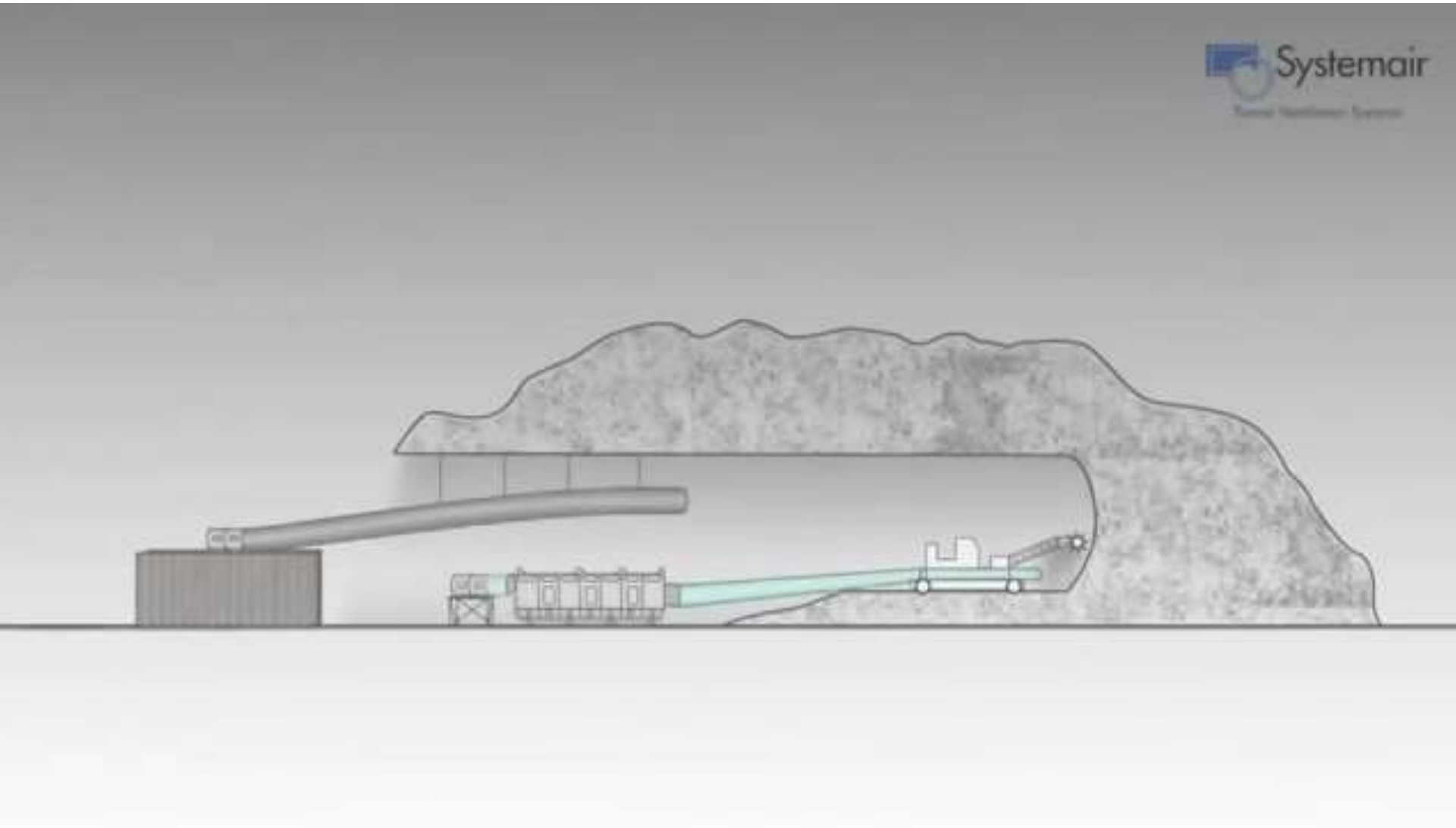
تهویهٔ تونل

تهویهٔ دهشی یا دمشی (Forcing):

در این روش هوای تمیز به کمک بادبزن به جبهه کار دمیده می شود و هوای آلوده در طول راهرو به بیرون هدایت می شود. در روش دمشی نسبت به روش مکشی سینه کار زودتر تهویه می شود. در این روش افرادی که در جبهه کار مشغول اند همواره هوای تازه تنفس می کنند و آلودگی ها به قسمت عقب جبهه کار (یعنی محلی که اکیپ تزریق و نگهداری مشغول کار هستند) منتقل می شود. قابل ذکر است سرعت خروج هوا از لوله در این روش ممکن است خود موجب گرد و خاک شود. اگر هم حریقی رخ دهد خروج افراد از تونل به مشکل بر می خورد.

