

جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور - وزارت راه و ترابری

## آیین نامه طرح هندسی راهها

نشریه شماره ۱۶۱

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری  
پژوهشکده حمل و نقل

<http://www.mrt.ir>

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی ، تدوین معیارها و  
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir/>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت راه و ترابری

# آیین نامه طرح هندسی راهها

نشریه شماره ۱۶۱

معاونت امور فنی  
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی  
مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری



## فهرست برگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی  
آیین نامه طرح هندسی راه ها / معاونت امور فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ مرکز  
تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری، - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک  
اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۵.  
ا.ج. (شماره گذاری گوناگون): مصور. - (سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای  
فنی؛ نشریه شماره ۱۶۱) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۵/۰۰/۹۰)  
مربوط به دستورالعمل شماره: ۱۵۲۳-۷۴۴۴/۵۶-۱۰۲ مورخ ۷۵/۱۱/۹

۱. راهها - طرح و برنامه ریزی. ۲. راهسازی - استانداردها. ۳. آیین نامه ها - ایران. الف.  
ایران. وزارت راه و ترابری. مرکز تحقیقات و مطالعات. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک  
اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۱۶۱. س ۳۶۸/ TA

آیین نامه طرح هندسی راه ها

تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی - مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات


چاپ اول: ۲۰۰۰ نسخه، ۱۳۷۵

قیمت: ۱۶۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

دستورالعمل شماره : ۱۵۲۳-۵۶/۲۴۴۴-۱۰۲ مورخ : ۷۵/۱۱/۹	به : تمامی دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور
موضوع : آیین نامه طرح هندسی راهها	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه بودجه کشور و آیین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی به پیوست نشریه شماره ۱۶۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی این سازمان با عنوان " آیین نامه طرح هندسی راهها " از گروه یک ابلاغ می گردد.</p> <p>تاریخ اجرای این دستورالعمل ۱۳۷۶/۲/۱ می باشد.</p> <p>دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور موظفند از تاریخ ۱۳۷۶/۲/۱ مفاد نشریه یاد شده را در مطالعه و طراحی راهها، رعایت نمایند.</p> <p style="text-align: center;"> حمید میرزاده معاون رئیس کمیته و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	



مسکن، آموزش فنی و حرفه‌ای، حفاظت محیط زیست، عملیات چند منظوره و...

● رشته راه و ترابری

شامل فصل راه و ترابری

● رشته مهندسی آب

شامل فصل منابع آب

● رشته برق و مخابرات

شامل فصل برق ... و مخابرات

● رشته نفت و گاز

شامل فصول نفت و گاز

● رشته صنعت و معدن

شامل فصول صنایع و معادن

● رشته کشاورزی

شامل فصل کشاورزی و منابع طبیعی

● رشته عمران شهر و روستا

شامل فصول عمران شهرها و عمران و نوسازی روستاها

● رشته خدمات فنی مشترک

شامل فصل آمار و خدمات فنی عمومی

در راستای برنامه‌ریزی متمرکز و جامع‌نگرانه، جلوگیری از دوباره‌کاریها و در سقف اعتبارات تأمین شده تهیه معیارها، استانداردها و ضوابط فنی با اولویت بیشتر و با توجه به گستردگی و دامنه وسیع کار

مسکن، آموزش فنی و حرفه‌ای، حفاظت محیط زیست، عملیات چند منظوره و...

● رشته راه و ترابری

شامل فصل راه و ترابری

● رشته مهندسی آب

شامل فصل منابع آب

● رشته برق و مخابرات

شامل فصل برق ... و مخابرات

● رشته نفت و گاز

شامل فصول نفت و گاز

● رشته صنعت و معدن

شامل فصول صنایع و معادن

● رشته کشاورزی

شامل فصل کشاورزی و منابع طبیعی

● رشته عمران شهر و روستا

شامل فصول عمران شهرها و عمران و نوسازی روستاها

● رشته خدمات فنی مشترک

شامل فصل آمار و خدمات فنی عمومی

در راستای برنامه‌ریزی متمرکز و جامع‌نگرانه، جلوگیری از دوباره‌کاریها و در سقف اعتبارات تأمین شده تهیه معیارها، استانداردها و ضوابط فنی با اولویت بیشتر و با توجه به گستردگی و دامنه وسیع کار



تهیه ضوابط در رسته و رشته‌های مختلف مراحل ذیل مدنظر قرار گرفت.

- تهیه دامنه کار، روش انجام کار، تهیه عناوین فعالیت‌های ذیل هر یک از رسته‌ها.
- اولویت بندی تهیه معیارها، ضوابط و استانداردها ذیل هر یک از رسته‌ها.
- تهیه برنامه زمانبندی و شرح خدمات.
- انتخاب اشخاص حقیقی و حقوقی برای انجام فعالیت.
- تهیه، بررسی و تدوین ضوابط بر اساس آئین نامه استانداردهای اجرایی طرحهای عمرانی.

و از نقطه نظر تقسیم کار، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مشترکاً مسئول تهیه ضوابط مربوط در رسته ساختمان، وزارت نیرو (طرح استاندارد صنعت آب) مسئول تهیه ضوابط رسته منابع آب، ..... و مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری تهیه ضوابط مربوط به رسته راه و ترابری را عهده دار هستند.

در راستای این برنامه ریزی مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری اقدام به تشکیل کمیته‌های تخصصی راه، راه آهن، بنادر، هواپیمائی نموده‌اند و آئین نامه طرح هندسی راه‌ها حاصل زحمات بی شائبه متخصصان در کمیته راه می باشد که بدینوسیله از تلاشهای آنان و دفتر تحقیقات و معیارهای فنی تشکر و قدردانی می گردد.

امید است با توجه به سازماندهی انجام یافته. با همکاری بخش مربوط به دستگاههای اجرایی، ضوابط، معیارها و استانداردهای تمامی رسته‌ها، برای طراحی، اجرا و بهره برداری و نگهداری طرحهای عمرانی را بتوان تهیه و تدوین نمود.

معاونت امور فنی

زمستان سال ۱۳۷۵



## پیشگفتار

آیین‌نامه طرح هندسی راه، توسط مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری و هماهنگ با دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه مدون گردید. در این آیین‌نامه، از توان علمی و دانش مهندسی جمعی از متخصصان با سابقه کشور استفاده شده و هدف اصلی آن، فراهم آوردن یک مبنای مشترک و ملی، برای تهیه طرح هندسی شبکه راه‌ها است. در تهیه این آیین‌نامه که حدود دو سال به طول انجامید، از منابع و مراجع معتبر داخلی و بین‌المللی بهره‌گیری شده است.

## تاریخچه

اغلب آیین‌نامه‌های مهندسی طراحی، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری از پروژه‌ها، در قرن حاضر، تهیه، تدوین و رایج شده‌اند. این آیین‌نامه‌ها عموماً چند هدف اساسی را در نظر می‌گیرند:

- ارائه یک مجموعه راهنمای طراحی، به طوری که مهندسان، با استفاده از آن با روش‌های تحلیل و طراحی، آشنا شوند و این روش‌ها را در محدوده تعیین شده در آیین‌نامه به کار گیرند.
  - تعیین معیارها و ضوابط طراحی، به ضروری که با بهره‌گیری از چارچوب‌ها، ضوابط و معیارهای ارائه شده در آیین‌نامه در کنار روشهای تحلیل و بررسی، بتوان طراحی کرد.
  - گردآوری اطلاعات فنی که بدون آن، طرح پاسخگوی خواسته‌ها نیست. این اطلاعات معمولاً به صورت جدول، نمودار، عدد و مانند آن در اختیار مهندس طراح قرار می‌گیرد.
  - توصیه‌های جنبی و اقدام‌های احتیاطی که کارایی و ایمنی عمومی طرح‌ها را تضمین می‌کند.
- یک آیین‌نامه از نظر علمی و اطلاعاتی معمولاً شامل چند بخش زیر است.
۱. بخش دانش عمومی مهندسی، که مجموعه انباشته‌ای از اطلاعات و تجارب مهندسی است که طی قرن‌های متمادی تحول یافته و با حرفه مهندسی عجین شده و در یک کلام، فن مهندسی را تشکیل می‌دهد.
  ۲. بخش اطلاعات علمی پایه، که عمدتاً حاصل کشفیات و تحولات علمی دو قرن اخیر است و به صورت نظریه‌های ثابت علمی در آمده و تقریباً در همه کشورهای جهان به صورت یکسانی از آن بهره‌برداری می‌شود.
  ۳. بخش شیوه‌ها، اصول و ضوابط فنی مورد توافق، شامل مجموعه‌ای است که بر اساس توافق اعضای زیر کمیته‌های آیین‌نامه تنظیم شده و فاقد منظر نظری و علمی است. در این بخش از آیین‌نامه، سعی می‌شود سنتهای جاری مهندسی و ضرورتهای کشور، در یک قالب کدخدامنشانه در نظر گرفته شود. در نتیجه، ضوابط کشورهای مختلف با یکدیگر تفاوت دارد.

۴. بخش نتایج آخرین تحقیقات علمی. بخشی از ضوابط یک آیین‌نامه، متکی به یافته‌ها و نتایج تحقیقات علمی است که در دانشگاه‌ها و سایر مراکز علمی و تحقیقاتی در جریان است. به این سبب، این بخش از ضوابط، به طور

مستمر در حال تغییر و تحول است. بازنگری و ویرایش آیین‌نامه، هر چند سال یکبار ضرورت دارد. در زمینه مهندسی راه، ابلاغیه‌های فنی وزارت راه که در فاصله سالهای ۱۳۳۴ تا ۱۳۳۶ تصویب و ابلاغ شد قدیمی‌ترین آیین‌نامه محسوب می‌شود. ابلاغیه فنی شماره ۱۱ که ضوابط بارگذاری پل را ارائه می‌کند، اخیراً بازنگری شده و در مجموعه‌ای به نام آیین‌نامه بارگذاری پل‌های جاده و راه‌آهن (نشریه ۱۳۹) انتشار یافته است. در زمینه راه‌سازی نیز، مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱۰۱) توسط سازمان برنامه و بودجه در سال ۱۳۶۴ منتشر شده است. نظر به نیاز گسترده به آیین‌نامه و ضوابط استاندارد در زمینه راه و ترابری و کمبود منابع و مراجع ملی در این زمینه، وزارت راه و ترابری حرکت گسترده‌ای را در سالهای ۱۳۵۰ به بعد آغاز و از شرکتهای پ ب ث ا ا م (فرانسوی) و ایران کامپاسکس (دانمارکی) دعوت کرد تا به ترتیب در زمینه راه و راه‌آهن ضوابط جامعی را تهیه کنند.

حرکت جدید وزارت راه و ترابری برای تدوین مجموعه جامعی از ضوابط و استانداردهای مورد نیاز طرح‌های ملی، در سال ۱۳۷۳ آغاز شد. در این سال، به موجب حکمی از سوی آقای مهندس اکبر ترکان وزیر راه و ترابری، مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری مأموریت یافت. تا ضوابط و استانداردهای مورد نیاز را تهیه و تدوین کند. پس از بررسی‌ها و مطالعات اولیه، اولویت ضوابط راه‌سازی مشخص شد. بنابراین، برنامه‌ای با هماهنگی دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان برنامه و بودجه تهیه شد که در آن، تدوین دو آیین‌نامه با عنوان‌های «آیین‌نامه طرح هندسی راه» و «آیین‌نامه طرح روسازی راه» پیش‌بینی شد و اینک طی مدتی کمتر از دو سال، با تلاش اندیشمندان و متخصصان کشورمان هر دو آیین‌نامه تکمیل شده و برای استفاده مهندسان و دست‌اندرکاران آماده است.

### ضرورت تدوین آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی

در ایران، طرح و اجرای پروژه‌های مهندسی، به لحاظ تاریخی، بر تهیه آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی مقدم است. نبود این آیین‌نامه‌ها مانع اجرای طرح‌های عمرانی نبوده و مهندسان طراح و مجریان، غالباً با استفاده از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی کار را پیش برده‌اند، لیکن تهیه آیین‌نامه‌های ملی، به دلایل زیر ضروری و لازم است.

- ایجاد یکنواختی در طرح‌ها و پرهیز از به کارگیری آیین‌نامه‌های کشورهای مختلف
- تطابق و همسازي ضوابط گوناگونی مانند بارگذاری در طراحی، زیرا اخذ بخشی از ضوابط از یک آیین‌نامه و بخشی دیگر از آیین‌نامه دیگر، به عدم همسازي طرح منجر می‌شود.
- لزوم توجه به مسائل و شرایط خاص اقلیمی، اقتصادی و فرهنگی کشور و گنجاندن آن در ضوابط ملی
- کسب اعتبار علمی و حرفه‌ای برای کشور
- ایجاد فضایی برای انعکاس و به کارگیری نتایج پژوهشهایی که در مراکز تحقیقاتی کشور، در جهت حل مسائل فنی صورت می‌گیرد.
- گشودن دریچه‌ای برای استفاده از تجربه‌های مهندسان کشورمان و طرح‌ها و ابتکارهایی که نتایج مثبتی به بار

آورده است.

● فراهم آوردن امکان طرح نظرهای اندیشمندان و خبرگان کشور

### روش تدوین این آیین‌نامه

برای تدوین یک آیین‌نامه، دو روش متداول است. روش اول یا روش سنتی آن است که جمعی از زبندگان و صاحب‌نظران گرد هم می‌آیند و با تشکیل جلساتی به بحث و تبادل نظر در مورد کلیات و جزئیات می‌پردازند. در روش دوم که جدیدتر است، یک گروه کاری، بر اساس سرفصل‌های از پیش تهیه شده، مسئولیت تهیه پیش‌نویس آیین‌نامه را بر عهده می‌گیرند و در پایان، پیش‌نویس را به نظرخواهی می‌گذارند. مزیت این روش نسبت به روش سنتی، سرعت کار، هماهنگی و قوام بیشتر آیین‌نامه است، اما می‌تواند حاوی همه نقطه نظرات موجود نباشد که البته این ضعف در مرحله نظرخواهی تا حدودی رفع می‌شود. با توجه به این تجارب، در تهیه این آیین‌نامه، تلفیقی از دو روش به کار گرفته شده است. به این ترتیب که در مرحله اول با استفاده از صاحب‌نظران، سرفصل‌های لازم تهیه شد و در مرحله دوم، یک گروه کاری برای تهیه پیش‌نویس تشکیل گردید و در کنار آن، یک گروه همکار، مرکب از متخصصان و صاحب‌نظران ماموریت یافت تا مطالب تهیه شده توسط گروه کاری را از همان آغاز، مطالعه و اظهار نظر کنند تا بتوان نقطه نظرات مهم و اساسی را از همان آغاز، رعایت کرد.

در طول کار بخش‌های آماده شده برای ارزیابی و اظهار نظر تعدادی از صاحب‌نظران و کارشناسان ارسال می‌شد و پس از تهیه پیش‌نویس آیین‌نامه از جمع بزرگی از کارشناسان کشور دعوت شد تا آن را مطالعه کرده و نظرات خود را منعکس نمایند و این نظرات در کارگاه علمی تخصصی «معرفی و نظرخواهی آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها» مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. به این ترتیب آیین‌نامه حاضر حاصل تلاش و همکاری جمع بزرگی از کارشناسان، خبرگان و صاحب‌نظران کشورمان می‌باشد.

### ویژگیهای این آیین‌نامه

#### ۱. آیین‌نامه واحد

در این آیین‌نامه سعی شده است کلیه بلاغیه‌های پراکنده قبلی به صورت کاملی در چارچوب آیین‌نامه‌ای واحد و قانونی گردآوری شود، به طوری که کلیه دست‌اندرکاران مهندسی راه، موظف به رعایت آن باشند.

#### ۲. ارائه ضوابط نو و ابتکاری

برخی از موضوعاتی که در این آیین‌نامه مطرح شده، کاملاً نو و ابتکاری است، مانند:

- تعریف جدید و درجه‌بندی جدید راه‌ها

- پیش‌بینی خط کمکی سبقت در سربالایی‌ها و بخش‌های افقی جاده که تراکم ترافیک، موجب کاهش ایمنی است.
- آسفالت کردن شانه راه
- ارائه معیارهای فاصله ایمن راه و فرودگاه
- توجه خاص به معلولان در طرح محل‌های عبور پیاده
- ارائه روش محاسبه گنجایش (ظرفیت) راه
- اجباری کردن حفظ تناسب و هماهنگی بین حجم ترافیک و گنجایش راه در طول مسیر، که موجب می‌شود در برخی نقاط، راه از ۲ خط به ۴ یا ۶ خط افزایش و سپس با کم شدن حجم ترافیک کاهش یابد.
- توجه ویژه به ایمنی در ضلع مسیر، نیم‌رخ طولی و تقاطع‌ها
- اجباری کردن تقاطع غیرمسطح در تقاطع راه با راه‌آهن
- ارائه روش محاسبه بده (دبی) برای طراحی زهکش‌ها و دهانه پل‌ها
- پیش‌بینی خروجی اضطراری برای سرازیری‌های تند و طولانی

### ۳. ساختار و نحوه نگارش آیین‌نامه

- این آیین‌نامه در نه فصل و ۶۲ بخش تهیه شده است. هر فصل به طور جداگانه شماره‌گذاری شده تا اضافه کردن صفحات یک فصل، موجب به هم خوردگی شماره صفحات فصل‌های بعد نشود. علاوه بر آن، شماره‌گذاری با شماره فصل شروع شده که در صورت به هم خوردن صفحات، خواننده بتواند فوراً محل صفحه را مشخص کند. ضمناً درست‌راست بالای صفحه‌های فرد، موضوع آیین‌نامه و درست‌راست بالای صفحه‌های زوج، عنوان فصل مربوطه و بالاخره درست‌چپ بالای هر صفحه، تاریخ تکثیر مطالب آن صفحه ذکر شده است. این کار، از مخلوط شدن صفحات این آیین‌نامه با آیین‌نامه‌های مشابه جلوگیری می‌کند و همواره صفحات دارای تاریخ جدیدتر، معیار کار خواهند بود. در آینده، مطالبی که احتیاج به اصلاح داشته باشد با خط تاکید مشخص و صفحات جدید برای جانشین کردن صفحات قبل، برای استفاده‌کنندگان آیین‌نامه ارسال خواهد شد.
- آیین‌نامه به صورت دو ستونی نوشته شده است تا موجب تمرکز چشم به یک طرف صفحه و در نتیجه افزایش سرعت خواندن و کاهش خستگی خواننده شود.

- در نگارش آیین‌نامه از انواع قلم‌های نازک و درشت استفاده شده که موارد مهم آن به شرح زیر است:

#### ۱. قلم‌های سیاه کج برای عنوان‌ها

#### ۲. قلم سیاه معمولی برای معیارهای اجباری

#### ۳. قلم کج برای توضیحات

#### ۴. قلم معمولی برای معیارهای توصیه شده

- برای بهره گیری بهتر خواتندگان، یک فهرست راهنما پیوست گردیده تا با استفاده از آن به راحتی بتوان موضوعات مورد نیاز را پیدا کرد. علاوه بر آن، یک فهرست فارسی - انگلیسی و انگلیسی - فارسی، از واژه های مهم نیز به آخر آیین نامه، افزوده شده است تا خواننده بتواند واژه مورد نظر را به یکی از دو زبان فارسی و انگلیسی شناسایی کند.

- در این آیین نامه یک «کمیته عدول» پیش بینی شده که وظیفه آن رسیدگی و اعلام تصمیم در مواردی است که طراح در زمان طراحی و یا مجری طرح در زمان اجرا، با مشکل بودن رعایت معیارهای اجباری برخورد می کند. این کمیته، تنها در مورد خاصی که به آن ارجاع می شود اعلام نظر می کند و از این نظرات به طور عام و در موارد مشابه نمی توان استفاده کرد.

- کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار اتوکد رسم شده و روی صفحه (دیسکت) موجود است. علاقه مندان، در صورت لزوم، می توانند آنها را از مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری دریافت کنند.

- در مراحل پایانی کار، برای سامان دادن به بازنگری این آیین نامه، کمیته دائمی بازنگری تشکیل شد. این کمیته علاوه بر بازنگری تمام آیین نامه طرح هندسی راه، کلیه نظرات دریافتی را مورد ارزیابی قرار می دهد. به این ترتیب، این کمیته در مرحله اول کار خود پیش نویس آیین نامه را مطالعه نمود که پس از اعمال اصلاحات به صورت نسخه حاضر انتشار یافته است. در آینده نیز بنا به ضرورت، تغییرات و اصلاحات در چاپ های بعدی وارد خواهد شد.

اینک که با یاری پروردگار در کمتر از دو سال متن نهایی آیین نامه طرح هندسی راه آماده شده و در اختیار قرار می گیرد، امید است که با بکارگیری اصول، روش ها و ضوابط آن بتوان گام سازنده ای در ارتقای کیفیت شبکه راه های کشور برداشت و کارایی، ایمنی و تناسب طرح ها را بهبود بخشید.

مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری، به این وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به کلیه اعضای گروه تهیه کننده و کمیته بازنگری آیین نامه و همچنین از کلیه بخش ها، سازمان ها و مؤسساتی که در مراحل تهیه و نظرخواهی آیین نامه این مرکز را یاری کرده اند، ابراز می دارد و از صاحب نظران تقاضا می کند تا از ارائه نظرات و پیشنهادهای اصلاحی دریغ نورزند، تا از آن در تجدیدنظرهای بعدی این آیین نامه بهره برداری شود.

#### اعضای گروه تهیه کننده آیین نامه

- دکتر حسن مقدمه (رئیس)
- دکتر علی اصغر اردکانیان (دبیر)

#### دیگر اعضا به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

- مهندس منوچهر احتشامی
- مهندس علیرضا میدوار

- دکتر مرتضی حسینعلی بیگی
- مهندس رحیم رضازاده
- مهندس کارن زند
- مهندس شمس‌الدین صادقی
- مهندس مسعود طبیبی
- مهندس فرخ فروتن
- مهندس اردشیر گروسی

سازمان‌ها و مؤسساتی که در تهیه آیین‌نامه همکاری داشته‌اند:

- کارشناسان بخش‌های فنی وزارت راه و ترابری
- کارشناسان سازمان برنامه و بودجه
- استادان دانشگاه
- مهندسان مشاور

مرکز تحقیقات و مطالعات  
وزارت راه و ترابری



فهرست مندرجات

تاریخ	صفحه	موضوع کلیات	فصل
			۱
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۱	۱-۱ سابقه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۱	۱-۱-۱ وزارت راه و ترابری	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۱	۲-۱-۱ سازمان برنامه و بودجه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۱	۲-۱ هدف از تهیه آیین نامه طرح هندسی راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۳-۱ مورد های استفاده از آیین نامه ها و راهنما های طرح هندسی راه ها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۱-۳-۱ معیار های اجباری	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۲-۳-۱ معیار های توصیه شده	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۳-۳-۱ معیار های کنترل کننده	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۴-۳-۱ سایر معیارها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۴-۱ مورد های عدول از معیارها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۱-۴-۱ معیار های اجباری طرح هندسی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۱	۲-۴-۱ معیار های توصیه شده	
			۲
		اختصارات و تعاریف	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۲	۱-۲ اختصارات	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۲	۲-۲ تعاریف	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۲	۱-۲-۲ انواع راهها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۲	۲-۲-۲ مقاطع عرضی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳-۲	۳-۲-۲ ابنیه فنی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳-۲	۴-۲-۲ تقاطع ها و تبادله ها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۲	۵-۲-۲ ترافیک	
			۳
		طبقه بندی و درجه بندی راه ها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۳	۱-۳ سابقه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۳	۲-۳ فلسفه طراحی شبکه	

فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
	۳-۳ طبقه‌بندی راه	۱-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۳-۳ مقدمه	۱-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۳-۳ راه هموار (دشتی)	۱-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۳-۳ راه تپه ماهوری	۱-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۳-۳ راه کوهستانی	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۳-۳ راه هموار، تپه ماهور یا کوهستانی با مانع	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۳ درجه‌بندی راه	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۴-۳ مقدمه	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۴-۳ آزادراه	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۴-۳ بزرگسراه	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۴-۳ راه اصلی	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۴-۳ راه فرعی	۲-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۴-۳ راه روستایی	۳-۳	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴	مبانی طراحی		
	۱-۴ کلیات	۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۴ خودرو طرح	۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۲-۴ مشخصات عمومی	۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۲-۴ حداقل شعاع گردش در تقاطع‌ها	۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۴ سرعت طرح	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۳-۴ کلیات	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۳-۴ انتخاب سرعت طرح	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۳-۴ گروه‌بندی سرعت طرح	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۳-۴ معیارهای سرعت طرح	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۴ گنجایش	۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۴-۴ تعاریف	۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۴-۴ کیفیت ترافیک راه‌ها	۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

تاریخ	صفحه	موضوع
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۸-۴	۳-۴-۴ گنجایش آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱۵-۴	۴-۴-۴ گنجایش رابط
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱۸-۴	۵-۴-۴ گنجایش بخش ترافیک بهم‌بافنه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۰-۴	۶-۴-۴ گنجایش راه‌های چندخطه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۲-۴	۷-۴-۴ گنجایش راه‌های دوخطه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۹-۴	۵-۴ کنترل دسترسی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۹-۴	۵-۴-۱-۱ کتیبات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۹-۴	۵-۴-۲-۲ راه جانبی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۹-۴	۵-۴-۳-۳ ورودی و خروجی دسترسی‌ها
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۰-۴	۵-۴-۴-۴ حفاظت حریم
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۰-۴	۵-۴-۵-۵ کنترل دسترسی در تقاطع‌ها و تبادل‌ها
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۰-۴	۶-۴ تسهیلات پیاده
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۰-۴	۶-۴-۱-۱ کتیبات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۰-۴	۶-۴-۲-۲ پیاده‌رو کنار راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۱-۴	۶-۴-۳-۳ عبور پیاده از عرض راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۲-۴	۶-۴-۴-۴ پیاده‌رو زیرگذر
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۳-۴	۶-۴-۵-۵ پیاده‌رو روگذر
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۴-۴	۷-۴ ساخت مرحله‌ای راه‌ها و اتصال آن به راه‌های موجود
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۴-۴	۷-۴-۱-۱ کتیبات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۴-۴	۷-۴-۲-۲ مضامه مسیر با بررسی امکان اتصال به راه‌های موجود
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۴-۴	۷-۴-۳-۳ مضامه مسیر با امکان توسعه خط‌های عبور کمکی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۴	۸-۴ تأسیسات جانبی راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۴	۸-۴-۱-۱ پمپ بنزین و تعمیرگاه خودرو
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۴	۸-۴-۲-۲ محل‌های استراحت
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۴	۸-۴-۳-۳ ایستگاه‌های اتوبوس
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۴	۸-۴-۴-۴ راه‌دارخانه و پاسگاه پلیس

فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
	۹-۴ ارزش منظرآرایی و تأثیر محیط اطراف در طراحی راه	۳۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۹-۴ کلیات	۳۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۹-۴ اهمیت انتخاب سرعت طرح	۳۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۹-۴ نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه	۳۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۰-۴ محل‌های قرضه و انبار (دپو)	۳۹-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵	معیارهای طرح هندسی راه‌ها و ابنیه		
	۱-۵ فاصله دید	۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۱-۵ کلیات	۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۱-۵ انواع فواصل دید	۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۱-۵ تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای با توجه به فاصله دید	۸-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۱-۵ فواصل دید سبقت	۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۱-۵ فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی	۱۰-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۱-۵ فواصل دید انتخاب	۱۰-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۱-۵ مشخص ساختن فاصله دید در نقشه‌ها	۱۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۵ بریلندی	۱۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۲-۵ کلیات	۱۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۲-۵ بریلندی	۱۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۲-۵ مفادبر حداکثر بریلندی	۱۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۲-۵ نحوه تأمین بریلندی	۱۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۲-۵ طول تأمین بریلندی	۱۶-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۲-۵ محدودیت‌های اعمال بریلندی	۱۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۲-۵ نحوه اعمال طول تأمین بریلندی	۱۸-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۸-۲-۵ جدول‌های تعیین بریلندی در سرعت طرح و شعاع‌های مختلف پیچ	۱۸-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۵ پیچ (قوس افقی)	۲۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۳-۵ معیارهای کلی	۲۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۳-۵ شعاع پیچ	۲۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

تاریخ	صفحه	موضوع
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۵	۳-۳-۵ طول پیچ و زاویه مرکزی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۵	۴-۳-۵ پیچ مرکب
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۷-۵	۵-۳-۵ پیچ معکوس
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۷-۵	۶-۳-۵ پیچ تخت پشت
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۷-۵	۷-۳-۵ قوس اتصال تدریجی (کتوتوبید)
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۸-۵	۸-۳-۵ بل در پیچ
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۸-۵	۹-۳-۵ تعریض در پیچ
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۹-۵	۱۰-۳-۵ ضوابط کلی امتداد افقی مسیر (پلان)
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۱-۵	۴-۵ شیب طولی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۱-۵	۱-۴-۵ اصول کلی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۱-۵	۲-۴-۵ موقعیت خط پروژه در نیمرخ عرضی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۱-۵	۳-۴-۵ معیارهای انتخاب شیب
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۳-۵	۴-۴-۵ خم (قوس قائم)
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۶-۵	۵-۴-۵ طول بحرانی شیب
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۵	۶-۴-۵ معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۵	۷-۴-۵ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی مسیر
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۷-۵	۸-۴-۵ نقش ابنیه فنی در نیمرخ طولی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۸-۵	۵-۵ تغییرهای تدریجی عرض راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۸-۵	۱-۵-۵ کلیات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۸-۵	۲-۵-۵ افزایش عرض راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۹-۵	۳-۵-۵ کاهش عرض راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۹-۵	۴-۵-۵ اتصال انتهای راه‌های جدید به راه‌های موجود
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۹-۵	۵-۵-۵ خط کمکی در سربالایی برای راه دوخطه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۷-۵	۶-۵ جدول
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۷-۵	۱-۶-۵ کلیات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۸-۵	۲-۶-۵ انواع جدول
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۵۰-۵	۳-۶-۵ قرارگیری جدول

فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
۷-۵	فاصله ایمن راه - فرودگاه	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۷-۵	موانع پرواز	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۷-۵	مراجع	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۷-۵	انواع فرودگاه‌ها	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۷-۵	اعلام مراتب به سازمان هواپیمایی کشوری	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۷-۵	معیارهای طراحی	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸-۵	پل	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۸-۵	عرض پل	۵۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۸-۵	شیب عرضی	۵۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۸-۵	مبانه	۵۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۸-۵	پیاده‌رو کنار پل	۵۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۸-۵	پل کوله باز	۵۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۸-۵	روگذر و زیرگذر ویژه پیاده	۵۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۷-۸-۵	زیرگذر مال رو	۵۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸-۸-۵	گذر ویژه تجهیزات عبورگله و حیوانات وحشی	۵۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۸-۵	زیرگذر و روگذر ویژه راه‌آهن	۵۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۸-۵	جانپناه و نرده در پل	۵۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۸-۵	ارتفاع آزاد پل	۵۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۵	دیوارهای حایل	۵۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۹-۵	کلیات	۵۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۹-۵	انواع دیوارهای حایل	۵۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۹-۵	دیوارهای حایل از لحاظ منظرآرایی	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۹-۵	استفاده از نرده و جانپناه در دیوار حایل	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۹-۵	زهکشی دیوار حایل	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۹-۵	فاصله جانبی دیوار از مسیر	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۵	تونل‌ها	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۱۰-۵	گروه‌بندی تونل‌ها	۶۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

تاریخ	صفحه	موضوع	فصل
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۳-۵	۲-۱۰-۵ نیمرخ طولی	۵
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۳-۵	۳-۱۰-۵ نیمرخ عرضی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۶-۵	۴-۱۰-۵ تعیین سرعت طرح	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۷-۵	۵-۱۰-۵ گنجایش تونل ها	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۷-۵	۶-۱۰-۵ مسیر در پلان	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۸-۵	۱۱-۵ روشنایی راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۸-۵	۱-۱۱-۵ کلیات	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۸-۵	۲-۱۱-۵ طراحی و نصب واحدهای روشنایی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۹-۵	۱۲-۵ خروجی اضطراری	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶۹-۵	۱-۱۲-۵ کلیات	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷۰-۵	۲-۱۲-۵ تعیین محل	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷۰-۵	۳-۱۲-۵ انواع خروجی اضطراری	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷۲-۵	۴-۱۲-۵ معیارهای طراحی	
			۶
		نیمرخ های عرضی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۶	۱-۶ کلیات	۶
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۶	۲-۶ سواره رو	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۶	۱-۲-۶ عرض سواره رو	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۶	۲-۲-۶ شیب عرضی سواره رو	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۵-۶	۳-۲-۶ شانه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۶	۴-۲-۶ شیب عرضی شانه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۶	۵-۲-۶ جدول	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۶	۶-۲-۶ روبه سازی شانه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۶	۷-۲-۶ پیاده رو و دوچرخه رو	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۶	۳-۶ آماس و نهر جانبی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۶	۱-۳-۶ آماس (جدول آسفالتی)	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۸-۶	۲-۳-۶ نهر جانبی (جوی کناری)	

فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
	۴-۶ شیروانی	۹-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۴-۶ کلیات	۹-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۴-۶ فاصله آزاد شیروانی نا حد خریم	۱۱-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۴-۶ بلکنتی کردن شیروانی خاکبرداری	۱۱-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۴-۶ گرد کردن لبه شیروانی	۱۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۶ میانه	۱۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۵-۶ کلیات	۱۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۵-۶ عرض میانه	۱۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۵-۶ شیب عرضی میانه	۱۴-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۵-۶ جدول و جان‌پناه	۱۴-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۵-۶ میانه‌های روپیدار	۱۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۵-۶ مسیرهای رفت و برگشت دور از هم یک راه	۱۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۶ حریم راه	۱۶-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۶ راه جانبی	۱۷-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۸-۶ نیمرخ عرضی راه در محل ابنیه فنی	۱۸-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۸-۶ نیمرخ عرضی راه در محل بل و رودگذر	۱۸-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۸-۶ نیمرخ عرضی راه در محل زیرگذر	۱۸-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۸-۶ نیمرخ عرضی (راه در محل) تونل	۲۱-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۹-۶ نیمرخ‌های عرضی نمونه	۲۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۷	تقاطع‌ها		
	۱-۷ کلیات	۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۱-۷ تعریف	۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۱-۷ اهمیت	۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۱-۷ اهداف و اصول طراحی	۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۱-۷ انواع تقاطع	۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۱-۷ تقاطع راه با راه‌آهن	۶-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲



فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
۲-۱	آمار و اطلاعات لازم برای طراحی	۱۳-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۲-۱	عامل های سنی	۱۳-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۲-۱	عامل های ترافیکی	۱۳-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۲-۱	عامل های میریکی	۱۴-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۷	اصول جریان بندی ترافیک	۱۴-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۳-۷	جریان های صلی عبور	۱۴-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۳-۱	سطوح برخورد	۱۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۳-۱	زاویه تصدع	۱۶-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۳-۱	نقاط برخورد	۱۷-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۳-۱	خط عبور کمکی تغییر سرعت	۱۷-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۳-۱	ترافیک تیرسی	۱۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۳-۱	جزیره های ترافیکی	۱۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۳-۱	ممنوعیت تردد	۲۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۷	معیارهای طراحی جریان بندی ترافیک	۲۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۴-۱	کلیات	۲۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۴-۱	فاصله دید در نقاط	۲۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۴-۱	بیج های تصدع	۲۳-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۴-۱	حوزه ایستاد تعریض در بیج های نقاط	۲۷-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۴-۱	منحرفات جزیره ترافیکی	۲۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۴-۱	بریدگی به	۴۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۴-۱	خط های عبور کمکی افزایش و کاهش سرعت	۴۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۷	روش طراحی	۵۶-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۵-۱	اطلاعات به	۵۶-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۵-۱	طراحی هندسی	۵۹-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۵-۱	تعیین صحیح پیشنهادی	۶۰-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۵-۱	طراحی بی گزیننه بینه	۶۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۷	طرح های نمونه	۶۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

تاریخ	صفحه	فصل موضوع
		۸ تبادلهای
		۱-۸ کلیات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۸	۱-۱-۸ هدف
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۸	۲-۱-۸ توجیه اقتصادی - اجتماعی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۸	۳-۱-۸ فاصله بین تبادلهای
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۸	۲-۸ انواع تبادل
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۸	۱-۲-۸ تبادل‌های سه راه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳-۸	۲-۲-۸ تبادل‌های چهارراه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۸	۳-۸ روش طراحی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱۷-۸	۱-۳-۸ نیازمندی‌های طرح
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۲-۸	۲-۳-۱ آمادگی‌سازی و تهیه طرح نهایی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۲-۸	۳-۳-۱ مسئله نمونه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۸	۴-۸ معیارهای طراحی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۸	۱-۴-۸ کلیات
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۸	۲-۴-۸ فواصل دید تا دماغه خروجی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۵-۸	۳-۴-۸ شیب‌ها
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۶-۸	۴-۴-۱ محل اتصال رابطه‌ها در روی راه متقاطع
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲۶-۸	۵-۴-۱ ورودی و خروجی آزادراه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۳۸-۸	۶-۴-۱ رابطه‌ها
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۲-۸	۷-۴-۱ ارتباط بین دو آزادراه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۲-۸	۸-۴-۱ افزایش یا کاهش خط‌های عبور
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۵-۸	۹-۴-۱ خط‌های عبور کمکی
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۸-۸	۱۰-۴-۱ مسیر با ترافیک بهم‌پافه
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴۸-۸	۱۱-۴-۸ محدودیت دسترسی

۹ تخلیه آب‌های سطحی

۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۹	۱-۹ کلیات
------------	-----	-----------

تاریخ	صفحه	موضوع	فصل
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۹	۲-۹ تخلیه آب های سطح راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۹	۱-۲-۹ حداقل نیب عرضی راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۹	۲-۲-۹ حداقل نیب طولی راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱-۹	۳-۲-۹ نخبه آب های سواره رو	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۹	۴-۲-۹ تخلیه آب های میانه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۲-۹	۵-۲-۹ زمان تمرکز حوزة هیدرولژیکی کوچک	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۳-۹ تخلیه آب های ورودی به حریم راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۱-۳-۹ تخلیه آب هایی که در حاکبرداری وارد حریم می شوند	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۲-۳-۹ تخلیه آب هایی که از حاکریزی وارد حریم می شوند	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۴-۹ مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۱-۴-۹ کبیت	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۲-۴-۹ تجربه و تحلیل هیدرولوژیکی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۴-۹	۳-۴-۹ دبی سیلاب طرح (دبی وج)	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۵-۹	۴-۴-۹ شدت -رندگی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۵-۹	۵-۴-۹ خصیصیات حوزة آبخیز	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۵-۹ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۱-۵-۹ بارش های	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۲-۵-۹ برف	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۳-۵-۹ تبخیر و تعرق	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۶-۹ ضوابط تخمین دبی اوج رواناب سطحی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۱-۶-۹ رواناب سطحی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۲-۶-۹ آب های زیرسطحی	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۶-۹	۳-۶-۹ هیدروگراف سیل و حجم سیلاب	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۷-۹	۴-۶-۹ زمان تمرکز	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۹-۹	۱-۹ دبی سیلاب ضح	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱۱-۹	۱-۹ بنیه فنی جمع آوری و تخلیه آب	
۱۳۷۵/۱۱/۲۲	۱۲-۹	۱-۱-۹ بل ها و آبروها	

فصل	موضوع	صفحه	تاریخ
	۲-۸-۹ تخمین دبی اوج رواناب سطحی	۱۲-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۸-۹ انتخاب دوره بازگشت سیلاب	۱۲-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۸-۹ فریب و پایاب	۱۲-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۸-۹ کنترل توده نخاله در طراحی آبرو	۱۳-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۸-۹ امتداد شیب طولی آبرو	۱۳-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۸-۹ انواع آبروها	۱۳-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۸-۸-۹ طراحی هیدرولیکی آبرو	۱۴-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۹-۸-۹ قطر و طول آبروها	۱۴-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۹-۹ کانال‌ها	۱۵-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱-۹-۹ طرح هیدرولیکی	۱۵-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۹-۹ انواع مقطع کانال	۱۶-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۹-۹ طرح هیدرولیکی کانال	۱۷-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۰-۹ جدول بتن سفالته	۱۸-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۱-۹ مقدار بارش نزولات جوی	۱۸-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
پیوست ۱	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی	پ-۱	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
پیوست ۲	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی	پ-۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
پیوست ۳	فهرست راهنما	پ-۱۹	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

## فهرست شکل‌ها

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۲	۱-۲ انواع ابنه فنی	۴-۲	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴	۱-۴ مشخصات مسبرگردش خودروی طرح، سواری	۳-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۴ مشخصات مسبرگردش خودروی طرح، اتوبوس	۴-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۴ مشخصات مسبرگردش خودروی طرح، تریلی بزرگ	۵-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۴ مشخصات مسبرگردش خودروی طرح، کامیون با یدک	۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۴ نمایش رابط‌های ورودی و خروجی	۹-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۴ نمایش بخش ترافیک بهم‌بافته	۹-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۴ نمایش شکل‌های مختلف ورودی‌ها و خروجی‌ها و تنه راه	۱۰-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۸-۴ حضور تقریبی کامیون در خط عبور سمت راست	۱۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۹-۴ محاسبه گنجایش و حداقل طول بخش ترافیک بهم‌بافته در آزادراه	۱۹-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۰-۴ نمایش اختلاف ارتفاع کف دو چرخه‌رو و پیاده‌رو	۳۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۱-۴ مرحله اول ساخت یک راه چندخطه جداشده	۳۵-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۲-۴ مرحله دوم ساخت یک راه چندخطه جداشده	۳۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۳-۴ مرحله سوم ساخت یک راه چندخطه با میانه عربض	۳۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۴-۴ مرحله سوم ساخت یک راه چندخطه با میانه کم عرض	۳۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۵-۴ اندازه و موقعیت ایستگاه اتوبوس	۳۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵	۱-۵ زبرگذر در خم کاسه‌ای	۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۲-۵ فاصله دید در بیج بری حالت $S < L$	۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۳-۵ نحوه تعیین میزان پاکسازی محوطه در بیج	۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۴-۵ نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فواصل دید در نقشه‌های مسطحه	۱۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۵-۵ انواع دوران بریلندی	۱۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۶-۵ نمونه‌های اعمال بریلندی	۱۶-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۷-۵ طرز تأمین بریلندی در قوس‌های مرکب	۱۸-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۸-۵ تعریض روسازی در بیج	۳۰-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۹-۵ انواع جسم‌ها	۳۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
	۱۰-۵ محدودیت دید در خم گنبدی	۳۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه تاریخ
۱۱-۵	محدودیت دید در خم کاسه‌ای و در تاریکی شب	۳۵-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۲-۵	رابطه بین مقدار و طول بحرانی شب برای مقادیر مختلف کاهش سرعت (سرعت اولیه ۹۰ km/h)	۳۶-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۳-۵	خط‌های کمکی سربالایی در راه‌های دوخطه	۴۳-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۴-۵	کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین در سربالایی	۴۴-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۵-۵	سرعت‌گیری وسایل نقلیه سنگین در شیب‌های طولی مختلف	۴۵-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۶-۵	خط کمکی سربالایی برای وسایل نقلیه سنگین	۴۶-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۷-۵	انواع جدول‌های راه و خیابان (ابعاد برحسب سانتیمتر)	۴۹-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۸-۵	جدول‌ها با قابلیت رویت زیاد	۵۰-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۵	معیارهای ضریبی راه در نزدیکی فرودگاه‌های کنسوری	۵۲-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۰-۵	معیارهای ضریبی راه در نزدیکی فرودگاه‌های نظامی	۵۳-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۵	معیارهای ضریبی راه در نزدیکی فرودگاه‌های هلیکوپتر	۵۴-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۲-۵	انواع جانپاده ساده	۵۶-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۳-۵	انواع جانپاده مرکب	۵۷-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۴-۵	انواع نرده غیر پیاده	۵۸-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۵-۵	ابعاد دیوار حایل وزنی	۶۰-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۶-۵	دیوار حایل صره‌ای	۶۰-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۷-۵	دیوار حایل - پشت‌بند	۶۰-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۸-۵	دیوار حایل سدوقه‌ای	۶۱-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۹-۵	خاک مسطح	۶۱-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۰-۵	خاک برفه	۶۱-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۱-۵	مقطع تونل به همراه پیاده‌روها، شانه‌ها، زهکشی و فضای ویژه پارکینگ اضطراری	۶۴-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۲-۵	مشخصات هندسی پارکینگ اضطراری در تونل	۶۵-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۳-۵	عرض پیاده‌روها با دیوارهای مختلف تونل	۶۶-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۴-۵	نمایش کامیون و نیروهای وارده در سرازیری	۶۹-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۵-۵	نمونه‌های خروجی اضطراری	۷۱-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۶-۵	نمونه پلان و نیمرخ طولی یک خروجی اضطراری	۷۴-۵ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۶	اجزاء نیمرخ عرضی یک آزادراه با راه جانبی در یک طرف	۱-۶ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۲-۶	جراه نیمرخ عرضی راه چهارخطه مجزا و راه دوخطه دو طرفه	۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۶	جراه نیمرخ عرضی آزادراه	۳-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۶	گزینه‌های مختلف شیب عرضی سواره‌رو	۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۶	نمونه‌های مختلف نهر جانسی	۸-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۶	شیروانی در خاک‌گریزی	۹-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۷-۶	میان‌ه‌سار عرضی	۱۳-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸-۶	انواع حاذق‌ساز	۱۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۶	ردخل‌های مختلف ایجاد میان‌ه‌سار عرضی	۱۶-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۶	حریم راه	۱۶-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۶	راه جانسی سه خطه یک طرفه و رابط‌های ورودی و خروجی	۱۹-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۲-۶	رد جانسی دوخطه دو طرفه و رابط‌های ورودی و خروجی	۲۰-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۳-۶	احراه نیمرخ عرضی تونل	۲۱-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۴-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی راه‌های دوخطه	۲۳-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۵-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه‌های دوخطه	۲۴-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۶-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی راه‌های جداشده	۲۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۷-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه‌های جداشده	۲۶-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۸-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۹۰ کیلومتر در ساعت)	۲۷-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)	۲۸-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۰-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۲۰ کیلومتر در ساعت)	۲۹-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل بل‌ها (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)	۳۰-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۲-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل بل‌ها (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)	۳۱-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۳-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل بل‌ها (سرعت طرح ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)	۳۲-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۴-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل بل‌ها (سرعت طرح ۱۳۰ کیلومتر در ساعت)	۳۳-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۵-۶	شیب‌های عرضی آزادراه در قسمت مستقیم	۳۴-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۶-۶	اعمال بریلندی کمتر از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه و راه‌های اصلی جداشده	۳۵-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۷-۶	اعمال بریلندی بیش از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه راه‌های جداشده	۳۶-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۸-۶	نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل دو طرفه	۳۷-۶	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه تاریخ
۲۹-۶	نمونه‌های بمرج عرضی تونل یک طرفه	۳۸-۶ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۰-۶	نمونه‌های بمرج عرضی تونل آزادراه و بزرگراه	۳۹-۶ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۷	سه راهی ساده بدون خط عبور کمکی	۲-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۷	پلان سه راهی - خط عبور کمکی گردش به راست	۳-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۷	پلان سه راهی - خط عبور کمکی سبقت	۳-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۷	پلان سه راهی - خط‌های عبور کمکی سبقت و گردش به راست	۳-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۷	سه راهی - یک گردش به راست جدول‌دار	۴-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۷	سه راهی - دو گردش به راست جدول‌دار	۴-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۷	سه راهی - حریزه وسط و خط سبقت	۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۷	سه راهی - حریزه‌های گردش به راست و یک جزیره گردش به چپ	۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۷	سه راهی - یک گردش به راست جدول‌دار و گردش به چپ‌های جدول‌دار	۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۷	انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه	۶-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۷	نمونه‌هایی از چهارراه حریزه‌بندی شده	۷-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۲-۷	نمونه‌های دیگری از چهارراه حریزه‌بندی شده	۸-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۳-۷	نحوه‌بندی تقاطع‌های چندراهی به تعدادی تقاطع چهار (یا سه) راهی	۹-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۴-۷	تقاطع رد - راهی	۹-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۵-۷	پارمترهای مؤثر در فاصله دید ایمن تقاطع راه با راه‌آهن (در شرایطی که خودرو در حال حرکت است)	۱۱-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۶-۷	فاصله دید پس‌لرزه برای شروع حرکت وسیله‌نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع	۱۲-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۷	حدیث حریزه‌های عبور در یک چهارراه	۱۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۷	انواع طرح ترچورد ترافیکی	۱۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۷	زاویه ترچورد تقاطع	۱۶-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۰-۷	گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها	۱۶-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۷	حالت متداول حریزه‌های هدایت‌کننده	۱۹-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۲-۷	نمونه حریزه‌های حداکثر	۲۰-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۳-۷	بکتراحتی الحده حریزه ترافیکی با لبه روسازی	۲۰-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۴-۷	مثلث فاصله دید در تقاطع	۲۳-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۵-۷	فاصله دید وسیله توقف در یک تقاطع هم‌سطح برای هریک از عبورهای سه گانه	۲۵-۷ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲



فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۶-۱	فاصله طی شده از توقف در نقاط هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر	۲۶-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه)	۲۷-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	نمودار تعیین فاصله دید در تقاطع برای وسیله متوقف شده	۲۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	گردش به چپ متوسط وسیله نغزه متوقف شده در تقاطع هم‌سطح	۲۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	گردش به چپ خودرو متوقف شده روی راه چندخطه	۲۹-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	منحنی‌های افزایش سرعت	۳۰-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	فاصله دید در تقاطع هم‌سطح	۳۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	تعیین فاصله دید برای حالت گردش به راست به یک راه دوخطه	۳۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	نمایش اثر تقاطع با زاویه حاده در فاصله دید	۳۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	حداقل طرح پیچ برای خودروسواری	۳۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس	۳۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	حداقل طرح پیچ برای تریلی‌های متوسط و بزرگ	۳۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	نمایش گردش به راست ۹۰ درجه با جزیره شبه مثلثی برای خودروهای طرح مختلف	۳۹-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	مختصات طرح جزیره میانی	۴۰-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	جزئیات جزیره شبه مثلثی	۴۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	جزئیات طرح جزیره جداکننده	۴۳-۱	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	بریدگی میانه	۴۴-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	حداقل بریدگی میانه در تقاطع مورب	۴۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طرح شماتیک خط‌های کاهش و افزایش سرعت در تقاطع	۴۵-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طریقه معمول هدایت ترافیک گردش به چپ در تقاطع‌ها	۴۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طرح ایجاد خط مخصوص گردش به چپ در تقاطع‌ها (تعریض یک طرفه راه)	۴۹-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طرح ایجاد خط مخصوص گردش به چپ در تقاطع‌ها مانند سایر عنوان‌ها (تعریض در دو طرف راه)	۵۰-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	انواع طرح‌های لجکی برگشت در تقاطع‌ها	۵۱-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طرح شماتیک یا قیاسی اطلاعات ترافیکی تقاطع	۵۷-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵۰-۱	نمونه نمایشی آمار ترافیک ساعت‌های اوج یک تقاطع	۵۸-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵۱-۱	طرح شماتیک (کروکی) گزینه‌های مختلف تقاطع	۵۹-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵۲-۱	جزئیات گزینه‌های مختلف تقاطع	۶۰-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۵۳-۶	طرح‌های نمونه تقاطع	۶۲-۷	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸	۱-۱ الگوهای متداول تبادل سه راهی	۴-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۱	طرح‌های متداول تبادل سه راهی با سطوح حرکت چسبگانه	۵-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۱	نمونه طرح تبادل چهارراه با رابط بگانه	۷-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱	طرح تبادل با رابط بگانه بر اساس پیرمندی‌های آبی طرح	۷-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۱	انواع ساده تبادل لوزوی	۷-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۱	طرح‌های تبادل لوزوی به منظور کاهش برخورد‌های ترافیکی	۹-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۷-۱	تبادل‌های لوزوی با تسهیلات (سازه‌های) اضافی	۹-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸-۱	دو نمونه تبادل شبدری جریبی و کامل	۱۱-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۱	نمونه طرح‌های ورودی و خروجی تبادل‌های نیمه شبدری جریبی	۱۳-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۱	نمونه طرح تبادل جینی	۱۴-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۱	نمونه تبادل‌های نیمه جینی با ترافیک بهم‌یافته	۱۴-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۲-۱	نمونه تبادل‌های نیمه جینی بدون ترافیک بهم‌یافته	۱۵-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۳-۱	نمونه طرح تبادل‌های جینی و نیمه جینی چندضلعی	۱۶-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۴-۱	نمونه طرح تبادل تدریجی	۱۷-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۵-۱	نمونه دست کشیده‌های اولیه تبادل	۱۹-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۶-۱	نمونه طرح‌های متدمرنی تبادل	۲۰-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۸-۱	نمونه نیمرخ‌های طرح‌های متدمرنی تبادل	۲۱-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۱	نقشه وضعیت محل مورد نظر برای حوادث تبادل	۲۲-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۱	حداقل مفادیر پیشنهادی فصله میان دو رابط متوازی	۲۷-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۰-۱	نمونه طرح متداول رابط‌های ورودی یک خطه	۲۸-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۱	طرح‌های معمول رابط‌های خروجی یک خطه	۳۰-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۲-۱	نحوه فرارگیری رابط‌های لجکی شکل در پیچ‌ها	۳۲-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۳-۱	حالت شماتیک پایانه‌های رابط نوع موازی واقع در پیچ	۳۳-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۴-۱	حالت متداول رابط‌های ورودی دو خطه	۳۴-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۵-۱	طرح نمونه رابط‌های خروجی دو خطه	۳۵-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۶-۱	نمونه‌های متداول انشعاب یک مسیر اصلی	۳۶-۸	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه تاریخ
۲۱-۱	نمونه‌های متداول پیوند دو راه	۲۷-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۱	تبدیل رابط خروجی یک خطه به دو خطه	۲۰-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۹-۱	رابط‌های خروجی و ورودی دو خطه	۲۰-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۰-۱	رابط‌های خروجی و ورودی یک خطه	۲۱-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۱-۱	انشعاب چند خطه	۲۳-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۲-۱	نمونه‌های متداول توازن تعداد خط‌های عبور	۲۴-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۳-۱	هماهنگی توازن خط‌ها و تعداد خط‌های پایه	۲۵-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۴-۱	روش‌های مختلف ادغام خط‌های عبور کمکی	۲۶-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۵-۱	استفاده از خط‌های عبور کمکی به منظور تأمین اصول توازن تعداد خط‌های عبور	۲۷-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۶-۱	نموجرام تعیین تعداد خط‌ها و طول لازم برای بخش با ترافیک بهم‌بافته براساس روش آیش	۲۹-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۶-۱	حالت‌های مختلف ترکیب خط‌های بخش با ترافیک بهم‌بافته	۵۰-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۸-۱	انواع مختلف کنترل دسترسی	۵۱-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳۹-۱	انواع مختلف کنترل دسترسی	۵۲-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۹	هیدروگراف سیلاب	۷-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۹	منحنی‌های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز)	۸-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۹	تخمین زمان تمرکز با استفاده از سرعت در روش آپلند	۹-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۹	خط‌های تراز هم بران بر حسب سانتیمتر	۱۹-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فهرست جدول‌ها

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۴-۱	اندازه‌های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر)	۲-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲	گروه‌بندی سرعت طرح	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۳	گروه سرعت طرح برای درجه‌بندی راه	۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۴	گنجایش هر خط عبور آزادراه برحسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح	۱۲-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۵	ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله جسم تالیه سوارو در آزادراه‌ها	۱۳-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۶	سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای قطعه‌ای یکنواخت از آزادراه	۱۳-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۷	سواری معادل کامیون و تریلی در آزادراه	۱۴-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۸	سواری معادل اتوبوس در آزادراه	۱۵-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۹	ضرایب تعدیل برای آشنایی با راه	۱۵-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۰	گنجایش تقریبی نه‌رابط یک خطه برحسب سواری معادل در ساعت	۱۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۱	گنجایش دهانه رابط در آزادراه	۱۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۲	درصد تقریبی ترافیک عبوری در خط عبور سمت راست. در نزدیک دهانه رابط‌ها	۱۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۳	درصدی از ترافیک رابط که در خط عبور سمت راست باقی می‌ماند	۱۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۴	سنجش کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم‌بافته	۱۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۵	گنجایش هر خط عبور راه‌های اصلی (چندخطه) برحسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح	۲۰-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۶	ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از تالیه سوارو	۲۱-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۷	ضرایب تعدیل برای آبادانی‌های اطراف راه	۲۲-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۸	نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده‌آل راه برحسب طبقه‌بندی و کیفیت ترافیک	۲۵-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۱۹	معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه‌های دوخطه در سربالایی‌ها	۲۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۰	ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت - قطعه راه	۲۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۱	ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض منبسط‌شده	۲۶-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۲	سواری معادل کامیون و اتوبوس - قطعه راه	۲۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۳	مقادیر نسبت حجم به گنجایش برحسب سرعت (V/C)، درصد شیب و درصد مناطق سبقت ممنوع	۲۷-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۴	ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو طرف راه دوخطه - شیب مشخص	۲۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۵	سواری معادل در راه‌های دوخطه - شیب مشخص	۲۸-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۲۷	سنجش کیفیت مسیرهای پیاده	۳۳-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۲۸-۴	ظرفیت طراحی پیاده‌رو و پیاده‌گذر	۳۳-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۹-۴	حداقل عرض و ارتفاع آزاد در زیرگذرهای مخصوص پیاده	۳۴-۴	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱-۵	ضریب اصطکاک و فاصله دید توقف	۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲-۵	حداقل طول خم در خم‌های گنبدی (متر)	۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۳-۵	حداقل فاصله دید توقف در خم‌های گنبدی (متر)	۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۴-۵	حداقل طول خم در خم کاسه‌ای (متر)	۵-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۵-۵	حداقل فاصله دید توقف در خم‌های کاسه‌ای (متر)	۶-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۶-۵	حداقل فاصله آزاد جانبی مانع از محور خط عبور داخلی راه در پیچ‌ها برحسب (متر)	۸-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۷-۵	حداقل فاصله دید توقف در پیچ‌ها	۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۸-۵	حداقل فاصله دید سبقت	۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۵	حداقل طول خم لازم برای فاصله سبقت در خم‌های گنبدی	۱۰-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۰-۵	حداقل فاصله دید سبقت در خم گنبدی (برحسب متر)	۱۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۱-۵	فواصل دید انتخاب	۱۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۲-۵	ضریب‌های اصطکاک جانبی	۱۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۳-۵	حدود شعاع پیچ و سرعت طرح براساس بریلندی	۱۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۴-۵	مقادیر شعاع حد فز (برحسب متر) برای سرعت طرح و بریلندی‌های مختلف	۱۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۵-۵	طول لازم تأمین بریلندی در راه‌های دوخطه (برحسب متر)	۱۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۶-۵	درصد بریلندی پیچ در راه‌های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۶ درصد	۱۹-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۷-۵	درصد بریلندی پیچ در راه‌های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۸ درصد	۲۱-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۸-۵	درصد بریلندی پیچ در راه‌های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد	۲۳-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۱۹-۵	حداقل شعاع پیچ برای راه‌های اصلی	۲۶-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۰-۵	حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دو پیچ هم‌جهت (نخت پشت) راه اصلی	۲۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۱-۵	حداقل شعاع پیچ بدون کنوتوئید	۲۷-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۲-۵	حداکثر شیب طوقی راه اصلی	۳۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۳-۵	حداکثر شیب طوقی رابط‌ها	۳۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۴-۵	حداقل شیب طوقی در انواع راه‌های اصلی	۳۲-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۲۵-۵	مقادیر حداقل K برای خم گنبدی	۳۴-۵	۱۳۷۵/۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه	تاریخ
۲۶-۵	مقادیر حداقل K برای خم کاسه‌ای	۳۵-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲۷-۵	سرعت متوسط در سربالایی برحسب کیفیت توافیک	۴۲-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲۸-۵	عرض شانه در تونل‌ها	۶۴-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲۹-۵	فاصله قابلیت دید قبل از ورود به تونل‌ها	۶۷-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۳۰-۵	مقاومت مصالح کف راه در مقابل حرکت وسیله نقلیه	۱۳-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۳۱-۵	طول خروجی اضطراری	۱۳-۵	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱-۶	عرض شانه طرفین راه‌ها	۶-۶	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲-۶	اندازه شیب شیروانی برحسب ارتفاع خاکریزی یا خاگرداری و میزان سراسیمی عرضی زمین	۱۰-۶	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۳-۶	حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل آزادراه و بزرگراه	۲۲-۶	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۴-۶	حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل راه اصلی و فرعی	۲۲-۶	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱-۷	فاصله دید ایمن راه به اژه سرعت‌های مختلف خودرو و قطار	۱۰-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲-۷	حداقل فاصله دید ایمن در نواحی بدون کنترل	۲۵-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۳-۷	زمان شناسایی برحسب لایه	۲۹-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۴-۷	ضرایب اثر شیب بر زمان شناسایی وسیله نقلیه در نقاط	۳۳-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۵-۷	حداقل عقب‌نشینی برای استفاده از قوس مرکب در نقاط‌ها	۳۶-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۶-۷	حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست	۳۷-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۷-۷	حداقل طول بریلگی میانه	۴۶-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۸-۷	اثر اریب بودن بر طرح کمیته بریلگی میانه مفادیر تیب برمیذای شعاع کنترل ۱۵ متر	۴۷-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۹-۷	طول لازم برای بخش کاهش سرعت	۵۲-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱۰-۷	حداقل طول خط کاهش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ ک شیب)	۵۴-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱۱-۷	اثر شیب بر طول بخش کاهش سرعت خط مخصوص گردش به راست	۵۴-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱۲-۷	حداقل طول خط افزایش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ ک شیب)	۵۵-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱۳-۷	نسبت طول بخش افزایش سرعت در شیب به طول نظیر در سطح افقی	۵۵-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۱-۸	فاصله دید انتخاب در دماغه خروجی	۲۵-۷	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۲-۸	حداقل طول لازم برای خط‌های افزایش سرعت رابط‌های ورودی یا شیب کمتر از ۲ درصد	۲۹-۸	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۳-۸	ضرایب تعدیل خط‌های تغییر سرعت واقع در شیب‌های بیش از ۲ درصد	۲۹-۸	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲
۴-۸	حداقل طول لازم برای خط‌های کاهش سرعت رابط‌های خروجی یا شیب کمتر از ۲ درصد	۳۱-۸	۱۳۷۵ ۱۱/۲۲

فصل شماره	موضوع	صفحه تاریخ
۵-۸	تعمیر خط‌های عبور	۳۸-۸ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۱	راه‌نمای انتخاب دوره تخلیه مطلوب آب‌های کف راه	۲-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۲	ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده	۳-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۳	رابطه نسبی متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت‌های تعیین شده به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه	۵-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۴	ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده	۱۱-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۵	ضرایب تبدیل $C_p$	۱۱-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۶	سرعت مجر زکمانال پوشش نشده	۱۶-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲
۹-۷	مقادیر متوسط برای ضرایب زبری مانینگ	۱۸-۹ ۱۳۷۵/۱۱/۲۲





## فصل اول - کلیات

## ۱-۱ سابقه

وزارت راه و ترابری و سازمان برنامه و بودجه از گذشته‌های دور، در صدد تهیه آیین‌نامه و معیارهایی برای طرح هندسی راه‌های کشور بوده‌اند. این فعالیت‌ها شامل موارد زیر بوده‌است.

## ۱-۱-۱ وزارت راه و ترابری

- ابلاغیه فنی شماره ۸ (سال ۱۳۳۶)

- دستورالعمل‌های فنی طرح هندسی راه، آزادراه و تونل،

موسسه پ.ت.ا.م (سال ۱۳۵۸)

## ۱-۱-۲ سازمان برنامه و بودجه

- معیارهای طرح هندسی راه‌های اصلی و فرعی

(نشریه شماره ۸۵) ۱۳۶۵

- معیارهای طرح هندسی تقاطع‌ها (نشریه شماره ۸۷) ۱۳۶۷

- چکیده‌ای از معیارهای طرح هندسی راه‌ها و تقاطع‌ها

(نشریه شماره ۸۸) ۱۳۶۴

مرکز تحقیقات وزارت راه و ترابری با توجه به مدرک‌های یاد شده و آخرین نشریه طرح هندسی راه‌های ایالت کالیفرنیا "Highway Design Manual" (چاپ پنجم مورخ اول ژوئیه ۱۹۹۵) و نیز آخرین نشریه آشتو (چاپ ۱۹۹۴) *A policy on Geometric Design of Highways and streets* به تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه اقدام کرده است.

## ۲-۱ هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه

هدف از تهیه آیین‌نامه طرح هندسی راه، تدوین معیاری واحد برای ایجاد هماهنگی در طراحی پروژه‌های راه‌سازی کشور است. پروژه‌های راه‌سازی به منظور ایجاد شرایط مناسب ترافیکی برای استفاده کنندگان از راه‌های کشور صورت می‌گیرد، به نحوی که در

آن، نیازهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به شرح زیر کاملاً رعایت شده باشد.

الف - نیاز به حمل و نقل ایمن، راحت و سریع

ب - دستیابی به نیازها و هدف‌های استفاده کنندگان

پ - توجه به نیازهای افرادی که مشکلات حرکتی دارند مانند افراد

مسن و یا معلولین

ت - در نظرگیری هزینه‌ها و ارزش‌های حفظ محیط زیست و

منظر آرای

ث - برنامه‌ریزی بر اساس امکان‌های مالی و بودجه و اعتبارات قابل

دسترسی واقعی

ج - هزینه نگهداری

توجه به مورد‌های بالا نیازمند این نکته است که راه با توجه به نیازهای استفاده کنندگان از آن، ساکنین نزدیک مسیر و منافع کل منطقه، طرح‌ریزی شود. بهره‌برداری ارزان و ایمن از راه‌ها از مهمترین عوامل مورد نظر استفاده کنندگان است. در عین حال به منظر آرای، اثرات اجتماعی و اقتصادی نیز توجه خاص مبذول می‌شود.

در طرح راه‌ها برای این مسئله که ایجاد ارتباط مورد نظر، چه هزینه‌هایی از سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهد و بازده آن در کل سیستم ارتباطات به چه میزان است باید توجه کافی مبذول داشت، تا اولویت راه مورد نظر در کل سیستم راه‌سازی کشور از نظر منافع و اهداف و ارزش‌های اجتماعی و ملی معلوم شود.

در این مطالعات باید هماهنگی طرح هندسی با نیازمندی‌های حجم ترافیک در ساعات اوج با توجه به طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه و هم‌چنین انواع وسایل حمل و نقل برای دستیابی به هدف نهایی که همان افزایش امکان حرکت و ایمنی بهره‌برداری از راه است مورد نظر باشد.

### ۱-۳-۱-۳ موردهای استفاده از آیین‌نامه‌ها و راهنماهای طرح هندسی راه‌ها

در طرح هندسی راه‌ها، معمولاً حداقل معیارهای طراحی مورد اشاره در نظر گرفته می‌شود و بدیهی است در موردهایی که تحلیل منفعت به هزینه و حجم ترافیک و شرایط ایمنی راه اجازه می‌دهد می‌توان گام را فراتر گذاشته و مقادیر بالاتر از حداقل مورد اشاره در آیین‌نامه راه، در طراحی مورد توجه قرار داد. از آنجا که بعضی از راه‌ها قبل از نشر این آیین‌نامه ساخته شده‌است، ممکن است در بخش‌هایی از مسیر، معیارهای این آیین‌نامه رعایت نشده باشد. بدیهی است تغییر معیارها برای راه‌های موجود می‌تواند مستلزم هزینه‌های غیر ضروری معتنابهی گردد. در چنین موردهایی با بررسی‌های فنی و اقتصادی و تجزیه و تحلیل آمار تصادف‌ها می‌توان نسبت به اصلاح طرح هندسی راه‌های موجود و نصب جان‌پناه‌ها و تأمین روشنایی و اصلاح پیچ‌ها و ساختمان بریلندی و خط‌کشی و نصب علائم و امثال آن اقدام کرد. در این آیین‌نامه، معیارهای طرح هندسی راه‌ها برحسب اهمیت آنها از نظر توسعه راه‌های کشور و اینکه چه نوع خدمتی را تحت شرایط ترافیکی پیش‌بینی شده، برای آینده تأمین می‌کند، به شرح زیر طبقه‌بندی شده‌است.

#### ۱-۳-۱-۱ معیارهای اجباری

معیارهای اجباری آنهایی است که برای تأمین هدف‌های طراحی مورد نیاز است. چنین معیارهایی مانند این بند با حروف درشت‌تر از سایر متن چاپ‌شده و در آنها از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.

#### ۱-۳-۲ معیارهای توصیه شده

معیارهای توصیه شده، مانند این بند با حروف معمولی چاپ شده و در آنها از واژه «بتر است» و یا «می‌تواند» استفاده

گردیده است.

#### ۱-۳-۳-۳ معیارهای کنترل‌کننده

برای تأمین ایمنی راه‌ها باید به معیارهای کنترل‌کننده زیر توجه کرد.

۱- سرعت طرح ۷- عرض خط عبور

۲- عرض شانه ۸- عرض پل

۳- قوس‌های افقی (پیچ‌ها) ۹- قوس‌های عمودی (خم‌ها)

۴- شیب‌های طولی ۱۰- حداقل فاصله دید توقف

۵- شیب‌های عرضی ۱۱- بریلندی

۶- عرض آزاد ۱۲- ارتفاع آزاد

کلیه معیارهای فوق از نوع معیارهای اجباری است.

#### ۱-۳-۴-۱ سایر معیارها

سایر معیارها که در آینده تهیه خواهد شد شامل معیارهای خط‌کشی و علائم جانمایی، سیستم جانپناه‌ها، چراغ‌های راهنمایی و روشنایی راه است.

#### ۱-۴-۱ موردهای عدول از معیارها

##### ۱-۴-۱-۱ معیارهای اجباری طرح هندسی

موردهای عدول از معیارهای اجباری این آیین‌نامه، باید به تصویب کمیته‌ای که توسط وزارت راه و ترابری تعیین خواهد شد، برسد. از موردهای مصوب نمی‌توان به طور عام استفاده کرد.

##### ۱-۴-۲ معیارهای توصیه شده

برای عدول از معیارهای توصیه شده، تأیید مرجع تصویب‌کننده طرح لازم است.

## فصل دوم - اختصارات و تعاریف

### ۱-۲ اختصارات

اختصاراتی که در این آیین‌نامه به آن اشاره شده است بشرح زیر

است:

آشتو

جامعه آمریکایی ادارات کل راه و ترابری

*American Association of State Highway and*

*Transportation Officials (AASHTO)*

اف ای ای

اداره هواپیمایی فدرال

*Federal Aviation Administration (FAA)*

اف ای آر

مقررات هواپیمایی فدرال

*Federal Aviation Regulation (FAR)*

ای ای دی تی

متوسط ترافیک روزانه یکسال

*Average Annual Daily Traffic (AADT)*

ای ای دی تی

متوسط ترافیک روزانه

*Average Daily Traffic (ADT)*

ایکائو

سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری

*International Civil Aviation Organization (ICAO)*

بِثِ اِ اِم

دفتر مرکزی مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

*Le Bureau Central d'Etudes pour les Equipements*

*d'Outre Mer (BCEOM)*

کلتزس

اداره راه و ترابری کالیفرنیا

*California Department of Transportation (CalTrans)*

مترت

مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری

*Road and Transportation Research Center (RTRC)*

### ۲-۲ تعاریف

بعضی از واژه‌های مهم بشرح زیر تعریف شده است:

#### ۱-۲-۲ انواع راه‌ها

آزادراه

راهی با حداقل چهار خط عبور که مسیرهای رفت و برگشت از هم جدا شده و بدون تقاطع همسطح، بدون دسترسی از حاشیه، ممنوعیت عبور پیاده و دوچرخه و سایر وسایل نقلیه غیرموتوری، ورود و خروج با زاویه کم و در موردهایی ممنوعیت عبور تمام یا بخشی از وسایل نقلیه تجاری.

بزرگراه

مانند آزادراه ولی با امکانات محدود تقاطع هم سطح و دسترسی

از حاشیه

کنارگذر

آن بخش از مسیر راه که به جای عبور از شهر، از خارج محدوده ۲۵ ساله شهر عبور کند.

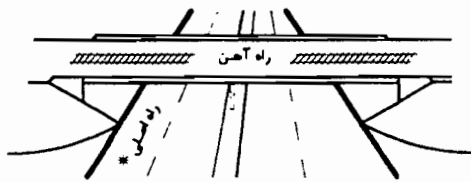
کمربندی و نیم‌کمربندی

مسیری است که هسته یا هسته‌های مرکزی شهر را دورزده و از داخل محدوده ۲۵ ساله عبور می‌کند. کمربندی نقش مهمی در کاهش تراکم شبکه خیابان‌های شهری داشته و ضرورت ندارد به صورت یک مدار بسته باشد.

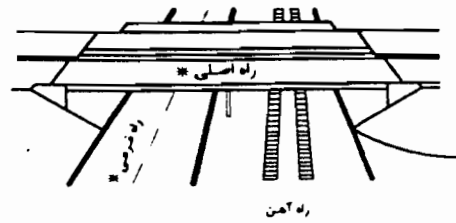
راه عوارضی	قرار می‌گیرد.
راهی که برای استفاده از آن باید عوارض (حق عبور) پرداخت.	کف راه
راه جدا شده	آن بخش از سطح راه که برای عبور و توقف اضطراری وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.
راهی که مسیرهای رفت و برگشت به وسیله میانه‌ای ثابت یا متغیر، از هم جدا شده باشد.	سواره رو
راه اصلی درجه یک	آن بخش از کف راه که برای عبور وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.
راه اصلی دوطرفه با سواره‌روی آسفالتی به عرض حداقل ۷/۳ متر و شانه هر طرف به عرض حداقل ۱/۸۵ متر	شانه
راه اصلی درجه دو	آن بخش از کف راه که برای توقف اضطراری وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.
راه اصلی دوطرفه با سواره‌روی آسفالتی به عرض حداقل ۷ متر و شانه در هر طرف به عرض حداقل یک متر	بربلندی
سبزینه راه	شیب عرضی یکسره روسازی در امتداد شعاع پیچ.
آزادراه یا بزرگراهی که معمولاً از داخل مناطق جنگلی یا درختکاری شده عبور می‌کند و مخصوص ترافیک غیرتجاری است.	جداکننده بیرونی
راه فرعی درجه یک	آن بخش از عرض راه که بین لبه سواره‌روهای راه جانبی و مسیر اصلی قرار گرفته است.
راه با دو خط عبور و سواره‌روی روسازی شده به عرض ۶/۵ متر و شانه در هر طرف به عرض یک متر	حاشیه راه
راه فرعی درجه دو	فضای حداقل بستر راه و متبالتیبه حریم و همچنین اراضی حداقل بستر راه‌های رفت و برگشت در راه‌های مجزا
راهی با سواره‌روی شنی به عرض سواره‌روی ۵/۵ متر	میانه
زیباراه	آن بخش از عرض حریم راه که در حد فاصل (بین) مسیر رفت و برگشت قرار گرفته و مسیرهای رفت و برگشت را از هم جدا می‌کند.
راهی که از مناطق خوش منظره عبور کند.	خط عبور
راه دسترسی	بخشی از سواره‌رو که در طول مسیر، به عبور یک ستون و سبیله نقلیه اختصاص می‌یابد.
راهی برای تأمین دسترسی به زمین‌های کنار و یا نزدیک راه	خط عبور میانه
۲-۲-۲ مقاطع عرضی	آن بخش از میانه که به عبور وسایل نقلیه (معمولاً برای گردش به چپ) اختصاص می‌یابد.
بستر روسازی راه	سطح تمام شده خاکی راه که مصالح لایه‌های روسازی روی آن

خط عبور کمکی	عبور از رو
بخشی از سواره‌رو که به‌طور اضافی برای کمک به ظرفیت، ترافیک بهم‌بافته یا تغییر سرعت ساخته شده است.	مسیر عبور از روی راهی دیگر بدون ارتباط ترافیکی
خط تغییر سرعت	عبور از زیر
آن بخش از سواره‌رو که برای نزدیک و یا کاهش سرعت وسایل نقلیه گردشی اختصاص داده می‌شود.	مسیر عبور از زیر راهی دیگر بدون ارتباط ترافیکی
خط افزایش سرعت	روگذر
خط تغییر سرعت ولی برای افزایش سرعت	مسیر عبور از روی نوعی دیگر از سیستم ترافیک مانند عبور از بالای راه‌آهن یا پل پیاده‌رو
خط کاهش سرعت	زیرگذر
خط تغییر سرعت ولی برای کاهش سرعت	مسیر عبور از زیر نوع دیگری از سیستم ترافیک مانند مسیر عبور از زیر راه‌آهن یا عبور پیاده‌رو از زیر راه
خط مخصوص گردش	جدایی سطوح عبور
آن بخش از سواره‌رو که به ترفیک گردش به چپ یا راست اختصاص داده می‌شود.	جدایی عمودی بین سواره‌روی دو مسیر هم‌نوع بدون ارتباط ترافیکی
شماره خط عبور	۲-۲-۴ تقاطع‌ها و تبادله‌ها
در راه‌های چند خطه برای تعیین خطوط هر طرف از شماره‌گذاری استفاده می‌شود و خط عبور شماره یک در سمت راست و کنار شانه راه قرار دارد.	طرح هندسی
فاصله دید توقف	طرح بخش‌های قابل رویت مانند مسیر افقی، نیمرخ طولی، فاصله‌های دید، شیب‌ها و نیمرخ عرضی
حداقل فاصله‌ای که وسیله نقلیه از لحظه مشاهده مانع توسط راننده، تا توقف طی می‌کند.	تقاطع
راه چند خطه	محل تلاقی هم‌سطح دو یا چند راه
راه‌های با بیش از دو یا سه خط عبور و راه‌های جداشده با حداقل دو خط عبور در هر طرف از راه‌های چندخطه می‌نامند.	جریان‌بندی
	مشخص کردن مرز مسیرهای عبور در تقاطع با خط‌کشی، علامت‌گذاری یا جدول‌سازی
	سطح تقاطع
	سطح مشترک بین سواره‌روی راه‌های متقاطع
	لچکی
سازه فلزی، بتنی و یا با مصالح ساختمانی برای عبور از روی آب یا مسیری دیگر	بخشی از سواره‌رو برای ورود به خط عبور اضافی یا خروج از آن

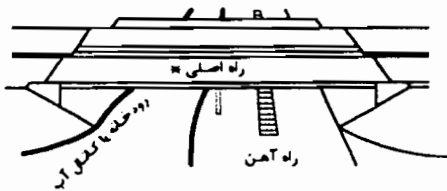
۲-۲-۳ ابنیه بونی (شکل ۲-۱)



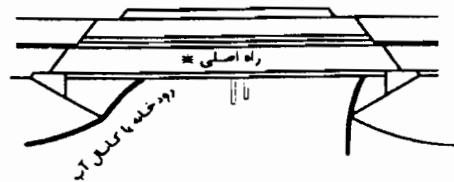
زیر گذر



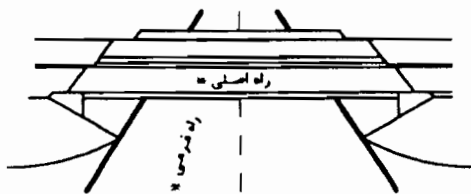
رو گذر



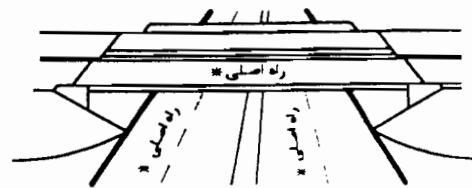
پل و رو گذر



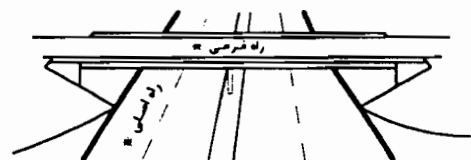
پل



عبور از زیر



جدائی سطوح عبور



عبور از رو

\* آزاد راه - بزرگراه و یا راه اصلی

شکل ۱-۲ انواع ابنیه فنی

جزیره

انتخاب مسیر طراحی می شود.

محوطه‌ای از راه که به وسیله حاشیه روسازی، خط کشی، جدول و امثال آن، جریان‌های ترافیک را مجزا می کند.

مثلث دید

در تقاطع‌ها به مثلثی گفته می شود که یک رأس آن در محل

سطح برگشت

فرضی چشم راننده، رأس دیگر در محل فرضی وسیله نقلیه مسیر

بخشی از سواره‌رو که برای ایجاد امکان جریان اشتباه راننده در

مقاطع و رأس سوم آن در محل برخورد دو امتداد عبور قرار دارد.

## تبادل

مجموعه مسیرهای یک تقاطع غیر همسطح که کلیه عبورهای اصلی بدون تقاطع (با استفاده از بل) و رابطها (جهتی، گرد راهه و یا نیمه جهتی) با زاویه کم و گاهی با تقاطع هم سطح از مسیری خارج و یا به مسیری می پیوندند.

## تبادل کامل

تبادلی که کلیه عبورها و گردشها در آن امکان پذیر باشد.

## تبادل چهارراهی

تبادل بین دو مسیر اصلی متقاطع

## تبادل شبدری

تبادلی که کلیه گردش به چپهای آن با استفاده از گردراهه انجام می گیرد.

## تبادل لوزوی

تبادلی با چهار رابط که گردش به چپها از طریق تقاطع همسطح انجام می گیرد.

## تبادل نیمه لوزوی

تبادلی لوزوی با دو رابط

## تبادل نیمه شبدری

تبادلی شبدری که بخشی از گردشها یا حذف و یا به وسیله تقاطع هم سطح در روی مسیر فرعی انجام می شود.

## تبادل جهتی

تبادلی که تمام گردشهای آن در جهت حرکت از مسیر اولیه خارج و از همان جهت به مسیر ثانوی وارد می شود.

## تبادل نیمه جهتی

تبادلی که بعضی از عبورها از جهت خود خارج نشده یا از جهت خود وارد نمی شود مانند گردش به چپ وقتی که رابط از طرف راست مسیر خارج گردد.

## تبادل ناقص

تبادلی که در آن بعضی از گردشها امکان پذیر نیست.

## تبادل سه راهی

تبادل بین یک مسیر اصلی و یک مسیر منتهی به آن

## تبادل شیپوری

تبادل سه راهی با یک گردش به چپ گردراهه و یک گردش به

چپ نیمه جهتی و دو گردش به راست جهتی

## شاخه تبادل یا تقاطع

بخشی از مسیر راه که در یک طرف تقاطع یا تبادل قرار دارد.

## شاخه ارتباطی

راهی یک طرفه برای ایجاد ارتباط اصلی بین دو آزادراه

## رابط

راهی یک طرفه برای ایجاد ارتباط فرعی بین یک مسیر و

## مسیری دیگر

## رابط جهتی

رابطی که برای گردش (مثلاً به چپ) از همان طرف از مسیر

اصلی جدا و از همان طرف به مسیر متلاقی می پیوندند.

## رابط نیمه جهتی

رابطی که برای گردش از طرف راست مسیر خارج ولی از طرف

چپ وارد یا اینکه از طرف چپ مسیر خارج و از طرف راست

وارد مسیر متلاقی می شود.

## گرد راهه

رابطی که در پلان تبادل تقریباً به شکل حلقه و عموماً مخصوص

گردش به چپ است.

## بخش ترافیک بهم بافته

بخشی از مسیر که در فاصله دماغه ترافیک همگرا و دماغه

ترافیک واگرا قرار گرفته است.

سرعت	۲-۲-۵ ترافیک
سرعت وسیله نقلیه بر حسب کیلومتر در ساعت	ترافیک متوسط روزانه یکسال
سرعت طرح	حجم کل ترافیک عبوری از محل معین یک راه در یکسال، تقسیم بر ۳۶۵ روز
سرعتی است که طراحی هندسی راه براساس آن صورت می‌گیرد.	حجم متوسط ترافیک روزانه
خودروی طرح	حجم کل ترافیک عبوری از محل معین یک راه تقسیم بر تعداد روزهای آمارگیری (معمولاً کمتر از یکسال)
خودرویی که طراحی راه (عرض خط عبور، شیب‌ها، پیچ‌ها و خم‌ها) بر اساس نیازمندی‌های حرکت و گردش راحت و بدون اشکال آن صورت می‌گیرد.	حجم ترافیک روزانه
حجم ترافیک طرح	جمع کل وسایل نقلیه‌ای که طی یک شبانه‌روز از محل معین یک راه عبور می‌کند.
برآورد تعداد وسیله نقلیه عبوری در ساعت که برای طراحی راه مورد استفاده قرار می‌گیرد.	حجم ترافیک ساعتی
ضریب توزیع جهتی	تعداد وسیله نقلیه عبورکننده از محل معین یک راه تقسیم بر زمان آمارگیری بر حسب ساعت
درصد حجم ترافیک یک جهت راه در ساعت اوج نسبت به هر دو جهت	حجم سی‌امین ساعت اوج سال
واگرایی	حجم ترافیک ساعت اوج که فقط ۲۹ ساعت در سال، حجم ترافیک از آن بیشتر است.
ادامه یک مسیر در دو مسیر جداگانه با زاویه کم	تأخیر
همگرایی	تفاوت زمانی استفاده از یک سیستم یا شرایط در مقایسه با سیستم یا شرایطی دیگر
تزدیک شدن دو مسیر جداگانه با زاویه کم و ادامه در یک مسیر	تراکم
سر فاصله	تعداد وسیله نقلیه در طول یک کیلومتر از یک خط عبور
فاصله زمانی عبور سپر جلوی دو خودروی پشت سر هم از محل معین راه (بر حسب ثانیه)	سال طرح
فاصله دو خودرو	سال‌هایی که راه برای تأمین نیازهای حجم ترافیک آن طراحی می‌شود (معمولاً بیست سال بعد).
فاصله بین سپر عقب خودرو جلویی با سپر جلوی خودروی عقبی همان خط عبور بر حسب متر	ساعت طرح
سطح خدمت	ساعتی از سال طرح که طراحی برای حجم ترافیک آن انجام می‌شود (معمولاً درصدی از ترافیک متوسط روزانه سال طرح).
کیفیت جریان ترافیک از نظر سرعت، تراکم، ایمنی و راحتی	
حجم ترافیک ساعت اوج	
تعداد وسیله نقلیه‌ای که در ساعت اوج شبانه‌روز از مقطع راه	



عبور می‌کند.	ترافیک بهم‌بافته
نسبت ترافیک ساعت اوج	عبور دو جریان ترافیک هم‌جهت از یکدیگر در طول یک مسیر
حجم ترافیک ساعت اوج نسبت به حجم متوسط ترافیک روزانه	مشترک
ضریب ساعت اوج	کنترل ترافیک رابط
نسبت حجم ترافیک ساعت اوج، به حاصلضرب حداکثر حجم ترافیک در مدت مشخصی از ساعت اوج در عکس نسبت این مدت مشخص به یک ساعت (مثلاً اگر حجم ترافیک ساعت اوج ۱۸۰۰ وسیله‌تقلیه و حداکثر حجم ترافیک در یک ربع ساعت ۵۰۰ وسیله باشد، ضریب ساعت اوج می‌شود: $0.9 = \frac{1800}{500 \times 4}$ )	کنترل ترافیک رابط ورودی به آزادراه از طریق نصب چراغ راهنمایی برای افزایش توان عبور ترافیک در آزادراه‌ها و کاهش تأخیر در کل سیستم
سرعت حرکت	
مسافت بین دو نقطه بر حسب کیلومتر تقسیم بر مدت حرکت مربوط به آن، بر حسب ساعت	
مدت حرکت	
مدت زمان مسافت از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر بدون در نظر گرفتن زمان توقف	
وسایل کنترل ترافیک	
شامل کلیه علائم، چراغ‌های راهنمایی و لوازم و تجهیزات مربوط به آن	
خط کشی	
خط‌های طولی و عرضی، پیوسته و ناپیوسته، به عرض ۱۰ سانتیمتر و بیشتر با رنگ‌های سفید و زرد	
علائم ترافیک	
کلیه علائمی که برای دادن اطلاعات، جلب توجه به وضع راه و یا مقررات نصب می‌شود.	
چراغ راهنمایی	
وسیله‌ای برای تنظیم ترافیک با روشنایی سبز، زرد و قرمز که به طور متناوب روشن و خاموش می‌شود.	



## فصل سوم - طبقه‌بندی و درجه‌بندی راه

## ۱-۳ سابقه

جدید است. آزادراه‌ها ارتباط سریع را بدون داشتن مزاحمت از حاشیه مسیر ایجاد می‌کند. بزرگراه‌ها نیز مانند آزادراه‌ها، ولی امکان‌های محدودی برای دسترسی از حاشیه و تقاطع هم سطح دارد و بالاخره راه‌های اصلی جداشده، امکان بیشتری از نظر دسترسی ایجاد می‌کند.

شبکه راه‌های کشور، بهتر است به گونه‌ای مطالعه و طراحی شود که دسترسی‌ها از طریق راه‌های فرعی و مورد‌های محدودتری از راه‌های اصلی، ولی عبورهای عمده از طریق راه‌های اصلی جداشده و بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها انجام شود. در طراحی راه‌ها باید به ورود و خروج وسایل نقلیه و نزدیک شدن و دور شدن جریان‌های عبوری طوری توجه شود که سبب تراکم فوق‌العاده و راه‌بندان نگردد. بهسازی و توسعه قسمت‌های مختلف شبکه نیز، بهتر است با انگیزه رفع تنگناها و افزایش کارایی آن صورت گیرد.

## ۳-۳ طبقه‌بندی راه

## ۱-۳-۳ مقدمه

در این آیین‌نامه، راه‌های کشور از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه‌بندی شده است.

## ۲-۳-۳ راه هموار (دستی)

زمین محدوده عبور راه، هموار (دست) است. شیب عمومی خط بزرگترین شیب محدوده و شیب طولی راه، حداکثر به ۳ درصد می‌رسد. راه دارای خاکریزهایی به بلندی تا ۲/۵ متر و گاهی برش‌های کم عمق می‌باشد.

## ۳-۳-۳ راه تپه ماهوری

زمین محدوده عبور، پستی و بلندی ملایمی دارد. خط

طبقه‌بندی راه‌ها، از نقطه نظرهای مختلف و به منظورهای گوناگون، برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم‌گیری مدیران و بالاخره نیاز ارتباطی جامعه، امری ضروری است که از دیرباز به شیوه‌های مختلف، مورد عمل قرار گرفته است. با مشخص شدن نوع راه (مثلاً راه اصلی)، تعیین مسیر و مشخصات هندسی به وسیله مهندس طراح ممکن می‌شود. تأمین اعتبار و تخصیص منابع مالی برای مدیران و مسئولین، باروشن شدن نقش کشوری راه (مثلاً راه سراسری یا ملی، راه استانی و ...)، مقدور خواهد شد، لیکن طبقه‌بندی راه درایران، از گذشته دور براساس وضع راه از نظر پستی و بلندی صورت گرفته که در این آیین‌نامه از همان رویه استفاده شده است.

## ۲-۳ فلسفه طراحی شبکه

طراحی شبکه راه‌ها براساس نوع استفاده مورد نظر از راه صورت می‌گیرد. راه‌ها از نظر نوع و موقعیت در شبکه، به درجه‌های مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند. راه‌های محلی و روستایی که ارتباط مناطق روستایی، را با راه‌های فرعی یا اصلی تأمین می‌کند، جزو شبکه راه‌های وزارت راه و ترابری نمی‌باشد. راه فرعی، ترافیک کوچک محلی و روستایی را جمع و برای ارتباط با مناطق عمده فعالیت، مانند شهرها، به راه اصلی متصل می‌سازد. دسترسی به راه‌های فرعی و اصلی و در مورد‌هایی محدود، بزرگراه‌ها، از حاشیه راه آزاد است، ولی در شرایط خاص در مورد راه‌های اصلی نیز محدودیت‌هایی می‌توان اعمال کرد که ارتباط به راه اصلی، مانند بزرگراه‌ها، فقط از محل‌های خاص امکان‌پذیر باشد. راه‌های اصلی، در گذشته، نقش ستون فقرات شبکه راه‌های کشور را داشته که با ساخت و بهره‌برداری از آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها در حال انتقال وظایف خود به این راه‌های



ب- راه فرعی درجه دو با دو خط عبور و سواره روی شنی  
به عرض ۵/۵ متر به اضافه شانه کتی طرفین

### ۳-۴-۶ راه روستایی

نقش این راه، تأمین ارتباط کاملاً محلی و محدود بین روستاها، یا اتصال روستاها به راه‌های فرعی (و احتمالاً اصلی) است. کم بودن ترافیک و پایین بودن هزینه اجرا، شاخص مهم این نوع راه است.

در این آیین نامه، راه روستایی مورد بحث قرار نمی‌گیرد.



## فصل چهارم - مبانی طراحی

## ۱-۴ کلیات

ابعاد و ویژگی‌های انواع وسایل نقلیه که از راه استفاده می‌کند در طرح هندسی راه مؤثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح و سرعت، اولین گام در مطالعات طرح هندسی راه است. پیش‌بینی حجم ترافیک در آینده (دور و نزدیک) و درجه بندی راه (از نظر کنترل دسترسی) عوامل عمده‌ای در تعیین تعداد خط‌های عبور - با توجه به گنجایش هر خط عبور در کیفیت ترافیک مورد نظر - به شمار می‌رود. برای طرح هندسی راه‌ها از خودروی طرحی استفاده می‌شود که در بین خودروهای استفاده کننده از راه بیشترین نیاز را دارد. در مورد‌های خاصی که حجم ترافیک و مطالعات اقتصادی، با توجه به تجاوزهای مختصر و بدون خطر به خط‌های عبور مجاور، استفاده از خودروی طرح با نیازمندی‌های بیشتری را توجیه نکند. می‌توان از خودروی طرح با نیازهای کمتر صرف نظر کرد.

گرچه در نشریه‌های کشورهای توسعه یافته، خودروها به شائزده گروه تقسیم شده‌اند ولی از نظر طرح هندسی با توجه به این که بیشتر خودروها از راه عبور می‌کنند استفاده از سه یا چهار نوع خودروی طرح کافی است.

سرعت طرح، در طول و انحنای پیچ‌ها و خم‌ها تأثیر مستقیم دارد. شعاع پیچ‌ها بهتر است در صورت امکان زیاد در نظر گرفته شود. انتخاب سرعت طرح زیاد، دلیل بر انتخاب و تعیین سرعت حرکت زیاد برای عبور از راه نیست ولی انتخاب شعاع‌های بیشتر، موجب کمتر شدن طول راه، ایمنی بیشتر و زیبایی آن خواهد شد. انتخاب پیچ‌های با شعاع بزرگ‌تر در مورد راه‌هایی که در اراضی هموار (دشت) قرار دارد بسیار صحیح است. این روش، بهتر است در راه‌های مناطق تپه ماهوری یا کوهستانی نیز، به شرطی که موجب اضافه هزینه قابل توجهی نشود، اعمال گردد.

## ۲-۴ خودرو طرح

تعیین اجزای هندسی راه مانند: حداقل عرض، ارتفاع آزاد، شعاع گردش و فاصله دید، بر اساس مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه‌ای انجام می‌گیرد که از راه استفاده می‌کند. از آنجا که تفاوت بین ابعاد وسایل نقلیه زیاد است، لازم است، چند وسیله نماینده، که ابعاد آنها نشان دهنده بحرانی‌ترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است، انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می‌نامند. علت استفاده از چند خودروی طرح این است که در بعضی مورد‌ها مثل فاصله دید، خودروهای کوچکتر و در مورد‌های دیگر مانند شعاع پیچ، خودروهای بزرگتر، بحرانی‌ترین وسیله می‌باشد.

## ۱-۲-۴ مشخصات عمومی

برای تعیین بعضی از اجزای هندسی راه، لازم است، مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه به طور دقیق‌تری مورد توجه قرار گیرد. برای طرح راه از چهار نوع خودرو طرح: سواری، اتوبوس، تریلی بزرگ و کامیون با یدک، استفاده شده است.

## ۲-۲-۴ حداقل شعاع گردش در تقاطع‌ها

حداقل شعاع گردش، برای چهار نوع خودرو طرح، در شکل‌های ۱-۴ تا ۴-۴ نشان داده شده است. ابعاد اصلی که در طرح هندسی تأثیر می‌گذارد، عبارت است از:

- فاصله محور جلو و عقب

- فاصله بیرونی چرخ‌های یک محور و حداقل شعاع گردش (مسیر داخلی و خارجی چرخ‌ها)

مقادیر بالا برای خودروهای طرح در جدول ۱-۴ داده شده است. کامیون و اتوبوس نسبت به سواری طرح، عرض بیشتری دارد و فاصله محور جلو و عقب و همچنین حداقل شعاع گردش

آنها نیز بیشتر است. اتوبوس‌ها در مقایسه با اکثر تریلی‌ها، دارای حداقل شعاع گردش داخلی بزرگتر ولی شعاع خارجی کوچکتری است لذا تریلی‌های بزرگ، در موقع گردش، به خط عبورپهن تری نیاز دارد. شعاع‌های گردش حداقل مندرج در جدول ۴-۱ فقط برای سرعت‌های تا ۱۵ کیلومتر در ساعت، درست است.

در بیشتر راه‌هایی که محل عبور کامیون و تریلی است، به ویژه در محل‌هایی که گردش‌ها با جدول و جزیره جریان‌بندی شده صورت می‌گیرد، باید کامیون با یدک مبنای طرح قرار داده شود. حتی در معابری که تریلی به ندرت از آنها عبور می‌کند عرض روسازی باید به اندازه کافی در نظر گرفته شود تا خودرو مذکور بتواند از آن عبور

کند. اگرچه طرح راه بر مبنای وسیله نقلیه‌ای صورت می‌گیرد که استفاده‌کننده اصلی راه است، اما راه باید همیشه برای بزرگترین خودرویی که ممکن است از آن عبور کند، کنترل شود تا خودروی مذکور، هرچند با تجاوز به خطوط عبور دیگر، ولی با ایمنی و بدون خطر، قادر به عبور از آن باشد.

در طراحی تقاطع‌ها، پس از انتخاب خودرو طرح، از الگوهای داده شده با مقیاس مناسب استفاده می‌شود. بخش شروع گردش در امتداد مسیر ورود به تقاطع و بخش پایان گردش در امتداد مسیر خروج از تقاطع قرار داده شده و با رعایت فاصله حداقل ۶۰ سانتی‌متر از کنار مسیر چرخ‌های جلو و عقب، موقعیت کناره روسازی تعیین می‌شود.

جدول ۴-۱ اندازه‌های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر)

خودرو طرح				مشخصات
کامیون با یدک	تریلی بزرگ	اتوبوس	سواری	
۱۸/۴**	۱۵/۲*	۷/۶	۳/۴	فاصله محور جلو و عقب
۰/۶	۰/۹	۲/۱	۰/۹	پیش‌آمدگی جلو
۰/۹	۰/۶	۲/۴	۱/۵	پیش‌آمدگی عقب
۱۹/۹	۱۶/۷	۱۲/۱	۵/۱	طول وسیله نقلیه
۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۱	عرض وسیله نقلیه
۴/۱	۴/۱	۴/۱	متغیر	ارتفاع وسیله نقلیه
۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵	ارتفاع برای طرح
۶/۸	۵/۹	۷/۴	۴/۲۰	حداقل شعاع دایره داخلی گردش
۱۳/۷	۱۳/۷	۱۲/۸	۷/۳	حداقل شعاع دایره خارجی گردش

یادداشت: مهندسین مشاور می‌توانند که از اتوکد (AutoCAD) برای تهیه

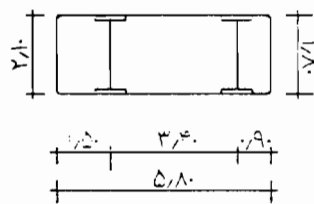
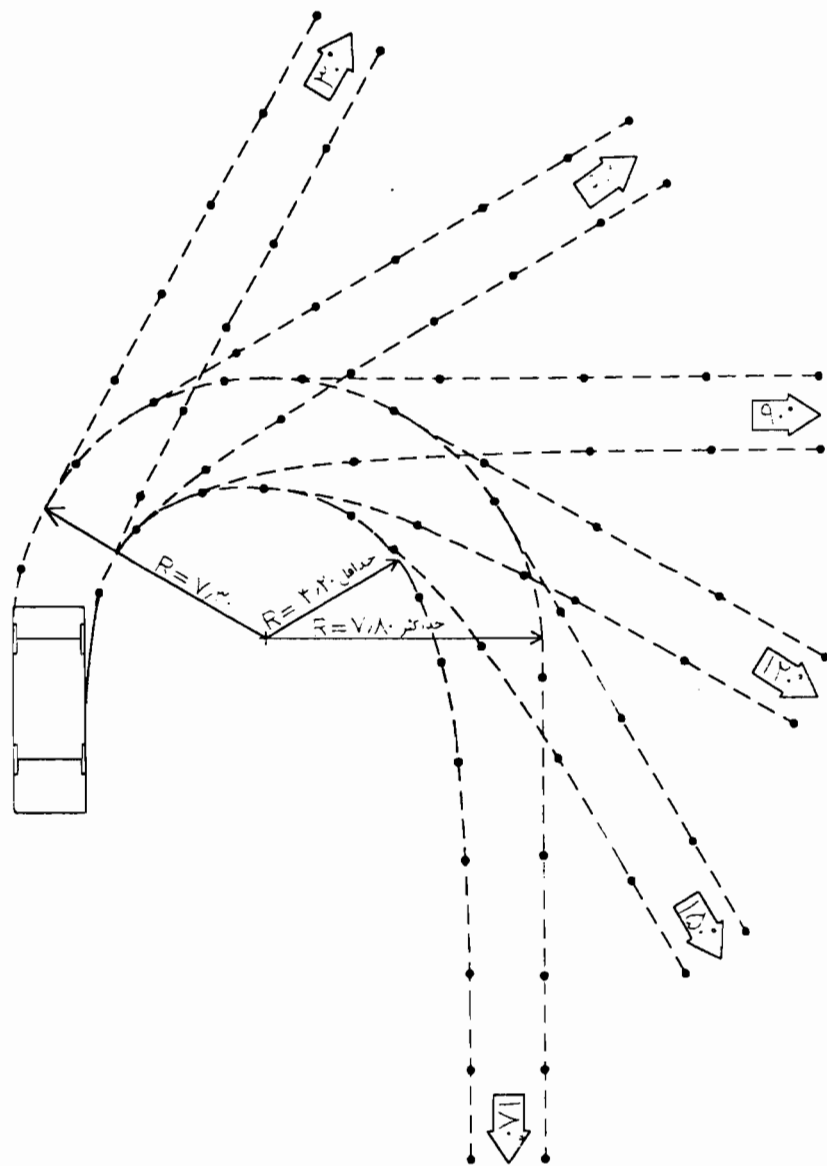
$$* 15.2 = 4.9 + 1.2 + 7.9 + 1.2$$

نقشه‌های خود استفاده می‌کنند می‌توانند که پرونده شکل‌های ۴-۱ تا

$$** 11.4 = 3.6 - 6.1 + 2.3 + 6.4$$

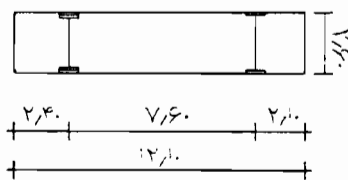
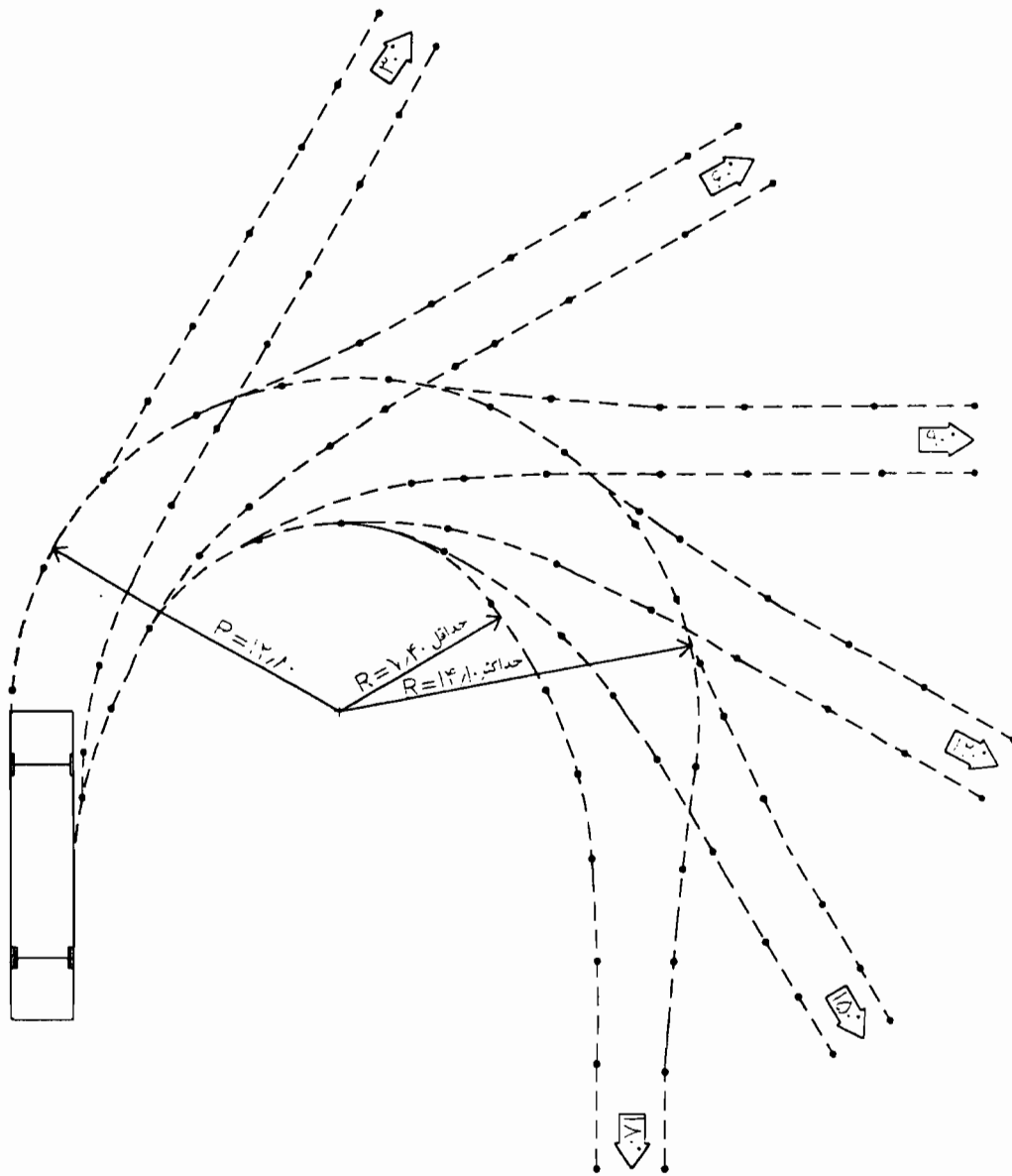
۴-۴ را از مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری دریافت کنند.





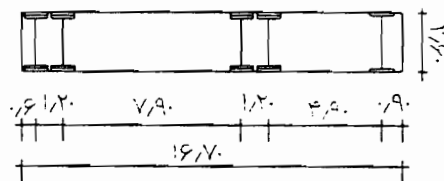
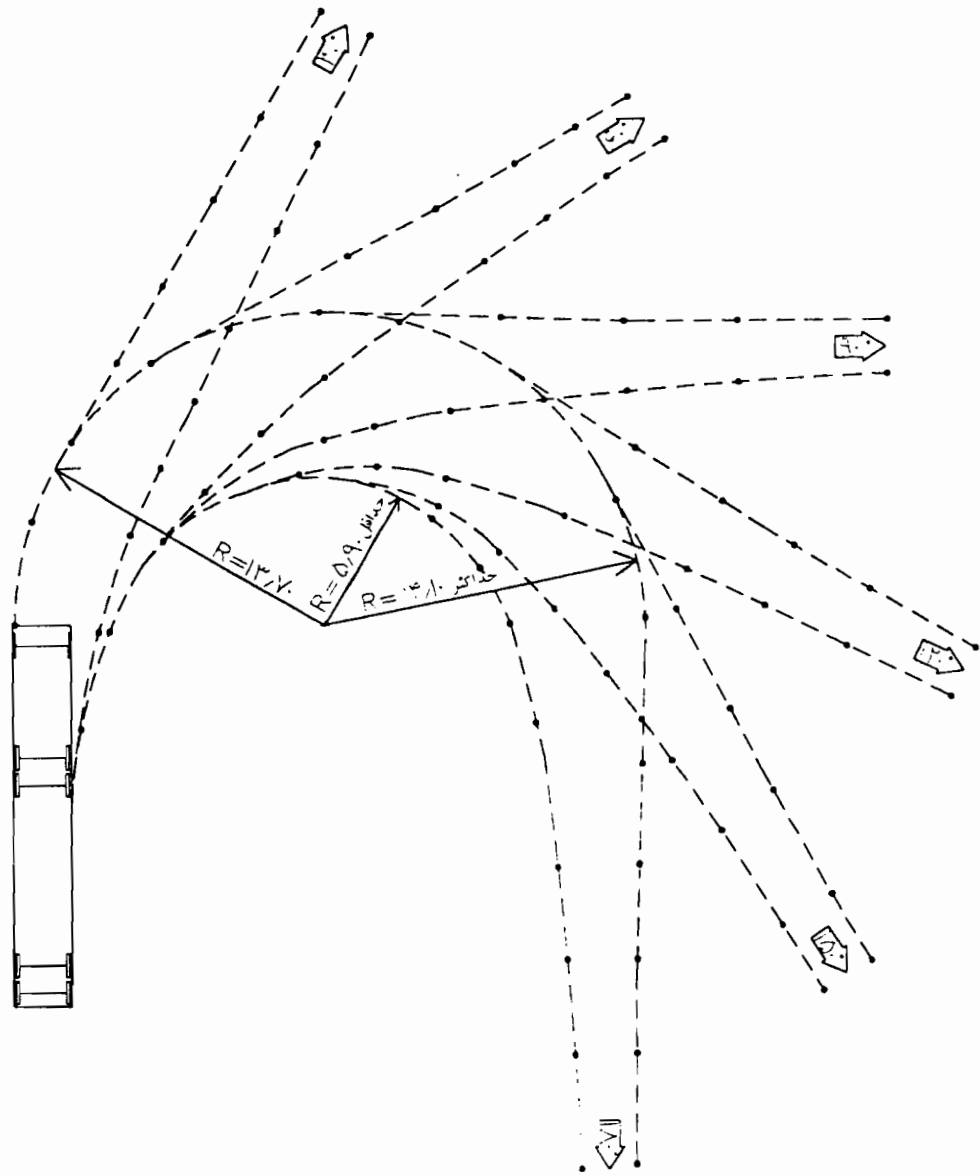
مقیاس به متر

شکل ۴-۱ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح. سواری



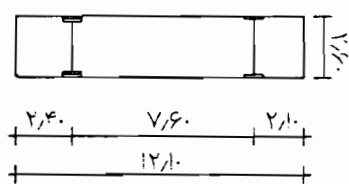
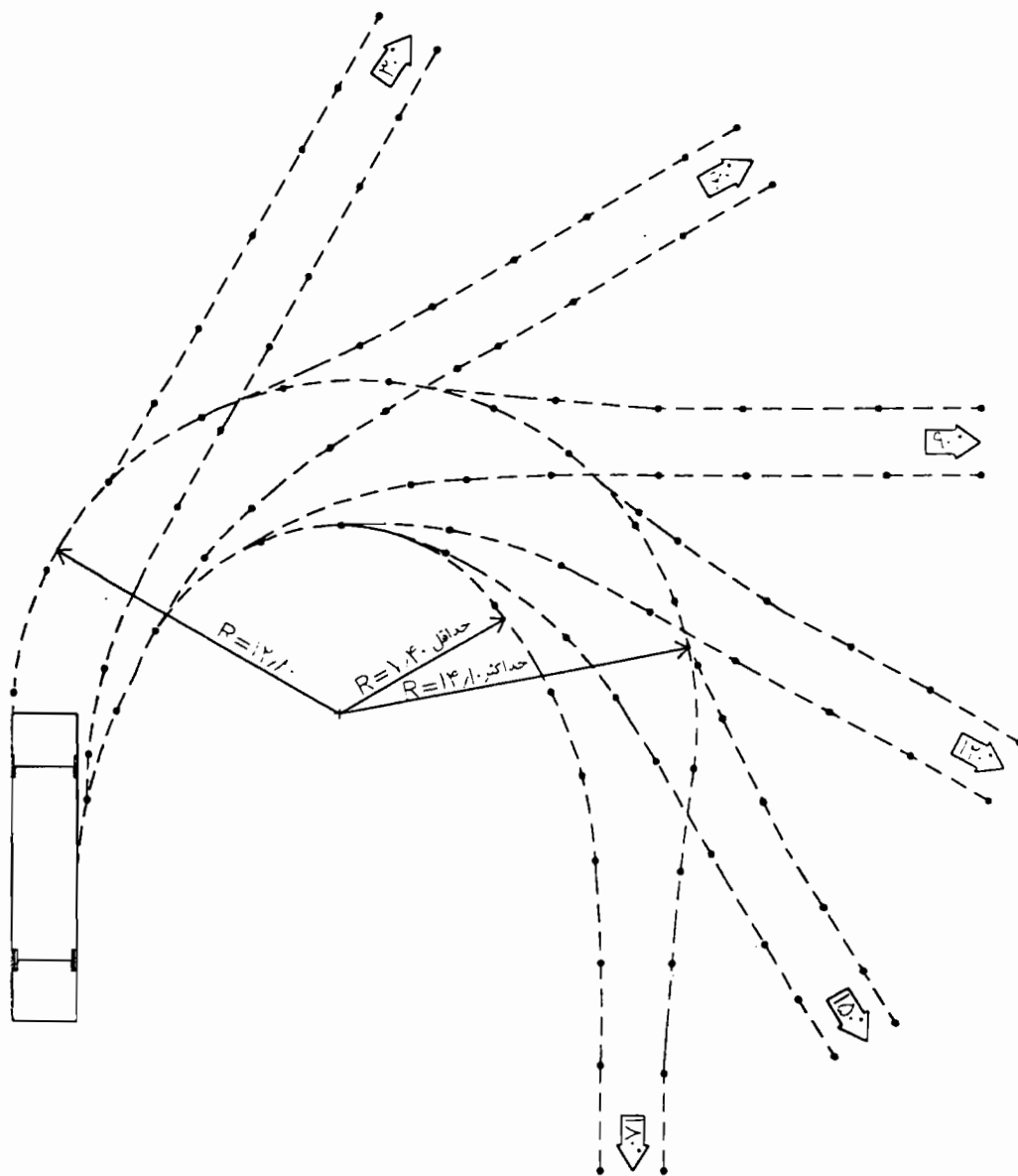
مقیاس به متر

شکل ۴-۲ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس



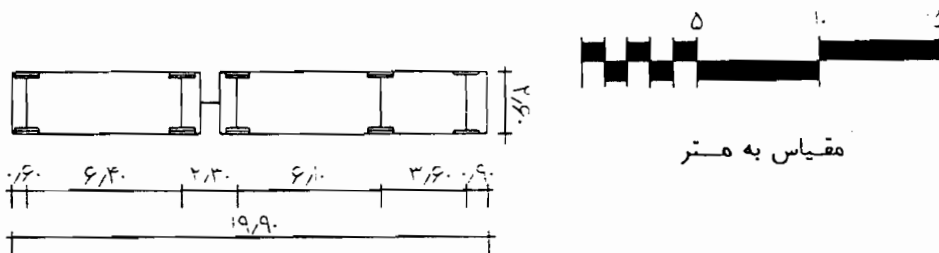
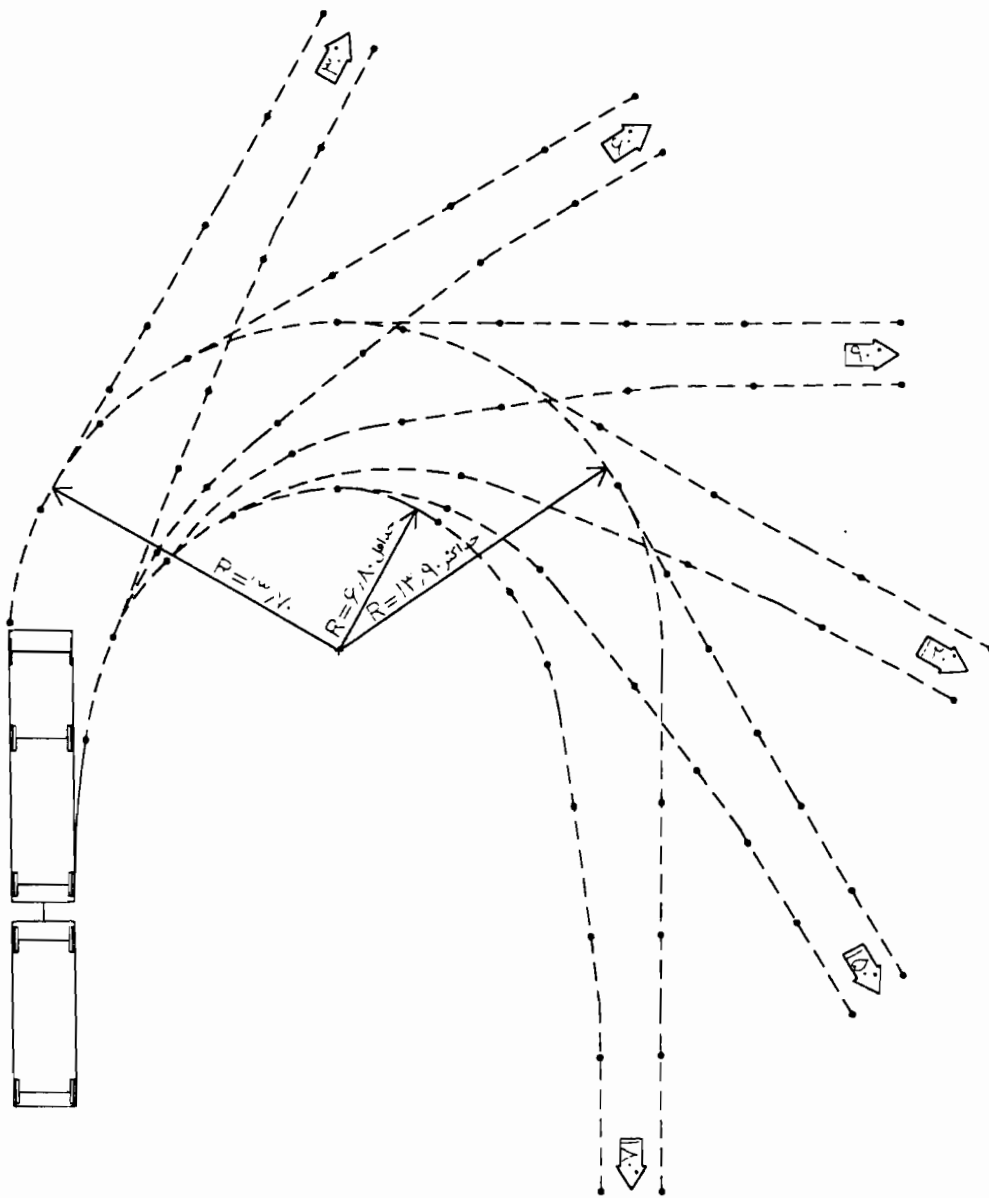
مقیاس به متر

شکل ۳-۴ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، تریلی بزرگ



مقیاس به متر

شکل ۲-۴ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، اتوبوس



شکل ۴-۴ مشخصات مسیر گردش خودروی طرح، کامیون با یکدک

۳-۴ سرعت طرح

۱-۳-۴ کلیات

\* منظر آرایبی مسیر

با در نظر گرفتن عوامل بالا، بیشترین سرعت ممکن به عنوان

سرعت طرح انتخاب می شود، مگر آنکه موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب کند.

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (پیچ ها، خم ها و فواصل دید) قطعه مورد نظر راه انتخاب می شود.

۳-۳-۴ گروه بندی سرعت طرح

انواع سرعت های طرح انتخاب شده مطابق جدول ۲-۴

گروه بندی می شود.

۲-۳-۴ انتخاب سرعت طرح

عوامل موثر در انتخاب سرعت طرح عبارت است از:

\* طبقه بندی مسیر

\* درجه بندی مسیر

\* ملاحظات اقتصادی

\* عوامل محیطی

\* نوع و حجم ترافیک

۴-۳-۴ معیارهای سرعت طرح

سرعت طرح براساس درجه بندی راه و نیز پستی و بلندی

منطقه مطابق جدول ۳-۴ انتخاب می شود.

جدول ۲-۴ گروه بندی سرعت طرح

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			نام گروه
حداکثر	متوسط	حداقل	
۵۰	۴۰	۳۰	V <sub>۱</sub>
۸۰	۷۰	۶۰	V <sub>۲</sub>
۱۰۰	۹۰	۸۰	V <sub>۳</sub>
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	V <sub>۴</sub>
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	V <sub>۵</sub>

جدول ۳-۴ گروه سرعت طرح برای درجه بندی راه

طبقه بندی راه			درجه بندی راه
هموار	تپه ماهور	کوهستانی	
V <sub>۵</sub>	V <sub>۴</sub>	V <sub>۳</sub>	آزاد راهها
V <sub>۴</sub>	V <sub>۴</sub>	V <sub>۳</sub>	بزرگراهها و راههای اصلی جدا شده
V <sub>۴</sub>	V <sub>۳</sub>	V <sub>۲</sub>	راههای اصلی
V <sub>۳</sub>	V <sub>۳</sub>	V <sub>۱</sub>	راههای فرعی

۴-۴ گنجایش

۴-۴-۱ تعاریف

گنجایش

گنجایش به بیشترین تعداد وسایل نقلیه‌ای گفته می‌شود که انتظار می‌رود بتواند ظرف مدت یک ساعت، با کیفیت معین ترافیک و راه، از یک مقطع یا طول یکنواختی از یک خط عبور یا راه بگذرد.

گنجایش مطلق

گنجایش مطلق به بیشترین تعداد سواری معادل گفته می‌شود که بتواند ظرف مدت یک ساعت، در ترافیک متراکم (کیفیت ث)، وضعیت (شرایط) ایده‌آل راه، و سرعت طرح مشخص از یک خط عبور بگذرد بی آنکه راه‌بندان شود.

گنجایش طراحی

گنجایش طراحی به گنجایشی گفته می‌شود که براساس کیفیت مورد نظر برای مسیر انتخاب می‌شود.

یادداشت: گنجایش راه‌ها در کشور ایران به علت عدم رعایت فاصله ضروری بین وسایل نقلیه بیش از مقادیر ذکر شده در جدول‌های ۴-۴ و ۴-۵ است ولی این موضوع به نوبه خود احتمال تصادف را افزایش می‌دهد و بنابراین تقریباً از همان گنجایش‌های اعلام شده در نشریه بین‌المللی استفاده شده است.

۴-۴-۲ کیفیت ترافیکی راه‌ها

برای سنجش کیفیت ترافیکی، شش وضعیت به شرح زیر در نظر گرفته شده است.

- کیفیت «الف» - کیفیت عالی (با تراکم کمتر از ۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت «ب» - کیفیت بسیار خوب (با تراکم ۹ تا ۱۳ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت «پ» - کیفیت خوب (با تراکم ۱۴ تا ۱۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت «ت» - کیفیت قابل قبول (با تراکم ۲۰ تا ۲۶ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت «ث» - کیفیت متراکم (در وضعیت استفاده از گنجایش مطلق) (با تراکم ۲۷ تا ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

- کیفیت «ج» - کیفیت بد (حالت ناپایدار و راه‌بندان با تراکم بیش از ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر)

۴-۴-۳ گنجایش آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها

۴-۴-۳-۱ تعاریف

دهانه رابط

محللی است که در آن، ترافیک رابط، به جریان اصلی ترافیک می‌پیوندد (دهانه ورودی) یا از جریان اصلی ترافیک جدا می‌شود (دهانه خروجی)، بی آنکه ناچار به توقف شود (شکل ۴-۵).

انتهای رابط

محللی است که در آن، ترافیک رابط با استفاده از وسایل کنترل ترافیک (چراغ راهنما، تابلوی ایست یا تابلوی تقدم عبور) یا بدون آن به جریان ترافیک راه دیگری می‌پیوندد.

تنه رابط

به بخش اصلی رابط گفته می‌شود که معمولاً به عنوان یک راه مجزای یک طرفه طراحی می‌شود.

بخش ترافیک بهم‌بافته

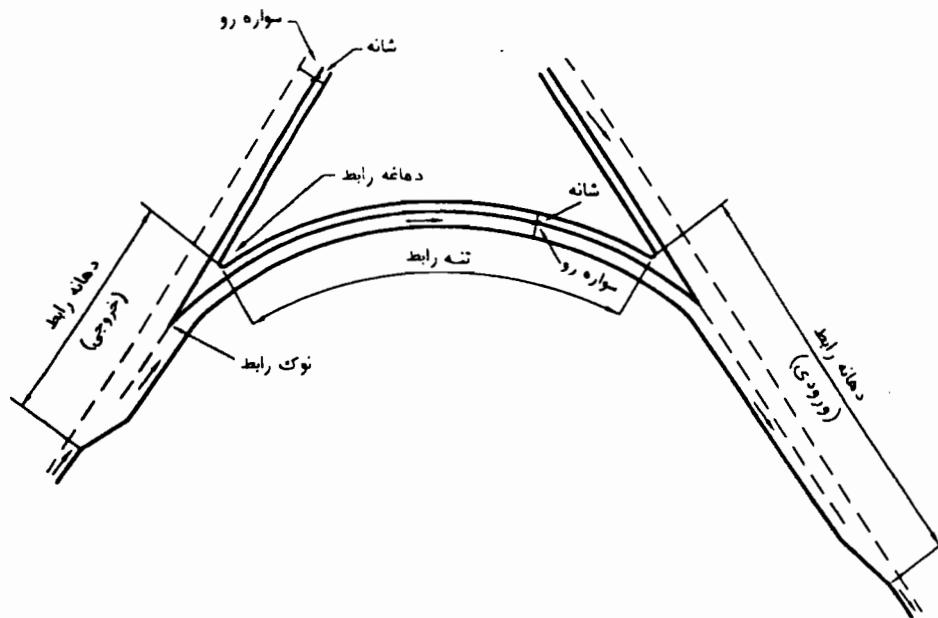
به بخشی از راه گفته می‌شود که در طول آن، دو یا چند جریان ترافیک بدون کمک علائم راهنمایی از هم عبور می‌کند.

(شکل ۴-۶)

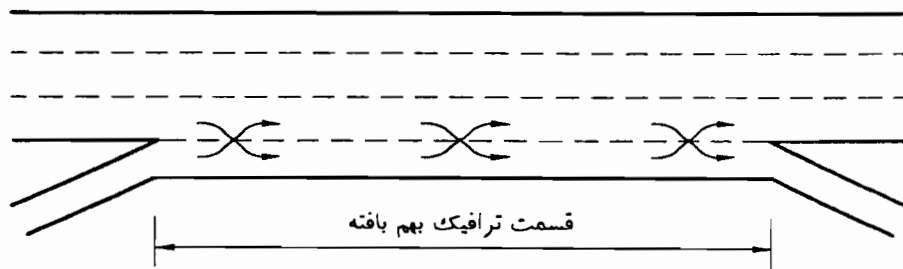
تنه راه

به بخشی از راه گفته می شود که، جریان ترافیک در آن، تحت تأثیر بخش بهم بافته، دهانه رابط یا تقاطع هم سطح نیست.

(شکل ۴-۷)

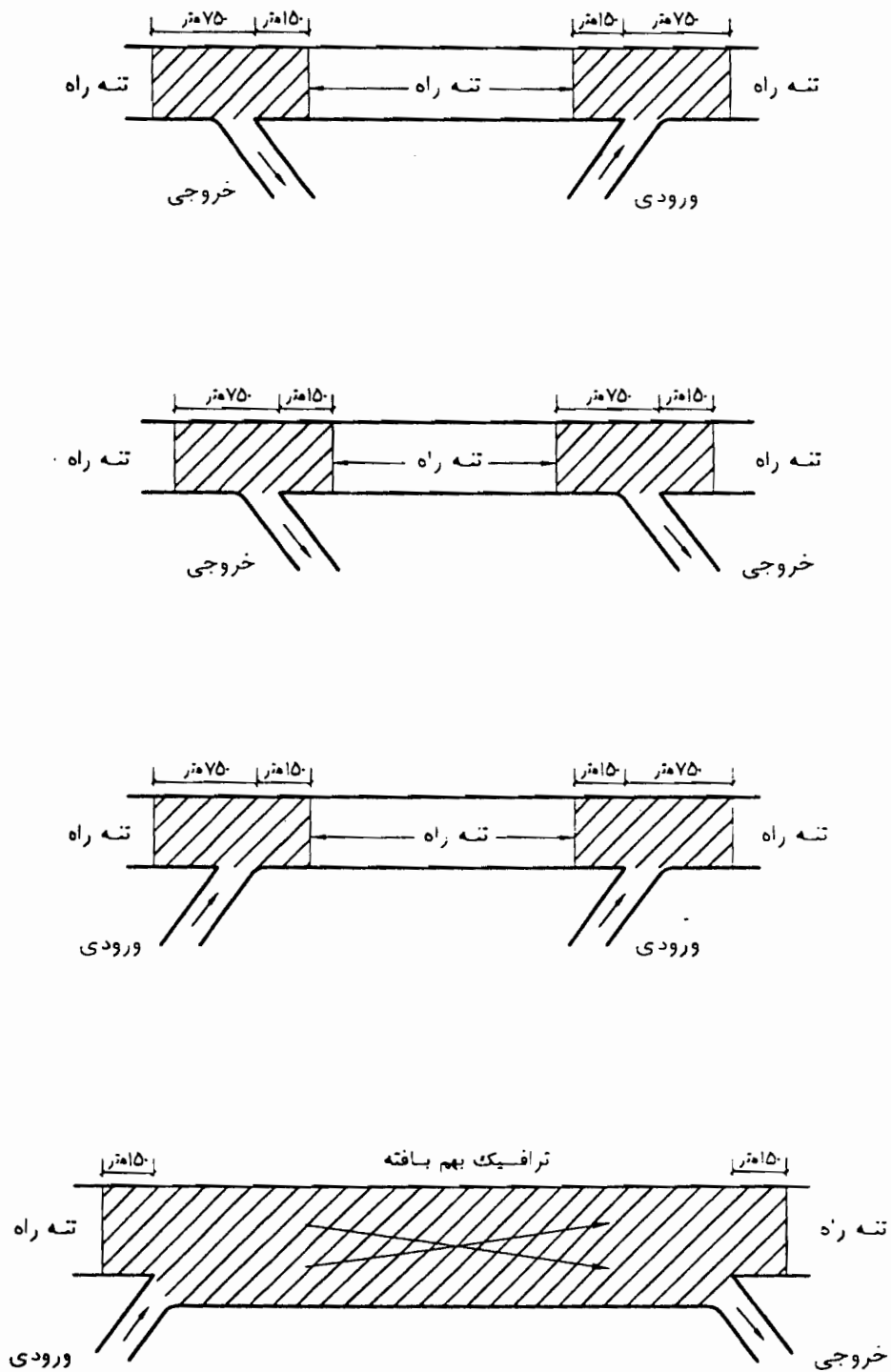


شکل ۴-۵ نمایش رابط های ورودی و خروجی



شکل ۴-۶ نمایش بخش ترافیک بهم بافته





شکل ۴-۷ نمایش شکل‌های مختلف ورودی‌ها و خروجی‌ها و تنه راه

۴-۴-۳-۲ گنجایش بخش های اصلی آزادراه ها

گنجایش مطلق و گنجایش های طراحی هر خط از آزادراه برای وضعیت ایده آل و بر حسب سواری معادل در جدول ۴-۴ داده شده است.

وضعیت ایده آل:

۱- کلیه وسایل نقلیه، اتومبیل سواری باشد.

۲- شیب طولی کمتر از ۲٪ باشد.

۳- عرض هر خط ۳/۶۵ متر باشد.

۴- تا فاصله ۱/۸۵ متری لبه سواره رو جسم، مانعی وجود نداشته باشد.

چنانچه شرایط راه و ترافیک با شرایط ایده آل داده شده در بالا

تفاوت داشته باشد، اعداد جدول ۴-۴ با استفاده از رابطه

$$SF = MSF \times f_1 \times f_2 \times f_3$$

تعدیل می شود.

$SF$  = گنجایش در شرایط واقعی راه و ترافیک و برای کیفیت

معین ترافیک، بر حسب وسیله نقلیه در ساعت

$MSF$  = گنجایش طراحی برای کیفیت معین ترافیک

(سواری معادل در ساعت)

$f_1$  = ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو که از

جدول ۴-۵ بدست می آید.

$f_2$  = ضریب تعدیل وسایل نقلیه سنگین، که به صورت زیر

بدست می آید:

۱- چنانچه قطعه ای از آزادراه، شامل سربالایی ها، سرازیری ها و

بخش های افقی را بتوان به عنوان یک قطعه یکنواخت

در نظر گرفت یعنی شیب ها به اندازه ای طولانی یا زیاد نباشد که

روی عملکرد ترافیک در طول قطعه مورد نظر اثر گذارد، در این

صورت، سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای آن قطعه

یکنواخت آزادراه از جدول ۴-۶ بدست می آید.

در این حالت طول شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳

درصد نباید بیشتر از یک کیلومتر باشد.

۲- اگر قطعه مورد نظر آزادراه، شامل شیب های مساوی یا بزرگتر

از ۳ درصد با طول بیشتر از یک کیلومتر، یا شیب کمتر از ۳

درصد با طول بیشتر از ۲ کیلومتر باشد، سواری معادل

وسایل نقلیه سنگین از جدول ۴-۷ و ۴-۸ به دست می آید.

در مورد سرازیری هایی که اثر جدی روی عملکرد

وسایل نقلیه سنگین دارد بهتر است بررسی جداگانه ای انجام گیرد.

پس از تعیین مقادیر سواری معادل کامیون ها و اتوبوس ها، به

یکی از دو روش بالا، مقدار  $f_2$  از رابطه زیر تعیین می شود.

$$f_2 = \frac{1}{1 + T(E_1 - 1) + B(E_2 - 1)}$$

$T$  = نسبت تعداد کامیون ها و ترابلی ها به کل ترافیک

$B$  = نسبت تعداد اتوبوس ها به کل ترافیک

$E_1$  = سواری معادل کامیون ها و ترابلی ها (از جدول مربوطه)

$E_2$  = سواری معادل اتوبوس ها (از جدول مربوطه)

$f_3$  = ضریب تعدیل برای آشنایی به راه که از جدول ۴-۹ بدست

می آید.

۴-۴-۳-۳ معیار سنجش کیفیت ترافیک در آزادراه ها

شش کیفیت مختلف و متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه

در جدول ۴-۴ ارائه شده است.

مثال:

گنجایش یک آزادراه چهارخطه (دو خط در هر جهت) با شرایط

زیر را حساب کنید.

- کیفیت ترافیک «ب»

- عرض هر خط عبور ۳/۶۵ متر

- فاصله مانع کنار جاده یک متر از هر طرف

- شیب طولی راه ۳٪ ثابت

- طول شیب ۱۵۰۰ متر

ب - ضرایب  $E_1$  و  $E_b$  (جدول های ۷-۴ و ۸-۴)

- سرعت طرح ۱۱۰ کیلومتر در ساعت

$E_1 = 5$  و  $E_b = 1/6$

- ترکیب ترافیک: ۱۵٪ کامیون، ۵٪ اتوبوس و بقیه اتومبیل سواری

ب - ضریب تعدیل  $f_r$  می شود:

$f_r = 0.85$  ضریب تعدیل آشنایی به راه

$f_r = \frac{1}{1 + T(E_1 - 1) + B(E_b - 1)}$

$f_r = \frac{1}{1 + 0.15(5-1) + 0.05(1/6-1)} = 0.61$

حل:

۱- گنجایش با کیفیت «ب» برای سرعت طرح ۱۱۰ کیلومتر در

۳- گنجایش با کیفیت «ب» برای هر خط عبور

ساعت (جدول ۴-۴)  $MSF = 1100$

$SF = MSF \times f_1 \times f_2 \times f_r$

$SF = 1100 \times 0.97 \times 0.61 \times 0.85$

وسيله نقلیه سواری معادل در ساعت برای هر خط عبور

$SF = 553$  وسيله نقلیه در ساعت

۲- محاسبه ضرایب تعدیل

۴- گنجایش با کیفیت «ب» برای دو خط عبور در یک جهت

الف - ضریب تعدیل  $f_1$  برای خط با عرض ۳/۶۵ متر و مانع با فاصله

$SF = 2 \times 553 = 1106$  وسيله نقلیه در ساعت

$f_1 = 0.97$

یک متر (جدول ۵-۴)

جدول ۴-۴ گنجایش هر خط عبور آزادراهها بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

سرعت طرح ۱۰۰ km/h			سرعت طرح $\geq 110$ km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
-	-	-	۷۰۰	۰/۳۵	$\geq 95$	۸	الف
۱۰۰۰	۰/۵	$\geq 80$	۱۱۰۰	۰/۵۷	$\geq 90$	۱۳	ب
۱۴۰۰	۰/۷	$\geq 75$	۱۵۰۰	۰/۷۵	$\geq 80$	۱۹	پ
۱۸۰۰	۰/۹	$\geq 70$	۱۸۵۰	۰/۹۲	$\geq 70$	۲۶	ت
۲۰۰۰	۱	$\geq 50$	۲۰۰۰	۱	$\geq 50$	۴۰	ث
*	*	$< 50$	*	*	$< 50$	بیشتر از ۴۰	ج
سرعت طرح ۶۰ km/h			سرعت طرح ۸۰ km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
-	-	-	-	-	-	۸	الف
-	-	-	-	-	-	۱۳	ب
-	-	-	۱۳۰۰	۰/۶۸	$\geq 70$	۱۹	پ
۱۳۰۰	۰/۶۸	$\geq 50$	۱۶۵۰	۰/۸۷	$\geq 65$	۲۶	ت
۱۹۰۰	۱	$\geq 45$	۱۹۰۰	۱	$\geq 45$	۴۰	ث
*	*	*	*	*	$< 45$	بیشتر از ۴۰	ج

(۱) منظور از متوسط سرعت حرکت، میانگین سرعت وسایل نقلیه در یک خط عبور از قطعه مورد نظر یک راه است.

(۲)  $V/C$  عبارت است از حجم ترافیک نسبت به گنجایش مطلق

\* ترافیک در این کیفیت بسیار متغیر و ناپایدار است.

جدول ۴-۵ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله جسم تالیه سواره رو در آزادراهها

ضریب تعدیل										فاصله مانع از لبه سواره رو (متر)
مانع در دو طرف سواره رو					مانع در یک طرف سواره رو					
عرض خط، متر										
۲/۷۵	۳/۰۰	۳/۲۵	۳/۵۰	۳/۶۵	۲/۷۵	۳/۰۰	۳/۲۵	۳/۵۰	۳/۶۵	
آزادراه چهارخطه (دو خط در هر جهت)										
۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۸۳	۰/۹۰	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۰۰	> ۱/۸۵
۰/۸۰	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۵
۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۸	۱/۰
۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۵
۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۰
آزادراه شش یا هشت خطه (سه یا چهار خط در هر جهت)										
۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۹۵	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۹۵	۰/۹۹	۱/۰۰	> ۱/۸۵
۰/۷۷	۰/۸۶	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۷۷	۰/۸۶	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۵
۰/۷۶	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۹۸	۱/۰
۰/۷۴	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۵
۰/۷۰	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۰

جدول ۴-۶ سواری معادل وسایل نقلیه سنگین برای قطعه ای یکنواخت از آزادراه

نوع منطقه			ضریب
کوهستانی	تپه ماهوری	هموار	
۸	۴	۱/۷	E <sub>t</sub>
۵	۳	۱/۵	E <sub>b</sub>

جدول ۴-۷ سواری معادل کامیون و تریلی در آزادراه

درصد وسایل سنگین																طول (کیلومتر)	سربلایی (درصد)	
۲۰	۱۵	۱۰	۸	۶	۵	۴	۲	۲۰	۱۵	۱۰	۸	۶	۵	۴	۲			
آزادراه ۶ یا ۸ خطه								آزادراه ۴ خطه								همه طولها		
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲			۲
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۰-۱	۱
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۱-۲	
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	> ۲	
۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۰-۰/۵	۲
۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۰/۵-۱	
۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۱-۱/۵	
۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۷	۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۷	۱/۵-۲/۵	
۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۸	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۸	> ۲/۵	
۴	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۰-۰/۵	۳
۴	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۷	۴	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۸	۰/۵-۱	
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۹	۱-۱/۵	
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۷	۹	۹	۱/۵-۲/۵	
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۱۰	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۷	۱۰	۱۰	> ۲/۵	
۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۴	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۷	۰-۰/۵	۴
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۱۰	۱۰	۰/۵-۱	
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۸	۱۰	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۱۲	۱۲	۱-۲	
۶	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۱۱	۷	۷	۸	۸	۹	۹	۹	۱۳	۱۳	> ۲	
۵	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۵	۵	۵	۵	۶	۶	۶	۸	۸	۰-۰/۵	۵
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۱۰	۱۰	۰/۵-۱	
۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۸	۸	۸	۸	۱۰	۱۱	۱۱	۱۲	۱۲	۱-۲	
۷	۷	۷	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۸	۸	۸	۸	۱۰	۱۱	۱۱	۱۴	۱۴	> ۲	
۵	۵	۵	۵	۶	۷	۷	۹	۶	۶	۶	۶	۷	۷	۷	۹	۹	۰-۰/۵	۶
۶	۶	۶	۶	۷	۸	۸	۱۱	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۹	۱۳	۱۳	۰/۵-۱	
۶	۶	۶	۷	۸	۹	۹	۱۱	۷	۷	۷	۷	۸	۹	۹	۱۳	۱۳	۱-۲	
۸	۸	۸	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۳	۹	۹	۹	۹	۱۱	۱۲	۱۲	۱۶	۱۶	> ۲	

یادداشت: برای شیب‌های بیش از ۶ درصد ارقام مربوطه به ۶ درصد را بکاربرید.

جدول ۴-۸ سواری معادل اتوبوس در آزادراه

سوارى معادل اتوبوس	شیب طولی (درصد)
۱/۶	۰ تا ۳
۱/۶	* ۴
۳/۰	* ۵
۵/۵	* ۶
* وقتی طول سربالایی بیش از ۵۰۰ متر است.	

جدول ۴-۹ ضرایب تعدیل برای آشنایی با راه

ضریب تعدیل	نوع رانندگان
۱	رانندگان دائمی و حرفه‌ای
** ۰/۷۵-۰/۹	رانندگان تفریحی و غیردائمی

\*\* داورى فنى یا اطلاع‌های محلى برای انتخاب مقدار دقیق بکار رود.

#### ۴-۴-۴ گنجایش رابط

امکان سبقت برای وسیله نقلیه سواری در نظر گرفت.

گنجایش رابط برای دو بخش تنه رابط و دهنه رابط بررسی می‌شود.

۱- طول رابط بیشتر از ۳۰۰ متر باشد.

۲- رابط در سربالایی و شیب طولی آن ۵٪ یا بیشتر باشد.

۳- مشخصات هندسی رابط مطابق استانداردهای مطلوب

نباشد، یا در انتهای رابط، چراغ راهنما، تابلوی ایست و امثال آن باشد.

#### ۴-۴-۴-۱ گنجایش تنه رابط

جدول ۴-۱۶ این گنجایش را برای شرایط ایده‌آل راه و ترافیک ارائه داده است. در صورت وجود اختلاف با شرایط ایده‌آل مطابق دستور مندرج در بند ۴-۴-۳-۲ تعدیل می‌شود.

#### ۴-۴-۴-۳ گنجایش راه در دهانه رابط

در مورد رابط‌های ورودی، حاصل جمع حجم ترافیک رابط ورودی و حجم ترافیک خط عبور سمت راست آزادراه در نقطه بلافاصله بعد از ورودی، نباید از اعداد مندرج در ستون دوم جدول ۴-۱۱ بیشتر شود. در مورد رابط‌های خروجی، حجم ترافیک خط عبور در نقطه بلافاصله قبل از خروجی، نباید از ارقام داده شده در ستون سوم جدول ۴-۱۱ بیشتر شود.

#### ۴-۴-۴-۲ سنجش کیفیت ترافیک در تنه رابط

معیار سنجش کیفیت ترافیک در تنه رابط، حجم ترافیک عبوری با توجه به سرعت طرح است که در جدول ۴-۱۰ مشخص شده است.

چنانچه از نظر گنجایش تنه رابط، یک خط عبور کافی باشد، تحت شرایط زیر باید یک رابط دو خطه یا یک خطه با

ارقام گنجایش، برای تطبیق با شرایط واقعی، مطابق بند ۴-۳-۲ تعدیل می شود. برای محاسبه حجم تقریبی ترافیک خروجی ها از جدول های ۴-۱۲ و ۴-۱۳ استفاده شود.

جدول ۴-۱۰ گنجایش تقریبی تنه رابط یک خطه بر حسب سواری معادل در ساعت

سرعت طرح رابط (کیلومتر در ساعت)					کیفیت ترافیک
بیشتر از ۸۰	۶۶-۸۰	۵۱-۶۵	۳۱-۵۰	۳۰ و کمتر	
۶۰۰	-	-	-	-	الف
۹۰۰	۹۰۰	-	-	-	ب
۱۳۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	-	-	پ
۱۶۰۰	۱۵۵۰	۱۳۵۰	۱۳۰۰	-	ت
۱۷۰۰	۱۶۵۰	۱۶۰۰	۱۴۵۰	۱۲۵۰	ث
متغیر	متغیر	متغیر	متغیر	متغیر	ج

- رسیدن به کیفیت ترافیکی معین، به خطر محدودیت سرعت امکان پذیر نیست.  
 برای به دست آوردن گنجایش ریط های دو خطه اعداد بالا را در ضرایب زیر ضرب کنید.  
 ۲ برای سرعت صبح بیشتر از ۶۵ کیلومتر در ساعت  
 ۱/۹ برای سرعت صبح ۶۵-۵۱ کیلومتر در ساعت  
 ۱/۱ برای سرعت صبح ۵۰-۳۱ کیلومتر در ساعت  
 ۱/۱ برای سرعت صبح کمتر از ۳۱ کیلومتر در ساعت

جدول ۴-۱۱ گنجایش دهانه رابط در آزادراه

حداکثر حجم ترافیک خط سمت راست (سواری معادل در ساعت)		کیفیت ترافیک
بلافاصله پیش از خروجی	بلافاصله پس از ورودی	
۶۵۰	۶۰۰	الف
۱۰۰۰	۱۰۰۰	ب
۱۵۰۰	۱۴۵۰	پ
۱۹۰۰	۱۱۵۰	ت
۲۰۰۰	۲۰۰۰	ث

جدول ۴-۱۲ درصد تقریبی ترافیک عبوری در خط عبور سمت راست، در نزدیک دهانه رابط ها

درصدی از ترافیک عبوری که از خط سمت راست استفاده می کنند.			حجم کل ترافیک عبوری در یک جهت راه (سواری معادل در ساعت)
راه چهار خطه	راه شش خطه	راه هشت خطه	
-	-	۱۰	۶۵۰۰ و بیشتر
-	-	۱۰	۶۴۹۹-۶۰۰۰
-	-	۱۰	۵۹۹۹-۵۵۰۰
-	-	۹	۵۴۹۹-۵۰۰۰
-	۱۸	۹	۴۹۹۹-۴۵۰۰
-	۱۴	۸	۴۴۹۹-۴۰۰۰
-	۱۰	۸	۳۹۹۹-۳۵۰۰
۴۰	۶	۸	۳۴۹۹-۳۰۰۰
۳۵	۶	۸	۲۹۹۹-۲۵۰۰
۳۰	۶	۸	۲۴۹۹-۲۰۰۰
۲۵	۶	۸	۱۹۹۹-۱۵۰۰
۲۰	۶	۸	۱۴۹۹ و کمتر

ترافیک عبوری تحت تاثیر هر دهه راهی به درصدی بیشتر از ۱۲۰۰ متر نیست.

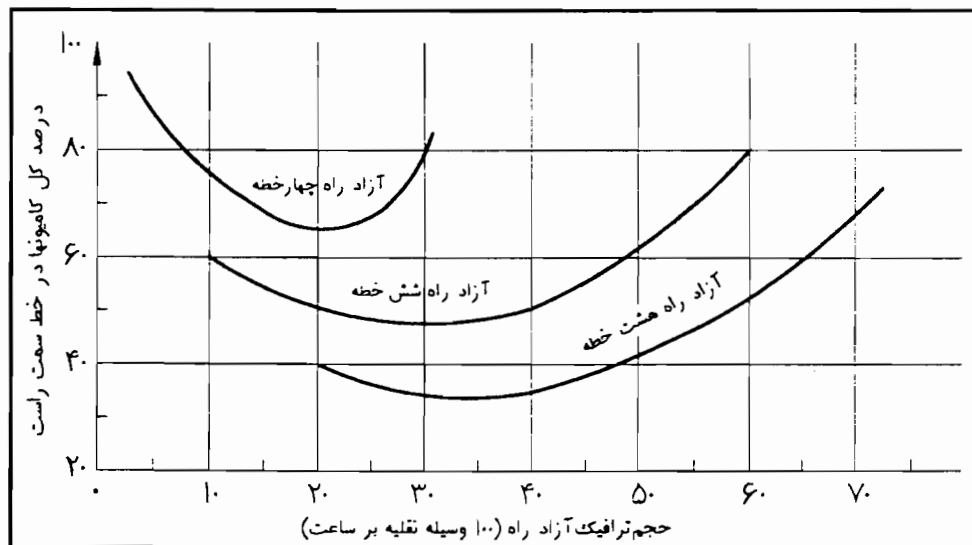
۴-۴-۴-۴ کیفیت ترافیک در دهانه رابطها

استفاده کرد. در صورت نداشتن اطلاع از حجم وسایل نقلیه سنگین و اتوبوسها در خط عبور سمت راست، از شکل ۴-۸ و برای تبدیل آن به سواری معادل از جدول ۴-۶ استفاده شود.

کیفیت ترافیک در دهانه رابط با حجم ترافیک خط عبور سمت راست آزادراه در نزدیکی ورودی و خروجی سنجیده می شود. برای این کار می توان از ارقام داده شده در جدول ۴-۱۱

جدول ۴-۱۳ درصدی از ترافیک رابط که در خط عبور سمت راست باقی می ماند

درصدی از ترافیک رابط که در خط سمت راست باقی می ماند		فاصله از دماغه رابط (متر)
رابط خروجی	رابط ورودی	
۱۰۰	۱۰۰	۰
۹۹	۹۶	۲۰۰
۹۵	۶۰	۳۰۰
۸۵	۳۷	۴۰۰
۷۵	۲۷	۵۰۰
۶۴	۲۰	۶۰۰
۵۳	۱۶	۱۰۰۰
۴۰	۱۳	۱۰۰۰
۳۰	۱۰	۹۰۰
۲۰	۱۰	۱۰۰۰
۱۰	۱۰	۱۲۰۰



شکل ۴-۸ حضور تقریبی کامیون در خط عبور سمت راست



۴-۴-۵ گنجایش بخش ترافیک بهم بافته

برای تعیین گنجایش بخش ترافیک بهم بافته به ترتیب زیر

عمل می شود.

۱- تعیین گنجایش طراحی هر خط عبور آزادراه، با استفاده از

جدول ۴-۴

۲- تعیین نسبت گنجایش طراحی (MSF) هر خط به

سرعت طرح (S)

۳- استفاده از شکل ۴-۹ الف و ب در دست داشتن نسبت

MSFS و طول بخش ترافیک بهم بافته، حداکثر حجم

جریان های بهم بافته پیدا می شود. حداقل طول بخش

ترافیک بهم بافته در شکل ۴-۹ ب داده شده است. طول

بخش ترافیک بهم بافته، فاصله بین دماغه ورودی و دماغه

خروجی یا دماغه تشعاب است (شکل ۴-۶).

۴-۴-۵-۱ تعیین تعداد خط عبور

تعداد خط های لازم در بخش ترافیک بهم بافته با فرمول زیر

می تواند محاسبه شود.

$$n = \frac{V + V_{w1}}{MSF} + \left[ \frac{2 L_{min}}{L_{act}} + 1 \right] \frac{V_{w2}}{MSF}$$

$n$  = حداقل تعداد خطوط عبور لازم در بخش ترافیک بهم بافته

$V$  = حجم ترافیک عبوری (سواری در ساعت)

$V_{w1}$  = حجم ترافیک بهم بافته جریان بیشتر (سواری در ساعت)

$V_{w2}$  = حجم ترافیک بهم بافته جریان کمتر (سواری در ساعت)

$L_{min}$  = حداقل طول بخش ترافیک بهم بافته از شکل ۴-۹

(قسمت ب) به متر

MSF = گنجایش طراحی از جدول ۴-۴ (سواری در ساعت)

$L_{act}$  = طول بخش ترافیک بهم بافته (متر)

۴-۴-۵-۲ کیفیت ترافیک

کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم بافته با سرعت حرکت

ترافیک عبوری و بهم بافته سنجیده می شود. این کیفیت ها در

جدول ۴-۱۴ ارائه شده است.

جدول ۴-۱۴ سنجش کیفیت ترافیک در بخش ترافیک بهم بافته

کیفیت ترافیک	حداقل متوسط سرعت برای جریان های بهم بافته (کیلومتر در ساعت)	حداقل متوسط سرعت برای جریان های عبوری (کیلومتر در ساعت)
الف	۶۵	۷۰
ب	۵۵	۶۰
پ	۵۰	۵۰
ت	۵۰	۵۰
ث	۴۵	۴۵
ج	کمتر از ۴۵	کمتر از ۴۵

۴-۴-۶ گنجایش راه‌های چند خطه

$SF = (f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4) MSF$

SF = گنجایش خط عبور

راه چند خطه به خاطر عدم کنترل کامل دسترسی، از آزادراه و

$f_1$  = ضریب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره‌رو

بزرگراه متمایز می‌شود. گنجایش طراحی هر خط عبور از راه

(جدول ۴-۱۶)

اصلی چند خطه برای وضعیت ایده‌آل راه و بر حسب سواری

$f_2$  = ضریب تعدیل ترکیب ترافیکی، که با استفاده از فرمول بیان

معادل در جدول ۴-۱۵ داده شده است.

شده در بند ۴-۴-۳-۲ بدست می‌آید.

شرایط ایده‌آل:

$f_3$  = ضریب تعدیل برای آشنایی با راه (از جدول ۴-۹)

۱- راه در دشت واقع است.

$f_4$  = ضریب تعدیل برای آبادانی‌های اطراف راه و نوع راه

۲- عرض هر خط ۳/۶۵ متر است.

چند خطه (از جدول ۴-۱۷)

۳- تا فاصله ۱/۸۵ متری لبه سواره‌رو و یا در میانه مانعی

MSF = گنجایش طراحی طبق جدول ۴-۱۵

وجود ندارد.

۴-۴-۶-۱ معیار سنجش کیفیت ترافیک

۴- کلیه وسایل نقلیه اتومبیل سواری است.

۵- راه جدا شده است.

شش کیفیت مختلف بر اساس تراکم و متوسط سرعت

چنانچه شرایط راه و ترافیک با شرایط ایده‌آل فوق‌الذکر

حرکت وسایل نقلیه در جدول ۴-۱۵ ارائه شده است.

تفاوت داشته باشد، اعداد جدول ۴-۱۵ به شرح زیر تعدیل

می‌شود.

جدول ۴-۱۵ گنجایش هر خط عبور راه‌های اصلی (چند خطه) بر حسب کیفیت ترافیک و سرعت طرح

سرعت طرح ۱۰۰ km/h			سرعت طرح $\geq 110$ km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
۶۵۰	۰/۳۳	$\geq 10$	۷۰۰	۰/۳۵	$\geq 90$	۸	الف
۱۰۰۰	۰/۵	$\geq 75$	۱۱۰۰	۰/۵۵	$\geq 85$	۱۳	ب
۱۳۰۰	۰/۶۵	$\geq 70$	۱۴۰۰	۰/۷	$\geq 75$	۱۹	پ
۱۷۰۰	۰/۸۵	$\geq 65$	۱۷۰۰	۰/۸۵	$\geq 65$	۲۶	ت
۲۰۰۰	۱	$\geq 50$	۲۰۰۰	۱	$\geq 50$	۴۰	ث
*	*	$< 50$	*	*	$< 50$	بیشتر از ۴۰	ج
سرعت طرح ۶۰ km/h			سرعت طرح ۸۰ km/h			حداکثر تراکم سواری معادل در یک کیلومتر هر خط عبور	کیفیت ترافیک
گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h	گنجایش طراحی MSF	$\frac{V}{C}$	متوسط سرعت حرکت km/h		
-	-	-	-	-	-	۸	الف
-	-	-	۹۰۰	۰/۴۷	$\geq 70$	۱۳	ب
-	-	-	۱۱۵۰	۰/۶	$\geq 60$	۱۹	پ
۱۳۰۰	۰/۶۸	$\geq 50$	۱۴۵۰	۰/۷۶	$\geq 55$	۲۶	ت
۱۹۰۰	۱	$\geq 45$	۱۹۰۰	۱	$\geq 45$	۴۰	ث
*	*	$< 45$	*	*	$< 45$	بیشتر از ۴۰	ج

جدول ۴-۱۶ ضرایب تعدیل عرض خط و فاصله مانع از لبه سواره رو

ضریب تعدیل										فاصله مانع <sup>(۱)</sup> از لبه سواره رو (متر)
مانع در دو طرف سواره رو <sup>(۲)</sup>					مانع در یک طرف سواره رو <sup>(۲)</sup>					
عرض خط، متر										
۳/۶۵	۳/۵	۳/۲۵	۳	۲/۷۵	۳/۶۵	۳/۵	۳/۲۵	۳	۲/۷۵	
راه چهارخطه جداشده (دو خط در هر جهت)										
۱	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۱	۱	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۸۱	≥ ۱/۱۵
۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹	۰/۸	۱/۲
۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۶
۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۶۶	۰/۹	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۳	۰
راه شش خطه جداشده (سه خط در هر جهت)										
۱	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۷۸	۱	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۷۸	≥ ۱/۱۵
۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۷۷	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۷۷	۱/۲
۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۶
۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۷۴	۰
راه چهارخطه جداشده (دو خط در هر جهت)										
-	-	-	-	-	۱	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۷۷	≥ ۱/۱۵
-	-	-	-	-	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۷۶	۱/۲
۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۶
۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۶۶	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸	۰/۷	۰
راه شش خطه جداشده (سه خط در هر جهت)										
-	-	-	-	-	۱	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۷۷	≥ ۱/۱۵
-	-	-	-	-	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۷۶	۱/۲
۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۶
۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۷۲	۰

علامت (-) نشان می‌دهد که ضریب کار برد ندارد.

(۱) در صورتی که فاصله مانع در دو طرف مساوی نباشد از میانگین فاصله‌ها استفاده شود.

(۲) ستفاده از ضرایب مربوط به موانع یک طرفه تأثیر جریان مقابل را نیز دربر می‌گیرد.

(۳) موانع دو طرفه شامل یک مانع در کنار راه و یک مانع در میانه نیز می‌شود.

جدول ۴-۱۷ ضرایب تعدیل برای آبادانی های اطراف راه

جداننده	جداشده	نوع راه
۰/۹۵	۱	برون شهری
۰/۸	۰/۹	حومه شهری

#### ۴-۴-۷ گنجایش راه های دو خطه

راه دو خطه جاده ای است که در هر جهت دارای یک خط عبور برای ترافیک است. برای سبقت گرفتن، نیاز به استفاده از خط عبور مقابل است (در محل هایی که مسافت دید کافی است و فاصله بین وسایل نقلیه جلو و همچنین فاصله خود روی جهت مقابل اجازه می دهد).

#### ۴-۴-۷-۱ تعیین کیفیت ترافیک در راه های دو خطه

سه پارامتر زیر برای تعیین کیفیت ترافیکی جاده های دو خطه بکار می رود:

##### الف - درصد تأخیر

درصد تأخیر نشان دهنده تحرک و دسترسی است و برابر با متوسط درصد زمانی است که کل وسایل نقلیه، به دلیل حرکت به صورت قطار و عدم توانایی سبقت گرفتن از دست می دهد.

##### ب - متوسط سرعت حرکت

متوسط سرعت حرکت نشان دهنده تحرک در جاده های دو خطه است و برابر است با طول بخش تحت مطالعه، تقسیم بر متوسط زمان حرکت کل وسایل نقلیه ای که در دو جهت، آن بخش جاده را پیموده است.

##### پ - ضریب دسترسی به راه

نشان دهنده میزان مشکلات دسترسی به جاده می باشد و برابر است با نسبت حجم ترافیک (V) به گنجایش مطلق (C) در شرایط ایده آل  $(\frac{V}{C})$ .

هرچه ضریب بزرگتر باشد دسترسی به جاده مشکل تر است.

#### ۴-۴-۷-۲ شرایط ایده آل

- ۱- سرعت طرح مساوی یا بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است.
- ۲- عرض خط عبور مساوی یا بیشتر از ۳/۶۵ متر است.
- ۳- شانه های راه بدون مانع و عرض آنها مساوی ۱/۸۵ متر یا بیشتر است.

۴- سبقت در طول جاده امکان پذیر است.

۵- وسایل نقلیه از نوع سواری است.

۶- توزیع ترافیک در دو جهت به صورت ۵۰/۵۰ است.

۷- هیچگونه عامل بازدارنده مانند وسایل کنترل ترافیک یا دورزدن وسایل نقلیه وجود ندارد.

۸- منطقه عبور، دشت است.

در شرایط ایده آل، گنجایش مطلق جاده دو خطه برابر ۲۸۰۰ سواری در ساعت برای هر دو جهت است.

#### ۴-۴-۷-۳ معیار سنجش کیفیت ترافیک در

##### راه های دو خطه

برای سنجش کیفیت ترافیک قطعه ای یکنواخت از راه موجود بر حسب منطقه و نسبت حجم ترافیک به گنجایش مطلق، به جدول ۴-۱۸ و در مورد سربالایی ها بر حسب متوسط سرعت به جدول ۴-۱۹ مراجعه شود.

۴-۴-۷-۴ محاسبه گنجایش راه های دوخطه

این محاسبه ها برای دو حالت زیر در نظر گرفته می شود.

الف - قطعه ای از راه به عنوان قطعه ای نمونه از مسیر

ب - شیب مشخص

در حالت الف برای هر قطعه از راه، شرایط متوسط توپوگرافی منطقه، شرایط هندسی و ترکیب ترافیکی در نظر گرفته می شود و در نتیجه مقدار متوسطی به عنوان گنجایش یک قطعه راه محاسبه می شود. این روش برای قطعات راهی به طول حداقل ۵ کیلومتر بکار می رود.

در روش قطعه راه، طول شیب های مساوی یا بزرگتر از ۳٪ باید کمتر از یک کیلومتر باشد.

اگر شرایط بالا وجود نداشته باشد هر بخش راه با استفاده از یک شیب مشخص به طور مجزا مورد بررسی قرار می گیرد.

۴-۴-۷-۵ محاسبه گنجایش قطعه ای از راه دوخطه

برای محاسبه گنجایش، رابطه کلی زیر می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

$$SF = 2800 (V/C) f_1 \times f_2 \times f_3$$

SF = گنجایش راه بری دو جهت در شرایط واقعی راه و ترافیک و بری کیفیت ترافیک مورد نظر برحسب وسیله نقلیه در ساعت.

(V/C) = نسبت حجم ترافیک برای کیفیت ترافیک مورد نظر به

گنجایش مطلق در شرایط ایده آل که از جدول ۴-۱۸ بدست می آید.

f<sub>1</sub> = ضریب تعدیل بری توزیع ترافیک در دو جهت که از جدول ۴-۲۰ بدست می آید.

f<sub>2</sub> = ضریب تعدیل بری عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۲۱ بدست می آید.

f<sub>3</sub> = ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در ترافیک که با فرمول زیر محاسبه می شود.

$$f_3 = \frac{1}{1 + T(E_t - 1) + B(E_b - 1)}$$

T = نسبت تعداد کامیون ها و تریلی ها به کل ترافیک

B = نسبت تعداد اتوبوس ها به کل ترافیک

E<sub>t</sub> = سواری معادل کامیون ها و تریلی ها از جدول ۴-۲۲

E<sub>b</sub> = سواری معادل اتوبوس از جدول ۴-۲۲

۴-۴-۷-۶ محاسبه گنجایش جاده های

دوخطه - شیب مشخص

تحلیل بر اساس شیب سربالایی که از یک مسیر هموار (افقی) شروع شده است انجام می گردد. در صورتی که شیب های متعددی موجود باشند می توان یک شیب متوسط را با تقسیم کل اختلاف ارتفاع به طول محاسبه کرد.

رابطه تعیین گنجایش ترافیک برای یک شیب متوسط سربالایی به صورت زیر است.

$$SF = 2800 (V/C) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

تعاریف SF و (V/C) قبلاً در روش قطعه ای از راه داده شده است.

برای تعیین (V/C) در این حالت به جدول ۴-۲۳ مراجعه شود.

f<sub>1</sub> = ضریب تعدیل برای توزیع جهتی راه که از جدول ۴-۲۴ بدست می آید.

f<sub>2</sub> = ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه که از جدول ۴-۲۱ بدست می آید.

f<sub>3</sub> = ضریب تعدیل برای اثر شیب روی اتومبیل های سواری که به روش زیر تعیین می شود.

- سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر در ساعت،

- عرض خط عبور ۲/۶۵ متر.

- عرض شانه‌ها ۱/۵ متر.

- درصد مناطق سبقت ممنوع ۶۰٪.

- توزیع جهانی ترافیک ۰/۲۰/۷۰.

- ۱۰٪ کامیون.

- ۸٪ اتوبوس و

- ۸۲٪ اتومبیل سواری

الف - گنجایش راه برای کیفیت «ث»

حل

نسبت حجم ترافیک به گنجایش مطلق برای سرعت ۶۵ کیلومتر

$$V/C = 0.182 \quad (\text{جدول ۲۳-۴})$$

ضریب تعدیل توزیع ترافیک در دو جهت راه از جدول ۲۴-۴

$$f_1 = 0.178$$

ضریب تعدیل عرض خط عبور از جدول ۲۱-۴

$$f_2 = \frac{1 + 0.97}{2} = 0.985$$

$$E_0 = 1.3 \text{ و } E = 3.8 \quad (\text{از جدول ۲۵-۴})$$

$$P = 0.182$$

$$P_{hv} = T + B = 0.10 + 0.08 = 0.18$$

$$P_t = \frac{0.10}{0.18} = 0.55$$

$$I_p = 0.02 (E - E_0) = 0.02 (3.8 - 1.3) = 0.05$$

$$f_r = \frac{1}{1 + P I_p} = \frac{1}{1 + 0.18(0.05)} = 0.96$$

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P_t)(E - 1)$$

$$= 1 + (0.25 + 0.55)(3.8 - 1) = 3.24$$

$$f_r = \frac{1}{1 + P_{hv}(E_{hv} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.18(3.24 - 1)} = 0.7$$

بنابراین، گنجایش برای کیفیت «ث» بدست می‌آید.

$$SF = 2800 \cdot (0.182)(0.178)(0.985)(0.96)(0.7) = 1179$$

وسیله نقلیه در ساعت برای دوطرف راه

$$f_r = \frac{1}{1 + P I_p}$$

$P$  = درصد اتومبیل سواری در سربالایی.

$I_p$  = ضریب بازدارندگی برای اتومبیل سواری که به صورت زیر

محاسبه می‌شود.

$$I_p = 0.02 (E - E_0)$$

$E$  = معادل اتومبیل سواری برای شیب، سرعت و طول شیب

مشخص که از جدول ۴-۲۵ به دست می‌آید.

$E_0$  = معادل اتومبیل سواری برای شیب صفر درصد و سرعت

مشخص که از جدول ۴-۲۵ به دست می‌آید.

$f_r$  = ضریب تعدیل برای وسایل نقلیه سنگین در سربالایی که به

روش زیر تعیین می‌شود.

$$f_r = \frac{1}{1 + P_{hv} (E_{hv} - 1)}$$

$P_{hv}$  = درصد کل وسایل نقلیه سنگین در سربالایی

$E_{hv}$  = سواری معادل برای کل وسایل نقلیه سنگین موجود در

سربالایی که از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P_t)(E - 1)$$

$P_t$  = نسبت کامیون‌ها در کل وسایل نقلیه سنگین که از تقسیم

درصد کامیون‌های موجود به کل درصد وسایل نقلیه سنگین

در ترافیک بدست می‌آید.

$$P_t = \frac{T}{T + B}$$

$E$  = سواری معادل برای شیب، سرعت و طول شیب مشخص که

از جدول ۴-۲۵ بدست می‌آید.

$T$  = نسبت تعداد کامیون‌ها و تریلی‌ها به کل ترافیک در سربالایی.

$B$  = نسبت تعداد اتوبوس‌ها به کل ترافیک در سربالایی.

مثال

مطلوبست گنجایش راه برای کیفیت «ث» و «پ»

جاده‌ای دوخطه در یک منطقه کوهستانی با مشخصات زیر:

- شیب ۶٪ در طول ۱۵ کیلومتر،

جدول ۴-۱۸ نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده آل راه برحسب طبقه بندی و کیفیت ترافیک

نسبت V/C (۱)																
کیفیت ترافیک	درصد	منطقه مسطح				منطقه تپه ماهوری				منطقه کوهستانی						
		درصد مناطق سبقت ممنوع		درصد مناطق سبقت ممنوع		درصد مناطق سبقت ممنوع		درصد مناطق سبقت ممنوع		متوسط سرعت	متوسط سرعت					
		۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	۰	حرکت (۲)	حرکت (۲)	
الف	≤ ۳۰	≥ ۹۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۵	≥ ۹۱
ب	≤ ۲۵	≥ ۸۸	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۷	≥ ۸۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۶	≥ ۸۶
ب	≤ ۶۰	≥ ۸۳	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۲	≥ ۸۲	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۴۲	≥ ۷۸
ن	≤ ۷۵	≥ ۸۰	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۲	۰/۶۴	≥ ۷۷	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۲	≥ ۷۲
ن	> ۷۵	≥ ۷۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	≥ ۶۴	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۷	≥ ۵۶
ج	۱۰۰	< ۷۲	-	-	-	-	-	-	< ۶۴	-	-	-	-	-	-	< ۵۶

(۱) نسبت حجم ترافیک به گنجایش در شرایط ایده آل راه

(۲) متوسط سرعت حرکت کلیه وسایل نقلیه برای راههایی با سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است. چنانچه سرعت طرح جاده کمتر از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت باشد باید به ازای هر

۱۰ کیلومتر در ساعت کاهش در سرعت طرح، متوسط سرعت حرکت، ۴ کیلومتر بر ساعت کاهش یابد.

$$I_p = 0.02 (E - E_0) = 0.02 (43 - 14) = 0.58$$

ب - گنجایش راه برای کیفیت «پ»

$$f_c = \frac{1}{1 + P I_p} = \frac{1}{1 + 0.82 (0.58)} = 0.95$$

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + P)(E - 1)$$

از جدول ۲۳-۴ برای سرعت ۷۰ کیلومتر بر ساعت و ۶۰ مناطق

$$E_{hv} = 1 + (0.25 + 0.55)(43 - 1) = 3.64$$

$$V/C = 0.68$$

سفت متوسط

$$f_c = \frac{1}{1 + P_{hv}(E_{hv} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.82(3.64 - 1)} = 0.67$$

$$f_1 = 0.78$$

از جدول ۲۴-۴

بنابراین گنجایش در کیفیت «پ» بدست می‌آید.

$$f_0 = \frac{1 - 0.67}{2} = 0.165$$

از جدول ۲۱-۴

$$(0.68)(0.78)(0.165)(0.95)(0.67) = 90.7$$

$$E = 43 \text{ و } E_0 = 14$$

از جدول ۲۵-۴

$$SF = 2800 \quad P = 0.82$$

وسيله نغليه در ساعت برای دو طرف راه

$$P_{hv} = 0.82 \text{ و } P_l = 0.55$$

جدول ۱۹-۴ معیار سنجش کیفیت ترافیک در راه‌های دوخطه در سربالایی‌ها

متوسط سرعت در سربالایی (km.hr)	کیفیت ترافیک
≥ ۹۰	ف
≥ ۸۰	ب
≥ ۷۰	پ
≥ ۶۵	ت
≥ ۶۰	ث
< ۶۰	ج

(۱) سرعت ترافیک در گنجایش مطلق، بسته به درصد و طول شیب و ترکیب ترافیک و حجم ترافیک فوق می‌کند.

جدول ۲۰-۴ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت - قطعه راه

توزیع ترافیک در دو طرف	۵۰-۵۰	۶۰/۴۰	۷۰/۳۰	۸۰/۲۰	۹۰/۱۰	۱۰۰/۰
ضریب تعدیل	۱	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۸۳	۰/۷۵	۰/۷۱

جدول ۲۱-۴ ضریب تعدیل برای عرض خط عبور و عرض مفید شانه

عرض مفید شانه (متر)	کیفیت	عرض خط (۲/۱۵ متر)	کیفیت	عرض خط (۳ متر)	کیفیت	عرض خط (۳/۲۵ متر)	کیفیت	عرض خط (۳/۵ متر)	کیفیت	عرض خط (۳/۶۵ متر)	کیفیت
≥ ۱۱.۵	ف	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۹	۱	۱	۱
۱۲	ب	۰/۱۴	۰/۷۷	۰/۱۵	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۷
۶	پ	۰/۱۱	۰/۶۸	۰/۱۱	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۷۸	۰/۹۱	۰/۸۱	۰/۹۳	۰/۹۳
۰	ت	۰/۶۶	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۶۴	۰/۱۲	۰/۶۱	۰/۸۶	۰/۷	۰/۸۸	۰/۸۸

(۱) در صورتی که عرض شانه در طرفین راه متفاوت باشد از عرض میانگین استفاده شود.

(۲) ضریب تعدیل در کلیه سرعت‌های کمتر از ۱.۵ کیلومتر بر ساعت قابل استفاده است.



جدول ۴-۲۲ سواری معادل کامیون و اتوبوس - قطعه راه

نوع وسیله نقلیه	کیفیت ترافیک	نوع منطقه	
		مسطح	تپه ماهوری
کامیون و تریلی (E <sub>t</sub> )	الف	۳	۴
	ب و پ	۲.۲	۵
	ت و ث	۲	۵
اتوبوس (E <sub>b</sub> )	الف	۱.۸	۳
	ب و پ	۲	۳.۴
	ت و ث	۱.۶	۲.۹

جدول ۴-۲۳ مقادیر نسبت حجم به گنجایش (V/C) بر حسب سرعت، درصد شیب و درصد مناطق سبقت ممنوع

درصد مناطق سبقت ممنوع					شیب راه (%)	متوسط سرعت سربالایی کیلومتر در ساعت
۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰		
۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۲۱	۹۰
۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۴۰	۸۵
۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۶۱	۰/۶۶	۸۰
۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۱	۷۵
۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۱	۱/۰۰	۷۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۶۵
۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۹	۹۰
۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۱	۸۵
۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۶۳	۸۰
۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۸۵	۷۵
۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۱	۷۰
۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۱/۰۰	۶۵
۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۹۰
۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۴	۸۵
۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۵۹	۸۰
۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۸۱	۷۵
۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۹۵	۷۰
۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۱	۶۵
۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۰	۱/۰۰	۶۰
۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۶	۹۰
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۵	۸۵
۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۵۰	۸۰
۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷۰	۷۵
۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۸۹	۷۰
۰/۸۶	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۹۰	۰/۹۶	۶۵
۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۹	۶۰
۰/۹۶	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱	۱/۰۰	۵۰
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۰
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۸۵
۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۳۶	۸۰
۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۵۳	۰/۵۶	۷۵
۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۸۲	۷۰
۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۸۱	۰/۹۲	۶۵
۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۹۱	۶۰
۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۴	۱/۰۰	۵۰

(۱) نسبت جریان ترافیک به گنجایش معین در شرایط ایده‌آل  $V/C = 0.28$  وسیله نقلیه سواری معادل در ساعت) با فرض این که عملکرد اتومبیل سواری تحت تأثیر شیب قرار ندارد.

(۲) برای مقادیر پایین «درصد مناطق سبقت ممنوع» درون‌یابی نمود. همچنین «درصد شیب» به عدد صحیح بالانگرد شود.

جدول ۴-۲۴ ضریب تعدیل برای توزیع ترافیک در دو طرف راه دو خطه - شیب مشخص

۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	درصد ترافیک در سربالایی
۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۷	۱	۱/۲	۱/۵	ضریب تعدیل

جدول ۴-۲۵ سواری معادل در راه‌های دو خطه - شیب مشخص

متوسط سرعت در سربالایی (کیلومتر در ساعت)								شیب راه (%)	طول شیب (کیلومتر)
۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۰		
۲/۲	۱/۸	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۳	نامحدود	۰
۳/۳	۳/۶	۲/۱	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۶	۰/۵	۳
۴/۶	۳/۴	۲/۶	۲/۳	۲/۵	۱/۹	۱/۹	۱/۸	۱/۵	
۶/۶	۴/۵	۳/۲	۲/۸	۲/۴	۲/۲	۲/۱	۲/۱	۱/۵	
۱۰/۱	۶/۰	۴/۲	۳/۴	۲/۹	۲/۶	۲/۵	۲/۴	۲/۵	
۱۴/۱	۷/۶	۵/۲	۴/۱	۳/۴	۳/۵	۲/۹	۲/۷	۲/۵	
۲۰/۶	۹/۹	۶/۲	۴/۹	۴/۵	۳/۶	۳/۳	۳/۵	۳/۵	
۵۹/۹	۱۱/۷	۸/۶	۶/۸	۵/۵	۴/۸	۴/۳	۳/۸	۴/۵	
۹۴/۴	۱۲/۸	۱۱/۸	۹/۱	۷/۲	۶/۵	۵/۳	۴/۳	۵/۵	
#	۴۳/۶	۱۷/۴	۱۲/۸	۹/۳	۷/۴	۶/۴	۵/۱	۶/۵	
۳/۶	۲/۸	۲/۴	۲/۵	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۰/۵	
۵/۴	۳/۵	۳/۱	۲/۷	۲/۳	۲/۱	۲/۱	۲/۵	۱/۵	
۹/۸	۶/۱	۴/۲	۳/۴	۳/۵	۲/۶	۲/۵	۲/۴	۱/۵	
۱۶/۸	۹/۵	۵/۱	۴/۶	۳/۷	۳/۳	۳/۱	۲/۸	۲/۵	
۲۵/۲	۱۳/۵	۷/۵	۵/۹	۴/۶	۴/۱	۳/۸	۳/۴	۲/۵	
۴۷/۸	۱۸/۳	۹/۶	۷/۵	۵/۹	۵/۵	۴/۵	۴/۵	۳/۵	
۶۷/۸	۲۴/۵	۱۴/۸	۱۱/۵	۸/۷	۷/۳	۶/۴	۵/۳	۴/۵	
#	۵۳/۱	۲۲/۸	۱۶/۸	۱۲/۱	۹/۹	۸/۵	۶/۸	۵/۵	
#	۶۰/۲	۴۱/۲	۲۷/۳	۱۷/۶	۱۳/۱	۱۱/۵	۸/۵	۶/۵	
۴/۴	۳/۳	۲/۵	۲/۳	۲/۵	۱/۹	۱/۹	۱/۸	۰/۵	۵
۷/۶	۵/۵	۳/۷	۳/۵	۲/۷	۲/۴	۲/۳	۲/۳	۱/۵	
۱۴/۳	۸/۲	۵/۴	۴/۳	۳/۶	۳/۲	۳/۵	۲/۸	۱/۵	
۲۸/۲	۱۳/۶	۷/۸	۶/۵	۴/۷	۴/۲	۳/۹	۳/۴	۲/۵	
۴۶/۸	۲۰/۳	۱۰/۶	۸/۱	۶/۱	۵/۴	۴/۹	۴/۲	۲/۵	
۷۹/۹	۳۱/۳	۱۵/۵	۱۱/۱	۸/۴	۷/۵	۶/۲	۵/۵	۳/۵	
#	۴۴/۸	۲۶/۳	۱۹/۵	۱۴/۵	۱۱/۴	۹/۸	۷/۳	۴/۵	
#	#	۴۱/۵	۳۱/۵	۲۲/۷	۱۶/۵	۱۳/۷	۹/۸	۵/۵	
#	#	#	۵۴/۶	۳۹/۱	۲۳/۸	۱۹/۵	۱۲/۵	۶/۵	
۴/۴	۳/۸	۲/۸	۲/۴	۲/۴	۲/۵	۲/۵	۱/۶	۰/۵	
۹/۸	۶/۳	۴/۳	۳/۶	۳/۱	۲/۸	۲/۶	۲/۵	۱/۵	
۲۰/۶	۱۱/۴	۷/۵	۵/۴	۴/۳	۳/۸	۳/۶	۳/۲	۱/۵	
۴۷/۸	۲۱/۵	۱۱/۵	۸/۳	۶/۲	۵/۳	۴/۸	۴/۲	۲/۵	
۷۸/۶	۳۲/۵	۱۶/۸	۱۱/۸	۸/۶	۷/۱	۶/۳	۵/۳	۲/۵	
#	۴۵/۵	۲۴/۲	۱۷/۱	۱۲/۸	۹/۸	۸/۵	۶/۶	۳/۵	
#	#	۴۷/۲	۲۳/۵	۲۳/۷	۱۷/۸	۱۴/۹	۱۰/۵	۴/۵	
#	#	#	۵۴/۱	۳۸/۶	۲۷/۶	۲۲/۴	۱۵/۵	۵/۵	
#	#	#	#	۶۵/۵	۴۲/۵	۳۳/۵	۲۱/۳	۶/۵	
۵/۹	۴/۱	۳/۱	۲/۸	۲/۴	۲/۲	۲/۲	۲/۱	۰/۵	۷
۱۲/۵	۷/۹	۵/۱	۴/۲	۳/۶	۳/۲	۴/۵	۲/۸	۱/۵	
۳۱/۶	۱۶/۶	۸/۸	۶/۷	۵/۳	۴/۶	۴/۲	۳/۸	۱/۵	
#	۲۹/۸	۱۹/۱	۱۱/۳	۸/۱	۶/۸	۶/۱	۵/۱	۲/۵	
#	۴۶/۶	۲۵/۲	۱۷/۵	۱۱/۷	۹/۴	۸/۳	۶/۶	۲/۵	
#	۱۱/۲	۳۹/۲	۲۶/۳	۱۷/۹	۱۴/۵	۱۱/۹	۸/۸	۳/۵	
#	#	۵۳/۱	۴۳/۵	۳۳/۵	۲۷/۴	۲۲/۷	۱۵/۱	۴/۵	
#	#	#	#	۶۱/۶	۴۳/۳	۳۴/۱	۲۲/۵	۵/۵	
#	#	#	#	#	۵۹/۵	۴۳/۸	۲۹/۵	۶/۵	

\* در شیب و طول شیب مشخص شده متوسط سرعت غیرقابل حصول است.

#### ۴-۵ کنترل دسترسی

##### ۴-۵-۱ کلیات

تعیین مقررات، محدودیت‌ها و شرایط ورود به راه یا خروج از آن، کنترل دسترسی نامیده می‌شود. بطور کلی این مقررات و محدودیت‌ها به دو گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

##### ۴-۵-۱-۱ کنترل کامل دسترسی

منظور از کنترل کامل دسترسی آن است که ورود و خروج تنها به وسیله ربط با زاویه کم، بدون هیچ‌گونه اختلال در جریان ترافیک اصلی صورت گیرد. در کنترل کامل دسترسی، تقاطع هم‌سطح وجود ندارد و ارتباط مستقیم از حاشیه نیز مجاز نیست.

##### ۴-۵-۱-۲ کنترل نسبی دسترسی

در کنترل نسبی دسترسی نیز به سهولت رفت و آمد خودروها توجه شده و نی طرح تقاطع‌های هم‌سطح یا دسترسی از حاشیه در شرایط خاص و استثنایی امکان پذیر است.

اساساً ربط‌های ورودی یا خروجی در محلی از مسیر راه منشعب می‌شود که متناسب با ترافیک متوسط روزانه و امکان‌های موجود در کنار حریم راه باشد. در طرح این ربط‌ها دقت می‌شود که خودرو با ایمنی کم و با حداقل اختلال در جریان ترافیک مسیر اصلی، به راه و رد یا از آن خارج گردد.

کنترل دسترسی همچنین شامل جلوگیری از ارتباط راه‌های فرعی و اختصاصی و نیز ناحیه‌های کناری حریم به راه نیز می‌شود. در مورد مناطق مسکونی، تجاری و غیره که توسعه اقتصادی آن در آینده قابل پیش‌بینی است، باید با توجه به معیارهای فنی، راه‌های دسترسی مناسب در نظر گرفت.

#### ۴-۵-۲ راه جانبی

با احداث راه جانبی در یک طرف یا هر دو طرف آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، ارتباط با مسیر اصلی راه از طریق رابط‌های ورودی و خروجی امکان پذیر خواهد بود. ساکنان مجاور حریم آزادراهی که دارای راه جانبی باشد می‌توانند از محل‌های خاص به مسیر اصلی دسترسی پیدا کنند.

پیش‌بینی راه جانبی در یک آزادراه یا بزرگراه در صورتی قابل قبول است که ساخت آن از سایر راه حل‌ها، برای دسترسی به مسیر اصلی آزادراه یا بزرگراه، اقتصادی‌تر باشد.

هنگامی که یک بزرگراه یا آزادراه به موازات یک راه موجود گسترش می‌یابد، گاهی از تمامی راه موجود یا بخشی از آن به عنوان راه جانبی استفاده می‌شود. در مورد هایی که دسترسی به آزادراه یا بزرگراه از طرف دیگر آن ضرورت داشته باشد و یا در محل‌هایی که نتوان از راه موجود به عنوان راه جانبی استفاده کرد و راه جانبی نیز مورد نیاز باشد، در طرح آزادراه یا بزرگراه، باید راه جانبی در نظر گرفته شود.

#### ۴-۵-۳ ورودی و خروجی دسترسی‌ها

تعداد ورودی و خروجی در دسترسی‌های مسیر اصلی بهتر است حداقل باشد. در شرایط بسیار نادر که تعداد ورودی یا خروجی، در یک طرف مسیر اصلی، از سه مورد در پانصد متر بیشتر باشد، بهتر است از راه جانبی استفاده شود.

محل و تعداد دسترسی‌ها را می‌توان بر اساس بررسی فنی اقتصادی تعیین کرد.

در طراحی دسترسی‌ها، تأمین فاصله دید تعریض سواره‌رو و شعاع پیچ، مد نظر قرار می‌گیرد.

#### ۴-۵-۴ حفاظت حریم

از کنار پل‌های مسیر راه‌ها می‌توان، با صرف هزینه کمی برای سختن پله، به منظور عبور پیاده‌ها از یک طرف راه به طرف دیگر بدون عبور هم‌سطح استفاده کرد. این پله‌ها باید در محل پل‌هایی که تأمین عبور پیاده مورد نیاز باشد (حومه شهرها) طرح و ساخته شود.

برای حفاظت حریم مسیرهای اصلی (مانند آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها) از توری یا حصار مناسب استفاده می‌شود.

#### ۴-۵-۵ کنترل دسترسی در تقاطع‌ها و تبادله‌ها

برای معیارهای کنترل دسترسی در تقاطع‌ها به فصل هفتم و برای معیارهای کنترل دسترسی تبادله‌ها به فصل هشتم و برای اطلاعات تکمیلی به فصل پنجم (معیارهای طرح هندسی راه‌ها و ابنیه فنی - دسترسی) مراجعه شود.

#### ۴-۶ تسهیلات پیاده

##### ۴-۶-۱ کلیات

۴-۶-۲ پیاده‌روکنار راه  
پیاده‌رو به محل عبور مجاز پیاده‌ها گفته می‌شود که به موازات سواره‌رو، ولی مجزا از آن است. در بعضی موارد، پیاده‌روی رایج‌ترین طرز جابجایی افراد است و متناسب با منابعی که صرف توسعه و بهره‌برداری از مسیرهای سواره‌رو می‌شود به نیازهای پیاده‌ها هم توجه می‌شود. در طرح پیاده‌روها، به‌تراست پنج نیاز اصلی پیاده‌ها به شرح زیر مدنظر قرارگیرد:

گاهی منظور کردن پیاده‌رو در راه ضرورت پیدا می‌کند.

در راه‌هایی که سرعت زیاد وسایل نقلیه و ترافیک زیاد عابران پیاده، استفاده از جاده را خطرناک می‌کند باید پیاده‌رو در نظر گرفته شود.

۱- پیوستگی

۲- کوتاهی

۳- زیبایی

۴- ایمنی

۵- راحتی

بیشترین نیاز به پیاده‌رو در نقاط حاشیه‌ای و خارج شهرها در محل‌هایی مناطقی مانند جایگاه فعالیت‌های تجاری محلی، مدارس، کارخانه‌های صنعتی و غیره احساس می‌شود. توجه لزوم وجود پیاده‌رو در این گونه محل‌ها به نوع راه و میزان خطرناک بودن عبور پیاده‌ها بستگی دارد. بطور کلی در صورتی که توسعه زمین‌های اطراف، موجب ازدیاد استفاده پیاده و از راه‌گردد باید پیاده‌رو در نظر گرفته شود. همچنین در کلیه تقاطع‌هایی که عبور عابران از عرض راه به صورت همسطح باشد پیش‌بینی لازم برای تأمین ایمنی و راحتی ضروری است. در محل‌های با حجم زیاد پیاده، لازم است به تعداد کافی محل عبور از عرض راه تأمین شود. احتمال برخورد وسایل نقلیه با عابر پیاده را می‌توان با تأمین روگذر یا زیرگذر عابر پیاده منتفی کرد.

در نقاطی که موانع طبیعی نظیر رودخانه و کانال و دره یا مانع‌های مصنوعی نظیر راه‌های پرترافیک، مسیرهای اصلی پیاده‌روی را قطع می‌کند، احداث زیرگذر یا روگذر مخصوص پیاده برای حفظ پیوستگی و کوتاهی مسیرهای پیاده ضروری است. پیاده‌رو به‌تراست با ایجاد مانع، از سواره‌رو و دوچرخه‌رو جدا باشد. برای جدا کردن پیاده‌رو از سواره‌رو، ارتفاع جدول، حداقل ۱۵ سانتیمتر است تا پیاده در مقابل ورود احتمالی وسیله نقلیه به پیاده‌رو محافظت شود. دوچرخه‌رو، به‌تراست با در نظر گرفتن حاشیه‌ای به عرض حداقل ۰/۵ متر، یا با تغییر ارتفاع (جدول)، از پیاده‌رو مجزا شود. اختلاف ارتفاع کف

جدول، شش نوع کیفیت عبور برحسب سطحی که برای هر پیاده فراهم است در نظر گرفته شده است. تأمین روشنایی کافی در پیاده‌روها، زیرگذرها و روگذرها بویژه از جهت ایمنی پیاده‌ها اهمیت زیادی دارد.

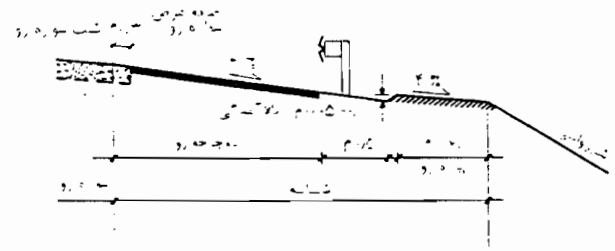
روسازی مسیرهای پیاده باید همواره محکم و در مقابل عوارض جوی مقاوم باشد ولی سطح آن نباید صاف و صیقلی (که در بارندگی ها لیز می‌شود) باشد. روسازی باید از نظر تخلیه آبهای بارش شیب بندی شود. شیب عرضی مناسب برای این کار ۲ درصد است.

#### ۴-۶-۳ عبور پیاده از عرض راه

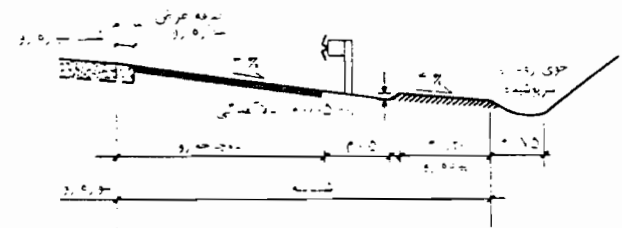
ایمنی عبور پیاده‌ها از عرض راه به وسیله چهارعامل زیر افزایش می‌یابد.

- ۱- کاهش سرعت ترافیک به وسیله:
  - استفاده از رویه‌های لرزآور که رانندگان وسایل نقلیه را وادار به کاهش سرعت کند.
  - طراحی مناسب فضاهای اطراف که رانندگان وسایل نقلیه را متوجه مسکونی یا صنعتی بودن محیط سازد.
  - استفاده از علائم هشداردهنده
  - چراغ چشمک زن قرمز یا زرد
- ۲- کاهش عرض عبور پیاده‌ها به وسیله:
  - ایجاد میانه‌ای که برای پیاده‌ها محل ایمنی بوجود آورد و عبور از عرض راه را در دو مرحله ممکن سازد.
- ۳- بهبود دید پیاده و راننده به وسیله:
  - تأمین روشنایی کافی محل عبور پیاده
  - رفع موانع دید (مانند درختانی که جلوی دید را می‌گیرد).
  - خط‌کشی سفید محل عبور پیاده یا روسازی بارنگ یا ساخت متفاوت (مثلاً بتنی)

دوچرخه‌رو و پیاده‌رو، حداقل ۵ و حداکثر ۱۰ سانتیمتر است (شکل ۴-۱۰).



الف - نیمرخ عرضی در خردریزی



ب - نیمرخ عرضی در خردریزی

شکل ۴-۱۰ نمایش اختلاف ارتفاع کف دوچرخه‌رو و پیاده‌رو از آنجا که پیاده‌رو در امتداد راه قرار دارد نیمرخ طولی آن از نیمرخ طولی راه تبعیت می‌کند.

عرض مفید پیاده رو نباید از  $1/20$  متر کمتر در نظر گرفته شود. این عرض، شامل حاشیه‌ای که ذکر شد نمی‌شود. این عرض، برای عبور معلولین با صندلی چرخ‌دار نیز کافی است. از نظر رعایت حال معلولین و راحتی سایر پیاده‌ها، بهتر است بالاتر از حد پیاده روی باریکتر از ۲ متر، به وسیله سطح شیب‌دار تأمین شود. شیب طولی این شیب‌راهه نباید از ۱۰ درصد بیشتر شود. در پیاده‌روهای عرضی‌تر از ۲ متر می‌توان طبق ضوابطی پله گذاشت. در این صورت، برای رعایت حال معلولین استفاده‌کننده از صندلی چرخ‌دار، بخشی از مسیر پیاده‌ها، که عرض آن کمتر از یک متر نیست، به صورت شیب‌راهه، با مشخصاتی که پیش از این ذکر شد، ساخته می‌شود. برای سنجش کیفیت عبور پیاده‌ها می‌توان از جدول ۴-۲۷ استفاده کرد. در این

- نصب تابلوی عبور پیاده

۴- استفاده از زیرگذر یا روگذر مخصوص پیاده

عرض پیاده‌گذر یا پیاده‌رو متناسب با میزان ترافیک پیاده در ساعت شناختنی تعیین می‌شود. در این مورد از جدول ۴-۲۸ می‌توان به عنوان راهنما استفاده کرد.

پیاده‌رو در عرض راه نباید در محلی قراردادده شود که عبور از آن برای پیاده‌های سالم و معلولین مشکل باشد. پیاده‌رو نباید در مقابل جوی‌های سرباز قرارگیرد. جدول کنار راه در محل پیاده‌رو باید به صورت شیب‌راهه در آید تا برای عبور معلولین مناسب باشد. در موردی که به دلیل تراکم ترافیک راه، نمی‌توان ایمنی کافی را برای عبور همسطح پیاده‌ها فراهم ساخت، باید برای عبور پیاده از عرض راه، زیرگذر یا روگذر در نظر گرفت.

۴-۶-۴ پیاده‌رو زیرگذر

پیاده‌روی زیرگذر در محل کوتاهترین مسیر پیاده‌ها قرار داده می‌شود. به منظور صرفه‌جویی در هزینه، زیرگذر معمولاً عمود بر محور راهی که از زیر آن می‌گذرد ساخته می‌شود. همچنین رعایت زیبایی، زهکشی مناسب و سهولت شستشو در طرح آن مدنظر قرار می‌گیرد. در صورتی که زیرگذر، مورد استفاده معلولین قرارگیرد، باید تدابیر لازم در نظر گرفته شود. حداقل عرض و ارتفاع زیرگذر برحسب طول آن در جدول ۴-۲۹ داده شده است. در صورت تراکم ترافیک پیاده یا استفاده دوچرخه سواران و وسایل نقلیه کوچک مانند موتورسیکلت و سواری از زیرگذر، بهتر است متناسباً عرض بیشتری برای زیرگذر در نظر گرفته شود. اگر شیب‌راهه، تنها راه دسترسی به زیرگذر است، توصیه می‌شود که عرض آن با عرض زیرگذر برابر گرفته شود. حداقل عرض شیب‌راهه ۱/۷۵ متر است. شیب طولی شیب‌راهه

نباید از ۱۰ درصد تجاوز کند و بهتر است ۸ درصد در نظر گرفته شود. برای تغییر ارتفاع بیش از ۳/۵ متر باید پاگرد در نظر گرفت به نحوی که تغییر ارتفاع بین دو پاگرد از ۳/۵ متر بیشتر نشود. طول پاگرد، در امتداد محور شیب‌راهه، نباید از ۱/۵ متر کمتر باشد. شیب طولی پاگرد حداکثر ۲٪ است. در صورتی که فقط از پله در زیرگذر استفاده شود، توصیه می‌گردد که عرض پله‌ها برابر عرض زیرگذر باشد. در موردی که نتوان این عرض را فراهم ساخت، عرض پله نباید از ۱/۷۵ متر کمتر باشد. ارتفاع پله نباید از ۲۰ سانتیمتر بیشتر و از ۱۶ سانتیمتر کمتر باشد. عرض کف پله نباید از ۳۰ سانتیمتر کمتر باشد. کف پله نباید صیقلی باشد یا هنگام مرطوب شدن لیز شود. تمهیدهای مناسب برای استفاده نابینایان از پله باید در نظر گرفته شود. تغییر ارتفاع بین دو پاگرد پله، نباید از ۱/۸ متر بیشتر باشد. طول پاگرد نباید از ۱/۲۵ متر در امتداد محور پله کمتر باشد. در موردی که پله ۹۰ درجه می‌پیچد، طول پاگرد باید حداقل برابر عرض پله گرفته شود. برای شیب‌راهه‌هایی که شیب طولی آنها ۵ درصد یا بیشتر است و همچنین برای انواع پله‌ها باید دستگیره پله در نظر گرفته شود.

به منظور تخلیه آب‌هایی که وارد زیرگذر می‌شود می‌توان کف زیرگذر را با شیب عرضی ۳٪ تا ۴٪ از یک لبه به لبه دیگر شیب داد تا آب در کنار جدول واقع در لبه جاری شود. کف زیرگذر می‌تواند دارای شیب طولی بین ۰/۵٪ تا ۰/۷٪ در یک جهت باشد تا آب جمع شده در یک لبه بطور طبیعی تخلیه شود یا بطرف درجه حوضچه‌شنگیر و سپس بطرف چاه زهکش و یا در صورت امکان به جوی (قنو) کنار راه هدایت شود. حوضچه را باید در محلی قرارداد که پاک‌کردن آن مانع رفت و آمد پیاده‌ها نشود.

۴-۶-۵ پیاده رو روگذر

روگذر باید حداقل برابر ۵/۵۵ متر و عرض آن حداقل

۲/۲۵ متر در نظر گرفته شود. اگر دو چرخه ها نیز از روگذر

استفاده می کنند بهتر است مسیر آنها از مسیر پیاده ها با اختلاف

ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتیمتر جدا باشد. پله و شیب راه روگذر مطابق

معیارهای ذکر شده برای پله و شیب راه زیرگذر در نظر گرفته شود.

کف پله ها و شیب راه ها بهتر است فلزی نباشد. برای روگذر باید

نورده مناسب در نظر گرفته شود.

مزایای اصلی پیاده رو روگذر در مقایسه با زیرگذر، ارزانی،

سادگی و سریع بودن اجرای آن می باشد ولی عیب آن این است

که پیاده ناچار است ارتفاع بیشتری را بالا رفته و پایین بیاید.

روگذر بهتر است در متدد کوتاهترین مسیر پیاده قرار گیرد و بنا

نورده کشتی از عبور پیاده ها از عرض راه جلوگیری شود. اگر روگذر،

مورد استفاده معلولین قرار می گیرد باید طوری ساخته شود

که تغییر ارتفاع توسط شیب راه صورت گیرد. ارتفاع آزاد

جدول ۴-۲۷ سنجش کیفیت مسیرهای پیاده

کیفیت عبور پیاده	فضای پیاده روی (متر مربع بری هر نفر)	حجم جریان پیاده (نفر در دقیقه برای هر متر عرض مفید پیاده رو)
ف	بیش از ۱۳۰	کمتر از ۶
ب	۱۳۰ تا ۱۴۰	از ۶ تا ۲۰
پ	۱۲۰ تا ۱۳۰	از ۲۱ تا ۳۰
* ت	۱۱۰ تا ۱۲۰	از ۳۱ تا ۴۵
* ث	۱۰۰ تا ۱۱۰	از ۴۶ تا ۷۵
* ج	کمتر از ۱۰۰	متغیر و ناپایدار

\* در رده ها احتمال به وجود آمدن این کیفیت بسیار کم است.

جدول ۴-۲۸ گنجایش طراحی پیاده رو و پیاده گذر

گنجایش طراحی (نفر در دقیقه در یک متر عرض مفید)	پیاده رو	پیاده گذر
۲۰		
۳۰		

جدول ۴-۲۹ حداقل عرض و ارتفاع آزاد در زیرگذرهای مخصوص پیاده

حداقل فضای آزاد داخلی (متر)		طول زیرگذر پیاده
عرض آزاد	ارتفاع آزاد	
۳/۰	۳/۰	کمتر از ۲۵ متر
۳/۰	۳/۵	۲۵ متر و بزرگتر

مدت احداث و تکمیل شود. بنابراین مرحله بندی اجرایی برای استفاده از قطعه های ساخته شده مسیر، در فواصل زمانی بین مراحل مختلف، کاملاً منطقی و الزامی است.

طراحان مسیر راه باید با در نظر گرفتن تمامی شرایط گفته شده، امکان استفاده کوتاه مدت یا میان مدت از قطعه های ساخته شده و بالاخره امکان بهسازی و اتصال قطعه ها به شبکه موجود کشور در دراز مدت را، در مطالعات خود مدنظر قرار دهند.

در اتصال کوتاه مدت، از راه موجود، بصورت ره انحرافی استفاده می شود و بهسازی آن محدود است و بهتر است در همین حد مورد مطالعه قبلی قرارگیرد. در اتصال میان مدت نیز بهتر است امکان بهسازی اساسی و تغییر و تبدیل تدریجی ره موجود، به منظور اتصال قطعه احداث شده به شبکه، پیشاپیش بررسی و در طراحی هندسی راه مدنظر قرارگیرد.