فیلم

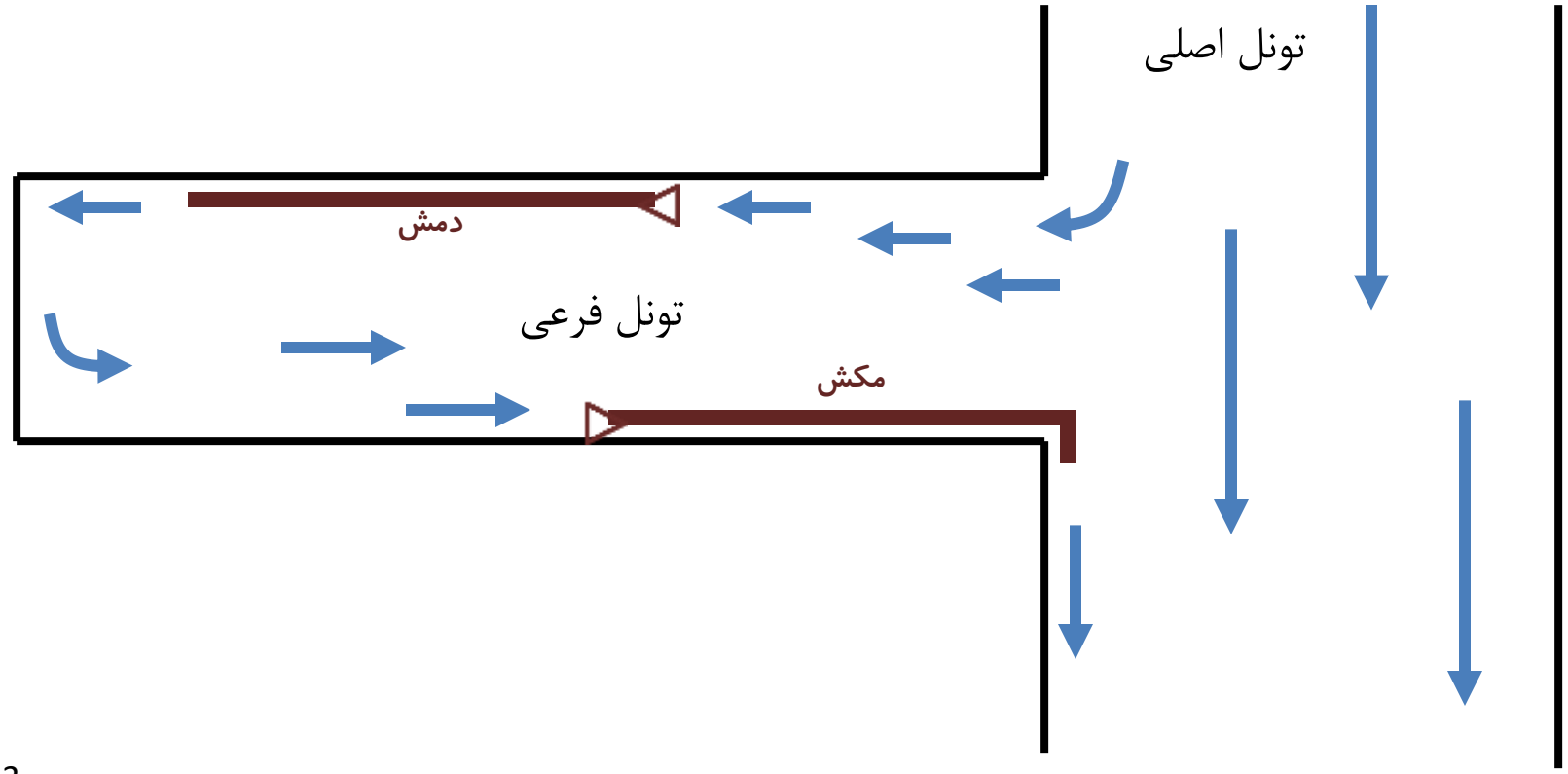
در هر دو روش قسمتی از سینه کار که جلو تر از انتهای لولهٔ تهویه قرار دارد به سختی تهویه می شود.