۴-۷-۳ مطالعه مسیر با امکان توسعه خط های عبور کمکی پیش بینی حجم ترافیک راهها معمولاً برای بیست سال بعد صورت می گیرد. با توجه به مطالعات مربوط به حجم ترافیک مسیر، چنانچه برآورد شود که پس از زمان پیش بینی شده، حجم ترافیک از گنجایش تعداد خطوط عبور در نظر گرفته شده تجاوز خواهد کرد، باید در طراحی اولیه، امکان توسعه نهایی راه به خطوط عبور بیشتر پیش بینی و تدبیرهای

#### ۴-۷-۱ ساخت مرحله ای راه ها و اتصال آن به

#### راه های موجود

#### ۴-۷-۱-۱ کلیات

در طراحی هندسی راه ها، امکان اتصال قطعه ای از مسیر مورد طراحی به شبکه موجود راه های کشور (شبکه) و نیز امکان توسعه احتمالی راه به خطوط عبور بیشتر، باید مدنظر قرار گیرد. بنابراین ضرورت دارد که طراحان مسیر هندسی راه، با توجه به شبکه موجود کشور و موقعیت مسیر مورد مطالعه و نقطه نظرهای اقتصادی کوتاه مدت و بلند مدت طرح، جزئیات هندسی طرح و موقعیت مسیر را به شیوه مناسبی تعیین کنند.

#### ۴-۷-۲ مطالعه مسیر با بررسی امکان اتصال آن به

#### راه های موجود

راه معمولاً در ابتدا و انتهای خود به شبکه متصل می شود. نوع تقاضا، در محل اتصال به شبکه، بسته به شرایط محل، حجم ترافیک و هزینه آن می تواند متفاوت باشد.

مسیرهای مورد نظر، معمولاً بسته به محدودیت های اقتصادی و شرایط محلی راه و نیز تداخل یا پروژه های عمرانی دیگر، در چند قطعه مورد مطالعه و طراحی و اجرا قرار می گیرد. در بسیاری از موارد، امکان احداث کامل تمام مسیر در یک مقطع زمانی معین فراهم نیست. لذا قطعه های بعدی مسیر مطالعه شده، ممکن است در کوتاه مدت، میان مدت یا دراز



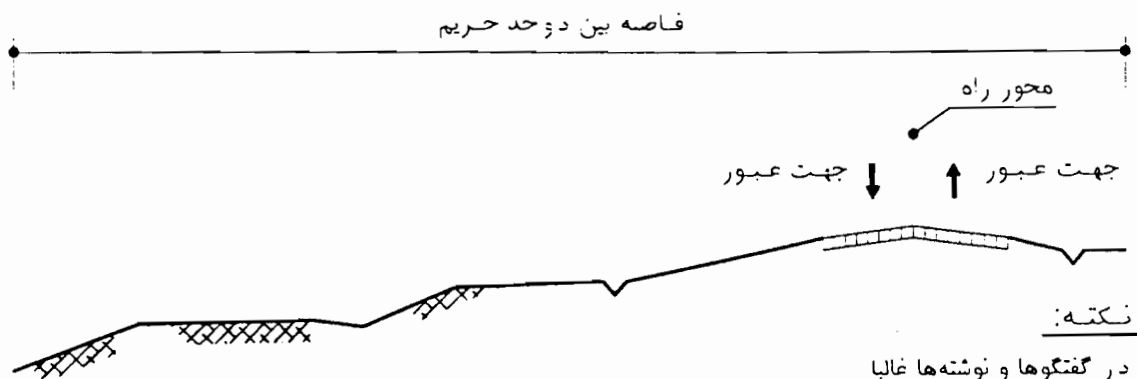
لازم در نظر گرفته می شود و ترافیک دو جهت را تأمین می کند. در این حالت از میانه به عنوان کانال انتقال آب های سطحی استفاده و توسعه آتی (مرحله دوم توسعه) در طرف دیگر میانه عرضی، در نظر گرفته می شود. بهره برداری از مسیر دوم، پس از تکمیل مرحله دوم توسعه، بصورت شکل ۴-۱۲ صورت خواهد گرفت. در مراحل بعدی توسعه به هر یک از خطوط عبور هر دو طرف میانه یک خط عبور اضافه می شود (شکل ۴-۱۳) و هر طرف مسیر راه می تواند دارای شیب عرضی یکسره یا دو طرفه باشد.

در مورد هایی که حریم راه محدود بوده و استفاده از میانه های عرضی ناممکن باشد، ناگزیر از میانه های کم عرض استفاده می شود. در این حالت و برای اقتصادی تر کردن تخلیه آب های سطحی، بهتر است طرح توسعه آتی راه بصورت شکل ۴-۱۴ انجام گیرد. در این حالت روسازی به نحوی است که هر طرف مسیر راه، دارای شیب عرضی یکسره خواهد بود.

مناسب برای این مشکل در نظر گرفته شود. در پیش بینی امکان توسعه راه هایی که در آینده دارای حداقل چهار خط عبور خواهد بود، بهتر است توسعه آتی تعداد خط های عبوری کمکی با استفاده از میانه عرضی صورت گیرد.

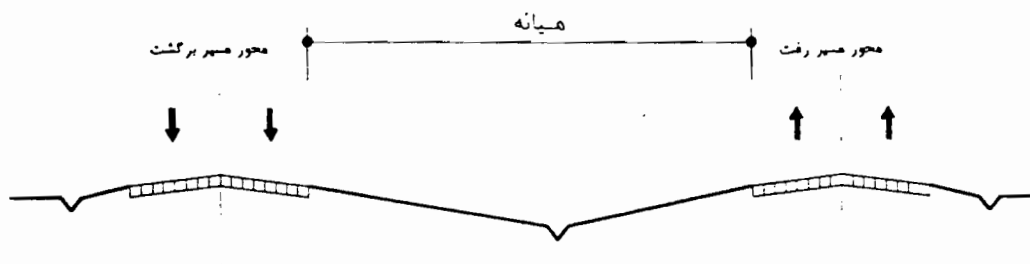
این روش طرح و توسعه راه، نسبت به روش های دیگر، که مسیر اولیه در وسط حریم راه قرار گرفته، و توسعه از هر دو طرف صورت می گیرد، دارای مزایای آشکاری است. در این حالت، سرمایه گذاری اولیه برای اجرای روسازی، اجرای روگذر های راه و تأمین سیستم های تخلیه آب های سطحی از میان نمی رود و با افزایش تعداد خطوط عبور، کارایی خود را حفظ و اختلال کمتری در ترافیک مسیر ایجاد خواهد کرد. در این حالت، مسیر اولیه می تواند در یک طرف حریم، با رعایت میانه عرضی و شیب عرضی دو طرفه ساخته شود و مقطع عرضی مسیر اول دارای مشخصات هندسی متداول خواهد بود.

در طراحی مرحله ای راه ها مسیر مورد نظر در ابتدا مطابق شکل ۴-۱۱ به صورت یک مسیر دو خطه دو طرفه با فضای

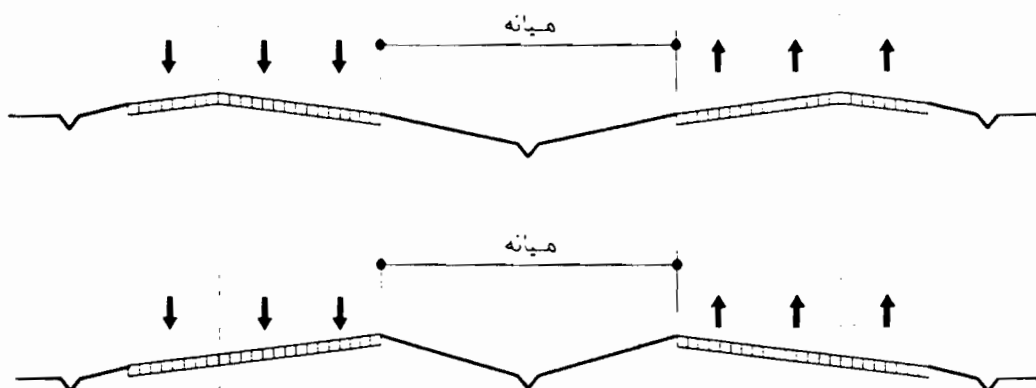


در گفتگوها و نوشته ها غالباً به جای "فاصله بین دو حد حریم" کلمه کوتاه "حریم" به کار می برند، که البته با مفهوم اصلی لغوی حریم و تعریف آن (شرح مندرج در تصویب نامه) دوگانگی دارد.

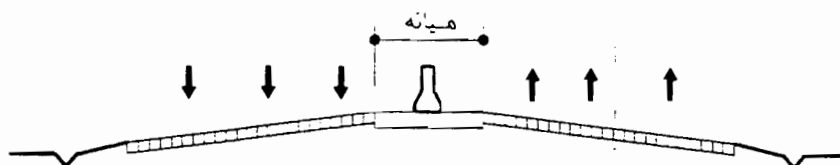
شکل ۴-۱۱ مرحله اول ساخت یک راه چند خطه جدا شده



شکل ۴-۱۲ مرحله دوم ساخت یک راه چندخطه جداشده



شکل ۴-۱۳ مرحله سوم ساخت یک راه چندخطه جداشده با میانہ عریض



شکل ۴-۱۴ مرحله سوم ساخت یک راه چندخطه جداشده با میانہ کم عرض

#### ۴-۸ تأسیسات جانبی راه

اتصال راه به تأسیسات جانبی آن، نظیر پاسگاه توزین، تعمیرگاه خودرو، پمپ بنزین، محل استراحت، ایستگاه اتوبوس، راهدارخانه و پاسگاه پلیس، بهتر است با در نظر گرفتن تمامی معیارهای دسترسی که در بخش ۴-۵ مطرح شده است طراحی گردد.

مشخصات طراحی اتصال راه‌ها به تأسیسات جانبی باید متناسب با مسیر اصلی انتخاب شود و در صورت لزوم، خطوط عبور کاهش یا افزایش سرعت، برای ورود به این تأسیسات پیش‌بینی شود. در اتصال راه به این تأسیسات، باید یک راه مستقل برای ورود و یک راه مستقل برای خروج پیش‌بینی شود.

#### ۴-۸-۱ پمپ بنزین و تعمیرگاه خودرو

محل پمپ بنزین و تعمیرگاه خودرو باید در خارج حریم راه قرار داشته باشد. در صورتی که سرعت نزدیک شدن به این محل‌ها ۱۰۰ کیلومتر در ساعت یا بیشتر باشد، باید برای دسترسی به این محل‌ها یا خروج از آنها، خط عبور ویژه تغییر سرعت پیش‌بینی شود.

فاصله متوسط بین این محل‌ها در راه‌های اصلی بین ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر خواهد بود. در راه‌های با ترافیک متوسط روزانه بیش از ۵۰۰۰ وسیله، بهتر است این محل‌ها در دو طرف راه در نظر گرفته شود. در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، باید این محل‌ها برای جلوگیری از قطع مسیر در دو طرف راه پیش‌بینی شود، مگر آن که برای ارتباط طرف مقابل، از طریق پل، دسترسی مناسب پیش‌بینی شده باشد.

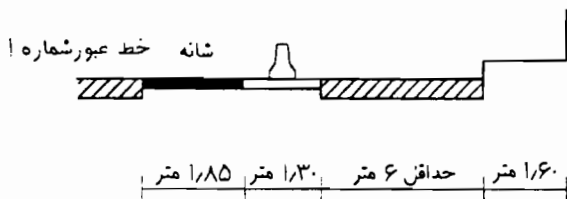
#### ۴-۸-۲ محل‌های استراحت

محل‌های استراحت، برای استفاده کنندگان راه و بویژه

توقف خودروهای سنگین، باید جدا از مسیر اصلی پیش‌بینی و توسط راه‌های دسترسی مناسب به راه اصلی متصل شود. این محل‌ها بهتر است امکان توقف حدود پنج تا پانزده وسیله نقلیه را فراهم کند و در صورت امکان در نقاط خورش آب و هوا و منظره دار قرار گیرد.

#### ۴-۸-۳ ایستگاه‌های اتوبوس

محل ایستگاه‌های اتوبوس مطابق شکل ۴-۱۵ باید جدا از خطوط عبور به عرض حداقل ۶ متر باشد تا امکان عبور یک اتوبوس از کنار اتوبوس متوقف شده را فراهم سازد. سکوی سوار شدن به اتوبوس باید دارای عرض حداقل ۱/۶ متر باشد. خط توقف اتوبوس در ایستگاه باید با عرضی برابر حداقل ۱/۳۰ متر از مسیر اصلی جدا شود و در این محدوده دارای جدول مناسب باشد.



شکل ۴-۱۵ اندازه و موقعیت ایستگاه اتوبوس

#### ۴-۸-۴ راهدارخانه و پاسگاه پلیس

این محل‌ها، نیازمند دسترسی به هر دو جهت عبورند. به این منظور اتصال این محل‌ها در آزادراه‌ها باید از طریق تبادل انجام شود.

## ۴-۹ ارزش منظرآرایی و تأثیر محیط اطراف در طراحی راه

۴-۹-۱ کلیات

مرحله مطالعاتی راه و طرح هندسی آن، صرفاً تابع بررسی‌های اقتصادی و انتخاب مشخصات اصلی طرحی نیست، بلکه تحت تأثیر محیط اطراف راه و منظرآرایی مسیر نیز هست.

خصوصیات محیط اطراف مسیر، مانند:

- پستی و بندی
- زمین‌شناسی محل
- شرایط جوی
- منبع آب موجود، مانند نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
- تأسیسات پیرامون راه، مانند خطوط لوله و انتقال نیرو
- راه و رده‌ها موجود
- مرکزهای صنعتی و معدنی هر دو طرف مسیر و تأسیسات منته به مرتبط با این مرکزها
- تأسیسات نظامی
- شهر و روستاهای هر دو طرف راه و نحوه ارتباط آن‌ها پس از حدت راه

- مسائل ایجادشده ثانوی، مانند آلودگی هوا و صد در پیرامون مرکزهای جمعیت موجود و نحوه ارتباط راه با این مرکزها
- خصوصیات محیط زیست، مانند تأمین ارتباط جانداران بین دو طرف راه پس از احداث آن، تغییرهای پدیدآمده در منابع آب موجود و نحوه حفظ و کنترل گیاهان و درختان موجود در محل، از عوامل تعیین‌کننده در مرحله‌های مطالعاتی طرح هندسی راه است.

عبور از مسیری با چشم‌اندازهای زیبا نیز حائز اهمیت بسیار است. لذا منظرآرایی نیز در کنار عوامل دیگر طرحی راه، حائز اهمیت است. بهترین موقعیت قرارگیری راه و مسیر قائم و فنی آن،

برای تأمین زیبایی مسیر در هماهنگی با محیط اطراف، مدنظر قرارگیرد. لذا علیرغم ضرورت بهینه‌سازی اقتصادی طرح، صرف هزینه برای تأمین زیبایی و منظرآرایی مسیر می‌تواند منطقی باشد.

## ۴-۹-۲ اهمیت انتخاب سرعت طرح

سرعت طرح از عوامل تعیین‌کننده ضوابط طرح هندسی مسیر، مانند، موقعیت افقی و نیمرخ طولی راه است. انتخاب سرعت طرح در مناطقی که دارای زیبایی و چشم‌اندازهای طبیعی است، به علت تأثیر اختلاط و ترکیب هماهنگ و موزون رده با محیط پیرامون، از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا همانگونه که قبلاً در بخش سرعت طرح نیز اشاره شد، در انتخاب سرعت طرح مناطقی که دارای زیبایی‌های طبیعی می‌باشد، بهترین نکته‌های مربوط به منظرآرایی مسیر را نیز مدنظر قرارداد. چنانچه جلب توجه رانندگان به مناظر اطراف حادثه‌آفرین باشد، بهترین تمهیدات لازم برای جلوگیری از دید رانندگان، در محدوده زاویه دید، بکارگرفته شود.

## ۴-۹-۳ نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه

- در خلال طراحی مسیر راه، به منظور منظرآرایی آن، بهترین نکات زیر مدنظر قرارگیرد:
- استقرار مسیر راه به گونه‌ای باشد که احداث راه جدید، در صورت امکان، محیط طبیعی اطراف راه را حفظ کند و باعث ظهور و وضوح چشم‌اندازهای پیرامون شود.
- نیمرخ طولی و مسیر کلی راه با طبیعت پیرامون، سازگار باشد و خاکریزی‌ها و خکبرداری‌های بدمنظر و نامتجانس با محیط اطراف، به حداقل برسد.
- بری درهم آمیزی و اختلاط مناسب راه با محیط پیرامون، بهترین تمهیدات لازم به‌کارگیری درختان و گیاهان موجود و

عصنوعی، با محیط اطراف هم آهنگ شود.

- تخلیه آب‌های سطحی و زهکشی راه، در مناطق خوش منظر باید بگونه‌ای باشد که موجب فرسایش، و بدمنظری و تجمع هرز آب‌ها در محل های نامناسب نشود.

- در مناطقی که دو مسیر از روی یکدیگر عبور می‌کند، بهتر است فضای اطراف به شیوه مناسبی شیب بندی و با پوشش گیاهی پوشیده شود، به طوری که به دید راننده صدمه نزنند.

#### ۴-۱۰ محل‌های قرضه و انبار (دپو)

ساختن راه، نیازمند مصالحی است که برخی از آنها مانند میلگرد و سیمان، محصول کارخانه است و برخی دیگر، از قبیل مصالح خاکی لازم برای تنه راه، یا شن و ماسه و سنگ مورد نیاز روسازی و ابنیه فنی، از معادن و ذخایر زمینی و کوهی و رودخانه‌ای به دست می‌آید. علاوه بر این، به دنبال آماده کردن بستر ره و انجام عملیات پی‌کنی، خاک‌برداری و برش کوه، مقداری پس‌مانده نیز حاصل می‌شود که نمی‌توان آن را در حریم راه تخلیه کرد.

با توجه به موردهای بالا، انجام مطالعات یک مسیر، باید با در نظر گرفتن عوامل ذکر شده، شاعل تمامی محل‌های معادن قرضه و نیز محل تخلیه پس‌مانده صورت گیرد تا گزینه بهینه را ارائه کند.

در ارتباط با طرح هندسی راه، وجود یا عدم وجود محل‌های ذکر شده، حایز اهمیت است و باید توسط طراحان در انتخاب گزینه‌ها متد نظر قرار گیرد.

ترمیم و توسعه فضاهای سبز، در محل‌های لازم، به موازات طرح هندسی، به وسیله کارشناسان ذیربط بررسی شود. در این ارتباط باید تخریب گیاهان و درختان با ارزش پیرامون (نظیر درختان کهنسال، گیاهان بومی و کمیاب) در حداقل ممکن، صورت گیرد. در مناطق ویژه‌ای که راه از داخل جنگل عبور می‌کند، باید قبل از تصمیم‌گیری نهایی درباره مسیر، وضعیت تخریب جنگل از دیدگاه محیط زیست، بطور کامل مورد بررسی کارشناسی قرار گیرد و در صورت لزوم، طرح ترمیم و جایگزینی لازم پیشاپیش بررسی شود و راه‌های حفظ درخت و گیاه و نحوه نگهداری فضاهای سبز، پس از استقرار راه و تأثیر احتمالی آن در طرح هندسی مورد توجه قرار گیرد.

- گزینه‌ای که ضمن حفظ صول فنی و اقتصادی لازم، باعث به وجود آمدن چشم‌اندازها و دورنماهای زیبا می‌شود، برگزینه‌های دیگر برتری دارد.

- در مناطق زیبای طبیعی، در صورت امکان، تعبیه میانه‌های عریض و مسیرهای مستقل از هم، از یکسواختی مسیر می‌کاهد و چشم‌اندازهای بهتری ایجاد می‌کند.

- پرها، تونل‌ها و دیوارهای حایل، مادامی‌که هزینه‌های گزافی را به پروژه تحمیل نکند، در مقایسه با خاک‌برداری‌ها و خاکریزی‌های پرحجم، ز دیدگاه زیبایی و جلوه مسیر، گزینه مناسب‌تری خواهد بود. در این ارتباط، بهتر است تمام ابنیه به گونه‌ای طراحی شود که از نظر زیبایی، با مسیر و محیط، هماهنگی داشته باشد.

- در صورت امکان بهتر است از استفاده معادن قرضه در مناطق خوش منظر اجتناب شود. در صورت لزوم استفاده از این معادن، محل‌های مورد نظر باید پس از پایان بهره‌برداری، به روش مناسب، شیب بندی و با پوشش مناسب گیاهی یا گزینه‌های مشابه دیگر مانند دریاچه



## فصل پنجم - معیارهای طرح هندسی راه‌ها و ابنیه

### ۱-۵ فاصله دید

#### ۱-۱-۵ کلیات

تأمین فاصله دید کافی برای کنترل سرعت خودرو و اجتناب از برخورد با نوع غیرمنتظره و تصادف هنگام سبقت‌گیری. از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در طرح هندسی راه. از این بخش به منظور تأمین فاصله دید کافی در موقعیت‌های مختلف استفاده می‌شود. در تمام طول مسیر، با سرعت طرح باید دید کافی، برای رانندگان تأمین و مناطق بدون فاصله دید کافی، با خط‌کشی و علائم، مشخص شود.

#### ۱-۲-۵ انواع فواصل دید

فواصل دید در راه به سه دسته زیر تقسیم می‌شود (برای فاصله دید در تقاطع‌ها به فصل هفتم مراجعه گردد).

الف - فاصله دید توقف

ب - فاصله دید سبقت

پ - فاصله دید انتخاب

#### ۱-۲-۱-۵ فاصله دید توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو در حال حرکت، پس از مشاهده مانع توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی می‌کند تا قبل از برخورد با مانع متوقف شود. این فاصله مجموع دو فاصله است: یکی مسافت طی شده در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، و دیگری مسافت طی شده پس از ترمز.

الف - فاصله مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش راننده برای

ترمز کردن، طی می‌کند.

این مدت به عوامل متعددی مانند مهارت، هشجاری راننده، سرعت خودرو، نوع و رنگ و شرایط مانع، فاصله از مانع، نوع و شرایط راه و شرایط دید از لحاظ جوی بستگی دارد.

مقدار این زمان در طراحی، ۲/۵ ثانیه در نظر گرفته می‌شود. ب - فاصله ترمز، مسافتی است که خودرو در سرعت مورد نظر پس از ترمز تا توقف طی می‌کند.

این فاصله از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V^2}{254(F \pm G)}$$

که در این رابطه

$d$  = فاصله ترمز بر حسب متر

$V$  = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر در ساعت

$F$  = ضریب اصطکاک در امتداد حرکت در روسازی خیس که در جدول ۱-۵ داده شده است.

$G$  = قدر مطلق شیب راه بر حسب درصد که مقدار آن در سربلایی مثبت و در سرپایینی منفی خواهد بود.

برای محاسبه فاصله دید توقف با در نظر گرفتن مجموع دو فاصله ذکر شده از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$S = 0.695 V + \frac{V^2}{254(F \pm G)}$$

به ضوری که

$S$ ، فاصله دید توقف در امتداد مورد نظر بر حسب متر و  $V$  و  $F$  و  $G$  مطابق بند ب می‌باشد.

ضرایب اصطکاک، فواصل ترمز و حدود فاصله دید توقف برای سرعت‌های مختلف و در امتداد افقی ( $G = 0$ ) در جدول ۱-۵ منعکس شده است.

فاصله دید توقف باید مساوی از فاصله دید راننده (با ارتفاع ۱۰۷ سانتی متر از سطح راه) از مانع احتمالی واقع بر سطح راه (با ارتفاع ۱۵ سانتی متر) یا بیشتر از آن باشد.





جدول ۵-۲ حداقل طول خم در خم های گنبدی (متر)

S=۲۹۰ V=۱۳۰ k=۲۰۱	S=۲۵۵ V=۱۲۰ k=۱۶۱	S=۲۲۰ V=۱۱۰ k=۱۲۰	S=۱۹۰ V=۱۰۰ k=۸۹	S=۱۶۰ V=۹۰ k=۶۳	S=۱۳۰ V=۸۰ k=۴۲	S=۱۰۵ V=۷۰ k=۲۷	S=۸۵ V=۶۰ k=۱۸	S=۶۵ V=۵۰ k=۱۱	S=۵۰ V=۴۰ k=۷	S=۳۰ V=۳۰ k=۳	A (%)
۱۷۵	۱۰۵	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰	۴۰	۳۵	۳۰	۳۰	۳۰*	۱
۳۱۱	۲۴۰	۱۷۰	۱۱۰	۵۵	۵۰	۴۰	۳۵	۳۰	۳۰	۳۰	۱/۵
۴۱۵	۳۲۱	۲۳۹	۱۷۸	۱۱۸	۵۸	۴۰	۳۵	۳۰	۳۰	۳۰	۲
۵۱۹	۴۰۱	۲۹۹	۲۲۳	۱۵۸	۹۸	۴۸	۳۵	۳۰	۳۰	۳۰	۲/۵
۶۲۳	۴۸۲	۳۵۹	۲۶۷	۱۹۰	۱۲۵	۷۵	۳۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳
۷۲۷	۵۶۲	۴۱۸	۳۱۲	۲۲۱	۱۴۶	۹۴	۵۴	۳۰	۳۰	۳۰	۳/۵
۸۳۱	۶۴۲	۴۷۸	۳۵۷	۲۵۳	۱۶۸	۱۰۹	۶۹	۳۰	۳۰	۳۰	۴
۹۳۴	۷۲۳	۵۳۸	۴۰۱	۲۸۴	۱۸۸	۱۲۳	۸۰	۴۰	۳۰	۳۰	۴/۵
۱۰۳۸	۸۰۳	۵۹۸	۴۴۶	۳۱۶	۲۰۹	۱۳۶	۸۹	۴۹	۳۰	۳۰	۵
۱۱۴۲	۸۸۳	۶۵۷	۴۹۰	۳۴۸	۲۳۰	۱۵۰	۹۸	۵۶	۳۰	۳۰	۵/۵
۱۲۴۶	۹۶۳	۷۱۷	۵۳۵	۳۷۹	۲۵۰	۱۶۳	۱۰۸	۶۳	۳۳	۳۰	۶
۱۳۵۰	۱۰۴۴	۷۷۷	۵۷۹	۴۱۱	۲۷۱	۱۷۷	۱۱۶	۶۸	۳۸	۳۰	۶/۵
۱۴۵۴	۱۱۲۴	۸۳۷	۶۲۴	۴۴۲	۲۹۲	۱۹۱	۱۲۵	۷۳	۴۲	۳۰	۷
۱۵۵۷	۱۲۰۴	۸۹۶	۶۶۹	۴۷۴	۳۱۳	۲۰۴	۱۳۴	۷۸	۴۶	۳۰	۷/۵
۱۶۶۱	۱۲۸۴	۹۵۶	۷۱۳	۵۰۶	۳۳۴	۲۱۸	۱۴۳	۸۳	۴۹	۳۰	۸
۱۱۶۵	۱۳۶۵	۱۰۱۶	۷۵۸	۵۳۷	۳۵۵	۲۳۱	۱۵۲	۸۹	۵۲	۳۰	۸/۵
۱۱۶۹	۱۴۴۵	۱۰۷۶	۸۰۲	۵۶۹	۳۱۶	۲۴۵	۱۶۱	۹۴	۵۶	۳۰	۹
۱۹۷۳	۱۵۲۵	۱۱۳۵	۸۴۷	۶۰۰	۳۹۶	۲۵۹	۱۶۹	۹۹	۵۹	۳۰	۹/۵
۲۰۱۷	۱۶۰۶	۱۱۹۵	۸۹۱	۶۳۲	۴۱۷	۲۷۲	۱۸۸	۱۰۴	۶۲	۳۰	۱۰
۲۱۸۰	۱۶۸۶	۱۲۵۵	۹۳۶	۶۶۴	۴۳۸	۲۸۶	۱۹۷	۱۱۰	۶۵	۳۰	۱۰/۵
۲۲۸۴	۱۷۶۶	۱۳۱۵	۹۸۰	۶۹۵	۴۵۹	۲۹۹	۱۹۶	۱۱۵	۶۸	۳۰	۱۱
۲۳۸۸	۱۸۴۶	۱۳۷۴	۱۰۲۵	۷۲۷	۴۸۰	۳۱۳	۲۰۵	۱۲۰	۷۱	۳۰	۱۱/۵
۲۴۹۲	۱۹۲۷	۱۴۳۴	۱۰۷۰	۷۵۹	۵۰۱	۳۲۷	۲۱۴	۱۲۵	۷۴	۳۰	۱۲
۲۵۹۶	۲۰۰۷	۱۴۹۴	۱۱۱۴	۷۹۰	۵۲۲	۳۴۰	۲۲۳	۱۳۰	۷۷	۳۰	۱۲/۵
۲۷۰۰	۲۰۸۷	۱۵۵۴	۱۱۵۹	۸۲۲	۵۴۲	۳۵۴	۲۳۲	۱۳۶	۸۰	۳۰	۱۳
۲۸۰۳	۲۱۶۸	۱۶۱۳	۱۲۰۳	۸۵۳	۵۶۳	۳۶۸	۲۴۱	۱۴۱	۸۳	۳۰	۱۳/۵
۲۹۰۸	۲۲۴۸	۱۶۷۳	۱۲۴۸	۸۸۵	۵۸۴	۳۸۱	۲۵۰	۱۴۶	۸۶	۳۱	۱۴
۳۰۱۱	۲۳۲۸	۱۷۳۳	۱۲۹۲	۹۱۷	۶۰۵	۳۹۵	۲۵۹	۱۵۱	۹۰	۳۲	۱۴/۵
۳۱۱۵	۲۴۰۸	۱۷۹۳	۱۳۳۷	۹۴۸	۶۲۶	۴۰۸	۲۶۸	۱۵۶	۹۳	۳۳	۱۵

L = طول خم (متر)

A = تفاوت جبری دو شیب (%)

S = فاصله دید توقف (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

k = طول لازم برای ۱٪ اختلاف شیب (متر)

\* = حداقل طول خم برای اختلاف شیب بیش از نیم درصد ۳۰

متر است و برای اختلاف شیب نیم درصد و کمتر از آن به طول

خم احتیاجی نیست.

پیدا داشت: موارد ضروری استفاده از خم های به طول بیش از

۱۰۰۰ متر بسیار نادر است.

جدول ۳-۵ حداقل فاصله دید توقف در خم‌های گنبدی (متر)

L=۹۰۰ S	L=۸۰۰ S	L=۷۰۰ S	L=۶۰۰ S	L=۵۰۰ S	L=۴۰۰ S	L=۳۰۰ S	L=۲۰۰ S	L=۱۵۰ S	L=۱۰۰ S	L=۵۰ S	A (%)
۶۰۴	۵۶۹	۵۳۲	۴۹۳	۴۵۰	۴۰۳	۳۵۳	۳۰۳	۲۷۸	۲۵۰	۲۲۵	۱
۴۹۳	۴۶۵	۴۳۵	۴۰۲	۳۶۷	۳۲۹	۲۸۵	۲۳۵	۲۱۰	۱۸۰	۱۶۰	۱/۵
۴۲۷	۴۰۲	۳۷۶	۳۴۹	۳۱۸	۲۸۵	۲۴۶	۲۰۱	۱۷۶	۱۵۰	۱۲۵	۲
۳۸۲	۳۶۰	۳۳۷	۳۱۲	۲۸۵	۲۵۵	۲۲۰	۱۸۰	۱۵۶	۱۳۰	۱۰۵	۲/۵
۳۴۹	۳۲۹	۳۰۷	۲۸۵	۲۶۰	۲۳۲	۲۰۱	۱۶۴	۱۴۲	۱۲۰	۹۵	۳
۳۲۳	۳۰۴	۲۸۵	۲۶۳	۲۴۱	۲۱۵	۱۸۶	۱۵۲	۱۳۲	۱۱۰	۸۵	۳/۵
۳۰۲	۲۸۵	۲۶۶	۲۴۶	۲۲۵	۲۰۱	۱۷۴	۱۴۲	۱۲۳	۱۰۰	۷۵	۴
۲۸۵	۲۶۸	۲۵۱	۲۳۲	۲۱۲	۱۹۰	۱۶۴	۱۳۴	۱۱۶	۹۵	۷۰	۴/۵
۲۷۰	۲۵۵	۲۳۸	۲۲۰	۲۰۱	۱۸۰	۱۵۶	۱۲۷	۱۱۰	۹۰	۶۶	۵
۲۵۷	۲۴۳	۲۲۷	۲۱۰	۱۹۲	۱۷۲	۱۴۹	۱۲۱	۱۰۵	۸۶	۶۲	۵/۵
۲۴۶	۲۳۲	۲۱۷	۲۰۱	۱۸۴	۱۶۴	۱۴۲	۱۱۶	۱۰۱	۸۲	۵۹	۶
۲۳۷	۲۲۳	۲۰۹	۱۹۳	۱۷۷	۱۵۸	۱۳۷	۱۱۲	۹۷	۷۹	۵۶	۶/۵
۲۲۸	۲۱۵	۲۰۱	۱۸۶	۱۷۰	۱۵۲	۱۳۲	۱۰۸	۹۳	۷۶	۵۴	۷
۲۲۰	۲۰۸	۱۹۴	۱۸۰	۱۶۴	۱۴۷	۱۲۷	۱۰۴	۹۰	۷۳	۵۲	۷/۵
۲۱۳	۲۰۱	۱۸۸	۱۷۴	۱۵۹	۱۴۲	۱۲۳	۱۰۱	۸۷	۷۱	۵۰	۸
۲۰۷	۱۹۵	۱۸۳	۱۶۹	۱۵۴	۱۳۸	۱۲۰	۹۸	۸۵	۶۹	۴۹	۸/۵
۲۰۱	۱۹۰	۱۷۷	۱۶۴	۱۵۰	۱۳۴	۱۱۶	۹۵	۸۲	۶۷	۴۷	۹
۱۹۶	۱۸۵	۱۷۳	۱۶۰	۱۴۶	۱۳۱	۱۱۳	۹۲	۸۰	۶۵	۴۶	۹/۵
۱۹۱	۱۸۰	۱۶۸	۱۵۶	۱۴۲	۱۲۷	۱۱۰	۹۰	۷۸	۶۴	۴۵	۱۰
۱۸۶	۱۷۶	۱۶۴	۱۵۲	۱۳۹	۱۲۴	۱۰۸	۸۸	۷۶	۶۲	۴۴	۱۰/۵
۱۸۲	۱۷۲	۱۶۱	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۱	۱۰۵	۸۶	۷۴	۶۱	۴۳	۱۱
۱۷۸	۱۶۸	۱۵۷	۱۴۵	۱۳۳	۱۱۹	۱۰۳	۸۴	۷۳	۵۹	۴۲	۱۱/۵
۱۷۴	۱۶۴	۱۵۴	۱۴۲	۱۳۰	۱۱۶	۱۰۱	۸۲	۷۱	۵۸	۴۱	۱۲
۱۷۱	۱۶۱	۱۵۱	۱۳۹	۱۲۷	۱۱۴	۹۹	۸۰	۷۰	۵۷	۴۰	۱۲/۵
۱۶۷	۱۵۸	۱۴۸	۱۳۷	۱۲۵	۱۱۲	۹۷	۷۹	۶۸	۵۶	۳۹	۱۳
۱۶۴	۱۵۵	۱۴۵	۱۳۴	۱۲۲	۱۱۰	۹۵	۷۷	۶۷	۵۵	۳۹	۱۳/۵
۱۶۱	۱۵۲	۱۴۲	۱۳۲	۱۲۰	۱۰۸	۹۳	۷۶	۶۶	۵۴	۳۸	۱۴
۱۵۹	۱۴۹	۱۴۰	۱۲۹	۱۱۸	۱۰۶	۹۲	۷۵	۶۵	۵۳	۳۸	۱۴/۵
۱۵۶	۱۴۷	۱۳۷	۱۲۷	۱۱۶	۱۰۴	۹۰	۷۳	۶۴	۵۲	۳۷	۱۵

-L, S و A مطابق جدول ۳-۵ است.

جدول ۴-۵ حداقل طول خم در خم های کاسه ای (متر)

S=۲۹. V=۱۳.	S=۲۵. V=۱۲.	S=۲۲. V=۱۱.	S=۱۹. V=۱۰.	S=۱۶. V=۹.	S=۱۳. V=۸.	S=۱۰.۵ V=۷.	S=۸.۵ V=۶.	S=۶.۵ V=۵.	S=۵. V=۴.	A (%)
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰*	۱
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱/۵
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲
۱۲۵	۱۰۴	۸۳	۶۵	۴۷	۳۰	۴۰	۳۵	۳۵	۳۰	۲/۵
۲۰۱	۱۱۲	۱۴۳	۱۱۸	۹۳	۶۸	۵۵	۴۵	۴۰	۳۰	۳
۲۵۵	۲۲۰	۱۸۵	۱۵۵	۱۲۵	۹۵	۷۰	۵۵	۴۵	۳۰	۳/۵
۲۹۶	۲۵۶	۲۱۷	۱۸۳	۱۵۰	۱۱۶	۸۸	۶۵	۵۰	۳۰	۴
۳۳۳	۲۸۸	۲۴۴	۲۰۶	۱۶۹	۱۳۲	۱۰۱	۷۷	۵۵	۳۵	۴/۵
۳۷۰	۳۲۰	۲۶۲	۲۲۹	۱۸۸	۱۴۶	۱۱۳	۸۶	۶۰	۴۰	۵
۴۰۷	۳۵۳	۲۷۸	۲۵۲	۲۰۶	۱۶۱	۱۲۴	۹۵	۶۶	۵۵	۵/۵
۴۴۴	۳۸۵	۲۹۱	۲۷۵	۲۲۵	۱۷۶	۱۳۵	۱۰۳	۷۳	۵۰	۶
۴۸۱	۴۱۷	۳۰۳	۲۹۸	۲۴۴	۱۹۰	۱۴۶	۱۱۲	۷۹	۵۵	۶/۵
۵۱۸	۴۴۹	۳۱۳	۳۲۱	۲۶۳	۲۰۵	۱۵۸	۱۲۱	۸۵	۶۰	۷
۵۵۵	۴۸۱	۳۲۱	۳۴۴	۲۸۲	۲۲۰	۱۶۹	۱۲۹	۹۱	۶۳	۷/۵
۵۹۲	۵۱۳	۳۲۹	۳۶۷	۳۰۰	۲۳۴	۱۸۰	۱۳۸	۹۷	۶۸	۸
۶۲۹	۵۴۵	۳۳۵	۳۹۰	۳۱۹	۲۴۹	۱۹۱	۱۴۶	۱۰۳	۷۲	۸/۵
۶۶۶	۵۷۷	۳۴۱	۴۱۳	۳۳۸	۲۶۴	۲۰۳	۱۵۵	۱۰۹	۷۶	۹
۷۰۳	۶۰۹	۳۴۶	۴۳۶	۳۵۷	۲۷۸	۲۱۴	۱۶۴	۱۱۵	۸۰	۹/۵
۷۴۰	۶۴۱	۳۵۱	۴۵۹	۳۷۵	۲۹۳	۲۲۵	۱۷۲	۱۲۱	۸۴	۱۰
۷۷۷	۶۷۳	۳۵۵	۴۸۲	۳۹۴	۳۰۸	۲۳۶	۱۸۱	۱۲۷	۸۸	۱۰.۵
۸۱۴	۷۰۵	۳۵۹	۵۰۵	۴۱۳	۳۲۲	۲۴۸	۱۸۹	۱۳۳	۹۳	۱۱
۸۵۱	۷۳۷	۳۶۲	۵۲۸	۴۳۲	۳۳۷	۲۵۹	۱۹۸	۱۳۹	۹۷	۱۱.۵
۸۸۸	۷۶۹	۳۶۶	۵۵۰	۴۵۰	۳۵۱	۲۷۰	۲۰۷	۱۴۵	۱۰۱	۱۲
۹۲۵	۸۰۱	۳۶۹	۵۷۳	۴۶۹	۳۶۶	۲۸۲	۲۱۵	۱۵۱	۱۰۵	۱۲.۵
۹۶۲	۸۳۳	۳۷۱	۵۹۶	۴۸۸	۳۸۱	۲۹۳	۲۲۴	۱۵۷	۱۰۹	۱۳
۹۹۹	۸۶۵	۳۷۴	۶۱۹	۵۰۷	۳۹۵	۳۰۴	۲۳۳	۱۶۳	۱۱۴	۱۳.۵
۱۰۳۶	۸۹۷	۳۷۶	۶۴۲	۵۲۶	۴۱۰	۳۱۵	۲۴۱	۱۶۹	۱۱۸	۱۴
۱۰۷۳	۹۲۹	۳۷۸	۶۶۵	۵۴۴	۴۲۵	۳۲۷	۲۵۰	۱۷۵	۱۲۲	۱۴.۵
۱۱۰۹	۹۶۱	۳۸۱	۶۸۸	۵۶۳	۴۳۹	۳۳۸	۲۵۸	۱۸۱	۱۲۶	۱۵

\* حداقل طول خم بری شیب بیش از نیم درصد ۳۰ متر است.

جدول ۵-۵ حداقل فاصله دید توقف در خم‌های کاسه‌ای (متر)

L=۹۰۰ S	L=۸۰۰ S	L=۷۰۰ S	L=۶۰۰ S	L=۵۰۰ S	L=۴۰۰ S	L=۳۰۰ S	L=۲۰۰ S	L=۱۵۰ S	L=۱۰۰ S	L=۵۰ S	A (%)
											۱
											۱/۵
									۶۴۴	۴۴۴	۲
							۴۱۵	۳۳۱	۲۴۸	۱۶۵	۲/۵
							۲۸۹	۲۲۹	۱۶۹	۱۰۹	۳
							۲۳۵	۱۸۵	۱۳۵	۸۵	۳/۵
						۲۹۴	۲۰۵	۱۶۰	۱۱۶	۷۲	۴
						۲۶۴	۱۸۵	۱۴۵	۱۰۴	۶۳	۴/۵
						۲۴۰	۱۶۹	۱۳۳	۹۶	۵۷	۵
					۲۸۶	۲۲۱	۱۵۶	۱۲۳	۸۹	۵۳	۵/۵
					۲۶۴	۲۰۵	۱۴۵	۱۱۴	۸۳	۵۰	۶
				۳۰۰	۲۴۶	۱۹۱	۱۳۵	۱۰۷	۷۸	۴۱	۶/۵
				۲۸۱	۲۳۰	۱۷۹	۱۲۷	۱۰۱	۷۴	۴۵	۷
			۳۱۱	۲۶۴	۲۱۷	۱۶۹	۱۲۰	۹۶	۷۰	۴۲	۷/۵
			۲۹۴	۲۴۹	۲۰۵	۱۶۰	۱۱۴	۹۱	۶۷	۴۱	۸
			۲۷۸	۲۳۶	۱۹۴	۱۵۲	۱۰۹	۸۷	۶۴	۳۹	۱/۵
		۳۰۳	۲۶۴	۲۲۵	۱۸۵	۱۴۵	۱۰۴	۸۳	۶۱	۳۸	۹
		۲۸۹	۲۵۲	۲۱۴	۱۷۶	۱۳۸	۹۹	۷۹	۵۹	۳۶	۹/۵
		۲۷۶	۲۴۰	۲۰۵	۱۶۹	۱۳۳	۹۶	۷۶	۵۷	۳۵	۱۰
	۲۹۸	۲۶۴	۲۳۰	۱۹۶	۱۶۲	۱۲۷	۹۲	۷۴	۵۵	۳۴	۱۰/۵
	۲۸۶	۲۵۳	۲۲۱	۱۸۹	۱۵۶	۱۲۳	۸۹	۷۱	۵۳	۳۳	۱۱
	۲۷۴	۲۴۴	۲۱۳	۱۸۱	۱۵۰	۱۱۸	۸۶	۶۹	۵۱	۳۲	۱۱/۵
۲۹۴	۲۶۴	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۱۴	۸۳	۶۷	۵۰	۳۱	۱۲
۲۸۳	۲۵۵	۲۲۶	۱۹۸	۱۶۹	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۶۵	۴۸	۳۰	۱۲/۵
۲۷۳	۲۴۶	۲۱۹	۱۹۱	۱۶۳	۱۳۵	۱۰۷	۷۸	۶۳	۴۷		۱۳
۲۶۴	۲۳۸	۲۱۱	۱۸۵	۱۵۸	۱۳۱	۱۰۴	۷۶	۶۱	۴۶		۱۳/۵
۲۵۶	۲۳۰	۲۰۵	۱۷۹	۱۵۳	۱۲۷	۱۰۱	۷۴	۵۹	۴۵		۱۴
۲۴۸	۲۲۳	۱۹۹	۱۷۴	۱۴۹	۱۲۴	۹۸	۷۲	۵۸	۴۳		۱۴/۵
۲۴۰	۲۱۷	۱۹۳	۱۶۹	۱۴۵	۱۲۰	۹۶	۷۰	۵۶	۴۲		۱۵

الف - در حالتی که  $S > L$  باشد،

$$L = 2S - \frac{1C + 4.9}{A}$$

به ضوری که

$L$  = طول خم (متر)

$S$  = فاصله دید توقف (متر)

$A$  = اختلاف جبری دو شیب (درصد)

$C$  = بلندی (ارتفاع آزاد) سازه فوقانی تا خم (متر)

ب = در حالتی که  $S < L$  باشد.

$$L = \frac{S^2 \cdot A}{8(C + 0.6)}$$

$L$ ،  $S$ ،  $A$  و  $C$  مطابق تعاریف بند قبل است

مطابق شکل، فاصله مانع از محور طولی از رابطه زیر به

دست می آید.

$$m = R \left( 1 - \cos \frac{2.8/65}{R} S \right)$$

که در این رابطه

$m$  = فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی (متر)

$R$  = شعاع پیچ (متر)

$S$  = فاصله دید توقف (متر)

مقدار زاویه بر حسب درجه است.

در این ارتباط می توان از جدول های ۵-۶ و ۵-۷ استفاده

کرد.

ب - حالتی که  $S > L$  باشد.

در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول پیچ است و خط دید

در ارتفاع ۰/۶۰ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در

نظر گرفته شده است و برای محاسبه  $m$  از رابطه زیر استفاده

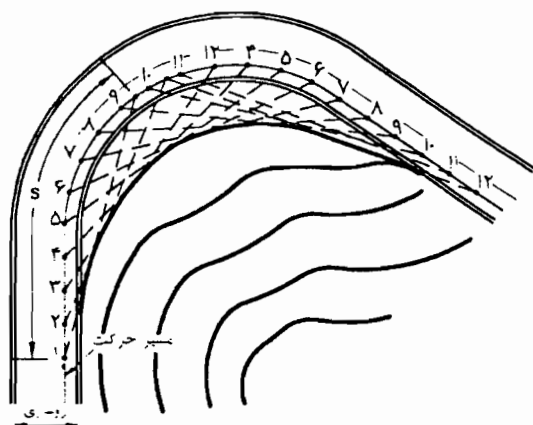
می شود.

$$m = \frac{L(2S - L)}{8R}$$

که پارامترهای  $L$ ،  $S$ ،  $m$  و  $R$  مطابق تعاریف بند پیشین است.

برای پاکسازی محوطه شامل درختان یا زمین طبیعی

می توان با در نظر گرفتن فاصله دید مطابق شکل ۵-۳ عمل کرد.



شکل ۳-۵ نحوه تعیین میزان پاکسازی محوطه در پیچ

۵-۲-۱-۴ فاصله دید توقف در پیچ ها

فاصله دید در پیچ ها ممکن است به وسیله مربع مختلف،

مانند ابنیه فنی، ساختمان ها، درختان و عوارض طبیعی محدود

شده باشد. هنگام طراحی مسیر، برای فاصله دید کافی باید

ضوابط این بند مورد استفاده قرار گیرد. در این ارتباط، دو

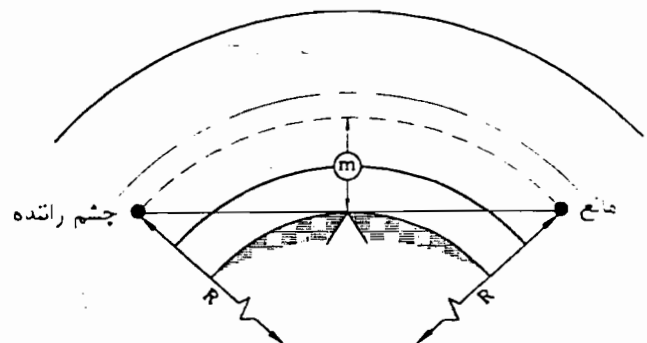
حالت، به شرح زیر، هنگام طراحی در نظر گرفته می شود:

الف - حالتی که  $S < L$  باشد،

در این حالت فاصله دید کوچکتر از طول پیچ است و خط

دید در ارتفاع ۰/۶۰ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری

در نظر گرفته می شود (شکل ۵-۲).



شکل ۲-۵ فاصله دید در پیچ برای حالت  $S < L$

۵-۱-۳ تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای با

ب - حالتی که  $S > L$  باشد،

توجه به فاصله دید

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

در موارد معدودی که در نیم‌رخ طولی از خم‌های دایره‌ای

$$R_{min} = \frac{200}{A} (S - \frac{120}{A})$$

استفاده شود، شعاع حداقل مورد نظر در ارتباط با فاصله دید از روابط زیر به دست می‌آید.

که  $R_{min}$  و  $S$  و  $A$  به ترتیب شعاع حداقل خم (متر)، فاصله دید (متر) و تفاضل جبری دو شیب (درصد) است.

الف - حالتی که  $S < L$  باشد.

مقادیر حداقل فوق باید با مقادیر حداقل شعاع که

در این حالت از رابطه زیر استفاده می‌شود.

راحتی راننده را تأمین می‌کند مقایسه و بیشترین مقدار آنها

$$R_{min} = 0.467S^2 - 0.535$$

انتخاب شود.

جدول ۵-۶ حداقل فاصله آزاد جانبی مانع از محور خط عبور داخلی راه در پیچ‌ها بر حسب (متر)

R (متر)	S=۳۰	S=۵۰	S=۶۵	S=۸۵	S=۱۰۵	S=۱۳۰	S=۱۶۰	S=۱۹۰	S=۲۲۰	S=۲۵۵	S=۲۹۰
شعاع پیچ	V=۳۰	V=۴۰	V=۵۰	V=۶۰	V=۷۰	V=۸۰	V=۹۰	V=۱۰۰	V=۱۱۰	V=۱۲۰	V=۱۳۰
۵۰	۲/۲۳	۶/۱۲	۱۰/۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۰۰		۳/۱۱	۵/۲۴	۸/۹۰	-	-	-	-	-	-	-
۱۵۰		۲/۰۸	۳/۵۱	۵/۹۸	۹/۱۰	-	-	-	-	-	-
۲۰۰		۱/۵۶	۲/۶۴	۴/۵۰	۶/۸۵	۱۰/۴۷*	-	-	-	-	-
۲۵۰			۲/۱۱	۳/۶۰	۵/۴۹	۸/۴۰	۱۲/۶۹*	-	-	-	-
۳۰۰			۱/۷۶	۳/۰۱	۴/۵۸	۷/۰۲	۱۰/۶۱*	-	-	-	-
۴۰۰			۲/۲۶	۲/۴۴	۳/۴۴	۵/۲۷	۷/۹۷	۱۱/۲۳*	۱۵/۰۳*	-	-
۵۰۰			۱/۱۱	۲/۷۵	۲/۲۲	۴/۳۹	۶/۳۹	۹/۰۰	۱۲/۰۵*	۱۶/۱۷*	-
۶۰۰			۱/۵۰	۲/۳۰	۳/۵۲	۴/۳۳	۵/۳۳	۷/۵۱	۱۰/۰۶	۱۳/۵۰*	۱۷/۴۴*
۱۰۰			۱/۹۷	۲/۰۲	۳/۰۲	۴/۵۷	۵/۳۷	۶/۴۴	۸/۶۳	۱۱/۵۸*	۱۴/۹۷*
۸۰۰			۱/۷۲	۲/۶۴	۳/۰۰	۴/۰۰	۵/۶۳	۶/۶۳	۷/۵۵	۱۰/۱۴	۱۳/۱۱*
۹۰۰			۱/۵۳	۲/۳۵	۳/۵۵	۴/۵۵	۵/۰۱	۶/۷۱	۷/۷۱	۹/۰۲	۱۱/۶۶*
۱۰۰۰			۲/۱۱	۲/۱۱	۳/۲۰	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۵۱	۷/۰۴	۸/۱۲	۱۰/۵۰
۱۲۰۰			۱/۷۶	۲/۶۷	۳/۲۰	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲	۱۰/۵۰
۱۴۰۰			۱/۵۱	۲/۲۹	۳/۲۲	۴/۳۲	۵/۳۲	۶/۳۲	۷/۰۴	۸/۱۲	۱۰/۵۰
۱۶۰۰				۲/۰۰	۳/۸۲	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲	۱۰/۵۰
۱۸۰۰				۱/۷۸	۲/۵۱	۳/۳۶	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲
۲۰۰۰				۱/۶۰	۲/۲۶	۳/۰۲	۴/۳۶	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲
۲۵۰۰				۱/۸۱	۲/۴۲	۳/۲۵	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲
۳۰۰۰				۱/۵۰	۲/۰۲	۳/۷۱	۴/۵۱	۵/۵۱	۶/۷۱	۷/۰۴	۸/۱۲

\* برینندی بیش از ۶٪

جدول ۵-۷ حداقل فاصله دید توقف در پیچ ها\*

R (متر)	m=2	m=3	m=4	m=5	m=6	m=7	m=8	m=9	m=10	m=11
50	28	35	40	45	49	54	57	61	64	68
100	40	49	57	64	70	75	81	85	90	95
150	49	60	69	78	85	92	98	104	110	116
200	57	69	80	90	99	106	114	120	127	133
250	63	78	90	100	110	119	127	135	142	149
300	69	85	98	110	120	130	139	147	155	163
400	80	98	113	127	139	150	160	170	179	188
500	89	110	127	142	155	168	179	190	200	210
600	99	120	139	155	170	183	196	208	219	230
700	106	130	150	167	183	198	212	225	237	249
800	113	139	160	179	196	212	226	240	253	266
900	120	147	170	190	208	225	240	255	269	282
1000	127	155	179	200	219	237	253	269	283	297
1200	139	170	196	219	240	259	277	294	310	325
1400	150	183	212	237	259	280	299	318	335	351
1600	160	196	226	253	277	299	320	340	358	375
1800	170	208	240	268	294	318	340	360	378	398
2000	179	219	253	283	310	335	358	380	400	420
2500	200	245	283	316	346	374	400	424	447	469
3000	219	268	310	346	380	410	438	465	490	514

\* S, R و m مطابق تعاریف قبل است.

جدول ۵-۸ حداقل فاصله دید سبقت

حداقل فاصله دید سبقت (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
217	30
285	40
345	50
407	60
482	70
541	80
605	90
670	100
728	110
855	130

۵-۱-۴ فواصل دید سبقت

فواصل دید سبقت، فقط برای راه های دوخطه دوطرفه، مد نظر است ولی در برخی از محل های بحرانی راه، تعریض راه به سه یا چهار خط عبور، از تأمین فاصله دید سبقت اقتصادی تر است.

فاصله دید سبقت، کمترین فاصله ای است که رانندگان می توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راه های دوخطه دوطرفه، با در نظر گرفتن فواصل طی شده خودروی در حال سبقت و خودروی در حالت حرکت در جهت مقابل به دست می آید و در جدول ۵-۸ منعکس است.

در ضمن، فاصله دید سبقت بر این پایه تعیین می شود، که ارتفاع چشم راننده از سطح راه ۱۰۷ سانتی متر و ارتفاع مانع (خودرو مقابل) ۱۳۰ سانتی متر است.

۵-۱-۵ فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی

۵-۱-۶ فواصل دید انتخاب

در خم‌ها روابط زیر بین فواصل دید سبقت و طول خم‌ها وجود دارد.

در محل‌های خاصی از راه (به ویژه در راه‌های با سرعت طرح بالا) در حوالی تقاطع، تبادل، محل‌های استراحت و ایست کنار مسیر و در محل رابط‌ها، به منظور اجتناب از واکنش‌های آنی توأم با خطای راننده، بهتر است فاصله دیدی بزرگتر از فاصله دید توقف پیش‌بینی کرد. این فاصله را، فاصله دید انتخاب می‌نامند که در جدول ۵-۱۱ مشخص شده است.

الف - وقتی که  $S > L$  باشد،  

$$L = 2S - \frac{946}{A}$$
  
 ب - وقتی که  $S < L$  باشد،  

$$L = \frac{A S^2}{946}$$
  
 که در روابط بالا  $S$ ،  $A$  و  $L$  به ترتیب، فاصله دید سبقت، اختلاف جبری دو شیب و طول خم است.

مقادیر مختلف  $A$  و  $S$  و  $L$  در جدول‌های ۵-۹ و ۵-۱۰ مشخص شده است.

جدول ۵-۹ حداقل طول خم لازم برای فاصله دید سبقت در خم‌های گنبدی

$S=83.0$ $V=13.0$	$S=79.0$ $V=12.0$	$S=74.0$ $V=11.0$	$S=66.5$ $V=10.0$	$S=60.5$ $V=9.0$	$S=55.0$ $V=8.0$	$S=49.0$ $V=7.0$	$S=42.5$ $V=6.0$	$S=35.0$ $V=5.0$	$S=29.0$ $V=4.0$	$S=23.0$ $V=3.0$	A (%)
۱۱۱	۶۳۷	۵۳۱	۳۸۷	۲۶۷	۱۵۷	۳۷	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱
۱۰۹۶	۹۹۳	۸۱۱	۷۰۳	۵۸۱	۴۷۱	۳۵۱	۲۲۱	۱۹۰	۱۳۰	۳۰	۱.۵
۱۴۶۱	۱۳۲۴	۱۱۶۱	۹۳۸	۷۷۶	۶۴۲	۵۰۹	۳۷۹	۲۵۰	۱۷۰	۳۰	۲
۱۸۲۶	۱۶۵۵#	۱۴۵۲	۱۱۷۲	۹۷۰	۸۰۲	۶۳۷	۴۷۹	۳۲۰	۲۲۰	۵۰	۲.۵
۲۱۹۲	۱۹۸۵	۱۷۴۲	۱۴۰۷#	۱۱۶۴	۹۶۲	۷۶۴	۵۷۵	۳۹۰	۲۵۰	۱۰۰	۳
۲۵۵۷	۲۳۱۶	۲۰۳۲	۱۶۶۱	۱۳۵۹#	۱۱۲۳	۹۹۱	۶۷۰	۴۵۵	۳۱۲	۱۵۰	۳.۵
۲۹۲۲	۲۶۴۷	۲۳۲۳	۱۸۷۶	۱۵۵۳	۱۲۸۳#	۱۰۱۸	۷۶۶	۵۲۰	۳۵۷	۲۰۰	۴
۳۲۸۷	۲۹۷۸	۲۶۱۳	۲۱۱۰	۱۷۴۷	۱۴۴۴	۱۱۴۶#	۸۶۲	۵۸۵	۴۰۱	۲۵۲	۴.۵
۳۶۵۳	۳۳۰۹	۲۹۰۳	۲۳۴۵	۱۹۴۱	۱۶۰۴	۱۲۷۳#	۹۵۱	۶۵۰	۴۴۶	۳۰۰	۵
۴۰۱۸	۳۶۴۰	۳۱۹۴	۲۵۷۹	۲۱۳۵	۱۷۶۴	۱۴۰۰	۱۰۵۳#	۷۱۴	۴۹۱	۳۰۹	۵.۵
۴۳۸۳	۳۹۷۱	۳۴۸۴	۲۸۱۴	۲۳۲۹	۱۹۲۵	۱۵۲۸	۱۱۴۹#	۷۷۹	۵۳۵	۳۵۷	۶
۴۷۴۹	۴۳۰۲	۳۷۷۵	۳۰۴۸	۲۵۲۳	۲۰۸۵	۱۶۵۵	۱۲۴۵#	۸۴۴	۵۸۰	۳۶۵	۶.۵
۵۱۱۴	۴۶۳۳	۴۰۶۵	۳۲۸۳	۲۷۱۷	۲۲۴۵	۱۸۸۲	۱۳۴۱#	۹۰۹	۶۲۴	۳۹۳	۷
۵۴۷۹	۴۹۶۴	۴۳۵۵	۳۵۱۷	۲۹۱۱	۲۴۰۶	۱۹۱۰	۱۴۳۱#	۹۷۴	۶۶۹	۴۲۱	۷.۵
۵۸۴۴	۵۲۹۵	۴۶۴۶	۳۷۵۲	۳۱۰۵	۲۵۶۶	۲۰۳۷	۱۵۳۲	۱۰۳۹#	۷۱۳	۴۴۹	۸
۶۲۱۰	۵۶۲۶	۴۹۳۶	۳۹۸۶	۳۲۹۹	۲۷۲۷	۲۱۶۴	۱۶۲۸	۱۱۰۴#	۷۵۱	۴۷۱	۸.۵
۶۵۷۵	۵۹۵۶	۵۲۲۶	۴۲۲۱	۳۴۹۳	۲۸۸۷	۲۲۹۲	۱۷۲۴	۱۱۶۹#	۸۰۳	۵۰۵	۹
۶۹۴۰	۶۲۸۷	۵۵۱۷	۴۴۵۵	۳۶۸۷	۳۰۴۷	۲۴۱۹	۱۸۲۰	۱۲۳۴#	۸۴۷	۵۳۳	۹.۵
۷۳۰۵	۶۶۱۸	۵۸۰۷	۴۶۹۰	۳۸۸۱	۳۲۰۸	۲۵۴۶	۱۹۱۵	۱۲۹۹#	۸۹۲	۵۶۱	۱۰
۷۶۷۱	۶۹۴۹	۶۰۹۷	۴۹۲۴	۴۰۷۶	۳۳۶۸	۲۶۷۳	۲۰۱۱	۱۳۶۴#	۹۳۶	۵۸۹	۱۰.۵
۸۰۳۶	۷۲۸۰	۶۳۸۷	۵۱۵۹	۴۲۷۰	۳۵۲۹	۲۸۰۱	۲۱۰۷	۱۴۲۹#	۹۸۱	۶۱۷	۱۱
۸۴۰۱	۷۶۱۱	۶۶۷۷	۵۳۹۳	۴۴۶۴	۳۶۸۹	۲۹۲۸	۲۲۰۳	۱۴۹۴	۱۰۲۶#	۶۴۵	۱۱.۵
۸۷۶۶	۷۹۴۲	۶۹۶۷	۵۶۲۷	۴۶۵۸	۳۸۴۹	۳۰۵۵	۲۲۹۹	۱۵۵۹	۱۰۷۰#	۶۷۳	۱۲
۹۱۳۲	۸۲۷۳	۷۲۵۹	۵۸۶۲	۴۸۵۲	۴۰۱۰	۳۱۸۳	۲۳۹۴	۱۶۲۴	۱۱۱۵#	۷۰۱	۱۲.۵
۹۴۹۷	۸۶۰۴	۷۵۴۹	۶۰۹۶	۵۰۴۶	۴۱۷۰	۳۳۱۰	۲۴۹۰	۱۶۸۹	۱۱۵۹#	۷۲۹	۱۳
۹۸۶۲	۸۹۳۵	۷۸۳۹	۶۳۳۱	۵۲۴۰	۴۳۳۱	۳۴۳۷	۲۵۸۶	۱۷۵۴	۱۲۰۴#	۷۵۷	۱۳.۵
۱۰۲۲۸	۹۲۶۶	۸۱۳۰	۶۵۶۵	۵۴۳۴	۴۴۹۱	۳۵۶۵	۲۶۸۲	۱۸۱۹	۱۲۴۹#	۷۸۵	۱۴
۱۰۵۹۳	۹۵۹۶	۸۴۲۰	۶۸۰۰	۵۶۲۸	۴۶۵۱	۳۶۹۲	۲۷۷۷	۱۸۸۴	۱۲۹۳#	۸۱۳	۱۴.۵
۱۰۹۵۸	۹۹۲۷	۸۷۱۰	۷۰۳۴	۵۸۲۲	۴۸۱۲	۳۸۱۹	۲۸۷۳	۱۹۴۹	۱۳۳۸#	۸۴۱	۱۵

\* رعایت طول خم برای طول‌های طرف چپ علامت، ممکن است اقتصادی نباشد. مقادیر بیش از ۳۰۰۰ متر هم معمولاً مورد ندارد.



جدول ۵-۱۰ حداقل فاصله دید سبقت در خم گنبدی (برحسب متر)

L=۹۰۰ S	L=۸۰۰ S	L=۷۰۰ S	L=۶۰۰ S	L=۵۰۰ S	L=۴۰۰ S	L=۳۰۰ S	L=۲۰۰ S	L=۱۵۰ S	L=۱۰۰ S	L=۵۰ S	A (%)
۹۲۲	۸۷۲	۸۲۲	۷۷۲	۷۲۲	۶۷۲	۶۲۲	۵۷۲	۵۲۲	۴۷۲	۴۲۲	۱
۱۵۲	۷۰۹	۶۶۳	۶۱۴	۵۶۴	۵۱۴	۴۶۴	۴۱۴	۳۶۹	۳۶۴	۳۱۹	۱/۵
۶۵۱	۶۱۴	۵۷۴	۵۳۲	۴۸۶	۴۳۶	۳۸۶	۳۳۶	۳۱۱	۲۶۶	۲۶۱	۲
۵۸۳	۵۴۹	۵۱۴	۴۱۶	۳۳۴	۲۸۸	۲۳۹	۲۱۹	۲۶۴	۲۳۹		۲/۵
۵۳۲	۵۰۱	۴۶۹	۴۳۴	۳۹۶	۳۵۵	۳۰۷	۲۵۷	۲۳۲			۳
۴۹۲	۴۶۴	۴۳۴	۴۰۲	۳۶۷	۳۲۸	۲۸۴	۲۳۵				۳/۵
۴۶۱	۴۳۴	۴۰۶	۳۷۶	۳۴۳	۳۰۷	۲۶۶					۴
۴۳۴	۴۰۹	۳۸۳	۳۵۵	۳۲۴	۲۹۰	۲۵۱					۴/۵
۴۱۲	۳۸۸	۳۶۳	۳۳۶	۳۰۷	۲۷۵	۲۳۸					۵
۳۹۳	۳۷۰	۳۴۶	۳۲۱	۲۹۳	۲۶۲						۵/۵
۳۱۶	۳۵۵	۳۳۲	۳۰۷	۲۸۰	۲۵۱						۶
۳۶۱	۳۴۱	۳۱۹	۲۹۵	۲۶۹	۲۴۱						۶/۵
۳۴۸	۳۲۸	۳۰۷	۲۸۴	۲۶۰	۲۳۲						۷
۳۳۶	۳۱۷	۲۹۷	۲۷۵	۲۵۱							۷/۵
۳۲۶	۳۰۷	۲۸۷	۲۶۶	۲۴۳							۸
۳۱۶	۲۹۱	۲۷۹	۲۵۸	۲۳۶							۸/۵
۳۰۷	۲۹۰	۲۷۱	۲۵۱								۹
۲۹۹	۲۸۲	۲۶۴	۲۴۴								۹/۵
۲۹۱	۲۷۵	۲۵۷	۲۳۱								۱۰
۲۸۴	۲۶۸	۲۵۱	۲۲۲								۱۰/۵
۲۸۸	۲۶۲	۲۴۵									۱۱
۲۸۲	۲۵۶	۲۴۰									۱۱/۵
۲۶۶	۲۵۱	۲۳۵									۱۲
۲۶۱	۲۴۶										۱۲/۵
۲۵۶	۲۴۱										۱۳
۲۵۱	۲۳۶										۱۳/۵
۲۴۶	۲۳۲										۱۴
۲۴۲											۱۴/۵
۲۳۸											۱۵

توضیح: محال‌های حالی شرایطی است که بری اختلاف شیب تعیین شده طول خم بیشتر از عدد تعیین شده در بالای ستون است.

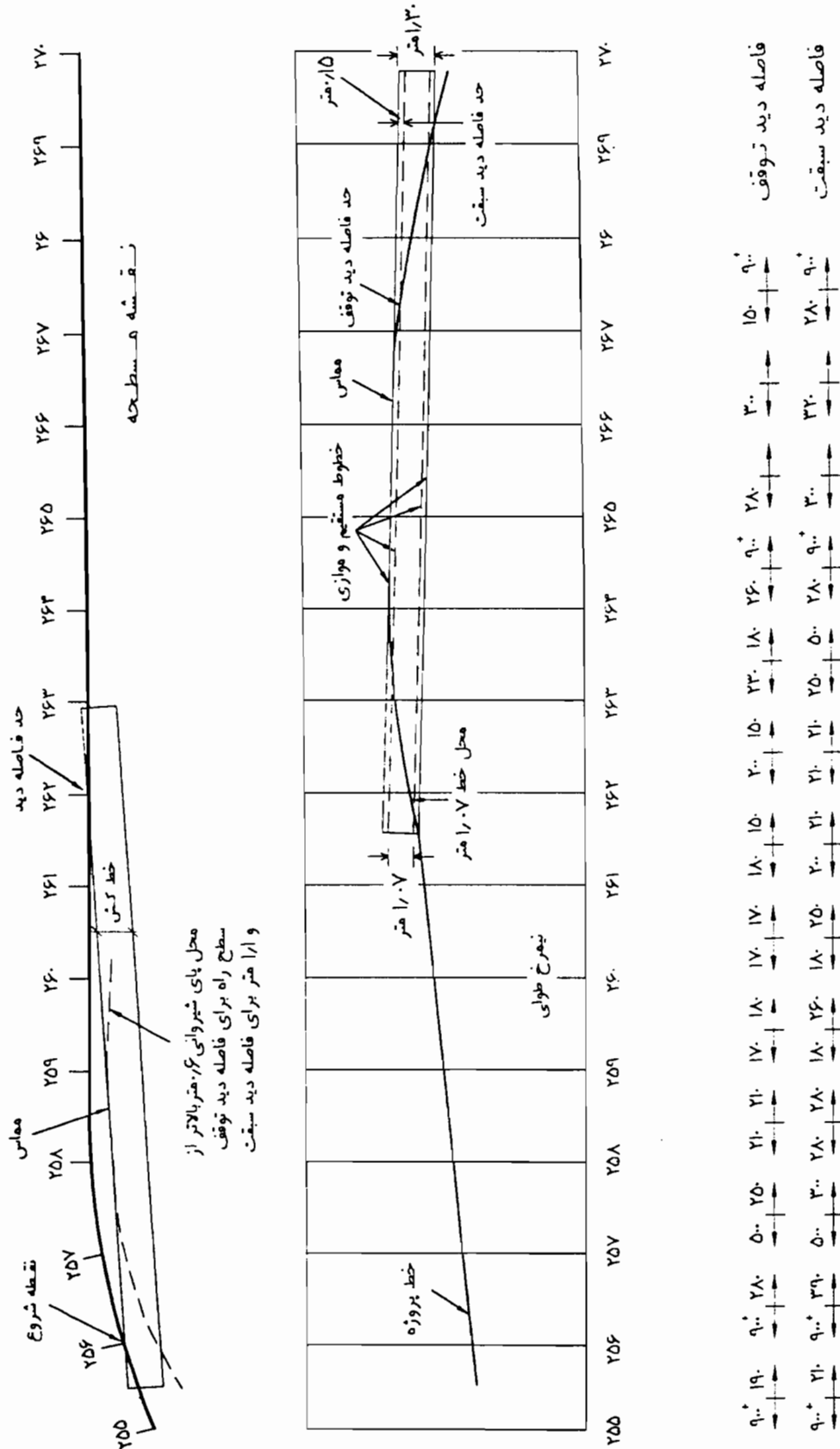
۵-۱-۷ مشخص ساختن فاصله دید در نقشه‌ها

بهتر است فاصله‌های دید توقف و سبقت را مطابق شکل ۵-۴ به طور ترسیمی از نقشه‌های پلان و نیم‌رخ طولی نیز استخراج کرد و در طرح راه برای تعیین حداقل طول خم‌ها و انحنای پیچ‌ها و عقب‌نشینی موانع جانبی مورد استفاده قرار داد. در عین حال بهتر است، طول‌هایی از مسیر راه را که امکان سبقت در آن وجود دارد یا فاصله کافی تأمین نیست، در نقشه‌ها مشخص کرد.

استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری به دقت و سرعت مشخص ساختن فاصله دید توقف و سبقت کمک می‌کند.

جدول ۵-۱۱ فواصل دید انتخاب

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید انتخاب (متر)
۵۰	۱۴۵
۶۰	۱۷۵
۷۰	۲۰۰
۸۰	۲۳۰
۹۰	۲۷۵
۱۰۰	۳۱۵
۱۱۰	۳۳۵
۱۳۰	۴۱۵



شکل ۴-۵ نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فواصل دید در نقشه‌های مسطحه

۲-۵ بر بلندی

۲-۵-۱ کلیات

هر خودرو در حال عبور از پیچ، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو بهتر است شیب عرضی راه با توجه به سرعت طرح تغییر یابد. با استفاده از شیب عرضی یکسره (بر بلندی) می‌توان در مقطع راه، بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و روسازی و مؤلفه وزن خودرو در متداد بر بلندی، با نیروی گریز از مرکز تعادل ایجاد کرد.

۲-۵-۲ بر بلندی

بین بر بلندی و دیگر عوامل مؤثر در حفظ تعادل خودرو در پیچ رابطه زیر برقرار است.

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

به ضریبی که

$e$  = مقدار بر بلندی بر حسب متر بر متر

$f$  = ضریب اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با سطح جاده

$V$  = سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت

$R$  = شعاع پیچ بر حسب متر

مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عوامل زیر بستگی دارد.

- وضعیت لاستیک چرخ‌های خودرو

- نوع روسازی

- خشک یا تر یا یخ زده بودن سطح راه

- سرعت خودرو

جدول ۱۲-۵ مقادیر ضریب اصطکاک جانبی مجاز را در

رتبه با سرعت طرح مشخص می‌کند.

مثال:

حداقل شعاع پیچ برای سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت و

با فرض حداکثر بر بلندی ۶٪ بطریق زیر محاسبه می‌شود.

از جدول ۱۲-۵ برای سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت  $F = 0.14$

با استفاده از رابطه فوق  $\frac{V^2}{127R} = 0.14 + 0.06$

نتیجه می‌گیریم که حداقل شعاع پیچ برابر است با:

$$R_{min} = 252 \text{ متر}$$

جدول ۱۲-۵ ضریب‌های اصطکاک جانبی

ضریب اصطکاک جانبی (f)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
0.11	30
0.11	40
0.16	50
0.15	60
0.14	70
0.14	80
0.13	90
0.12	100
0.11	110
0.09	120
0.08	130

۲-۵-۳ مقادیر حداکثر بر بلندی

مقدار حداکثر بر بلندی تابع عامل‌های زیر است.

الف - شرایط جوی منطقه (دفعات تکرار و مقدار برف و یخ)

ب - نوع راه (کوهستانی، تپه ماهور یا دشت)

پ - درصد خودروهای سنگین و کندرو

ت - محدودیت‌های طراحی از لحاظ تأمین فضای کافی جهت

اعمال بر بلندی و شرایط تخلیه آب‌های سطح راه

با توجه به عوامل بالا مقادیر بر بلندی نباید از مقادیر زیر

تجاوز کند:

- در راه‌های دوخطه و راه‌های جانبی دوخطه و نیز در

رابطه‌ها، در مناطقی که در معرض بارش برف و یخبندان

نیست، ۱۲٪

- در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، ۱۰٪
- در مناطق‌هایی با ارتفاع بیش از هزارمتر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، ۸٪
- در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آبی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است ۶٪ در نظر گرفته شود.
- حدود شعاع پیچ و سرعت طرح در ارتباط با مقادیر بریلندی در جدول ۵-۱۳ منعکس شده است.
- در مواردی که محدودیت خاص طراحی، انتخاب مقادیر بریلندی متفاوتی را الزامی کند، می‌توان با استفاده از رابطه بند ۲-۲، سرعت طرح یا شعاع پیچ را تعیین کرد.
- مقادیر شعاع حداقل برای سرعت طرح و مقادیر بریلندی مختلف در جدول ۵-۱۴ منعکس شده است.

جدول ۵-۱۳ حدود شعاع پیچ و سرعت طرح براساس بریلندی

مقدار بریلندی (درصد)	شعاع پیچ (R) (متر)	سرعت طرح (V) (کیلومتر در ساعت)
۱۲٪	≈ ۱۹۰	$V \leq ۸۰$
۱۱٪	$۱۹۱ \leq R \leq ۲۴۰$	$۸۰ < V < ۹۰$
۱۰٪	$۲۴۱ \leq R \leq ۳۳۵$	$۹۰ < V < ۱۰۰$
۹٪	$۳۳۶ \leq R \leq ۴۱۰$	$۱۰۰ < V < ۱۰۵$
۸٪	$۴۱۱ \leq R \leq ۴۹۰$	$۱۰۵ < V < ۱۱۰$
۷٪	$۴۹۱ \leq R \leq ۵۱۰$	$V > ۱۱۰$
۶٪	$۵۱۱ \leq R \leq ۶۱۰$	$V > ۱۱۰$
۵٪	$۶۱۱ \leq R \leq ۱۰۳۵$	$V > ۱۱۰$
۴٪	$۸۲۶ \leq R \leq ۱۰۶۵$	$V > ۱۱۰$
۳٪	$۱۰۶۶ \leq R \leq ۱۳۷۰$	$V > ۱۱۰$
۲٪	$۱۳۷۱ \leq R \leq ۶۰۰۰$	$V > ۱۱۰$
± ۲٪	$R > ۶۰۰۰$	$V > ۱۱۰$

جدول ۵-۱۴ مقادیر شعاع حداقل (برحسب متر) برای سرعت طرح و بریلندی‌های مختلف

سرعت طرح	۶٪	۸٪	۱۰٪	۱۲٪
۳۰	۳۵	۳۰	۳۰	۲۵
۴۰	۵۵	۵۵	۵۰	۴۵
۵۰	۹۰	۹۵	۹۰	۸۰
۶۰	۱۳۵	۱۲۵	۱۱۵	۱۰۵
۷۰	۱۹۵	۱۱۵	۱۶۵	۱۵۰
۸۰	۲۵۵	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۵
۹۰	۳۴۰	۳۰۵	۲۸۰	۲۵۵
۱۰۰	۴۴۰	۳۶۵	۳۶۰	۳۳۰
۱۱۰	۵۶۵	۵۰۵	۴۵۵	۴۱۵
۱۲۰	۷۶۰	۶۱۰	۶۰۰	۵۴۰
۱۳۰	۹۵۵	۷۳۵	۷۴۰	۶۹۰

۴-۲-۵ نحوه تأمین برابندی

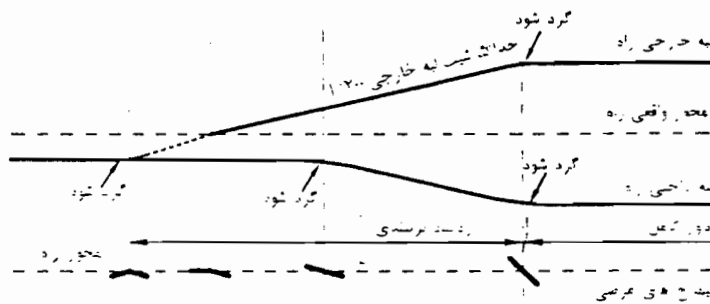
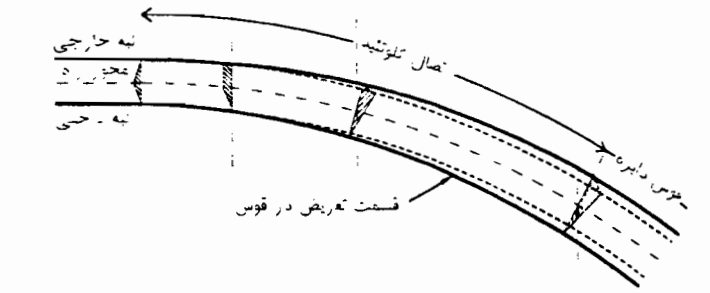
برای تأمین برابندی معمولاً از سه روش زیر استفاده می شود.

الف - دوران نیمرخ عرضی حول محور طولی راه

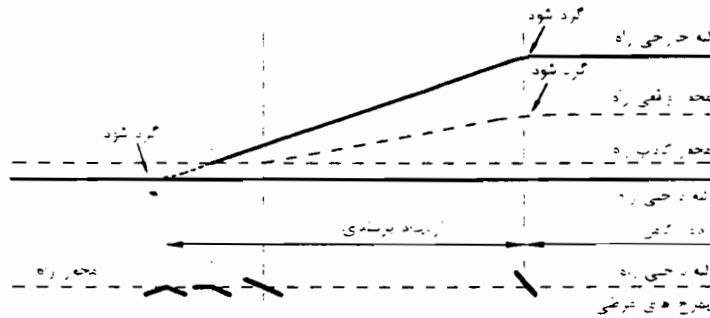
ب - دوران نیمرخ عرضی حول لبه داخلی

پ - دوران نیمرخ عرضی حول لبه خارجی

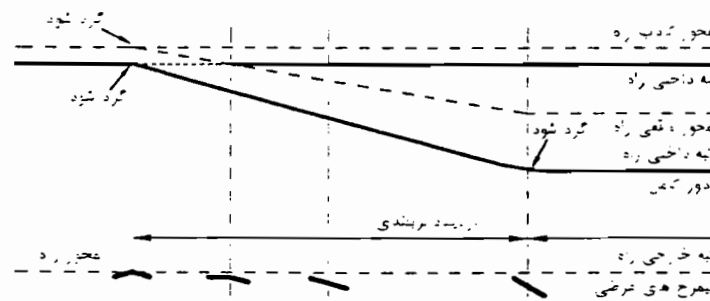
موردهای یادشده در شکل ۵-۵ نشان داده شده است. روش اول، به دلیل کمترین مقدار تغییر مکان در لبه های روسازی، از متداول ترین روش ها برای راه های دوطرفه بدون میانه یا با میانه کم عرض است.



الف - برای تعبیه برابندی، لبه داخلی و خارجی، حول محور راه تغییر مکان می دهد.



ب - برای تعبیه برابندی، لبه خارجی و محور، حول لبه داخلی تغییر مکان می دهد.



پ - برای تعبیه برابندی، لبه داخلی و محور، حول لبه خارجی تغییر مکان می دهد.

شکل ۵-۵ انواع دوران برابندی

ب) اعمال بریلندی در تمام عرض راه (شامل میانه) (شکل ۵-۶ ب)، که برای میانه‌های کم عرض با بریلندی متوسط مناسب است.

پ) میانه به صورت افقی باقی می‌ماند و روسازی‌های طرفین، حول هریک از لبه‌های میانه دوران داده می‌شود (شکل ۵-۶ پ) که برای میانه‌های با عرض متوسط مناسب است.

### ۵-۲-۵ طول تأمین بریلندی

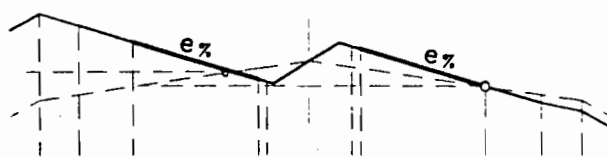
از نظر تأمین ایمنی خودرو و همچنین حفظ زیبایی مسیر و اجتناب از حرکت‌های سریع در مسیر، تغییرهای لازم در شیب عرضی راه به‌تراست به صورت تدریجی و ملایم و در طولی از راه، قبل و بعد از پیچ‌ها صورت گیرد.

در موردهایی که محل لبه داخلی روسازی برای کانال تخلیه آب‌های سطحی در نظر گرفته شده، روش دوم و در مواردی که تأکید بر ظاهر راه است از روش سوم استفاده می‌شود.

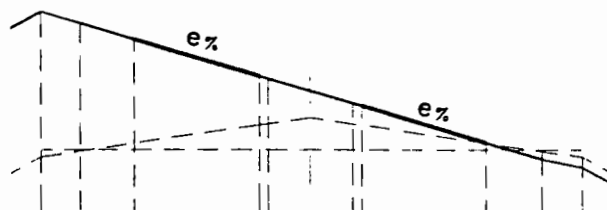
در انتخاب نوع روش به‌تراست به نحوه تخلیه آب‌های سطحی، زیبایی، اجتناب از شیب‌های بحرانی متناسب بودن قرارگیری روسازی نسبت به زمین طبیعی اطراف توجه شود.

در مسیرهای مجز و دارای میانه، بسته به عرض و مقطع عرضی میانه، سه حالت زیر طبق شکل ۵-۶ در اعمال بریلندی قابل استفاده است.

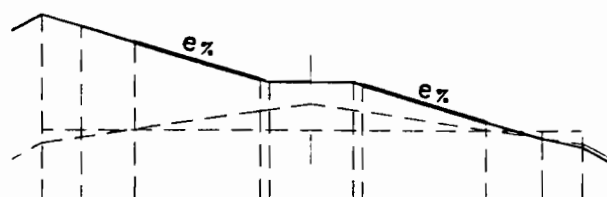
الف) هریک از دو روسازی بطور جداگانه دوران داده می‌شود. در نتیجه، اختلاف ارتفاعی در محل تلاقی هریک از روسازی‌ها با میانه بوجود می‌آید (شکل ۵-۶ الف) که برای میانه‌های با عرض بیشتر از ۹ متر مناسب است.



-الف-



-ب-



-پ-

شکل ۵-۶ نمونه‌های اعمال بریلندی

این طول، طول تأمین بریلندی نامیده می شود و برای راه های دوخطه طبق جدول ۵-۱۵ می باشد.

باشد، طول تأمین بریلندی ۱/۲ برابر طول های ارائه شده در جدول برای راه دوخطه خواهد بود.

برای جلوگیری از نمودار شدن شکستگی محل های تغییر شیب بهتر است از یک خم کوتاه، برای گرد کردن استفاده شود. طول این خم حداقل ۵ متر خواهد بود.

پ - طول تأمین بریلندی مربوط به یک راه دوخطه (حالت الف از شکل ۵-۶) را می توان برای هر یک از دو طرف یک راه چهارخطه جدا شده به کاربرد و برای راه های شش خطه جدا شده این طول بهتر است بیشتر انتخاب شود.

طول تأمین بریلندی، برای رویه های عریض تر از دو خطه، به طریق زیر تعیین می شود.

۲/۳ بریلندی در بخش مستقیم مسیر و ۱/۳ بقیه در داخل پیچ اعمال شود. در صورت استفاده از قوس اتصال تدریجی، تمام بریلندی در طول قوس اتصال تدریجی تأمین می شود.

- راه های سه خطه: ۱/۲ برابر طول نظیر در ره دو خطه  
- راه های چهارخطه غیر مجزا: ۱/۵ برابر طول نظیر در راه دوخطه  
- راه های شش خطه غیر مجزا: دو برابر طول نظیر در راه دوخطه  
طول تأمین بریلندی در راه های جدا شده بهتر است متناسب با عرض کل ره و با در نظر گرفتن میانه افزایش دده شود.

۵-۲-۶ محدودیت های اعمال بریلندی

الف - در موارد محدود کننده، نظیر راه های دوخطه در مناطق کوهستانی، محل رابط ها و راه های جانبی، تأمین شعاع پیچ کافی و میزان بریلندی و طول لازه تأمین بریلندی گاهی امکان پذیر نیست. در چنین مواردی می توان از بیشترین مقدار ممکن بریلندی و کمترین طول تأمین بریلندی استفاده کرد، مشروط بر آنکه شدت تغییر در شیب عرضی از ۴٪ در طول ۲۰ متر تجاوز نکند.

الف - در حالت میانه های کم عرض، حدود ۱/۲ تا ۲/۴ متر (حالت ب از شکل ۵-۶). این افزایش قابل اغماض است.  
ب - اگر عرض میانه کمتر از ۴/۵ متر باشد (حالت پ از شکل ۵-۶)، می توان از جدول ۵-۱۵ برای راه های چهارخطه استفاده کرد. اگر عرض میانه بیشتر از ۱۲ متر باشد، بهتر است مقادیر جدول مربوط به راه های دوخطه جدول برای هر یک از دو جهت ترافیک به کار رود. در این حالت گر راه شش خطه

جدول ۵-۱۵ طول لازم تأمین بریلندی در راه های دوخطه (برحسب متر)

مقدار بریلندی						سرعت طرح
۱۲٪	۱۰٪	۸٪	۶٪	۴٪	۲٪	(کیومتر در ساعت)
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۲۰	۳۰
۶۵	۵۵	۴۵	۳۵	۲۵	۲۵	۴۰
۶۵	۵۵	۴۵	۳۵	۳۰	۳۰	۵۰
۷۵	۶۰	۵۰	۴۰	۳۵	۳۵	۶۰
۸۰	۶۵	۵۵	۴۰	۴۰	۴۰	۷۰
۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	۵۰	۵۰	۸۰
۹۰	۷۵	۶۰	۵۵	۵۵	۵۵	۹۰
۹۵	۸۰	۶۵	۶۰	۶۰	۶۰	۱۰۰
۱۰۵	۸۵	۷۰	۶۵	۶۵	۶۵	۱۱۰
۱۱۰	۹۵	۷۵	۷۰	۷۰	۷۰	۱۲۰

ب - بهتر است از قراردادن طول تأمین بر بلندی در روی پل‌های بزرگ اجتناب شود.

پ - تأمین تدریجی بر بلندی در شانه‌های راه با تغییرهای تدریجی رویه سواره روی مجاور متناسب است.

حالت ب - طول قوس بزرگتر، از ۱۰۰ متر بیشتر است.  
نحوه اعمال بر بلندی در هریک از موارد بالا در شکل ۷-۵ مشخص شده است.

۵-۲-۸ جدول‌های تعیین بر بلندی در سرعت طرح

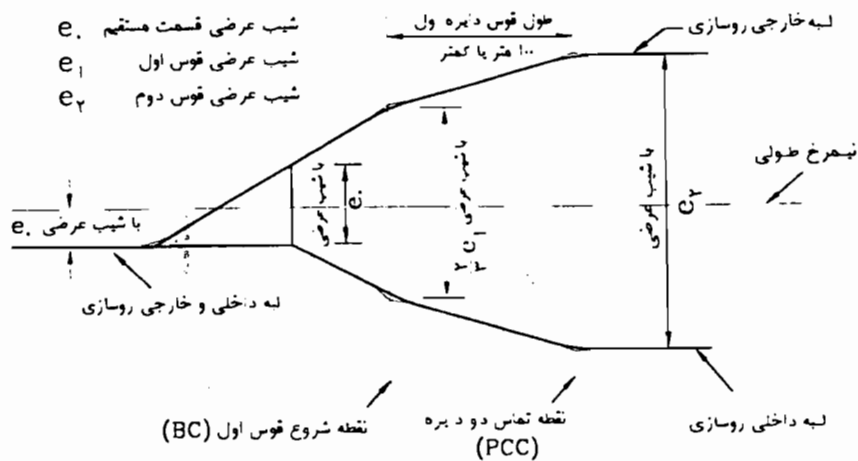
و شعاع‌های مختلف پیچ

مقادیر مختلف بر بلندی برای سرعت طرح و شعاع‌های مختلف پیچ برای راه‌های اصلی با در نظر گرفتن حداکثر بر بلندی مجاز در جدول‌های ۵-۱۶ تا ۵-۱۸ منعکس شده است.

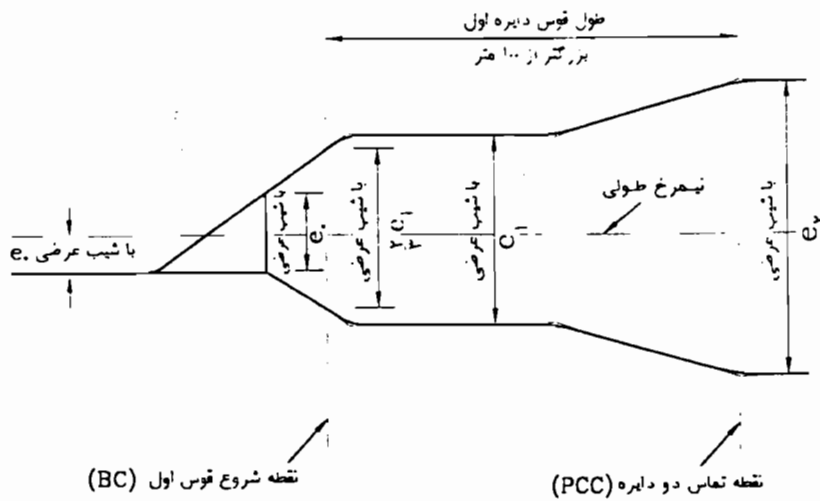
۵-۲-۷ نحوه اعمال طول تأمین بر بلندی

نحوه اعمال طول تأمین بر بلندی در پیچ‌های مرکب که پیچ بزرگتر در حد فاصل خط مستقیم و پیچ با شعاع کوچکتر قرار گرفته به شرح زیر است:

حالت الف - طول قوس بزرگتر، برابر یا کوچکتر از ۱۰۰ متر است.



حالت الف - طول قوس دایره بزرگتر، ۱۰۰ متر یا کمتر است.



حالت ب - طول قوس دایره بزرگتر، از ۱۰۰ متر بیشتر است.

شکل ۷-۵ طرز تأمین بر بلندی در قوس‌های مرکب



ادامه جدول ۵-۱۶

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	شماره (m)
۶/۰	۵/۹	۵/۴	۴/۸	۴/۲	۳/۶	۲/۹	۲/۱		۵۰۰	
۶/۰	۵/۸	۵/۳	۴/۷	۴/۱	۳/۵	۲/۸	/		۵۲۵	
۶/۰	۵/۷	۵/۲	۴/۶	۴/۰	۳/۴	۲/۷	/		۵۵۰	
۶/۰	۵/۶	۵/۶	۴/۴	۳/۹	۳/۳	۲/۶	/		۵۷۵	
۵/۹	۵/۵	۵/۰	۴/۳	۳/۸	۳/۲	۲/۵	*		۶۰۰	
۵/۸	۵/۳	۴/۸	۴/۱	۳/۶	۳/۰	۲/۳			۶۵۰	
۵/۶	۵/۱	۴/۶	۴/۰	۳/۴	۲/۹	۲/۲			۷۰۰	
۵/۵	۵/۰	۴/۴	۳/۸	۳/۲	۲/۷	۲/۱			۷۵۰	
۵/۳	۴/۸	۴/۲	۳/۶	۳/۱	۲/۵	/			۸۰۰	
۵/۱	۴/۶	۴/۱	۳/۵	۳/۰	۲/۴	/			۸۵۰	
۵/۰	۴/۵	۳/۹	۳/۴	۲/۸	۲/۳	/			۹۰۰	
۴/۸	۴/۳	۳/۸	۳/۲	۲/۷	۲/۲	/			۹۵۰	
۴/۷	۴/۲	۳/۷	۳/۱	۲/۶	۲/۱	*			۱۰۰۰	
۴/۵	۴/۱	۳/۵	۳/۰	۲/۵	/				۱۰۵۰	
۴/۴	۳/۹	۳/۴	۲/۹	۲/۴	/				۱۱۰۰	
۴/۳	۳/۸	۳/۳	۲/۸	۲/۳	/				۱۱۵۰	
۴/۲	۳/۷	۳/۲	۲/۷	۲/۲	/				۱۲۰۰	
۴/۰	۳/۶	۳/۱	۲/۶	۲/۲	/				۱۲۵۰	
۳/۹	۳/۵	۳/۰	۲/۵	۲/۱	/				۱۳۰۰	
۳/۷	۳/۳	۲/۸	۲/۴	/	/				۱۴۰۰	
۳/۵	۳/۱	۲/۷	۲/۲	/	*				۱۵۰۰	
۳/۴	۳/۰	۲/۶	۲/۱	/	/				۱۶۰۰	
۳/۲	۲/۸	۲/۴	/	/					۱۷۰۰	
۳/۱	۲/۷	۲/۳	/	/					۱۸۰۰	
۲/۸	۲/۵	۲/۱	/	*					۲۰۰۰	
۲/۶	۲/۳	/	/						۲۲۰۰	
۲/۳	/	/	*						۲۵۰۰	
/	/	/							۳۰۰۰	
/	/	*							۳۵۰۰	
/	*								۴۰۰۰	
*									۴۵۰۰	
									۵۰۰۰	
									۶۰۰۰	
									۱۰۰۰۰	

علامت \* نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری

است، ساخته می‌شود.

جدول ۵-۱۶ درصد برابندی پیچ در راه‌های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۶ درصد

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	
									شیب (m)	
								۶/۰	۳۰	
								۵/۶	۴۵	
								۵/۴	۵۰	
							۶/۰	۵/۲	۵۵	
							۶/۰	۵/۰	۶۰	
							۵/۹	۴/۹	۶۵	
							۵/۸	۴/۷	۷۰	
							۵/۷	۴/۶	۷۵	
							۵/۶	۴/۵	۸۰	
							۵/۵	۴/۳	۸۵	
						۶/۰	۵/۴	۴/۲	۹۰	
						۶/۰	۵/۳	۴/۱	۹۵	
						۶/۰	۵/۲	۴/۱	۱۰۰	
						۵/۹	۵/۱	۴/۰	۱۰۵	
						۵/۸	۴/۹	۳/۸	۱۱۵	
						۵/۷	۴/۸	۳/۸	۱۲۰	
						۵/۷	۴/۸	۳/۷	۱۲۵	
					۶/۰	۵/۶	۴/۷	۳/۶	۱۳۰	
					۶/۰	۵/۵	۴/۵	۳/۵	۱۴۰	
					۵/۹	۵/۳	۴/۴	۳/۳	۱۵۰	
					۵/۹	۵/۲	۴/۳	۳/۲	۱۶۰	
					۵/۸	۵/۱	۴/۲	۳/۱	۱۷۰	
					۵/۷	۴/۹	۴/۱	۳/۰	۱۸۰	
				۶/۰	۵/۶	۴/۸	۴/۰	۲/۹	۱۹۰	
				۶/۰	۵/۵	۴/۷	۳/۹	۲/۸	۲۰۰	
				۵/۹	۵/۴	۴/۶	۳/۸	۲/۷	۲۱۰	
				۵/۹	۵/۳	۴/۵	۳/۷	۲/۶	۲۲۰	
				۵/۸	۵/۲	۴/۴	۳/۶	۲/۵	۲۳۰	
				۵/۸	۵/۱	۴/۳	۳/۶	۲/۴	۲۴۰	
			۶/۰	۵/۷	۵/۱	۴/۲	۳/۵	۲/۳	۲۵۰	
			۶/۰	۵/۵	۴/۸	۴/۰	۳/۳	۲/۱	۲۸۰	
			۵/۹	۵/۳	۴/۶	۳/۹	۳/۱	/	۳۰۰	
		۶/۰	۵/۸	۵/۲	۴/۵	۳/۸	۳/۰	/	۳۲۰	
		۶/۰	۵/۸	۵/۰	۴/۴	۳/۷	۲/۹	/	۳۴۰	
		۶/۰	۵/۶	۵/۰	۴/۳	۳/۶	۲/۸	*	۳۵۰	
		۵/۹	۵/۴	۴/۸	۴/۱	۳/۴	۲/۶		۳۸۰	
		۵/۸	۵/۳	۴/۷	۴/۰	۳/۳	۲/۵		۴۰۰	
	۶/۰	۵/۸	۵/۳	۵/۶	۳/۹	۳/۲	۲/۴		۴۲۰	
	۶/۰	۵/۶	۵/۰	۴/۴	۳/۸	۳/۱	۲/۳		۴۵۰	
	۵/۹	۵/۵	۴/۹	۴/۳	۳/۷	۳/۰	۲/۲		۴۷۵	

علامت \* نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.  
 علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

جدول ۵-۱۷ درصد بلندی پیچ در راه‌های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۸ درصد

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	
									شعاع (m)	
										۲۵
								۸/۰		۳۰
								۷/۲		۴۵
							۸/۰	۶/۹		۵۰
							۸/۰	۶/۴		۵۵
							۷/۹	۶/۴		۶۰
							۷/۷	۶/۱		۶۵
							۷/۶	۵/۹		۷۰
							۷/۴	۵/۷		۷۵
						۸/۰	۷/۲	۵/۵		۸۰
						۸/۰	۷/۱	۵/۴		۸۵
						۸/۰	۶/۹	۵/۲		۹۰
						۷/۹	۶/۷	۵/۱		۹۵
						۷/۸	۶/۶	۵/۰		۱۰۰
						۷/۷	۶/۵	۴/۸		۱۰۵
						۷/۶	۶/۳	۴/۷		۱۱۰
						۷/۵	۶/۲	۴/۵		۱۱۵
					۸/۰	۷/۴	۶/۱	۴/۴		۱۲۰
					۸/۰	۷/۳		۴/۳		۱۲۵
					۸/۰	۷/۲	۵/۸	۴/۲		۱۳۰
					۷/۹	۶/۹	۵/۶	۴/۰		۱۴۰
					۷/۸	۶/۷	۵/۴	۳/۸		۱۵۰
					۷/۶	۶/۵	۵/۳	۳/۶		۱۶۰
				۸/۰	۷/۵	۶/۳	۵/۱	۳/۴		۱۷۰
				۸/۰	۷/۳	۶/۲	۴/۹	۳/۳		۱۸۰
				۷/۹	۷/۱	۶/۰	۴/۸	۳/۱		۱۹۰
				۷/۸	۷/۰	۵/۸	۴/۶	۳/۰		۲۰۰
				۷/۷	۶/۸	۵/۷	۴/۵	۲/۹		۲۱۰
				۷/۶	۶/۷	۵/۵	۴/۳	۲/۸		۲۲۰
			۸/۰	۷/۵	۶/۵	۵/۴	۴/۲	۲/۷		۲۳۰
			۸/۰	۷/۴	۶/۴	۵/۳	۴/۱	۲/۶		۲۴۰
			۷/۹	۷/۳	۶/۳	۵/۲	۴/۰	۲/۵		۲۵۰
			۷/۷	۶/۹	۵/۹	۴/۸	۳/۶	۲/۳		۲۸۰
		۸/۰	۷/۶	۶/۷	۵/۷	۴/۶	۳/۵	۲/۱		۳۰۰
		۸/۰	۷/۴	۶/۴	۵/۵	۴/۴	۳/۳	/		۳۲۰
		۷/۹	۷/۲	۶/۲	۵/۳	۴/۲	۳/۱	/		۳۴۰
		۷/۸	۷/۱	۶/۱	۵/۲	۴/۱	۳/۱	#		۳۵۰
	۸/۰	۷/۶	۶/۸	۵/۸	۴/۹	۳/۹	۲/۹			۳۸۰
	۸/۰	۷/۵	۶/۶	۵/۷	۴/۷	۳/۷	۲/۷			۴۰۰
	۷/۹	۷/۳	۶/۴	۵/۵	۴/۶	۳/۶	۲/۶			۴۲۰
	۷/۸	۷/۱	۶/۲	۵/۲	۴/۳	۳/۴	۲/۵			۴۵۰
۸/۰	۷/۶	۶/۹	۶/۰	۵/۱	۴/۲	۳/۲	۲/۴			۴۷۵

ادامه جدول ۵-۱۷

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	
									شعاع (m)	
۸/۰	۷/۵	۶/۷	۵/۸	۴/۹	۴/۰	۳/۱	۲/۳			۵۰۰
۷/۹	۷/۳	۶/۵	۵/۶	۴/۷	۳/۹	۳/۰	۲/۲			۵۲۵
۷/۸	۷/۲	۶/۳	۵/۴	۴/۵	۳/۷	۲/۹	۲/۱			۵۵۰
۷/۷	۷/۰	۶/۲	۵/۲	۴/۴	۳/۶	۲/۸	/			۵۷۵
۷/۶	۶/۸	۶/۰	۵/۱	۴/۲	۳/۵	۲/۷	*			۶۰۰
۷/۳	۶/۵	۵/۷	۴/۸	۴/۰	۳/۳	۲/۵				۶۵۰
۷/۰	۶/۲	۵/۴	۴/۵	۳/۸	۳/۱	۲/۳				۷۰۰
۶/۷	۵/۹	۵/۱	۴/۳	۳/۶	۲/۹	۲/۲				۷۵۰
۶/۴	۵/۶	۴/۹	۴/۱	۳/۴	۲/۷	۲/۱				۸۰۰
۶/۱	۵/۴	۴/۶	۳/۹	۳/۲	۲/۶	/				۸۵۰
۵/۹	۵/۲	۴/۴	۳/۷	۳/۰	۲/۵	/				۹۰۰
۵/۶	۴/۹	۴/۲	۳/۵	۲/۹	۲/۳	/				۹۵۰
۵/۴	۴/۷	۴/۱	۳/۴	۲/۸	۲/۲	*				۱۰۰۰
۵/۲	۴/۶	۳/۹	۳/۲	۲/۷	۲/۱					۱۰۵۰
۵/۰	۴/۴	۳/۸	۳/۱	۲/۶	۲/۱					۱۱۰۰
۴/۸	۴/۲	۳/۶	۳/۰	۲/۵	/					۱۱۵۰
۴/۷	۴/۱	۳/۵	۲/۹	۲/۴	/					۱۲۰۰
۴/۵	۳/۹	۳/۴	۲/۸	۲/۳	/					۱۲۵۰
۴/۴	۳/۸	۳/۳	۲/۷	۲/۲	/					۱۳۰۰
۴/۱	۳/۶	۳/۱	۲/۵	۲/۱	/					۱۴۰۰
۳/۸	۳/۴	۲/۹	۲/۴	/	*					۱۵۰۰
۳/۶	۳/۲	۲/۷	۲/۲	/						۱۶۰۰
۳/۴	۳/۰	۲/۶	۲/۱	/						۱۷۰۰
۳/۳	۲/۹	۲/۴	/	/						۱۸۰۰
۳/۰	۲/۶	۲/۲	/	*						۲۰۰۰
۲/۷	۲/۴	/	/							۲۲۰۰
۲/۴	۲/۱	/	*							۲۵۰۰
/	/	/								۳۰۰۰
/	/	*								۳۵۰۰
/	*									۴۰۰۰
*										۴۵۰۰
										۵۰۰۰
										۶۰۰۰
										۷۰۰۰

علامت \* نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

جدول ۵-۱۸ درصد برابندی پیچ در راه های اصلی با فرض حداکثر شیب عرضی ۱۰ درصد

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	
									شعاع (m)	
								۱۰		۲۵
								۹/۹		۳۰
								۸/۶		۴۵
							۱۰	۸/۲		۵۰
							۹/۹	۷/۸		۵۵
							۹/۷	۷/۵		۶۰
							۹/۴	۷/۲		۶۵
							۹/۲	۶/۹		۷۰
						۱۰	۸/۹	۶/۶		۷۵
						۱۰	۸/۷	۶/۴		۸۰
						۹/۹	۸/۴	۶/۱		۸۵
						۹/۸	۸/۲	۵/۹		۹۰
						۹/۶	۸/۰	۵/۸		۹۵
						۹/۵	۷/۸	۵/۵		۱۰۰
						۹/۳	۷/۶	۵/۳		۱۰۵
					۱۰	۹/۲	۷/۴	۵/۱		۱۱۰
					۱۰	۹/۰	۷/۲	۵/۱		۱۱۵
					۱۰	۸/۸	۷/۱	۴/۱		۱۲۰
					۹/۹	۸/۷	۶/۹	۴/۱		۱۲۵
					۹/۸	۸/۵	۶/۸	۴/۵		۱۳۰
					۹/۶	۸/۲	۶/۵	۴/۳		۱۴۰
					۹/۴	۷/۹	۶/۲	۴/۰		۱۵۰
				۱۰	۹/۲	۷/۶	۵/۹	۳/۸		۱۶۰
				۹/۹	۸/۹	۷/۴	۵/۷	۳/۶		۱۷۰
				۹/۸	۸/۷	۷/۱	۵/۵	۳/۴		۱۸۰
				۹/۷	۸/۵	۶/۹	۵/۳	۳/۳		۱۹۰
				۹/۵	۸/۲	۶/۷	۵/۱	۳/۱		۲۰۰
			۱۰	۹/۳	۸/۰	۶/۵	۴/۹	۳/۰		۲۱۰
			۱۰	۹/۲	۷/۸	۶/۳	۴/۷	۲/۹		۲۲۰
			۹/۹	۹/۰	۷/۶	۶/۱	۴/۵	۲/۸		۲۳۰
			۹/۸	۸/۸	۷/۴	۵/۹	۴/۴	۲/۷		۲۴۰
			۹/۷	۸/۶	۷/۲	۵/۷	۴/۲	۲/۶		۲۵۰
		۱۰	۹/۳	۸/۰	۶/۷	۵/۳	۳/۹	۲/۳		۲۸۰
		۹/۹	۹/۰	۷/۷	۶/۴	۵/۰	۳/۶	۲/۲		۳۰۰
		۹/۸	۸/۷	۷/۴	۶/۱	۴/۷	۳/۵			۳۲۰
		۹/۵	۸/۴	۷/۱	۵/۸	۴/۵	۳/۳	/		۳۴۰
	۱۰	۹/۴	۸/۲	۶/۹	۵/۷	۴/۴	۳/۲	*		۳۵۰
	۹/۹	۹/۱	۷/۸	۶/۵	۵/۳	۴/۱	۳/۰			۳۸۰
	۹/۸	۸/۸	۷/۵	۶/۳	۵/۱	۳/۹	۲/۸			۴۰۰
۱۰	۹/۶	۸/۶	۷/۳	۶/۱	۴/۹	۳/۸	۲/۷			۴۲۰
۱۰	۹/۳	۸/۲	۶/۹	۵/۷	۴/۷	۳/۶	۲/۶			۴۵۰
۹/۹	۹/۱	۷/۹	۶/۶	۵/۵	۴/۵	۳/۴	۲/۴			۴۷۵

ادامه جدول ۵-۱۸

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (km/h)	شعاع (m)
۹/۷	۸/۸	۷/۶	۶/۴	۵/۳	۴/۳	۳/۲	۲/۳		۵۰۰	
۹/۵	۸/۵	۷/۳	۶/۱	۵/۱	۴/۱	۳/۱	۲/۲		۵۲۵	
۹/۳	۸/۲	۷/۱	۵/۹	۴/۹	۳/۹	۳/۰	۲/۱		۵۵۰	
۹/۱	۸/۰	۶/۸	۵/۷	۴/۷	۳/۸	۲/۹	/		۵۷۵	
۸/۸	۷/۷	۶/۶	۵/۵	۴/۵	۳/۷	۲/۸	*		۶۰۰	
۸/۲	۷/۲	۶/۲	۵/۱	۴/۲	۳/۴	۲/۶			۶۵۰	
۷/۸	۶/۸	۵/۸	۴/۸	۴/۰	۳/۲	۲/۴			۷۰۰	
۷/۴	۶/۵	۵/۵	۴/۵	۳/۷	۳/۰	۲/۲			۷۵۰	
۷/۰	۶/۱	۵/۲	۴/۳	۳/۵	۲/۸	۲/۱			۸۰۰	
۶/۷	۵/۸	۵/۰	۴/۱	۳/۳	۲/۷	/			۸۵۰	
۶/۳	۵/۵	۴/۷	۳/۹	۳/۲	۲/۵	/			۹۰۰	
۶/۱	۵/۳	۴/۵	۳/۷	۳/۰	۲/۴	/			۹۵۰	
۵/۸	۵/۱	۴/۳	۳/۵	۲/۹	۲/۳	*			۱۰۰۰	
۵/۵	۴/۸	۴/۱	۳/۴	۲/۸	۲/۲				۱۰۵۰	
۵/۳	۴/۶	۳/۹	۳/۲	۲/۶	۲/۱				۱۱۰۰	
۵/۱	۴/۵	۳/۸	۳/۱	۲/۵	/				۱۱۵۰	
۴/۹	۴/۳	۳/۶	۳/۰	۲/۴	/				۱۲۰۰	
۴/۸	۴/۱	۳/۵	۲/۹	۲/۳	/				۱۲۵۰	
۴/۶	۴/۰	۳/۴	۲/۸	۲/۲	/				۱۳۰۰	
۴/۳	۳/۷	۳/۲	۲/۶	۲/۱	/				۱۴۰۰	
۴/۰	۳/۵	۳/۰	۲/۴	/	*				۱۵۰۰	
۳/۸	۳/۳	۲/۸	۲/۳	/					۱۶۰۰	
۳/۶	۳/۱	۲/۶	۲/۲	/					۱۷۰۰	
۳/۴	۳/۰	۲/۵	/	/					۱۸۰۰	
۳/۱	۲/۷	۲/۳	/	*					۲۰۰۰	
۲/۸	۲/۵	۲/۱	/						۲۲۰۰	
۲/۵	۲/۲	/	*						۲۵۰۰	
۲/۱	/	/							۳۰۰۰	
/	/	*							۳۵۰۰	
/	*								۴۰۰۰	
*									۴۵۰۰	
									۵۰۰۰	
									۶۰۰۰	
									۷۰۰۰	

علامت \* نشان می‌دهد که نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست.

علامت / نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است، ساخته می‌شود.

## ۳-۵ پیچ (قوس افقی)

## ۱-۳-۵ معیارهای کلی

تأمین یمنی و جریان مداوم ترافیک برای سرعت طرح معین. دو صل اساسی طرح هندسی راه است. بنابراین در طرح هندسی ضرورت دارد که کلیه عوامل محدودکننده این دو اصل به گونه‌ای حذف شود یا در صورت امکان، اثر آنها کاهش داده شود.

شعاع پیچ از یک طرف به سرعت طرح و از طرف دیگر به پستی و بلندی محل وابسته است.

سرعت طرح، فاصله دید را تعیین می‌کند و از طرف دیگر، فاصله دید همراه با پستی و بلندی محل مورد توجه قرار می‌گیرد زیرا غلبه فاصله دید، شعاع پیچ بزرگتری را نسبت به سرعت طرح طلب می‌کند. همه عوامل‌های ذکر شده مدنظر قرار می‌گیرد تا مشخصات هندسی پلان و نیمرخ طولی و نیمرخ عرضی راه، ایمن، اقتصادی، هماهنگ با طبیعت منطقه و گنجایش راه و متناسب با درجه‌بندی راه باشد.

مشخصات هندسی راه، تعیین کننده فاصله دید توقف و گنجایش خواهد بود.

## ۲-۳-۵ شعاع پیچ

در طرح پیچ راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع پیچ، حداکثر برابندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به صورت زیر است.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})}$$

در این رابطه

$R_{\min}$  = حداقل شعاع پیچ (متر)

$V$  = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$e_{\max}$  = حداکثر برابندی (متر بر متر)

$$f_{\max} = \text{حداکثر ضریب اصطکاک جانبی}$$

در جدول ۵-۱۹ مقادیر حداقل شعاع پیچ برای مقادیر مختلف سرعت طرح، ضریب اصطکاک جانبی و برابندی داده شده است.

بهبتر است در صورت امکان از بکارگیری شعاع پیچ حداقل، خودداری شود، مگر آن که محدودیت‌های شدیدی در انتخاب شعاع بزرگتر وجود داشته باشد. انتخاب شعاع‌های کوچک‌تر، موجب ازدیاد طول راه و ضرورت تعریض بیشتر راه در پیچ است.

## ۳-۳-۵ طول پیچ و زاویه مرکزی

حداقل طول پیچ برای زاویه مرکزی (زاویه انحراف) کوچکتر از ۱۰ درجه، ۲۴۰ متر است. اگر زاویه مرکزی کوچکتر از ۳۰ دقیقه باشد، نیازی به منظورکردن پیچ نیست. برای شعاع پیچ بزرگتر از ۶،۰۰۰ متر، به جای قوس دایره‌ای از منحنی سهمی نیز می‌توان استفاده کرد.

به هر حال، در راه دو خطه بهتر است طول پیچ از ۱،۰۰۰ متر کمتر و از ۱۵۰ متر بیشتر باشد.

## ۴-۳-۵ پیچ مرکب

پیچ مرکب، از دو یا تعداد بیشتری قوس دایره‌ای هم جهت با شعاع‌های مختلف، تشکیل شده که بر یکدیگر مماس است. با ترکیب قوس‌های مختلف دایره‌ای به شعاع‌های گوناگون می‌توان پیچ مرکب مناسبی برای وضعیت‌های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت‌های مشکل فیزیکی تطبیق داد. با این حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم، بتوان از پیچ ساده استفاده کرد بهتر است از بکارگیری پیچ مرکب خودداری شود.

جدول ۵-۱۹ حداقل شعاع پیچ برای راه‌های اصلی

حدداقل شعاع (متر) (مقادیر گرد شده)	حداکثر ضریب اصطکاک $f_{max}$	حداکثر برابندی $e_{max}$	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۳۵	۰/۱۱:		۳۰
۶۵	۰/۱۶۵:		۴۰
۱۰۰	۰/۱۶:		۵۰
۱۵۰	۰/۱۵۳:		۶۰
۲۱۰	۰/۱۴۸:	۴٪	۸۰
۲۱۰	۰/۱۴:		۸۰
۳۱۵	۰/۱۳:		۹۰
۴۹۵	۰/۱۲:		۱۰۰
۶۳۵	۰/۱۱:		۱۱۰
۳۵	۰/۱۱:		۳۰
۶۰	۰/۱۶۵:		۴۰
۹۰	۰/۱۶:		۵۰
۱۳۵	۰/۱۵۳:		۶۰
۱۹۰	۰/۱۴:	۶٪	۸۰
۲۵۵	۰/۱۴:		۸۰
۳۴۰	۰/۱۳:		۹۰
۴۴۰	۰/۱۲:		۱۰۰
۵۶۵	۰/۱۱:		۱۱۰
۳۰	۰/۱۱:		۳۰
۵۵	۰/۱۶۵:		۴۰
۸۵	۰/۱۶:		۵۰
۱۲۵	۰/۱۵۳:		۶۰
۱۸۰	۰/۱۴۸:	۸٪	۸۰
۲۳۰	۰/۱۴:		۸۰
۳۰۵	۰/۱۳:		۹۰
۳۹۵	۰/۱۲:		۱۰۰
۵۰۵	۰/۱۱:		۱۱۰
۳۰	۰/۱۱:		۳۰
۵۰	۰/۱۶۵:		۴۰
۸۰	۰/۱۶:		۵۰
۱۱۵	۰/۱۵۳:		۶۰
۱۶۰	۰/۱۴۸:		۸۰
۲۱۰	۰/۱۴:	۱۰٪	۸۰
۲۸۰	۰/۱۳:		۹۰
۳۶۰	۰/۱۲:		۱۰۰
۴۵۵	۰/۱۱:		۱۱۰
۲۵	۰/۱۱:		۳۰
۴۵	۰/۱۶۵:		۴۰
۸۰	۰/۱۶:		۵۰
۱۰۵	۰/۱۵۳:		۶۰
۱۴۵	۰/۱۴۸:	۱۲٪	۸۰
۱۹۵	۰/۱۴:		۸۰
۲۵۵	۰/۱۳:		۹۰
۳۳۰	۰/۱۲:		۱۰۰
۴۱۵	۰/۱۱:		۱۱۰



۱۰ = بریلندی پیچ دوم، درصد

۷ = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت

گر از قوس های اتصال تدریجی (کلوتوئید) استفاده شود، ایجاد بخش مستقیم ضرورتی ندارد.

در پیچ مرکب، هنگامی که شعاع قوس بزرگتر، ۴۵۰ متر یا

کمتر باشد، شعاع قوس کوچکتر باید حداقل دوسوم شعاع

قوس بزرگتر در نظر گرفته شود. طول کل قوس در پیچ

مرکب نباید کمتر از ۱۵۰ متر باشد.

### ۵-۳-۶ پیچ تخت پشت

پیچ تخت پشت، از دو منحنی هم جهت متشکل است که به وسیله قطعه مستقیمی که بین آنها تعبیه شده به هم متصل شده اند. طول قطعه مستقیم، حداقل برابر اعداد داده شده در جدول ۵-۲۰، شعاع پیچ حداقل از اعداد داده شده در جدول ۵-۲۱ در نظر گرفته می شود.

### ۵-۳-۷ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

به منظور تأمین ایمنی کافی در طرح راه بهتر است برای اتصال دو پیچ با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک پیچ دایره ای با شعاع کوچکتر از مقادیر داده شده در جدول ۵-۲۱، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) یا مشابه آن استفاده شود.

### ۵-۳-۵ پیچ معکوس

در پیچ معکوس به دلیل تغییر جهت پیچ، به منظور تأمین بریلندی قطعه مستقیمی بین دو پیچ تعبیه می شود تا تعدیلی بین خارج شدن از یک بریلندی و داخل شدن به بریلندی دیگر صورت گیرد.

حداقل مطلق و مطلوب طول مستقیمی که باید در فاصله

بین دو پیچ معکوس قرار داده شود به شرح زیر توصیه

می شود.

$$L_1 = 0.09 (l_1 + l_2) V$$

$$L_2 = 0.15 (l_1 + l_2) V$$

در این رابطه

$L_1$  = حداقل مطلق طول بخش مستقیم، متر

$L_2$  = حداقل مطلوب طول بخش مستقیم، متر

$l_1$  = بریلندی پیچ اول، درصد

جدول ۵-۲۰ حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دو پیچ هم جهت (تخت پشت) راه اصلی

۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۶۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۳۰۰	حد فاصل مستقیم بین دو پیچ هم جهت (متر)

جدول ۵-۲۱ حداقل شعاع پیچ بدون کلوتوئید

۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۱۷۰۰	۱۰۰۰	۵۵۰	۲۰۰	حد فاصل شعاع پیچ (متر)

## معیارهای طرح هندسی راه‌ها و ابنیه

ندارند، ممکن است هنگام عبور وسیله نقلیه آنها بلغزد و موجب تا آن جا که ممکن است از قلمحل تغییر بر بلندی اجتناب

### ۵-۳-۹ تعریض در پیچ

گاهی لازم است عرض رانندگی این افزایش عرض - خودرو در پیچ، عرض بیشتر - معمولاً راننده در پیچ به سه آن حرکت می‌کند، پیروی مقدار اضافه عرض روستا دست می‌آید (شکل ۵-۸).

$$(1) W_n -$$

$$(2) W_n + F_A + Z$$

در این رابطه‌ها

$$W = \text{عرض روستا}$$

$$W_c = \text{عرض روستا دوخ}$$

$$W_n = \text{عرض روستا دوخ}$$

$$U = \text{عرضی که توسط وسیله}$$

قوس شغال می‌شود (متر)

$$C = \text{فاصله آزاد جانبی وسیله}$$

۶/۵ و ۷/۳ متر این مقدار به تر

فرض می‌شود.

$$F_A = \text{عرض پیش‌آمدگی جلو}$$

$$Z = \text{عرض اضافی مجاز به دل}$$

مقدیر U و F<sub>A</sub> و Z از راه

استفاده از قوس اتصال تدریجی برای راه‌ها به ندرت ضرورت پیدا می‌کند ولی قوس اتصال تدریجی دارای مزایای زیر است.

الف) اتصال پیچ : براهی شکل به مسیرهای مستقیم می‌تواند با تغییر تدریجی شعاع انحنا انجام گیرد.

ب) اعمال بر بلندی ز مقدار حداقل تا مقدار حداکثر آن می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

پ) اعمال اضافه عرض روستا در پیچ، می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام گیرد.

ت) به کاربردن قوس اتصال تدریجی سبب می‌شود که از وجود شکستگی در نقطه شروع و ختم پیچ دایره‌ای شکل اجتناب شود و در نتیجه، راه، ظاهری خوش منظر داشته باشد.

معمولاً برای قوس اتصال تدریجی از منحنی کلوئید استفاده می‌شود که حداقل طول آن از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$L = \frac{0.036 V_c^3}{R}$$

در این رابطه

$$L = \text{حداقل طول منحنی کلوئید (متر)}$$

$$V = \text{سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)}$$

$$R = \text{شعاع پیچ (متر)}$$

گاهی رابطه بالا با در نظر گرفتن بر بلندی که مقدار طول کمتری به دست می‌دهد، اصلاح می‌شود. روش عملی‌تر برای تعیین طول قوس اتصال تدریجی، به کاربردن طولی است که برای اعمال بر بلندی لازم است.

### ۵-۳-۸ پل در پیچ

اجرای بر بلندی و همچنین اجرای پیچ در روی پل همیشه مشکل‌آفرین است. آب جمع شده در سطح پل زودتر از نقاط دیگر راه یخ می‌زند و رانندگان که انتظار یخ زدگی سطح راه را

امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود. در پیچ با قوس اتصال تدریجی، تعریض در امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود، یا نیمی از تعریض در امتداد لبه داخلی و نیمی دیگر در امتداد لبه خارجی انجام می‌گیرد.

ب) تعریض پیچ عموماً به طور تدریجی انجام می‌گیرد بهتر است تعریض در طول تأمین برابندی انجام شود. معمولاً تعریض در طولی برابر با ۳۰ تا ۶۰ متر صورت می‌گیرد.

پ) بهتر است تعریض به جای خط مستقیم به صورت یک قوس ملایم و هماهنگ انجام شود.

ت) در پیچ ساده ممکن است  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{3}$  طول تأمین اضافه عرض، در امتداد مستقیم و مابقی در طول پیچ انجام شود؛ این روش مشابه روشی است که برای تأمین برابندی به کار می‌رود. در پیچ با اتصال تدریجی، تأمین اضافه عرض در طول قوس اتصال تدریجی انجام می‌شود.

ث) محدوده مربوط به تعریض پیچ با جزئیات کامل در نقشه‌های اجرایی مشخص می‌شود.

### ۵-۳-۱۰ ضوابط کلی امتداد افقی مسیر (پلان)

علاوه بر عوامل کنترل کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد امتداد افقی مسیر راه ذکر شد، عوامل کنی دیگری نیز در نظر گرفته می‌شود. در زیر رهنمودهای کلی امتداد افقی مسیر راه آمده است. الف) امتداد افقی مسیر، بهتر است تا حد امکان با پستی و بلندی و عوارض طبیعی زمین هماهنگ باشد. مسیری که به طور یکنواخت و هماهنگ با خط‌های تراز طرح می‌شود از مسیری که دارای بخش‌های مستقیم طولانی است و لیکن یکباره به سربالایی و سرپایینی می‌رسد، برتر است. در مورد راه دو خطه دوطرفه، بهتر است در تأمین فاصله دید سبقت، در بیشترین بخش‌های آن، اقدام لازم صورت پذیرد.

$$U = U_0 + R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (1)$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (2)$$

$$Z = \frac{V}{1.0 \sqrt{R}} \quad (3)$$

در این رابطه‌ها

$U_0$  = عرضی که توسط وسیله نقلیه (عرض خارجی چرخ‌ها) در مسیر مستقیم اشغال می‌شود (متر).

$R$  = شعاع محور راه دو خطه در پیچ (متر)

$L$  = فاصله بین محورهای جلو و عقب

$A$  = فاصله بین پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو

$V$  = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

برای تعیین مقدار اضافه عرض روسازی در پیچ، لازم است که وسیله نقلیه مناسبی که نماینده نوع وسایل نقلیه در راه مورد نظر است انتخاب شود و مبنای طرح قرار گیرد.

برای پیچ‌های با شعاع کمتر از ۱۷۰ متر، میزان اضافه عرض، حداقل ۰/۶ متر منظور می‌شود و برای روسازی راه‌های دو خطه به عرض ۳/۳ متر، در پیچ‌هایی با شعاع انحنای ۱۷۰ متر یا بیشتر، اضافه عرض در نظر گرفته نمی‌شود.

اضافه عرض روسازی راه‌های دو خطه یک طرفه، مانند راه‌های دو خطه دوطرفه در نظر گرفته می‌شود و این مقدار برای راه‌های چهار خطه جدا شده دو برابر مقدار نظیر برای راه‌های دو خطه دوطرفه خواهد بود.

در تقاطع، که شعاع انحنای پیچ معمولاً خیلی کمتر است، مقدار اضافه عرض با معیار متفاوتی تعیین می‌شود.

نحوه اعمال اضافه عرض روسازی در پیچ بر اصول زیر استوار است.

الف) در پیچ ساده (بدون قوس اتصال تدریجی)، تعریض فقط در

ج) پیچ مرکب با شعاع‌های بسیار متفاوت همان اشکالی را به وجود می‌آورد که در مورد اتصال یک مسیر مستقیم به یک پیچ با شعاع کم پدید می‌آید. در پیچ مرکب، نباید شعاع پیچ بزرگتر از یک و نیم برابر شعاع پیچ کوچکتر بیشتر باشد. در مواردی که تأمین شرایط بالا امکان‌پذیر نباشد، مشکل به کمک یک قوس اتصال تدریجی یا یک پیچ واسطه دیگر رفع می‌شود.

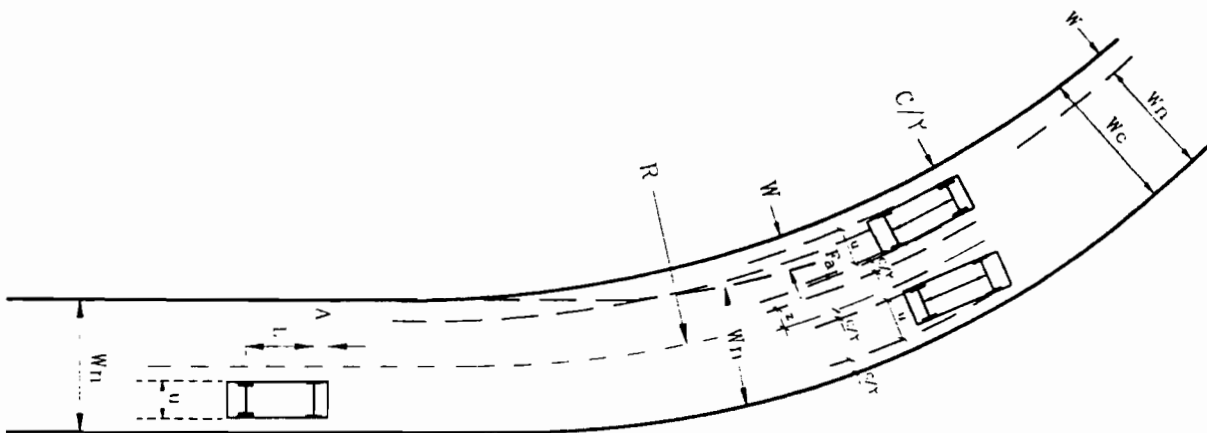
چ) از تغییر جهت ناگهانی در امتداد افقی مسیر باید احتراز شود. به این منظور، باید بین دو پیچ، خط مستقیم کافی یا قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) به کار رود.  
ح) پلان راه باید با نیمرخ طولی آن هماهنگ باشد.

ب) تا حد امکان سعی در به کار بردن پیچ با شعاع زیاد (درجه انحنای کم) شود و از به کار بردن پیچ با شعاع حداقل، جز در شرایط استثنایی، اجتناب شود.

پ) هماهنگی امتداد افقی مسیر در بخش‌های مختلف راه حفظ شود و از به کار بردن پیچ تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی یا تغییر ناگهانی از یک پیچ با شعاع بزرگ به یک پیچ با شعاع کوچک اجتناب شود.

ت) بهتر است طول پیچ، به اندازه کافی زیاد باشد تا از به وجود آمدن پیچ ظاهراً تند پرهیز شود.

ث) در خاکریزهای بلند و طولانی بهتر است پیچ با شعاع زیاد انتخاب شود.



شکل ۵-۸ تعریض روسازی در پیچ

## ۴-۵ شیب طولی

### ۴-۵-۱ اصول کلی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود. بین شیب همان شیب طولی خط پروژه است و بطور عمده به وسیله پستی و بلندی، درجه راه، پیچ، قدرت وسایل نقلیه سنگین، هزینه تمک حریه راه، ایمنی، مسافت دید، هزینه های ساخت راه و زهکشی، فرهنگ رانندگی و منظر آرای کنترول می شود. در تمام طول راه، تأمین فاصله دید توقف بر اساس سرعت طرح، ضروری است.

تخلیه آب های سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر می گذارد. در مناطقی هموار، شرایط تخلیه آب های سطحی غالباً تعیین کننده ارتفاع خط پروژه است. در نواحی تپه ماهور، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین، هزینه ساخت را کم می کند، ولی در عین حال کاربرد آن اغلب مطلوب نیست. در نواحی کوهستانی نیز موقعیت مسیر راه، تعیین کننده شیب طولی آن است. به در حال، مقایسه اقتصادی شیب های طولی مختلف برای تعیین گزینه بهینه، ضروری است.

### ۴-۵-۲ موقعیت خط پروژه در نیمرخ عرضی

خط پروژه اغلب بر محور راه (به منظور تأمین بر بلندی) منطبق می باشد و رابطه آن با نیمرخ عرضی به شرح زیر است.

- ۱- در راه های جدا نشده، عموماً خط پروژه بر محور وسط راه منطبق است.

- ۲- در رابطه و اتصال دو آزادراه یا بزرگراه بهم، خط پروژه می تواند بر لبه روسازی رابط، یا در صورت چند خطه بودن، بر محور بین دو خط عبور منطبق باشد.

- ۳- در راه های جدا شده، خط پروژه می تواند بر محور وسط میانه یا بر لبه سواره رو در کنار میانه منطبق باشد. حالت

اول برای میانه های روسازی شده با عرض حداکثر ۹ متر و حانت دوم نیز برای موارد زیر مناسب است.

الف) هر دو لبه میانه که راه ها در طرفین آن قرارداد در یک سطح باشد.

ب) هر دو راه طرفین میانه در سطوح مختلف باشد.

پ) عرض میانه غیر یکنواخت باشد.

### ۴-۵-۳ معیارهای انتخاب شیب

از دید شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را به همراه دارد.

الف) کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه، بویژه وسایل نقلیه سنگین در سربالایی

ب) کاهش گنجایش راه در سربالایی

پ) افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی

ت) لغزش حرکت و وسیله نقلیه در شیب در شرایط برف و یخبندان

ث) کاهش ایمنی تقاطع های واقع در شیب

ج) افزایش احتمال تصادف

باتوجه به موارد بالا، باید از اعمال شیب طولی تند و

طویل خودداری شود. حداکثر شیب طولی مجاز مسیر راه

بر حسب نوع منطقه در جدول ۴-۵-۲۲ و حداکثر شیب

طولی برای رابطه ها در جدول ۴-۵-۲۳ داده شده است.

حداقل مطلق و مطلوب شیب طولی با توجه به ضرورت

تخلیه سطح روسازی، جدول و آبرو کناری از آب بارندگی در

جدول ۴-۵-۲۴ آمده است.

جدول ۵-۲۲ حداکثر شیب طولی راه اصلی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						نوع منطقه
۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰ و کمتر	
حداکثر شیب طولی (درصد)						
۳	۴	۴	۴	۴	۵	هموار *
۴	۵	۵	۵	۵	۶	تپه ماهور *
-	-	۶	۶	۶	۷ و ۸	کوهستانی **

\* چنانچه نیمی در صورت لزوم مستقل از هم باشند، می‌توان در سرازیری ۱۰٪ حد کثرتی داده شده اضافه کرد مشروط بر اینکه در نواح سردسیر، مقدار شیب از ۱۰٪ تجاوز نکند.

\*\* در صورتی که راه در منطقه‌های گرمسیر و بدون احتمال یخبندان قرار گیرد می‌توان برای سرعت ۸۰ کیلومتر، از شیب ۷٪ و برای سرعت ۷۰ کیلومتر، از ۸٪ حداکثر شیب طولی را افزایش داد.

جدول ۵-۲۳ حداکثر شیب طولی رابط‌ها

درصد وسایل نقلیه سنگین نسبت به حجم ترافیک		نوع رابط و قرارگیری آن
کمتر از ۵ درصد	۵ درصد و بیشتر	
		ورودی
۸	۸	سرازیری
۷	۶	سربالایی
		خروجی
۵	۵	سرازیری
۹	۸	سربالایی

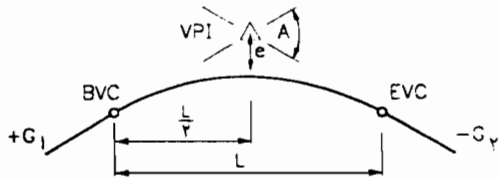
جدول ۵-۲۴ حداقل شیب طولی در انواع راه‌های اصلی

حداقل شیب طولی (درصد)		وضعیت
مطلق	مطلوب	
۰/۳	۰/۵	وجود جدول در کنار راه
۰/۲	۰/۳	عدم وجود جدول در کنار راه

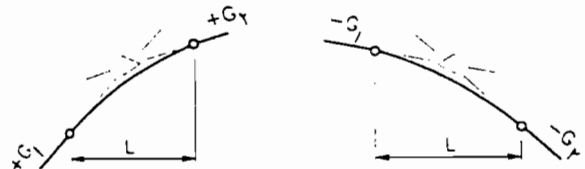
۴-۴-۵ خم (قوس قائم)

خواهد بود. چنانچه مقدار تغییر شیب طولی ۰/۵٪ یا کمتر باشد، قراردادن خم در محل تغییر شیب ضروری نیست. انواع خم های سهمی در شکل ۹-۵ نشان داده شده است.

تغییر شیب طولی، به صورت تدریجی و به وسیله خم صورت می پذیرد. این خم، تأمین کننده مسافت دید کافی، تخلیه مناسب آب سطحی، ایمنی، آسایش راننده و زیبایی ظاهر راه

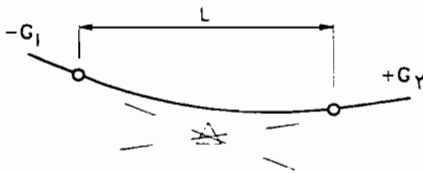


نوع ۱

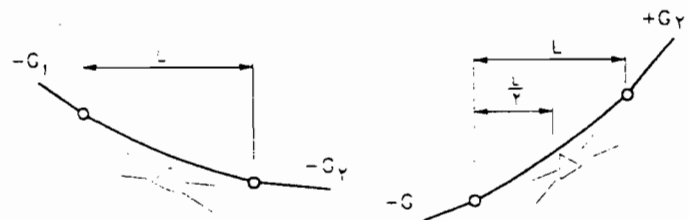


نوع ۲

الف - انواع خم های گنبدی (قوس های برآمده)



نوع ۳



نوع ۴

ب - انواع خم های کاسه ای (قوس های فرورفته)

شکل ۹-۵ انواع خم ها

$G_1$  = قدر مطلق شیب اول (درصد)

$G_2$  = قدر مطلق شیب دوم (درصد)

$L$  = طول خم (متر)

$A$  = قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

۱-۴-۴-۵ تعیین طول خم گنبدی (قوس برآمده)

$L =$  طول خم گنبدی (متر)

طول خم گنبدی باید به اندازه‌ای باشد که حداقل

$K =$  ضریب تابع سرعت طرح که از جدول ۵-۲۵ بدست

فاصله دید توقف برای راننده وسیله نقلیه فراهم شود (شکل ۵-۱۰). تأمین فاصله دید در خم گنبدی با توجه به

می‌آید. این ضریب بر حسب متر است و معنای فیزیکی آن

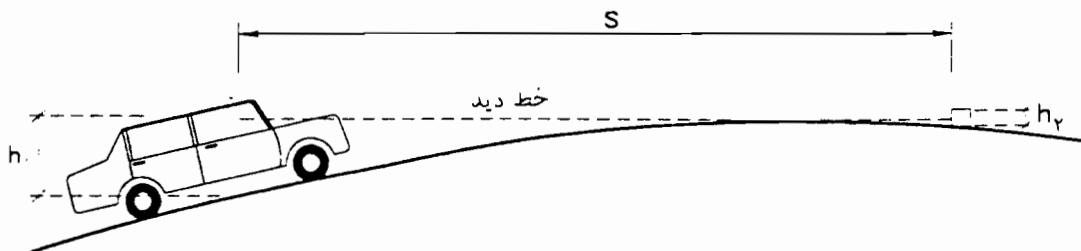
رابطه  $L \geq KA$  صورت می‌پذیرد، که در آن

طول لازم خم برای یک درصد تغییر شیب طولی است.

$A =$  قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب

جدول ۵-۲۵ مقادیر حداقل  $K$  برای خم گنبدی

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۹۰	۲۵۵	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۵۰	۳۰	فاصله دید توقف $S$ به متر
۲۰۸	۱۶۱	۱۲۰	۸۹	۶۳	۴۲	۲۷	۱۸	۱۱	۷	۳	حداقل مقدار $K$ به متر



شکل ۵-۱۰ محدودیت دید در خم گنبدی

$$k = \frac{S^2}{4.4}$$

$h_1 =$  فاصله چشم راننده از سطح راه: ۱.۰۸ سانتیمتر

$h_2 =$  ارتفاع مانع: ۱.۵ سانتیمتر

$S =$  فاصله دید توقف



۲-۴-۴-۵ تعیین طول خم کاسه‌ای (قوس فرورفته)

یادداشت ۱

گرچه طول خم به قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب بستگی دارد ولی در هر صورت بهتر است از  $(V) \cdot 0.67 = 7$  سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت) و در هر حال از ۳۰ متر کمتر نباشد.

یادداشت ۲

هنگام طرح خم‌های نوع ۱ و ۳، تخلیه آب باران در آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بویژه موقعی که خم‌ها و پیچ‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند (پیچ و خم) یا در بخش‌هایی که لبه راه دارای جدول است و یا بر بلندی تغییر جهت می‌دهد.

یادداشت ۳

قرار دادن خم گنبدی در پل و تونل بلامانع است اما بهتر است از قرار دادن خم کاسه‌ای نوع ۳ در تونل پرهیز شود. در مورد پل بهتر است در صورت امکان، خم کاسه‌ای در یک طرف پل قرار گیرد.

خم کاسه‌ای، در روز به علت وجود روشنایی کافی، دید راننده را محدود نمی‌کند. اما در تاریکی، فاصله‌ای که توسط نور چراغ‌های وسایل نقلیه، در این خم روشن می‌شود محدود است (شکل ۵-۱۱). حداقل طول خم کاسه‌ای از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$L \geq KA$$

که در آن

$$L = \text{طول خم کاسه‌ای (متر)}$$

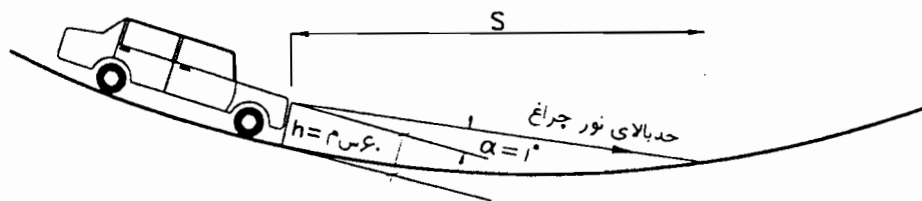
$K =$  ضریبی است تابع سرعت طرح و وضعیت روشنایی راه که

از جدول ۵-۲۶ بدست می‌آید.

$$A = \text{قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب}$$

جدول ۵-۲۶ مقادیر حداقل  $K$  برای خم کاسه‌ای

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۹۰	۲۵۵	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۵۰	۳۰	فاصله دید توقف $S$ به متر
۷۴	۶۴	۵۴	۴۶	۳۸	۲۹	۲۲	۱۷	۱۲	۸	۴	حداقل مقدار $K$ به متر



$$K = \frac{S^2}{122 + 3/5S}$$

$S =$  فاصله دید توقف

$h =$  ارتفاع چراغ‌های جلو از سطح راه: ۶۰ سانتیمتر

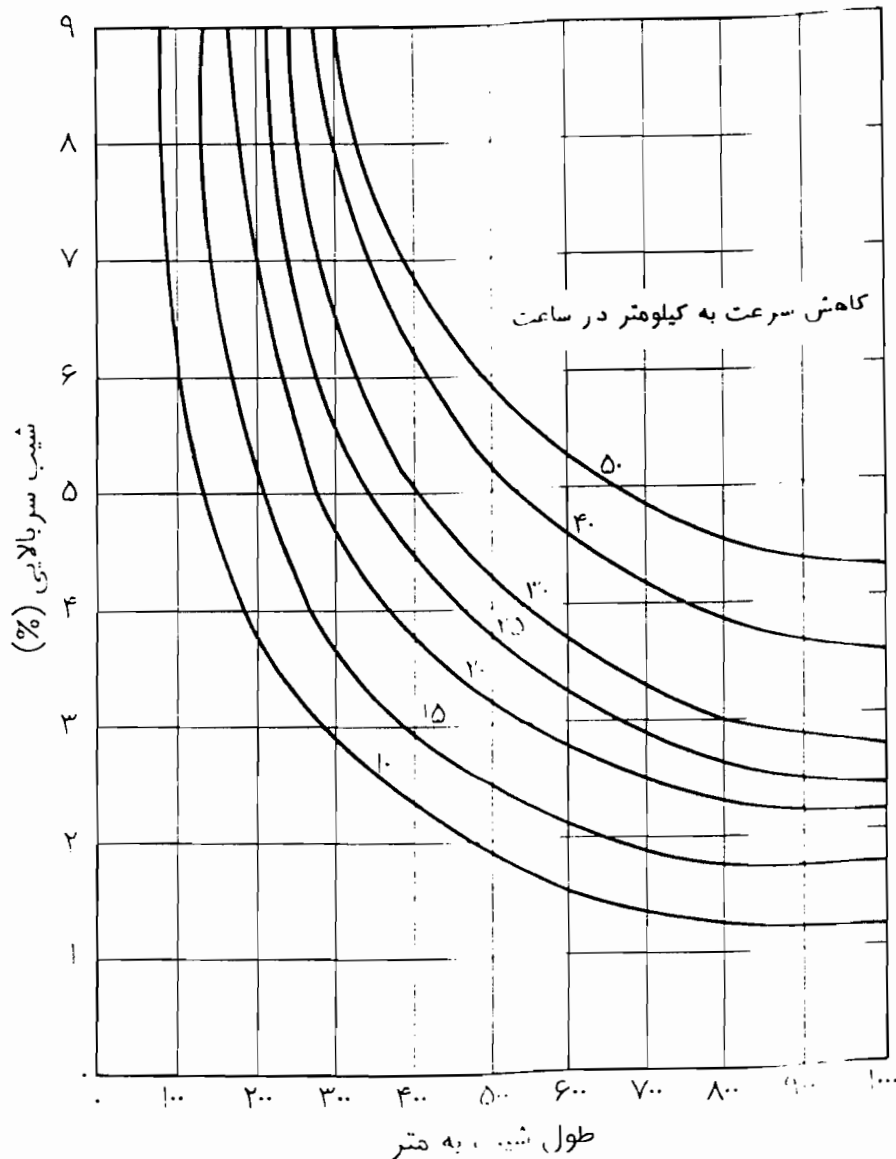
$\alpha =$  زاویه پخش نور اتومبیل: یک درجه

شکل ۵-۱۱ محدودیت دید در خم کاسه‌ای و در تاریکی شب

۵-۴-۵ طول بحرانی شیب

مقدار شیب طولی ۱۰٪ به تنهایی عامل کنترل کننده مسطح نیست، بلکه لازم است که علاوه بر مقدار شیب، طول آن نیز در نظر گرفته شود. طول شیب در کنجایش، کیفیت خردبندی و سرعت حرکت، اثر می‌گذارد. انتخاب این طول به نحوی است که کاهش سرعت خودروها را تسکین، طی آن، از حد معینی تجاوز نکند. مقدار کاهش سرعت مجاز، برابر ۲۵ کیلومتر در ساعت نسبت به سرعت متوسط راه در نظر گرفته می‌شود. در این

۵-۱۲ رابطه بین مقدار و طول بحرانی شیب برای مقادیر مختلف کاهش سرعت نشان داده شده است. در مورد راه اصلی که ترافیک وسیله نقلیه سنگین زیاد باشد و نتوان طول شیب را کمتر از طول بحرانی اختیار کرد و یا در مورد آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی جدا شده که حجم ترافیک در سربالایی لزوم پیش‌بینی یک خط اضافی را ایجاد کند. باید مسیر راه تغییر داده شود و یا از یک خط اضافی در سربالایی استفاده شود.



شکل ۵-۱۲ رابطه بین مقدار و طول بحرانی شیب برای مقادیر مختلف کاهش سرعت (سرعت اولیه ۹۰ km/h)

طراحی شود، بلکه مکمل یکدیگر است. یک ترکیب بد می‌تواند نکته‌های خوب هر یک را از بین ببرد و معایب را تشدید کند. هرگاه طرح امتدادهای افقی و قائم به طور توأم انجام شود، ایمنی راه بیشتر، سرعت یکنواخت‌تر و ظاهر راه خوش‌منظرتر می‌شود. تقریباً همواره می‌توان این اقدام‌ها را بدون تحمیل هزینه‌های اضافی انجام داد.

دست‌یابی به ترکیب مناسب امتداد افقی و قائم، با مطالعه فنی و در نظر گرفتن کنترل‌های کلی زیر امکان‌پذیر است.

الف) بهتر است که تعادل مناسبی بین پیچ و نیمرخ طولی راه موجود باشد (پیچ با شعاع کم با نیمرخ طولی با شیب کم متعادل نیست).

ب) در یک خم گنبدی نباید پیچ تند در قله خم قرار گیرد.

پ) در یک خم کاسه‌ای نباید پیچ تند در کف کاسه قرار گیرد.

ت) در راه دو خطه دو طرفه، لزوم تأمین امکان سبقت خودرو به طور کاملاً ایمن، معمولاً در قطعه‌های قابل ملاحظه‌ای از طول راه، ایجاب می‌کند که از ترکیب پیچ و خم صرف‌نظر شود.

ث) پیچ و نیمرخ طولی راه باید تا حد امکان در تقاطع و حوالی آن به صورت افقی و ملایم باشد.

ج) در راه جداشده، بهتر است تغییر در عرض میانه و به کار گرفتن نیمرخ جدا برای هر یک از دو جهت ترافیک مورد توجه قرار گیرد تا طرح راه و عملکرد ترافیک از مزایای راه یک طرفه برخوردار شود.

#### ۴-۵-۸ نقش ابنیه فنی در نیمرخ طولی

نسبت ضخامت به دهانه سازه تابع عوامل متعددی چون طول دهانه، نوع سازه، جنبه‌های زیبایی، هزینه، محدودیت قالب‌بندی و محدودیت ارتفاع آزاد است. با این وجود می‌توان به

#### ۴-۵-۶ معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر

علاوه بر عوامل کنترل‌کننده‌ای که در بندهای قبل در مورد شیب طولی مسیر راه ذکر شد، عوامل کلی دیگری نیز در نظر گرفته می‌شود. در زیر رهنمودهای کلی برای نیمرخ طولی مسیر راه آمده است.

الف) یک خط شیب یکنواخت با تغییرهای تدریجی شیب، هماهنگ با نوع راه و پستی و بلندی طول مسیر، بر خطی شکسته متشکل از قطعه‌های کوچک با شیب‌های متذوت برتری دارد.

ب) باید به جای نیمرخ طولی با خم‌های گنبدی و کاسه‌ای پی در پی و یا تک‌گودهای غیرمنتظره، از شیب‌های تدریجی استفاده شود.

پ) باید از ایجاد خط سرپایینی موج‌دار با طول زیاد، که موجب افزایش سرعت خودرو و سنگین در سرپایینی می‌شود، احتراز شود.

ت) بهتر است از ایجاد سرپایینی با قطعه‌های تغییر شیب متوالی هم جهت اجتناب شود.

ث) در سرپایینی طولانی، به ویژه در راهی با سرعت طرح کم، بهتر است شیب در نزدیکی قله کاهش داده شود.

ج) در شرایطی که یک تقاطع همسطح در یک قطعه شیب‌دار راهی با شیب متوسط یا زیاد قرار دارد، بهتر است از شیب قطعه در محل تقاطع و حوالی آن کاسته شود.

چ) از بکاربردن خم کاسه‌ای در ترانسه‌ها (خاکبرداری‌ها) اجتناب می‌شود مگر آنکه تخنیه مناسب آب‌های سطحی راه امکان‌پذیر باشد.

#### ۴-۵-۷ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی مسیر

امتدادهای افقی و قائم مسیر راه نمی‌تواند مستقل از یکدیگر

راست با شعاع کم و یا محل‌های افزایش یا کاهش تعداد خط‌های عبور، عرض راه به طور تدریجی در طولی از مسیر تغییر می‌کند. تغییرهای تدریجی عرض راه بهتر است در بخش‌های مستقیم راه صورت بگیرد و از اعمال این تغییرها در محل‌هایی که دارای محدودیت‌های فاصله دید افقی و قائم است، اجتناب شود.

**مشخصات تغییرهای تدریجی عرض راه باید با مشخصات بقیه بخش‌ها، هماهنگی کامل داشته باشد.** بهتر است تمامی طول مسیر اعمال تغییر عرض راه، برای راننده‌ای که در حال نزدیک شدن به بخش که عرض تر مسیر است، قابل رویت باشد. **در طرح مسیر باید از پیش‌بینی تقاطع در محدوده اعمال تغییرات تدریجی عرض راه خودداری شود.**

**۵-۵-۲ افزایش عرض راه**

**۵-۵-۲-۱ افزایش عرض راه برای خط‌های عبور کمکی** در بخش‌هایی از مسیر که نیاز به تأمین خط‌های عبور کمکی یا سبقت باشد، تعداد خط‌های عبور، افزایش می‌یابد. این عمل به وسیله تغییرهای تدریجی انجام می‌شود. طول لچکی تغییر عرض راه، ترجیحاً به نسبت ۱ به ۵۰ و حداقل ۶۰ متر است. برای جزییات خط کمکی سربالایی به بند ۵-۶-۵ رجوع شود.

**۵-۵-۲-۲ تعریض راه**

برای تأمین امکان گردش به راست یا چپ و یا برای افزایش خط عبور رابط‌ها، تغییر تدریجی، در طول حداقل ۲۵ متر صورت می‌گیرد. فاصله‌های کمتر اعمال تغییر تدریجی عرض راه، فقط در سرعت‌های ضح کمتر از ۷۵ کیلومتر در ساعت قابل اعمال است.

در حالتی که عرض میانه کم است، تعریض راه بهتر است به سمت خارج (بیرون) مسیر صورت گیرد. برای اطلاع از ضوابط

استفاده از اطلاعات کلی زیر، نسبت ضخامت به طول دهانه را برای طراحی اولیه نیم‌رخ طولی و طرح هندسی مورد استفاده قرار داد.

الف) ابنیه فنی که خط راه آن را از خود عبور می‌دهد.

الف-۱- در پل‌های یا تیرهای اصلی حمال جانبی که دارای یک خط عبور راه‌آهن است، ضخامت سازه از بالای ریل تالبه پایین سازه ۱/۵ متر در نظر گرفته می‌شود.

الف-۲- پل‌های تیرتاوی

نسبت ضخامت تیرتاوه به طول دهانه، برای دهانه‌های ساده برابر ۰/۰۸ و برای پل‌های پیوسته چند دهانه برابر ۰/۰۷ در نظر گرفته می‌شود. به مقادیر بالا معدول ۶۰ سانتیمتر بالای کف پل، جهت مصالح بالاست و ارتفاع ریل ضافه می‌شود.

ب) پل‌های راه

نسبت ضخامت تیرتاوه به دهانه شرح زیر در نظر گرفته می‌شود.

۱- برای دهانه‌های ساده به طول ۳۰ متر یا کمتر برابر ۰/۰۶

۲- برای دهانه‌های ساده به طول ۳۰ تا ۵۵ متر برابر ۰/۰۴۵

۳- برای پل‌های چنددهانه پیوسته به طول تا ۳۰ متر (هر دهانه) برابر ۰/۰۵۵

۴- برای پل‌های چنددهانه پیوسته به طول بزرگتر از ۳۰ متر (هر دهانه) برابر ۰/۰۴

هنگامی که محل عبور مسیر از روی یک راه یا رودخانه به گونه‌ای است که مسیر به صورت خم کاسه‌ای می‌باشد بهتر است که نیم‌رخ طولی طوری در نظر گرفته شود که پل در خط القعر قرار نگیرد.

**۵-۵ تغییرهای تدریجی عرض راه**

**۵-۵-۱ کلیات**

در برخی موارد، نظیر محل‌های پیچ‌های گردش به چپ یا

تعریض راه در محل تقاطع‌ها به فصل ۷ رجوع شود.

$V =$  سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

۵-۲-۳ افزایش عرض خط‌های عبور در پیچ‌ها و

افزایش عرض شانه‌ها

برای تأمین شعاع گردش مناسب خودروهایی سنگین. در محل پیچ‌های با شعاع کم، نیاز به افزایش عرض خط‌های عبور است. برای معیارهای افزایش عرض راه در محل پیچ‌ها به بند ۳-۳-۹ این فصل مراجعه شود.

در مواردی که از لچکی اتصال در بخش افزایش عرض راه در پیچ‌ها استفاده می‌شود، حداقل طول لچکی به نسبت ۱:۱۰ می‌باشد.

در شانه‌های راه، افزایش عرض، بهتر است به صورت تدریجی و ملایم صورت گیرد، ولی در صورت لزوم می‌توان تعریض را بدون لچکی اتصال تأمین کرد.

۵-۵-۳ کاهش عرض راه

کاهش عرض مسیر باید به صورت تدریجی در طول

$$L = \frac{2}{3} WV \text{ لچکی صورت گیرد.}$$

به طوری که

$$L = \text{طول لچکی جهت تغییر تدریجی عرض (متر)}$$

$$W = \text{عرض خط عبور (متر)}$$

$$V = \text{سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)}$$

در محل ورودی رابط‌ها، تغییرهای تدریجی عرض راه در طول لچکی با نسبت ۱:۲۰ تا ۱:۵۰، بسته به درجه راه، صورت می‌گیرد.

کاهش عرض شانه‌های راه عموماً در طولی معادل  $L = \frac{1}{3} WV$  صورت می‌گیرد، به طوری که.

$$W = \text{عرض شانه راه (متر)}$$

در مواردی که کاهش عرض شانه‌ها در کنار مسیرها به صورت تدریجی انجام می‌گیرد، کاهش تدریجی عرض شانه‌ها، بهتر است در طول تعریض تدریجی مسیر کناری صورت گیرد.

۵-۵-۴ اتصال انتهای راه‌های جدید به راه‌های موجود در بخش‌هایی از طول مسیر که یک راه جدید با مشخصات طرح بالاتر به راه قدیمی موجود، با مشخصات طرح پایین‌تر، متصل می‌شود، برای اجتناب از تغییرهای ناگهانی، اتصال دو مسیر باید از طریق تغییرهای تدریجی صورت گیرد.

۵-۵-۵ خط کمکی سربالایی برای راه دوخطه

آزادی و ایمنی حرکت در راه‌ها علاوه بر آن که تابعی از تعداد و طول قطعه‌های سبقت مجاز است، به طور معکوس تحت تأثیر حرکت کامیون در شیب با طول زیاد قرار دارد. این عامل سبب کاهش سرعت خودروهایی پشت سر می‌شود. در گذشته ساخت خط کمکی در سربالایی، به منظور افزایش ظرفیت و بهبود ایمنی راه، به دلایل اقتصادی محدود شده بود، اما به علت افزایش تعداد تصادف‌ها در شیب‌های طولانی، باید براساس نیاز ترافیک، ساخت خط کمکی سربالایی در طرح راه‌های جدید و همچنین برای راه‌های موجود در نظر گرفته شود.

راه دوخطه با خط کمکی سربالایی، راه سه خطه محسوب نمی‌شود، بلکه بخشی از یک راه دوخطه با یک خط اضافی است که برای حرکت خودروهایی که در سربالایی حرکت می‌کنند و بار آنها زیاد و سرعت آنها کم است تعبیه شده است. این خط اضافی امکان استفاده از خط اصلی را به سایر خودروها می‌دهد. خط کمکی سربالایی این امکان را برای خودروهایی سبقت

گیرنده هم فراهم می‌آورد که بدون نیاز به استفاده از خط عبور جهت مقابل سبقت بگیرند.

طرح‌های مربوط به راه‌های دو خطه با خط کمکی در بخش‌های «الف» و «ب» در شکل ۵-۱۳ نشان داده شده است. خط‌های کمکی، هر یک به طور مجزا و مستقل از دیگری برای هر جهت راه طرح می‌شود. بسته به وضعیت امتداد و نیم‌رخ طولی راه، ممکن است خط‌های کمکی دو جهت دارای فصل مشترک باشد (شکل ۵-۱۳) مورد «ب».

هنگامی که ترکیب شیب، حجم کل ترافیک و حجم ترافیک وسایل نقلیه سنگین، به گونه‌ای است که کیفیت حرکت ترافیک در شیب نسبت به مسیر قبل از آن کاهش می‌یابد، ساخت خط کمکی سربالایی مفید و مطلوب است. خط کمکی سربالایی ضرورتاً به طور قابل ملاحظه‌ای مورد استفاده وسایل نقلیه کندرو قرار می‌گیرد. در راه‌های با ترافیک کم، اگرچه استفاده از خط کمکی سربالایی مطلوب است لیکن استفاده از آن قابل توجه (اقتصادی) نیست، حتی در محل‌هایی که طول شیب در سربالایی از مقدار بحرانی در سربالایی تجاوز کند. در این موارد تعریض قطعه‌های کوچکی از خط سربالایی برای استفاده وسایل نقلیه کندرو به منظور تأمین سبقت وسایل نقلیه تندرو پشت سر پیش‌بینی می‌شود.

اجتماع سه شرط زیر که دربرگیرنده جنبه‌های اقتصادی نیز می‌باشد، نیاز به وجود خط کمکی سربالایی را توجیه می‌کند.

۱- ترافیک وسایل نقلیه در سربالایی، در ساعت اوج، بیش از ۲۰۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد.

۲- در ساعت اوج، ترافیک کامیون، بیش از ۲۰ دستگاه در ساعت باشد.

۳- وجود یکی از شرایط زیر:

الف - کاهش سرعت کامیون به میزان ۲۵ کیلومتر در ساعت یا

بیشتر.

ب - وجود کیفیت ترافیک کمتر از «ت»

پ - کاهش کیفیت ترافیک به اندازه دو کیفیت وقتی که حرکت در شیب صورت می‌گیرد. (مثلاً از «ب» به «ت»)

ترافیک وسایل نقلیه در سربالایی در ساعت اوج عبارت است از: حاصل ضرب ترافیک متوسط روزانه (موجود یا پیش‌بینی شده) در ضریب ترافیک ساعت اوج (k) در ضریب توزیع جهتی جریان روبه بالا. حجم ترافیک در ساعت اوج از حاصل ضرب درصد (k) در متوسط ترافیک روزانه به دست می‌آید. مقدار (k) در بیشتر موارد بین ۱۲ تا ۱۸ درصد است. در موردهای استثنایی مثل مناطق تفریحی که دارای ترافیک موسمی است این ضریب می‌تواند بیش از ۱۸٪ هم باشد.

#### اثر کامیون

طول بحرانی شیب که باعث کاهش سرعت به میزان ۲۵ کیلومتر در ساعت یا بیشتر شود از شکل‌های ۵-۱۲ و ۵-۱۴ به دست می‌آید. اگر طول شیبی که بررسی می‌شود بیشتر از طول بحرانی باشد شرط اول بند ۳ برآورده شده است. چنانچه طول شیب، بحرانی نباشد دو شرط دیگر بند ۳ طبق آنچه در مبحث گنجایش بخش ۴-۴-۷ آمده است بررسی می‌شود. تأثیری که کامیون در گنجایش راه دارد اساساً تابعی از تفاضل سرعت کامیون و سرعت متوسط خودرووی سواری است. ابعاد کامیون سنگین و ویژگی شتاب‌گیری ضعیف آن عامل مهمی در تعیین معادل سواری است که در جریان ترافیک برای این نوع وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است. کامیون در شیب صفر، بسته به سرعت متوسط خودرووی سواری، معادل با ۱/۳ تا ۲/۳ خودرووی سواری است (جدول ۴-۲۵).

اثر کامیون در یک سربالایی یکسره اثر کامیون بیشتر است تا

مسیری که مشتمل بر سربالایی و سرپایینی‌های متوالی باشد. برای تعیین کیفیت ترافیک در شیب، نیاز به ضریب سواری معادل کامیون است که این ضریب به نوبه خود وابسته به میزان و طول شیب و کیفیت ترافیک در نظر گرفته شده برای طرحی راه است (جدول ۴-۲۵). رابطه کیفیت ترافیک و سرعت متوسط در سربالایی، در جدول ۵-۲۶ داده شده است. اگر کاهش سرعت کامیون بیش از ۲۵ کیلومتر در ساعت نشود (طول شیب از طول بحرانی تجاوز نکند)، وجود کیفیت ترافیک کمتر از ۱ در شیب بررسی می‌شود. بنابراین گنجایش شیب با کیفیت ۱-۱ را محاسبه و با ترافیک ساعت و ج مقایسه می‌کنیم. ترافیک ساعت و ج حاصل ضرب متوسط ترافیک روزانه در مقدار درصد (k) به دست می‌آید. اگر ترافیک ساعت اوج از ترافیک نظیر وضعیت تجاوز کند شرط دوم بند ۳ تحقق یافته است و چنانچه ترافیک واقعی کمتر از ترافیک در وضعیت ۱-۱ باشد، وجود خط کمکی سربالایی توجیه پذیر نیست. برای محاسبه گنجایش راه دو خطه به هنگام وجود کیفیت ۱-۱ به بخش ۴-۴-۱ مراجعه شود. سرعت متوسط در سربالایی برای کیفیت ۱-۱، ۶۵ کیلومتر در ساعت توصیه می‌شود.

نقطه‌ای که خط کمکی سربالایی از آن شروع می‌شود به سرعت کامیون در ابتدای سربالایی و مقدار محدودیت فاصله دید بستگی دارد. در مواردی که محدودیت دید یا سایر شرایطی که سبب کاهش سرعت در ابتدای سربالایی می‌شود وجود نداشته باشد خط سربالایی ممکن است در فاصله‌ای بعد از محل شروع سربالایی در نظر گرفته شود. زیرا سرعت کامیون تا زمانی که طول معینی را در سربالایی نپیماید کاهش نمی‌یابد. به هر حال کاهش سرعت کامیون به میزان ۲۵ کیلومتر در ساعت نسبت به سرعت متوسط ترافیک، همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، از نظر ایمنی و کیفیت ترافیک، عملی‌ترین شیوه در این مورد

است و شروع خط سربالایی از همین نقطه خواهد بود. برای مثال، اگر فرض شود که راه قبل از شروع سربالایی، افقی و سرعت حرکت کامیون‌ها ۹۰ کیلومتر در ساعت باشد، مقدار کاهش سرعت به اندازه ۲۵ کیلومتر در ساعت برای مقادیر شیب ۴ تا ۷ درصد در فاصله‌ای برابر با ۴۷۰ تا ۲۵۰ متر خواهد بود (به شکل‌های ۵-۱۲ و ۵-۱۴ مراجعه شود). اگر راه قبل از شروع سربالایی در سرپایینی باشد، این فاصله بیشتر و اگر در سربالایی باشد، این فاصله کمتر خواهد بود. بنابراین، فاصله‌ای که به این ترتیب به دست می‌آید، می‌تواند اساس تعیین محل شروع خط کمکی سربالایی قرار گیرد. همچنین اگر سرعت حرکت کامیون‌ها به علت برخی محدودیت‌ها و شرایط راه، کم باشد، خط کمکی نزدیک‌تر به نقطه شروع سربالایی اختیار می‌شود. قبل از شروع خط کمکی سربالایی باید از یک قطعه لچکی به طول حداقل ۴۵ متر استفاده شود. انتهای خط کمکی سربالایی باید در نقطه‌ای بعد از قله انتخاب شود تا سرعت کامیون‌ها حداکثر ۲۵ کیلومتر در ساعت کمتر از سرعت ترافیک خودروهای دیگر باشد.

معمولاً کامیون برای رسیدن به چنین سرعتی نیاز به طول زیادی دارد. نقطه عملی برای انتهای خط سربالایی نقطه‌ای است که در آن کامیون می‌تواند در محلی که فاصله دید کافی برای سبقت ایمن خودروها وجود دارد، بدون خطر به خط اصلی بازگردد. بهتر است حداقل ۶۰ متر بعد از این نقطه به عنوان انتهای خط سربالایی انتخاب شود. علاوه بر آن، از یک طول لچکی نیز استفاده می‌شود تا اجازه بازگشت کامیون به خط عادی داده شود. به عنوان مثال، در راهی که فاصله دید سبقت ایمن در فاصله ۳۰ متری از قله وجود دارد، خط سربالایی به طول ۳۰ متر، به علاوه ۶۰ تا ۹۰ متر، به علاوه طول لچکی برابر با حداقل ۶۰ متر متداد می‌یابد (به شکل ۵-۱۶ مراجعه شود).

عرض خط کمکی سربالایی بهتر است به اندازه خط اصلی باشد و طوری ساخته و خط کشی شود که به عنوان یک خط اضافی در یک جهت، قابل تشخیص باشد. خط کشی برای محور راه دو خطه به نحو مقتضی انجام می‌گیرد. باید قبل از شروع خط کمکی سربالایی، همچنین قبل از انتهای آن، از علایم مناسبی برای اطلاع کامیون‌ها و خودروهایی کندرو و هدایت آنها به این خط استفاده شود.

شیب عرضی در خط سربالایی همانند شیب خط اضافی در راه چندخطه خواهد بود که ممکن است ادامه شیب عرضی خط اصلی مجاور باشد و یا با شیب عرضی بیشتری نسبت به خط اصلی قرار گیرد. در محل‌هایی که راه دارای بریلندی است، معمولاً شیب عرضی خط سربالایی، دمه شیب عرضی خط اصلی است. برای عرض شانه واقع در سمت راست خط سربالایی،

۱/۲ متر کافی است و عرض بیشتر با توجه به امکان‌ها و توجه مهندسی انتخاب می‌شود.

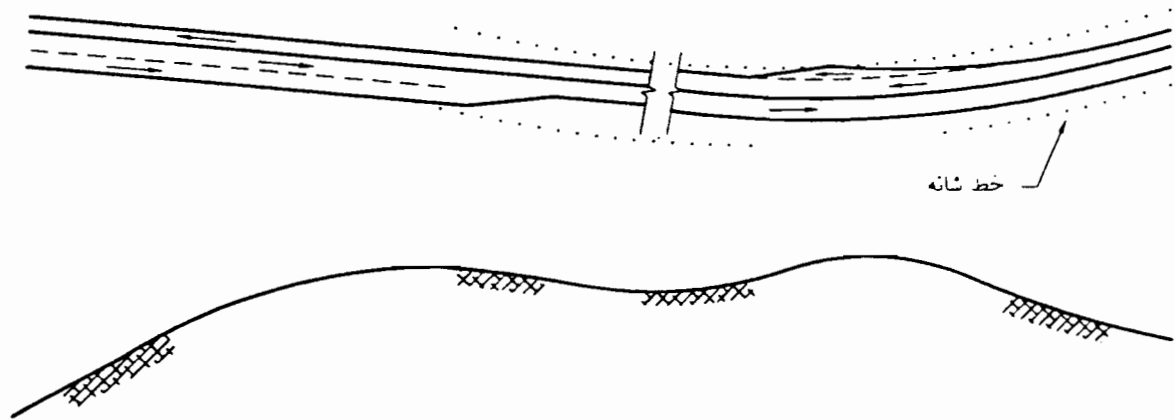
به طور خلاصه، استفاده از خط کمکی سربالایی، راه حل نسبتاً کم هزینه‌ای برای جبران کاهش گنجایش و تأمین حرکت بهتر در سربالایی‌هایی است که وجود کامیون‌های با سرعت پایین همراه با حجم زیاد ترافیک، سبب تراکم در راه می‌شود. اضافه کردن خط کمکی سربالایی به راه‌های دوخطه موجود می‌تواند ضمن افزایش ایمنی، موجب شود که نوسازی راه چندین سال به تعویق بیفتد. در طرح راه‌های جدید، استفاده از خط‌های کمکی سربالایی باعث می‌شود که یک راه دوخطه، برای حجم ترافیک معین کفایت کند، درحالی که بدون خط کمکی سربالایی، این حجم ترافیک ممکن است استفاده از یک راه چندخطه (با هزینه بیشتری) را توجیه کند.

جدول ۵-۲۷ سرعت متوسط در سربالایی برحسب کیفیت ترافیک

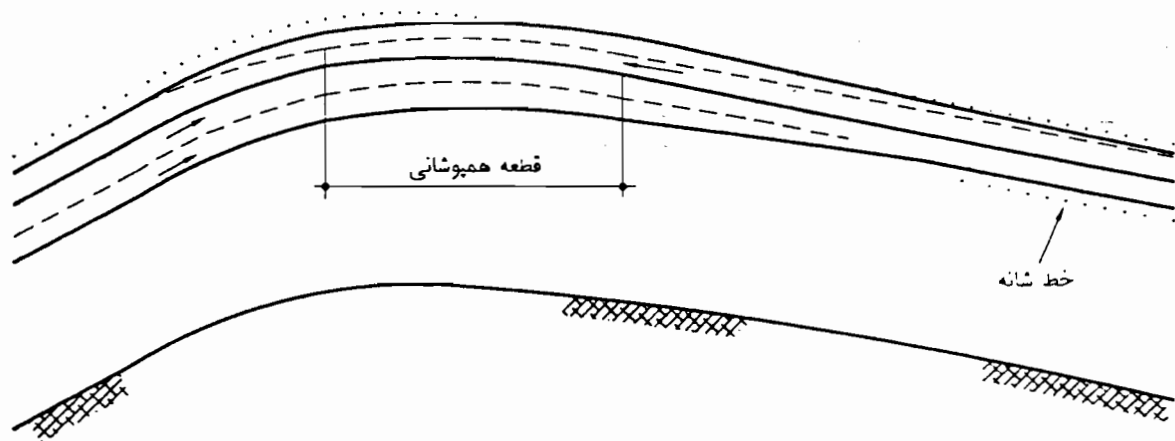
کیفیت ترافیک	سرعت متوسط در سربالایی (km/h)
الف	≥ ۹۰
ب	≥ ۸۰
پ	≥ ۷۰
ت	≥ ۶۵
ث	≥ ۶۰
ج	< ۶۰

\* سرعت ترافیک در گنجایش حداکثر، بسته به درصد و طول شیب و ترکیب ترافیک و حجم ترافیک فرق می‌کند.



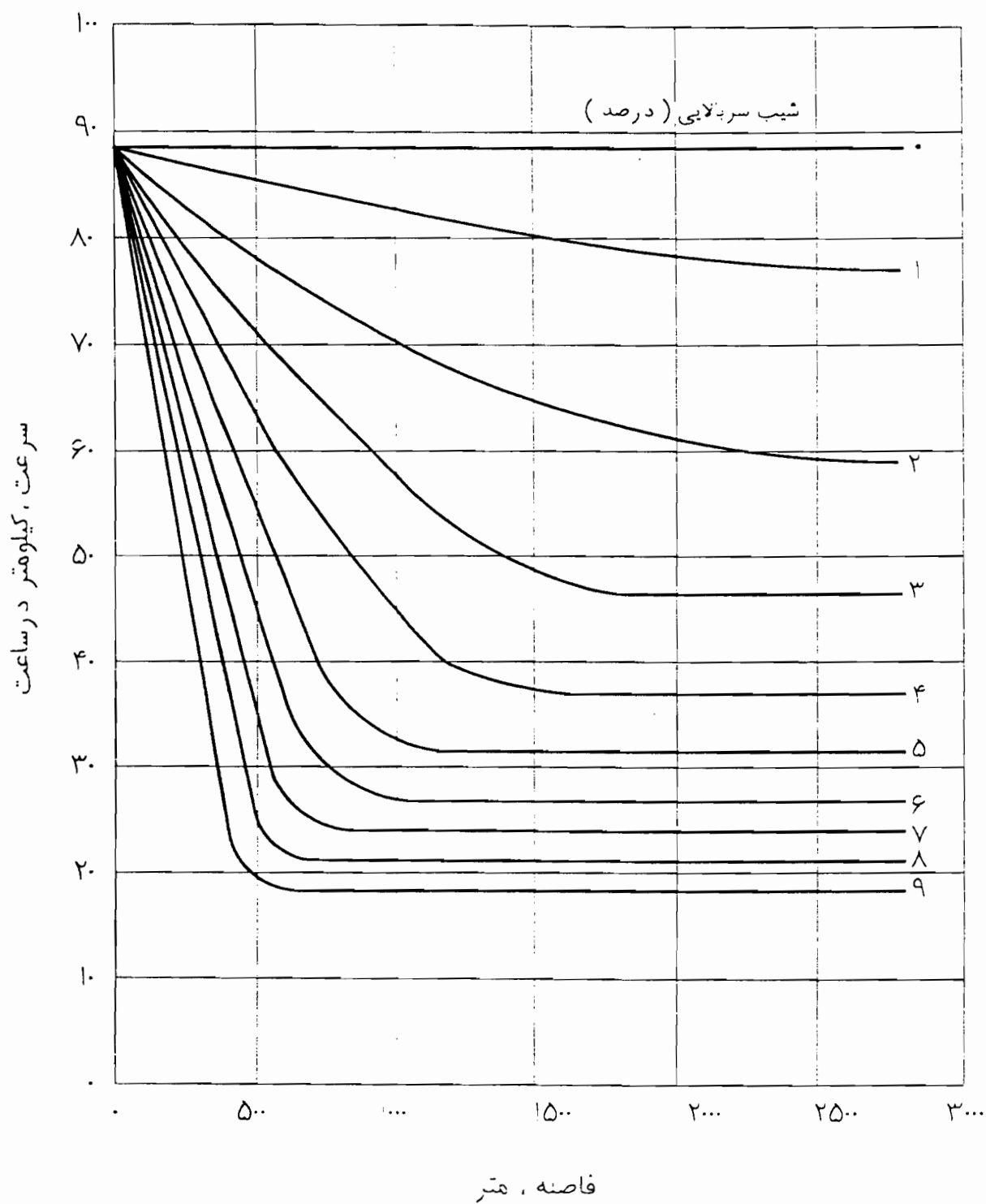


الف - خط عبور اضافی سر بالایی بدون همپوشانی

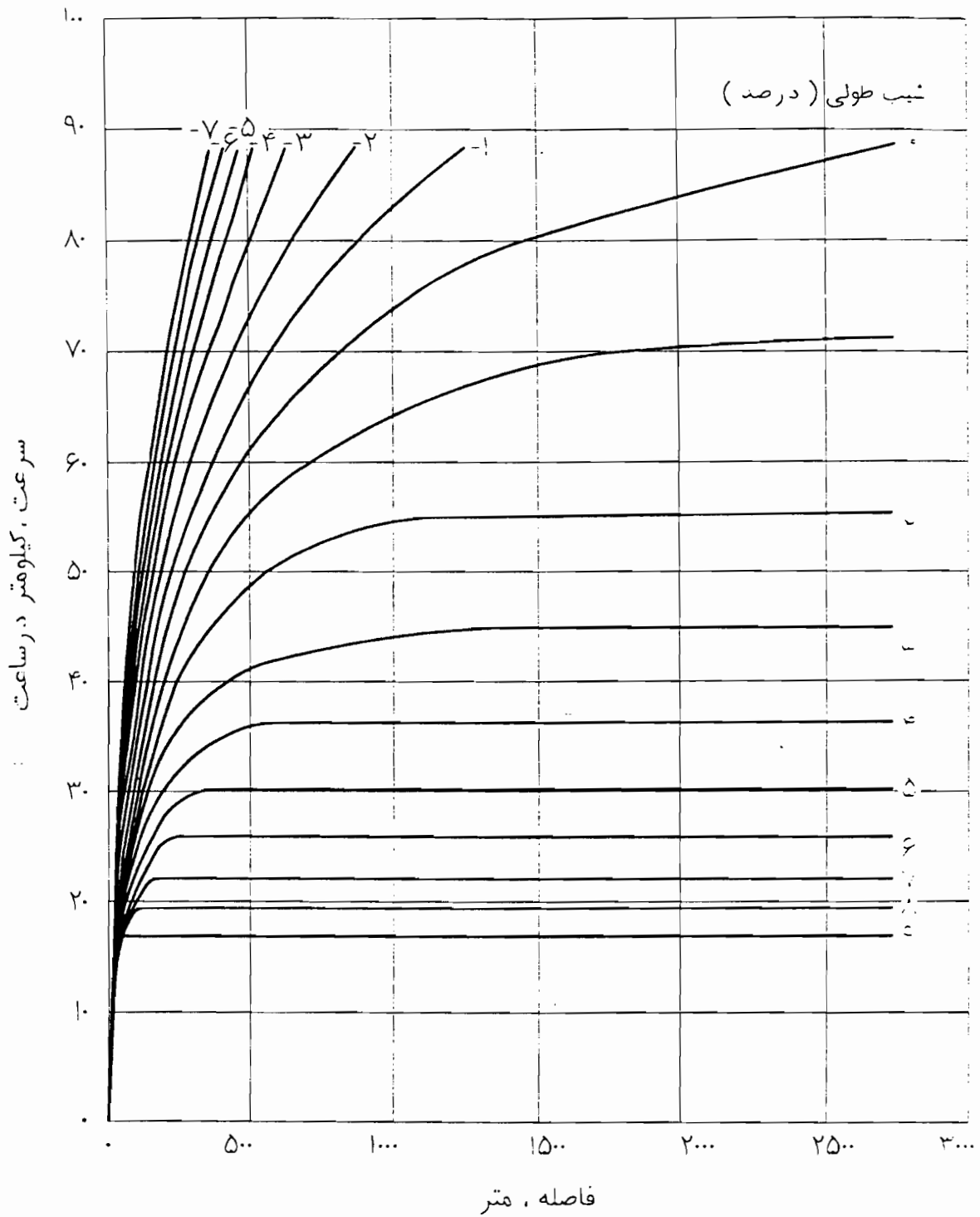


ب- خط عبور اضافی سر بالایی با همپوشانی دو طرفه

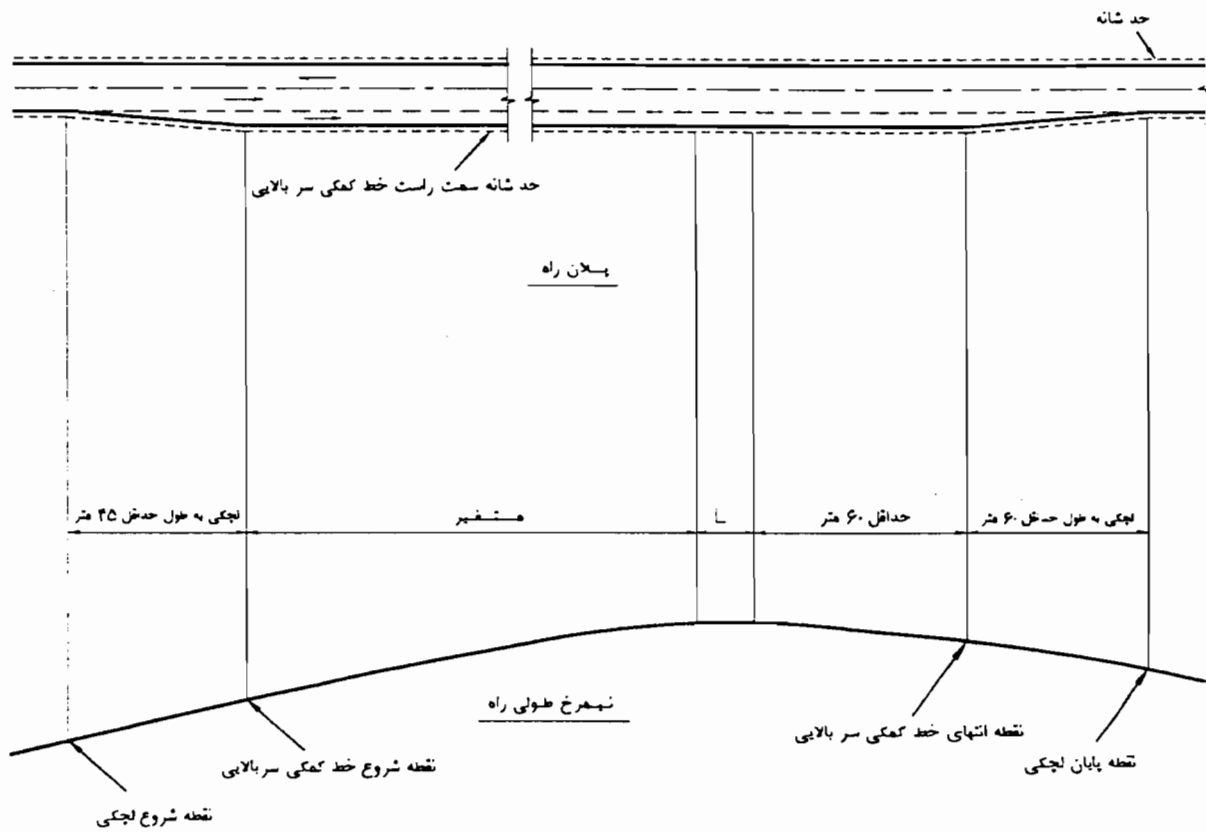
شکل ۵-۱۳ خطهای کمکی سر بالایی در راههای دوخطه



شکل ۵-۱۴ کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین در سربالایی



شکل ۵-۱۵ سرعت‌گیری وسایل نقلیه سنگین در شیب‌های طولی مختلف



$L_1$  : مسافت پیموده شده پس از قله که بعد از آن فاصله دید کافی برای سبقت وجود دارد.

شکل ۵-۱۶ خط کمکی سر بالایی برای وسایل نقلیه سنگین

## مثال خط کمکی سربالایی

طرح خط کمکی سربالایی

راه دوخطه‌ای دارای شیب سربالایی ۴٪ و طول ۲/۵ کیلومتر و مشخصات زیر است.

## کامیون در ساعت

بنابراین شرط‌های فوق، ساختمان خط عبور سربالایی را توجیه می‌کند ولی برای تصمیم نهایی وجود یکی از شرایط بند ۳ نیز ضروری است.

برای بررسی شرایط بند ۳ در مرحله اول. شرط الف از بند ۳ در مورد کاهش سرعت کامیون به اندازه ۲۵ کیلومتر در ساعت در شیب بررسی می‌شود. با استفاده از شکل ۵-۱۲ ملاحظه می‌شود که برای طول ۲/۵ کیلومتر و شیب ۴٪ کاهش سرعت بیش از ۵۰ کیلومتر در ساعت است که از کاهش سرعت بحرانی (۲۵ کیلومتر در ساعت) بیشتر است. بنابراین کلیه شرط‌های مورد نیاز جهت توجیه خط کمکی سربالایی برآورده شده است. لذا ساختمان خط سربالایی ضرورت دارد.

۱- مشخصات هندسی راه

الف - قبل از شروع شیب، راه در منطقه مسطح قرار دارد.

ب - عرض هر خط ۳/۶۵ متر

پ - عرض شانه ۱/۸۵ متر

ت - درصد مناطق با سبقت ممنوع ۴۰ درصد

۲- مشخصات ترافیکی

الف - حجم ترافیک ساعت طرح ۴۰۰ وسیله نقلیه در ساعت

ب - ترافیک کامیون ۱۵ درصد

پ - ترافیک اتوبوس ۶ درصد

ت - ترافیک خودرو سواری ۷۹ درصد

ث - توزیع جهتی جریان در ساعت طرح ۶۰/۴۰

آیا ساخت خط کمکی سربالایی برای راهی با مشخصات بالا توجیه پذیر است یا نه؟

## ۵-۶ جدول

استفاده از جدول، بیشتر در مناطق شهری متداول است، ولی در راه‌ها نیز، پس از اثبات ضرورت آن براساس دلیل‌های محکم فنی می‌توان از جدول استفاده کرد.

## ۵-۶-۱ کلیات

ساخت جدول و قنو (جوی کنار راه) بر پایه توجیه فنی، اقتصادی صورت می‌پذیرد. دلیل‌های ساخت جدول به شرح زیر است.

الف - تخلیه مناسب آب سطحی

ب - مشخص کردن لبه سواره رو

پ - جریان‌بندی و کنترل دسترسی

ت - جایگزینی جدول یا آبروی نامناسب موجود

ث - مشخص و ایمن ساختن محل پیاده‌رو

ج - افزایش زیبایی و کاهش هزینه‌های نگهداری راه

حل

ابتدا شرایط لازم جهت توجیه خط کمکی سربالایی کنترل می‌شود.

۱- کنترل حجم ترافیک در سربالایی

وسيله نقلیه در ساعت 
$$= 400 \times \frac{1.60}{1.85} = 282 > 200$$

۲- کنترل حجم ترافیک کامیون در سربالایی

$$= 400 \times 0.15 \times \frac{1.60}{1.85} = 42 > 20$$

چ - مکمل ایمنی جان‌پناه فلزی

ح - جلوگیری از شسته شدن شانه

از جدول‌های مانع عبور، معمولاً در پل‌ها به صورت بخشی از نرده جان‌پناه و به منظور حفاظت اطراف پایه پل‌ها، یا در طول دیوارها به منظور جلوگیری از برخورد خودروها با این ابنیه استفاده می‌شود.

برای تأمین ایمنی مسیرهای با سرعت طرح بیش از ۷۵ کیلومتر در ساعت، باید از استفاده جدول بلندتر از کف راه خودداری شود. البته جدول جان‌پناه فلزی و جان‌پناه بتنی از این قاعده مستثنی است. اصولاً استفاده از جدول در مسیر راه به موارد خاصی (مثل تقاطع) محدود می‌شود.

در موردهایی که انتظار می‌رود خودرو به موازات جدول توقف کند، به منظور جلوگیری از برخورد سپر و گلگیر این خودروها به جدول، ارتفاع جدول نباید از ۲۰ سانتیمتر تجاوز کند. برای میانه، از جدول‌هایی با نمای شیب دار می‌توان استفاده کرد. جدول‌های جزیره پناه عابر پیاده می‌تواند ارتفاعی حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر داشته باشد (مشابه جدول نشان داده شده در شکل ۵-۱۷ الف). از جدول‌های مشابه شکل ۵-۱۷ ب در پل‌ها استفاده می‌شود تا پیاده‌روی ایمن پدید آید. از جدول‌های دوتایی می‌توان به عنوان حصار موثر استفاده کرد. از این جدول‌ها در برخی موارد نیز به صورت بخشی از طرح نرده جان‌پناه استفاده می‌شود.

### ۵-۶-۲ انواع جدول

به طور کلی جدول‌ها به دو دسته مانع عبور و قابل عبور تقسیم می‌شود که هر دسته انواع متعدد و جزئیات طرح مختلفی دارد (شکل‌های ۵-۱۱ و ۵-۱۸). جدول، ممکن است طوری طرح شود که عمل آبرو رانیز انجام دهد.

جدول مانع عبور، نسبتاً بلند است. نمای روبه ترافیک آن تقریباً قائم است، به منظور جلوگیری از خارج شدن خودرو از سواره‌رو به کار می‌رود. به طوری که در شکل‌های ۵-۱۷ الف و ۵-۱۷ ب نشان داده شده است، ارتفاع این جدول، حدود ۱۵ تا ۲۵ سانتیمتر است. معمولاً ترجیح داده می‌شود که سطح داخلی جدول به صورت شیب‌دار ساخته شود، لیکن مقدار این شیب کمتر از ۱:۳ (۱ افقی به ۳ قائم) اختیار نمی‌شود. گوشه پایانی ممکن است به صورت قوسی از یک دایره به شعاع ۱/۵ تا ۵ سانتیمتر گرد شده باشد. برای سهولت ساخت و اجرا اغلب از جدولی مانند آنچه در شکل ۵-۱۷ الف نشان داده است استفاده می‌شود، با این تفاوت که دو بخش قائم و افقی از یکدیگر مجزا است. عیب مهم این نوع جدول آن است که بخش قائم، به علت یکپارچه نبودن با بخش افقی، پایداری کافی ندارد و معمولاً پس از مدتی در اثر نیروی افقی وارده از چرخ خودروها یا ناپایداری مصالح پشت آن، کج می‌شود و برمی‌گردد.

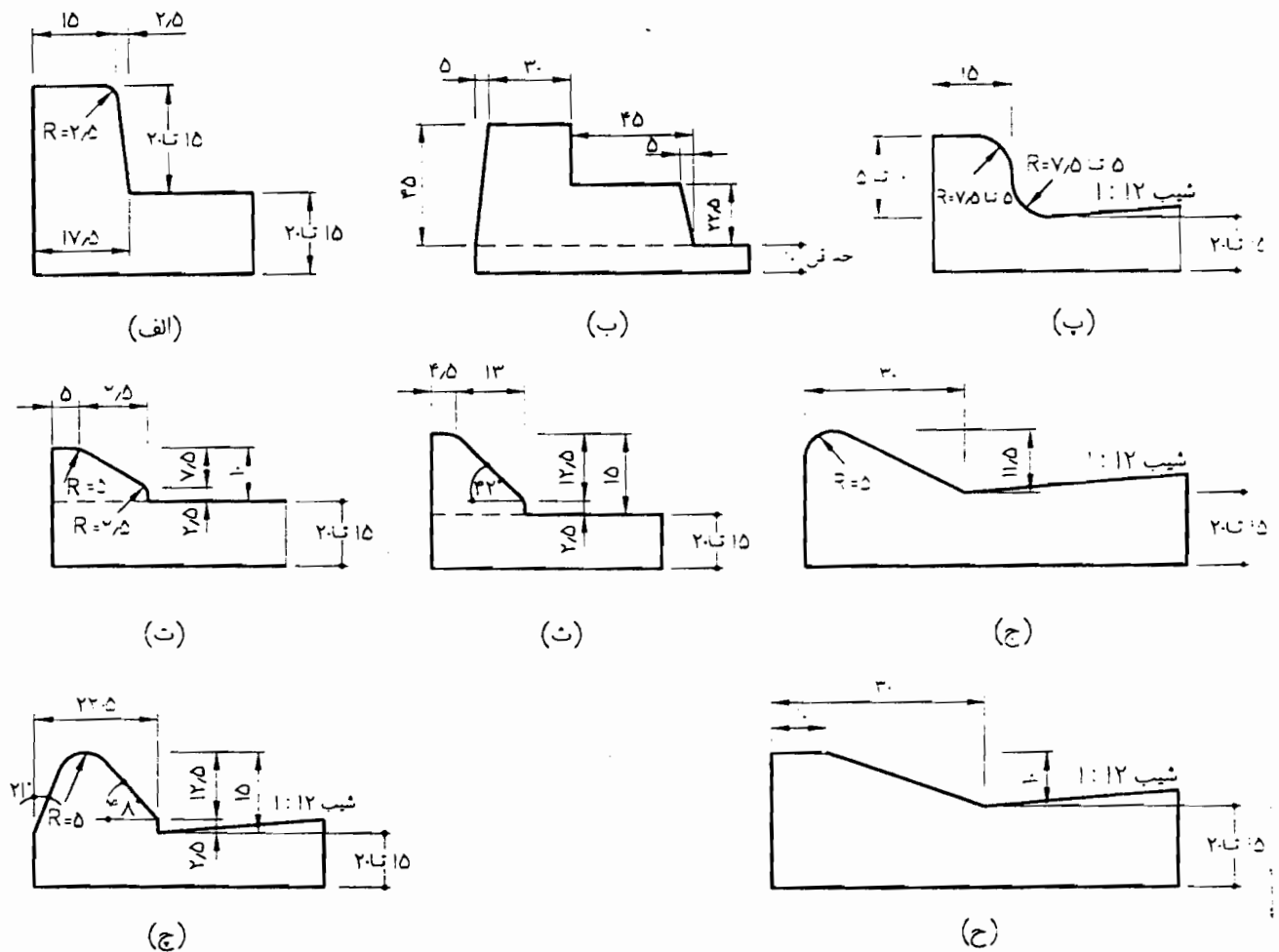
جدول قابل عبور طوری طرح می‌شود که خودرو در زمان‌های اضطراری بتواند از روی آن عبور کند. به طوری که در شکل ۵-۱۷ (موارد «پ» تا «ح») نشان داده شده است این نوع جدول، کوتاه است و سطح داخلی آن شیبی ملایم دارد.

هرگاه جدول قابل عبور با شیب سطح داخلی بیش از ۱:۱ مدنظر باشد، ارتفاع آن نباید از ۱۰ سانتیمتر تجاوز کند. اگر مقدار شیب متوسط سطح داخلی، متوسط (بین ۱:۱ تا ۱:۲) باشد، ارتفاع جدول نباید از ۱۵ سانتیمتر تجاوز کند. جدول، به منظور تسهیل عبور، باید قابل عبور، گرد و پخ باشد (شکل ۵-۱۷ موارد «پ» تا «ح»). موارد «ت»، «ث»، و «ج» از جدول‌های شکل ۵-۱۷ که در بخش پایینی سطحی قائم دارد، به سهولت امکان روکش آتی‌روسازی را تأمین می‌کند.

عبور در نظر گرفته می شود. در مواردی که آبرو همان رنگ و بافت سطح سواره رو را دارد و شیب عرضی آن خیلی بیشتر از شیب عرضی روسازی مجاور نیست، می توان آن را به عنوان بخشی از خط عبور در نظر گرفت. آبرو دارای درز طولی مشخص و شیب عرضی بیشتر از خط مجاور، در مقایسه با آبرویی که به صورت بخشی از خط عبور ترافیک است، در حرکت خودروها در مجاورت درز، اختلال بیشتری پدید می آورد. آبرویی که رنگ و بافت متضادی با خط عبور ترافیک دارد نباید به صورت بخشی از عرض خط عبور در نظر گرفته شود.

از جدول قابل عبور، در مبنه و لبه خارجی شانه و یا به منظور مشخص کردن جزیره هدایت کننده در محل تقاطع می توان استفاده کرد. انواع جدول های شکل ۵-۱۱ در میانه ها قابل استفاده است و نوع آن بر حسب یعنی مضروب تعیین می شود. جدول مورد استفاده در کناره شانه، نوع گرد و پخ شده از جدول قابل عبور است که کنترل زهکشی، کاهش شستگی و مشخص شدن لبه های روسازی را نیز تأمین می کند. این جدول معمولاً بخشی از سیستم تخلیه آب سطحی طولی است و اغلب با مقطع آبرو به طور یکپارچه طرح می شود.

عرض جدول مانع عبور و قبل عبور، در خارج عرض خط



تمام اندازه ها بر حسب سانتی متر است.

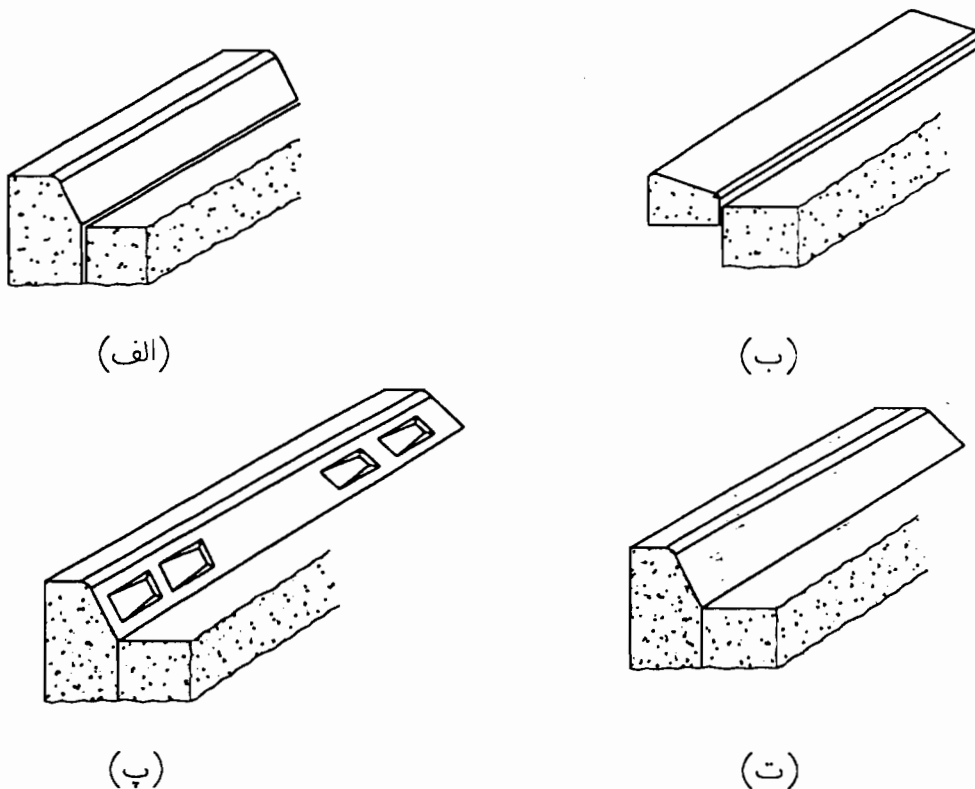
شکل ۵-۱۱ انواع جدول های راه و خیابان (ابعاد بر حسب سانتیمتر)

یا رنگ داری خاصیت انعکاس نور در روی جدول استفاده کرد. جدول رنگ شده در معرض ساییدگی ناشی از ترافیک نیست، لیکن در اثر گِل ولای کثیف می‌شود و ضرورت دارد که به طور مداوم تمیز شود. این امر سبب افزایش هزینه نگهداری این گونه جدول‌ها می‌شود.

### ۳-۶-۵ قرارگیری جدول

جدول قابل عبور را می‌توان در لبه خط عبور ترافیک، غیر از آزادراه و بزرگراه، قرارداد. لبه جدول مانع عبور درپل و مانند آن در راه اصلی، باید حداقل ۰/۶۰ متر و در صورت امکان ۰/۹۰ متر از کناره خط عبور ترافیک فاصله داشته باشد. در صورتی که جدول غیر قابل عبور به طور پیوسته در کنار راهی وجود داشته باشد، فاصله ۰/۳۰ تا ۰/۶۰ متر بین لبه آن و کناره خط عبور ترافیک کافی است.

جدول با قابلیت رویت زیاد، به ویژه در شب و در مناطق باران‌زا و مه‌گیر، بسیار مطلوب است. سطح داخلی این نوع جدول غالباً نور را منعکس می‌کند. برای این منظور می‌توان در ساخت آن از سیمان سفید استفاده کرد. رنگ سفید سطح قائم و بالای جدول. شکل ۵-۱۸ الف، عامل بسیار مؤثری در قابلیت رویت آن است. جدول دارای طرح ویژه که سطح شکسته‌ی برای انعکاس نور چراغ‌های جلو دارد در بارندگی سخت (که مشخص بودن کناره سواره‌رو بیش از هر زمان دیگر لازم است)، کمک عمده‌ای به بهبود دید راننده در سفر شبانه روی مسیر با روسازی آسفالتی می‌کند. طرح‌های گونه‌گون جدول با اجزای منعکس کننده مختلف، در موارد «ب» تا «ت» شکل ۵-۱۸ نشان داده شده است. این جدول‌ها دارای هزینه تعبیه و نگهداری بیشتری نسبت به جدول‌های دیگر است. برای بالابردن قابلیت رویت جدول، می‌توان از دگمه شب‌نما



شکل ۵-۱۸ جدول‌ها با قابلیت رویت زیاد



۵-۷-۷ فاصله ایمن راه - فرودگاه

۵-۷-۱ موانع پرواز

یک جسم وقتی مانع پرواز تلقی می شود که ارتفاع بالاترین نقطه آن از ارتفاع سطح تقرب پرواز در همان محل بیشتر باشد. این موانع می تواند علائم راهنمایی، پایه های روشنایی، پل های مسیر و یا وسایل نقلیه عبورکننده از راه باشد.

می شود، باید دارای اطلاعات زیر باشد.

- فاصله راه یا مانع تا انتهای باند پرواز

- ارتفاع انتهای باند پرواز

- پلان و پروفیل طولی مسیر و ارتفاع علائم راه در محدوده

ممنوعیت موانع پرواز

۵-۷-۵ معیارهای طراحی

برای اطلاع از معیارهای طراحی به شکل های ۵-۱۹ و ۵-۲۰ و

۵-۲۱ مراجعه شود. ارتفاع مانع، اعم از ثابت و متحرک، نباید

از ارتفاع سطح تقرب، انتقال، افقی و مخروطی بیشتر باشد.

۵-۸ پل

پل، سازه ای با دهانه بیش از ۶ متر است که امکان عبور راه از

روی آبراهه، دره، خط انتقال انرژی و یا راه دیگری را میسر

می سازد. دهانه پل در طول محور راه و در فاصله بین دو تکیه گاه

اندازه گیری می شود. در پل چند دهانه، طول هر دهانه، ۳ متر یا

بیشتر است.

۵-۸-۱ عرض پل

۱- عرض پل، باید برابر با کل عرض سواره رو و شانه روسازی

شده راه منتهی به آن باشد.

۲- در راه اصلی دو خطه، عرض آزاد پل، نباید کمتر از

۱۱ متر در نظر گرفته شود.

عرض آزاد پل، فاصله بین دو جدول و یا دو نرده دو طرف آن

است.

۳- در مورد طول دهانه و موقعیت پایه های پل زیرگذر،

باید وضعیت نهایی راه زیرگذر مد نظر قرار گیرد.