Systemair

تهویهٔ تونل

روش ترکیبی دمشی – مکشی:

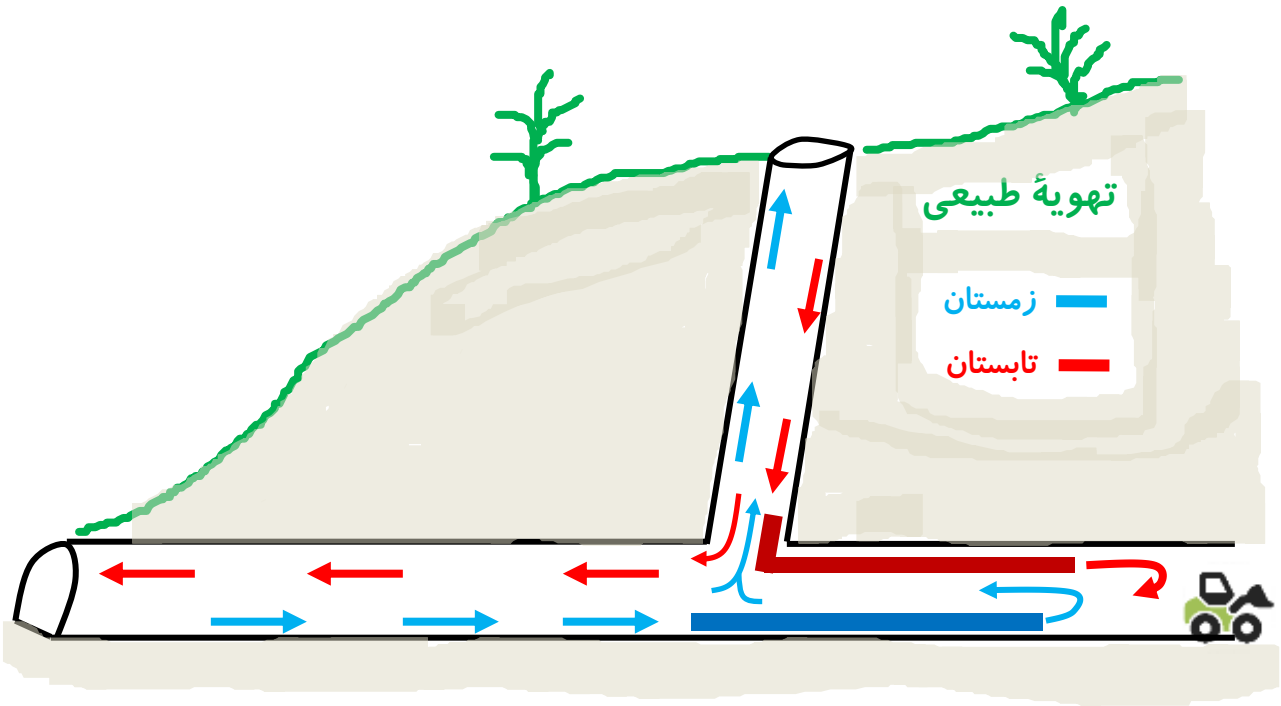
روش ترکیبی تمامی امتیازات دو روش مزبور را دارد و فاقد معایب آنها است. بنابراین چنانچه هزینه های تهویه قابل توجیه باشد بهتر است از روش های ترکیبی استفاده کرد. یک نمونه از روش ترکیبی در شکل زیر نشان داده شده است.



تهویهٔ تونل های طویل

در مواردی که طول تونل زیاد باشد (بیش از ۲۰۰ متر)، تهویهٔ تونل با هر روشی پر هزینه و دشوار خواهد بود. در چنین مواردی معمولاً دویل هایی به سطح زمین حفر می شود. بدین ترتیب فاصلهٔ هوای آزاد تا سینه کار را کاهش داده و از طریق دویل خدمات تهویه انجام می شود.