۵-۷-۲ مراجع

برای فاصله ضروری بین راه و سطح تقرب، از نشریه

Annex ۱۴ چاپ سال ۱۹۹۰ میلادی ایکنو و همچنین از نشریه

Highway Design Manual کالیفرنیا چاپ سال ۱۹۹۵ ایکنو

استفاده شده است ولی اندازه ها، در جهت ایمنی بیشتر، در حد

گرد کردن اعداد با این نشریات متفاوت است.

۵-۷-۳ انواع فرودگاه ها

در این آیین نامه، فرودگاه ها به سه گروه زیر، تقسیم بندی

شده اند:

۱- فرودگاه های کشوری

۲- فرودگاه های نظامی

۳- فرودگاه های هلیکوپتر

۵-۷-۴ اعلام مراتب به سازمان هواپیمایی کشوری

برای راه هایی که در نزدیک مسیر تقرب فرودگاه ها قرار

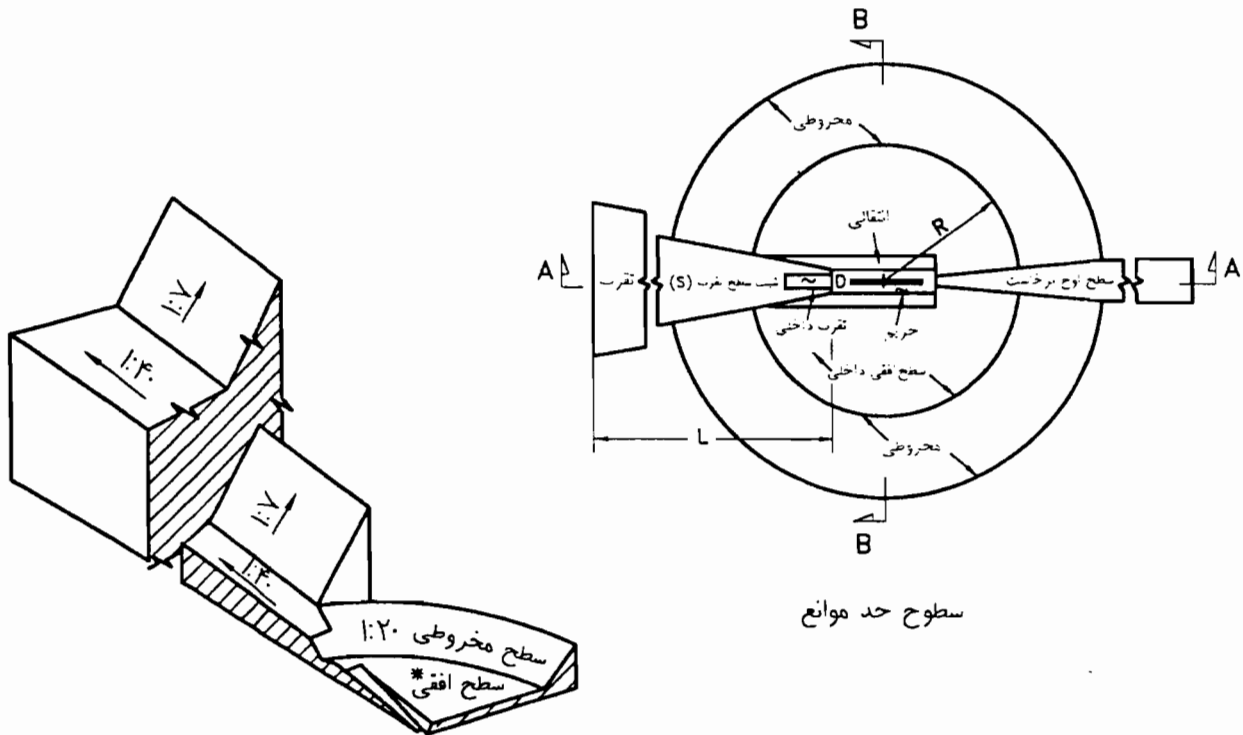
می گیرد باید مراتب، ضمن ارسال نقشه ای، به اطلاع سازمان

هواپیمایی کشوری برسد. این اطلاع، باید بلافاصله پس از

تعیین پلان و پروفیل طولی مسیر صورت گیرد. این موضوع،

شامل هر نوع راه سازی موقت یا دائم و وسایل راه سازی نیز

می باشد. نقشه ای که به سازمان هواپیمایی کشوری ارسال

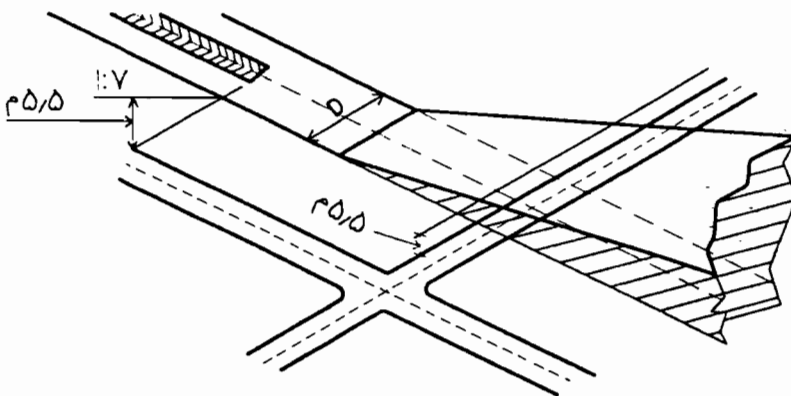


معیارهای تقرب باند فرودگاههای کشوری

\* ارتفاع سطح افقی ۴۵ متر بالاتر از ارتفاع اعلام شده فرودگاه

اندازه	موضوع	بدون کمکهای پرواز		با کمکهای پرواز	
		< ۸۰۰	۸۰۰-۱۲۰۰	۸۰۰-۱۲۰۰	> ۱۲۰۰
D	عرض نهائی تقرب (متر)	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰	۳۰۰
R	شعاع سطح افقی (متر)	۲۰۰	۲۵۰	۳۵۰	۴۰۰
L	طول سطح تقرب (متر)	۱۶۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
S	شیب سطح تقرب (٪)	۵	۴	۳٫۳۳	۲

نمایش سه بعدی مقطع A-A



شکل ۵-۱۹ معیارهای طراحی راه در نزدیکی فرودگاههای کشوری

۲-۸-۵ شیب عرضی

شیب عرضی پل همان شیب عرضی ره منتهی به آن است.

۳-۸-۵ میانه

در راه چند خطه مجزا، باید مسیرهای رفت و برگشت

در روی پل نیز از هم جدا باشد. همچنین می توان راه را بر روی

یک سازه واحد یا دو سازه مجزا قرارداد.

۴-۸-۵ پیاده رو کنار پل

پیش بینی پیاده رو کنار پل، در صورت وجود عابر پیاده،

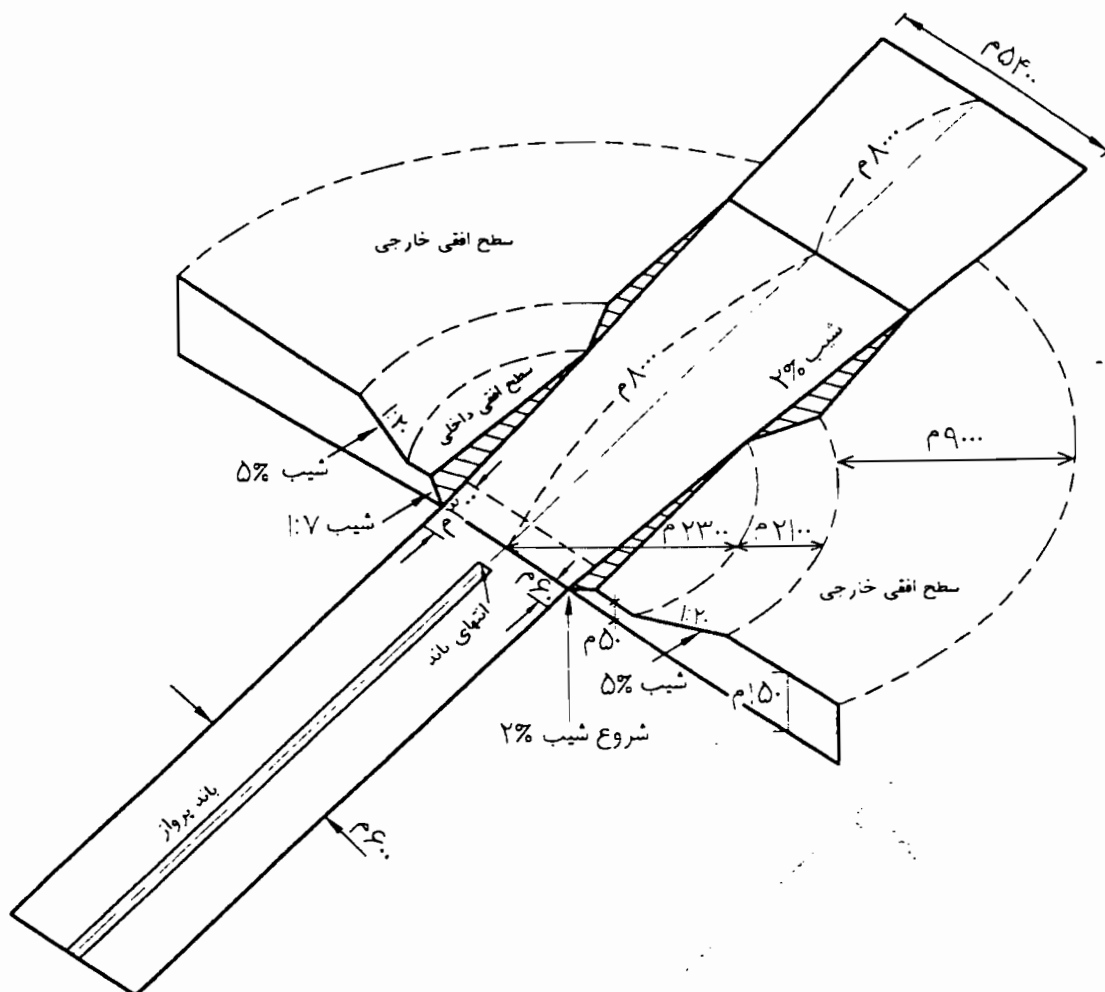
بهبتر است مد نظر قرار گیرد. عرض پیاده رو باید حداقل  $1/2$

متر باشد که این عرض باید به عرض آزاد پل اضافه شود.

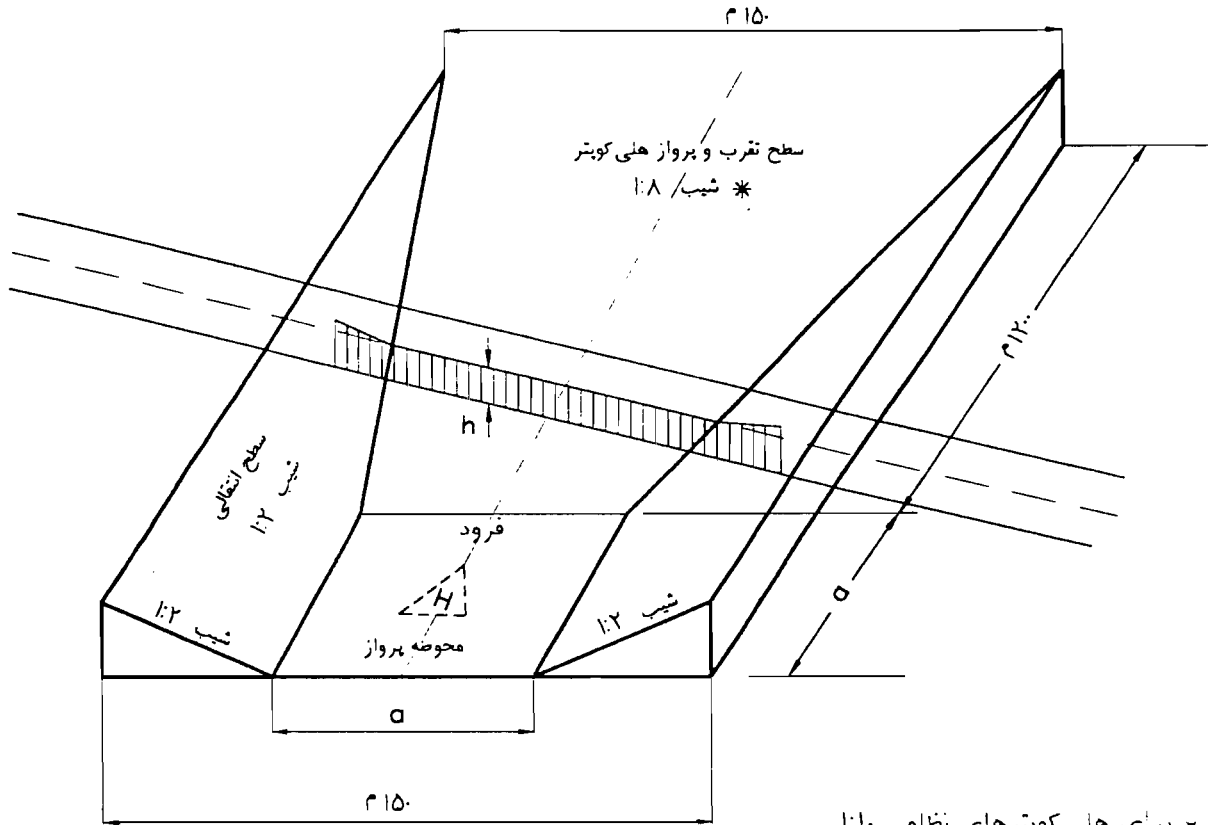
۵-۸-۵ پل کوله باز

شیب انتهایی خاکریزی در پل کوله باز نباید تندتر از

$3:2$  (۳ افقی، به ۲ عمودی) اختیار شود.



شکل ۲۰-۵ معیارهای طراحی راه در نزدیکی فرودگاه: های نظامی



- \* برای هلی کوپترهای نظامی ۱:۱۰
- ح - یک ونیم برابر طول هلی کوپتر طرح
- ه - حداقل ارتفاع آزاد از کناره شانه راه ۵/۵۰ متر

شکل ۵-۲۱ معیارهای طراحی راه در نزدیکی فرودگاه‌های هلیکوپتر

تمام طول سازه از دوطرف دیده شود. برای این منظور، می‌توان با رعایت حداقل ابعاد بالا از بعضی آبروها استفاده کرد.

۵-۸-۸ گذر ویژه تجهیزات، عبور گله و حیوانات وحشی

محل عبور تجهیزات، گله و حیوانات وحشی در صورت نیاز، باید در طرح هندسی مسیر در نظر گرفته شود. در بعضی مواقع وجود گذر ذکر شده، نه به لحاظ اقتصادی بلکه به لحاظ مسایل زیست محیطی، الزامی است.

۵-۸-۶ روگذر و زیرگذر ویژه پیاده

عرض روگذر پیاده باید حداقل ۱/۸ متر باشد. برای تعیین عرض و ارتفاع زیرگذر پیاده، در هر مورد، تحلیل جداگانه‌ای صورت می‌پذیرد تا از وجود دید کافی در راه و زیرگذر اطمینان حاصل شود.

۵-۸-۷ زیرگذر مالرو

زیرگذر مالرو، به طور معمول، دارای طول و ارتفاعی به میزان سه متر است. از احداث زیرگذر مارپیج باید اجتناب شود تا

۵-۸-۹ زیرگذر و روگذر ویژه راه آهن

به ضرورت کلی ساختن روگذر، به جای زیرگذر، در تقاطع راه با راه آهن برتری دارد. راه آهن، فقط در موارد خاص از روی راه عبور داده می شود.

بعضی از معایب زیرگذر بودن راه عبارت است از

۱- ایجاد گنلوگاه در راه آهن

۲- مشکل تعریض راه

۳- زهکشی زیرگذر (پیش بینی ایستگاه پمپاژ گاهی ضرورت پیدا می کند).

۴- در زمان ساختن زیرگذر، مسیر موقت برای راه آهن، مورد نیاز خواهد بود.

۵- افزایش هزینه نگهداری خط راه آهن

بعضی مزایای روگذر بودن راه عبارت است از

۱- استفاده از حریم خط راه آهن به منظور نگهداری آن

۲- تعریض روگذر با هزینه و مشکلات کمتر

۳- خرابی کمتر در صورت خارج شدن قطار از ریل

۴- تسهیل هماهنگی در طراحی و نگهداری راه و راه آهن

۵- صرفه جویی نسبی در هزینه

۵-۸-۱۰ جان پناه نرده در پل

انواع جان پناه و نرده به شرح زیر است.

الف) جان پناه ساده

جان پناه ساده ویژه وسیله نقلیه است و نقش اساسی آن حفظ و هدایت مجدد وسیله نقلیه منحرف شده می باشد.

این نوع جان پناه به دو صورت فلزی و بتنی مطابق شکل ۵-۲۲ ساخته می شود.

ب) جان پناه مرکب

این جان پناه از ترکیب نرده فلزی عابر پیاده و جان پناه بتنی به

وجود می آید که دارای دو نقش حفظ عابر پیاده و وسایل نقلیه است.

جان پناه مرکب دارای انواع زیر است.

۱- جان پناه مرکب نوع (الف) - این نوع جان پناه مطابق

شکل ۵-۲۳ ترکیبی از جان پناه بتنی و نرده فلزی به منظور

افزایش ارتفاع جان پناه مرکب است و در پل های دارای

پیاده رو استفاده می شود.

۲- جان پناه مرکب نوع (ب) - این نوع جان پناه مانند نوع الف

است، با این تفاوت که مطابق شکل ۵-۲۳ برای جلوگیری از

سقوط اشیاء به راه واقع در پایین پل، ارتفاع نرده بالای

جان پناه بتنی افزایش می یابد و در روی آن توری نصب

می شود. از این نوع جان پناه برای نصب تجهیزات روشنایی

پل نیز می توان استفاده کرد.

پ) نرده عابر پیاده

انواع این نرده مطابق شکل ۵-۲۴ است و از افتادن پیاده ها و

اشیاء محافظت می کند. در صورتی که معلولان نیز از پل

استفاده کنند و شیب طولی آن از ۵٪ تجاوز کند، باید نرده

دستی ویژه معلولان نصب شود.

ت) نرده عبور دوچرخه

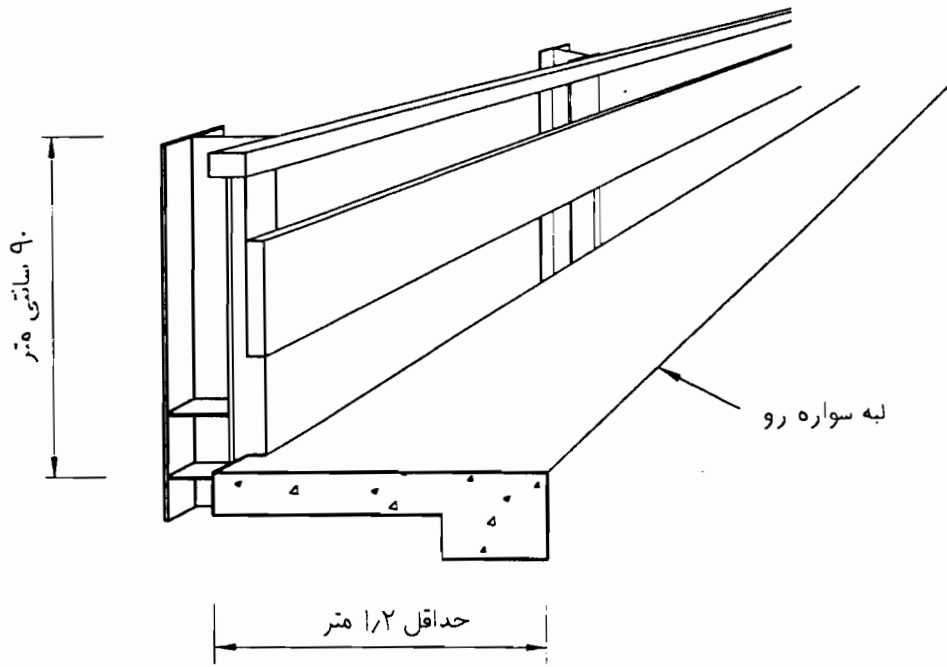
این نوع نرده از دوچرخه سوار محافظت می کند. در بعضی

موارد، نرده دارای دو نقش (حفظ دوچرخه سوار و وسیله نقلیه)

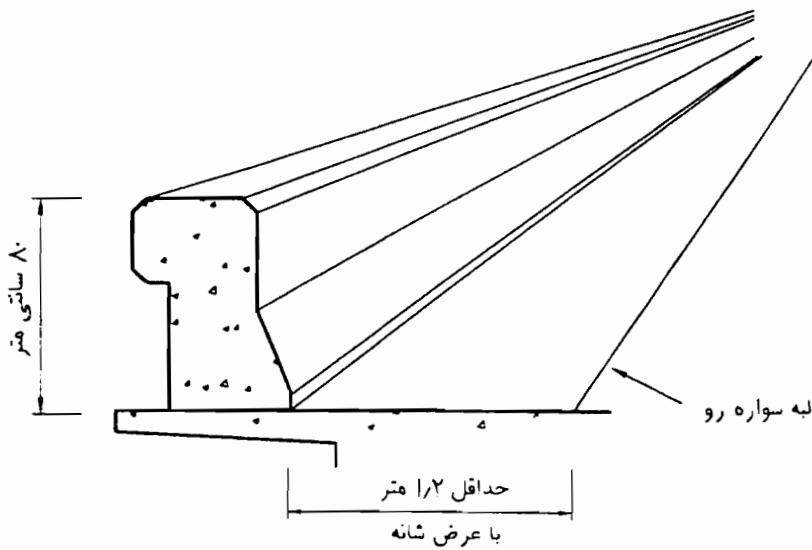
می باشد. حداقل ارتفاع نرده ویژه دوچرخه ۱/۴ متر بالای سطح

عرشه پل است. نرده ویژه عابر پیاده و یا جان پناه مرکب با شرط

حداقل ارتفاع ۱/۴ متر نیز برای این منظور کفایت می کند.

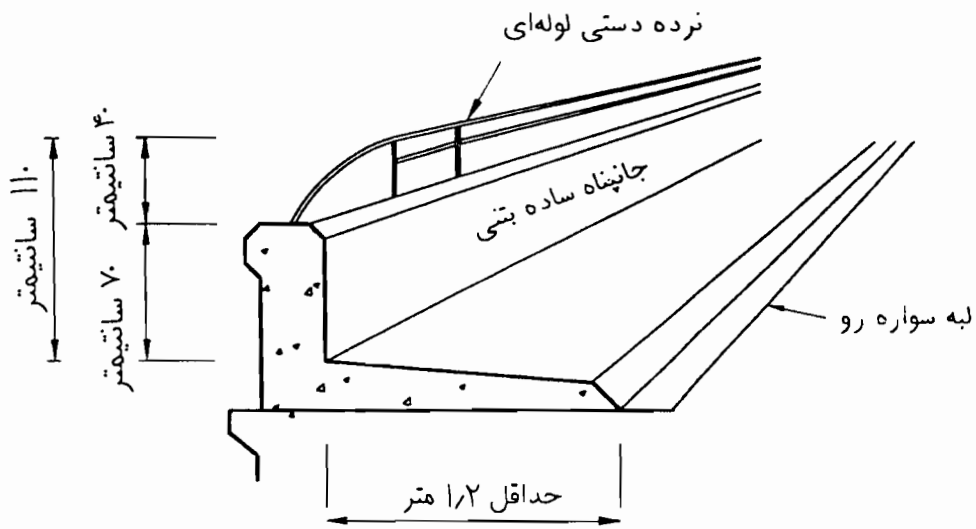


جان پناه ساده فلزی

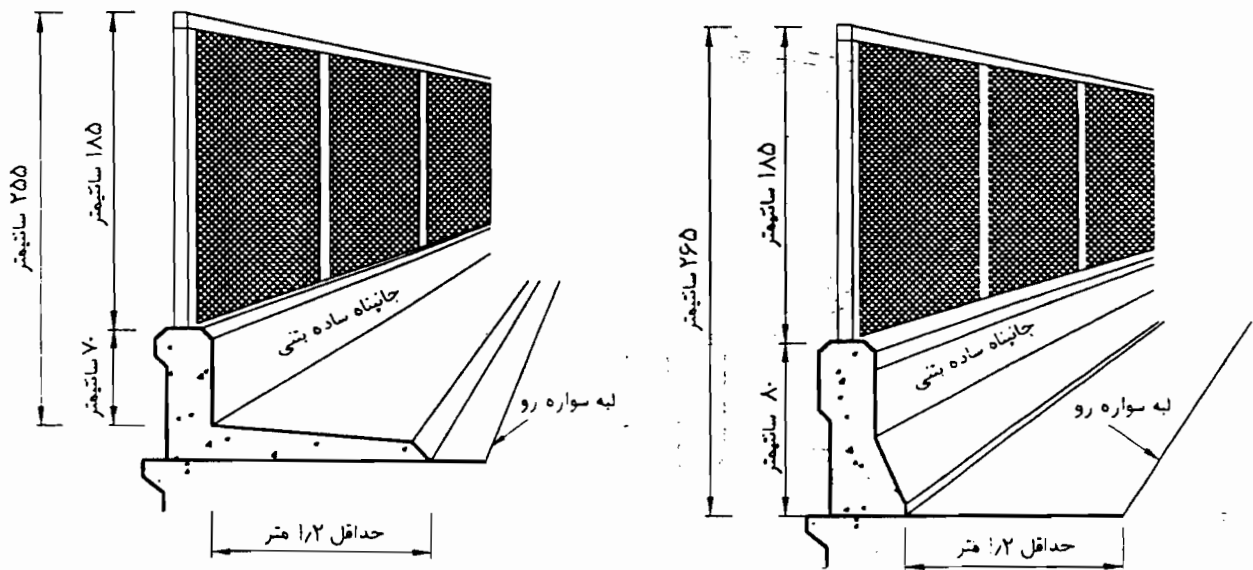


جان پناه ساده بتنی

شکل ۵-۲۲ انواع جان پناه ساده

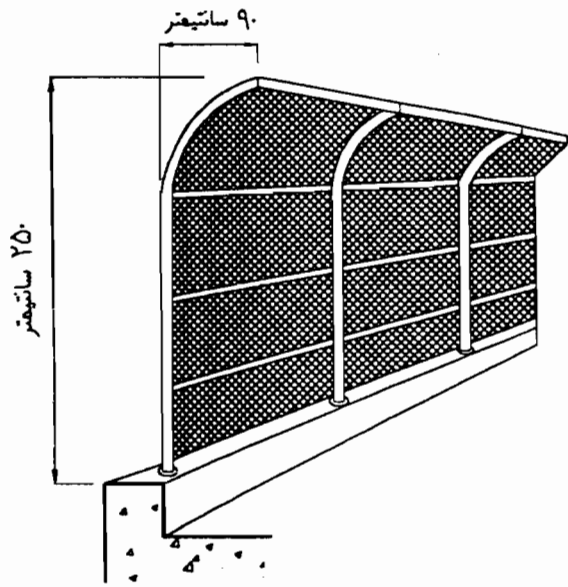


جان پناه مرکب نوع (الف)

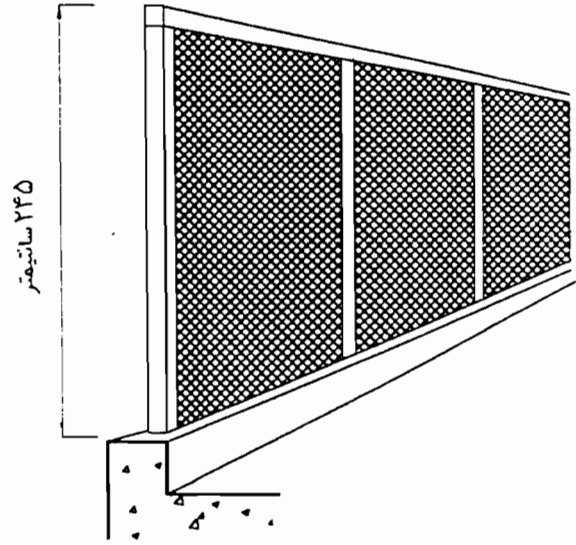


جان پناه مرکب نوع (ب)

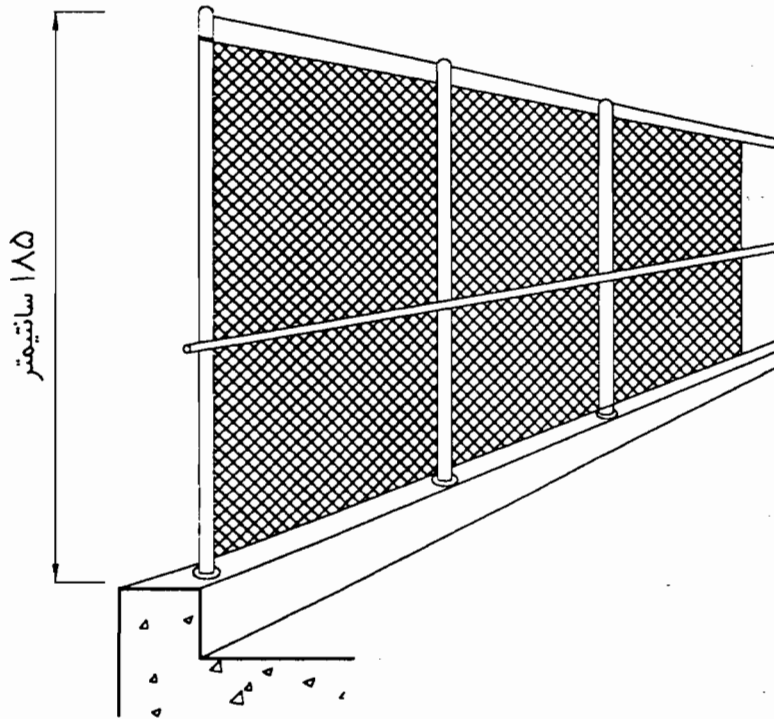
شکل ۵-۲۳ انواع جان پناه مرکب



نرده عابر پیاده نوع (۱)



نرده عابر پیاده نوع (۲)



نرده عابر پیاده نوع (۳)

شکل ۲۴-۵ انواع نرده عابر پیاده



## ۵-۸-۱۱ ارتفاع آزاد پل

- الف - ارتفاع آزاد پل از سطح راه باید  $۵/۲$  متر ( $۵/۱۰$  متر) ارتفاع آزاد نهایی و ده سانتی متر روکش آسفالت) باشد. تأمین این ارتفاع، در کلیه بخش های راه مثل خط اصلی، شانه، تبادل، خط تغییر سرعت و غیره ضروری است.
- ب - حداقل ارتفاع آزاد پل عابر پیاده از سطح راه، باید  $۰/۲۵$  متر بیشتر از بند الف در نظر گرفته شود.
- پ - حداقل ارتفاع آزاد علائم ترافیکی بالای راه از سطح راه، باید  $۰/۵$  متر بیشتر از بند الف در نظر گرفته شود.
- ت - در عبور راه از روی راه آهن، حداقل ارتفاع آزاد بین بالاترین سطح ریل و پایین ترین نقطه سازه زیر راه، باید از واحد یا مسنول مربوطه پرسیده شود.

## ۵-۹ دیوارهای حایل

## ۵-۹-۱ کلیات

دیوارهای حایل برای نگهداری خاک و نیز سربار ناشی از راه یا تأسیسات مختلف روی آن در پای خاک برداری یا خاکریزی بکار می رود. بسته به ارتفاع خاک، محدودیت های اجرایی، نوع تأسیسات واقع بر روی خاک و شرایط اقلیمی می توان از دیوارهای حایل مختلف استفاده کرد.

دیوارهای حایل می تواند در کنار مسیر راه و در مجاورت تأسیسات پیش بینی شود.

## ۵-۹-۲ انواع دیوارهای حایل

دیوارهای حایل بسته به موقعیت شامل انواع زیر است.

## الف - دیوار حایل وزنی

این نوع دیوار معمولاً از مصالح بنایی مانند آجر یا سنگ و یا بتن ساده ساخته می شود و به دلیل نوع مصالح مورد مصرف،

برای پایداری، نیاز به ضخامت های زیاد دارد. کاربرد دیوار وزنی در ارتفاع زیاد غیراقتصادی است و در محل هایی با لرزه خیزی بالا که سربار مهمی را تحمل می کند مناسب نیست. به لحاظ اقتصادی حداکثر ارتفاع مناسب برای چنین دیوارهایی ۴ تا ۵ متر است. ابعاد لازم برای طراحی هندسی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل ۵-۲۵ توصیه می شود.

## ب - دیوار حایل طره ای

این دیوار از نوع بتن مسلح و برای ارتفاع تا ۱۱ متر قابل استفاده است. استفاده از این دیوارها تا ارتفاع ۶ متر اقتصادی می باشد. ابعاد تقریبی دیوارها برای احتساب در طرح اجزای نیمرخ عرضی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل ۵-۲۶ توصیه می شود.

بهر آن است که به این نکته توجه شود که در نقاط لرزه خیز نیروهای زلزله موجب افزایش ابعاد دیوار می شود.

در حالت هایی که نتوان از دیوارهای طره ای پاشنه دار استفاده نمود، می توان در صورت امکان از دیوارهای طره ای پنجه دار به صورت L استفاده کرد. باید تأثیر این نوع دیوار در نیمرخ عرضی مسیر پایین دیوار در نظر گرفته شود. بهتر است که برای پایداری بیشتر این دیوارها از زبانه برشی استفاده شود.

## پ - دیوار حایل با پشت بند

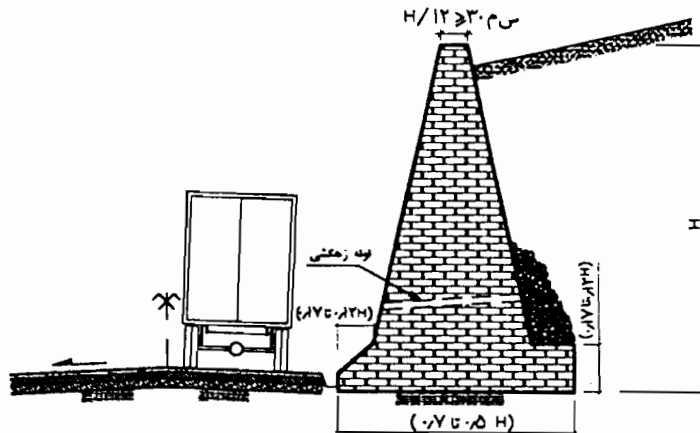
از این نوع دیوار (شکل ۵-۲۷) در مواردی که حداقل حرکت جانبی دیوار مد نظر است و امکان خاکبرداری برای پاشنه دیوار میسر نیست و یا ارتفاع دیوار زیاد است معمولاً استفاده می شود. باید فضای کافی برای پشت بندهای دیوار در نیمرخ عرضی راه مدنظر قرار گیرد.

## ت - دیوار حایل صندوقه ای

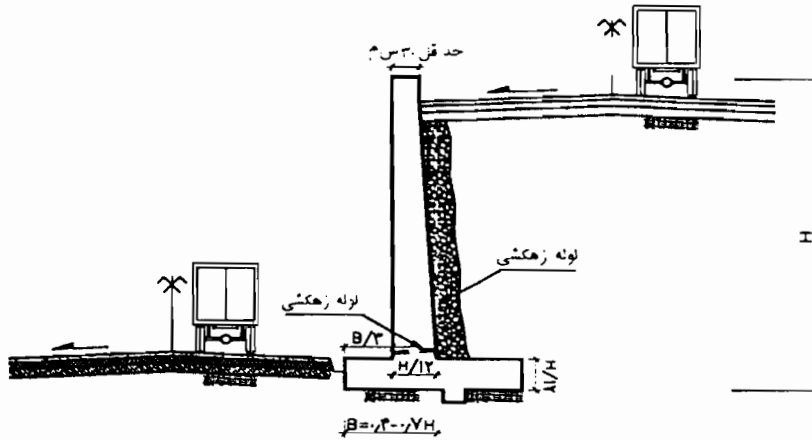
این نوع دیوار (شکل ۵-۲۸) در ارتفاع زیاد قابل استفاده است و جهت نگهداری سربار ناشی از بار راه، مادامی که بناها و تأسیسات سنگین در روی خاکریز قرار نگیرد، مناسب است. این

ث - خاک مسلح  
 به جای دیوار حایل می‌توان از روش‌های مختلف مسلح‌سازی خاک، نظیر جوشن‌های فلزی (شکل ۲۹-۵) و پارچه‌گونه (شکل ۳۰-۵)، استفاده کرد.

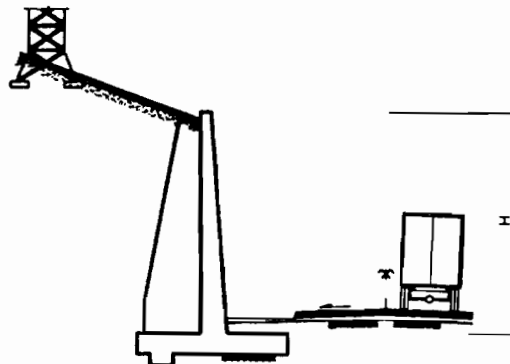
دیوار شامل انواع بتنی، فولادی و چوبی می‌باشد. نوع بتنی آن تا ارتفاع ۱۶ متر و نوع فولادی تا ارتفاع ۱۰ متر و نوع چوبی می‌تواند تا ارتفاع ۶/۵ متری مورد استفاده قرارگیرد. نوع چوبی آن، به لحاظ ظاهر و جلوه طبیعی چوب در مناطق خاصی از راه که منظرآزایی مسیر مورد توجه می‌باشد، بیشتر مناسب است.



شکل ۲۵-۵ ابعاد دیوار حایل وزنی

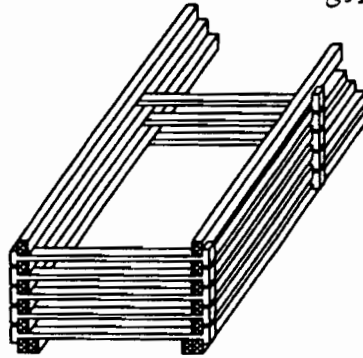


شکل ۲۶-۵ دیوار حایل طره‌ای

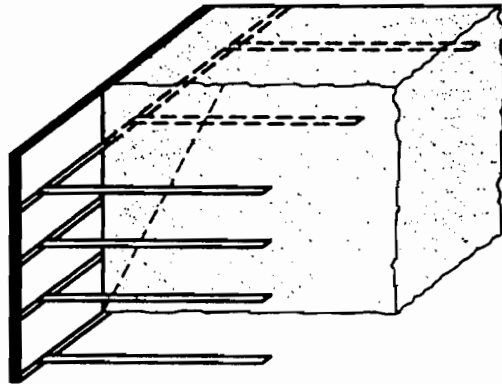


شکل ۲۷-۵ دیوار حایل با پشت بند

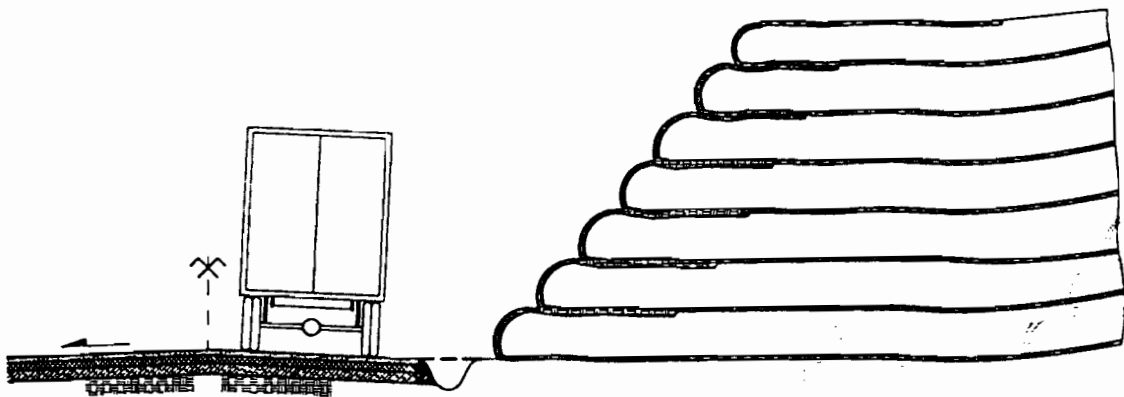
قطعه‌های بتنی، چوبی یا فولادی



شکل ۲۸-۵ دیوار حایل صندوقه‌ای



شکل ۲۹-۵ خاک مسلح



شکل ۳۰-۵ خاک بافته

۵-۹-۳ دیوارهای حایل از لحاظ منظرآرایی

در طراحی دیوارهای حایل، باید جوانب منظرآرایی مدنظر قرارگیرد. تغییر شیب در نیمرخ طولی بالای دیوار، بهتر است توسط خم‌های مناسب و هموار انجام و از شکستگی‌های ناگهانی در نیمرخ طولی، اجتناب شود. در صورت امکان با در نظر گرفتن محیط اطراف و امکان‌های فنی در انتخاب نوع مصالح و شکل ظاهری دیوار، هماهنگی لازم با مسیر صورت گیرد.

دیوارحایل، مسائل مربوط به فاصله دید مورد توجه قرارگیرد.

۵-۱۰-۱۰ تونل‌ها

دربریخی موارد پیش‌بینی تونل در مسیر مورد مطالعه، منطقی و ضروری تشخیص داده می‌شود. انتخاب تونل می‌تواند به خاطر دلیل‌های اقتصادی، کاهش طول مسیر، عبور بهتر راه در ارتفاع‌ها و حفاظت در دامنه‌های برف‌گیر، بهمن‌گیر و محل‌های با خطر لغزش و ریزش باشد.

۵-۹-۴ استفاده از نرده و جان‌پناه در دیوار حایل

دیوار حایل کنار مسیر راه باید به نرده و جان‌پناه‌های مناسب مجهز شود. نحوه اتصال نرده و جان‌پناه به دیوار و نیز ابعاد هندسی دیوار در محل اتصال باید قبلاً بررسی و در طرح هندسی مسیرهای بالا و پایین دیوار مدنظر قرارگیرد. چنین ضرورتی به ویژه در تبادل‌ها احساس می‌شود.

انتخاب تونل و مشخصات هندسی آن

۵-۱۰-۱-۱ گروه‌بندی تونل‌ها

تونل‌ها را می‌توان به دو صورت زیر گروه‌بندی کرد.  
الف) برحسب نوع مسیر راه  
ب) برحسب شکل مقطع تونل

۵-۹-۵ زهکشی دیوار حایل

در طرح هندسی مسیرهایی که در بالای دیوارحایل قرار می‌گیرد، باید موقعیت آبروها کاملاً تعیین شود تا از آبستگی دیوار، جلوگیری به عمل آید. باید تخلیه آب سطحی جمع‌آوری شده به پایین و خارج از محوطه دیوار در طرح هندسی در نظر گرفته شود. زهکشی خاک پشت دیوار و مسیر تخلیه آب حاصل از زه‌کشی در پایین دیوار باید مشخص و در نیمرخ عرضی نیز پیش‌بینی شود.

۵-۱۰-۱-۱-۱ گروه‌بندی تونل‌ها برحسب نوع مسیر راه

- ۱- تونل‌های یکطرفه (که معمولاً در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها ساخته می‌شود).
- ۲- تونل‌های دوطرفه (که معمولاً در راه‌های اصلی ساخته می‌شود).

۵-۱۰-۱-۲ گروه‌بندی تونل‌ها برحسب شکل مقطع تونل

- ۱- تونل‌های طاقی شکل (با یک یا چند شعاع قوس)
- ۲- تونل‌های با مقطع دایره‌ای
- ۳- تونل‌های با مقطع مستطیلی

در این آیین‌نامه، از گروه‌بندی بر اساس نوع مسیر راه استفاده شده است.

۵-۹-۶ فاصله جانبی دیوار از مسیر

بهتر است در طراحی نیمرخ عرضی راه، فاصله دیوارحایل از لبه راه از ۱/۸۵ متر کمتر نباشد و در طراحی مسیر افقی

۵-۱۰-۲ نیمرخ طولی

۵-۱۰-۲-۱ سربالایی‌ها

شیب تونل‌های بیشتر از ۵۰۰ متر نباید از ۲٪ تجاوز کند. توصیه می‌شود که این شیب در محدوده ۱/۵٪ باقی بماند.

علل انتخاب شیب با مقادیر که در تونل‌ها عبارتست از:

۱- ممانعت از کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین برای

جلوگیری از تراکم ترافیک در داخل تونل

۲- تأثیر سربالایی‌های واقع در ارتفاعات، در تعداد وسایط

نقلیه‌ای که دچار خرابی می‌شود.

۳- تأثیر سربالایی‌ها در افزایش مقدار آلودگی هوا

۵-۱۰-۲-۲ سرازیری‌ها

سرازیری‌های تند در تونل‌های یک طرفه، به علت اینکه بعضی از رانندگان ممکن است با سرعت‌های فوق‌العاده زیادی حرکت کنند، بسیار خطرناک است. از طرف دیگر وسایل نقلیه سنگین، ملزم به کاهش سرعت خود هستند و به این وسیله باعث تراکم ترافیک می‌شوند.

حداکثر شیب در تونل‌های کوتاه‌تر از ۵۰۰ متر بهتر است از ۴٪ تجاوز نکند.

در ضمن، سرازیری، منجر به کاهش نیازهای مربوط به تهویه در تونل‌های یک طرفه می‌شود.

۵-۱۰-۳ نیمرخ عرضی

۵-۱۰-۳-۱ مطالعه‌های مقدماتی

باتوجه به این که تونل، در مقایسه با راه‌های واقع در هوای آزاد، غیرقابل توسعه است، پس بهتر است سه نکته را از قبل مدنظر قرارداد:

۱- پیش‌بینی فضای لازم جهت تأمین نیاز ترافیک آینده (لااقلاً

بیست سال پس از افتتاح تونل).

۲- در راه‌های با بیش از سه خط عبور، بجای یک تونل با مجرای

بزرگ، احداث دو تونل با مجرای کوچک، به دلایل زیر

توصیه می‌شود.

الف) با ساختن تونل در ابتدا می‌توان از آن به صورت دو طرفه

استفاده کرد.

ب) با ساختن تونل دوم از هر تونل می‌توان در یک جهت

استفاده کرد.

پ) هزینه ساخت دو تونل با مجرای کوچک، از یک تونل با

مجرای بزرگ کمتر است.

ت) در آینده دور می‌توان تونل سوم را ساخت و از یکی از

تونل‌ها برای یک جهت و از تونل دیگر برای جهت مخالف

ولی از تونل سوم (که معمولاً تونل وسط خواهد بود) برای

جهت متراکم استفاده کرد. به این ترتیب جهت عبور از

تونل وسط، بسته به جهت تراکم ترافیک، در ساعت‌های

مختلف اوج روز تغییر می‌کند.

۳- پیش‌بینی فضای مناسب برای روشنایی و تهویه تونل‌ها در

صورت نیاز.

۵-۱۰-۳-۲ خط‌های اصلی

عرض معمولی خط‌های اصلی در داخل تونل برابر است با

عرض خط‌های مسیر راه.

۵-۱۰-۳-۳ نوارهای کناری (شانه تونل)

سمت راست و چپ

شانه‌های تونل مانند راه در طرفین خط‌های اصلی قرار می‌گیرد

و بدون وجود اختلاف سطحی به آن متصل می‌شود (شکل ۵-۳۱).

این شانه‌ها فاقد هرگونه مانعی است و برای جلوگیری از اثر

مجاز نیست و پیاده‌روها فقط برای استفاده ماموران بهره‌برداری و کسانی که وسایل نقلیه آنها دچار خرابی شده‌است احداث می‌شود. این پیاده‌روها باید دارای شرایط زیر باشند.

۱- در تونل با مقطع منحنی، حداقل عرض پیاده‌رو ۶۰ سانتیمتر باشد (شکل ۵-۳۳ الف).

۲- در تونل با دیواره قائم، حداقل عرض پیاده‌رو ۷۵ سانتیمتر باشد (شکل ۵-۳۳ ب).

۳- حداقل ارتفاع پیاده‌رو از لبه راه ۲۰ سانتیمتر و حداکثر آن ۴۰ سانتیمتر باشد. توضیح این که هرچه ارتفاع پیاده‌رو بیشتر باشد امنیت عابر پیاده در مقابل تصادف بیشتر و دسترسی به آن نیز مشکل تر است.

دیوار کناری روی خط عبور در نظر گرفته شده‌است. در ضمن از شانه سمت راست برای توقف اضطراری نیز استفاده می‌شود. عرض این شانه‌ها در جدول ۵-۲۸ داده شده‌است.

### ۵-۱۰-۳-۴ پارکینگ اضطراری

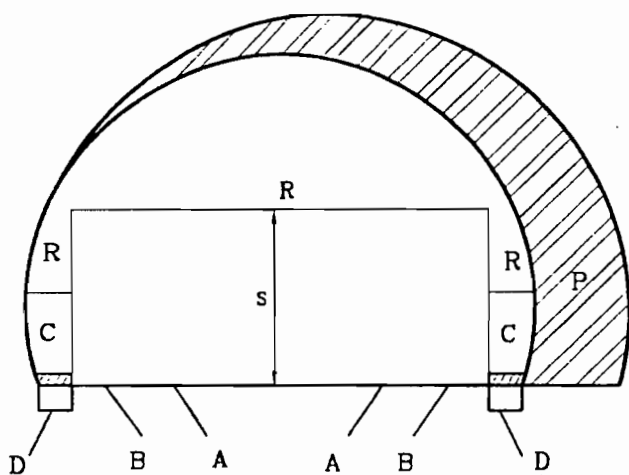
در تونل‌های با طول بیش از ۱۰۰۰ متر توصیه می‌شود که در هر ۵۰۰ متر یک پارکینگ با مشخصاتی که در شکل‌های ۵-۳۱ و ۵-۳۲ نشان داده شده‌است، احداث شود. در تونل‌های دوطرفه بهتر است که پارکینگ‌های دوطرفه در مقابل هم قرارگیرد.

### ۵-۱۰-۳-۵ پیاده‌روها

معمولاً ورود عابران پیاده به داخل تونل‌های برون‌شهری

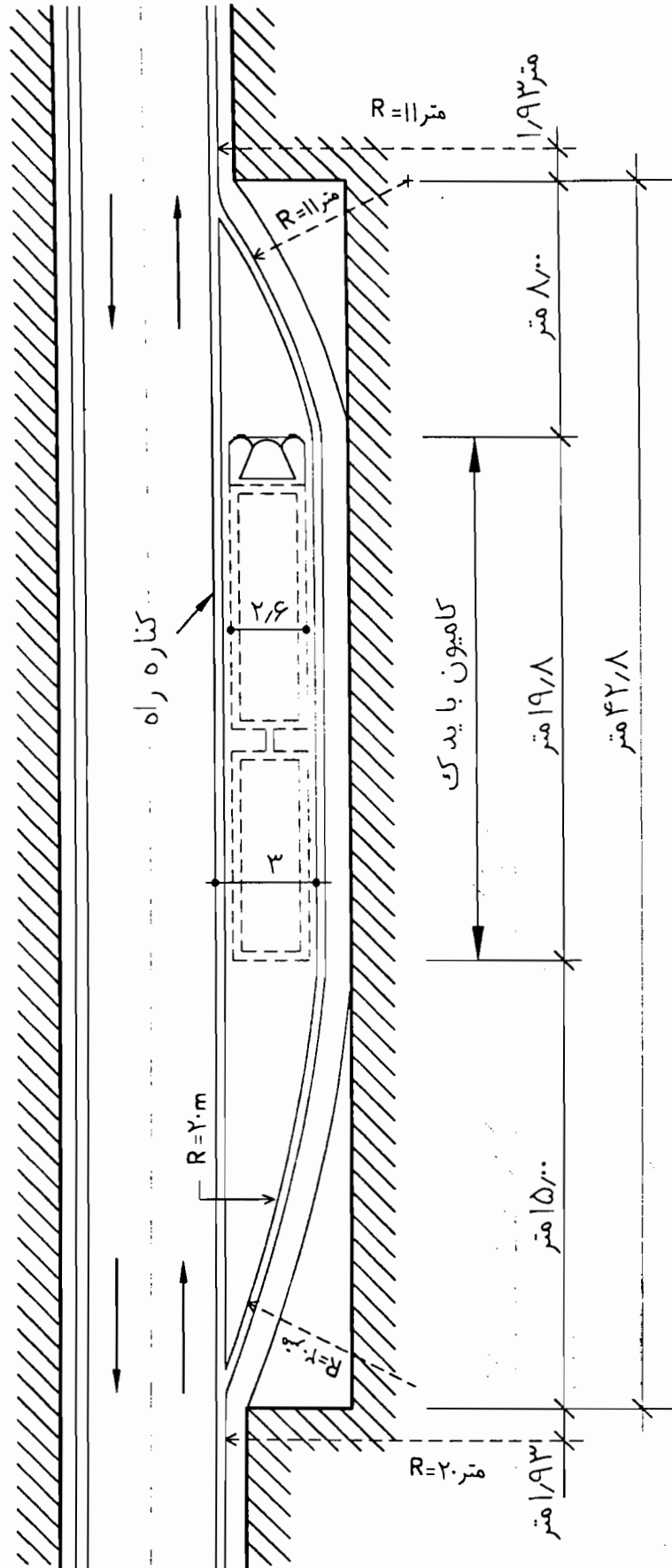
جدول ۵-۲۸ عرض شانه در تونل‌ها

نوع راه	نوع تونل	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	شانه سمت راست (متر)	شانه سمت چپ (متر)	ملاحظات
آزادراه یا بزرگراه	تونل یکطرفه با عرض کمتر از ۱۰۰۰ متر	۸۰	۱/۸۵	۰/۵	-
	تونل یکطرفه با طول بیش از ۱۰۰۰ متر	۸۰	۱/۸۵	۰/۵	همراه سربک پارکینگ
اصتی	تونل دو طرفه با عرض کمتر از ۱۰۰۰ متر	۶۰	۱	۱	-
	تونل دو طرفه با طول بیش از ۱۰۰۰ متر	۶۰	۱	۱	همراه سربک پارکینگ

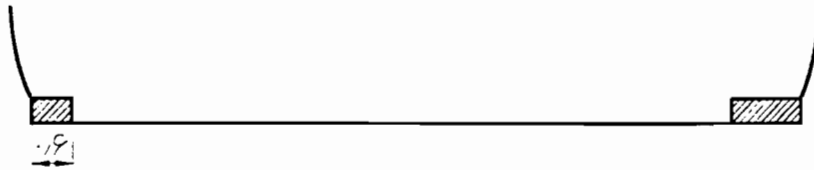


S = فضای عبور و مرور وسایل نقلیه  
R = فضای آزاد برای تجهیزات (روشنایی، تهویه، کابل‌ها)  
P = فضای پارکینگ اضطراری  
A = حظه‌ای اصلی عبور و مرور وسایل نقلیه  
B = شانه‌ها برای توقف اضطراری  
C = پیاده‌رو و فضای مربوطه  
D = زهکشی

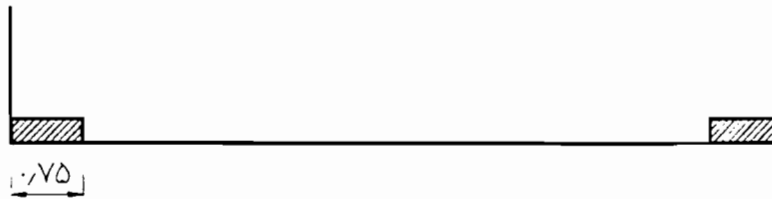
شکل ۵-۳۱ مقطع تونل به همراه پیاده‌روها، شانه‌ها، زهکشی و فضای ویژه پارکینگ اضطراری



شکل ۵-۳۲ مشخصات هندسی پارکینگ اضطراری در تونل



الف - تونل با دیوارهای مقعر



ب - تونل با دیوارهای قائم

شکل ۵-۳۳ عرض پیاده‌روها با دیوارهای مختلف تونل

۵-۱۰-۳-۶ ارتفاع

حدقل ارتفاع آزاد تونل از سطح سواره‌رو تا تاسیسات تونل مانند روشنایی و سیستم‌های تهویه، ۵/۲ متر (۵/۱۰ متر مجاز + ۱۰ سانتیمتر روکش آسفالت آتی) است.

یادداشت ۱

با توجه به ۱۰ سانتیمتر ضخامت روکش آسفالت آتی، برای ضخامت بیشتر از ۱۰ سانتیمتر، روکش قبلی کنده شود و روکش جدید جایگزین گردد.

یادداشت ۲

در صورتی که تونل نیاز به روشنایی یا تهویه داشته باشد و نتوان از فضاهای موجود در مقطع تونل برای تأمین نیازمندی‌های فوق استفاده کرد، ناچار فضای اضافی مناسب برای روشنایی و یا سیستم تهویه بانوجه به رعایت معیارهای حداقل فضای آزاد در نظر گرفته می‌شود.

۵-۱۰-۳-۷ شیب عرضی

شیب عرضی سطح راه در تونل‌ها ۱٪ تا ۱/۵٪ می‌باشد.

۵-۱۰-۴ تعیین سرعت طرح

به علت‌های اقتصادی عموماً تعیین ابعاد کافی برای مقطع عرضی و تجهیزهای تونل، برای حذف غیب ناشی از تغییر محیط ناگهانی هنگام ورود راننده، غیر ممکن است. لذا سرعت طرح برای تونل اغلب از سرعت مسیر راهی که تونل در آن قرار گرفته، کمتر است.

مقدارات انتخاب شده سرعت طرح نه تنها در تعیین مشخصات هندسی تونل دخالت می‌کند بلکه در موارد زیر نیز مؤثر است.

۱- طول مربوط به روشنایی اضافی ورودی

۲- آغاز روشنایی کمتر در جایی که فاصله دید از فاصله دید توقف بیشتر باشد.

۳- عمل فشرده شدن هوای تونل به وسیله وسایل نقلیه (اثر پیستونی وسایل نقلیه در امر تهویه)

۴- آلودگی هوای تونل

سرعت طرح تونل‌ها در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، ۸۰ کیلومتر در ساعت و در راه‌های اصلی، ۶۰ کیلومتر در ساعت است.



۵-۱۰-۵ گنجایش تونل‌ها

وسایل نقلیه با در نظر گرفتن شرایط ویژه داخل تونل، مانند وجود دود (کاهش قدرت دید) و چرب بودن سطح سواره‌رو (کاهش قدرت ترمز) سعی در افزایش فاصله تسببت به وسیله نقلیه جلویی دارد. با توجه به شرایط گفته شده گنجایش تونل‌ها از ظرفیت مربوط به راه‌های موجود در هوای آزاد (بخش سوم از فصل چهارم) در شرایط مساوی سرعت، ۱۰٪ کمتر است.

۶-۱۰-۵ مسیر در پلان

۱-۶-۱۰-۵ فاصله دید توقف

در تعیین فاصله دید توقف در تونل‌ها، چند نکته زیر مد نظر قرار می‌گیرد.

۱- دود و وسایل نقلیه، که باعث کاهش دید می‌شود.

۲- چرب تر بودن سطح راه، که باعث کاهش قدرت ترمز می‌گردد.

۳- شعاع‌های خیلی کم، مسائیل ساختمانی و اجرایی دشواری را از نظر هدایت دستگاه‌های حفاری یا انطباق قالب‌های طاقی شکل مطرح می‌سازد. به این دلیل، پیش‌بینی شعاع‌های بالاتر از ۵۰۰ متر الزامی است.

با توجه به عامل بالا، فاصله دید در تونل‌های واقع در آزادراه‌ها یا بزرگراه‌ها ۱۲۰ متر و در راه‌های اصلی ۸۰ متر است.

۵-۱۰-۶-۲ مسیر در بخش‌های ابتدایی و انتهایی

داخل تونل

در بخش ابتدایی تونل یک طرفه بهتر است که از پیش‌بینی پیچ تا صدمتر قبل از محل شروع آن اجتناب شود. در بخش انتهایی نیز، در صورت امکان، پیش‌بینی قوس با شعاع بزرگ به منظور اجتناب از هدایت محور خروجی تونل در جهت طلوع و یا غروب آفتاب، جهت ممانعت از خیرگی چشم توصیه می‌شود. البته در مورد تونل‌های دو طرفه سعی می‌شود، در صورت امکان، هر دهانه تونل واجد شرایط بالا باشد.

۵-۱۰-۶-۳ انشعاب‌ها و اتصال‌ها در نزدیکی ورودی‌ها

و خروجی‌های تونل

برای ممانعت از کاهش سرعت باید از پیش‌بینی خط‌های انشعابی یا اتصالی بلافاصله در نزدیکی دهانه‌های تونل اجتناب شود. حداقل یک فاصله ۳۰۰ متری بین ورودی‌ها و خروجی‌های این خط‌ها و دهانه‌های تونل رعایت شود.

۵-۱۰-۶-۴ مسیر در حوالی ورودی تونل

در نواحی نزدیک به ورودی تونل در هوای آزاد، نباید هیچ نوع مانع مزاحم از نظر قابلیت دید وجود داشته باشد و باید دهانه تونل حداقل ۱۵ ثانیه قبل از ورود به آن قابل رویت باشد. فاصله‌ای که دهانه تونل باید از آن قابل رویت باشد در جدول ۵-۲۹ داده شده است.

جدول ۵-۲۹ فاصله قابلیت دید قبل از ورود به تونل‌ها

۱۰۰	۸۰	۶۰	سرعت خارج از تونل (کیلومتر در ساعت)
۴۲۰	۳۳۰	۲۵۰	فاصله قابلیت دید قبل از ورود به تونل (متر)

## ۵-۱۱ روشنایی راه

### ۵-۱۱-۱ کلیات

روشنایی راه، با اینکه سبب افزایش دید، کاهش خطرها و دلپذیر شدن رانندگی می‌شود، به خاطر مسائل اقتصادی و هزینه فوق‌العاده، به ندرت مطرح می‌شود. با این حال روشن کردن بخش‌ها و محل‌های خاص و تعیین‌کننده‌ای به شرح زیر ضرورت دارد.

الف - تونل‌ها

ب - تقاطع و تبادل‌ها

پ - پل‌های طولانی

ت - نزدیک شهرها و مراکزهای صنعتی، کشاورزی و آموزشی

ث - محوطه‌های پارکینگ و استراحت و تأسیسات جانبی

ج - علایم راهنمایی دروازه‌ای

روشن کردن بقیه راه، به ویژه با توجه به آن که انتخاب نیم‌رخ‌های طولی و عرضی با استاندارد بالا، امکان استفاده هرچه مؤثرتر از نور چراغ خودرو را فراهم می‌کند، عملاً لزومی ندارد. روشن کردن تونل‌ها (در روز و شب) همواره لازم است مگر در حالتی که تونل بسیار کوتاه و مستقیم باشد. تنظیم روشنایی ورودی و خروجی، مستلزم رعایت دقت‌های خاص است.

ضرورت روشن کردن تقاطع‌ها تابع طرح تقاطع و حجم ترافیک است. در تقاطع‌هایی که فاقد جریان‌بندی (جدول‌بندی) است، معمولاً روشنایی منظور نمی‌شود. برعکس، تقاطع‌های جریان‌بندی شده، بویژه تقاطع‌های چند راهه، نیازمند روشنایی است، زیرا نور چراغ خودرو، قادر به مشخص کردن جدول‌بندی و راه‌های اتصالی (گردشی) از حداقل فاصله لازم نیست. روشن کردن تقاطع با راه‌آهن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روشن کردن تبادل نیز مطلوب و گاهی لازم است. این کار موجب می‌شود که راننده نه تنها خود راه، بلکه مجموعه تبادل را

مشاهده و مسیر مورد نظر خود را به دقت تشخیص دهد. مشاهده به موقع و واضح سایر خودروهایی که به نحوی بر رفتار راننده اثر می‌گذارد، مزیت دیگری است. روشن نکردن تبادل، موجب می‌شود که کارایی آن در شب، نسبت به روز، به میزان قابل ملاحظه‌ای تنزل کند. در هر صورت بخش‌های خطرآفرین باید با روشنایی یا حداقل نصب شب‌نما، از فاصله لازم به وضوح دیده شود. هرچه حجم ترافیک سراسری و ورودی و خروجی بیشتر باشد، ضرورت روشن کردن تبادل، بیشتر و نتایج آن چشمگیرتر است.

### ۵-۱۱-۲ طراحی و نصب واحدهای روشنایی

روشن کردن تونل‌ها و محل‌های خاص راه، از طریق نصب واحدهای روشنایی در دیوار یا طاق تونل و کنار و میانه راه و پل صورت می‌گیرد.

تعداد واحدهای روشنایی به میزان روشنایی موردنیاز، نوع واحد نورده (لامپ)، فاصله واحدها و عوامل دیگر بستگی دارد. واحدهای روشنایی کنار راه و پل، بر روی تیرهای فلزی یا بتنی نصب می‌شود. از آنجا که این تیرها، خود مانع خطرناکی است، لذا هرچه تعداد آنها کمتر اختیار شود، بهتر است.

درباره واحدهای روشنایی و محل نصب آن، باید نکته‌های زیر را مورد توجه قرارداد.

الف - طرح واحدهای روشنایی باید با رعایت حداکثر کارایی، زیبایی و ایمنی، انجام گیرد. طراحی نباید به گونه‌ای باشد که توجه راننده را از رانندگی به سوی تأسیسات روشنایی منحرف و جلب کند. پایه‌ها نباید مانع دید علایم و چراغ‌های راهنمایی باشد.

ب - هماهنگ کردن طرح روشنایی و چراغ‌ها و علایم راهنمایی ضرورت دارد. آثار این تأسیسات بر محیط

اطراف، باید به دقت بررسی شود.

پ - پایه‌های روشنایی را باید پشت جان پناه فلزی نصب کرد. در مورد جان پناه بتنی می‌توان، پایه‌های روشنایی را در پشت یا بالای آن نیز نصب کرد. فاصله جبهه نرده ایمنی تا پایه‌ها، باید دست کم ۶۰ سانتی‌متر باشد. با توجه به فاصله متعارف پایه‌ها از لبه سواره‌رو، باید همواره در امتداد آن نرده ایمنی یا جان پناه بتنی در نظر گرفته شود. پایه روشنایی را در صورت امکان نباید در دماغه رابط نصب کرد، در غیر این صورت باید پایه را به وسیله ضربه گیر، بی‌خطر کرد.

ت - در محل‌هایی که روشنایی منظور می‌شود، علی‌القاعده رانندگان از چراغ کوچک یا نور پایین استفاده می‌کنند. به این جهت، برای علائم راهنمایی دروازه‌ای در صورت امکان، روشنایی در نظر گرفته می‌شود، زیرا این علائم، به وسیله نور پایین خودرو، از فاصله لازم قابل رؤیت نیست.

ث - برای استفاده هر چه بیشتر از روشنایی (رعایت ارزانی) و به حداقل رساندن خیرگی نامطلوب، لامپ‌ها در ارتفاع حداقل ۹ متر نصب می‌شود. با انتخاب پایه‌های با ارتفاع بیشتر (۱۲

تا ۱۵ متر) روشنایی یکنواخت‌تر، حاصل می‌شود. برای روشن کردن محوطه‌های بزرگ، گاهی از برج‌هایی به ارتفاع ۳۰ متر نیز استفاده می‌شود.

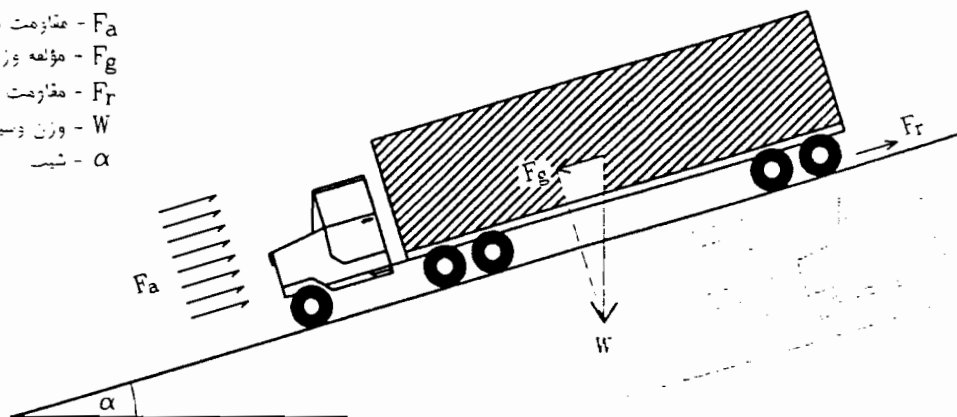
ج - پایه‌های روشنایی را باید در داخل پیچ‌های تند رابط‌ها و گردراه‌ها نصب کرد. (احتمال برخورد وسایل نقلیه با پایه‌ای نصب شده در خارج پیچ‌ها بیشتر است.)

### ۵-۱۲ خروجی اضطراری

#### ۵-۱۲-۱ کلیات

در سرازیری طولانی با شیب زیاد (شکل ۵-۳۴)، خطر خروج اضطراری و عدم امکان کنترل وسایل نقلیه سنگین، بعلاوه از دست دادن ترمز، زیاد می‌شود. در چنین شرایطی، ساخت خروجی اضطراری، می‌تواند به کنترل وسیله نقلیه و حفظ جان و مال استفاده‌کنندگان از راه، کمک موثری کند. خروجی اضطراری، که طبق معیارهای این آیین‌نامه، در محل‌های مناسب، پیش‌بینی و ساخته می‌شود، می‌تواند سرعت وسیله نقلیه را در مسیری جدا از مسیر اصلی راه، کاهش داده و آن را متوقف سازد.

- $F_a$  - مقاومت هوا
- $F_g$  - مؤلفه وزن در جهت شیب
- $F_r$  - مقاومت سطح در برابر حرکت
- $W$  - وزن وسیله نقلیه
- $\alpha$  - شیب



شکل ۵-۳۴ نمایش کامیون و نیروهای وارده در سرازیری

۵-۱۲-۲ تعیین محل

محل ساخت خروجی اضطراری، بستگی به وضع خاص هر سرازیری از نظر طول، شیب طولی، سرعت و موقعیت مسیر دارد. در مورد راه‌های ساخته شده قبلی، سرعت وسایل نقلیه را می‌توان از طریق آمارگیری بدست آورد. آمار تصادف‌ها یا گزارش پلیس راه و بالاخره بازدید محلی و بررسی آمار تصادف‌های قبلی با جانپناه‌ها، ریختن روغن ترمز و یا روغن موتور بر سطح راه و داورهای فنی می‌تواند معیار تعیین ضرورت ساخت خروجی اضطراری در سرازیری باشد.

**خروجی اضطراری، باید در محلی قرارگیرد که برای وسیله نقلیه بی‌ترمز، امکان استفاده از آن، وجود داشته باشد.** مثلاً پیش‌بینی خروجی اضطراری بعد از یک پیچ تند نمی‌تواند راه‌حل قابل قبول تلقی گردد. تعیین محل خروجی اضطراری، با توجه به عوامل زیر صورت می‌گیرد:

- ۱- وضع پستی و بلندی
- ۲- طول سرازیری
- ۳- شیب سرازیری
- ۴- سرعت وسیله نقلیه
- ۵- آمار تصادف‌ها
- ۶- اثر زیست محیطی
- ۱- هزینه

خروجی اضطراری، در محلی ساخته می‌شود که مورد بیشترین استفاده وسایل نقلیه بی‌ترمز راننده قرارگیرد.

در مورد سرازیری‌های طولانی در مسیرهای مستقیم، خروجی اضطراری راه، می‌توان قبل از شروع پیچ‌های تند، که وسیله نقلیه سنگین، نتواند در سرعت‌های بالا، با ایمنی از آن عبور کند، ساخت.

خروجی اضطراری، معمولاً در سمت راست مسیر قرار

می‌گیرد، ولی در مورد راه‌های مجزا، در صورت نبودن محل مناسب در سمت راست و وجود آن در سمت چپ، می‌توان خروجی اضطراری را در سمت چپ مسیر پیش‌بینی کرد.

یکی از روش‌های تعیین بهترین محل، برای ساخت خروجی اضطراری، استفاده از روش تعیین درجه حرارت ترمز چرخ‌های وسیله نقلیه سنگین است. با این روش، میزان حرارت ترمز، در هر نیم کیلومتر، اندازه‌گیری می‌شود. آن بخش از مسیر که درجه حرارت ترمز، کمتر از ۲۶۰ درجه سانتیگراد باشد، می‌تواند ایمن تلقی گردد. بنابراین شروع خروجی اضطراری، با توجه به سایر شرایط، می‌تواند بعد از محلی باشد که درجه حرارت ترمز از ۲۶۰ درجه سانتیگراد، تجاوز می‌کند.

یکی دیگر از روش‌های تعیین محل مناسب، برای خروجی اضطراری، تعیین محلی است که سرعت وسیله نقلیه، از حداکثر سرعت، برای ورود به خروجی اضطراری، تجاوز نکرده باشد. حداکثر سرعت، برای ورود به خروجی اضطراری، ۱۳۰ تا ۱۴۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد. البته بهتر است که محل خروجی اضطراری، با توجه به وضع پستی و بلندی، طوری انتخاب شود که سرعت وسیله نقلیه در موقع ورود، به حداکثر تعیین شده فوق نرسیده و در صورت امکان، کمتر از آن باشد.

۵-۱۲-۳ انواع خروجی اضطراری

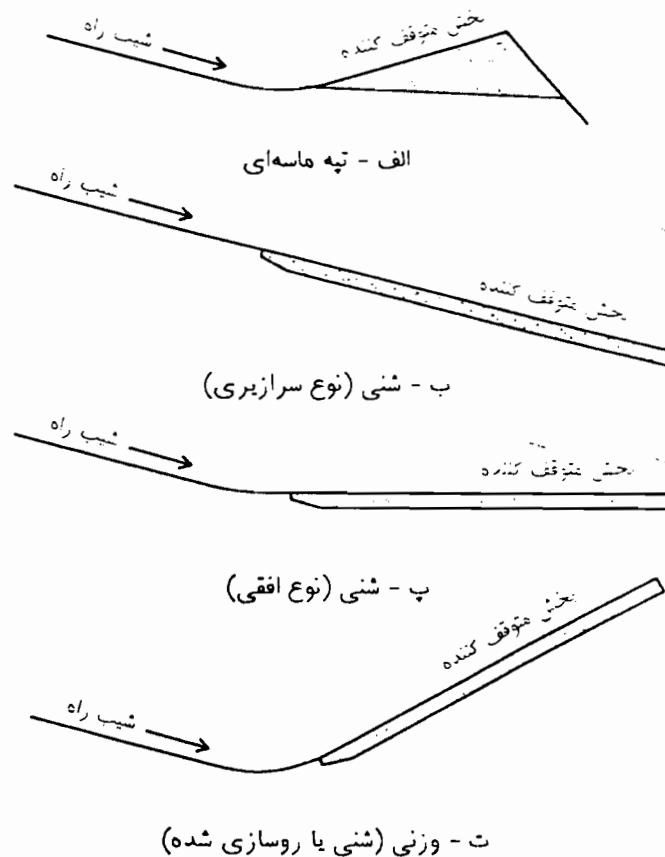
خروجی اضطراری به سه نوع عمده زیر، تقسیم‌بندی می‌شود:

- ۱- وزنی (سربالایی)
  - ۲- تپه ماسه‌ای (شکل ۵-۳۵ الف)
  - ۳- شنی (شکل‌های ۵-۳۵ ب، پ و ت)
- نوع وزنی (استفاده از سربالایی‌ها)، می‌تواند دارای روسازی (آسفالتی یا بتنی) باشد. در این نوع، خروجی اضطراری، برای توقف وسیله نقلیه، از نیروی جاذبه استفاده می‌شود. طول و

نوع شنی، که از سنگ گردگوشه یک اندازه، ریخته شده در مسیر خروجی تشکیل شده، از تپه ماسه‌ای بهتر است. این نوع خروجی اضطراری اغلب، در کنار مسیر راه و به موازات آن، قرار گرفته است. مصالح متوقف‌کننده، از مصالح رودخانه‌ای و یا شکسته نکوبیده، ردا شده از الک ۴ سانتی‌متری و مانده روی الک ۲/۵ سانتی‌متری به ضخامت ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر در روی بستر خروجی اضطراری تشکیل می‌شود. بهتر است مسیر برگشت به راه، به خوبی مشخص شده باشد تا راننده بعد از توقف و رفع مشکل وسیله‌نقلیه، بتواند به راه خود ادامه دهد. این نوع خروجی اضطراری، می‌تواند به یکی از سه روش نشان داده در شکل ۵-۳۵ (ب، پ و ت) ساخته شود.

هزینه ساخت این نوع خروجی نسبتاً زیاد است. این نوع خروجی اضطراری نمی‌تواند مانع برگشت وسیله‌نقلیه به عقب گردد. لذا اگر راننده بتواند با کمک دنده و یا هر امکان دیگری وسیله را متوقف کند، ناچار در موقع عقب رفتن خود را به بلندی کنار مسیر می‌زند.

نوع تپه ماسه‌ای، شامل ماسه نرم و خشک است که در مسیر راه قرار گرفته و حداکثر طول آن ۱۲۰ متر می‌باشد. وسیله‌نقلیه با رسیدن به ماسه، در آن فرورفته و متوقف می‌گردد. عیب این نوع خروجی اضطراری، در توقف سریع وسیله‌نقلیه و امکان صدمه زدن به راننده و یا وسیله‌نقلیه، در اثر پرتاب شدن بار و سر نشین بوده و بیرون آوردن وسیله‌نقلیه از تپه ماسه، نیز خالی از اشکال نخواهد بود.



شکل ۵-۳۵ نمونه‌های خروجی اضطراری

عمق لایه، به تدریج اضافه گردد، عمق لایه شنی، در شروع خروجی اضطراری، برابر ده سانتیمتر است و بعد از ۳۰ تا ۶۰ متر طول به عمق نهایی ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر می‌رسد.

۶- زهکشی و تسخلیه آب‌های خروجی اضطراری، برای جلوگیری از یخ‌زدن آب و آلودگی لایه سنگی با گل و خاک، بهتر است به اندازه کافی پیش‌بینی و اجرا شود. برای این منظور، می‌توان شیب عرضی و طولی مناسبی برای بستر خروجی اضطراری و محلی برای تخلیه آب‌های نفوذی پیش‌بینی کرد. علاوه بر آن، می‌توان با اتخاذ روش‌های فنی، از ورود آب‌های سطحی به آن جلوگیری و آب‌های سطحی را به خارج هدایت کرد. در جاهایی که نفوذ آب یا آلوده شدن مصالح با مواد نفتی و گازوییل محتمل باشد، بهتر است که بستر خروجی اضطراری با یک لایه بتنی پوشیده شده و مایعات، به یک تانک، برای جلوگیری از آلوده شدن خاک به مواد نفتی، هدایت گردد.

۷- محل ورود وسیله‌نقلیه به خروجی اضطراری، طوری طراحی می‌شود که ورود وسیله به آن، بی‌خطر باشد. برای این منظور، بهتر است در طرح، تا حد امکان، فاصله دید کافی برای راننده وسیله‌نقلیه، تأمین گردد. تمام طول خروجی اضطراری بهتر است برای راننده وسیله‌نقلیه، قابل رؤیت باشد. زاویه انحراف به طرف خروجی اضطراری، باید برابر ۵ درجه و یا کمتر باشد. برای ورود به خروجی اضطراری، بهتر است یک خط عبور اضافی پیش‌بینی گردد. طرح این نوع خروجی، باید طوری باشد که هر دو چرخ محور جلو با هم وارد قسمت شنی متوقف‌کننده وسیله گردد. فاصله این محل، از مسیر اصلی، بهتر است به اندازه‌ای باشد که سنگ‌های پرتاب شده در اثر ورود وسیله‌نقلیه به آن، به مسیر اصلی وارد نشود.

بهترین نوع خروجی اضطراری نوع وزنی یا سربالایی (شکل ۵-۳۵) می‌باشد. شیب سربالایی خروجی اضطراری موجب می‌گردد که علاوه بر کمتر شدن طول، بتوان راحت‌تر از آن خارج شد. استفاده از هریک از انواع خروجی اضطراری، بستگی به شرایط و موقعیت خاص محل آن دارد.

#### ۵-۱۲-۴ معیارهای طراحی

در طرح خروجی اضطراری، به موارد زیر توجه می‌گردد:

۱- برای توقف ایمن وسیله‌نقلیه، طول خروجی اضطراری باید بتواند انرژی حرکتی وسیله را جذب کند.

۲- مسیر خروجی اضطراری، معمولاً مستقیم و یا با انحنای خیلی کم (شعاع زیاد) می‌باشد که راننده بتواند وسیله‌نقلیه را کنترل کند.

۳- عرض خروجی اضطراری، بسته به احتمال ضرورت بهره‌برداری، از ۴ متر برای یک وسیله‌نقلیه تا ۸ متر برای دو وسیله‌نقلیه و گاهی ۹ تا ۱۲ متر، برای بیش از دو وسیله‌نقلیه در نظر گرفته می‌شود.

۴- مصالح سنگی مورد استفاده، بهتر است تمیز و غیرقابل تراکم و از نوع سنگ گردگوشه (رودخانه‌ای) یکدست، به قطر ۴ سانتیمتر باشد.

۵- حداقل ضخامت لایه شنی، ۶۰ سانتیمتر است. معمولاً مصالح زیرین این لایه، با خاک آلوده شده و اثر خود را از دست می‌دهد. به این ترتیب، بعد از مدتی فقط ۳۰ سانتیمتر از کل ضخامت، قابل استفاده خواهد بود. در چنین موردهایی، بهتر است ضخامت لایه، ۹۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود که بعد از آلوده شدن ۳۰ سانتیمتر از بخش زیرین، از ۶۰ سانتیمتر باقیمانده، به طور مؤثر استفاده گردد. برای کمک به میزان شتاب منفی در کاهش سرعت، بهتر است که

حسب متر در متر که برای سربالایی مثبت و برای سربایینی منفی است

$R =$  ضریب مقاومت مصالح بخش متوقف کننده خروجی اضطراری که از جدول ۵-۳۰ بدست می آید.

مثال

اگر محل انتخاب شده برای خروجی اضطراری دارای شیب  $+10\%$  و سرعت وسیله نقلیه  $140$  کیلومتر در ساعت فرض شود، طول آن برای انواع مصالح به شرح جدول ۵-۳۱ خواهد بود.

جدول ۵-۳۰ مقاومت مصالح کف راه در مقابل

حرکت وسیله نقلیه

مقاومت در مقابل حرکت	مصالح کف راه
۰/۱۲	روسازی آسفالتی
۰/۱۵	روسازی شنی
۰/۳۷	روسازی خاکی
۰/۵۰	سنگ شکسته نکوبیده خشک
۱/۰۰	شن رودخانه ای نکوبیده خشک
۱/۵	ماسه نرم خشک
۲/۵	شن یکدست درشت و گردگوشه

جدول ۵-۳۱ طول خروجی اضطراری

طول خروجی اضطراری	مصالح کف راه
۳۶۰ متر	روسازی آسفالتی
۳۲۰ متر	روسازی شنی
۱۷۰ متر	روسازی خاکی
۱۳۰ متر	سنگ شکسته نکوبیده خشک
۷۰ متر	شن رودخانه ای نکوبیده خشک
۵۰ متر	ماسه نرم خشک
۳۰ متر	شن یکدست درشت و گردگوشه

۸- دسترسی به خروجی اضطراری، باید به وسیله علامت، طوری مشخص شده باشد که راننده وسیله نقلیه بی ترمز بتواند فرصت کافی برای عکس العمل داشته و امکان استفاده از آن را از دست ندهد. بنابراین نصب علائم کافی برای جلب توجه راننده به منظور آمادگی و استفاده از خروجی اضطراری، ضروری است. علاوه بر آن، علائم مترزاتی برای ممانعت از ورود سایر وسایل نقلیه به خروجی اضطراری، نصب می گردد. استفاده از روشنایی، در صورت امکان، برای بهتر مشخص کردن محل خروجی اضطراری در شب، بسیار مفید است.

۹- بیرون آوردن وسیله نقلیه از خروجی اضطراری شنی مشکل است. پیش بینی یک راه جانبی به عرض  $3$  متر در کنار خروجی اضطراری، می تواند کمک مؤثری در تعمیر و بیرون آوردن وسیله نقلیه گرفتار در شن باشد. این راه طوری طراحی می شود، که راننده وسیله نقلیه بی ترمز، آن را با خروجی اضطراری، اشتباه نکند.

۱۰- پایه های محکم شده در زمین، برای استفاده جرثقیل، به منظور خارج کردن وسیله نقلیه گرفتار، از شن، ضروری است. اولین پایه، از فاصله  $30$  متر قبل از شروع قسمت شنی و پایه های بعدی به فاصله  $30$  متر از هم، باید نصب و آماده استفاده باشد.

برای محاسبه طول خروجی اضطراری، می توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$L = \frac{V^2}{254(R + G)}$$

که در آن

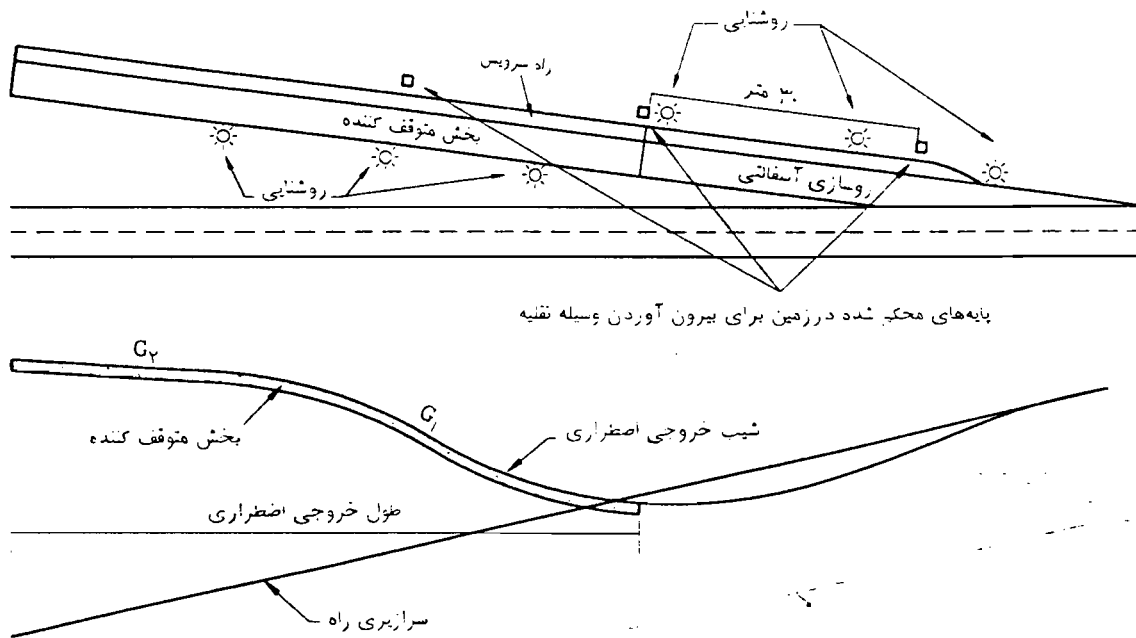
$L =$  طول قسمت متوقف کننده

$V =$  سرعت وسیله نقلیه بر حسب کیلومتر در ساعت

$G =$  قدر مطلق شیب بخش متوقف کننده خروجی اضطراری بر

نحوی که موجب فروریختن بار و صدمه به راننده نگردد، ضروری است. یکی از روش‌ها، پیش‌بینی یک شیب تند ۲.۳ در انتهای خروجی و به ارتفاع ۰/۶ تا ۱/۵ متر از مصالح شنی و روش دیگر استفاده از یک ردیف بشکه‌های له شدنی پراز ماسه نرم می‌باشد.

پلان و نیمرخ طولی یک خروجی اضطراری، در شکل ۳۶-۵ نشان داده شده است. در انتهای خروجی اضطراری، بعلت سرعت بیش از حد و یا به هر دلیلی دیگر که وسیله‌نقلیه در طول خروجی اضطراری متوقف نگردد، پیش‌بینی لازم برای توقف کامل وسیله‌نقلیه به



شکل ۳۶-۵ نمونه پلان و نیمرخ طولی یک خروجی اضطراری



## فصل ششم - نیمرخ های عرضی

### ۶-۱ کلیات

روسازی سواره رو باید طوری باشد که شکل سطح راه، ابعاد آن در اثر استفاده تغییر نکند، تخلیه آب های سطحی به سهولت صورت گیرد و بالاخره زبری سطح راه در حد مطلوب حفظ شود.

نیمرخ های عرضی، بسته به طبقه بندی و درجه راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا پیچ) متفاوت است. طبقه بندی راه در تعیین عرض شانه و شیب شیروانی نیمرخ عرضی مؤثر است ولی درجه بندی راه در تعیین عرض شانه، تعداد و عرض خط های عبور، شیب عرضی کف راه، ضرورت وجود میانه تأثیر دارد و بالاخره پیچ در تعیین میزان تعریض خط عبور و بریلندی اثر می گذارد. نیمرخ عرضی، نشان دهنده ابعاد، شیب عرضی سواره رو، شانه ها و میانه راه (در صورت وجود میانه)، شیب عرضی شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت آبروهای جانبی و میانه (در صورت وجود میانه) است. اجزاء نیمرخ عرضی در شکل های ۶-۱، ۶-۲ و ۶-۳ نمایش داده شده است.

۶-۲-۱ عرض سواره رو  
عرض سواره رو در ایمنی و آسایش استفاده کنندگان از راه اثر دارد. سواره رو، برحسب مورد، دارای یک یا چند خط عبور بوده و عرض هر خط عبور بسته به درجه راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا پیچ) متفاوت است. برای قسمت های مستقیم، عرض های زیر را باید در نظر گرفت.

الف - عرض هر خط عبور در آزادراه، بزرگراه و راه اصلی درجه یک، ۳/۶۵ متر

ب - عرض هر خط عبور در راه اصلی درجه دو، ۳/۵۰ متر

پ - عرض هر خط عبور در راه فرعی درجه یک، ۳/۲۵ متر (سواره رو دو خطه ۶/۵۰ متری)

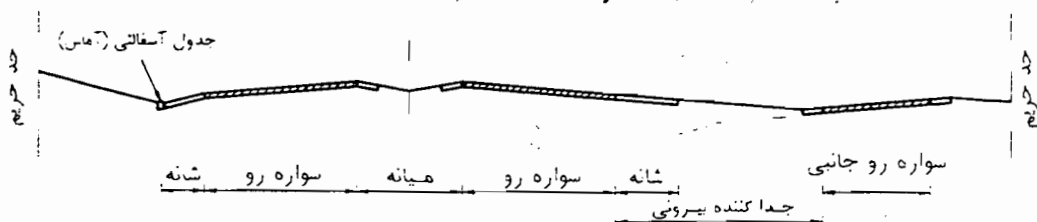
ت - عرض هر خط عبور در راه فرعی درجه دو، ۲/۷۵ متر (سواره رو دو خطه ۵/۵۰ متری)

ث - عرض خط ویژه وسایل نقلیه سنگین (کندرو) در سربالایی، برای آزادراه و بزرگراه، ۳/۶۵ متر و برای راه اصلی، ۳/۲۵ متر

ج - عرض خط کمکی و خط ویژه گردش به چپ، ۳/۲۵ تا ۳/۶۵ متر و در شرایط بسیار دشوار، ۳/۰۰ متر

### ۶-۲ سواره رو

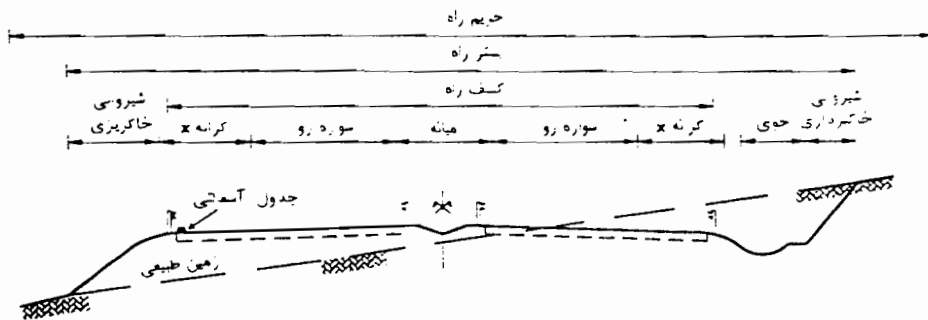
سواره رو، قسمتی از سطح نهایی روسازی راه (شنی، آسفالتی یا بتنی) است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیه بکار می رود. این قسمت از کف راه، از شانه، که معمولاً به توقف یا عبور اضطراری خودروها اختصاص دارد، متمایز است. در راه هایی که سواره رو آسفالتی یا بتنی دارد، شانه، اعم از آنکه رویه دار یا بدون رویه باشد، به صورت نوازی در کنار سواره رو قرار دارد و از آن متمایز است، ولی در رویه های شنی، سراسر کف راه (شانه و سواره رو) یکپارچه است و نوار واحدی را تشکیل می دهد.



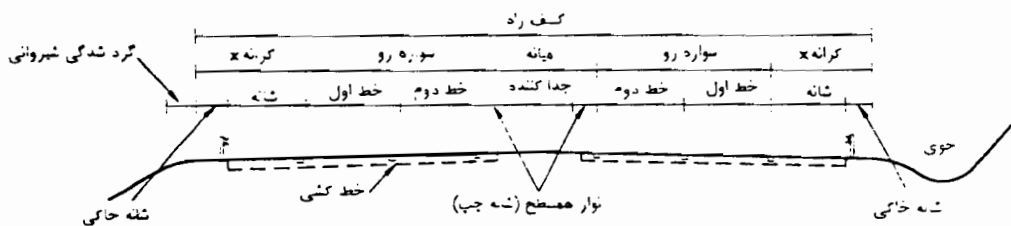
شکل ۶-۱ اجزاء نیمرخ عرضی یک آزادراه با راه جانبی در یک طرف

۱- راه چهار خطه مجزا

الف - مجموعه حریم



ب- جزئیات مربوط به کف راه در وضع پیوسته

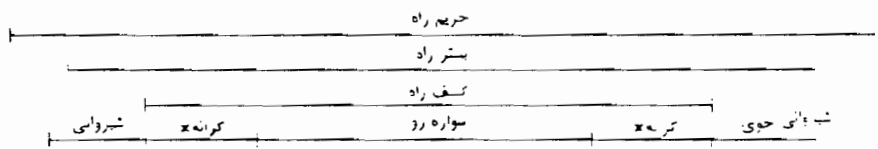


ج - کف راه در وضع پلکانی

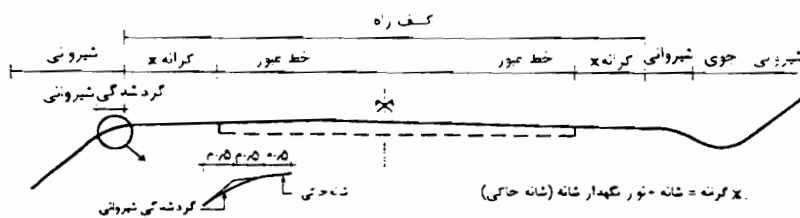


۲- راه دو خطه دو طرفه

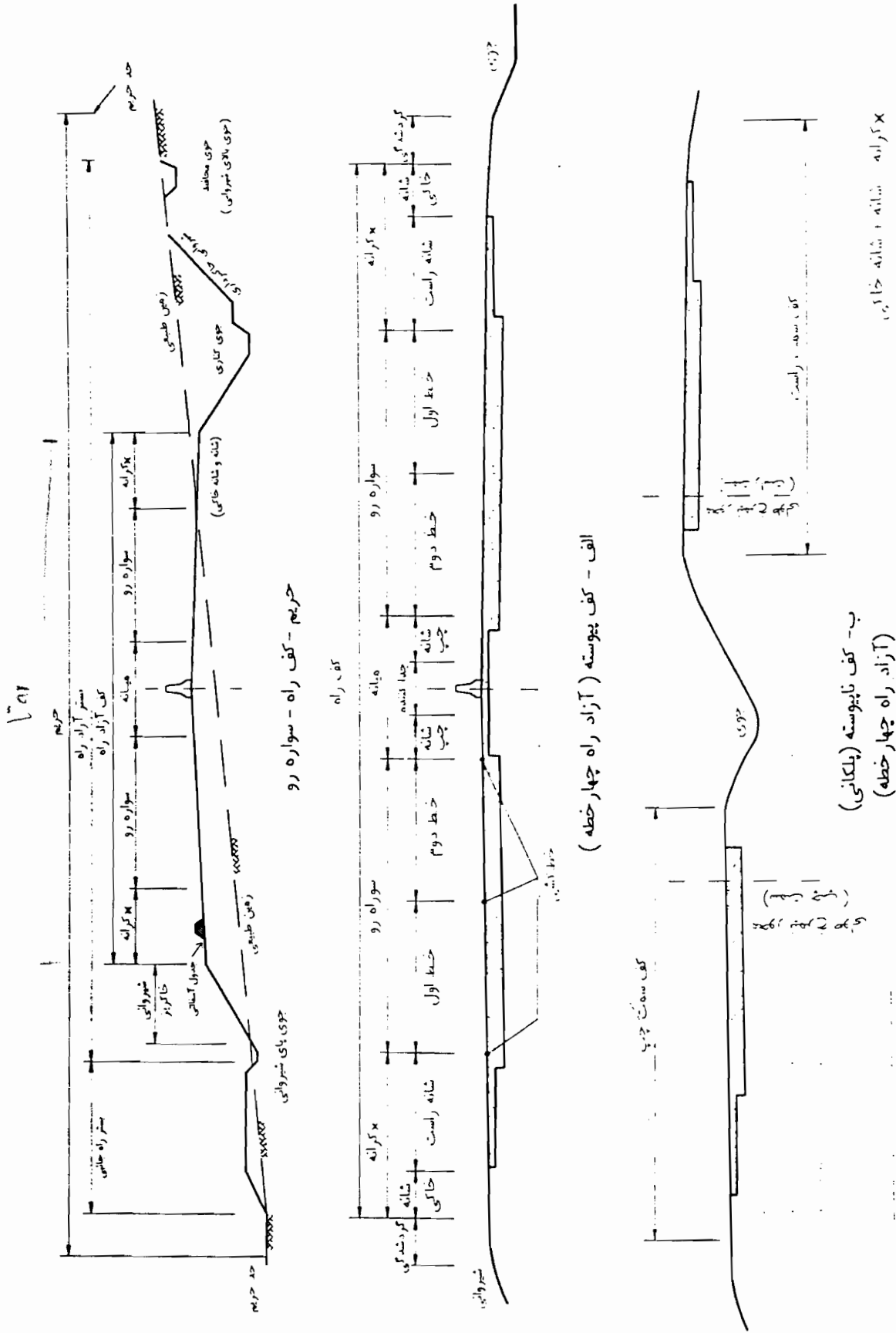
الف - مجموعه حریم



ب- جزئیات مربوط به کف راه دو خطه دو طرفه



شکل ۶-۲ اجزاء نیمرخ عرضی راه چهار خطه مجزا و راه دو خطه دو طرفه



شکل ۳-۶ اجزاء نیمرخ عرضی آزادراه

یادداشت ۱

نواحی معتدل ساحلی که نزول باران‌های شدید و سیل‌آسا، حالت غالب دارد، بهتر است از حد بالایی شیب عرضی، ولی برای منطقه‌های خشک با بادهای شدید، در جهت عرض راه، از حد پایینی شیب عرضی استفاده کرد.

برای مناطق سردسیر با برف و یخبندان مکرر و برای سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت نیز بهتر است از شیب عرضی پایین‌تر استفاده شود.

در قسمت‌های مستقیم راه‌های چندخطه غیرمجزا، می‌توان برای خط عبور طرف بالاتر نیمرخ عرضی از شیب عرضی پایین‌تر استفاده کرد و در خط یا خط‌های عبور طرف پایین‌تر، شیب عرضی را افزایش داد.

در راه‌های مجزا، برحسب مورد و با توجه به امکان، می‌توان سواره‌رو هر طرف عبور را در یک جهت یا دو جهت، شیب عرضی داد و آب سطح سواره‌رو را در میانه، ضرفین راه یا هر دو تخلیه کرد. گزینه‌های مختلف در شکل ۶-۴ نشان داده شده است. استفاده از شیب دو جهته، برای سواره‌رو هر طرف، در نقاط پریرف و یخ برتری دارد و در نقاط پرباران نیز سبب تخلیه سریع آب می‌شود. در این روش، اختلاف ارتفاع در عرض سواره‌رو به حداقل می‌رسد ولی تخلیه آب در میانه راه مستلزم هزینه‌های اضافی است. این هزینه‌ها برای حالتی نیز که تمامی خط‌های سواره‌رو به طرف میانه سرازیر باشد وجود دارد. عیب خاص حالت اخیر این است که خط سمت چپ که برای سبقت و سرعت‌های بالاتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، به صورت محل گذر و تخلیه آب تمامی خط‌های عبور در می‌آید و برای مناطق پرباران نامطلوب و خطرناک است.

### مقدارهای ذکرشده، در پل‌های بزرگ نیز باید رعایت

شود. کاهش این عرض در موردهای استثنایی مستلزم کسب مجوز مربوط است. برای سواره‌رو تونل، به فصل پنجم و برای عرض خط عبور گردش تقاطع به فصل هفتم و برای رابط تبدیل به فصل هشتم مراجعه شود.

یادداشت ۲

عرض‌های ذکرشده، شامل پهنای نوار خف‌کنشی است ولی شامل اضافه عرض پیچ‌ها نیست. اضافه عرض پیچ‌ها، به عرض‌های تعیین شده برای خط عبور افزوده می‌شود.

یادداشت ۳

هرگونه تغییر در عرض سواره‌رو تدریجی است و با نصب علائم مشخص می‌شود.

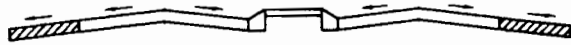
### ۶-۲-۲ شیب عرضی سواره‌رو

میزان شیب عرضی در قسمت‌های مستقیم (و پیچ‌های با شعاع بزرگ که احتیاج به بریلندی نداشته باشد) به درجه‌بندی راه، نوع رویه، تعداد خط‌های عبور، وضع جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد.

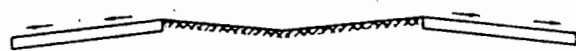
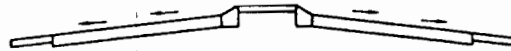
شیب عرضی سواره‌رو، در قسمت‌های مستقیم و پیچ‌های با شعاع بزرگ که احتیاج به بریلندی نداشته باشد، برای رویه‌های آسفالتی و بتنی جدید و روکش روسازی قدیم، ۱/۵ تا ۲/۵ درصد و برای رویه‌های شنی ۳ تا ۵ درصد است.

شیب عرضی سواره‌رو در قسمت‌های مستقیم تونل‌ها، یک تا ۱/۵ درصد است.

در راه‌های دوخطه دو طرفه، شیب عرضی یادشده، از محور راه به طرفین آن اعمال می‌شود. شیب‌های عرضی تندتر از ۲٪ از نظر تخلیه آب بارش، مطلوب‌تر است. برای مناطقی مانند



الف - شیب عرضی دوطرفه برای سواره روی هر جهت عبور



ب - شیب عرضی یک طرفه برای سواره روی هر جهت عبور

شکل ۴-۶ گزینه های مختلف شیب عرضی سواره رو

۱- ایجاد نوعی فرصت و راه نجات و کاهش شدت سوانح، برای

خودرویی که به هر دلیل از سواره رو منحرف شده است.

۲- ایجاد احساس پهن بودن توار عبور، آسایش و آسودگی ناشی

از آزادی عمل در رانندگی

۳- افزایش فاصله دید در پیچ های داخل برش ها و در نتیجه

افزایش ایمنی

۴- افزایش ظرفیت

۵- فراهم آوردن محل، برای انباشتن برف حاصل از برف رویی

سواره روی برش های مناطق برف گیر

۶- فراهم کردن فاصله آزاد جانبی علایم از لبه سواره رو

۷- هدایت آب بارش جاری شده از سواره رو

۸- فراهم کردن محل «پیاده رو» و «دو چرخه رو»

### ۶-۲-۳ شانه

شانه، بخشی از کف راه است که در ضرفین سواره رو قرار

می گیرد و برای توقف اضطراری خودروها بکار می رود. لایه

شانه، نوعی نگهدار، برای لایه های آستر و رویه راه است. در

رویه های شنی، شانه و سواره رو به صورت سطح واحد و

یکپارچه است ولی در راه هایی که سواره رو آسفالتی یا بتنی دارد،

شانه (اعم از رویه دار یا بدون رویه)، به صورت نواری کاملاً

متمایز از سواره رو می باشد. در حقیقت، شانه رویه های شنی (که

مربوط به راه های فرعی و کم ترافیک است)، تا اندازه ای، باریکی

سواره رو را جبران می کند و قسمتی از پهنای آن، گاه و بیگاه،

برای عبور وسایل نقلیه نیز، مورد استفاده قرار می گیرد.

علاوه براین، شانه راه داری مزایای زیر است.

یا سواره‌رو) تبدیل شود. این گونه تغییر و تبدیل‌ها کاملاً تدریجی و همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی اعمال می‌شود. عرض شانه طرفین راه برای انواع مختلف راه در جدول ۱-۶ منعکس شده است: شانه چپ فقط در راه‌های مجزا بکار می‌رود.

۴-۲-۶ شیب عرضی شانه

شیب عرضی شانه‌های رویه‌دز (آسفالتی یا بتنی)، در قسمت‌های مستقیم و پیچ‌های باز، ۴ تا ۵ درصد و شانه‌های شنی، ۵ تا ۶ درصد تعیین می‌شود. در محل‌هایی که سواره‌رو، دارای شیب عرضی یکسره یا بر بلندی باشد شیب عرضی شانه را باید مقداری و در جهتی تعیین کرد که اختلاف جبری شیب شانه و سواره‌رو از ۸ درصد بیشتر نشود.

شیب عرضی شانه، در تونل‌ها، برابر شیب عرضی سواره‌رو خواهد بود.

علاوه بر شانه، منظور کردن نوار نگهدار شانه (شانه خاکی) از شسته‌شدن لبه خارجی شانه جلوگیری و محل مناسبی را برای نصب علائم فراهم می‌کند (شکل‌های ۲-۶ و ۳-۶). عرض این نگهدار خاکی، ۵۰ سانتیمتر است که با ۵۰ سانتی‌متر از شیروانی مجاور، پیوند قوسی (گردشدگی) دارد.

رویه‌دار کردن تمام یا بخشی از عرض شانه با استفاده از مصالح و ترکیبی که با سواره‌رو متفاوت و کاملاً از آن متمایز باشد، کاری مطلوب و مفید است. ایجاد شانه سبز (چمنی) در محل‌های مناسب نیز راه حل مفید دیگری است.

شانه باید همکف سواره‌رو یا حداکثر ۱/۵ سانتیمتر از آن پایین‌تر باشد و در محل این‌به نیز همانند سایر قسمت‌های راه، ادامه یابد. این‌به فنی بزرگ و طویل (پل‌ها و تونل‌ها)، از این قاعده مستثنی است. در چنین مورد‌هایی، به علت‌های اقتصادی، پهنای شانه می‌تواند کاهش یابد یا شانه به پیاده‌رو (غیر همکف

جدول ۱-۶ عرض شانه طرفین راه‌ها

عرض شانه (متر)		تعداد خط عبور	درجه راه
چپ	راست		
۱/۵	۳/۰۰	۴	آزادراه و بزرگراه
۲/۰۰	۳/۰۰	۶ یا بیشتر	آزادراه و بزرگراه
۱/۲۰*	۲/۴۰*	۱ یا بیشتر	رابط و گردراه
۱/۵۰	۲/۴۰	۴	راه اصلی جداشده
۲/۰۰	۲/۴۰	۶	راه اصلی جداشده
۲/۴۰ تا ۱/۸۵	۲/۴۰ تا ۱/۸۵	۲	راه اصلی
۰/۶۰**	۰/۶۰**	۲	راه فرعی با ترافیک ADT کمتر از ۴۰۰
۲/۴۰ تا ۱/۰۰	۲/۴۰ تا ۱/۰۰	۲	بیشتر از ۴۰۰

\* در شرایط خاص می‌تواند به نصف کاهش یابد.

\*\* برای پل‌ها ۱/۲ متر است.

یادداشت - در مورد شانه تونل به فصل پنجم مراجعه شود.

## ۶-۲-۵ جدول

استفاده از جدول، به طور کلی در راه‌ها مطرح نیست. با این حال اگر راه، ناگذیر از مجاورت مرکزهای جمعیت یا مناطق شهری یا نیمه شهری بگذرد، می‌توان در موردهای ضروری از جدول استفاده کرد.

هیچ نوع جدول، اعم از قابل عبور یا مانع عبور، نباید در لبه سواره‌رو آزادراه‌ها نصب شود ولی استفاده از آن در لبه بیرونی شانه منعی ندارد.

در سایر راه‌ها و در مجاورت مراکز جمعیت و مناطق شهری می‌توان جدول را در فاصله ۳۰ و ترجیحاً ۶۰ سانتی متری لبه سواره‌رو بکاربرد. این جدول‌ها بهتر است از نوع قابل عبور باشد. جدول لبه خارجی شانه می‌تواند با جوی کناری، یکپارچه باشد. برای اطلاعات بیشتر به فصل پنجم مراجعه شود.

## ۶-۲-۶ رویه‌سازی شانه

رویه‌سازی شانه موجب می‌شود که رانندگان، با اطمینان خاطر بیشتری، از شانه برای توقف و حتی عبور اضطراری استفاده کنند. به علاوه، رویه‌سازی شانه موجب افزایش عمر شانه و روسازی سواره‌رو می‌شود.

رویه مورد استفاده در شانه، طبعاً زیرباری به سنگینی سواره‌رو نیست و به لحاظ مشخصات و از جمله ضخامت، دارای اندازه‌های پایین‌تری است. شکل ظاهری سطح رویه شانه بهتر است با سطح سواره‌رو، کاملاً متفاوت و از آن به خوبی متمایز باشد، اگر رویه سواره‌رو، از بتن آسفالتی است، کاربرد آسفالت سطحی که طبق اصول فنی اجرا شده و قیر سطح مصالح رویه را تپوشانده باشد، راه حل خوبی است.

## ۶-۲-۷ پیاده‌رو و دوچرخه‌رو

استفاده از شانه، برای پیاده‌رو و دوچرخه‌رو، در حالت کلی خالی از اشکال نیست، چه این کار شانه را از ایفای نقش اصلی خود باز می‌دارد. برای ترافیک کم پیاده، دوچرخه و راه‌های کم اهمیت، ایجاد مسیر جدا برای پیاده و دوچرخه ضرورت ندارد. در غیر این صورت معابر ایمن، پیش بینی می‌شود. در مورد پیاده‌رو و گذرگاه عابر پیاده، به فصل چهارم مراجعه شود.

## ۶-۳-۳ آماس و نهر جانبی

## ۶-۳-۱-۳ آماس (جدول آسفالتی)

برای جلوگیری از شسته شدن شیروانی خاکریزی، علاوه بر نگهدار خاکی شانه، ایجاد جدول آسفالتی در کنار شانه آسفالتی، مفید است تا به این ترتیب، آبی که از کف راه به لبه شانه می‌رسد، بر شیروانی نغلتد، بلکه در امتداد جدول آسفالتی به حرکت درآید و پس از رسیدن به نقاط مناسب، در جویی تخلیه شود.

کاربرد این جدول می‌تواند در جای خود قابل توصیه باشد ولی در نقاط مرطوب و پرباران که هم سبزشدن طبیعی موجب تحکیم شیروانی‌ها می‌شود و هم جلوگیری از تخلیه هرچه سریع‌تر آب باران‌های سیل آسا از سطح راه، سبب تجمع آب در کف راه و کمک به ایجاد پدیده خطرناک چرخیدن چرخ بر سطح آب می‌شود، یا در نقاط خشک و بسیار کم باران استفاده از جدول آسفالتی (آماس) ضرورتی ندارد.

آماس، برآمدگی‌هایی با مقطع دوزنقه از آسفالت است که در لبه خارجی شانه رویه دار، ایجاد می‌شود. ارتفاع آماس‌ها، بر حسب میزان آب و فاصله محل‌های تخلیه متفاوت است. انواع سه گانه آن دارای ارتفاع‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی متر است.

برای اطلاعات بیشتر به فصل چهارم مراجعه شود.

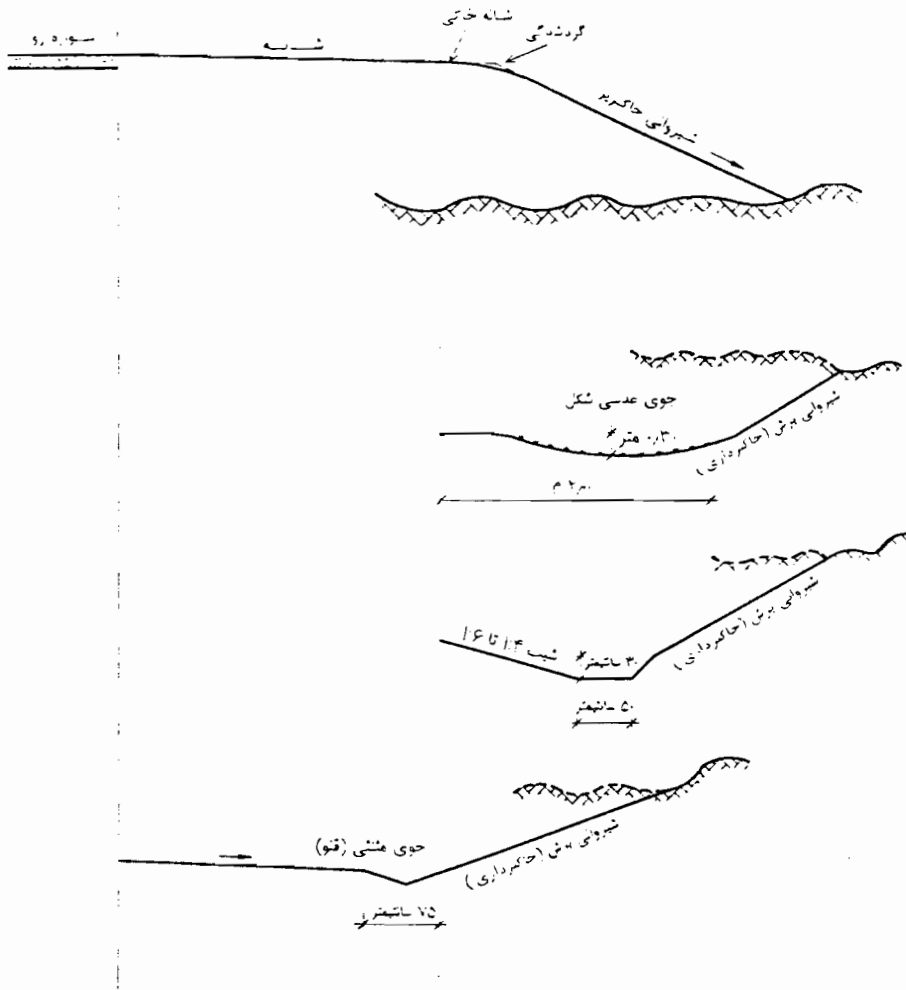
۶-۳-۲ نهر جانبی (جوی کناری)

آب حاصل از بارش (ریزش باران و آب شدن برف و یخ) بر سواره رو و شانه، در امتداد خط بزرگترین شیب کف راه جریان می یابد و پس از رسیدن به لبه خارجی این کف، لازم است تخلیه و از راه دور شود.

اگر آب باران در محل دور شدن از کف راه، به شیروانی خاکریزی برسد، ساده ترین شیوه تخلیه، غلتیدن آب بر شیروانی خاکریزی (شیروانی روسازی و خاکریزی) است تا به پای آن برسد و به جریانی که در سرازیری حریم به بیرون راه هدایت می شود، پیوندد. این شیوه، فرسایش شانه و شیروانی و بویژه

خط جدایی آن دو را تشدید می کند. برای پرهیز از آثار زیانمند آن، از شانه خاکی یا جدول آسفالتی (آماس) می توان استفاده کرد. به هر حال برای جلوگیری مؤثرتر از شسته شدن و فرسایش شیروانی بهتر است از پوشش گیاهی یا پوشش ساخته شده با مصالح استفاده شود.

چنانچه راه در خاکبرداری قرار گرفته باشد، آب از لبه به جوی کناری هدایت می شود و در طول راه جریان می یابد تا به محل مناسبی مانند «آبرو» برسد و از آنجا تخلیه شود. این جوی، بسته به شرایط می تواند از نوع پوشش دار، خاکی، قنوه ای مثلثی شکل و معبر سرپوشیده با مقطع چهارگوش باشد (شکل ۵-۶).



شکل ۵-۶ نمونه های مختلف نهر جانبی



۴-۶ شیروانی

۱-۴-۶ کلیات

توجه به افزایش هزینه کمی که دارد از نظر ایمنی راه، ارزنده باشد و اعمال شود. (به یادداشت زیر جدول ۶-۲ مراجعه شود).

۱- در خاکریزی

شیبی که به شیروانی خاکریزی داده می شود، به عوامل زیر بستگی دارد.

الف - خواص خاک‌هایی که مصرف می شود (تراکم پذیری، مقاومت به فرسایش).

ب - ارتفاع خاکریزی

پ - شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و پلکانی کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی).

ت - حریم راه

ث - هزینه خاکریزی

۲- در خاکبرداری

شیبی که برای شیروانی خاکبرداری در نظر گرفته می شود، به عوامل زیر بستگی دارد.

الف - خواص خاک محل خاکبرداری

ب - ارتفاع خاکبرداری

پ - شیب زمین طبیعی

ت - حریم راه

ث - هزینه خاکبرداری

در لبه خارجی شانه (یا شانه خاکی) نیمرخ عرضی با شیب، به زمین طبیعی می پیوندد (شکل ۶-۶).

چنانچه راه در خاکبرداری (برش) باشد، پس از جوی کناری،

«شیروانی خاکبرداری» آغاز می شود که در نقطه انتهایی خود،

دیگر بار به زمین طبیعی می رسد.

هرچه شیروانی ملایم تر (کم شیب تر) باشد و آرام تر با زمین

طبیعی پیوند بخورد، راه برای راننده و سرنشین، دلپذیرتر و

ایمن تر است شیب شیروانی با توجه به هزینه آن می تواند

تغییر کند. به طور کلی بهتر است که در رسیدن شیب های عرضی

مختلف به یکدیگر، تیزگوشگی ها به گردگوشگی تبدیل شود و

شیب های تندتر از ۱:۲ (یک قائم و دو افقی) در آزادراه و بزرگراه

و تندتر از ۲:۳ در راه های دیگر به کار نرود.

خلاصه این که شیب شیروانی های طرفین کف راه، از طریق

مطالعات ژئوتکنیک خاص مربوط به جنس خاک ها (زمین ها)،

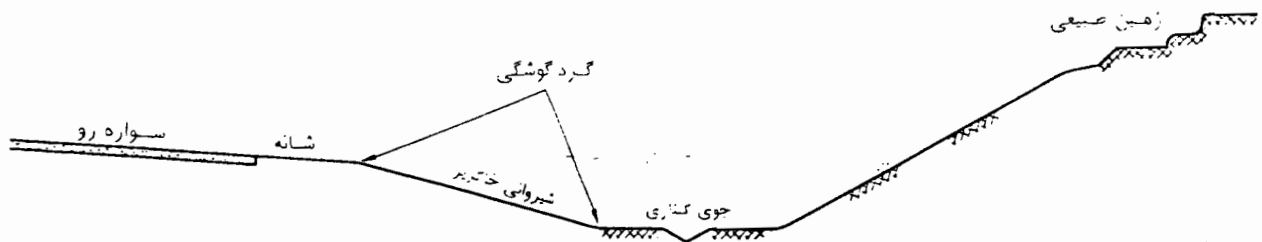
وضع استقرار طبیعی خاک ها در محل (احیاناً با به حساب آوردن

سربار ناشی از وسایل نقلیه عبوری)، زیبایی، ایمنی، فرسایش و

مطالعات اقتصادی و ایمنی راه تعیین می شود. بنابراین گرچه

شیب شیروانی تا ۱:۲ قابل قبول است ولی در خاکبرداری ها یا

خاکریزی های کم ارتفاع، استفاده از شیب تا ۱:۱۰ می تواند با



شکل ۶-۶ شیروانی در خاکریزی

۳- حالت خاص خاکبرداری

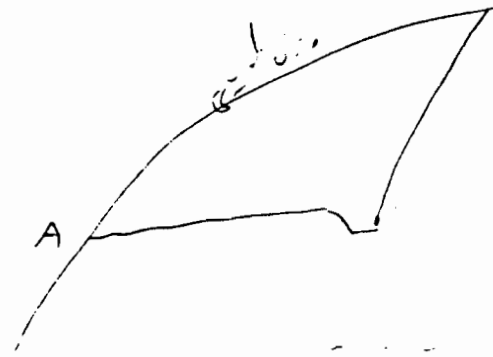
تعیین شیب شیروانی قرار می گیرد عبارت است از ارتفاع (فاصله قائم) جسم راه نسبت به زمین طبیعی، که در روی قائم گذرنده بریکی از دو لبه (سمت چپ یا راست) کف راه، که به شیروانی مورد نظر نزدیکتر است، اندازه گیری می شود.

برای شیروانی های خاکریزی دو راه حل را می توان در نظر گرفت و از نظر اقتصادی مقایسه کرد. طرح، همواره راه حل ارزان تری را که در عین حال پاسخگویی ضوابط هندسی، ژئوتکنیکی و ایمنی باشد، انتخاب و پیشنهاد می کند.

- ۱- شیب های تند و جان پناه در صورت ضرورت
  - ۲- شیب های کم و حذف جان پناه و ایمنی بیشتر راه (در صورت خارج شدن وسیله نقلیه از مسیر)
- انتخاب بهترین راه حل، از مقایسه اقتصادی، هزینه نصب جان پناه در راه حل اول، با هزینه افزایش حجم خاکریزی، در راه حل دوم انجام می پذیرد.

شیب شیروانی خاکبرداری و خاکریزی با توجه به ارتفاع آنها و بسته به شیب عرضی بستر طبیعی، در جدول ۶-۲ منعکس شده است.

در حالتی که حاشیه سمت پایین (پایین دست) کف راه، در مرز تقاطع نیمرخ عرضی راه با زمین طبیعی قرار گیرد، شیب زمین طبیعی که کف راه را در مقابل سرباز (وسایل نقلیه سنگین، برف و غیره ...) نگه می دارد تعیین و چنانچه شیب طبیعی بیش از آن باشد اصلاح می شود. شکل زیر، به روشن تر شدن موضوع کمک می کند. در این نمونه، لبه سمت چپ «کف راه» یعنی نقطه A، روی زمین طبیعی قرار گرفته است.



۶-۴-۱-۲ اندازه شیب شیروانی

مقدار شیب شیروانی ها بر حسب نسبت ارتفاع (H) به طول افقی نظیر (L) در مقیاس یکسان، سنجیده می شود. ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری که بر حسب تعریف، ملاک

جدول ۶-۲ اندازه شیب شیروانی بر حسب ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری و میزان سراسیمی عرضی زمین

اندازه شیب شیروانی (قائم به افق، H:L) در زمین			ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری (متر)
سراسیم	کمی سراسیم	مسطح یا تپه ماهور	
۱:۴*	۱:۴*	۱:۶*	۰ تا ۱۵
۱:۲	۱:۳	۱:۴	۱۵ تا ۳۰۰
۴:۷***	۲:۵	۱:۳	۳۰۰ تا ۴۵۰
۲:۳***	۱:۲	۱:۲	۴۵۰ تا ۶۰۰
۲:۳***	۲:۳***	۱:۲	بیش از ۶۰۰

\* در محل هایی که شیروانی، در فاصله کمتر از پنج متر از حاشیه شانه به زمین طبیعی برسد، بهتر است فاصله پنج متری ثابت از حاشیه شانه منظور و حاشیه شیروانی به آن نقطه با شیب یکنواخت متصل شود.

\*\* در زمین های رسی ولایی که در معرض فرسایش قرار دارد و در آزادراه ها و بزرگراه ها، بهتر است از کاربرد شیب های تندتر از ۱:۲ اجتناب شود.

یادداشت

طرز قرارگرفتن آنها بستگی دارد. در محدوده ارتفاعی ۶ تا ۱۰ متر گاهی ایجاد شیروانی شکسته و انتخاب شیب متناسب با جنس هر لایه، ضرورت پیدا می‌کند.

با افزایش ارتفاع برش و تجاوز آن از ۱۰ متر، بهتر است شیروانی به شکل پلکانی درآید. در حالت کلی عرض پله‌ها، ارتفاع بین پله‌ها و شیب شیروانی حد فاصل پله‌ها، بستگی به مشخصات لایه‌های زمین دارد و می‌تواند مقدار یکنواختی نباشد. هر جا که ممکن است بهتر است به منظور آرایشی توجه و شیب یکنواختی اختیار کرد.

برای پرهیز از انباشتگی فوق‌العاده مصالح ریزشی در مجاورت جوی کناری، بهتر است ارتفاع پله اول،  $H_1$  را کمتر در نظر گرفت.

شیب طولی و عرضی پله‌ها، باید طوری باشد که تخلیه متناسب آب بارش را امکان‌پذیر نماید. عرض پله‌ها، به ویژه پله اول، بهتر است به میزانی باشد که ریزش‌ها را بتوان به وسیله ماشین‌های راه‌سازی تخلیه نمود. به این منظور عرض ۴ تا ۶ متر توصیه می‌شود. در صورت لزوم باید، آب بارش بالای شیروانی را از طریق جوی محافظ بالای شیروانی تخلیه کرد.

اگر میانه راه‌های مجزا، بسیار عریض و راه‌های رفت و برگشت، کاملاً دور از هم باشد، هریک از این دو، به لحاظ شیروانی طرف چپ (سمت میانه)، همانند شیروانی طرف راست خواهد بود و شیب شیروانی طرف میانه هم براساس ضوابطی که در بالا ذکر شد، تعیین خواهد گردید.

#### ۴-۴-۶ فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم

حداقل فاصله آزاد پای شیروانی خاکریزی یا کله شیروانی خاکبرداری طرفین راه، از لبه حریم ۳ متر و در صورت امکان ۵ متر است. در برش‌های عمیق، مقادیر این حداقل، بشرح زیر تعیین می‌شود:

الف - برای عمق‌های ۱۰ تا ۱۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۶ متر  
ب - برای عمق‌های ۱۵ تا ۲۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۷/۵ متر  
پ - برای عمق‌های بیش از ۲۵ متر،  $\frac{1}{4}$  عمق و حداکثر ۱۵ متر  
بنابراین حریم راه‌ها در بعضی از قسمت‌ها با حریم اعلام شده می‌تواند متفاوت باشد. مطالعه‌کننده باید محل‌هایی که راه به دلیل فوق به حریم بیشتری نیاز دارد معین و به کارفرما پیشنهاد کند.

#### ۴-۴-۶ پلکانی کردن شیروانی خاکبرداری

وقتی ارتفاع خاکبرداری (برش)، کمتر از ۶ و حتی ۱۰ متر باشد، معمولاً شیروانی برش، به صورت یکسره و یکنواخت بین جوی کناری و زمین طبیعی قرار می‌گیرد. در موردهای لزوم، بعد از جوی کناری، پله‌ای منظور می‌شود تا مصالح حاصل از ریزش، روی آن انباشته و در فواصل معین تخلیه شود و از پرشدن جوی کناری و ایجاد مانع در برابر جریان یافتن و تخلیه آب جلوگیری شود. شیب شیروانی به جنس زمین، نوع لایه‌ها و

## ۴-۴-۶ گردکردن لبه شیروانی

گردکردن لبه شیروانی و به طور کلی تبدیل هر نوع تیزگوشگی نیمرخ عرضی و نقاط شروع و پایان برش‌ها به گردگوشگی، به زیبایی راه و طبیعی نشان دادن مسیر کمک می‌کند.

## ۵-۶ میانه

## ۵-۶-۱ کلیات

حد فاصله لبه‌های داخلی سواره‌رو جهت رفت و برگشت یک راه جداشده، میانه نامیده می‌شود.

از میانه‌های عرضی برای توسعه راه و افزایش خط‌های عبور و یا اختصاص به سیستم حمل و نقل جمعی، می‌توان استفاده نمود، پایه وسطی پل‌های روگذر، می‌تواند در میانه قرار گیرد. از فضای میانه در شرایط خاصی می‌توان برای انباشتن برف حاصل از برف‌روبی نیز استفاده کرد.

میانه‌های پهن و دارای شیب ملایم، برای خودروهایی که به هر دلیل از خط عبور خارج می‌شود، فرصت و محل مناسبی، جهت مهارکردن، فراهم می‌کند و به این ترتیب، عامل افزایش ایمنی است.

سطح میانه، در حالت کلی پایین‌تر و گاهی بالاتر از کف راه و یا همکف با راه است. در آزادراه‌ها، میانه معمولاً پیوسته است ولی میانه بزرگراه‌ها و هر راه مجزا غیر از آزادراه، در محل تقاطع‌ها و محل‌های دورزدن، بریدگی دارد.

میانه، به لحاظ جداسازی جریان‌های عبور مخالف، باید با توجه به مطالب زیر در صورت امکان عرضی تر باشد.

حداقل عرض میانه بهتر است به میزانی باشد که با توجه به توسعه‌های مورد نیاز آینده دور، بتواند وظیفه اصلی یعنی جداکردن جریان عبور دو طرف را عملی کند.

تصرف حریم بزرگتر در زمین‌های بیابانی و بایره، مستلزم

هزینه‌ای نیست. در مورد زمین‌های دایره، مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی موجب کاهش عرضی حریم می‌شود. وجود حریم باریک، طبعاً در نظر گرفتن میانه عرضی را مشکل می‌کند ولی در صورت امکان بهتر است حریم با توجه به آینده دور تعیین شود.

پاره‌ای از هزینه‌های احداث راه و نگهداری آن، پهنای میانه، نسبت مستقیم دارد. هزینه احداث آب‌روها، پل‌های روگذر و تقاطع‌ها، از موردهایی است که میانه پهن موجب افزایش آن می‌شود.

سبزکردن میانه با بوته‌ها و درختان پاکوتاه، سبب آرایش منظر و دلپذیر شدن آن برای استفاده کنندگان از راه می‌شود. جلوگیری از برخورد نور چراغ اتومبیل‌های روبرو، به وسیله رستنی‌های پاکوتاه یا با استفاده از توری فلزی. تیغه پلی‌اتیلن و سایر مانع‌ها به عمل می‌آید. درختان با تنه مقاوم، در میانه‌های کم عرض و معمولی (و به طور کلی تا فاصله ۹ متر از لبه هر سواره‌رو) ایجاد خطر می‌کنند و نباید غرس شوند. در صورت وجود چنین درختانی باید آنها را قطع یا به طریق مقتضی محافظت کرد.

## ۴-۵-۶ عرض میانه

حداقل عرض میانه در توسعه نهایی راه، ۳/۶ متر است. این مقدار، شامل دو نوار ۱/۵ متری رویه‌دار در طرفین و یک نوار ۶۰ سانتی‌متری در وسط (برای نصب جان‌پناه) است. چنانچه فرض شود که راه، در آینده، نیاز به تعریض یک خطه عبور در هر طرف خواهد داشت، عرض میانه راه، حداقل ۱۱ متر منظور می‌شود. به همین ترتیب برای پیش‌بینی توسعه دو خط عبور در آینده دور، عرض میانه حداقل ۱۸/۲۰ متر در نظر گرفته می‌شود. هدف‌های مورد انتظار از میانه، عملاً در عرض ۱۲ متر حاصل می‌شود، به عبارت دیگر، با میانه ۱۲ متر و بالاتر، راه

ت - در صورت نصب اضطراری موانعی همچون پایه پل و پایه انتقال برق یا روشنایی در میانه، باید آثار ناشی از آن به لحاظ ایمنی بررسی و چاره جویی های لازم (با نصب جان پناه و ضربه گیر) به عمل آید.

با توجه به آنچه در مورد عرض میانه ذکر شد، به تناسب کم و زیادی این عرض، شانه چپ، یکی از وضعیت ها و عرض های زیر را خواهد داشت.

الف - نوار رویه دار به عرض  $1/50$  متر برای میانه های تا ۴ متر عرض، که میانه کلاً رویه دار است.

ب - نوار رویه دار به عرض  $1/50$  متر و شانه خاکی به عرض ۵ سانتیمتر تا یک متر، برای میانه های از ۴ تا ۷ متر عرض، که میانه به طور لازم رویه دار نیست ولی همکف سواره رو است.

پ - نوار رویه دار به عرض  $1/5$  متر و شانه خاکی به عرض یک متر، برای میانه های به عرض بیش از ۷ متر

ت - نوار رویه دار به عرض ۲ متر و شانه خاکی به عرض یک متر، برای میانه های به عرض بیش از ۷ متر، در رادهایی که در هر طرف بیش از دو خط عبور دارد. در این حالت، شانه چپ، برای توقف اضطراری به کار خواهد رفت.

برای درک تصویری مضالباً به شکل های ارائه شده در انتهای این فصل مراجعه شود.

کاملاً مجزا است. بنابراین با فرض منظور کردن دو خط عبور در هر جهت، حداکثر عرض که با آن، در آینده دور هم دو مسیر رفت و برگشت کاملاً مجزا باشد  $26/6$  متر می باشد.

در میانه های ۲۰ متر به بالا، هریک از نیمه های راه، جداگانه مورد بررسی قرار می گیرد. در چنین حالتی به پیش بینی جان پناه در میانه نیازی نیست.

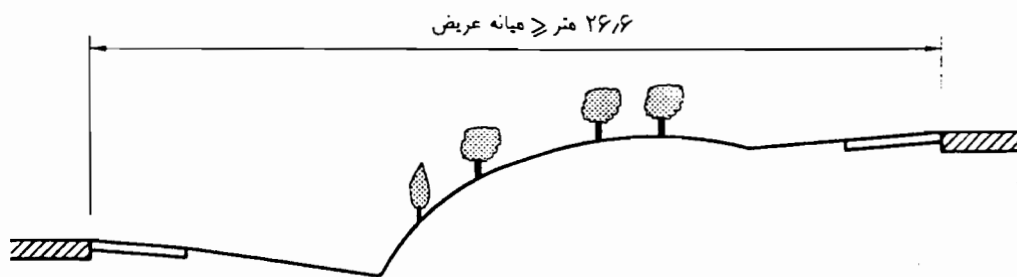
میانه های خیلی عریض بیش از  $26/6$  متر مربوط به مورد های خاصی است که وضعیت محیط و مجموعه شرایط دیگر آن را توجیه کند. (شکل ۶-۷)

در مورد میانه توجه به نکته های زیر ضروری است.

الف - میانه های به عرض تا ۷ متر، همکف سواره رو و تا  $3/60$  متر دارای رویه است.

ب - در میانه های به عرض ۱۲ متر به بالا، چنانچه شیب عرضی از  $1:6$  تجاوز نکند و محوطه آن عاری از مانع های خطرناک باشد، نصب جان پناه ضرورت ندارد.

پ - با وجود شباهت، جداکننده بیرونی را نمی توان نوعی میانه نامید. (به شکل ۶-۱ مراجعه شود) اگر عرض این جداکننده جانبی (فاصله بین لبه خارجی سواره رو مسیر اصلی تا لبه داخلی سواره رو راه جانبی) کمتر از ۹ متر باشد، نصب جان پناه ضروری است.



شکل ۶-۷ میانه بسیار عریض

۶-۵-۳ شیب عرضی میانه

شیب عرضی میانه در وضعیت‌های مختلف به ترتیب زیر تعیین می‌شود.

الف - میانه‌های رویه‌دار (به عرض تا ۴ متر)، به صورت همکف یا سواره‌رو و از محور به طرف خارج راه، شیب ۱/۵ تا ۲/۵ درصد خواهند داشت.

ب - میانه‌های به عرض ۴ تا ۲۰ متر، بسته به مورد، به طرف محور راه (محور میانه) شیب‌دار خواهد بود. شیب عرضی بخش رویه‌دار شانه چپ، ۱/۵ تا ۲/۵ درصد، شانه خاکی ۸ درصد و میانه بهتر است ۱:۱۵ تا ۱:۱۰ باشد.

پ - در مورد هایی که اختلاف سطح نیمه‌های رفت و برگشت راه، زیاد و یا عرض میانه بیش از ۲۰ متر باشد، شیب شانه و شیروانی داخلی هر یک از دو نیمه، به صورت مستقل از یکدیگر، براساس معیارهای مذکور در این آیین‌نامه، تعیین خواهد شد.

تخلیه آب‌هایی که به هر ترتیب، در میانه به جریان می‌افتد، باید مورد توجه قرار گیرد. این آب‌ها، مگر در شرایط خاص، در طول میانه جریان می‌یابد و در محل‌های مناسب، از طریق مجاری عرضی، به خارج راه هدایت می‌شود.

۶-۵-۴ جدول و جان‌پناه

الف - جدول

کاربرد جدول، در میانه نیز همانند آنچه ضمن بند ۶-۲-۵ برای شانه راه ذکر شد، عمومیت ندارد و مخصوص بخش‌هایی است که مسیر، در مجاورت مناطق شهری و مرکزهای جمعیت قرار می‌گیرد. ویژگی‌های ذکر شده در ردیف ۶-۲-۵، درباره جدول میانه نیز صادق است.

ب - جان‌پناه

برای میانه و کنار راه، یکی از انواع جان‌پناه‌های متداول (بتنی یا فلزی) را می‌توان بکاربرد. انتخاب یکی از این دو، به امکان ساخت در کشور، ارزیابی و بررسی اقتصادی بستگی دارد. در هر صورت، ضوابط مربوط به نصب و به ویژه ایمن ساختن دو انتهای جان‌پناه، باید مورد توجه قرار گیرد.

هر یک از دو نوع جان‌پناه (فلزی و بتنی) واجد مزایا و معایبی است. یکی از عیب‌های عمده جان‌پناه فلزی در مقایسه با جان‌پناه بتنی بجای ماندن تغییر شکل آن در اثر تصادف است که معمولاً مدتها یک منظره زشت و ناپسند را در کنار راه تا موقع رفع نقص به وجود می‌آورد. جان‌پناه بتنی به صورت نیمرخ‌های نف و ب قابل استفاده است.

در کاربرد جان‌پناه‌ها بهتر است به نکته‌های زیر توجه شود.

الف - طول جان‌پناه، حداقل ۶۰ متر باشد.

ب - لبه بالایی جان‌پناه در ۷۵ سانتیمتری بالای کف راه در زیر آن قرار گیرد (افزایش ارتفاع تا ۵ سانتیمتر مجاز است).

پ - فاصله سپرفلزی جان‌پناه فلزی از پایه‌های پشت آن، حدود ۲۰ سانتیمتر باشد.

ت - رعایت ایمنی، بالای جان‌پناه باید از زمین شروع و در انتهای دیگر به زمین برسد. در مورد جان‌پناه فلزی، شروع آن می‌تواند به شکل حلزونی (با انحنا به طرف خارج کف راه) نیز درآید.

ث - فاصله پایه‌های جان‌پناه فلزی از هم، ۲ تا ۴ متر است.

ج - جبهه جلوی سپر جان‌پناه فلزی که در معرض برخورد احتمالی وسایل نقلیه قرار دارد، باید جلوتر از جدول زیر آن قرار گیرد.

چ - حداقل فاصله بین لبه سواره‌رو و جان‌پناه، ۶۰ سانتیمتر است ولی بهتر است جان‌پناه در کنار لبه خارجی شانه چپ یا

راست قرارگیرد.

۶-۵-۶ مسیره‌های رفت و برگشت دور از هم یک راه هنگامی که عرض میانه، بیش از ۲۰ متر شود یا میانه در زمین‌های سراسیب یا پرعارضه قرارگیرد، هریک از راه‌های رفت و برگشت باید جداگانه مورد بررسی قرارگیرد.

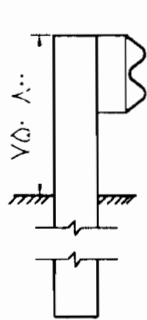
در کنار کوله و پایه پل و هر نوع دیواره، بهتر است از نیم‌رخ یک طرف قائم جان‌پناه بتنی استفاده شود. (شکل ۶-۸ ت)  
جان‌پناه بتنی، در قطعه‌های حداکثر ۶ متری و یکپارچه است و تمامی آن در برابر ضربه ناشی از انحراف خودرو، به صورت واحد ایستادگی می‌کند. در صورت استفاده از قطعه‌های پیش‌ساخته، بهتر است قبل از اجرا، قفل و بست آنها به یکدیگر به طریق مناسب قبل از اجرا پیش‌بینی شود.

شکل ۶-۹ نشان می‌دهد که چگونه در یک میانه عریض می‌توان از راه‌حل‌های مختلف استفاده کرد. برای میانه نشان داده شده در شکل ۶-۷، منظرآرایی کفایت می‌کند. این شیوه، در مورد راه‌های مجزایی نیز که از دو طرف یک دره یا یک تپه می‌گذرند، صادق است.

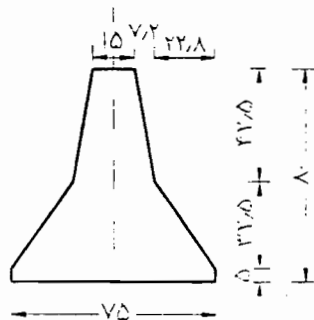
### ۶-۵-۵ میانه‌های رویه‌دار

انتخاب مسیره‌های دور از هم، برای آزادراه و بعضاً بزرگراه، امری است که در شرایط خاص، از نظر فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر است. در این حالت، میانه به طور لازم عرض ثابتی ندارد و می‌تواند در مقطع‌های مختلف، متغیر باشد.

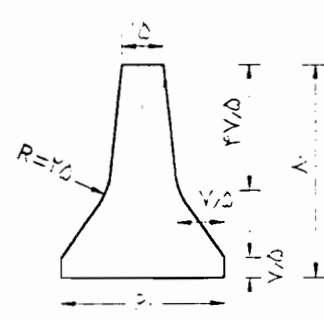
میانه‌های کم عرض بهتر است دارای رویه باشد. جنس و ضخامت این رویه، معمولاً مشابه شانه چپ است.



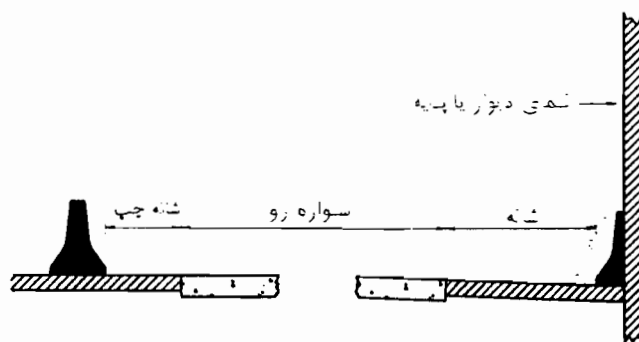
پ - جان‌پناه فلزی



ب - جان‌پناه بتنی - ۷۵ سانتیمتری



الف - جان‌پناه بتنی - ۶۰ سانتیمتری



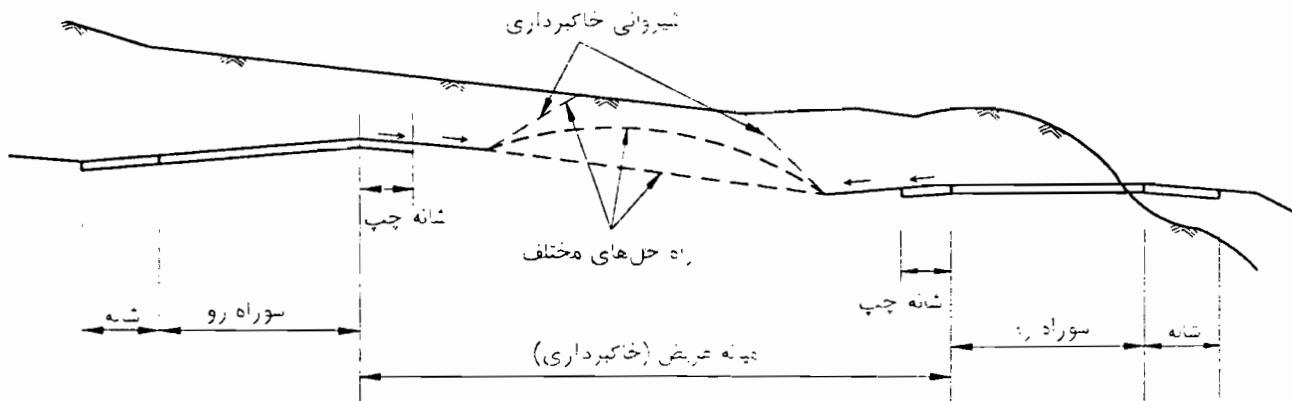
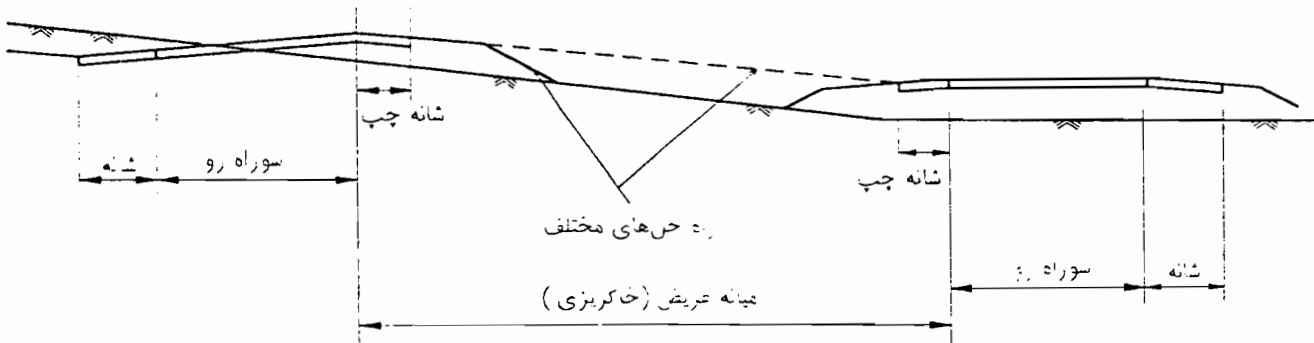
ت - کاربرد جان‌پناه بتنی در میانه و کنار دیوار یا پایه

شکل ۶-۸ انواع جان‌پناه

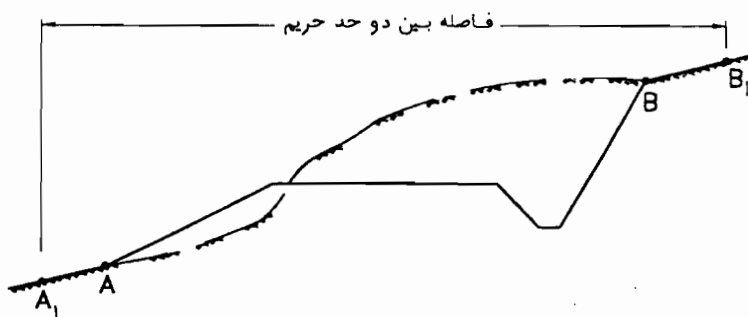
۶-۶ حریم راه

قبل از آغاز ساختمان هر راه، حریم مورد نیاز آن، براساس تصویب‌نامه قانونی، در جلسه‌ای به نام «کمیسیون حریم» تحت بررسی قرار می‌گیرد و حریم آن تعیین می‌شود. حریم راه، عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه، تا فاصله معینی از محور راه در هر طرف.

اگر A و B طبق شکل ۶-۱۰، دو حد ساختمانی و  $A_1$  و  $B_1$  دو حد حریم راه باشد، بنا به تعریف یادشده، حریم راه، عبارت است از نوارهای  $AA_1$  و  $BB_1$  نوار بین مرز A تا مرز B، به لحاظ زمین طبیعی، بستر راه و به لحاظ راهی که ساخته شده یا می‌شود، بدنه راه نام دارد.



شکل ۹-۶ راه‌های مختلف ایجاد میانۀ عریض



شکل ۱۰-۶ حریم راه



در تصویب‌نامه یادشده، پنج نوع حریم تعریف شده که چهارنوع آن بشرح زیر است.

## الف: حریم آزادراه

حریم آزادراه عبارت است از اراضی بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۳۸ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۷۶ متر شود.

## ب: حریم درجه یک

حریم درجه یک عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۲۲/۵ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۴۵ متر شود.

## پ: حریم درجه دو

حریم درجه دو عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۱۷/۵ متر از محور راه در هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۳۵ متر شود.

## ت: حریم درجه سه

حریم درجه سه عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۱۲/۵ متر از محور راه در هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۲۵ متر شود.

در مقطع‌های زمانی پس از صدور تصویب‌نامه، دو نوع حریم دیگر نیز تصویب و پیشنهادشده است که عبارت است از حریم ۱۲۰ متری برای چند آزادراه مشخص و حریم ۴۵ متری برای رابط تبادل‌ها.

اداره یا موسسه‌ای که مطالعه راه را برعهده دارد، نوع حریم مورد نیاز را پیشنهاد می‌کند. همچنین حریم مربوط به حالت‌های خاص، از قبیل راه‌های رفت و برگشت دوراز هم، مورد به مورد بررسی و بری آن، پیشنهاد مناسب ارائه می‌شود. در هر صورت، حریم پیشنهادی بهتر است فضای مورد نیاز به هنگام ساختن راه و نیز نگهداری و توسعه و بهسازی بعدی آن را تأمین کند.

یادداشت

از آنجایی که تصویب‌نامه‌های فعلی جوابگوی کامل و درستی برای تعیین کلیه راه‌ها براساس تعریف‌های جدید این آیین‌نامه نیست، بهتر است پیشنهاد جدید و کامل‌تری برای حریم راه‌های کشور براساس صبه‌بندی و درجه‌بندی جدید تهیه شود و پس از تصویب مراجع قانونی مورد استفاده قرارگیرد.

## ۶-۷ راه جانبی

جریانی که از یک طرف راه وارد می‌شود با جریانی که بعد از آن از همان طرف خارج می‌شود یک تقاطع هم جهت و پاترافیک بهم‌یافته ایجاد می‌کند. چنانچه جمع حجم ترافیک ورودی و خروجی، بیش از ظرفیت فاصله بین دماغه رابط ورودی و رابط خروجی باشد، در جریان عبوری یکسره (اصلی) راه اثر می‌گذارد. این اثر، بسته به شدت و میزان شلوغی جریان عبوری سری و جریانی‌های ورودی یا خروجی، کم و زیاد خواهد بود. برای از بین بردن این اثر، بهتر است ترافیک ورود و خروج، به مسیر راه جانبی یا خط عبور اضافه و خط‌های عبور کمکی کاهش و افزایش سرعت و لچکی‌های تغییر تدریجی عرض، هدایت شود. هر قدر راه مورد نظر با اهمیت‌تر و جریان ورودی، خروجی انبوه‌تر باشد، استفاده از راه جانبی یا خط عبور اضافی ضروری‌تر خواهد بود.

علاوه بر آزادراه و بزرگراه، برای راه‌های اصلی و حتی محورهای فرعی پرترافیک نیز، در صورت نیاز، می‌توان راه جانبی در نظر گرفت.

یا آنکه امتداد راه جانبی در بسیاری از موارد، به موازات مسیر اصلی است ولی این قاعده عمومیت ندارد و در صورت نیز می‌توان امتداد غیرموازی در نظر گرفت.

تعداد خط‌های عبور، یک طرفه یا دوطرفه بودن راه جانبی،

فاصله آزاد جانبی و حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز ارتباط‌های مزبور را در تمام عرض و طول پل تأمین کند حداقل فاصله و ارتفاع در نقاط بحرانی، مبنای تعیین دهانه‌ها و ارتفاع پل روگذر خواهد بود.

در هر یک از موردهای بالا، باید وضع نهایی قواره‌ی ارتباط زمینی به طور جداگانه، از واحد یا مسئول مربوط، پرسیده شود.

#### ۶-۸-۲ نیمرخ عرضی راه در محل زیرگذر

وقتی راه از زیر خط‌های انتقال یا ارتباط زمینی دیگر می‌گذرد، در محورهای مزبور، پلی روی راه ساخته خواهد شد. دهانه (یا دهانه‌ها) و بلندی پل، طوری در نظر گرفته می‌شود که فضای لازم برای ساختن راه و همچنین حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز تأمین و بالاخره، امکان بهسازی و توسعه بعدی فراهم شود. عرض سواره‌رو، شانه و شانه چپ و راه جانبی بهتر است در محل زیرگذر، حفظ شود ولی بخش جداکننده میانه، جوی کناری و جداکننده جانبی می‌تواند مشمول تغییرهایی شود. بدیهی است که این تغییرها، باید بر اساس مطالعات فنی و اقتصادی پیشنهاد و پس از تصویب مقام‌های مربوطه انجام شود.

حداقل فاصله لبه سواره‌رو (در راه تک سواره‌رو یا غیرمجزا) از پایه، دیوار پل و هرگونه مانع خطرناک، برابر است با پهنای شانه و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۶۰ سانتیمتر، به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه). حداقل فاصله لبه چپ سواره‌رو (در راه‌های مجزا) از پایه پل و هرگونه مانع خطرناک در میانه، برابر است با مجموع پهنای شانه چپ و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۳۰ سانتیمتر به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه).

تابع نیاز ترافیکی است. عرض سواره‌رو و شانه نیز از کم و کیف ترافیک پیروی می‌کند. سرعت حرکت و ساییل نقلیه در راه جانبی، معمولاً از سرعت حرکت مسیر اصلی کمتر است.

در بسیاری از حالت‌های متعارف، عرض سواره‌روی ۶/۵ تا ۷ متر و شانه‌های ۰/۸۵ تا یک متر، برای راه جانبی کفایت می‌کند. حد فاصل لبه داخلی سواره‌روی راه جانبی و لبه خارجی سواره‌روی مسیر اصلی، «جداکننده جانبی» نام دارد. با توجه به آنچه در بند ۶-۵-۲ ذکر شد، اگر عرض جداکننده جانبی ۹ متر (بایبیشتر) باشد، نصب جان‌پناه، در کنار مسیر اصلی به لحاظ فاصله ضرورت ندارد. در شکل‌های ۶-۱۱ و ۶-۱۲، دو نوع راه جانبی، که یکی به صورت یک طرفه و دیگری به صورت دو طرفه عمل می‌کند، نشان داده شده است.

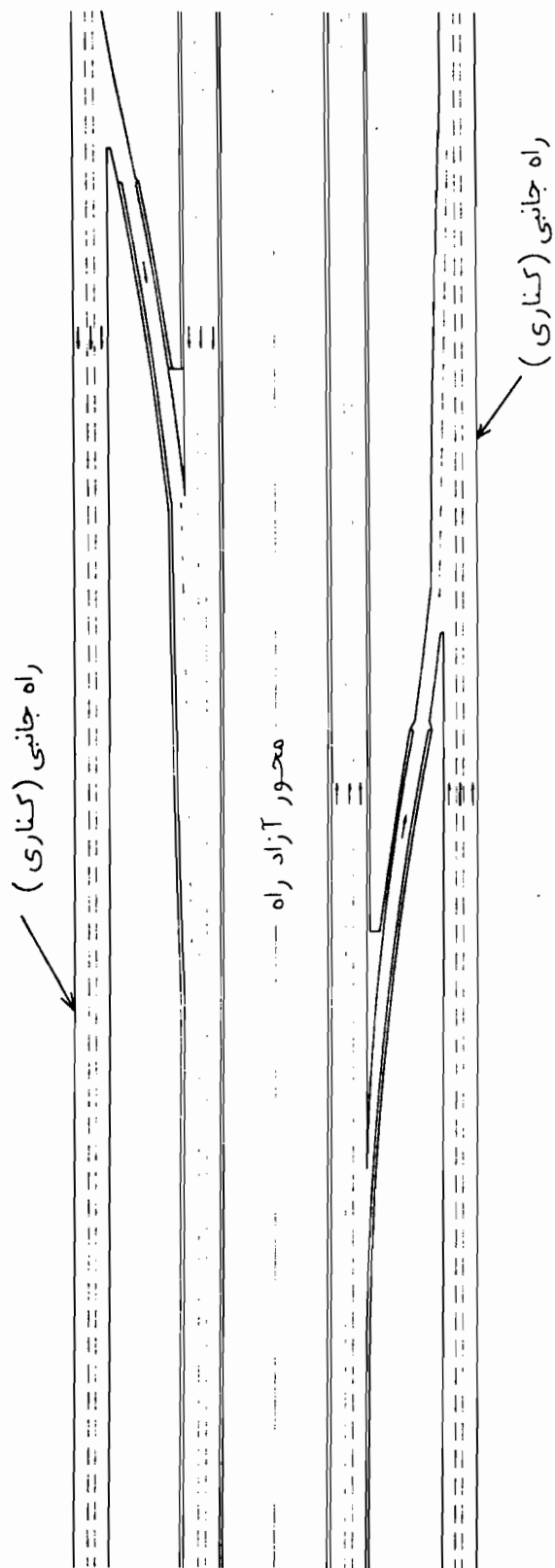
#### ۶-۸-۱ نیمرخ عرضی راه در محل ابنیه فنی

#### ۶-۸-۱-۱ نیمرخ عرضی راه در محل پل و روگذر

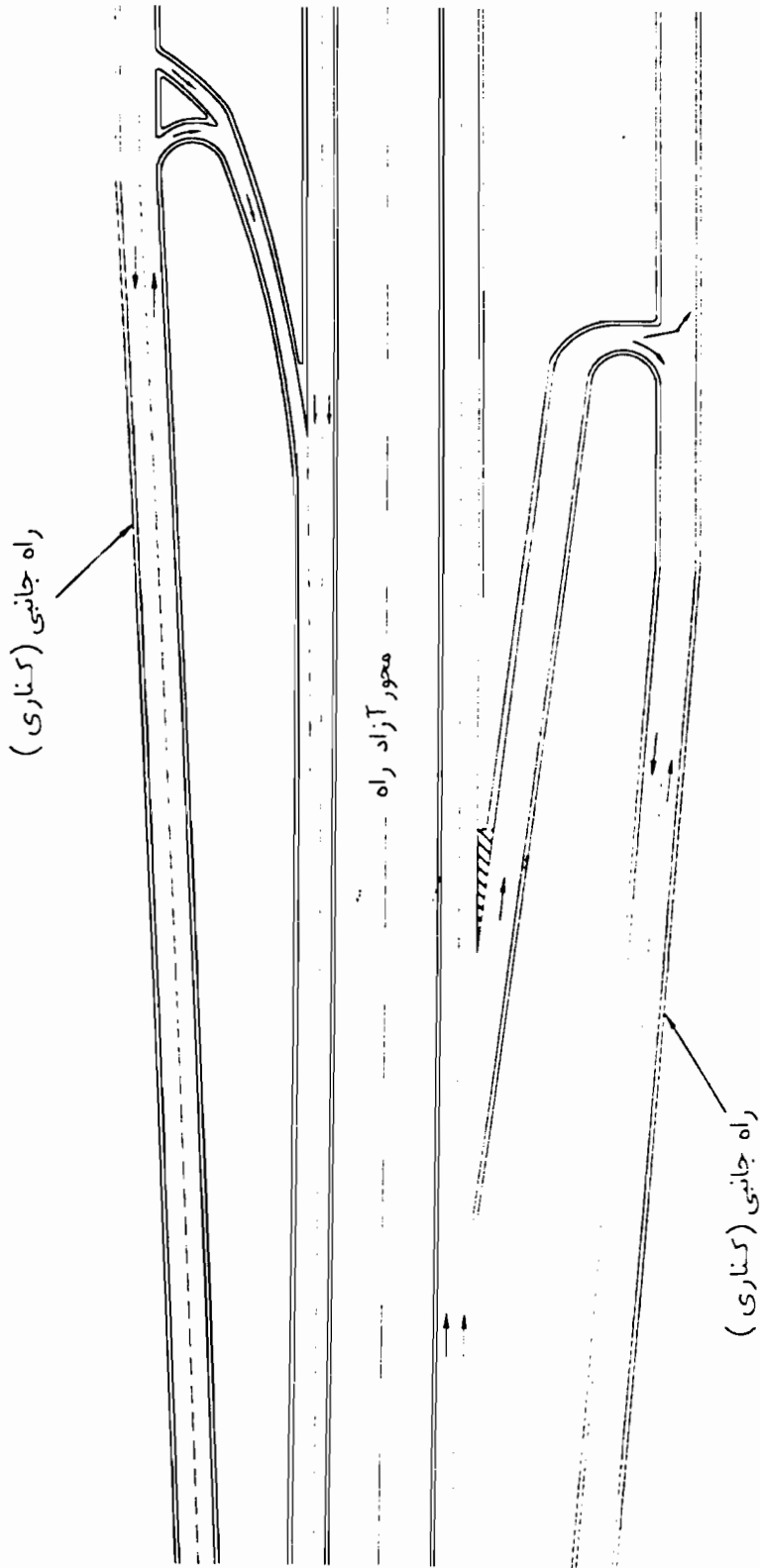
وقتی راه، مسیرهای کوچک و بزرگ جویان آب (رودخانه، آبرو، کانال) یا هرگونه ارتباط زمینی (راه‌آهن، راه) و بنا بریدگی‌های عمیق را قطع می‌کند، معمولاً پلی احداث می‌شود. عرض سواره‌رو در پل‌های بزرگ و طویل مانند بقیه راه‌است، مگر در موردهای بسیار استثنایی که کاهش عرض سواره‌رو مستلزم کسب مجوز مربوط است. کاهش پهنای شانه یا تبدیل آن به پیاده‌رو، بهتر است به طور تدریجی همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی باشد.

نوارهای طرفین میانه راه‌های مجزا، در روی پل‌ها نیز ادامه می‌یابد ولی در میانه‌های یا عرض بیش از ۳ متر، نوار جداکننده وسط، معمولاً در پل‌های بزرگ قطع می‌شود. در این حالت، پل‌های رفت و برگشت‌داری کف (تابلیه)‌های مجزای جدا از هم خواهد بود.

پل روگذر راه از روی ارتباط‌های زمینی، باید حداقل



شکل ۱۱-۶ راه جانبی سه خطه یک طرفه و رابط‌های ورودی و خروجی



شکل ۶-۱۲ راه چائِبی دوخطه دو طرفه و رابط‌های ورودی و خروجی

۶-۸-۳-۱ سواره‌رو

الف - تعداد خط‌های عبور

تعداد خط‌های عبور داخل تونل، همانند قسمت‌های معمولی راه است. چنانچه در توسعه آتی راه، افزایش خط‌های عبور منظور شده باشد، وضع نهایی خط‌ها را ملاک عمل قرارداده و تونل را طبق وضع نهایی ساخته یا احداث تونل دیگری را برای تأمین توسعه آینده، در نظر گرفته می‌شود.

ب - عرض خط‌های عبور

پهنای هر خط عبور تونل در مسیر آزادراه، بزرگراه، راه اصلی و راه فرعی بهتر است با توجه به آینده دور، ۳/۶۵ متر در نظر گرفته شود. در حالت‌های استثنایی، برای راه‌های اصلی و فرعی، می‌توان این عرض را حتی تا ۳ متر، کاهش داد، مشروط بر آنکه ترافیک آینده مسیر تونل کمتر از ۴۰۰۰ وسیله نقلیه در روز و درصد وسایط نقلیه سنگین، کمتر از ۱۰٪ باشد.

۶-۸-۳-۲ عرض شانه و شانه چپ

به دلیل‌های اقتصادی بهتر است عرض شانه راه در داخل تونل را کاهش داد و برحسب شرایط، یکی از مقدارهای مندرج در فصل پنجم را به کار برد.

شانه و شانه چپ در داخل تونل، از نوع رویه‌دار است. تبدیل عرض شانه‌های راه در بیرون تونل به شانه‌های کاهش یافته داخل تونل، بطور تدریجی و قبل از ابتدا و پس از انتهای تونل اعمال می‌شود.

۶-۸-۳-۳ شیب عرضی سواره‌رو و شانه

تخلیه آب بارش، در تونل مطرح نیست ولی برای تخلیه سریع آب‌هایی که به هر دلیل دیگر بر کف آن می‌ریزد، سواره‌رو و شانه باید دارای شیب عرضی و طولی باشد.

شیب عرضی سواره‌رو و شانه در داخل تونل، برای قسمت‌های مستقیم و پیچ‌های باز، ۱ تا ۱/۵ درصد است.

بهتر است در صورت امکان از ساختن پایه‌های غیر ضروری برای پل‌های روگذر خودداری شود و پایه‌های کناری پل نیز، در لبه خارجی حریم قرارگیرد.

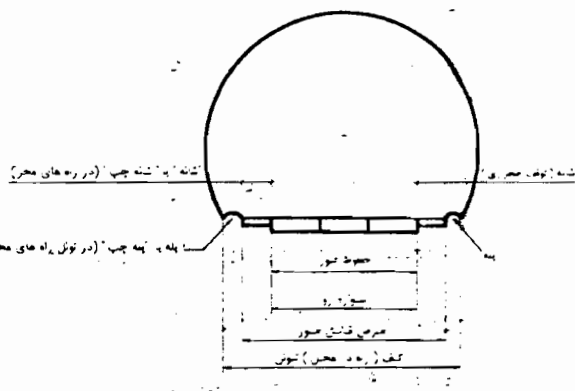
۶-۸-۳ نیم‌رخ عرضی (راه در محل) تونل

ابعاد نیم‌رخ عرضی تونل، تابع حجم و نوع ترافیک و تجویزهای تونل و وضع زمین‌شناسی مسیر تونل است. علاوه بر این، طول و محل قرارگرفتن تونل و تعداد تونل‌های پشت سر هم نیز از عامل‌های مؤثر است.

تونل، سازدای پرهزینه است و به همین علت در راه‌های کم اهمیت یا کم ترافیک (مثلاً فرعی درجه ۱ و ۲)، از پیش‌بینی تونل پرهیز می‌شود.

تونل‌های راه، معمولاً دو خطه یا سه خطه است. در راه‌های مجزا، معمولاً هر یک از جهت‌های رفت و برگشت، دارای تونل مستقل است.

در شکل ۶-۱۳، اجزاء نیم‌رخ عرضی تونل نشان داده شده است. با توجه به آنکه تعریض آبی تونل، به علت هزینه بسیار زیاد آن اقتصادی نیست، در تعیین نیم‌رخ عرضی و مقطع، بهتر است وضع نهایی را ملاک عمل قرارداد.



شکل ۶-۱۳ اجزاء نیم‌رخ عرضی تونل

در تونل‌های راه، به طور کلی راننده و سرنشینان خودروهای دچار نقص فنی و یا مأمورین نگهداری، از پیاده‌رو اضطراری استفاده می‌کنند. تخلیه آب و عبور کابل، معمولاً از طریق محل عبور زیر پیاده‌رو صورت می‌گیرد. در مورد عرض پله به فصل پنجم مراجعه شود.

برای محاسبه بریلندی (شیب عرضی یکسره) در پیچ تونل، می‌توان ضوابط مربوط به قسمت‌های معمولی (خارج تونل) را ملاک عمل قرارداد ولی برای تأمین دید بهتر، توصیه می‌شود که از اندازه‌های مندرج در جدول‌های ۳-۶ و ۴-۶ استفاده شود.

۴-۳-۸-۶ پله

۶-۹ نیمرخ‌های عرضی نمونه

در این بخش، نمونه‌هایی از نیمرخ عرضی انواع مختلف راه، ارائه شده که نقش توضیح و تشریح مطالب بخش ۱ تا ۸ را دارد.

پله‌های طرفین، مرز بخش قابل عبور تونل را مشخص می‌کند و اثر دیوار تونل بر توافیک خودروها را کاهش می‌دهد. پله، به صورت جدول، از کف بلندتروبرای استفاده اضطراری پیاده‌است.

جدول ۳-۶ حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل آزادراه و بزرگراه

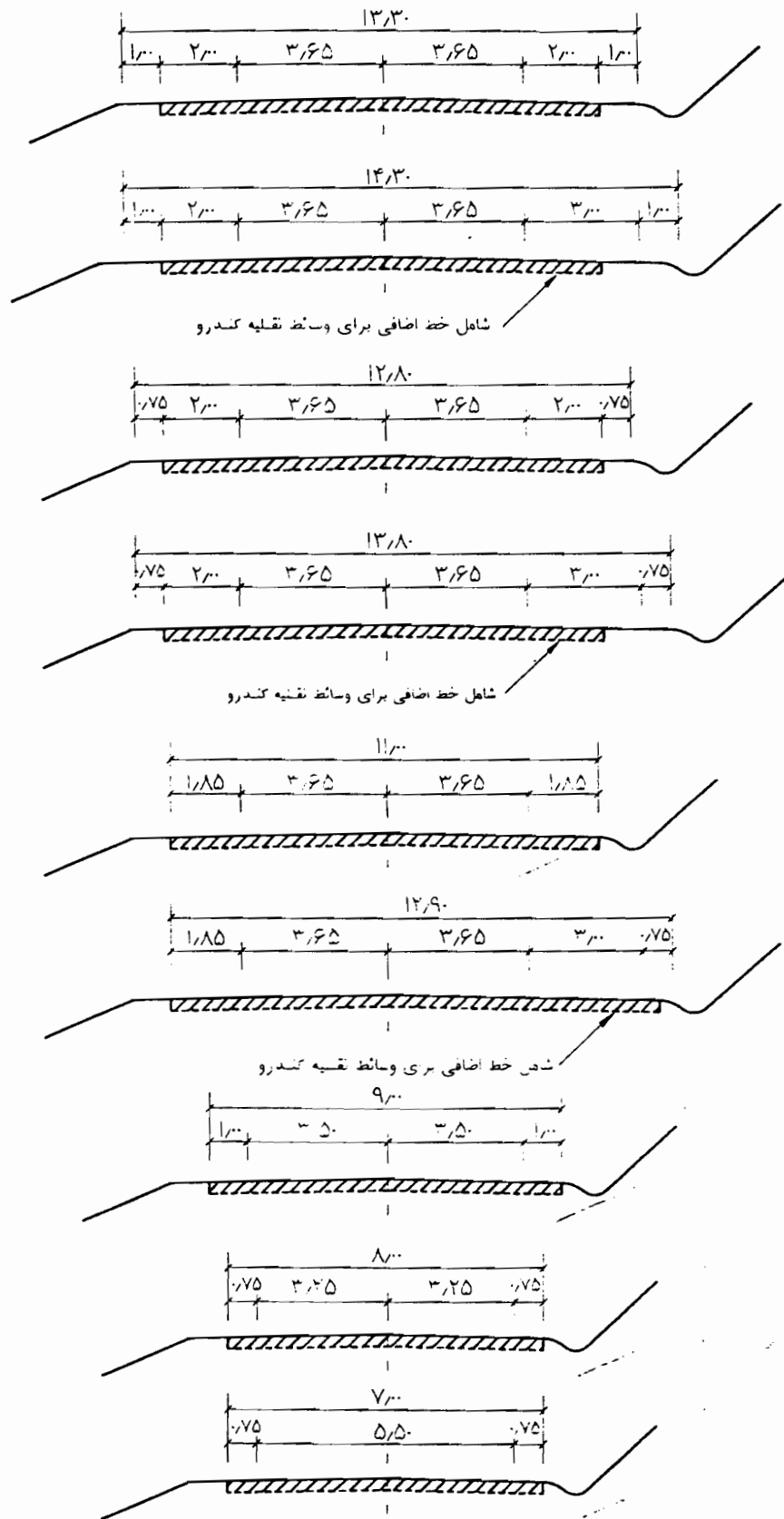
عنوان	* سرعت طرح		
حداقل شعاع نظیر بریلندی ۲٪ (متر)	۱۲۰	۱۰۰	۸۰
حداقل مطلق شعاع پیچ (متر)	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۳۰۰
بریلندی نظیر حداقل مطلق شعاع	۱۶۰۰	۸۰۰	۴۰۰
	۲/۵٪	۴٪	۵٪

\* سرعت طرح برحسب کیلومتر در ساعت است - سرعت طرح بیش از ۱۲۰ کیلومتر در ساعت در تونل، به کار نمی‌رود.

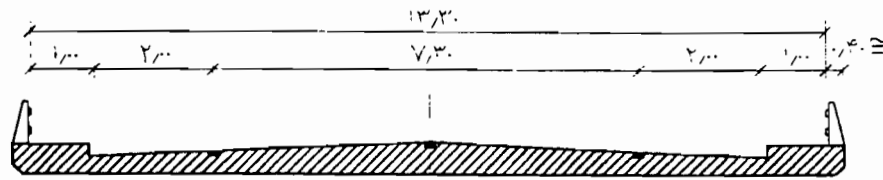
جدول ۴-۶ حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل راه اصلی و فرعی

عنوان	* سرعت طرح			
حداقل شعاع نظیر بریلندی ۲٪ (متر)	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰
حداقل مطلق شعاع پیچ (متر)	۲۰۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۵۰۰
بریلندی نظیر حداقل مطلق شعاع	۱۶۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۲۵۰
	۲/۵٪	۴٪	۵٪	۵٪

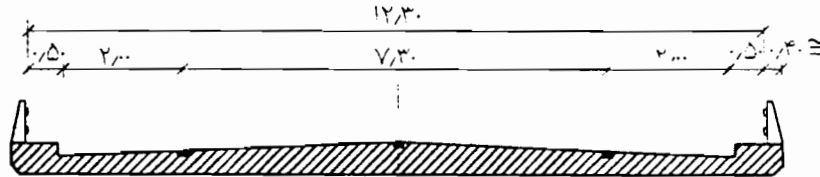
\* سرعت طرح برحسب کیلومتر در ساعت است.



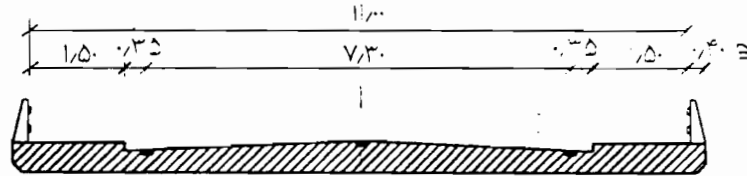
شکل ۶-۱۴ نمونه های نیمرخ عرضی راه های دوخطه



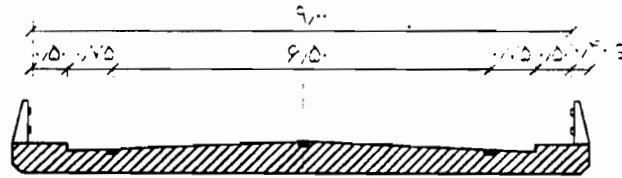
شامل پیاده رو



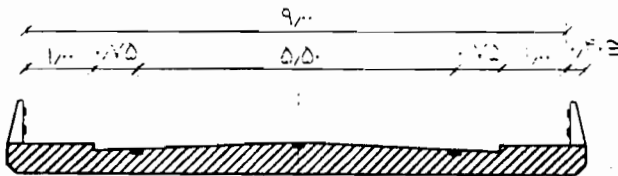
شامل جدول



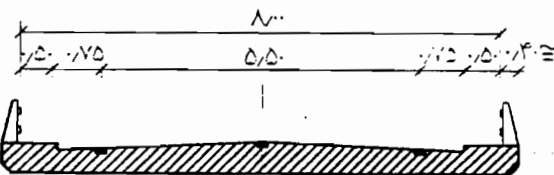
شامل پیاده رو



شامل جدول



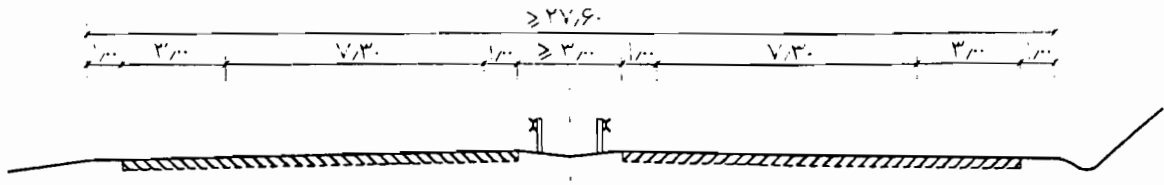
شامل پیاده رو



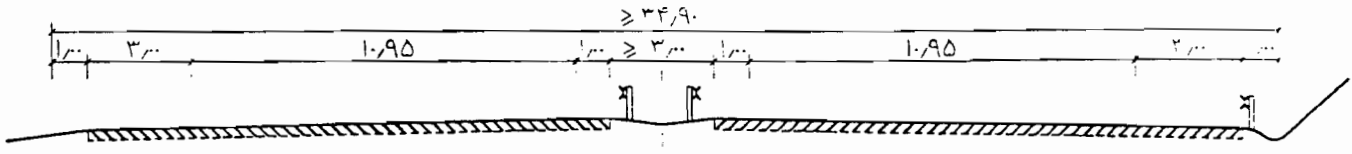
شامل جدول

شکل ۶-۱۵ نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه‌های دوخطه

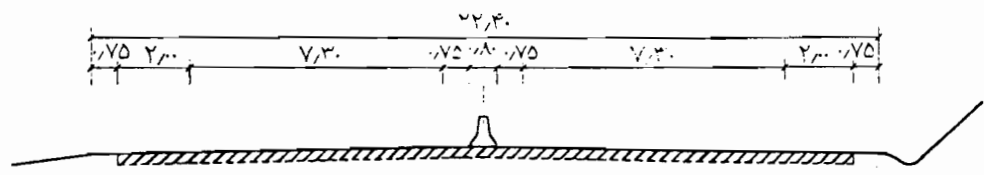




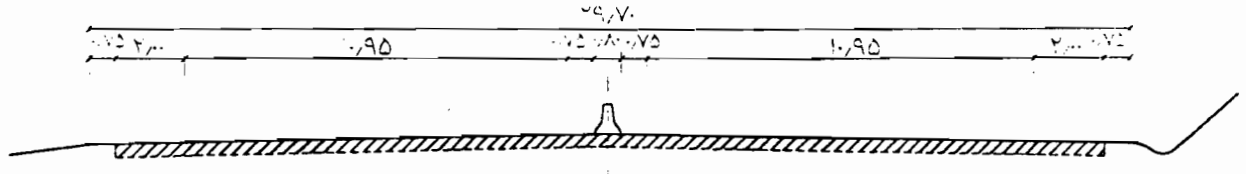
چهار خطه با جزیره وسط بدون روبه



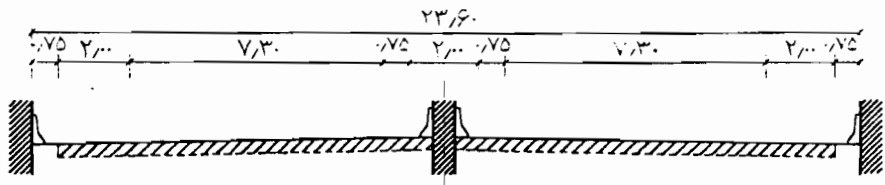
شش خطه با جزیره وسط بدون روبه



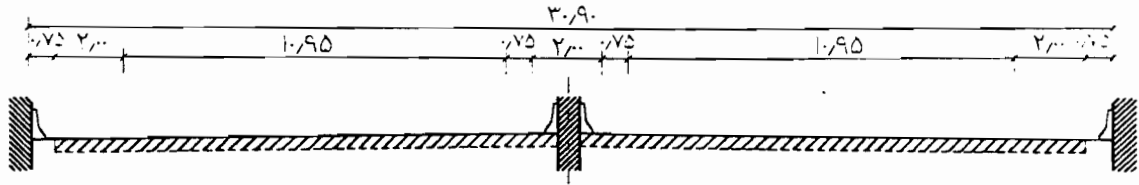
چهار خطه با جزیره وسط روبه دار و فاقد مانع میانی



شش خطه با جزیره وسط روبه دار و فاقد مانع میانی

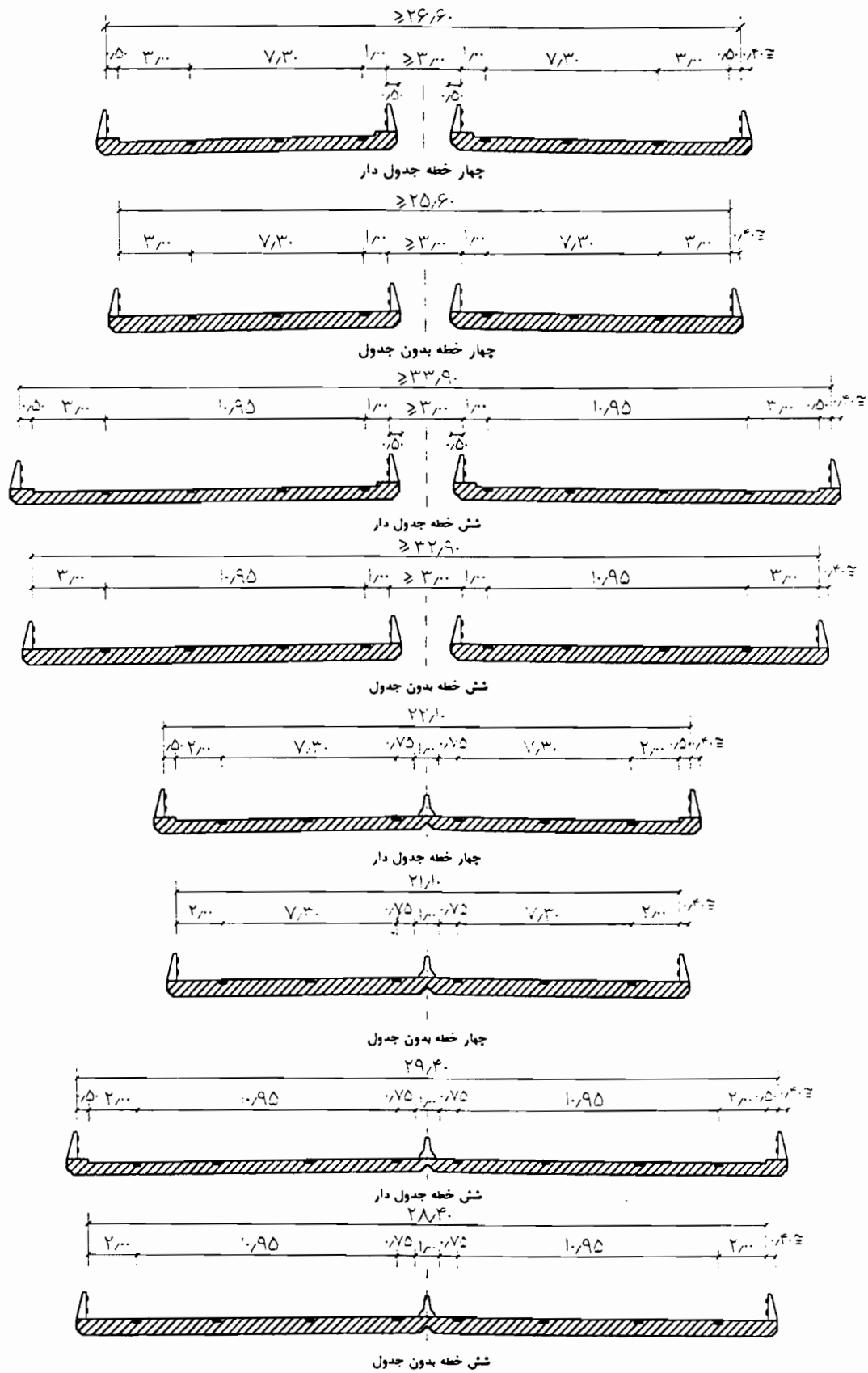


چهار خطه با جزیره وسط روبه دار و دارای مانع میانی

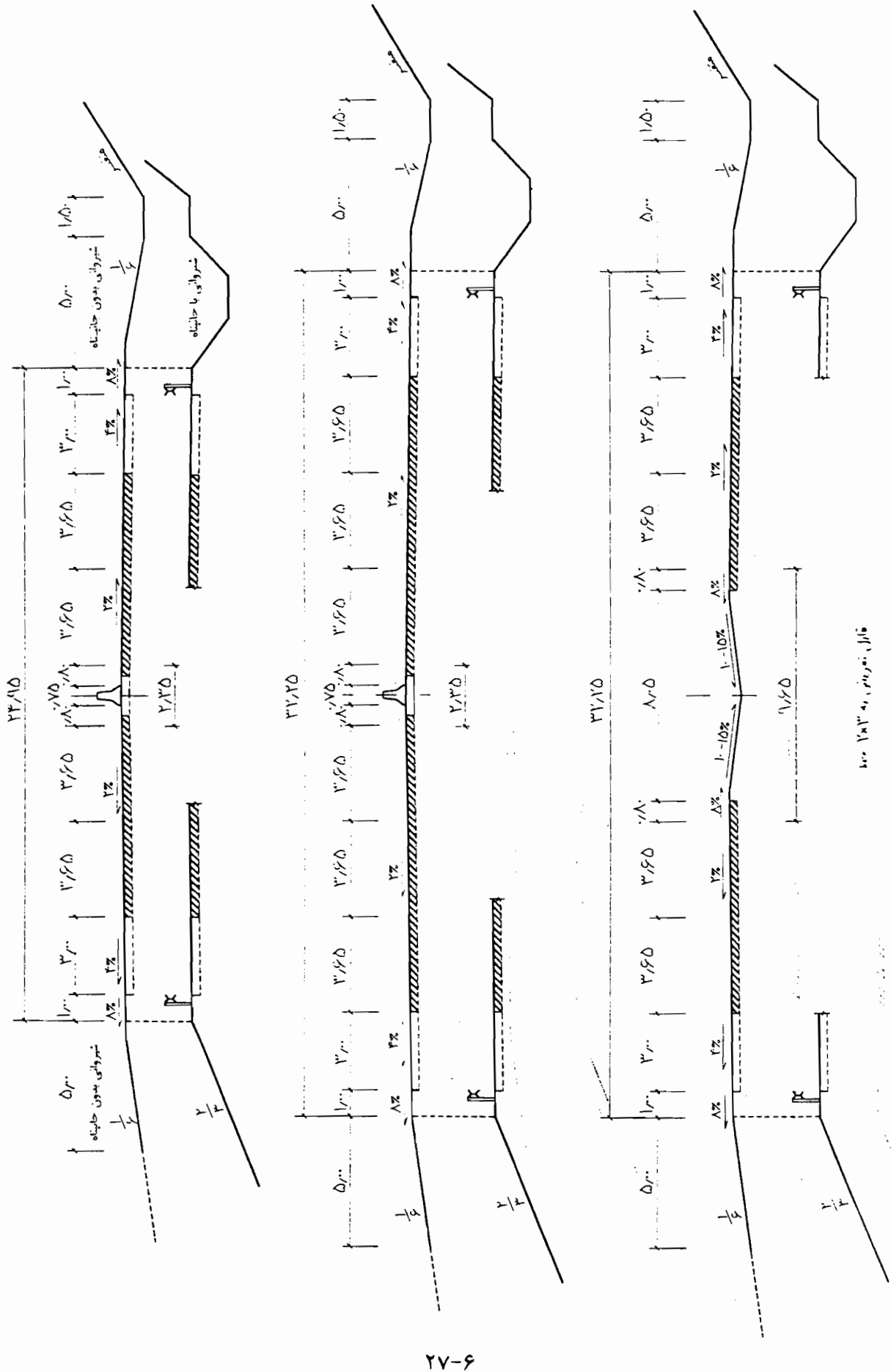


شش خطه با جزیره وسط روبه دار و دارای مانع میانی

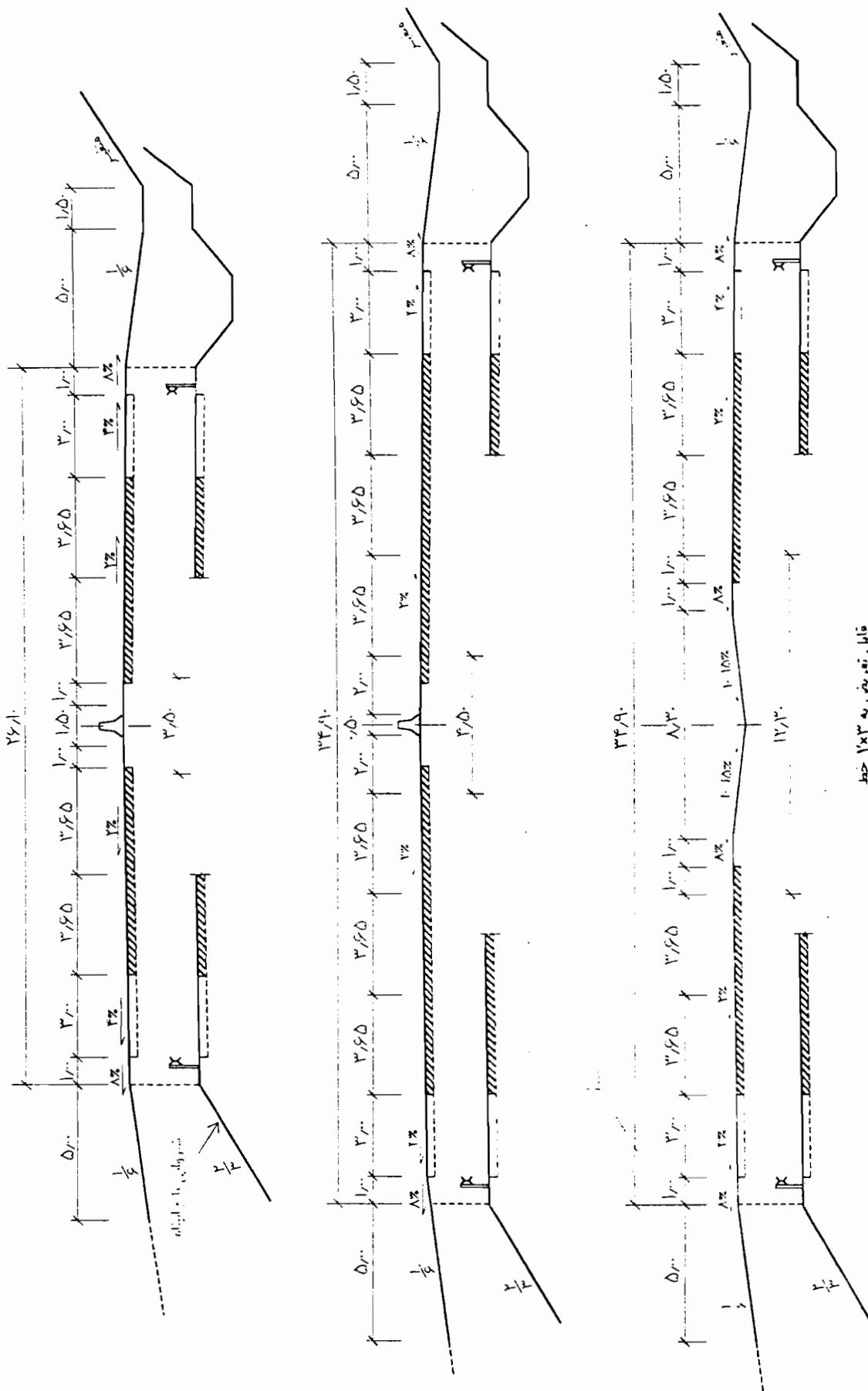
شکل ۶-۱۶ نمونه های نیم رخ عرضی راه های جدا شده



شکل ۶-۱۷ نمونه‌های نیم‌رخ عرضی ابنیه فنی راه‌های جداشده

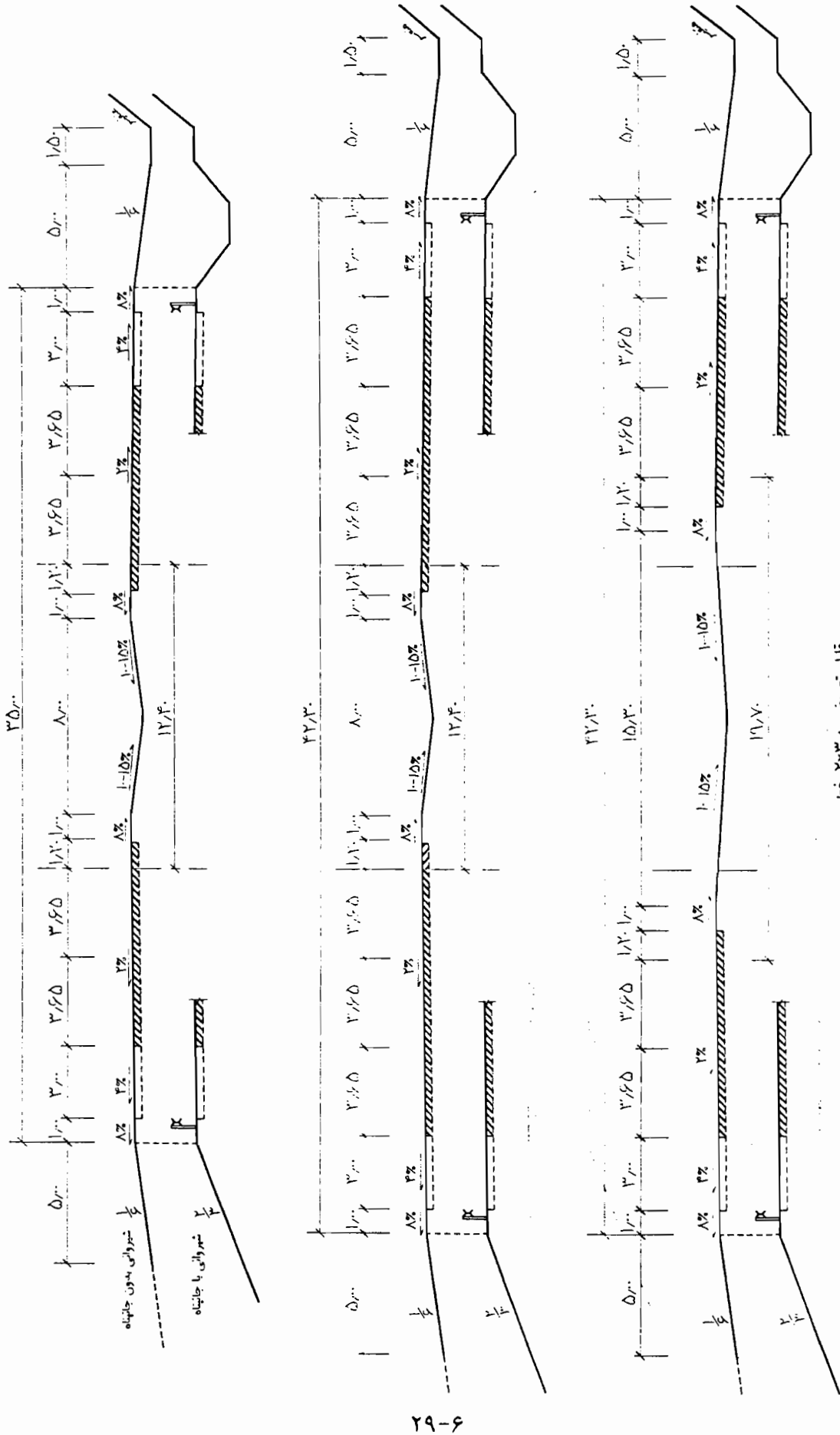


شکل ۱۸-۶ نمونه‌های نیم‌عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)



شکل ۱۹-۶ نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)

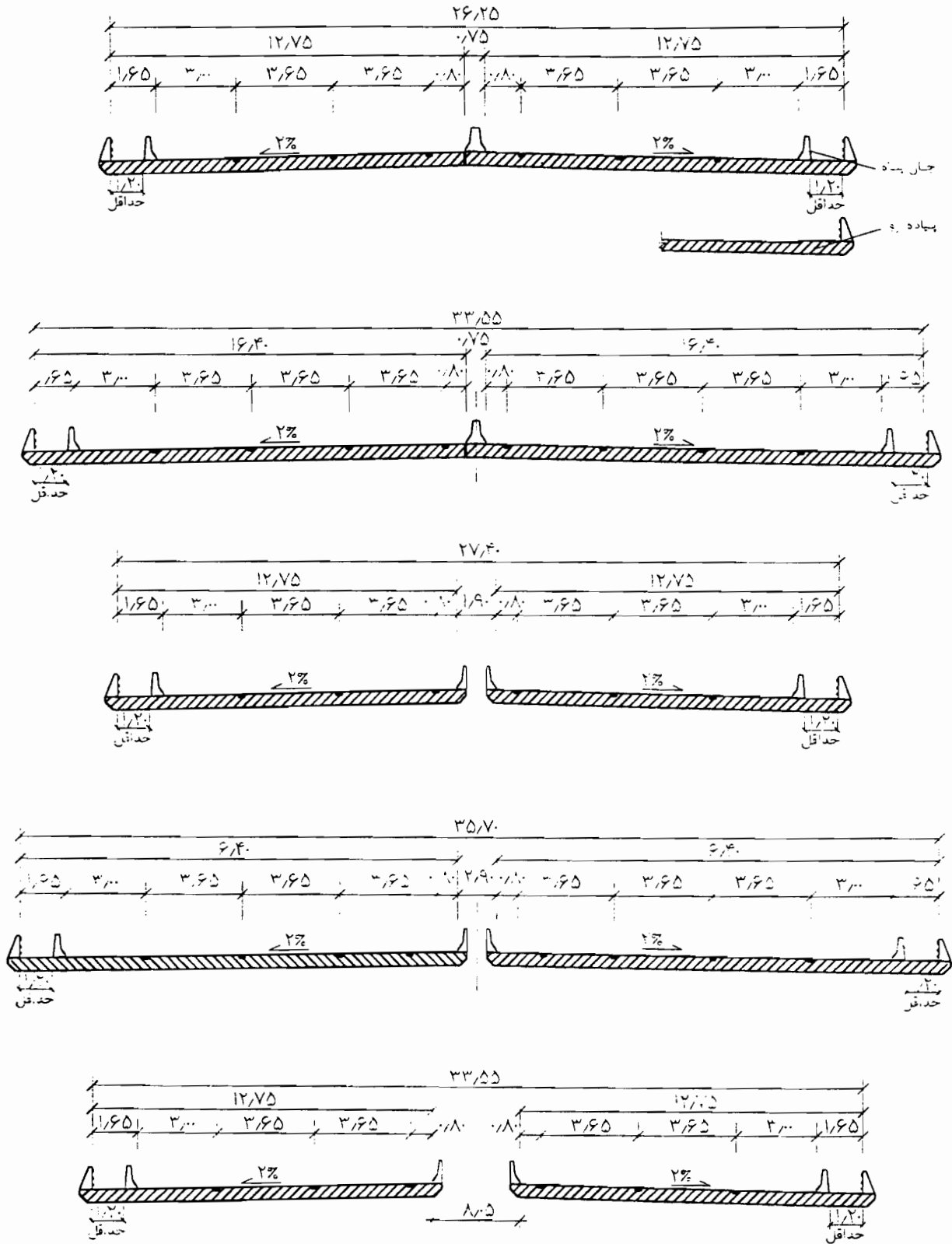
قابل تعریف به ۱x۳ خط



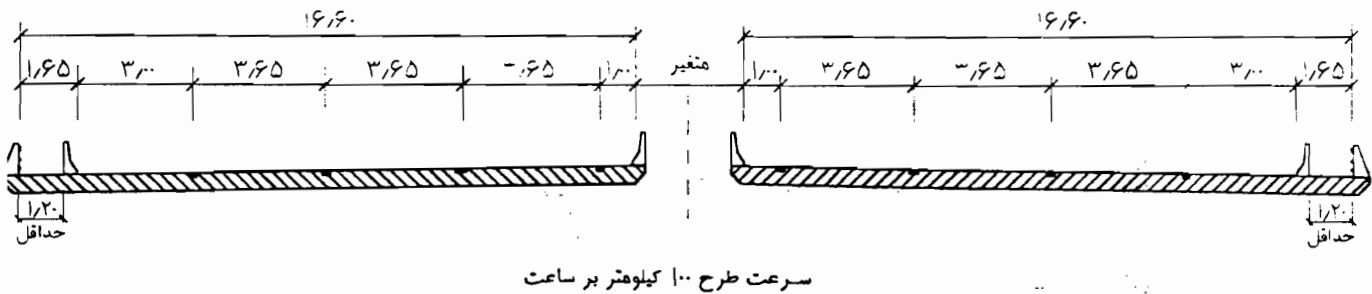
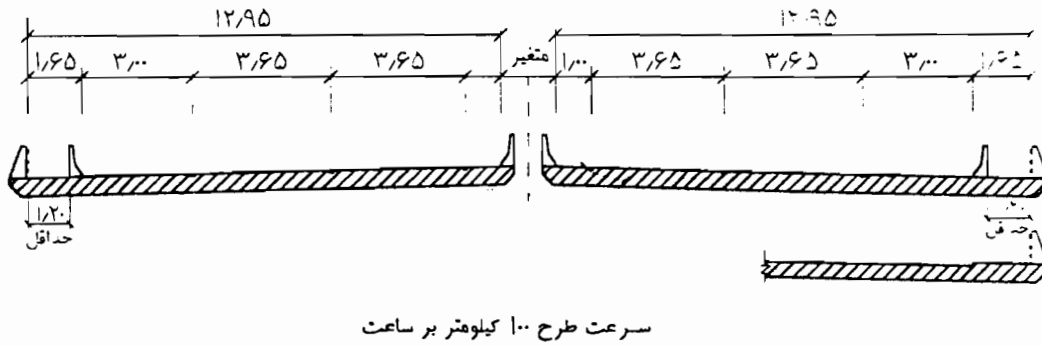
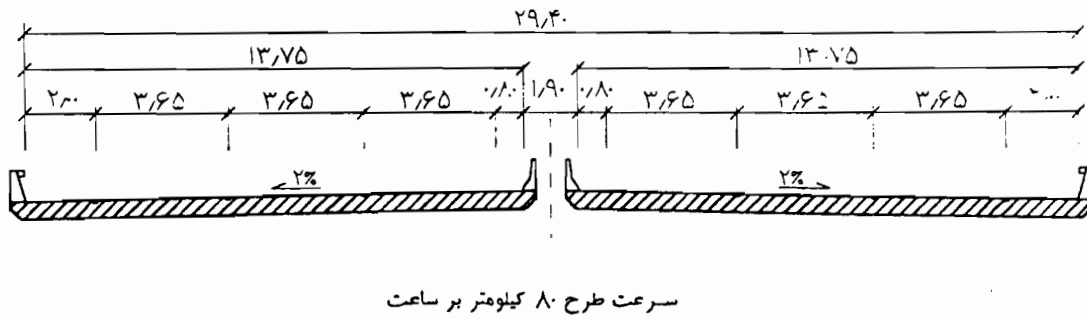
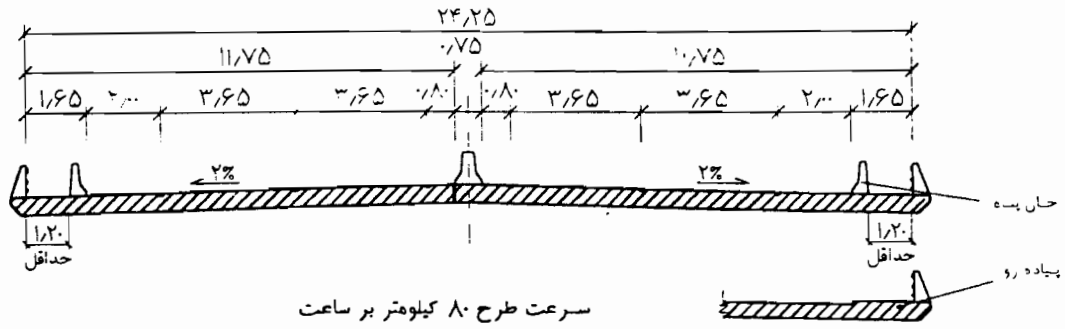
قابل تعریض به ۲x۳ خط

شکل ۶-۲۰ نمونه های عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۲۰ کیلومتر در ساعت)