با توجه به وضعیت فصل سرما یا گرما امکان برقراری تهویهٔ طبیعی در طول تونل وجود دارد.



تهویهٔ دائمی تونل ها

مهمترین وسیلهٔ انجام تهویهٔ تونل بادبزن است. بادبزن وسیله ای است که به کمک یک موتور الکتریکی هوا را فشرده می کند. بادبزن ها با توجه به سازکار عملکرد به سه دستهٔ محوری، گریز از مرکز و پره دار تقسیم می شوند.

پره دار

گریز از مرکز

محوری

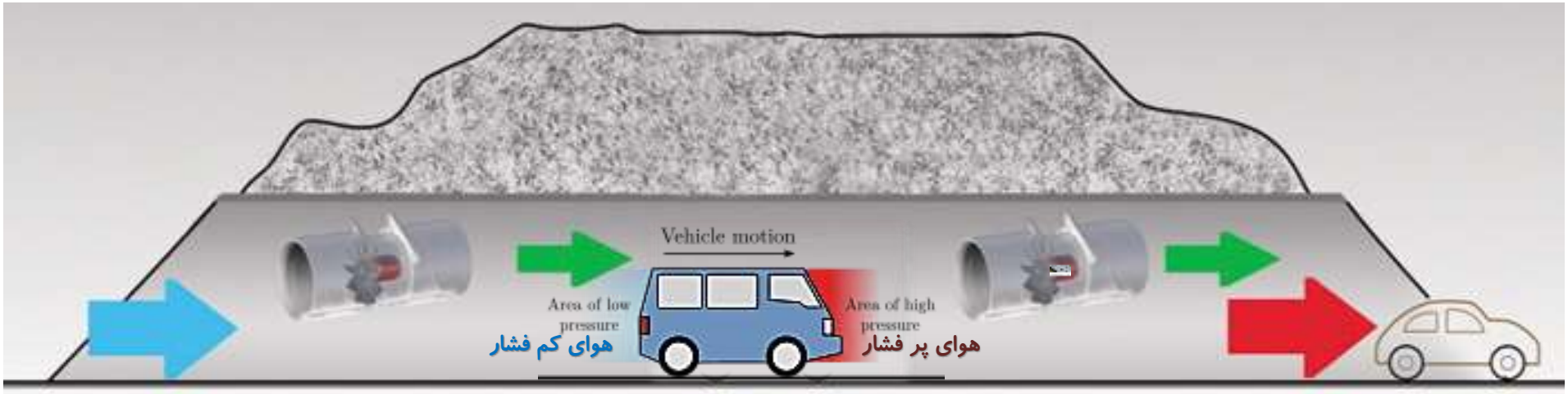
در بادبزن های محوری به آسانی می توان با تغییر جهت دوران، جهت جریان را معکوس کرد که البته راندمان تا ۶۰ درصد کاهش می یابد. در بادبزن های پره دار معکوس کردن جهت جریان راندمان را به شدت کاهش داده و در بادبزن گریز از مرکز نیز این کار امکان پذیر نیست.

برخی بادبزن های محوری خاصی نیز طراحی شده اند که در هر دو جهت با راندمان کامل عمل می کنند و عموماً در تونل های مترو و تونل های ترافیک شهری کاربرد دارند و در کل ضعیفتر از بادبزن معمولی هستند.

تهویهٔ دائمی تونل ها

حرکت اتومبیل ها در داخل تونل های یک طرفه با سرعت بیشتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت موجب بروز اثر پیستونی (Piston Effect) شده و موجب ایجاد تهویهٔ طبیعی در تونل می شود. چنانچه سرعت حرکت ماشین ها به علت ترافیک کاهش یابد، اولاً حجم آلاینده ها به شدت افزایش یافته و دوماً تهویهٔ طبیعی نیز متوقف می شود. بنابراین جت فن ها بایستی جریان هوا را در داخل تونل برقرار نمایند.