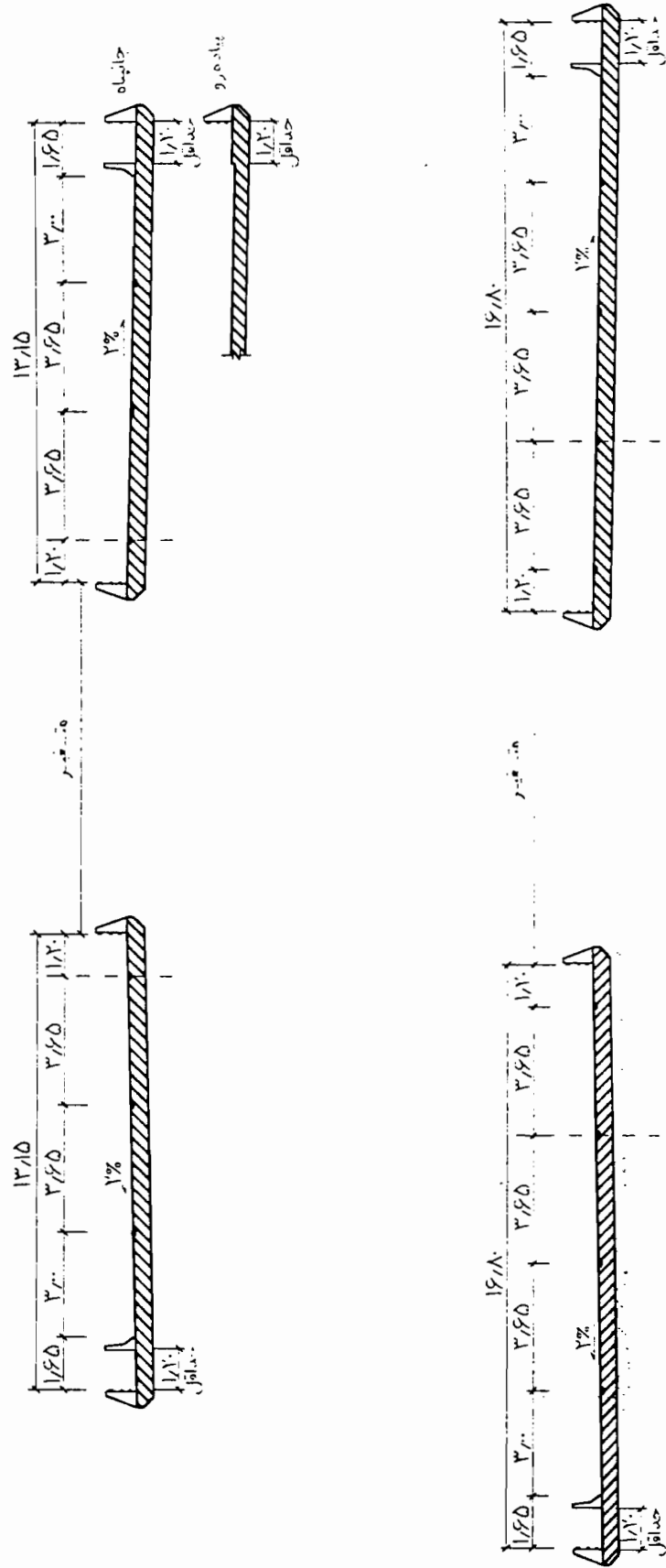


شکل ۶-۲۲ نمونه های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل ها (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)

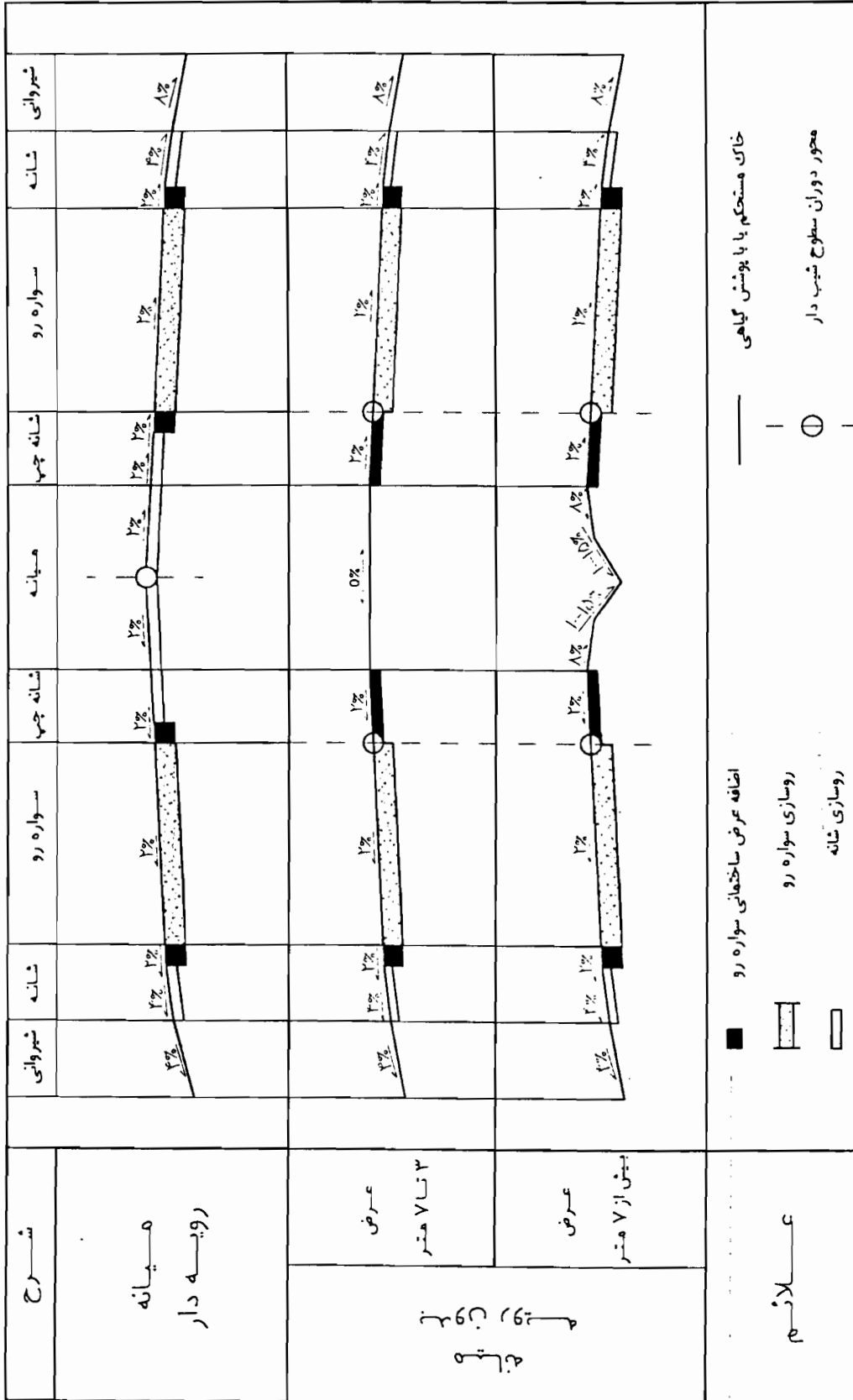


شکل ۶-۲۳ نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل‌ها (سرعت طرح ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)





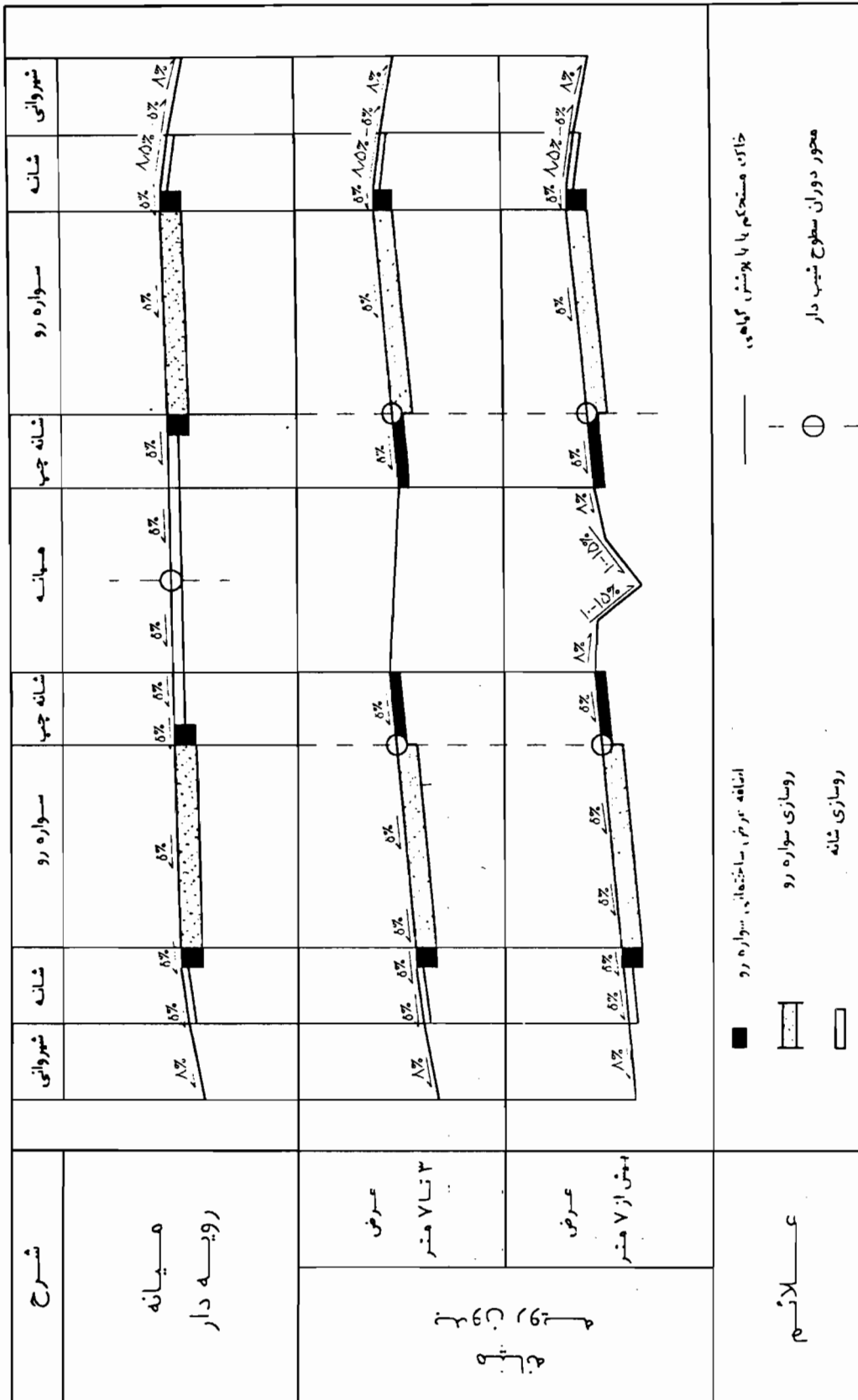
شکل ۲۴-۶ نمونه های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل ها (سرعت طرح ۱۳۰ کیلومتر در ساعت)



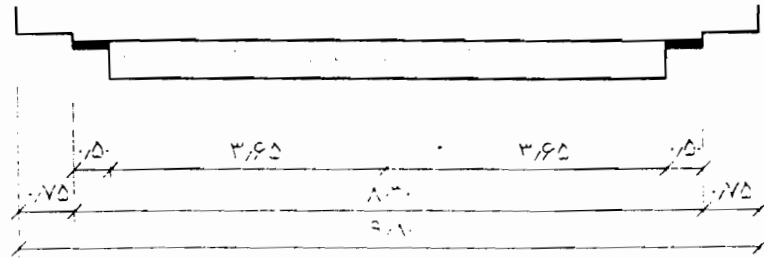
شکل ۶-۲۵ شیب‌های عرضی آزادراه در قسمت مستقیم

شرح	شیرواتی	شانه	سواره رو	شانه چپ	میان	شانه چپ	سواره رو	شانه چپ	شانه	شیرواتی
میان روبه دار										
عرض ۳ تا ۷ متر										
عرض بیش از ۷ متر										
علائم										

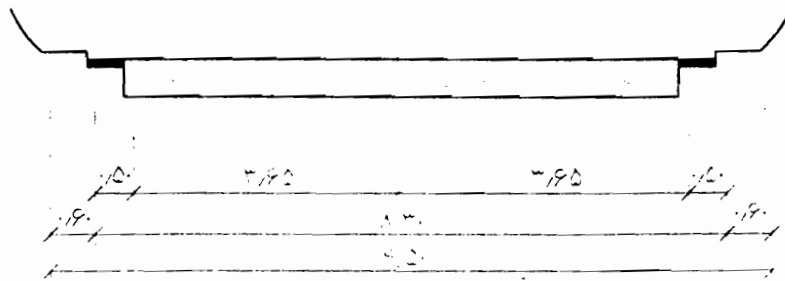
شکل ۶-۲۶ اعمال بر بلندی کمتر از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه و راه های اصلی جدا شده



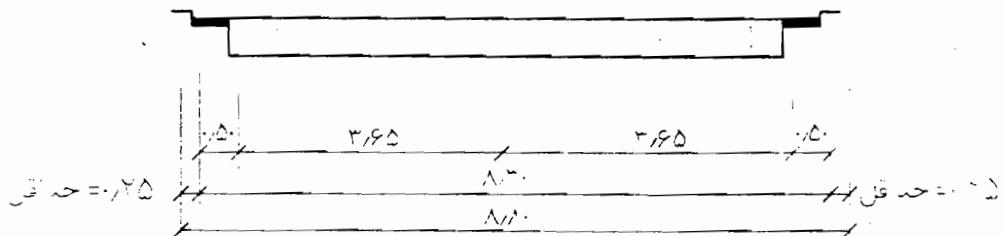
شکل ۶-۲۷ اعمال بریلندی بیش از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه و راه‌های جداشده



تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار قائم و پیاده رو اضطراری

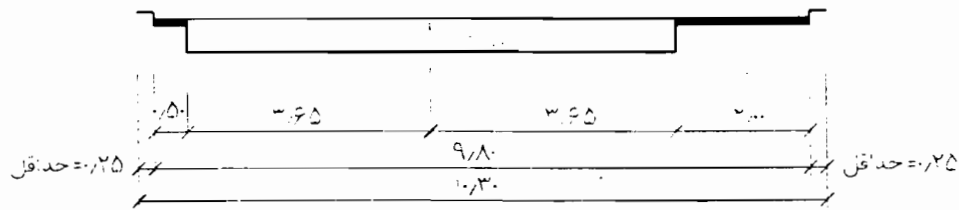


تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار مقعر و پیاده رو اضطراری

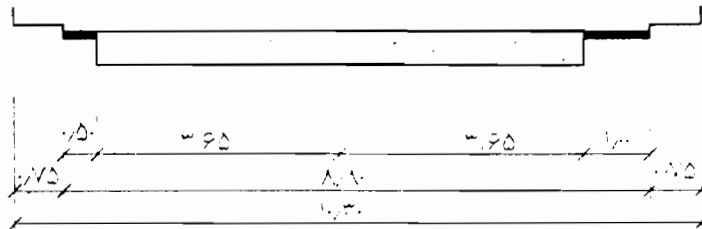


تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار قائم یا مقعر، بدون پیاده رو اضطراری

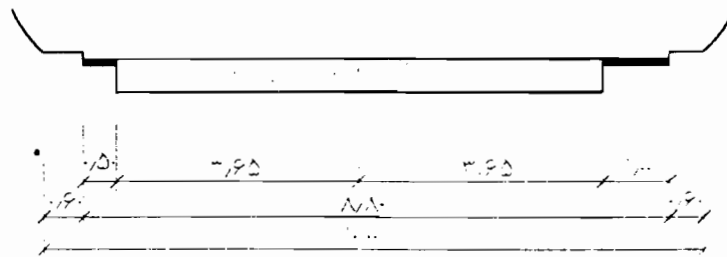
شکل ۶-۲۸ نمونه های نیمرخ عرضی تونل دو طرفه



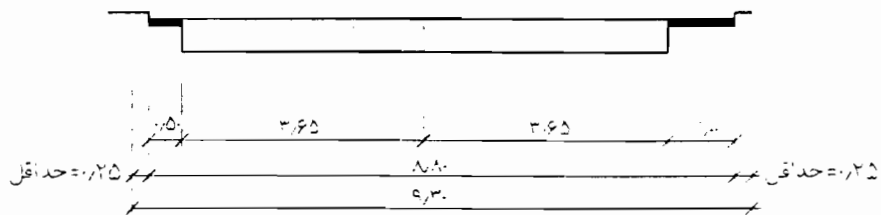
تونل کوتاه با نوار توقف اضطراری  
( دیوار قائم یا مقعر )



تونل با پیاده رو اضطراری و شانه یک متری  
( دیوار قائم )

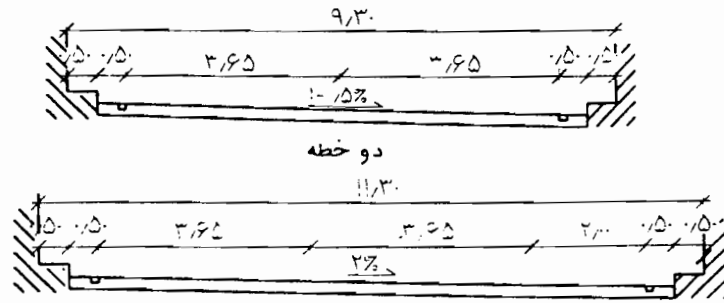


تونل طویل با پیاده رو اضطراری و شانه یک متری  
( دیوار مقعر )

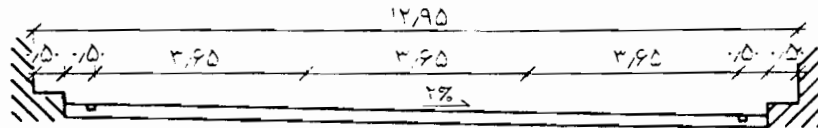


تونل طویل با شانه یک متری بدون پیاده رو اضطراری  
( دیوار قائم یا مقعر )

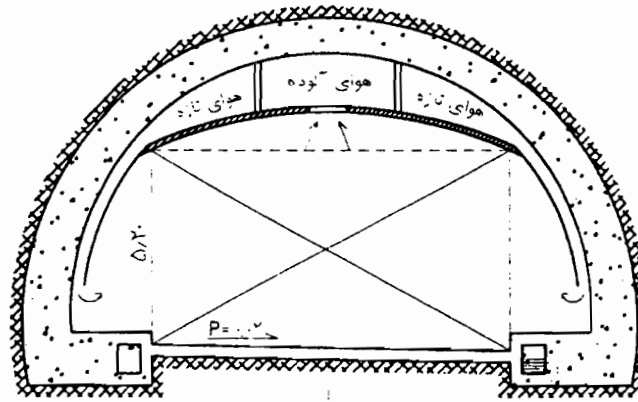
شکل ۶-۲۹ نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل یک طرفه



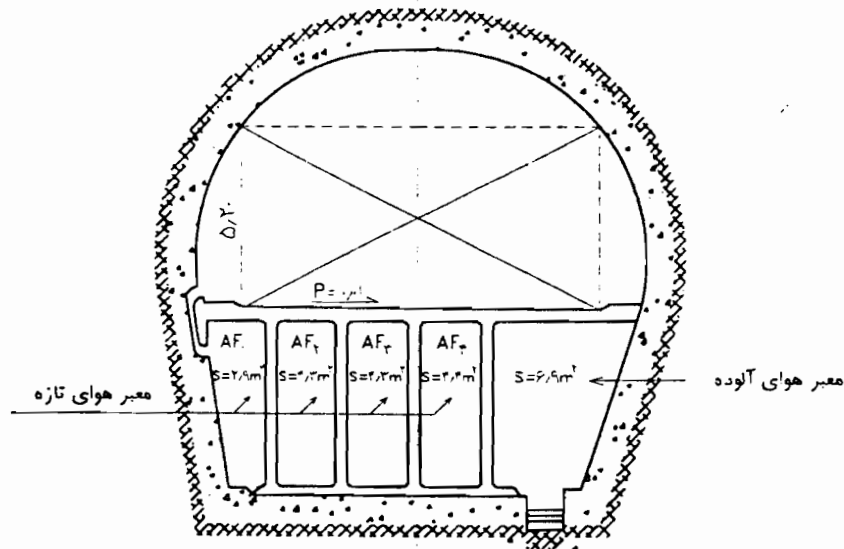
دو خطه با نوار توقف (شانه)



دو خطه با خط سر بالائی



نمونه تهویه از بالا



نمونه تهویه از پائین

شکل ۶-۳۰ نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل آزادراه و بزرگراه

## فصل هفتم - تقاطع ها

### ۱-۷ کلیات

#### ۱-۱-۷ تعریف

تقاطع، محل تلاقی همسطح دو یا چند راه است که هریک از آنها و تسهیلات هدایت ترافیک آنها را دربرمی گیرد. هر کدام از راه های منتهی به تقاطع، یک شاخه تقاطع نامیده می شود. معمولی ترین نوع تقاطع، حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع کند و از هم بگذرد، چنین تقاطعی چهارراه نام دارد. بهترین تقاطع، بیش از چهار شاخه نداشته باشد.

در طرح تقاطع ها مورد توجه قرار می گیرد.

#### ۱-۱-۷ رانندگان

- عادت های راننده

- توان تصمیم گیری

- انتظار

- زمان تصمیم گیری و عکس العمل

- برابری با مسیرهای طبیعی حرکت

۲- عادت ها و ویژگی های عابران

#### ۱-۷-۱-۲-۳ عامل های ترافیکی

در طرح تقاطع ها، خصوصیت های ترافیکی زیر مدنظر قرار

می گیرد.

- ظرفیت های واقعی طراحی

- حجم حرکت های گردش در ساعت طرح

- بُعدها و مشخصات خودرو طرح

- انواع حرکت های تقاطع (عبور مستقیم، گردش به چپ و راست)

- ترکیب وسایل نقلیه

- سرعت وسایل نقلیه

- موقعیت ایستگاه و سیله های حمل و نقل همگانی نسبت به تقاطع

- سابقه تصادف ها

#### ۱-۷-۱-۳-۳ عامل های فیزیکی

عامل های فیزیکی مورد توجه در تقاطع عبارتند از:

- ویژگی و کاربری زمین های مجاور

- نیمرخ طولی

- فاصله دید

- زاویه تقاطع

- سطح برخورد

#### ۱-۷-۲ اهمیت

تقاطع ها بخش مهمی از راه ها را تشکیل می دهد. کارآیی، ایمنی، سرعت، هزینه بهره برداری و ظرفیت راه، تا حد زیادی به نحوه طراحی آن بستگی دارد.

#### ۱-۷-۳ اهداف و اصول طراحی

هدف اصلی از طرح تقاطع، کاهش احتمال برخورد وسایل نقلیه با یکدیگر و عابران همچنین تأمین آسایش، راحتی و سهولت گذر پیاده از آن است. به این منظور، چهار عامل زیر در طرح هندسی تقاطع ها باید مورد توجه قرار گیرد.

۱- عامل های انسانی

۲- عامل های ترافیکی

۳- عامل های فیزیکی

۴- عامل های اقتصادی

#### ۱-۷-۱-۳-۱ عامل های انسانی

با توجه به آنکه حرکت وسایل نقلیه و عابران در تقاطع، از تصمیم های انسانی سرچشمه می گیرد، لذا عامل های انسانی زیر

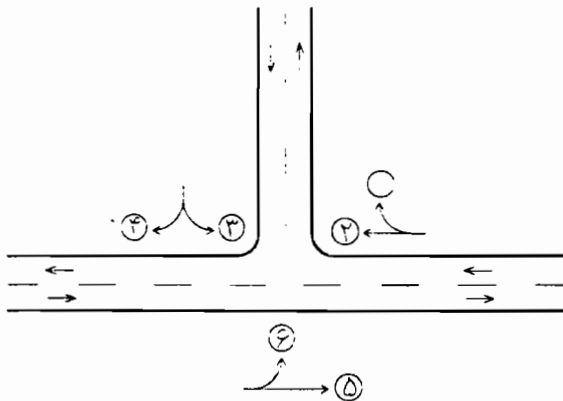


جریان‌های مختلف موجود در تقاطع استفاده نمی‌شود. بدیهی است با تعبیه خط‌های عبور کمکی و تعریض مسیرها در محل تقاطع، جریان‌بندی ترافیک و استفاده از وسایل کنترل ترافیک، بر ظرفیت تقاطع افزوده می‌شود.

### ۱-۴-۱-۷ انواع طرح‌های سه راهی و موردهای استفاده از آنها

طرح‌های مختلف تقاطع‌های سه راهی و موردهای استفاده از هر یک عبارتند از:

الف - سه راهی ساده بدون خط عبور کمکی (شکل ۱-۷)



مورد استفاده: اتصال دو راه دوخطه که ترافیک کمی در آنها جریان دارد.

شکل ۱-۷ سه راهی ساده بدون خط عبور کمکی

ب - سه راهی ساده با خط‌های عبور کمکی

با افزایش سرعت و حجم یک یا چند حرکت ترافیکی در تقاطع، لازم است برای آنها خط‌های عبور کمکی (مخصوص) تعبیه شود. خط‌های عبور کمکی در صورتی که درست طراحی شود، تداخل حرکت‌ها در محل تقاطع و تعداد و شدت تصادف‌ها را کاهش می‌دهد. نمونه این گونه طرح‌های سه راهی و مورد استفاده از هر یک در شکل‌های ۲-۷، ۳-۷ و ۴-۷ آمده است.

- خط‌های عبور و تغییر سرعت
- علایم کنترل ترافیک
- تجهیزات روشنایی تقاطع
- جنبه‌های ایمنی
- تردد دوچرخه
- تخته آب‌های سطحی
- سایر جزای طرح هندسی

### ۱-۳-۴-۷ عوامل اقتصادی

بررسی گزینه‌ها، براساس عوامل اقتصادی زیر صورت می‌گیرد.

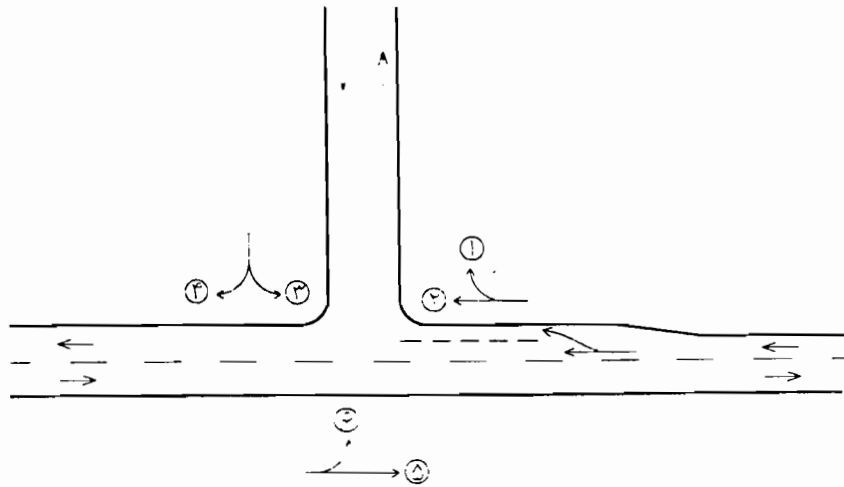
- هزینه و زمان اجرای طرح
- هزینه تملک زمین‌ها
- تأثیر کنترل یا محدود کردن دسترسی‌های مجاور
- مصرف سوخت و استهلاک ناشی از تأخیر
- نرخ سود برای تبدیل سرمایه‌ها به سال مورد نظر
- مقایسه برآوردها

### ۱-۴-۷ انواع تقاطع

براساس تعداد راه‌های منتهی به تقاطع می‌توان آن را به سه دسته کلی تقسیم کرد:

- سه راه
- چهارراه
- چندراه

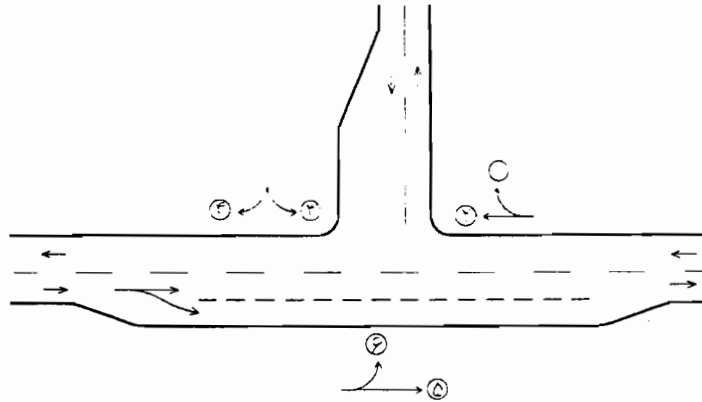
هر یک از این تقاطع‌ها بسته به نحوه جریان‌بندی ترافیک در آنها به نوع گوناگون تقسیم می‌شود. در ساده‌ترین حالت، تمام سطح تقاطع روسازی می‌شود و از علامت‌ها یا جداگرهای فیزیکی (مانند جدول‌ها و جزیره‌های ترافیکی) برای تفکیک



مورد استفاده:

جریان ترافیک (۱) قابل توجه ولی جریان ترافیک (۲) حداقل است

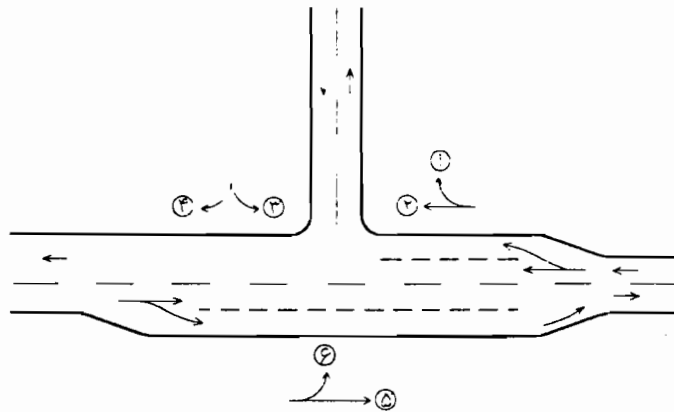
شکل ۲-۷ پلان سه راهی با خط عبور کمکی گردش به راست



مورد استفاده:

حجم جریان ترافیک (۲) و (۵) قابل توجه با حجم ترافیک (۱) کم است.

شکل ۳-۷ پلان سه راهی با خط عبور کمکی سبقت



مورد استفاده:

حجم ترافیک (۱) و (۵) و (۶) قابل توجه است.

شکل ۴-۷ پلان سه راهی با خطهای عبور کمکی سبقت و گردش به راست

## پ - سه راهی با جزایر ترافیکی

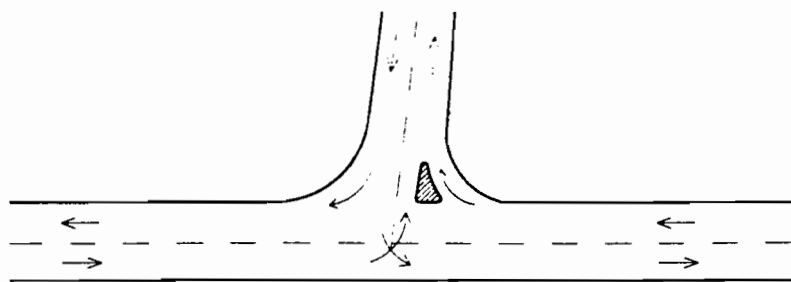
بایجاد جزیره‌های ترافیکی در محل تقاطع و جداکردن جریان‌های مختلف ترافیکی موجود در تقاطع، می‌توان بر ظرفیت تقاطع افزود. این سه راهی نیز مانند سه راهی‌های ساده ممکن است با خط‌های عبور کمکی یا بدون آن طراحی شود. بدیهی است تأمین توأم خط‌های عبور کمکی و جزیره‌های ترافیکی می‌تواند نقش بسیار مؤثری در بهبود عملکرد تقاطع داشته باشد. نمونه طرح‌ها و موردهای استفاده از هر یک در شکل‌های ۵-۷ تا ۹-۷ آمده است.

باتوجه به آنکه در سه راهی‌های بیرون شهری، معمولاً محدودیت فضا وجود ندارد لذا طرح‌های مشتمل بر خط‌های عبور کمکی و جزیره‌های ترافیکی، در صورت نیاز، نسبت به

سایر طرح‌ها برتری دارد.

## ۷-۱-۴-۲ انواع طرح‌های چهارراه

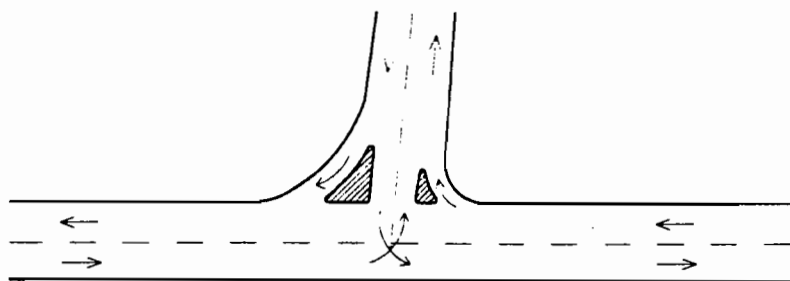
اصول طراحی چهارراه، دقیقاً مشابه با سه راه است. به این دلیل تنها به ارائه طرح‌های مختلف چهارراه اکتفا می‌شود. استفاده از خط‌های عبور کمکی تغییر سرعت و جداکردن جریان‌های مختلف ترافیکی در چهارراه (توسط جزیره‌های ترافیکی یا خط‌کشی سطح راه) ترجیح داده می‌شود. نمونه طرح‌های تقاطع‌های چهارراهی تمام روسازی شده معمولی و جریان‌بندی شده ترافیکی در شکل‌های ۱۰-۷ تا ۱۲-۷ آمده است.



مورد استفاده:

فضای کافی برای تأمین خط‌های عبور کمکی وجود ندارد و جهت ترافیک گردش به راست، از اصلی به فرعی قابل توجه است.

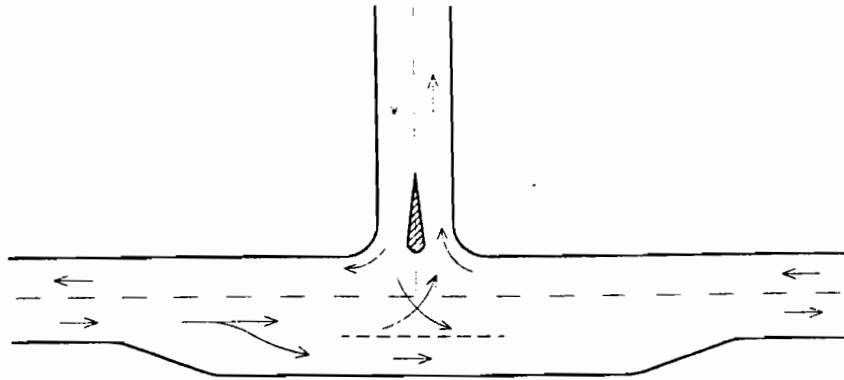
## شکل ۵-۷ سه راهی با یک گردش به راست جدول‌دار



مورد استفاده:

کلیه گردش به راست‌ها سرعت قابل توجه دارد و فضای کافی برای ایجاد خط گردش به راست وجود ندارد.

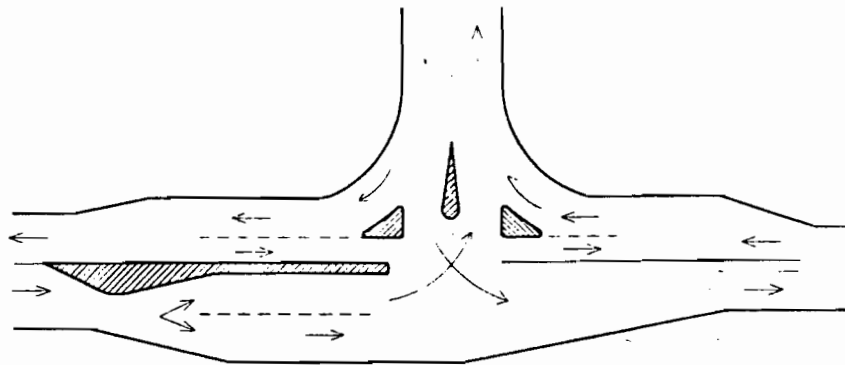
## شکل ۶-۷ سه راهی با دو گردش به راست جدول‌دار



مورد استفاده:

در شرایطی که فضای کافی برای گردش به راست وجود ندارد و سهولت اجرا مورد نظر است و حجم ترافیک راه اصلی، نسبتاً زیاد است.

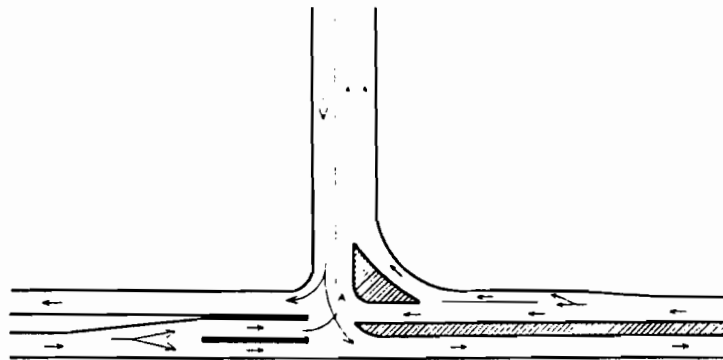
شکل ۷-۷ سه راهی با جزیره وسط و خط سبقت



مورد استفاده:

حجم ترافیک وسایل شبیه، در مسیر مستقیم، حداقل برابر ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت، است و ترافیک گردش نیز، نسبتاً قابل توجه است.

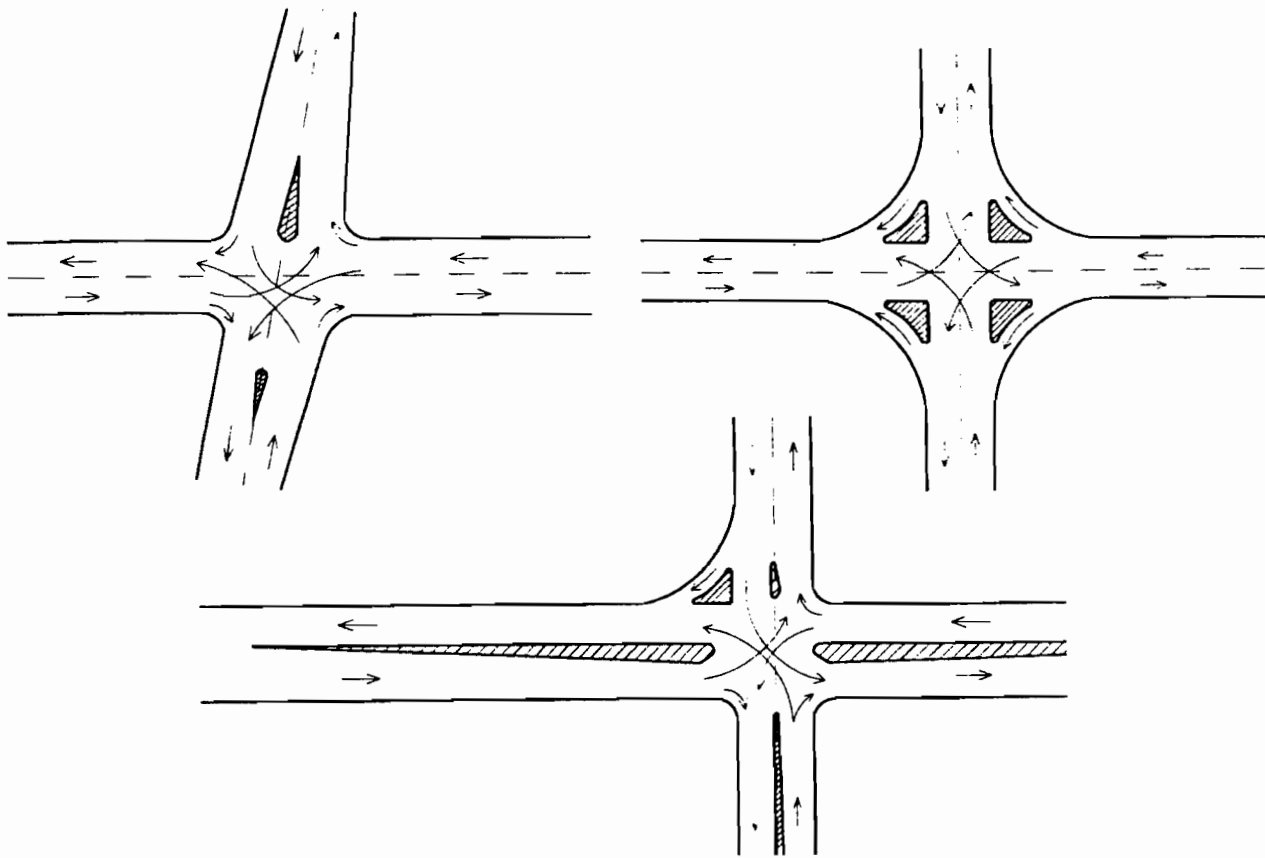
شکل ۷-۸ سه راهی با جزیره‌های گردش به راست و یک جزیره گردش به چپ



مورد استفاده:

مناسب برای سه راهی بیرون شهری که فضای کافی برای تعریض و جدول بندی مسیر وجود دارد.

شکل ۷-۹ سه راهی با یک گردش به راست جدول دار و گردش به چپ‌های جدول دار



شکل ۷-۱۰ انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه

## ۷-۱-۳-۴ انواع طرح‌های چندراهی

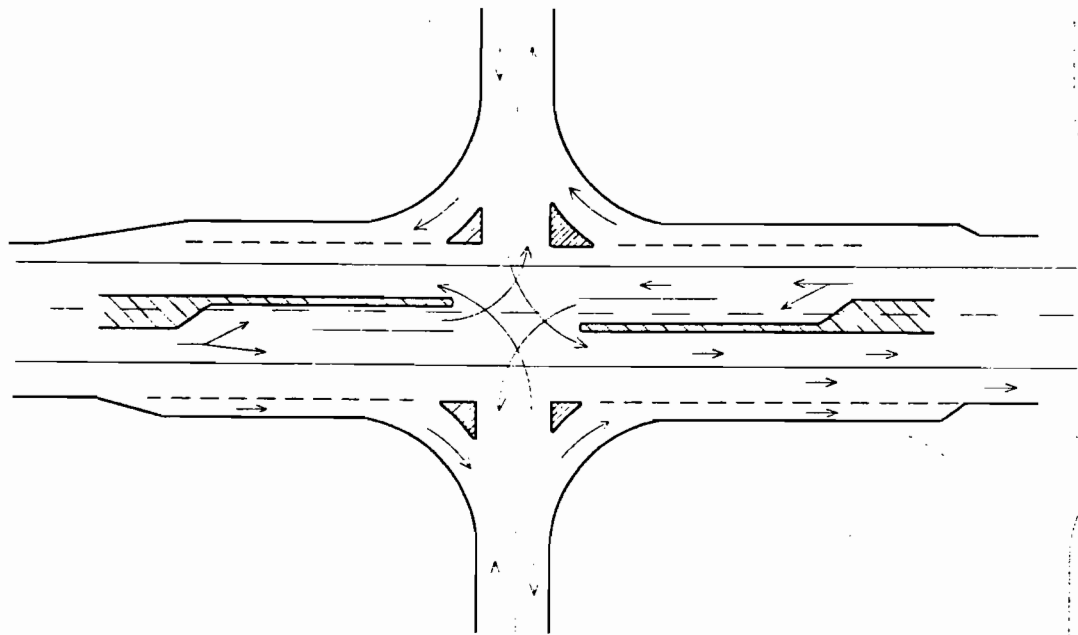
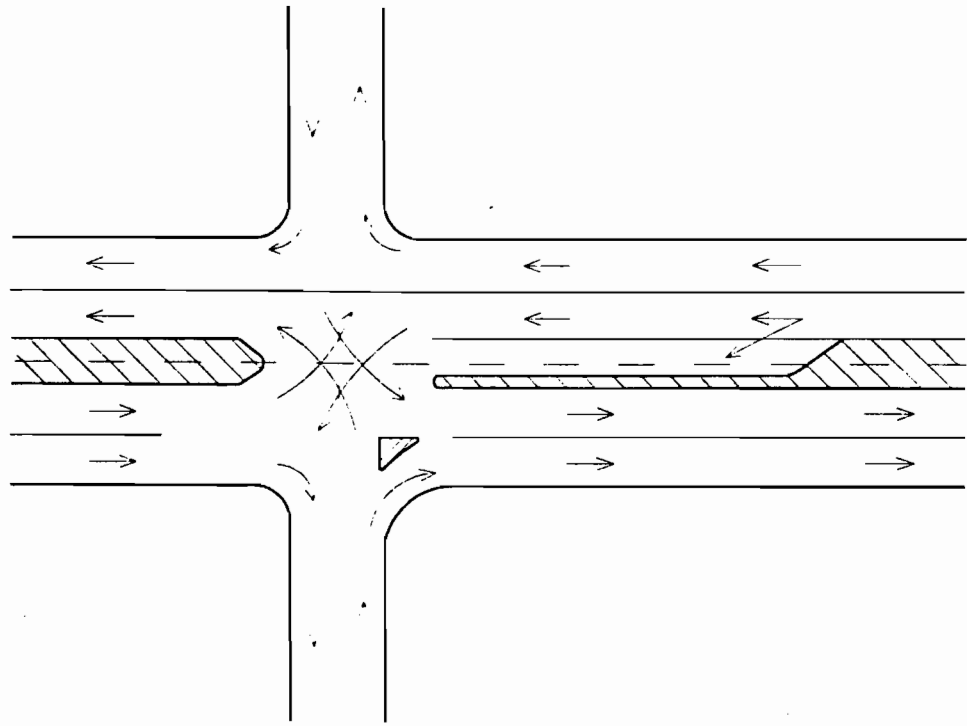
چندراهی‌ها، تقاطع‌هایی با حداقل ۵ شاخه است. از آنجا که ترجیح داده می‌شود چندراهی‌ها کمتر مورد استفاده قرارگیرد لذا مطابق شکل ۷-۱۳ دو حالت تبدیل یک چندراهی به دو چهارراه یا یک سه راهی و یک چهارراه در شکل ۷-۱۳ نشان داده شده‌است. اصول طراحی چندراهی‌ها نیز مشابه با سه راهی‌ها و چهارراهی‌هاست.

## ۷-۱-۵ تقاطع با راه آهن

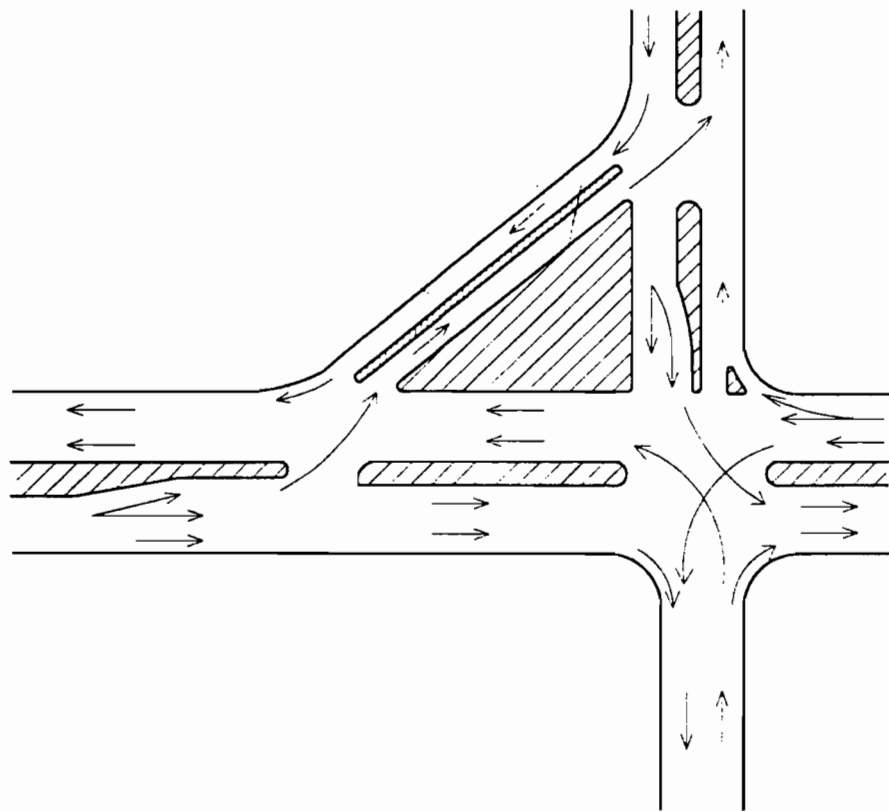
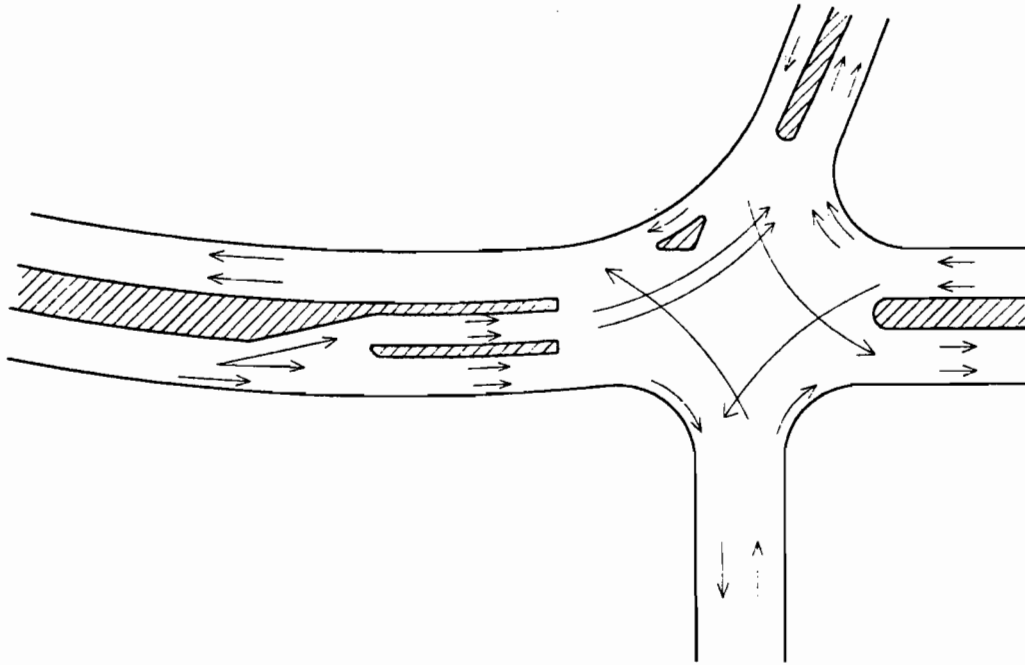
تقاطع راه با راه آهن، محلی حادثه آفرین و خطرناک است. به همین دلیل بهتر است در صورت امکان، راه از زیر یا روی راه آهن عبورکند و تقاطع همسطح نداشته باشد. در صورت ترافیک کم و اقتصادی نبودن زیرگذر یا روگذر، طرح هندسی پلان و

نیمرخ راه در محل تقاطع با راه آهن باید به گونه‌ای باشد که راننده مجبور به توجه به عوامل دیگر و شرایط محیط و در نتیجه غفلت از وجود راه آهن نشود. زاویه تقاطع راه با راه آهن، بهتر است قائمه باشد. علاوه بر آن بهتر است که محل تقاطع، در قسمت مستقیم راه و راه آهن واقع شود تا هم رانندگان و هم لکوموتوران دید خوبی روی تقاطع داشته باشند.

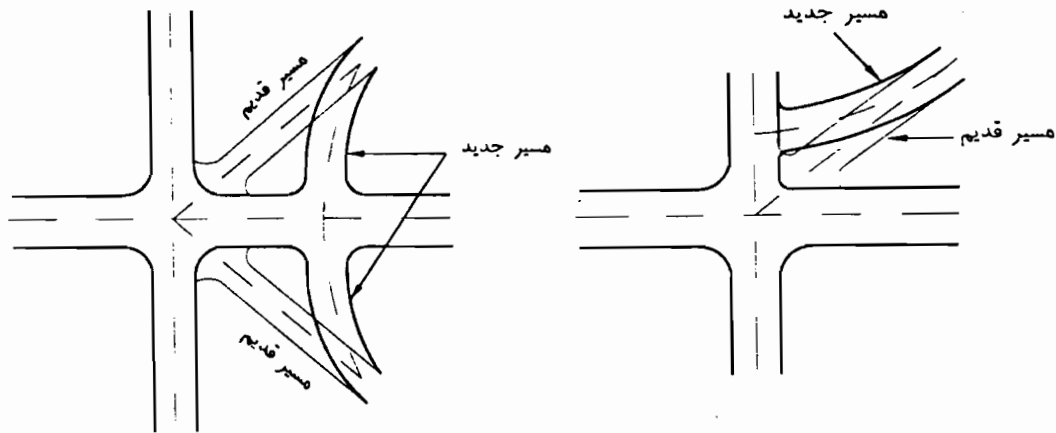
نیمرخ تقاطع راه با راه آهن نیز، بهتر است تا حد امکان ملایم تر و مسطح تر باشد زیرا در چنین حالتی فاصله دید بیشتری موجود خواهد بود و ترمزگیری یا شتابگیری به نحو ساده‌تری صورت خواهد پذیرفت. حداکثر اختلاف شیب عرضی مجاز (سراسیمی یا سریالایی) بین سطح راه و راه آهن، در شکل ۷-۱۳ نشان داده شده است.



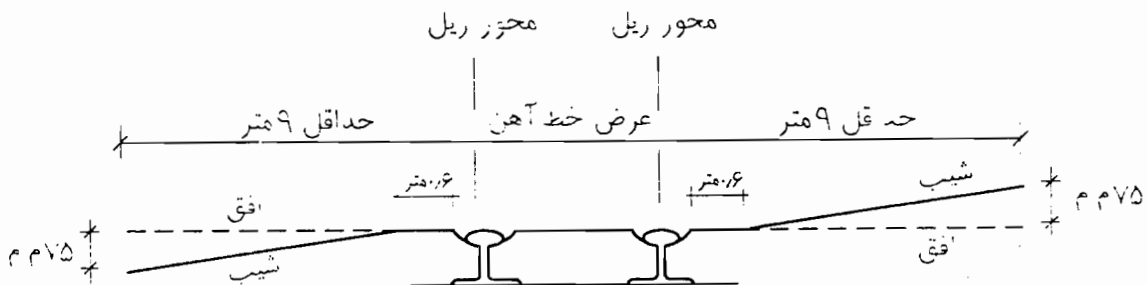
شکل ۷-۱۱ نمونه هایی از چهارراه جریان بندی شده



شکل ۷-۱۲ نمونه‌های دیگری از چهارراه جریان‌بندی شده



شکل ۷-۱۳ نحوه تبدیل تقاطع‌های چندراهی به تعدادی تقاطع چهار (یا سه) راهی



شکل ۷-۱۴ تقاطع راه - راه آهن

- |  |  |
|--|--|
| <p>۴- سرعت مجاز وسایل نقلیه</p> <p>۵- آمار تصادف‌ها در تقاطع</p> <p>۶- فاصله دید با وضع موجود در محل تقاطع</p> <p>۷- طرح هندسی تقاطع</p> <p>۸- ملاحظات اقتصادی</p> | <p>طرح هندسی تقاطع راه با راه آهن، معمولاً با نصب</p> <p>علامت‌های کنترل ترافیک، همراه است. علامت‌های مورد</p> <p>استفاده برای این منظور، تابلوهای راهنمایی، علامت‌های افقی</p> <p>(خط نوشته‌های سطح راه)، چراغ‌های راهنمایی چشمک‌زن و یا</p> <p>دروازه‌های کنترل ترافیک (دستی یا خودکار) است. مهمترین</p> <p>عامل‌های مؤثر در انتخاب نوع سیستم کنترل این گونه تقاطع‌ها</p> <p>عبارتست از:</p> <p>۱- درجه راه</p> <p>۲- حجم ترافیک راه و راه آهن</p> <p>۳- حداکثر سرعت قطار در حوالی تقاطع</p> |
|--|--|
- با افزایش حجم تردد و همچنین کاهش فاصله دید، توصیه می‌شود از سیستم‌های مطمئن‌تر همچون دروازه‌های کنترل تردد و یا چراغ‌های راهنمایی به منظور کنترل تقاطع راه با راه آهن استفاده شود. علامت‌های افقی و عمودی کنترل تقاطع راه با راه آهن، در نشریه شماره ۹۹ سازمان برنامه و بودجه



موجود است و تا زمانی که نشریه جدیدتری از طرف سازمان برنامه و بودجه یا وزارت راه و ترابری منتشر نشده می‌توان به آن مراجعه کرد.

**چنانچه در بازدیدهای محلی و پس از مطالعه دقیق شرایط هندسی و ترافیکی محل، مشخص شود که تقاطع همسطح راه با راه آهن، ایمنی لازم را به وجود نمی‌آورد، در آن صورت باید نسبت به تغییر مسیر راه یا راه آهن و یا غیرهمسطح کردن تقاطع راه با راه آهن - با توجه به مطالعات اقتصادی - اقدام لازم صورت گیرد.**

طرح‌های هندسی تقاطع راه با راه آهن، بسته به نوع سیستم کنترل آن، تفاوت‌های مختصری دارد. چنانچه تابلو یا علامتگذاری سطح راه، تنها وسیله اعلان خطر وجود راه آهن و کنترل ترافیک تقاطع باشد، در آن صورت زاویه تقاطع باید قائمه یا خیلی نزدیک به آن باشد. چنانچه از چراغ‌های چشمک‌زن و یا دروازه‌های کنترل تردد استفاده شده باشد، از ایجاد زاویه‌های تقاطع کوچک در تقاطع اجتناب می‌شود. راه در محل تقاطع، بهتر است در صورت امکان افقی

باشد تا این اجازه را به وسایل نقلیه بدهد که در صورت گذر قطار از محل تقاطع، پشت خط توقف بایستند و پس از گذر آن، بدون هیچ مشکلی از تقاطع عبور کنند.

دو وضعیت قرارگیری خودرو نسبت به قطار، در حال نزدیک شدن به تقاطع، برای تعیین فاصله دید لازم در محل تقاطع راه با راه آهن عبارتند از:

**وضعیت اول:** راننده خودرو، قطار در حال نزدیک شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد و می‌تواند به راحتی پیش از رسیدن قطار به محل تقاطع از آن عبور کند.

**وضعیت دوم:** راننده خودرو، قطار در حال نزدیک شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد اما تصمیم به توقف گرفته و قبل از تقاطع، توقف کامل می‌کند.

هر دوی این وضعیت‌ها در شکل ۷-۱۵ تحت عنوان حالت الف نشان داده شده است.

حالت الف نشان داده شده در جدول ۷-۱، مقدارهای فاصله دید ایمن را به ازاء سرعت‌های مختلف حرکت خودرو و قطار، در این حالت، مشخص می‌سازد.

جدول ۷-۱ فاصله دید ایمن راه به ازاء سرعت‌های مختلف خودرو و قطار

حالت الف - سرعت خودروی در حالت حرکت												سرعت قطار کیلومتر در ساعت	
سرعت بر حسب کیلومتر در ساعت													
۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	حالت ب - شروع به حرکت از حالت توقف	
فاصله قطار از تقاطع (متر)													
۲۶	۲۵	۲۴	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۳	۱۵	۲۰	۲۴	۳۱	۴۵	۱۰
۵۳	۵۰	۴۸	۴۴	۴۳	۴۰	۳۸	۲۷	۳۱	۴۰	۴۸	۵۱	۹۱	۲۰
۱۹	۱۶	۱۱	۶۶	۶۴	۶۱	۵۹	۵۶	۵۶	۶۰	۱۲	۱۱۵	۱۳۶	۳۰
۱۰۵	۱۰۱	۹۴	۸۹	۸۵	۸۱	۷۷	۷۵	۷۵	۸۰	۹۶	۱۵۳	۱۸۱	۴۰
۱۳۲	۱۲۶	۱۱۸	۱۱۱	۱۰۶	۱۰۱	۹۶	۹۳	۹۴	۱۰۰	۱۲۰	۱۹۲	۲۲۷	۵۰
۱۵۹	۱۵۱	۱۴۱	۱۳۳	۱۲۹	۱۲۱	۱۱۵	۱۱۲	۱۱۲	۱۲۰	۱۱۴	۲۳۰	۲۱۲	۶۰
۱۸۵	۱۷۶	۱۶۵	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۱	۱۳۴	۱۳۱	۱۳۱	۱۴۰	۱۶۸	۲۶۸	۳۱۷	۷۰
۲۱۱	۲۰۲	۱۸۹	۱۷۷	۱۷۰	۱۶۲	۱۵۴	۱۴۹	۱۵۰	۱۶۱	۱۹۳	۳۰۷	۳۶۲	۸۰
۲۳۸	۲۲۷	۲۱۲	۱۹۹	۱۹۱	۱۸۲	۱۷۳	۱۶۸	۱۶۸	۱۸۱	۲۱۷	۳۴۵	۴۰۸	۹۰
۲۶۴	۲۵۲	۲۳۶	۲۲۱	۲۱۳	۲۰۲	۱۹۲	۱۸۷	۱۸۷	۲۰۱	۲۴۱	۳۸۳	۴۵۳	۱۰۰
۲۹۰	۲۷۷	۲۵۹	۲۴۴	۲۳۴	۲۲۲	۲۱۱	۲۰۵	۲۰۶	۲۲۱	۲۶۵	۴۲۲	۴۹۸	۱۱۰
۳۱۶	۳۰۲	۲۸۳	۲۶۶	۲۵۵	۲۴۲	۲۳۰	۲۲۴	۲۲۵	۲۴۱	۲۸۹	۴۶۰	۵۴۴	۱۲۰
۳۴۳	۳۲۷	۳۰۶	۲۸۸	۲۷۵	۲۶۳	۲۴۹	۲۴۳	۲۴۳	۲۶۱	۳۱۳	۴۹۸	۵۸۹	۱۳۰
۳۶۹	۳۵۳	۳۳۰	۳۱۰	۲۹۸	۲۸۳	۲۶۹	۲۶۱	۲۶۲	۲۸۱	۳۳۷	۵۳۷	۶۳۴	۱۴۰
فاصله خودرو از تقاطع و راه با راه آهن													
۲۹۴	۲۵۶	۲۱۳	۱۷۷	۱۴۹	۱۱۹	۹۳	۷۱	۵۲	۳۸	۲۶	۱۶		

$$d_H = 0.28V_v t + \frac{V_v^2}{254f} + D + d_e$$

$$d_T = \frac{V_T}{V_v} [0.28V_v t + \frac{V_v^2}{254f} + 2D + L + W]$$

$d_H$  = فاصله دید در طول جاده

$d_T$  = فاصله دید در طول ریل راه آهن

$V_v$  = سرعت خودرو

$t$  = زمان درک و عکس العمل (۳/۵ ثانیه فرض می شود).

$f$  = ضریب اصطکاک

$D$  = فاصله خط ایست تا ریل (۴/۵ متر فرض می شود).

$W$  = فاصله خارجی سه های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک خطه)

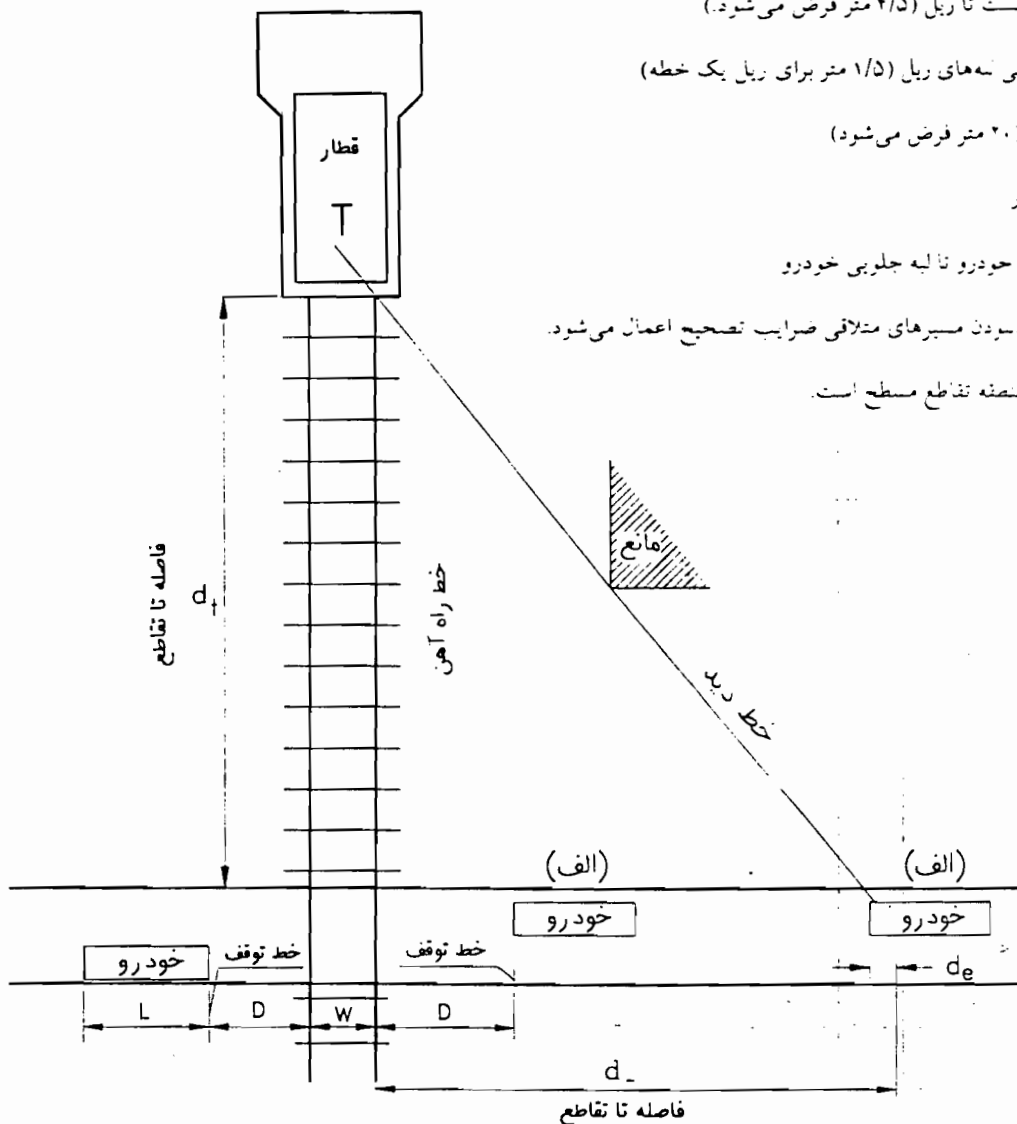
$L$  = طول خودرو (۲۰ متر فرض می شود)

$V_T$  = سرعت قطار

$d_e$  = فاصله راننده خودرو تا لبه جلویی خودرو

# در صورت عمود بودن مسیرهای متلاقی ضرایب تصحیح اعمال می شود.

# فرض می شود منحنی تقاطع مسطح است.



شکل ۷-۱۵ پارامترهای مؤثر در فاصله دید ایمن تقاطع راه با راه آهن (در شرایطی که خودرو، در حال حرکت است).

مقدارهای لازم برای فاصله دید در این حالت نیز در جدول ۷-۱ تحت عنوان حالت ب آمده است.

چنانچه تأمین فاصله دید مندرج در جدول ۷-۱ امکان پذیر نباشد باید با استفاده از علائم کنترل ترافیک، توجه رانندگان خودروها را به وجود تقاطع با راه آهن جلب کرد و باعث توقف آنها تا رسیدن به محل تقاطع شد.

چنانچه زاویه تقاطع، قائمه نباشد یا منطبقه قرارگیری تقاطع مسطح نباشد در مقادیر بالا اصلاحاتی صورت می‌گیرد که مشابه با اثر شیب در طول مسیرهاست. وضعیت دیگر قرارگیری خودرو نسبت به قطار این است که وسیله نقلیه‌ی که پشت خط ریل، توقف کرده است، قصد شروع به حرکت و گذر از محل تقاطع را دارد. چنین وضعیتی در شکل ۷-۱۶ نشان داده شده و

$$d_T = 0.28V_T \left[ \frac{V_G}{a_1} + \frac{L + 2D + W - d_a + J}{V_G} \right]$$

$d_T$  = فاصله دید لازم در طول ریل راه آهن به منظور شروع به حرکت و عبور ایمن خودرو از ریل

$V_T$  = سرعت قطار

$V_C$  = حداکثر سرعت خودرو در دنده یک (۳/۷ متر بر ثانیه فرض می‌شود).

$a_1$  = شتاب خودرو در دنده یک (۰/۴۵ متر بر مجذور ثانیه فرض می‌شود).

$d = \frac{V_G^2}{2a}$  = فاصله طی شده توسط خودرو به هنگام شتاب‌گیری در دنده یک

$D$  = فاصله خط ایست تا ریل راه آهن (۴/۵ متر فرض می‌شود).

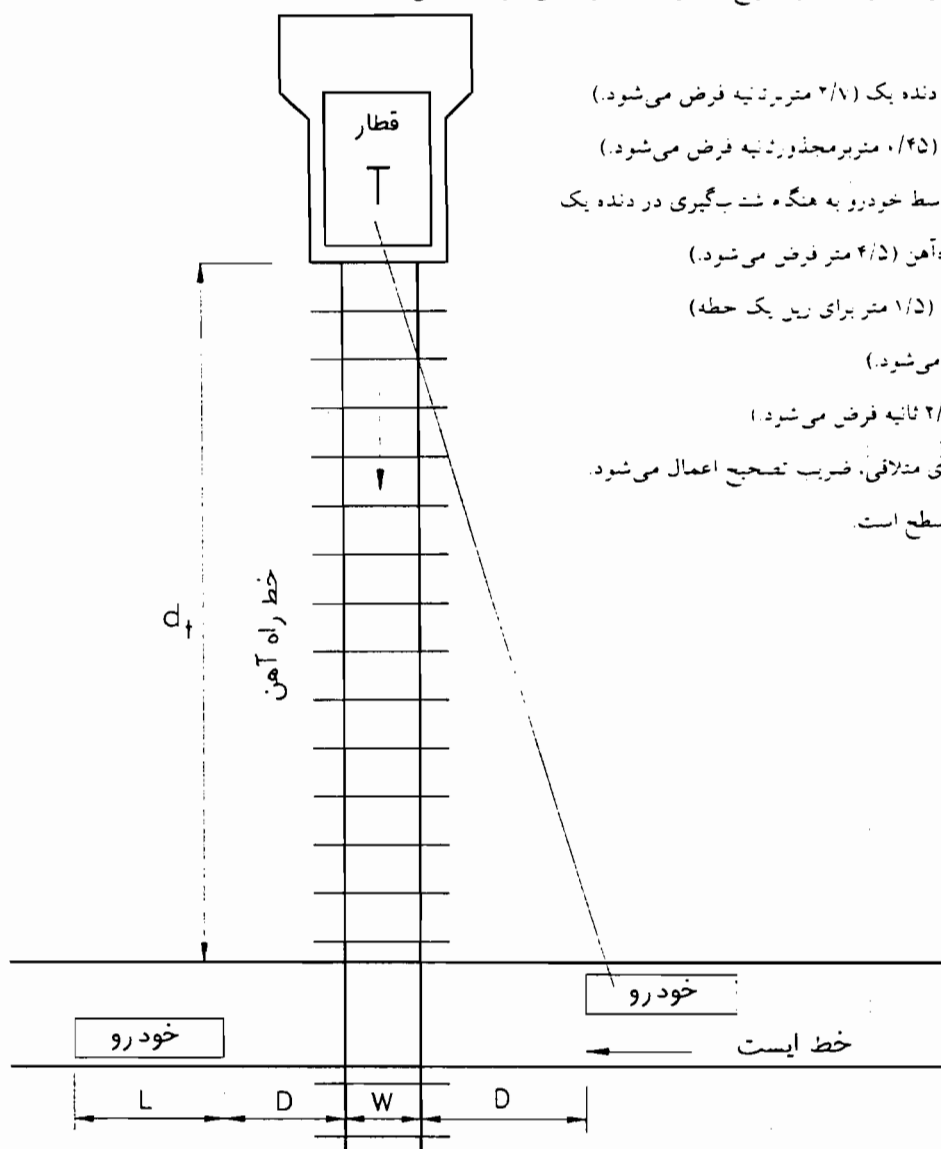
$W$  = فاصله خارجی لپه‌های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک حطه)

$L$  = طول خودرو (۲۰ متر فرض می‌شود).

$J$  = زمان درک و عکس‌العمل (۲/۵ ثانیه فرض می‌شود).

# در صورت عمود نبودن مسیرهای متلاقی، ضریب تصحیح اعمال می‌شود.

# فرض می‌شود منطقه تقاطع مسطح است.



شکل ۷-۱۶ فاصله دید ایمن لازم برای شروع حرکت وسیله نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع

## ۲-۷ آمار و اطلاعات لازم برای طراحی

همان‌گونه که پیش از این گفته شد عامل‌های اصلی مؤثر در طرح تقاطع‌های همسطح، عبارت است از: عامل‌های انسانی، ترافیکی، فیزیکی و اقتصادی. بنابراین به منظور انجام طرح هندسی مناسب تقاطع، مطلوب آن است که آمار و اطلاعات لازم و کافی در خصوص هر یک از عامل‌های فوق‌الذکر بدست‌آید. رتوس آمار و اطلاعات و بررسی‌های محلی لازم، برای هر یک از چهار عامل مورد توجه در طرح هندسی تقاطع‌ها، عبارت است از:

## ۱-۲-۷ عامل‌های انسانی

شامل جمع‌آوری آمار و اطلاعات محلی در مورد:

- طرز رفتار رانندگان و انتظارهای آنها

- معیارهای تعیین زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل رانندگان

- عادت‌ها و رفتار عابران پیاده‌گذرنده از تقاطع

اطلاعات مذکور می‌تواند تفاوت‌های نسبتاً قابل توجهی در طرح هندسی ایجاد کند و طرح حاصل، با شرایط محل تقاطع، هماهنگی بیشتری داشته باشد.

## ۲-۲-۷ عامل‌های ترافیکی

شامل آمار و اطلاعات محلی در مورد:

- شمارش حجم ترافیک در همه جهت‌ها در روز نمونه غیرتعطیل و در یک دوره زمانی مناسب (معمولاً ۱۶ ساعته)، به تفکیک: دوچرخه، وسایل نقلیه سواری سبک، سنگین و اتوبوس در وضعیت موجود.

- شمارش حجم ترافیک در همه جهت‌ها در روز نمونه تعطیل و در یک دوره زمانی مناسب (معمولاً ۱۶ ساعته)، به تفکیک: دوچرخه، وسایل نقلیه موتوری اعم از سبک، سنگین و

اتوبوس در وضعیت موجود.

- شمارش عابر پیاده‌گذرنده از تقاطع در ساعت‌های فوق.

- پیش‌بینی ضریب رشد ترافیک براساس اطلاعات مربوط به کاربری زمین، مالکیت اتومبیل، در آمد ملی و طرح‌های توسعه و آمایش.

- وضعیت تقاطع‌های مجاور و هماهنگی با آنها.

- خودرو طرح

- تصادف‌ها

- موقعیت و وضعیت علامت‌ها و سیستم‌های کنترل ترافیک تقاطع

- زمان‌بندی مرحله‌های چراغ راهنما (در صورت تجهیز تقاطع به چراغ راهنمایی)

- وضعیت پیاده‌روها و موقعیت ایستگاه‌های اتوبوس (در صورت وجود)

- برآورد گنجایش‌ها

آمار و اطلاعات ذکر شده، مهمترین داده‌های تعیین‌کننده طرح هندسی تقاطع است و جمع‌آوری آنها به منظور انجام طرح هندسی تقاطع، ضروری است. تعیین دوره زمانی آمارگیری، منوط به شناخت طراح از وضعیت و حجم انواع حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع است و تنها به منظور تعیین «ساعت طرح» صورت می‌گیرد. این دوره زمانی معمولاً ۱۶ ساعت است. در هر صورت، بهتر است اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، به تفکیک برای دوره‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌ای در دسترس طراح باشد. برآورد گنجایش نیز براساس آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده محلی و با توجه به ضوابط دستورالعمل‌های موجود برای این منظور صورت می‌گیرد.

## ۷-۲-۳ عامل‌های فیزیکی

- میزان و نحوه جمع‌آوری اطلاعات زیر تابعی از دقت مورد نیاز و اهمیت تقاطع است.
- درجه بندی رده‌های متقاطع
- کاربری زمین‌های نزدیک محل تقاطع در وضعیت موجود و آتی
- عامل‌های محدودکننده دید
- زاویه تقاطع و مشخصات هندسی شاخه‌های تقاطع (حداقل تا فاصله یکصدمتری تقاطع)
- حریم تملک شاخه‌های تقاطع
- چگونگی تخریب آب‌های سطحی
- امکان‌های حریم
- ارتفاع نقاط مختلف راه و شانه آن در محدوده تقاطع
- کیفیت روسازی موجود

## عامل‌های اقتصادی

- شامل جمع‌آوری آمار و اطلاعات:
- ارزش زمین و تملک کاربری‌های مجاور
- هزینه‌های تهیه و نصب چراغ راهنما (در صورت لزوم)
- هزینه‌های انجام اصلاحات در روسازی تقاطع، خط‌کشی و نصب علامت‌های ترافیکی لازم
- هزینه‌های جنبی و آثار اقتصادی ناشی از دسترسی‌های جدید در محل تقاطع

## منابع گردآوری آمار و اطلاعات

- منابع، وسایل و اقدامات تهیه آمار و اطلاعات طرح هندسی تقاطع‌ها، عبارت است از:
- نقشه‌های موجود در اداره‌های کل راه و ترابری

## - نقشه برداری جدید

- گزارش‌های تردد شماری موجود
- شمارش ترافیک (با دستگاه ترافیک شمار یا به روش دستی)
- بررسی‌های محلی
- مرور طرح‌های جامع و تفصیلی (در صورت وجود)
- فرم‌های گزارش تصادف‌ها در معاونت راهنمایی رانندگی و امور حمل و نقل نیروهای انتظامی
- گفتگو با مسئولان و کارگزاران
- روش و نحوه گردآوری اطلاعات، تابعی از اهمیت تقاطع می‌باشد و می‌تواند متناسب با آن، از استفاده از مدرک‌ها و اطلاعات موجود و برآورد کلی پارامترها، تا نقشه برداری زمینی و مشاهده دقیق رفتارهای انسانی و الگوهای ترافیکی، متغیر باشد.

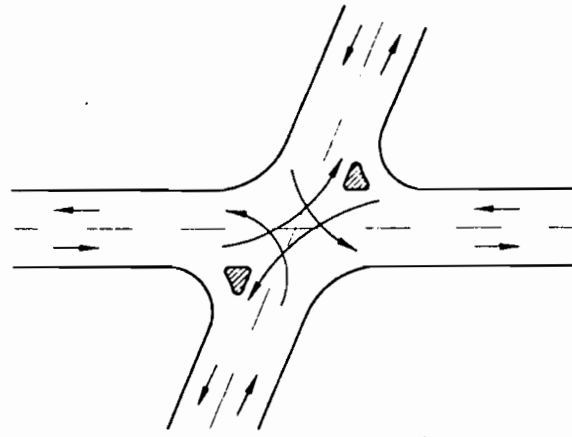
## ۷-۳ اصول جریان بندی ترافیک

## ۷-۳-۱ جریان‌های اصلی عبور

- تقاطع محل تلاقی (هم سطح) دو یا چند جریان ترافیکی با حجم‌ها و خصوصیات مختلف می‌باشد، بنابراین متناسب با این خصوصیات، سطح خدمت ویژه‌ای نیز برای آنها در نظر گرفته می‌شود به نحوی که حجم‌های ترافیک غالب (جریان‌های اصلی عبور) در تقاطع با حداکثر سهولت و کمترین تأخیر، به حرکت خود ادامه دهند. چنین شرایطی ممکن است مستلزم ایجاد محدودیت‌هایی همچون توقف، تأخیر یا حتی حذف حرکت‌های فرعی و کم اهمیت تر تقاطع باشد. این محدودیت‌ها به صورت تدریجی در طول مسیر تا رسیدن به تقاطع اعمال می‌شود. در شکل ۷-۱۷ طرح قیاسی (شماتیک) جریان اصلی عبور در تقاطع آورده شده است.

## ۷-۳-۲ سطوح برخورد

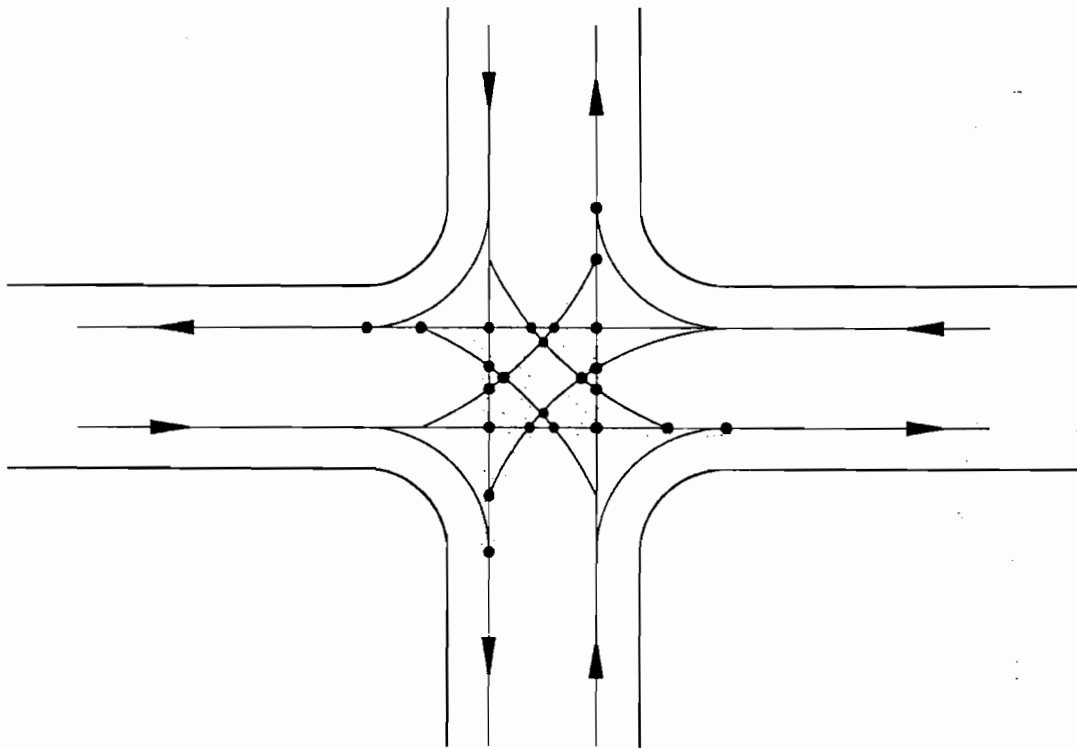
در طرح تقاطع‌ها بهتر است از ایجاد نواحی بزرگ تمام‌روسازی شده اجتناب ورزید و به این ترتیب سطوح برخورد وسایل نقلیه در تقاطع را کاهش داد. در شرایطی که زائده یک وسیله نقلیه در تقاطع، قادر به تشخیص حرکت سایر وسایل نقلیه موجود در تقاطع نباشد خطرهای ناشی از برخورد حرکت‌های متداخل تشدید می‌شود. جریان‌بندی ترافیک به کمک خط‌کشی یا جزیره‌های ترافیکی، سطوح برخورد را در تقاطع کاهش می‌دهد. با کاهش زاویه تقاطع (نسبت به حد معمول و متعارف ۹۰ درجه)، سطح برخورد در تقاطع افزایش می‌یابد.



نمونه سطوح برخورد در انواع تقاطع در شکل ۷-۱۸

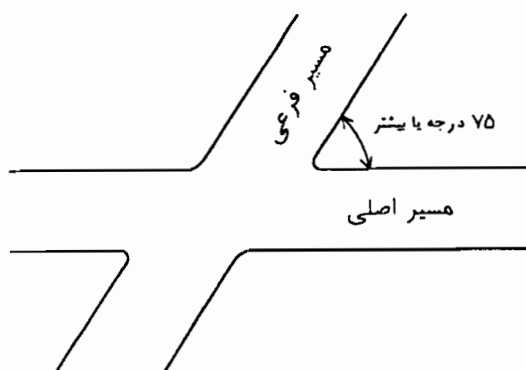
آمده‌است.

شکل ۷-۱۷ نمایش جریان‌های عبور در یک چهارراه



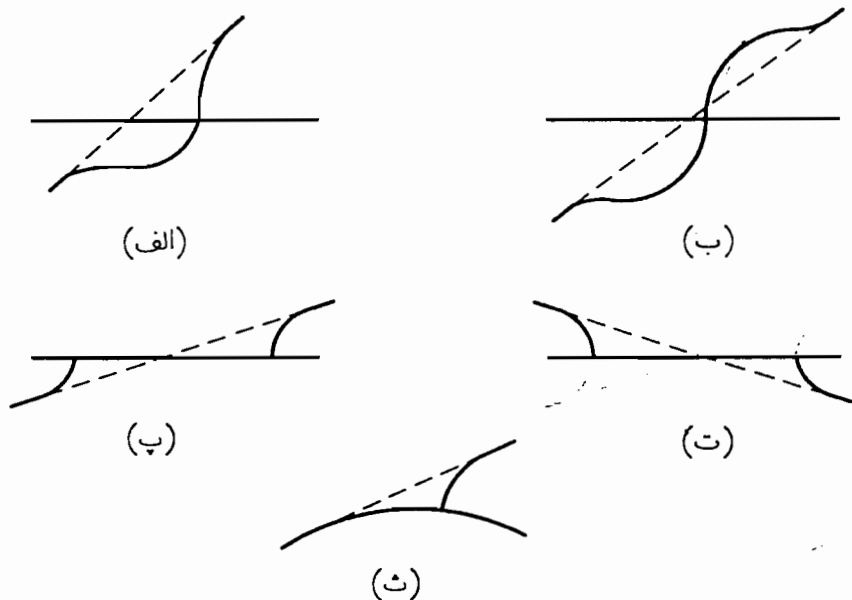
شکل ۷-۱۸ انواع سطوح برخورد ترافیکی

باشد. مطلوب آن است که زاویه تقاطع بین ۷۵-۹۰ درجه باشد. این مقادارها در شکل ۷-۱۹ نشان داده شده است.



شکل ۷-۱۹ زاویه برخورد تقاطع

چنانچه زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد باید در تقاطع تغییر مسیر جدیدی برای شاخه فرعی پیش بینی شود. انواع روش‌ها و حالت‌های تغییر مسیر شاخه فرعی تقاطع در شکل ۷-۲۰ نشان داده شده است.



شکل ۷-۲۰ گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها

### ۷-۳-۳ زاویه تقاطع

به منظور ایمن‌سازی و اقتصادی‌کردن طرح تقاطع، بهترین زاویه برخورد شاخه‌های منتهی به تقاطع، گوشه راست (۹۰ درجه) است. چنین زاویه‌ای کوتاهترین مسیر عبور را برای جریان‌های ترافیک تقاطع فراهم می‌سازد و سطح برخورد را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، زاویه راست، مطلوب‌ترین شرایط را برای رانندگان، به منظور تشخیص و قضاوت در مورد موقعیت نسبی و سرعت وسایل نقلیه نزدیک شونده به تقاطع، به وجود می‌آورد.

راه‌های متقاطع با زاویه حاده (تنگ) به محیط‌های چرخشی بزرگتری نیاز داشته و غلبه به محدودیت دید، به ویژه برای رانندگان کامیون منجر می‌شود. زمانی که یک کامیون در یک زاویه منفرجه (باز) گردش می‌کند، راننده نقطه کوری را در سمت راست وسیله نقلیه خود نداند. چنین وضعیتی می‌تواند منجر به تصادف شود.

زاویه تقاطع، در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۶۰ درجه

تصمیم‌گیری راننده برای انجام حرکت در تقاطع با دقت بیشتری انجام می‌گیرد و بر ایمنی تقاطع افزوده می‌شود. با جریان‌بندی ترافیک در تقاطع، حرکت‌های مختلف موجود در تقاطع از یکدیگر جدا و نقاط برخورد تقاطع، مشخص و محدود می‌شود.

### ۷-۳-۵ خط عبور کمکی تغییر سرعت

تعبیه خط عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع‌ها، به منظور الحاق تدریجی جریان فرعی به اصلی (یا جداسازی تدریجی جریان فرعی از اصلی) است. چنانچه افزایش (یا کاهش) سرعت جریان ورودی (یا خروجی) مستقیماً در مسیر عبور جریان اصلی صورت گیرد، سبب قطع جریان مداوم ترافیک مستقیم می‌شود و غالباً خطر ساز است. به این منظور در حوالی تقاطع‌ها، خط‌های عبور کمکی روسازی شده برای تغییر سرعت در کنار شاخه اصلی پیش‌بینی می‌شود. این خط عبور معمولاً شامل یک بخش لچکی و یک بخش با عرض ثابت، در کنار مسیر اصلی است که به منظور هدایت تدریجی ترافیک خروجی یا ورودی به کار می‌رود. خط تغییر سرعت، باید طول و پهنای کافی داشته باشد تا راننده به راحتی وسیله نقلیه را به آن هدایت کند و بتواند سرعت وسیله نقلیه را به حد سرعت طرح مسیر اصلی (در خط‌های افزایش سرعت) یا سرعت طرح مسیر فرعی (در خط‌های کاهش سرعت) برساند.

چنانچه زاویه پیوند (همگرایی) ترافیک شاخه فرعی به اصلی و یا به عبارت دیگر زاویه تلاقی خط افزایش سرعت با مسیر اصلی، کمتر از ۱۵ درجه باشد و تغییر سرعت از مسیر اصلی به فرعی ناچیز باشد الحاق ترافیک ورودی به جریان اصلی به بهترین نحو صورت می‌پذیرد.

مشاهده‌ها و تجربه‌های طراحی خط عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع‌ها نشان داده است که:

مهمترین عامل‌های مؤثر و مورد توجه در انتخاب هریک از حالت‌های بالا عبارتند از:

- حجم ترافیک شاخه‌های اصلی و فرعی تقاطع  
- وضعیت استفاده از زمین‌های محدوده مجاور تقاطع و هزینه تملک حریم

چنانچه حجم ترافیک شاخه اصلی کم باشد و هدایت ترافیک راه فرعی به آن، سبب کاهش غیرمتعارف سطح خدمت آن نشود، در آن صورت، مطابق حالت پ از شکل بالا، می‌توان جریان عبوری شاخه فرعی تقاطع را قبل از رسیدن به محل تقاطع، به صورت گردش به راست وارد جریان شاخه اصلی تقاطع کرد و پس از طی مسیر کوتاهی به صورت گردش به چپ، از آن خارج کرد. مزیت چنین حالتی، کاهش هزینه بازایی مسیر است و نقطه ضعف آن، لزوم حرکت گردش به چپ (ترافیک بهم‌بافته) به منظور خروج از شاخه اصلی تقاطع می‌باشد. بنابراین بهتر است طول ترافیک بهم‌بافته به اندازه‌ای باشد که بتواند گنجایش لازم را تأمین کند.

به صورت کلی، بهتر است در صورت امکان، از طرح قوس‌های افقی تند (با شعاع کم) در شاخه فرعی تقاطع و در حوالی محل تقاطع اجتناب ورزید، زیرا در چنین حالتی وسایل نقلیه، علاوه بر ضرورت کاهش سرعت، هنگام حرکت گردشی، قسمتی از خط مقابل را اشغال خواهد کرد. چنانچه شاخه اصلی تقاطع مطابق حالت ث از شکل بالا، قوس‌دار و شاخه فرعی مماس بر آن باشد، اصلاح مسیر شاخه فرعی مطابق آنچه در شکل آمده سبب افزایش دید و هدایت بهتر ترافیک در شاخه اصلی می‌شود.

### ۷-۳-۴ نقاط برخورد

در طرح تقاطع‌ها، بهتر است در صورت امکان تعداد نقاط برخورد را به حداقل رساند. با کاهش تعداد این نقاط،



موردهایی نمی‌توان از طرح حداقل معیارهای هندسی استفاده کرد.

### ۷-۳-۷ جزیره‌های ترافیکی

در تقاطع‌های با سطوح برخورد بزرگ و همچنین تقاطع دو راه با زاویه تنگ، به منظور کنترل و هدایت بهتر ترافیک، کاهش فاصله پیاده‌روی عابر و استفاده بهینه از سطح روسازی شده تقاطع، از جزیره‌های ترافیکی استفاده می‌شود. از این جزیره‌ها برای نصب علامت‌های ترافیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

جزیره، به یک نوع شکل هندسی محدود نیست و ممکن است یک سطح محصور به جدول قابل عبور، یک سطح روسازی محدود خط‌کشی شده یا یک سطح محدود علامت‌گذاری شده باشد.

از جزیره تقاطع معمولاً برای یک یا چند منظور زیر استفاده می‌شود:

- جداسازی برخوردهای ترافیکی

- کنترل زاویه برخورد

- کاهش سطح روسازی اضافی (سطح برخورد)

- تنظیم ترافیک و مشخص کردن روش مناسب استفاده از تقاطع

- ایجاد یک خط گردش ویژه برای حجم‌های بالای گردشی

- محافظت عابران پیاده

- محافظت و ذخیره‌کردن وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند گردش کرده یا راه عبوری را قطع کنند.

- تأمین فضا برای نصب وسایل کنترل ترافیک

به طور کلی جزیره یا شبه مثلثی و یا شبه مستطیلی طویل است. جزیره‌ها در سطوحی قرار گرفته‌اند که معمولاً برای عبور وسایل نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره‌ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره‌ها به گونه‌ای تهیه می‌شود

- طراحی خط‌های تغییر سرعت در بزرگراه‌های با سرعت و حجم ترافیک بالا توصیه می‌شود.

- رانندگان، از خط عبور کمکی تغییر سرعت، به یک شکل استفاده نمی‌کنند (بعضی بخش کوچکی از آن را مورد استفاده قرار می‌دهند). این خط عبور کمکی، موجب افزایش ایمنی و ازدیاد ظرفیت تقاطع می‌شود.

- میزان استفاده از خط‌های عبور کمکی، بسته به حجم ترافیک، متغیر است.

- لچکی مستقیم خط‌های عبور کمکی با طول کافی، معمولاً بر رفتار اغلب رانندگان منطبق است و به این ترتیب یک تعریض تدریجی و یکنواخت (خطی)، با صاف‌سازی محل شکستگی مسیر، جانشین قوس‌های معکوس برای تأمین لچکی می‌شود.

- خط‌های عبور کمکی کاهش سرعت در ورودی‌های تقاطع‌های همسطح، که به عنوان خط‌های تجمع ترافیک گردشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، موجب افزایش ایمنی و ظرفیت تقاطع می‌گردد.

برای جزئیات بیشتر در مورد طراحی خط‌های عبور تغییر سرعت تقاطع‌ها به بخش ۷-۴-۷ مراجعه شود.

### ۷-۳-۶ ترافیک گردشی

خط عبور مخصوص گردش، سبب کمک به حرکت‌های گردشی در ناحیه تقاطع می‌شود. در طرح خط عبور کمکی مخصوص گردش، از ایجاد تغییرهای آنی و تند در مسیر اجتناب می‌شود. این نکته به ویژه در موردهایی که برای ترافیک مستقیم مسیر اصلی شرایط بسیار مطلوبی فراهم شده و ترافیک دارای سرعت بالایی است حائز اهمیت است. در این صورت جداسازی ترافیک گردشی تقاطع، با احتیاط صورت می‌پذیرد. درچنین

جزیره‌های هدایت‌کننده طوری قرار داده می‌شود که مسـ مناسب و سایل‌نقلیه به خوبی و در اولین نگاه مشخص شو رانندگان در مسیر حرکت خود بهتر است، به طور ناگهانی با سـ بزرگی از روسازی غیرقابل استفاده مواجه نشوند. قبل از این خودروها در مسیر حرکتشان به اولین جزیره هدایت‌کننده برسند، خط‌های عبور بهتر است به وسیله خط‌کشی مشخص شده باشد تا خودروها با سرعت مطلوب، به مسیر مورد نـ هدایت شود. استفاده از یک گروه جزیره هدایت‌کننده با ابع کوچک، اغلب، باعث اشتباه و سردرگمی رانندگان، بویژه آنها برای اولین بار از مسیر تردد می‌کنند، خواهد شد. بنابراین بهتر است از تعداد کمتری جزیره‌های بزرگتر استفاده شود. ای وضعیت، بویژه در راه‌های حومه شهری که سرعت زیاد نیست رانندگان، انتظار روپرو شدن با محدودیت‌های بیشتری را در طـ راه دارند، نتایج خوبی خواهد داشت.

به هر حال، تشخیص به موقع جزیره‌های ترافیکی توـ رانندگان، از ضرورت‌های طراحی هندسی است و می‌توان روشنایی یا نصب علامت‌های مناسب کنترل ترافیک، به رانـ کمک کرد.

#### ۲-۷-۳-۷ جزیره‌های جداکننده

این نوع جزیره‌ها، اغلب در تقاطع راه‌های جداکننده بکـ می‌رود. این جزیره‌ها، نزدیک شدن به تقاطع را به رانندگان اطـ می‌دهد و موجب تنظیم ترافیک در ورودی تقاطع می‌شو استفاده از این جزیره‌ها، به ویژه به منظور کنترل ترافیک گردش چپ، در تقاطع‌های تنگ (با زاویه حاده) و در محل‌هایی خط‌های مخصوص گردش به راست وجود دارد، بسیار مـ است. نمونه‌هایی از انواع جزیره‌های جداکننده در شکل ۷-۷- نشان داده شده است.

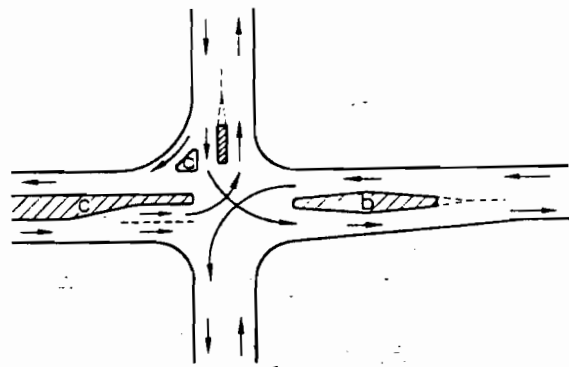
که برای وسایل‌نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. مساحت جزیره‌ها بهتر است از پنج متر مربع کمتر نباشد.

جزیره‌های ترافیکی معمولاً بیش از یک وظیفه دارد. به این دلیل آنها را عموماً می‌توان به سه گروه به ترتیب زیر تقسیم کرد.

#### ۱-۷-۳-۷ جزیره‌های هدایت‌کننده

این نوع جزیره‌ها برای هدایت و کنترل جریان‌های ترافیک (معمولاً حرکت‌های گردش) بکار می‌رود. با تبدیل سطوح غیرقابل استفاده به جزیره‌های هدایت‌کننده و در نتیجه معین شدن مسیر گردش. جریان‌های ترافیک گمراه‌کننده که ممکن است در اثر وجود سطح بزرگ روسازی در تقاطع بوجود آیند. حذف می‌شود.

در شکل ۶-۲۱ حالت‌های متداول جزیره‌های هدایت‌کننده نشان داده شده است. جزیره مثلثی a در این شکل به منظور هدایت ترافیک گردش به راست تعبیه شده و جزیره‌های مرکزی b و c برای هدایت وسایل‌نقلیه‌ای که قصد دورزدن یا گردش دارند بکار می‌رود.



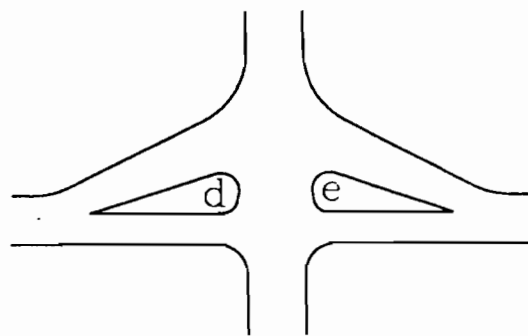
شکل ۶-۲۱ حالت متداول جزیره‌های هدایت‌کننده

با مسیر لبه‌های روسازی شده راه، در شکل ۷-۲۳ آمده است.

### ۳-۷-۳-۷ جزیره‌های پناه‌دهنده

جزیره پناه‌دهنده یا جزیره عابر، به منظور محافظت عابران پیاده هنگام عبور از تقاطع، در محل و یا نزدیکی خط عابر پیاده بکار می‌رود. در منطقه‌های بیرون شهری، اکثر جزیره‌های هدایت‌کننده این عملکرد را نیز بعهده دارند و برای حفاظت و پناه جان عابران پیاده نیز بکار می‌رود. جزیره‌های a و b و c و d و e در شکل‌های ۷-۲۱ و ۷-۲۲ نمونه‌هایی از این گونه جزیره‌ها است. در جزیره‌های پناه‌دهنده، استفاده از جدول‌های غیرقابل عبور، الزامی است.

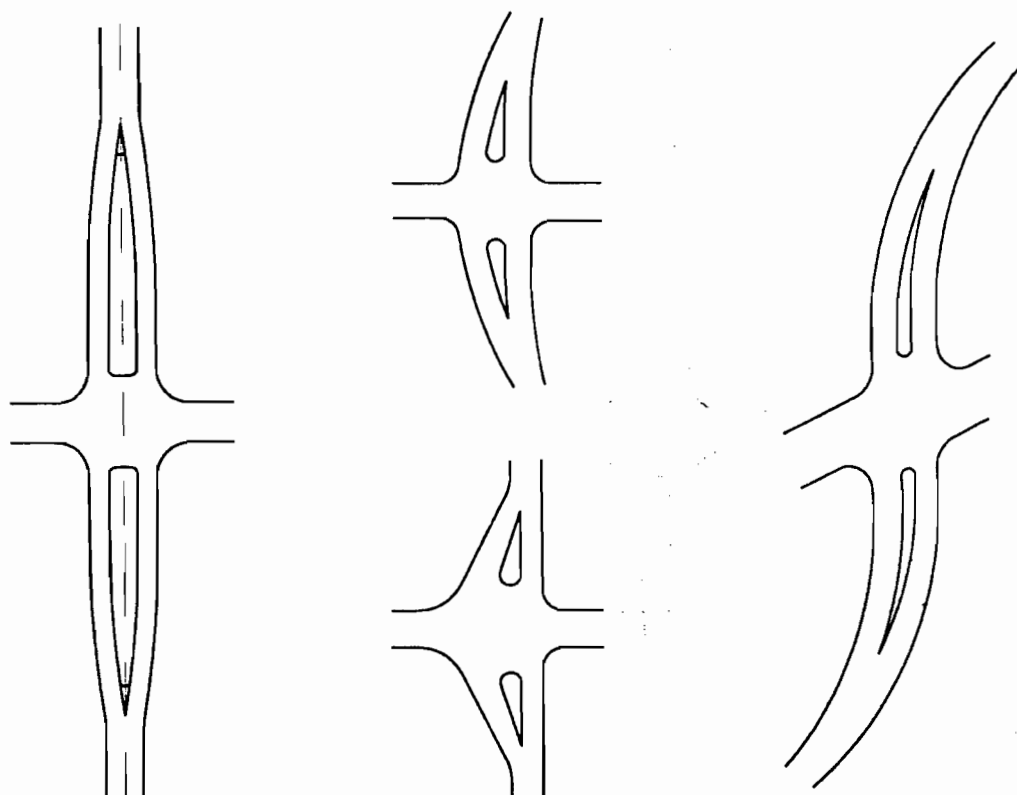
برای مشخصات طراحی انواع جزیره‌ها، به بخش ۷-۴-۵ مراجعه شود.