قابل ذکر است وقوع تهویهٔ طبیعی اثر پیستونی به عوامل متعددی از قبیل سرعت حرکت وسایل نقلیه، نسبت سطح مقطع تونل به ابعاد ماشین یا قطار، طول تونل و مقاومت اصطکاکی دیواره های تونل در مقابل جریان هوا بستگی دارد.



Piston Effect

TUNNEL VENTILATION CONTROL

with the Tunnel Sensors VISIC100SF, VICOTEC320 and FLOWSIC200

روشنایی تونل

هداف از طراحی سیستم روشنایی در تونل آن است که در تمام قسمت تونل روشنایی و درخشندگی کافی تامین شود.

روشنایی تونل های معدنی با تونل های راه تفاوت دارد. سرعت حرکت در تونل معدنی کم است بنابراین در تمام بخش ها روشنایی یکسانی ایجاد می شود و چش انسان به سادگی با آن انطباق (Adaptation) پیدا می کند.

در تونل راه افراد با سرعت وارد تونل می شوند و ناگهان از محیطی روشن به محیطی تاریک وارد می شوند که چشم توانایی انطباق سریع را نداشته بنابراین قدرت بینایی به شدت کاهش می یابد. از این رو تونل های را از نظر روشنایی و تطابق چشم به ۶ بخش تقسیم می کنند:

۱- منطقه دسترسی (Access Zone): انتهای جاده که به تونل ختم می شود

۲- نقطهٔ تطابق (Adaptation Point): نقطه ای که چشم راننده تحت تاثیر سایهٔ دهانهٔ تونل قرار دارد.

۳- منطقهٔ آستانه (Threshold Zone): اولین بخش از ورودی تونل که چشم به تاریکی تونل می رسد.

۴- منطقه بینابین (Transition Zone): روشنایی تا حدی کاهش پیدا کرده و در این منطقه ثابت می شود.

۵- بخش میانی (Interior Zone): چشم تطابق کامل پیدا کرده است و اصطلاحاً به این بخش "منطقهٔ عادی روز" نیز گفته می شود.

۶- بخش خروجی (Exit Zone): بخشی از انتهای تونل که از دید رانندهٔ تونل به صورت یک نقطهٔ درخشان دیده می شود.

مطالعات نشان می دهد در شدت نورهای مساوی، چشم انسان نسبت به نور زرد مایل به سبز با طول موج ۰/۵۵۵ میکرون حساسیت بیشتری دارد.

روشنایی تونل

یکی از نکات مهم در رانندگی میدان دید راننده است که مستقیماً به میزان روشنایی بستگی دارد. بطوری که روشنایی قسمتی که در میدان دید راننده قرار دارد نباید خیلی کمتر از سطح تطابق باشد. این موضوع در ورودی بسیار مهم است زیرا روشنایی بخش ورودی تونل بسیار کمتر از بیرون است.

روشنایی ورودی تونل بایستی تا حدی زیاد باشد که ضمن حرکت راننده با سرعت مجاز تعیین شده، چشم تطابق کامل پیدا کرده و قدرت دید راننده کم نشود یعنی راننده بتواند اتومبیلی که در فاصلهٔ ۳۰ متری قرار دارد را به سادگی ببیند.

اگر بخش ورودی تونل منحنی باشد، یکی از دیواره های تونل در معرض دید راننده قرار داشته و روشنایی آن نقش مهمی در تطابق چشم راننده دارد و میتوان روشنایی دیواره را طوری طراحی کرد که چشم راننده به آسانی با روشنایی تونل تطابق یابد.

یکی دیگر از روش هایی که می توان سرعت حرکت ماشین ها را کاهش داد و تطابق چشم را آسان کرد این است که ترانشهٔ پورتال تونل را به صورت منحنی طراحی کرد و دیوارهٔ ترانشه را با مصالح تیره رنگ پوشش داد. همچنین می توان با کاشت درخت های بلند در اطراف پرتال ورودی تونل این کار را انجام داد.

در تونل هایی که به صورت مستقیم حفر شده اند نیز می توان از احداث طاق نصرت بر روی جاده در ۱۲۰ متری مانده به ورودی تونل استفاده کرد

نکته: زمان لازم برای تطابق چشم حداقل ۴ ثانیه است.

از بذل توجه شما سپاسگذارم