شکل ۷-۲۲ نمونه جزیره‌های جداکننده

برای ایجاد جزیره‌های جداکننده در مسیر مستقیم، از قوس معکوس استفاده می‌شود. در راه‌ها، که معمولاً سرعت زیاد است، مضروب آن است که شعاع انحنای قوس معکوس از ۱۵۰۰ متر کمتر نباشد، اما در راه‌های با سرعت کم می‌توان قوس‌های با شعاع کمتر (زادقل ۷۰۰ متر) نیز بکاربرد.

حالت‌های مختلف قرارگیری جزیره‌های جداکننده، متناسب



شکل ۷-۲۳ یکنواختی انحنای جزیره ترافیکی با لبه روسازی

۷-۳-۸ ممنوعیت گردش

در شرایطی که تجزیه و تحلیل ظرفیت تقاطع، مشخص سازد که ممنوعیت حرکت‌های گردشی در یک یا چند جهت خاص، سبب بهبود قابل توجه عملکرد تقاطع می‌شود، در آن صورت با استفاده از علامت‌های کنترل ترافیک، جزیره‌های ترافیکی و یا هردو می‌توان این ممنوعیت را به وجود آورد و حرکت‌های ترافیکی نامطلوب را در تقاطع حذف و آنها را به جهت‌های مورد نظر هدایت کرد.

۷-۴-۴ معیارهای طراحی جریان بندی ترافیک

۷-۴-۱ کلیات

شکل هندسی تقاطع باید متناسب با جریان ترافیک و رفتار مورد انتظار رانندگان، طراحی شود. برای تحقق این امر، که موجب افزایش ایمنی تقاطع نیز می‌شود، توجه به نکات زیر ضرورت دارد.

- سادگی طرح تقاطع

- پیش‌بینی فاصله‌های دید در طرح

- راحتی جریان ترافیک در کنیه جهت‌ها

- مشخص بودن جهت‌ها و موقعیت جریان‌های مختلف

- مجزای بودن مسیرها و کاهش سطوح برخورد با جریان بندی

صحیح ترافیک

- تسهیل حرکت‌های گردشی

- استفاده از خط‌های عبور کمکی تغییر سرعت، در صورت نیاز

ناشی از حجم ترافیک

- نصب سیستم کنترل ترافیک در صورت نیاز

- تأمین روشنایی در صورت امکان

- اطمینان به تخلیه آب‌های سطحی

۷-۴-۲ فاصله دید در تقاطع

تأمین فاصله دید در تقاطع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فاصله دید در تقاطع از سه نظر بشرح زیر کنترل می‌شود.

الف - فاصله دید تشخیص تقاطع

ب - فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

پ - اثر زاویه تقاطع و شیب، بر فاصله دید تقاطع

۷-۴-۱-۲ فاصله دید تشخیص تقاطع

هدف از تأمین فاصله دید تشخیص، این است که اگر راننده وسیله نقلیه، در تقاطع با مانعی مواجه شود، قادر به اعمال عکس‌العمل به موقع و کنترل وسیله نقلیه خود برای جلوگیری از تصادف باشد. ضمن آنکه چنانچه قصد تغییر مسیر حرکت در تقاطع را داشته باشد بتواند تصمیم لازم را قبل از رسیدن به تقاطع بگیرد.

برای بهتر دیده شدن تقاطع، بهتر است به نکات زیر توجه شود.

- فاصله دید از حداقل فاصله دید توقف بیشتر باشد.

- از قراردادن تقاطع در نزدیکی خم‌های گنبدی خودداری شود.

- از قراردادن تقاطع در پیچ‌های تند یا نزدیکی آنها و

مخصوصاً در سمت داخل پیچ، خودداری شود. چنانچه

این امر اجتناب‌ناپذیر است، باید با توجه به مانع‌های

دید موجود در تقاطع، به نوعی تقاطع را کنترل کرد.

- در صورت امکان، روشنایی تقاطع تأمین شود.

- چنانچه به عینی تأمین فاصله دید توقف تا رسیدن به محل

تقاطع امکان‌پذیر نیست، با استفاده از علامت‌های ترافیکی

اطلاعات لازم به رانندگان منتقل شود. این علائم ترافیکی

شامل خط‌کشی و روسازی لرزاننده خودرو توأم با تابلوها و

یا چراغ راهنمایی است.

## ۷-۴-۲-۲ فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

شرح هندسی طوری تهیه می‌شود که در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع و در راستای خط دید رانندگان خودروهای شاخه‌های فرعی و اصلی تقاطع که به محل تقاطع نزدیک می‌شوند، سطح دید بدون مانعی وجود داشته باشد. چنین سطحی، مثلث دید نام دارد. بنابراین، مثلث دید مثلثی است (معمولاً قائم‌الزاویه) که یک ضلع آن (وتر) چشم راننده و وسیله نقلیه کنترل شده را به وسیله نقلیه‌ای که احتمال برخورد با آن می‌رود وصل می‌کند و دو ضلع دیگر آن در امتداد راه‌های اصلی و فرعی منتهی به تقاطع است. در شکل ۷-۲۴ حالت‌های مختلف موجود برای مثلث دید در تقاطع، آمده است.

به طور کلی در محدوده مثلث دید نباید هیچگونه مانعی وجود داشته باشد. مانع‌های دید در راه‌ها، معمولاً جان‌پناه پاره‌ها، تیروانی خاکبرداری‌ها، دیوارهای حایل خاکبرداری، درخت‌ها و موردهای مشابه می‌باشد. نرده‌های حفاظ معمولاً به علت ارتفاع کمی که دارد مانع دید در تقاطع‌ها نمی‌شود.

برای تعیین موانع دید، راستای دید از نقطه‌ای به ارتفاع ۱۰۷ سانتی‌متر که همان ارتفاع چشم راننده فرضی راه فرعی است، به مانعی به ارتفاع ۱۳۰ سانتی‌متر در محور خط عبور ورودی تقاطع وصل می‌شود.

مشث دید تقاطع‌ها برای وضعیت‌های مختلف کنترل ترافیک متفاوت است. تقاطع‌ها را از نظر کنترل می‌توان به چهارگروه زیر تقسیم کرد.

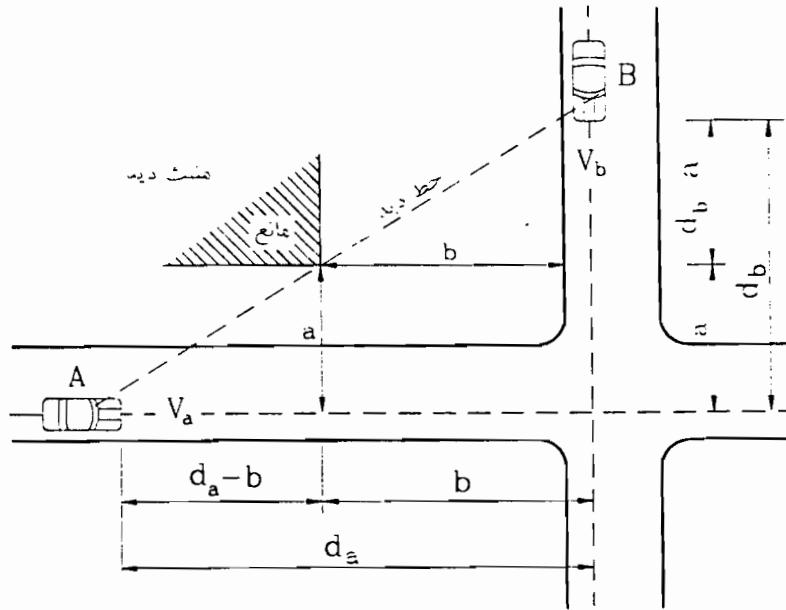
## اول) تقاطع بدون کنترل

تقاطع بدون کنترل به تقاطعی گفته می‌شود که فرعی و اصلی بودن مسیرهای منتهی به آن مشخص نیست و هیچگونه علامت‌های تقدم، ایست یا چراغ راهنمایی به منظور کنترل

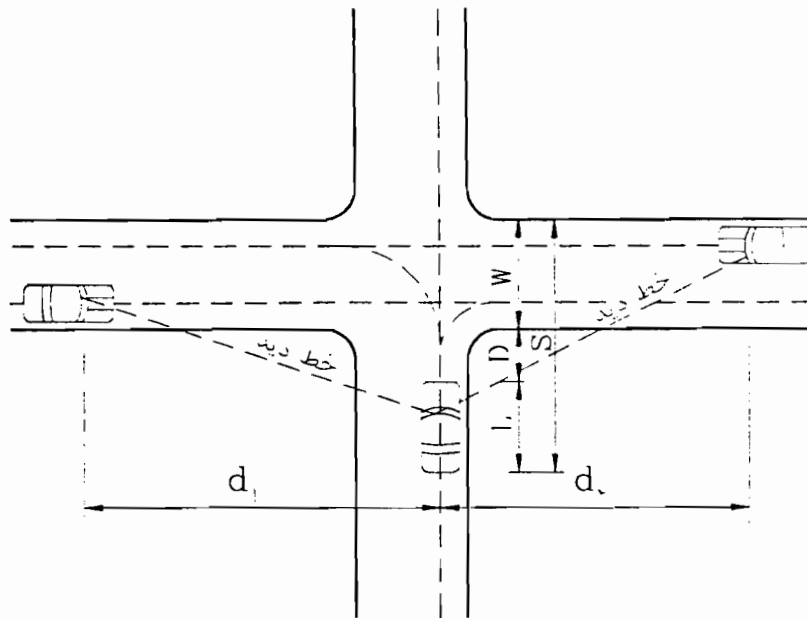
ترافیک تقاطع وجود ندارد. در چنین شرایطی رانندگان وسایل نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند، در فاصله زمانی مناسبی قبل از رسیدن به تقاطع، سرعت خود را کاهش می‌دهند. زمان لازم برای این منظور، مرکب از زمان‌های درک و عکس‌العمل و ترمزگیری است. زمان درک و عکس‌العمل، معمولاً برابر دو ثانیه و زمان ترمزگیری، یک ثانیه فرض می‌شود. براساس زمان سه ثانیه‌ای فوق‌الذکر، حداقل فاصله دید لازم در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع، متناسب با سرعت طرح آنها در جدول ۷-۲ آمده است.

مثلاً چنانچه در شکل ۷-۲۴ الف، مسیر A سرعت طرحی برابر با ۱۰۰ کیلومتر در ساعت و مسیر B سرعت طرحی برابر با ۷۰ کیلومتر در ساعت داشته باشد مثلث دید در امتداد مسیر A طولی معادل ۸۵ متر و در امتداد مسیر B طولی برابر با ۶۰ متر خواهد داشت. مقدارهای درج‌شده در جدول برای سطوح بدون شیب است. چنانچه هریک از شاخه‌های منتهی به تقاطع، دارای شیب مثبت یا منفی (سرریایی یا سرازیری) باشد، مطابق آنچه که در انتهای این بخش آمده است، از فاصله دید مذکور در بالا کاسته یا برآن افزوده می‌شود.

با توجه به آنکه در تقاطع بدون کنترل، امکان کاهش همزمان سرعت، توسط هر دو وسیله نقلیه موجود در شاخه‌های مجاور تقاطع و رسیدن همزمان آن دو، به تقاطع وجود دارد لذا جهت جلوگیری از ایجاد خطر، قانون حق تقدم سمت راست به اجرا گذاشته می‌شود. در راه‌های دوخطه باترددکم، هزینه تملک زمین به منظور تأمین این فاصله دید در تقاطع بدون کنترل، عموماً ناچیز است. چنانچه تأمین مثلث دید بدون مانع امکان‌پذیر نباشد باید با استفاده از علائم کنترل ترافیک، اطلاعات لازم برای کاهش سرعت خودروها یا توقف آنها در یک یا هر دو مسیر منتهی به تقاطع، به رانندگان منتقل شود.



الف - حالت اول و دوم  
راه فرعی فاقد کنترل و یا با علامت حق تقدم



ب - حالت سوم  
کنترل روی راه فرعی با علامت ایست

شکل ۷-۲۴ مثلث فاصله دید در تقاطع

## دوم) کنترل مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های «حق تقدم»

در شرایطی که امکان تأمین دید بدون مانع، متناسب با سرعت‌های طرح راه‌های منتهی به تقاطع، وجود نداشته و یا مقرون بصرفه نباشد، می‌توان با استفاده از علامت‌های کاهش سرعت، سرعت خودروها را در مسیر فرعی منتهی به تقاطع کاهش داد و تقدم عبور را به وسایل نقلیه مسیر اصلی واگذار کرد.

برای این منظور چنانچه در شکل ۷-۲۴ مسیر اصلی و مسیر B فرعی باشد، در آن صورت برای تعیین سرعت مناسب خودروهای مسیر B در حوالی تقاطع، ابتدا فاصله دید توقف  $d_b$  در مسیر B محاسبه می‌شود.

$$d_b = \frac{a \cdot d_a}{d_a - b}$$

سپس سرعت  $V_b$  متناسب با این فاصله دید توقف بدست می‌آید. اثر شیب در این حالت نیز مشابه حالت اول است.

## سوم) کنترل مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های «ایست»

چنانچه ترافیک مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های ایست کنترل شود، طراحی باید طوری باشد تا راننده وسیله نقلیه مسیر فرعی، فاصله دید کافی داشته باشد که از حالت توقف شروع به حرکت کرده و مانور کامل خود (حرکت عبوری یا گردش به چپ یا گردش به راست) را به طور ایمن انجام دهد. در شکل ۷-۲۴ ب پارامترهای مؤثر در تعیین فاصله دید در این حالت آورده شده است. فاصله دید در امتداد مسیر اصلی با مقادیر  $d_1$  و  $d_2$  نشان داده شده است. فرض بر این است که راننده وسیله نقلیه متوقف در پشت خط توقف مسیر فرعی، در فاصله ۶ متری از لبه روسازی یا خط جدول مسیر اصلی مستقر است. سه نوع حرکت برای خودرو متوقف در مسیر فرعی فرض می‌شود. هریک از این وضعیت‌ها، با حالت‌های الف، ب و پ در

شکل ۷-۲۵ نشان داده شده است.

## سوم - الف: حرکت مستقیم

فاصله دید لازم برای حرکت مستقیم از تقاطع، براساس زمان لازم برای ترک تقاطع توسط وسیله نقلیه متوقف در راه فرعی و فاصله‌ای که خودرو متحرک در مسیر اصلی تقاطع، طی همین زمان، براساس سرعت طرح مسیر اصلی طی می‌کند، محاسبه می‌شود. فاصله دید در این حالت از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V}{3/6} (J + t_a)$$

که در آن:

$d$  = فاصله دید لازم در امتداد مسیر اصلی، به متر

$V$  = سرعت طرح مسیر اصلی، به کیلومتر در ساعت

$J$  = جمع زمان تصمیم‌گیری برای حرکت و اقدام به حرکت کردن (معمولاً ۲ ثانیه فرض می‌شود).

$t_a$  = زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و پیمودن فاصله  $S$  برای عبور از مسیر اصلی، به ثانیه

فاصله زمانی  $t_a$  تابع خصوصیات خودرو و راننده آن است.

در شکل ۷-۲۴ این فاصله زمانی برای انواع خودروهای طرح و فاصله‌های عبوری از تقاطع نشان داده شده است. فاصله عبور  $S$  نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$S = D + W + L$$

که در آن:

$D$  = فاصله لبه نزدیک روسازی مسیر اصلی تا جلوی وسیله نقلیه متوقف، به متر (معمولاً سه متر فرض می‌شود).

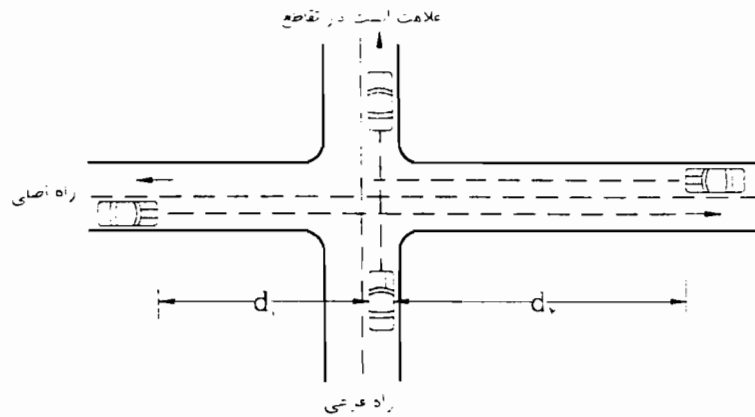
$W$  = پهنای روسازی مسیر عبور وسیله نقلیه، به متر (براساس تعداد خط‌های عبور مسیر اصلی مشخص می‌شود).

$L$  = طول وسیله نقلیه، به متر

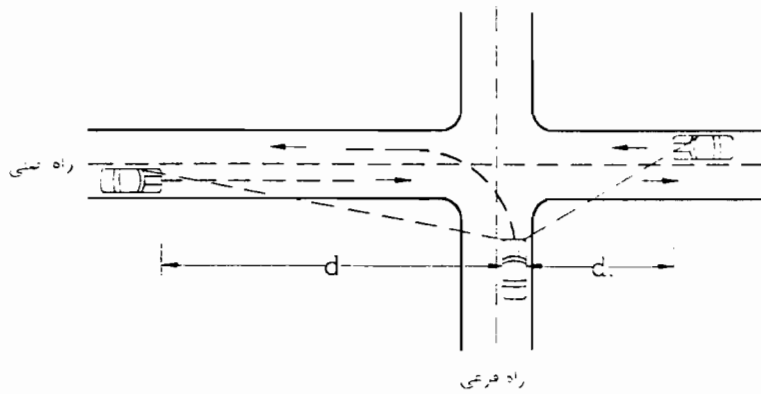
در شکل ۷-۲۷ اجزای مؤثر بر فاصله دید حرکت مستقیم نشان داده شده است.

جدول ۷-۲ حداقل فاصله دید ایمن در تقاطع های بدون کنترل

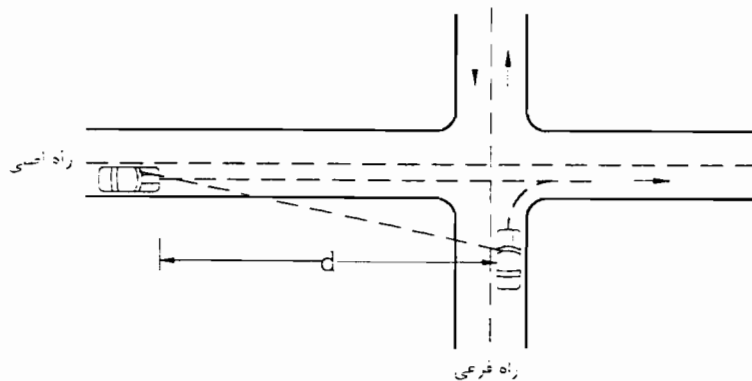
۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۵	سرعت (کیلومتر در ساعت)
۱۰۰	۹۰	۸۵	۷۵	۶۵	۶۰	۵۰	۴۰	۳۵	۲۵	۲۰	۱۵	حداقل فاصله دید ایمن (متر)



حالت الف - کنترل عبور با علامت ایست



حالت ب - گردش به چپ روی راه اصلی دوخطه، بعد از ایست کامل



حالت پ - گردش به راست روی راه اصلی دوخطه بعد از ایست روی چراغ قرمز

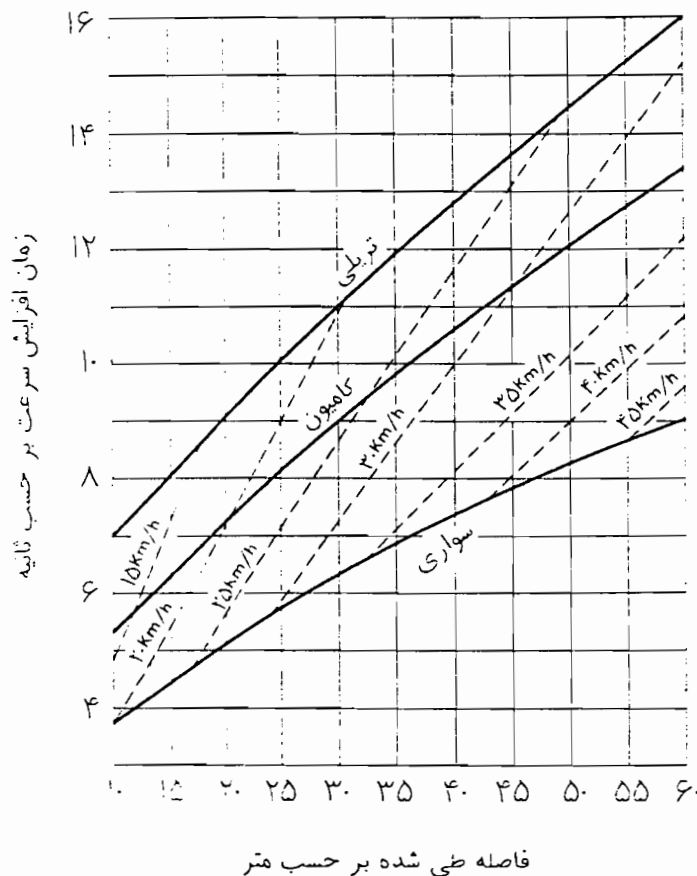
شکل ۷-۲۵ فاصله دید وسیله متوقف در یک تقاطع هم سطح برای هر یک از عبورهای سه گانه



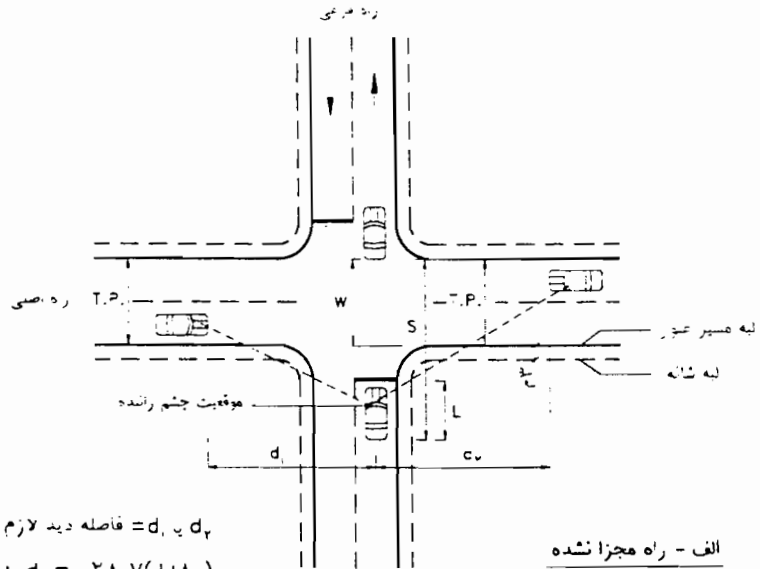
## دوم - ب: گردش به چپ

فاصله دید لازم برای گردش به چپ نیز مانند حرکت مستقیم محاسبه می‌شود. با این تفاوت که  $a$  در این حالت، زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و گردش به چپ و پیوستن به جریان ترافیک مسیر اصلی (تقریباً  $1/5$  برابر پهنای خط عبور) و  $v$  برابر  $85$  درصد سرعت طرح مسیر اصلی است. شکل‌های  $7-29$  و  $7-30$  به ترتیب، نحوه محاسبه فاصله دید گردش به چپ را در شرایطی که راه اصلی فاقد میانه و یا دارای میانه است نشان می‌دهد.

بر اساس پارامترهای مختلف مؤثر در طراحی، فاصله دید لازم در امتداد مسیر اصلی تقاطع از شکل  $7-28$  قابل محاسبه است. چنانچه به علت سرعت زیاد، تأمین فاصله دید، مطابق آنچه از شکل بالا بدست آمده امکان‌پذیر نباشد، سرعت مجاز مسیر اصلی با نصب تابلو به حد مناسبی کاهش داده می‌شود. سرعت مناسب از شکل  $7-26$  قابل محاسبه است.



شکل  $7-26$  فاصله طی شده از توقف در تقاطع هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر



$d_p$  یا  $d_s =$  فاصله دید لازم در تقاطع

$$d_p \text{ یا } d_s = 0.728 V(J+1.0)$$

که در آن:

$V =$  سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$J =$  زمان درک و عکس العمل (۲ ثانیه فرض میشود)

$1.0 =$  زمان فراباش سرعت

$$S = D + W + L$$

که در آن:

$S =$  فاصله ضعیف شده توسط خودرو برای عبور از راه اصلی (متر)

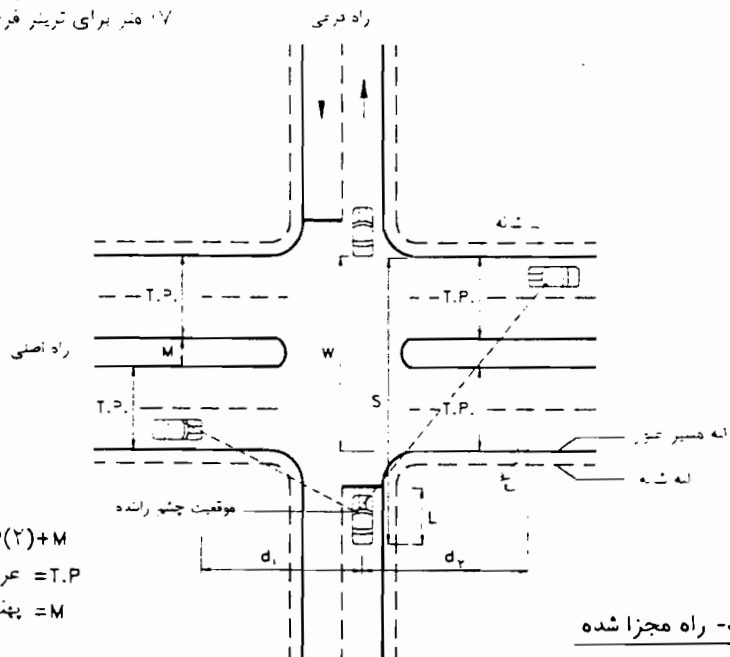
$D =$  فاصله به حیثی خودرو تا لبه مسیر عبوری (متر)

$W =$  پهلی روی مسیر عبوری خودرو (متر)

$L =$  طول خودروی عبوری (۶ متر برای سواری، ۹ متر برای کامیون)

۱۷ متر برای تریلر فرض میشود)

تعداد حرکت عبوری	پهنای میانه	خودرو طرح
۱	۵ متر	سواری
۲	۵.۵ متر	سواری
۱	۶ متر	توبوس یا کامیون
۲	۶.۵ متر	توبوس یا کامیون
۱	۷ متر	تریلی
۲	۷.۵ متر	تریلی



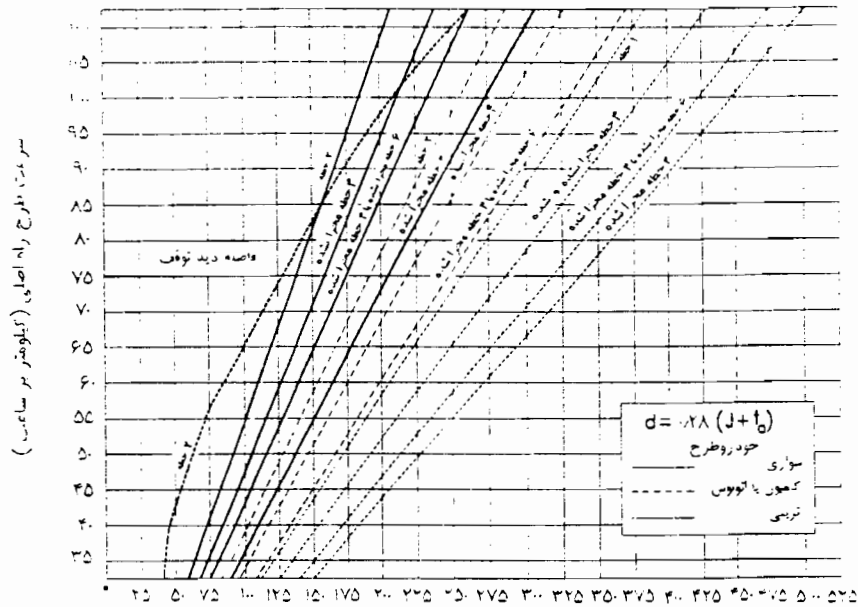
$$W = TP(Y) + M$$

$TP =$  عرض روسازی شده مسیر عبوری (هر طرف)

$M =$  پهنای میانه

\* در صورت شیبدار بودن منطقه تقاطع و یا ازبج بودن آن، ضرایب تصحیح بکار برده میشود.

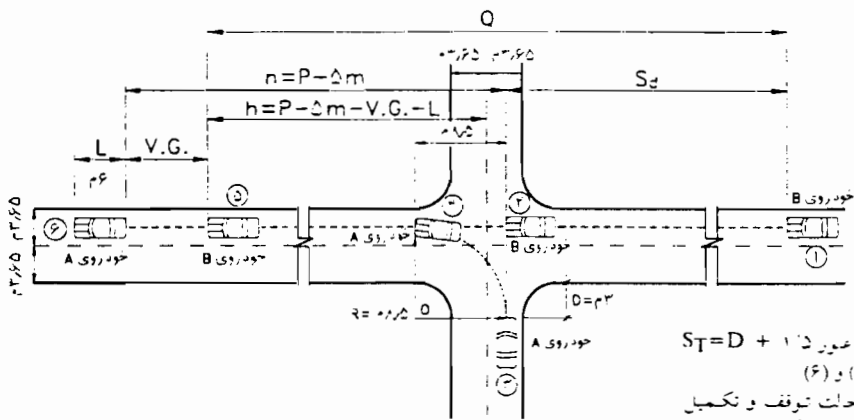
شکل ۷-۲۷ فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه)



فاصله لازم در رد اصلی نسبت به تقاطع (متر)

یادداشت: فقط برای خط عبور به عرض ۳/۶۵ متر و با فرض تقاطع راست گوشه و شیب ۲٪ یا کمتر

شکل ۷-۲۸ نمودار تعیین فاصله دید در تقاطع برای وسیله متوقف شده



$$S_T = D + \frac{.7R}{V} + R$$

$V.G. =$  فاصله بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)  
 $S_d =$  مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد  $V_a$  بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا  $V_a$  است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۶)، برابر  $V_a$  است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح می‌باشد.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر  $V_a$  است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطح قرار دارند.

$$h = P - S_T + R - V.G. - L$$

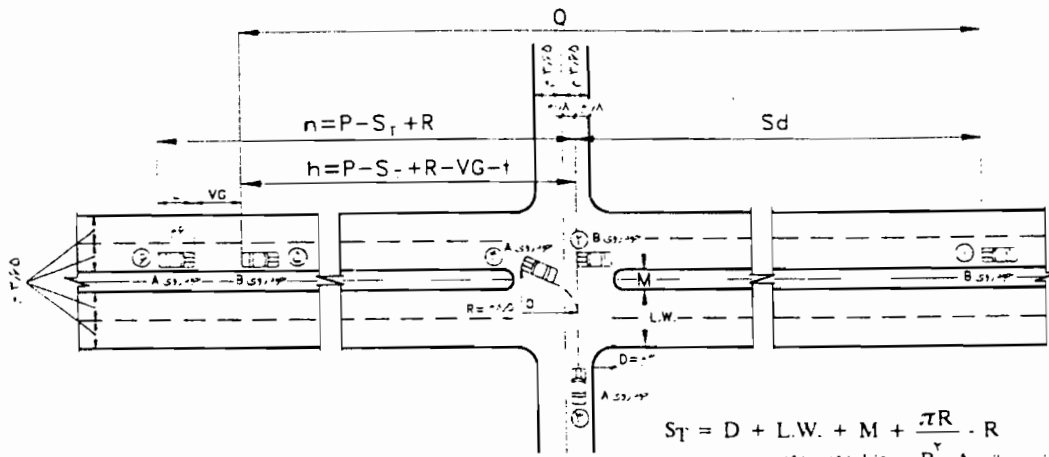
$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_a = 85$  درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

- خودروی A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A
- (۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست
- (۶) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد.
- خودروی B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت حرکت است، دو ثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.
- (۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد و فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود. وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۲۹ گردش به چپ متوسط وسیله نقلیه متوقف شده در تقاطع هم‌سطح



$$S_T = D + L.W. + M + \frac{\pi R}{V} - R$$

$V.G$  = فاصله ایمن بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)

$S_d$  = مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد  $V_a$  بدون نیاز به سبقت گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حال حرکت بوده و در حالت کاهش سرعت تا  $V_a$  است.  
 $(= 2 \times 0.28 \times V_a)$

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۶)، برابر  $V_a$  است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح مسیری است.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر  $V_a$  است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطح قرار دارند.

$$h = P - S_T + R - V.G - L$$

$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_a = 15$  درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A

(۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست

(۶) - (۳)، مسافت ضر شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد.

خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت گردش است، دو ثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.

(۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد و

فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۳۰ گردش به چپ خودرو متوقف شده روی راه چندخطه

به این ترتیب، فاصله Q در شکل ۷-۲۹ بدست می آید. با کم کردن مقدار h (که رابطه آن در شکل مذکور آمده است) از Q، فاصله دید توقف لازم، در این حالت محاسبه می شود. شکل ۷-۳۰ نیز فاصله را در مورد تقاطع هایی که مسیر اصلی آنها دارای میانه است، مشخص می سازد. در شکل ۷-۳۲ مقادیر خلاصه شده فاصله دید لازم برای گردش به چپ، که براساس پارامترهای مختلف مؤثر در شکل های ۷-۲۹ و ۷-۳۰ بدست آمده، داده شده است.

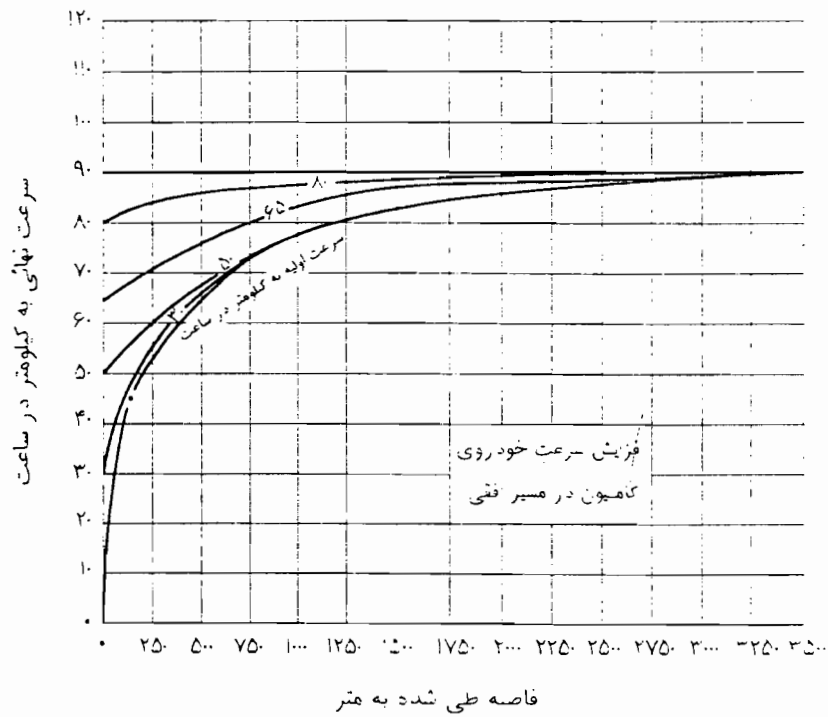
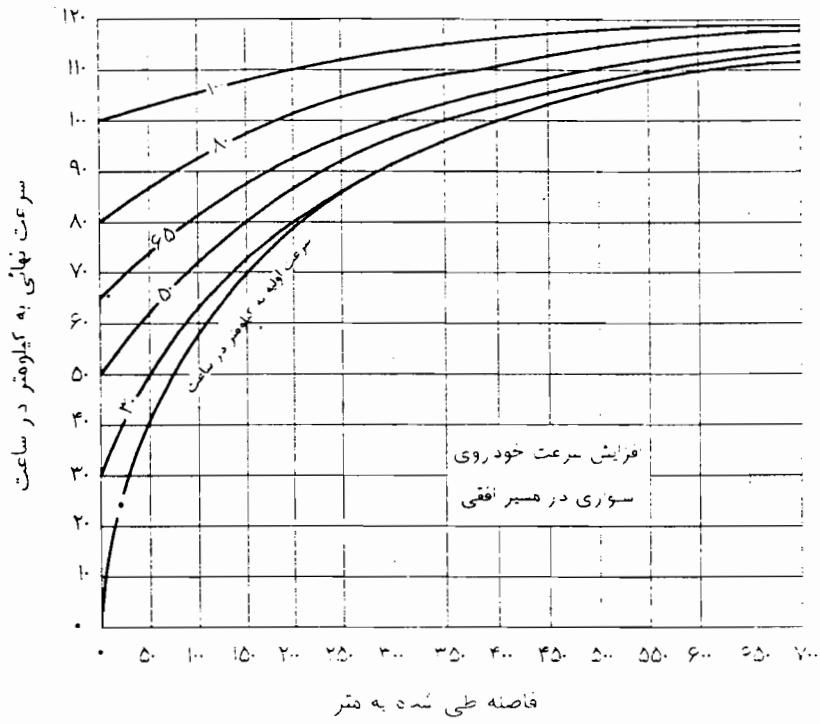
سوم - پ: گردش به راست

فاصله دید لازم برای گردش به راست تقریباً یک متر کمتر از فاصله دید نظیر گردش به چپ است. اجزای طراحی گردش به راست نیز در شکل ۷-۲۳ نمایش داده شده و با استفاده از شکل ۷-۲۲ برای شرایط مختلف به راحتی قابل محاسبه است.

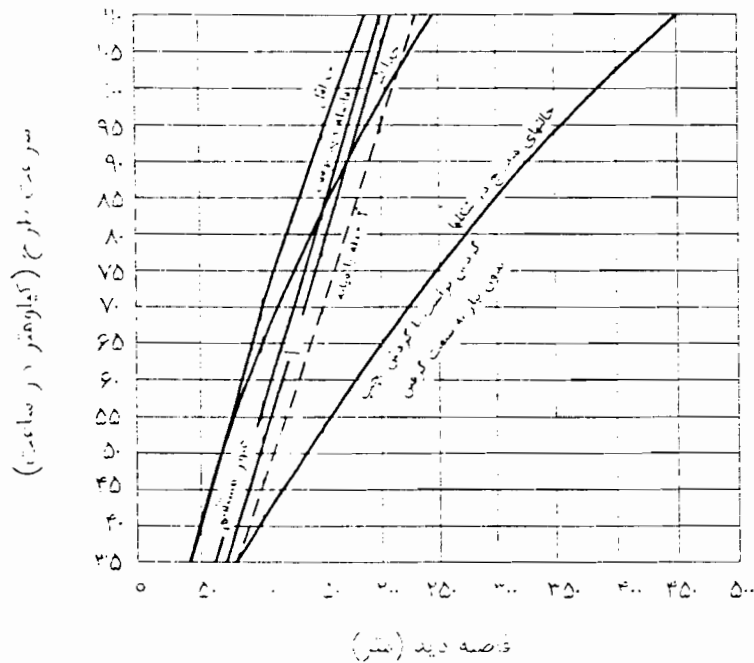
برای راه اصلی فاقد میانه با استفاده از شکل ۷-۳۱، فاصله لازم برای آن که سرعت خودرو طرح (سواری و یا کامیون) به ۸۵ درصد سرعت طرح مسیری اصلی برسد، محاسبه می شود. سپس زمان لازم برای طی این مسیر ( $t_a$ ) از جدول ۷-۳ بدست می آید.

جدول ۷-۳ زمان شتاب گیری بر حسب ثانیه

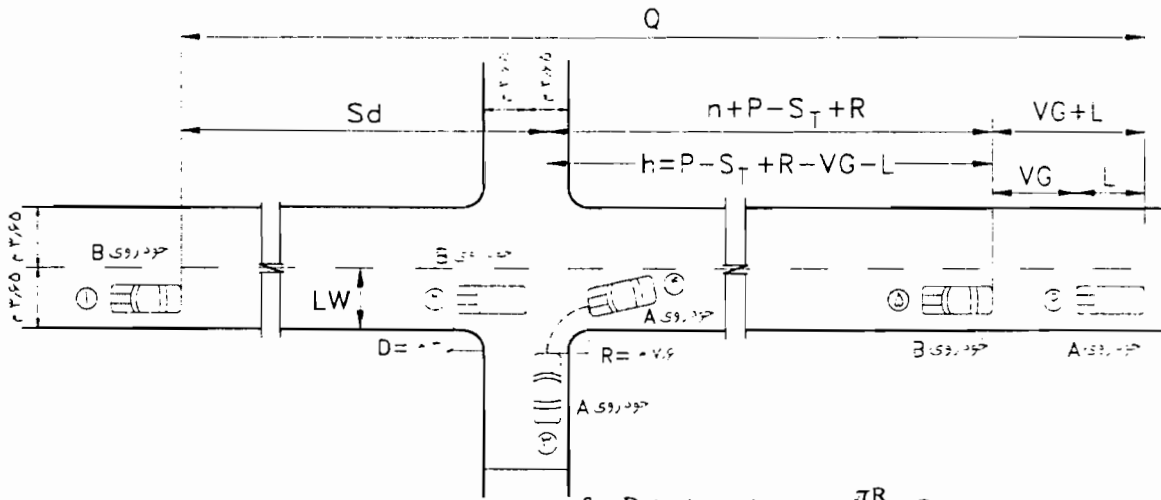
زمان ( $t_a$ ) (ثانیه)	فاصله طی شده (متر)	سرعت حداکثر (کیلومتر در ساعت)
۵/۷	۲۵	۳۰
۱/۳	۴۰	۴۰
۹/۸	۷۰	۵۰
۱۲/۳	۱۱۰	۶۰
۱۵/۲	۱۶۰	۷۰
۱۹/۸	۲۳۵	۹۰
۲۲/۴	۳۲۵	۱۰۰
۲۷/۴	۴۵۵	۱۰۰
۳۳/۹	۶۵۰	۱۱۰



شکل ۷-۳۱ منحنی‌های افزایش سرعت



شکل ۷-۲۲ فاصله دید در تقاطع هم سطح



$$S_T = D + 1,5 + \frac{\pi R}{180} - R$$

$V \cdot G =$  فاصله بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)

$S_d =$  مسافت دید در آن خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد  $V_a$  بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو B که با سرعت صریح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت از  $V_a$  است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۴)، برابر  $V_a$  است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت صریح مسیّر است.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر  $V_a$  است.

خودروهی A و B متر ضوال دارند و در منصفه سطح قرار دارند.

$$h = P - S_T + R - V \cdot G - L$$

$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_a = 15$  درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

- خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A
- (۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست
- (۵) - (۴)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد.
- خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیّر در حالت گردش است، دو زبانه فیر آن آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.
- (۲) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت  $V_a$  برسد و فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۲۳ تعیین فاصله دید برای حالت گردش به راست به یک راه دو خطه

### چهارم - کنترل تقاطع با چراغ راهنمایی

چنانچه ایجاد فاصله دید بدون مانع در تقاطع، براساس روش های کنترل ترافیک سه گانه فوق الذکر امکان پذیر نباشد و مکان تأمین بوق وجود داشته باشد، با نصب چراغ راهنمایی می توان نسبت به کنترل ترافیک تقاطع و کاهش فاصله دید لازم، اقدام کرد. این روش در راه های دوطرفه که محدودیت کمتری برای تأمین فاصله دید وجود دارد و اغلب تأمین بوق ممکن نیست، کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. با این وجود در چنین حالتی نیز به سبب آنکه ممکن است چراغ راهنما همیشه عمل نکند و یا در وقت های خلوت شب به صورت چشمک زن عمل نماید، مطلوب آن است که در این تقاطع ها فاصله دید لازم برای حالت سوم، (کنترل با تابلو ایست) فراهم شود.

می کند سرعت خود را کاهش داده و با احتیاط حرکت کند. در این صورت می توان میدان دید را در تقاطع با فرض ۷۵ درصد سرعت طرح برای مسیر اصلی به دست آورد. چنانچه تأمین این فاصله نیز مقدور نباشد چراغ چشمک زن قرمز (به معنی ضرورت توقف کامل در تقاطع) در هر دو جهت بکار می رود.

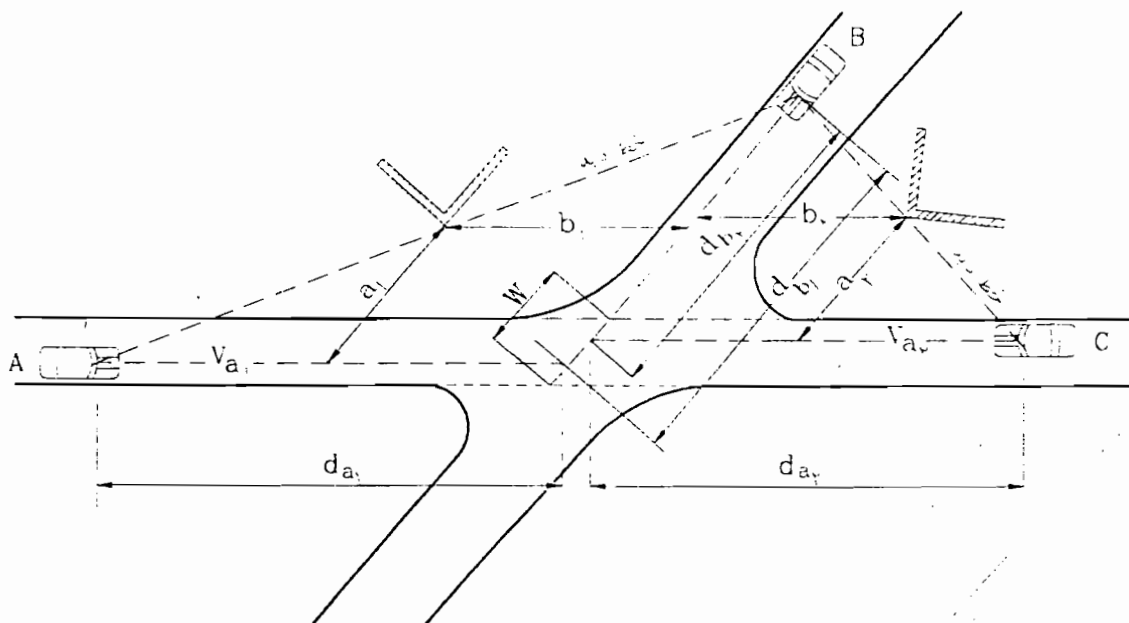
### ۷-۴-۲-۳ اثر زاویه تقاطع و شیب بر فاصله دید تقاطع

فاصله دید لازم برای تقاطع، در حالتی که راه های منتهی به تقاطع به طور مورب و یا با شیب یکدیگر را قطع کند، با توجه به شرایط زیر اصلاح می شود.

### الف - تأثیر زاویه تقاطع

در شرایطی که زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد، اجزای طراحی مثلث دید، به صورت شکل ۷-۳۴ درخواهد آمد.

در صورتی که در تقاطع های موجود، فراهم ساختن چنین فاصله دیدی امکان پذیر نباشد، از چراغ چشمک زن زرد در جهت صلی استفاده می شود تا وسایل نقلیه ای که در این مسیر حرکت



شکل ۷-۳۴ نمایش اثر تقاطع با زاویه حاده در فاصله دید

### ۷-۴-۳ پیچ‌های تقاطع

طراحی پیچ اتصال دو مسیر، از مهمترین اجزای طرح هندسی تقاطع است. به طور کلی طرح هندسی پیچ‌های تقاطع، تابع عوامل زیر است.

- انتخاب خودرو طرح  
- میزان تردد در هر یک از شاخه‌های تقاطع، به تفکیک گردش و مستقیم

- سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع

- زاویه گردش

خودرو طرح، مهمترین عامل تعیین‌کننده طرح هندسی قوس در تقاطع است. اگر آمار تردد تقاطع یا حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع نشان دهد که تقریباً تمامی حرکت‌های گردش در تقاطع را سواری‌ها انجام می‌دهند، در آن صورت طرح تقاطع برای خودروهای بزرگتر از کامیون، غیرضروری است و چیزی جز تلافی سرمایه نخواهد بود. خودرو طرح مطابق آنچه در بند ۴-۲ آمده است به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شود.

- سواری

- کامیون (یا اتوبوس)

- تریلی

- کامیون یک‌دار

در تقاطع راه‌ها، عموماً به دلیل آنکه احتمال تردد کامیون یک‌دار، نیز وجود دارد، غالباً از خودرو طرح کامیون یک‌دار برای طراحی استفاده می‌شود. در حالات خاص که آمار ترافیک مشخص سازد که حجم کامیون یک‌دار گردش‌کننده در تقاطع ناچیز است، طرح براساس الگوی ترافیک تقاطع، یکی از انواع دیگر خودروهای طرح را در نظر می‌گیرد. انتخاب خودرو طرح، تابع حجم ترافیک تقاطع، ایمنی و سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع است. مثلاً چنانچه حجم ترافیک تقاطع به گونه‌ای باشد

به این ترتیب طول اضلاع مثلث دید نسبت به حالت نظیر آن در تقاطع ۹۰ درجه، افزایش یا کاهش خواهد یافت. در چنین شرایطی فاصله بین مانع دید تا راه‌های منتهی به تقاطع، در امتداد موازی با هریک از آن دو سنجیده خواهد شد. چنانچه زاویه تقاطع، متغیر باشد با توجه به آنکه شرایط دید محدودی برای رانندگان بوجود می‌آید. استفاده از حالت اول به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. از میان حالت‌های دوم و سوم نیز آنکه فاصله دید بزرگتری را بدست می‌دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالت دوم، فاصله S برای تقاطع‌های اریب (تسنگ)، بزرگتر از تقاطع‌های راست است. پهنای روسازی مسیر عبور وسیله‌نقلیه (W) نیز از حاصل تقسیم پهنای روسازی واقعی بر سینوس زاویه تقاطع بدست می‌آید. در چنین شرایطی فاصله دید، مستقیماً از نمودار شکل ۷-۲۸ قابل محاسبه نیست و با استفاده از روابط مورد اشاره در شکل تعیین می‌شود.

### ب - تأثیر شیب

همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تقاطع می‌تواند سبب کاهش یا افزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شود. اثر شیب در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضریبی در مقدار  $\mu$  در نظر گرفت. این ضریب، در جدول ۷-۴ آمده است.

جدول ۷-۴ ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب‌گیری

#### وسيله‌نقلیه در تقاطع

شیب مسیر فرعی (درصد)					
۴	۲	۰	-۲	-۴	خودرو طرح
۱/۳	۱/۱	۱	۰/۹	۰/۷	سواری
۱/۳	۱/۱	۱	۰/۹	۰/۸	کامیون
۱/۷	۱/۲	۱	۰/۹	۰/۸	تریلی



که تعداد کامیون بک‌دار گردنده در تقاطع کم باشد، در آن صورت می‌توان خودروی طرح ترافیکی را به عنوان مبنای طراحی انتخاب نمود. در چنین شرایطی، به وسایل نقلیه بزرگتر از خودروی طرح، اجازه نفوذ به خط‌های مجاور در هنگام گردش داده می‌شود. علاوه بر آن، اجازه اشغال خط‌های مجاور توسط خودروهای بزرگتر از خودروی طرح در حین انجام گردش، تابعی از حجم ترافیک در راه خروجی و ورودی است. به عنوان مثال، چنانچه حجم ترافیک راه خروجی (یا ورودی) کم باشد در آن صورت نفوذ به خط‌های مجاور، برای انجام گردش، ایمنی تقاطع را چندان کاهش نخواهد داد. لذا در چنین حالتی، طراحی هندسی را می‌توان بر اساس شرایط حداقل (سرعت گردش یا وسیله نقلیه طرح) و امکان گردش وسیله نقلیه بزرگتر با استفاده از خط‌های مجاور انجام داد. در صورتی که چنانچه حجم ترافیک راه خروجی (یا ورودی) قابل توجه باشد، طرح تقاطع بر اساس شرایط حداقل، مستلزم نفوذ وسایل نقلیه گردنده به خط‌های مجاور است که این به معنی کاهش ایمنی تقاطع می‌باشد.

سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع، می‌تواند تعیین کننده استفاده از شرایط حداقل یا جز آن، در طراحی هندسی قوس‌های تقاطع باشد. برپایی است استفاده از شرایط بیش از مقدار حداقل، ضمن آنکه بر ایمنی تقاطع می‌افزاید، سبب سهولت بیشتر رانندگی به هنگام انجام حرکت‌های گردش در تقاطع می‌شود.

#### ۷-۴-۳-۱ طرح حداقل برای تیزترین گردش

در شکل‌های ۷-۳۵ تا ۷-۳۷ این فصل و شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۴ فصل چهارم، طرح‌های معمول برای انجام گردش خودروهای مختلف طرح با تیزترین (تندترین) گردش، داده شده است. این طرح‌ها منحصر به فرد نیست و می‌توان ترکیب

قوس‌های مختلفی را بدست آورد که دارای عملکرد مشابه باشد.

#### گردش با زاویه غیر قائم

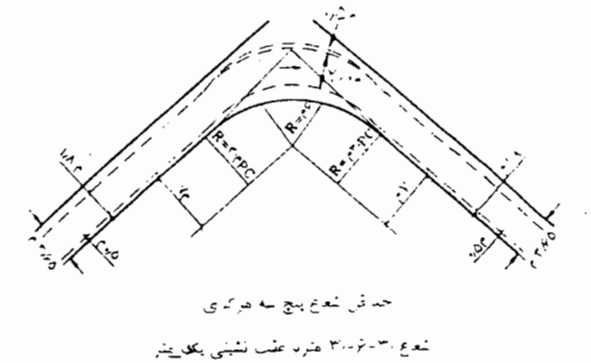
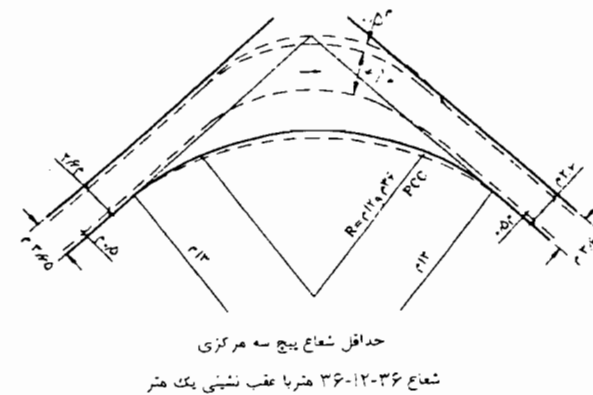
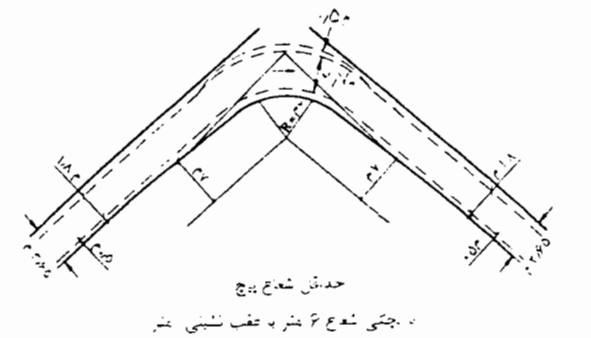
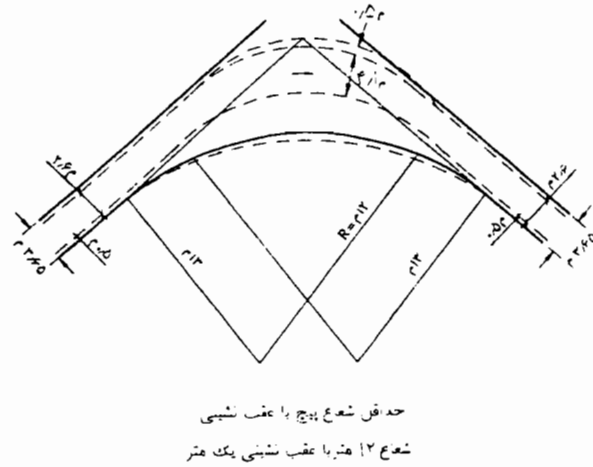
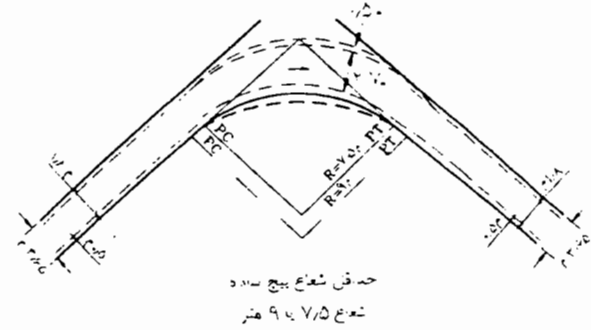
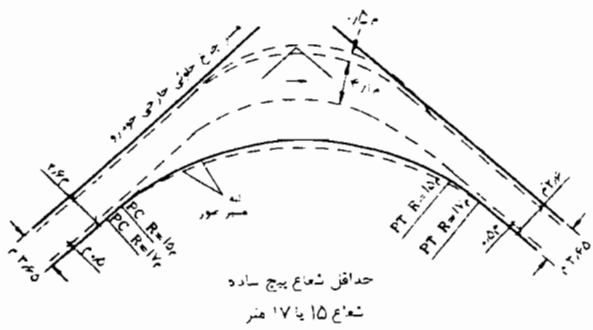
اثر زاویه گردش بر قوس تقاطع در راه‌ها با استفاده از قوس مرکب در جدول ۷-۵ نشان داده شده است.

در تقاطع راه‌های پرتردد که زاویه گردش بیش از ۱۲۰ درجه است، بهتر است از خط عبور گردش به راست مجزا استفاده شود.

#### ۷-۴-۳-۲ طرح معمول برای خط‌های گردش

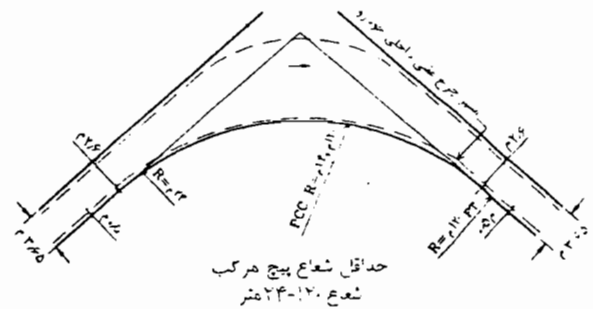
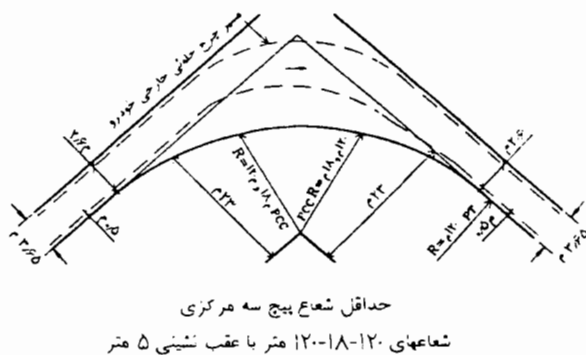
به منظور تأمین حرکت آزادانه‌تر برای وسایل نقلیه در حین گردش، در موردهایی که طرح با محدودیت فضا یا هزینه رویرو نیست، ترجیح داده می‌شود که خودروهای طرح بزرگتر و همچنین شعاع‌های گردش بزرگتر (متناسب با سرعت‌های گردش بالاتر) در نظر گرفته شود. در چنین موردهایی معمولاً سطح روسازی شده تقاطع، بیش از اندازه افزایش می‌یابد و به این لحاظ معمولاً از یک جزیره شبه مثلثی به منظور هدایت مناسب تر ترافیک در تقاطع، استفاده می‌شود. چنین جزیره‌ای محل مناسبی برای نصب علائم راهنمایی و پناه عابر پیاده نیز خواهد بود. کوچکترین سطحی که برای این جزیره در نظر گرفته می‌شود پنج متر مربع است. حداقل طول ضلع جزیره شبه مثلثی پس از گرد کردن گوشه‌ها ۲/۵ متر است. برای نصب علائم یا برف رویی آسانتر، بهتر است جزیره‌های بزرگتری در نظر گرفته شود.

عرض خط‌های گردش باید کافی باشد، به گونه‌ای که خودروی طرح بتواند با فاصله آزاد ۰/۶ متر از لبه‌های طرفین، در آن گردش کند. حداقل عرض خط گردش برای خودروی سواری ۳/۶۵ متر و برای سایر خودروها ۴/۲ متر است. در جدول ۷-۶ مقادیر معمول برای طراحی خط‌های گردش در زوایای مختلف گردش، آمده است.



شکل ۳۶-۷ حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس

شکل ۳۵-۷ حداقل طرح پیچ برای خودرو سواری



\* راه خروجی راهی است که خودرو قصد ترک آن را دارد.

\*\* راه ورودی راهی است که خودرو قصد ورود به آن را دارد.

شکل ۳۷-۷ حداقل طرح پیچ برای تریلی های متوسط و بزرگ

جدول ۵-۷ حداقل عقب‌نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع‌ها

زاویه تقاطع (درجه)		وسيله نقلیه		قوس مرکب سه مرکزی متقارن		قوس مرکب سه مرکزی نامتقارن	
				عقب‌نشینی (متر)	شعاع‌ها (متر)	عقب‌نشینی (متر)	شعاع‌ها (متر)
۴۵	سواری	-	-	-	-	-	-
	اتوبوس	-	-	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۶۰-۳۰-۶۰	۱۰	-	-	-	-
۶۰	سواری	-	-	-	-	-	-
	اتوبوس	-	-	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۶۰-۲۳-۶۰	۱/۷	۸۵-۲۳-۶۰	۲/۰-۰/۶	-	-
۷۵	سواری	۳۰-۸-۳۰	۰/۶	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۵-۱۴-۳۵	۰/۶	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۵۵-۱۸-۵۵	۲/۰	۷۰-۱۵-۴۵	۳/۰-۰/۶	-	-
۹۰	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۸	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۶-۱۲-۳۶	۰/۶	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۵۵-۱۵-۵۵	۲/۰	۶۰-۱۳-۴۵	۳/۰-۰/۶	-	-
۱۰۵	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۸	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۰-۱۱-۳۰	۱/۰	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۵۵-۱۴-۵۵	۲/۵	۶۵-۱۲-۴۵	۳/۰-۰/۶	-	-
۱۲۰	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۶	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۰	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۵۵-۱۲-۵۵	۲/۶	۶۵-۱۱-۴۵	۳/۶-۰/۶	-	-
۱۳۵	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۵	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۲	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۵۰-۱۱-۵۰	۲/۷	۶۰-۹-۴۰	۴/۳-۱/۰	-	-
۱۵۰	سواری	۲۵-۶-۲۵	۰/۶	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۲	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۴۵-۱۱-۴۵	۲/۱	۵۵-۹-۳۵	۴۳-۱/۰	-	-
۱۸۰	سواری	۱۵-۵-۱۵	۰/۲	-	-	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۳/۰	-	-	-	-
	تریلی و کامیون بیدک‌دار	۴۰-۸-۴۰	۳/۰	۵۵-۸-۳۰	۴/۰-۲/۰	-	-

در شکل ۷-۳۸ مقادیر مندرج در جدول ۶-۷ برای حالت

گردش ۹۰ درجه و خودروهای طرح مختلف، نشان داده شده

است.

جدول ۶-۷ حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست

اندازه تقریبی جزیره (مترمربع)	عرض خط گردش (متر)	قوس مرکب سه محوره		زاویه گردش خودروی طرح
		عقب‌نشینی (متر)	شعاع‌ها (متر)	
۵/۵	۴/۲	۱/۰	۴۵-۲۳-۴۵	الف
۵/۰	۵/۴	۱/۵	۴۵-۲۳-۴۵	ب
۵/۰	۶/۰	۱/۰	۵۵-۲۱-۵۵	پ
۵/۰	۴/۲	۱/۰	۴۵-۱۵-۴۵	الف
۷/۵	۵/۴	۱/۵	۴۵-۱۵-۴۵	ب
۱۱/۵	۶/۰	۲/۰	۵۵-۲۰-۵۵	پ
۶/۵	۴/۵	۰/۶	۳۵-۱۲-۳۵	الف
۵/۰	۶/۶	۱/۵	۳۰-۱۱-۳۰	ب
۵/۵	۹/۰	۲/۴	۵۵-۱۴-۵۵	پ
۱۱/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۸/۵	۷/۲	۱/۵	۳۰-۹-۳۰	ب
۲۰/۰	۱۰/۲	۲/۵	۵۵-۱۲-۵۵	پ
۴۳/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۳۵/۰	۷/۸	۱/۵	۳۰-۹-۳۰	ب
۶۰/۰	۱۰/۵	۲/۷	۵۰-۱۱-۵۰	پ
۱۳۰/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۱۱۰/۰	۹/۰	۲/۰	۳۰-۹-۳۰	ب
۱۶۰/۰	۱۱/۴	۲/۱	۵۰-۱۱-۵۰	پ

الف - طرح برای سوزی و عبور گه‌گاه کامیون یا توبوس اما با محدودیت فاصله آزاد جانبی در گردش  
 ب - طرح برای کامیون یا توبوس طرح و عبور گه‌گاه تریلی اما با تجاوز به خط عبور مجاور در گردش  
 پ - طرح برای تریلی و کامیون یک‌دار

۴-۴-۷ نحوه تعریض پیچ‌های تقاطع

- تعریض پیچ، به صورت تدریجی و در یک طول کافی اعمال می‌شود تا تمامی سطح آن قابل استفاده باشد. بهتر است که تعریض در طول کامل اعمال بر بلندی صورت گیرد، اگرچه طول‌های کوتاه‌تری نیز گه‌گاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هر حال، تعریض، حداقل در طولی معادل ۳۰ تا ۶۰ متر (طول اتصال تدریجی) انجام می‌گیرد.  
 - برای استفاده هرچه بهتر از فضای تعریض‌شده، لبه روسازی تا اعمال کامل تعریض بهتر است با پیچ ملایم و نرم تعریض شود.

بطور کلی، تعریض پیچ به صورت تدریجی و با توجه به نقطه نظرت زیر صورت می‌گیرد.  
 - در پیچ‌های ساده (دایره‌ای)، تعریض، تنها در لبه داخلی روسازی صورت می‌گیرد. در پیچ اتصال تدریجی، تعریض را می‌توان تماماً در لبه داخلی انجام داد یا به نسبت بین پیچ‌های لبه داخلی و خارجی تقسیم کرد. در هر صورت، خط طولی محور راه، بهتر است منطبق بر محور تعریض باشد.

- در مسیرهای فاقد پیچ اتصال تدریجی،  $\frac{1}{2}$  تا  $\frac{1}{3}$  طول تعریض در بخش مستقیم و بقیه در پیچ ایجاد می‌شود.

#### ۷-۴-۵ مشخصات جزیره ترافیکی

#### ۷-۴-۵-۱ شکل و ابعاد جزیره میانی

جزیره‌های جداکننده طویل، بهتر است حداقل  $\frac{1}{2}$  متر پهنا و ۶ تا  $\frac{7}{5}$  متر طول داشته باشند. در شرایط خاصی که زمین محدود باشد حداقل عرض جزیره جداکننده را می‌توان تا  $\frac{1}{6}$  متر کاهش داد.

طول جزیره‌های جداکننده در راه‌های با سرعت طرح بیش از ۷۰ کیلومتر در ساعت، حداقل برابر ۳۰ متر و ترجیحاً برابر ۱۰۰ متر باشد.

در مواقعی که جزیره‌ها را نتوان طویل طرح کرد، نزدیک شدن به آن را باید با وسایل مختلف از قبیل لوزانده کردن روسازی، خط کشی و غیره مشخص کرد. در شرایطی که جزیره‌های مذکور، در بالای یک خم و در امتداد یا نزدیکی یک پیچ قرار گیرد باید انتهای آنها را که رو به تقرب ترافیک است آنقدر ادامه داد تا رانندگان براحتی قادر به دیدن آنها باشند. نمونه سهمی معمول برای طرح جزیره‌ها در شکل ۷-۳۹ نشان داده شده است.

#### ۷-۴-۵-۲ روش‌های ایجاد جزیره

جزیره‌ها بسته به اندازه، عملکرد و محل، به طرق مختلفی مشخص می‌شوند. در طرح جزیره‌ها نوع منطقه‌ای که تقاطع در آن قرار دارد حائز اهمیت است. از نظر فیزیکی، جزیره‌های تقاطع راه‌ها را، می‌توان به سه گروه زیر تقسیم کرد.

گروه اول - جزیره‌ها با جدول قابل عبور

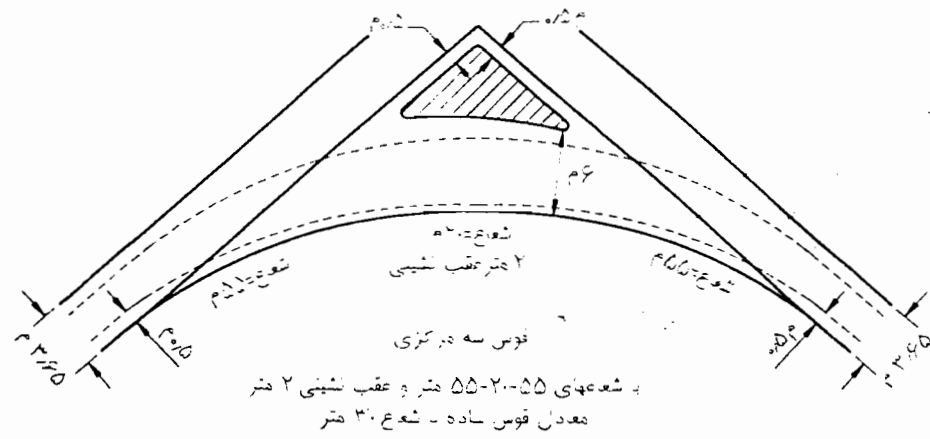
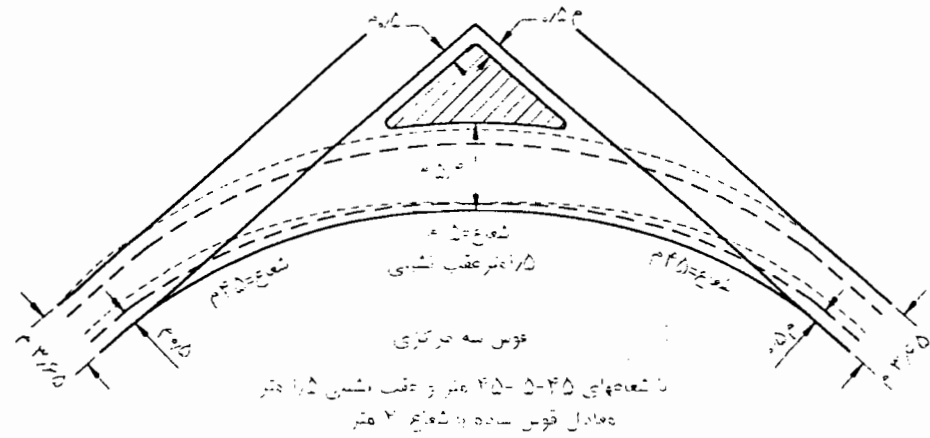
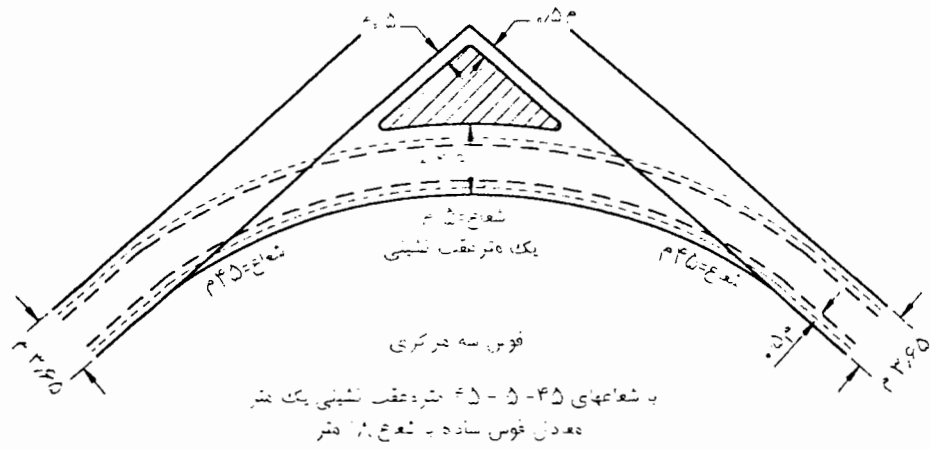
گروه دوم - جزیره‌های مشخص شده به وسیله خط کشی یا

گل میخ چسبیده بر سطح روسازی راه  
گروه سوم - جزیره‌ها با سطح روسازی نشده که به وسیله لبه روسازی محدود شده‌اند و ممکن است با علائم مشخص کننده (افقی یا عمودی) یا بالا آوردن سطح جزیره با شن ریزی یا سنگ شکسته رنگی (سفید) مشخص تر شود.  
از جزیره‌های گروه اول، بندرت در تقاطع راه‌ها استفاده می‌شود ولی جزیره‌های نوع دوم و سوم، در تقاطع راه‌ها متداول است.

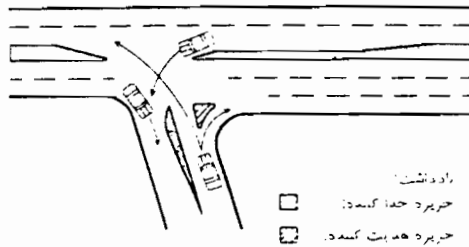
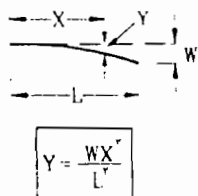
در اغلب موارد سطح جزیره‌ها دارای پوشش گیاهی است. درختکاری در جزیره‌ها به علت خطر تصادف مجاز نیست و بونه‌کاری به شرطی مجاز است که دید را محدود نکند. مطلوبترین پوشش برای سطح جزیره‌های تقاطع، پوشش گیاهی است که با سطح روسازی، اختلاف رنگ نیز دارد. سطح جزیره‌های کوچک، ممکن است بلندتر از سطح روسازی در نظر گرفته شود. هنگامی که شیب روسازی بطرف خارج راه است، سطح جزیره‌های بزرگ بهتر است گود در نظر گرفته شود تا آب برف و باران (بویژه در مناطق برفی و یخبندان) از جزیره وارد روسازی راه نشود.

#### ۷-۴-۵-۳ مشخص کردن انتهای تقرب جزیره

حدود و محل قرارگیری جزیره به وسیله لبه روسازی، خط‌های عبوری و گردش با فاصله آزاد جانبی تاکناره جزیره مشخص می‌شود. برای افزایش دید و سادگی اجرا، گوشه‌های جزیره‌ها، گرد یا شیب‌دار ساخته می‌شود. مقدار عقب نشستگی لبه جزیره‌ها از خط‌های عبور ترافیک، تابع نوع لبه و عوامل دیگری مانند اختلاف رنگ جزیره، روسازی، طول لچکی یا خط عبور کمکی قبل از جزیره و سرعت ترافیک است.



شکل ۷-۳۸ نمایش گردش به راست ۹۰ درجه با جزیره شبه مثلثی برای خودروهای طرح مختلف



L = طول تعریض (متر)

W = حداکثر عرض لچکی (متر)

X = فاصله سمت به مبدأ تعریض (متر)

Y = میزان تعریض در هر نصفه (متر)

مقدار W برای مقادیر مختلف L و X

عرض لچکی برحسب فاصله از مبدأ																							
فاصله X	L	طول تعریض																					
			۴۵	۳۶	۳۴	۳۲	۳۰	۲۸	۲۶	۲۴	۲۲	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۸	۵	۴	۲		
<b>تعریض با شیب ۱:۵</b>																							
																			۱/۰۰	۰/۶۴	۰/۱۶	۵	
																			۲/۰۰	۱/۲۸	۰/۵۰	۰/۰۸	۱۰
																			۳/۰۰	۱/۹۲	۱/۳۳	۰/۱۵	۱۵
<b>تعریض با شیب ۱:۱۰</b>																							
																			۱/۰۰	۰/۶۴	۰/۲۵	۰/۰۴	۱۰
																			۲/۰۰	۱/۶۲	۱/۲۸	۱/۱۳	۲۰
																			۳/۰۰	۲/۶۱	۲/۲۵	۱/۹۲	۳۰
<b>تعریض با شیب ۱:۱۵</b>																							
																			۱/۰۰	۰/۶۴	۰/۴۴	۰/۲۸	۱۵
																			۲/۰۰	۱/۸۴	۱/۵۰	۱/۲۸	۳۰
																			۳/۰۰	۱/۹۲	۱/۷۱	۱/۵۲	۴۵

شکل ۷-۳۹ مختصات طرح جزیره میانی

سمت راست پایین هر جزیره برای حالتی طرح شده است که ترافیک به آن نزدیک می‌شود (گوشه تقرب). در این شکل، طرح جزیره در اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ برای دو حالت کلی لبه خط‌های عبوری ترافیک داده شده است. حالت اول مربوط به شرایطی است که لبه جزیره با عقب‌نشینی نسبت به لبه روسازی خط عبوری مشخص می‌شود و حالت دوم هنگامی روی می‌دهد که لبه جزیره در خارج از شانه‌های روسازی که تا داخل تقاطع ادامه یافته‌اند، قرار می‌گیرد (منظور از جزیره‌های بزرگ جزیره‌هایی است که ضلع جانبی آنها حداقل ۳۰ متر طول داشته باشد). تمامی جزیره‌های نشان داده شده در شکل ۷-۴۰ در

چون رانندگان در مسیر عبوری بطور تقریباً ناگهانی با جزیره روبرو می‌شوند بنابراین جدول‌های جزیره، حتی در موردهایی که از نوع قابل عبورند، باید نسبت به لبه خط‌های عبوری عقب‌نشینی داشته باشد. مطلوب آن است که ابتدای روبه تقرب ترافیک جزیره، حداقل ۱/۲۰ متر و انتهای آن ۰/۵ متر نسبت به کنار خط عبور جریان ترافیک سمت چپ آن عقب‌نشینی داشته باشد. این عقب‌نشینی در صورت ادامه شانه معمول که برابر ۱/۵ متر در سمت چپ و ۲/۴ متر در سمت راست راه است، ضروری نیست. جزئیات طرح جزیره مثلی در شکل ۷-۴۰ آمده است. گوشه

طرح بریدگی میانه و شکل انتهایی آن، براساس بررسی حجم ترافیک و نوع وسایل نقلیه گردش کننده در تقاطع صورت می گیرد. در چنین حالتی انتخاب خودرو طرح به منظور کنترل طراحی صورت می گیرد و عملکرد وسایل نقلیه بزرگتر (از خودرو طرح) مورد بررسی قرار می گیرد و نهایتاً ظرفیت تقاطع بررسی می شود.

### شکل لبه میانه در محل بریدگی

لبه انتهایی میانه معمولاً به یکی از دو صورت نیم دایره ای یا فشنگی طراحی می شود. چنانچه پهنای میانه کم باشد (کمتر از ۳ متر)، بهتر است از شکل نیم دایره ای استفاده شود. در سایر حالات مطلوبتر است از شکل فشنگی برای انتهایی میانه استفاده شود.

### حداقل طول بریدگی میانه

در هر تقاطع (سه راهی یا چهارراهی)، طول بریدگی میانه باید به اندازه زیر و حداقل ۱۲ متر باشد.

$$L = 2/4 + \text{پهنای روسازی (متر)}$$

چنانچه راه متلاقی، خود دارای میانه باشد، طول بریدگی میانه، حداقل باید برابر مجموع عرض روسازی راه تلاقی کننده و عرض میانه آن به اضافه ۲/۴ متر باشد.

### ۷-۴-۶-۱ ضوابط حداقل طرح برای گردش به چپ

طراحی ضوابط بریدگی میانه، براساس مسیر چرخ های خودرو طرح، برای شرایطی که گردش به چپ (با زاویه ۹۰°) با سرعت حداقل ۲۵-۱۵ کیلومتر در ساعت صورت می گیرد، انجام می شود. شکل های ۴-۱ تا ۴-۴ فصل چهارم براساس خودروهای مختلف طرح تهیه شده اند. به این ترتیب و با توجه به پهنای میانه و شکل لبه انتهایی بریدگی میانه می توان طول مناسب را برای بریدگی میانه، بدست آورد.

گوشه تقرب ترافیک با شعاع ۰/۵ تا یک متر و در گوشه دور شدن جریان (گوشه B) با شعاع حداقل ۰/۵ متر گرد شده اند.

به هر حال، نزدیک شدن به جزیره ها را باید در فاصله کافی از آن، به رانندگان اطلاع داد. خط کشی و لرزاننده کردن روسازی، قبل از رسیدن به گوشه تقرب جزیره تا حد زیادی بر ایمنی تقاطع می افزاید. برای مشخص تر کردن جزیره تا آنجا که ممکن است از وسایل فرعی افزایش دید مانند جدول ها، علائم و رنگ های شب نما استفاده می شود.

جدول های تمام جزیره های سمت چپ خط عبور ترافیک، بهتر است با خط زرد و سمت راست آن با خط سفید ممتد شب نما مشخص شود. هم چنین وجود علائم هشدار دهنده و مشخص کننده در جزیره های میانه که معمولاً در امتداد مسیر ترافیک نزدیک شونده هستند ضروری است. جزیره میانی بهتر است مطابق با شکل ۷-۴۱ به تدریج عریض و برجسته شود. بهتر است پهنه بین دماغه واقعی جزیره و دماغه ظاهری آن، با نوارهای مورب خط کشی شود تا توجه راننده را جلب کند. علاوه بر آن خط های عبور نیز با استفاده از علامت گذاری افقی روی سطح راه (پیکان ها) نشانه گذاری شود.

### ۷-۴-۶-۶ بریدگی میانه

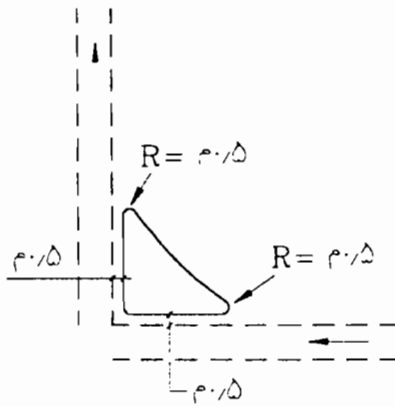
بریدگی میانه در محل تقاطع، عبارت از قطع شدن میانه در آن محل به منظور انجام حرکت های مجاز گردش به چپ و یا عبور مستقیم از عرض راه است. یک نمونه طرح بریدگی میانه در شکل ۷-۴۲ نشان داده شده است.

طراحی بریدگی میانه در سه جزء زیر خلاصه می شود.

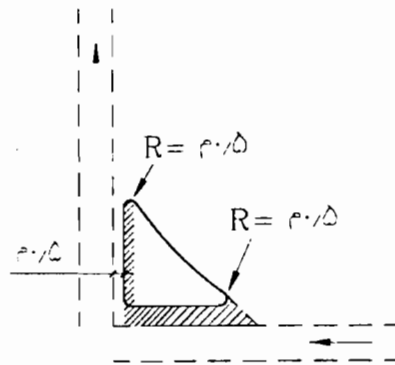
- پهنای بریدگی میانه
- طول بریدگی میانه
- شکل لبه انتهایی بریدگی میانه



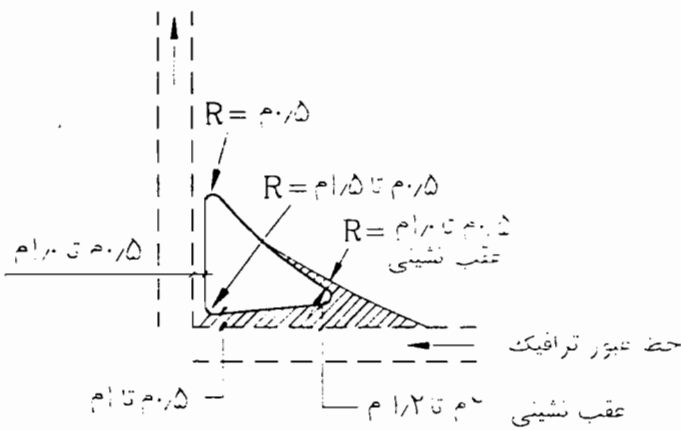
جزیره کوچک



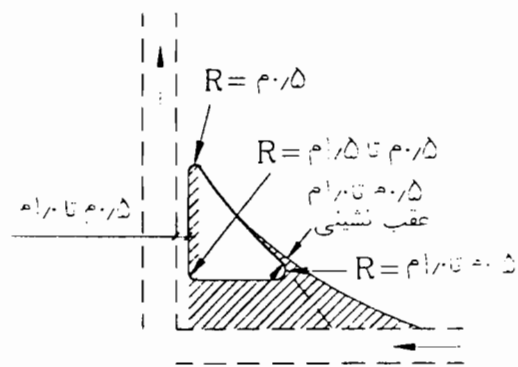
جزیره کوچک



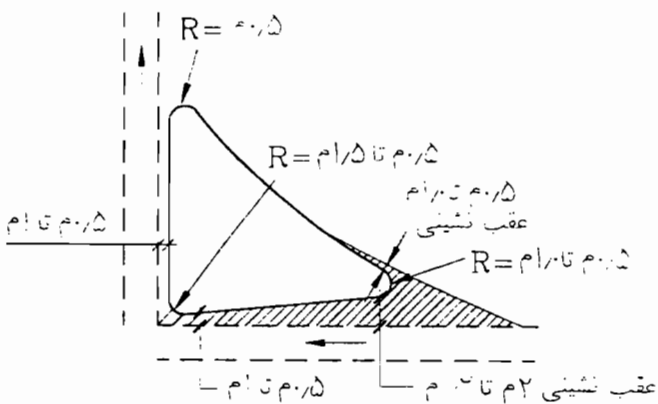
جزیره متوسط



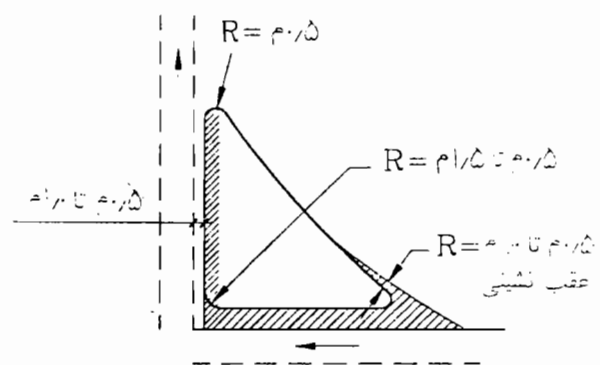
جزیره متوسط



جزیره بزرگ



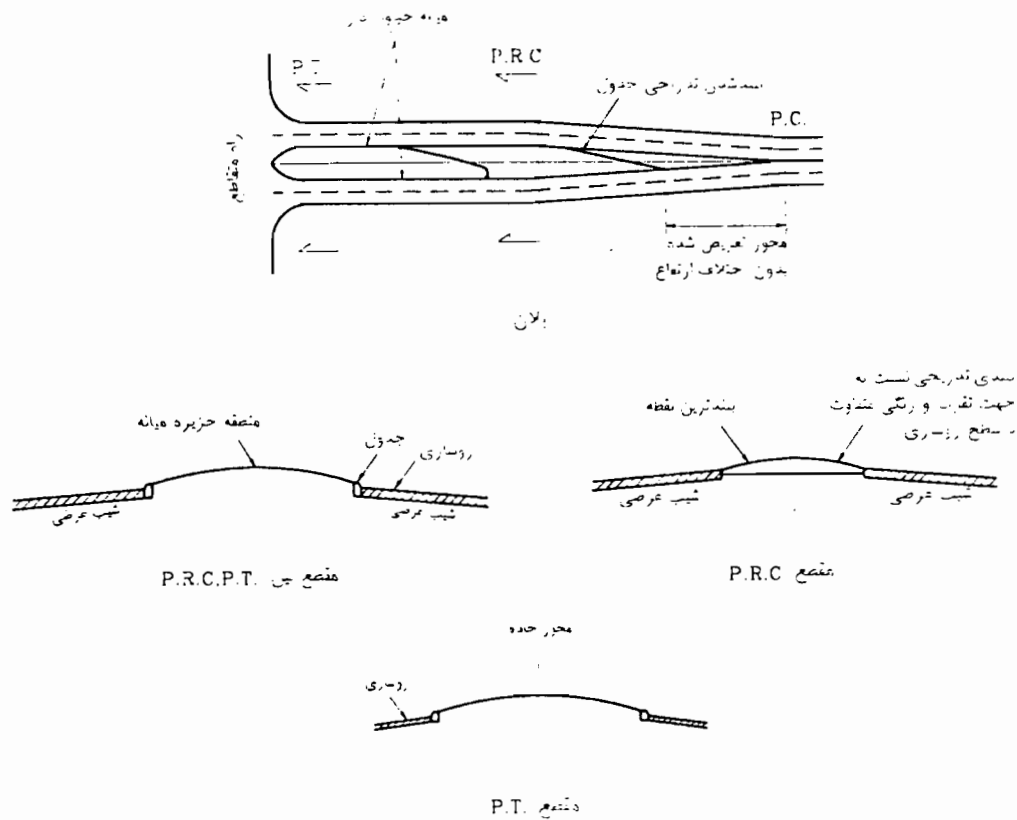
جزیره بزرگ



جزیره های جدول دار بدون شانه

جزیره های جدول دار با شانه

شکل ۷-۴۰ جزئیات طرح جزیره شبه مثلثی



شکل ۷-۴۱ جزئیات طرح جزیره جداکننده

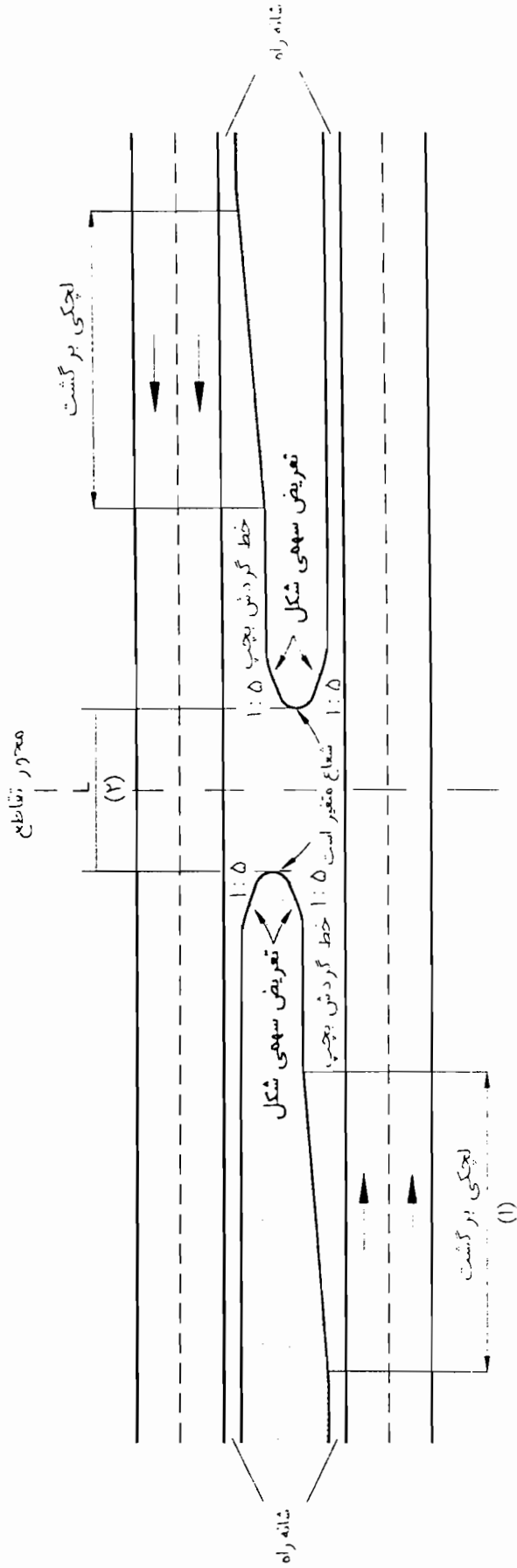
شکل نیم دایره باشد (نقطه A در شکل)، در آن صورت، طول بریدگی میانه خیلی زیاد است و نحوه هدایت ترافیک برای چپ‌گردهایی که تحت زاویه کمتر از  $90^\circ$  درجه گردش می‌کند، بسیار ابتدایی است. اگر انتهای میانه، فشنگی متقارن باشد (نقطه B در شکل)، در این حالت نیز هدایت ترافیک چپ‌گرد، به نحو مطلوب صورت نمی‌گیرد. چنانچه انتهای میانه به شکل فشنگی نامتقارن باشد (نقطه C در شکل فوق)، کنترل به بهترین نحو صورت می‌گیرد و سطوح روسازی شده کمتری نسبت به حالت‌های قبل مورد نیاز است.

در جدول ۷-۷، مقادیر طرح حداقل بریدگی میانه باشعاع کنترل  $R=15$  متر برای زوایای مختلف اریب تقاطع داده شده است. به طور خلاصه شعاع انحنای کنترل بریدگی میانه برای انواع خودروهای طرح، بشرح مندرج در جدول ۷-۸ است.

۷-۴-۶-۲ ضوابط طرح بیش از حداقل برای گردش به چپ در صورت استفاده از ضوابط طرح حداقل، گردش وسایل نقلیه بزرگتر از خودرو طرح، مستلزم اشغال عرضی از خط‌های مجاور است و این به معنی کاهش ایمنی تقاطع و ناراحتی رانندگان (بویژه تریلی‌ها) خواهد بود. به این منظور، معمولاً از ضوابط طرح بیش از حداقل در بریدگی میانه استفاده می‌شود.

#### ۷-۴-۶-۳ اثر اریب در بریدگی میانه

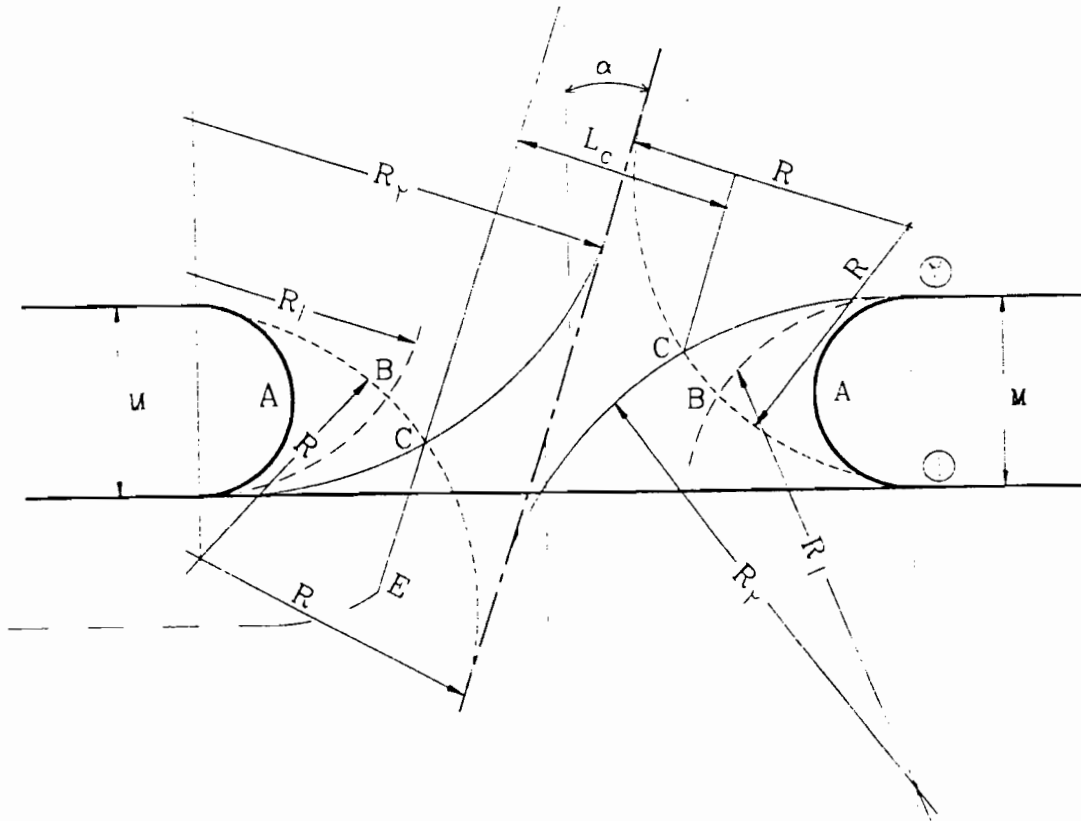
طول بریدگی میانه در تقاطع‌های مورب بیش از تقاطع‌های راست است. با افزایش زاویه اریب بودن (انحراف نسبت به  $90^\circ$  درجه) بر این طول افزوده می‌شود. در شکل ۷-۴۳ اثر اریب بودن، بر طول بریدگی میانه نشان داده شده است. مطابق این شکل، چنانچه انتهای میانه در محل بریدگی به



یادداشت :

- ۱- برای طول لجکی برگشت به شکل ۷-۴۸ مراجعه گردد.
- ۲- طول بریدگی میانه به عرض میانه و زاویه تقاطع بستگی دارد.

شکل ۷-۲۲ بریدگی میانه

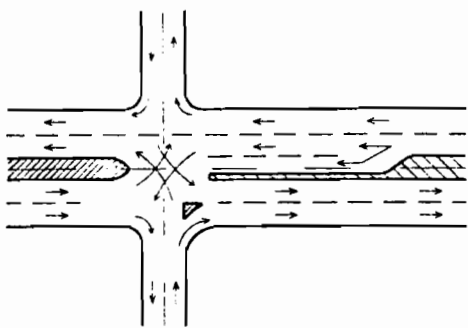


شکل ۷-۴۳ حداقل بریدگی میانه در تقاطع مورب

۷-۴-۶-۴ شیب عرضی بریدگی میانه

ایمنی کامل و بدون ایجاد اختلال در ترافیک عبوری مسیر اصلی صورت گیرد.

شیب عرضی بریدگی میانه به ۵ درصد محدود می شود. چنانچه راه دو خطه جدانشده موجود، به یک راه چهارخطه مجزا (د ری میانه) تبدیل شود شیب عرضی می تواند افزایش یابد.



شکل ۷-۴۴ طرح شماتیک خطهای کاهش و افزایش

سرعت در تقاطع

۷-۴-۷ خطهای عبور کمکی افزایش و کاهش سرعت

در تقاطع هایی که ترافیک مسیر فرعی با تابلوی ایست یا احتیاط کنترل می شود، بهتراست مانند شکل ۷-۴۴ خطهای افزایش و کاهش سرعت در مسیر اصلی و حوالی تقاطع تعبیه شود تا حرکت های گردش به چپ و راست در محدوده تقاطع با

جدول ۷-۷ حداقل طول بریدگی میانه

حداقل طول بریدگی میانه (متر) بری شعاع کنترل						عرض میانه متر
R<۳ B	متر C	R=۱۵ B	متر C	R=۱۲ B*	متر C**	
۳۷	۴۴	۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۱/۲
۳۴/۵	۴۳/۵	۲۳	۲۸/۵	۱۸	۲۲/۵	۱/۸
۳۳	۴۲	۲۰/۵	۲۸	۱۶	۲۲	۲/۴
۳۱/۵	۴۳	۱۹	۲۷	۱۴/۵	۲۱	۲
۳۰	۴۲	۱۷/۵	۲۷	۱۳	۲۰/۴	۳/۶
۲۹	۴۱	۱۶	۲۶	۱۲	۲۰	۴/۲
۲۸	۴۰/۵	۱۵	۲۵/۵	۱۲	۱۹/۵	۴/۸
۲۵/۵	۳۹	۱۳/۵	۲۴	۱۲	۱۸	۶
۲۳/۵	۳۸	۱۲	۲۳	۱۲	۱۷	۷/۲
۲۲	۳۷	۱۲	۲۲	۱۲	۱۶	۸/۴
۲۰/۵	۳۵/۵	۱۲	۲۰/۵	۱۲	۱۴/۵	۹/۵
۱۹	۳۴/۵	۱۲	۱۹/۵	۱۲	۱۳/۵	۱۰/۸
۱۷/۵	۳۰	۱۲	۱۸	۱۲	۱۲	۱۲
۱۶	۲۸/۵	۱۲	۱۵	۱۲	۱۲	۱۵
۱۴/۵	۲۹	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۸
۱۳	۲۴	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۲۱
۱۲	۲۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۲۴
۱۲	۱۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۳۰
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۱۲	۳۳
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۳۶

\* B = میانه با انتهای سرفشنگی

\*\* C = میانه با انتهای نیم‌دایره

۷-۴-۷-۱ نحوه هدایت ترافیک گردش به چپ

(برای خروج از مسیواصلی)

هدف از ایجاد خط‌های مخصوص گردش به چپ، تأمین فضای لازم به منظور هدایت، کاهش سرعت و تجمع وسایل نقلیه چپ‌گرد، در جهت افزودن بر ایمنی و ظرفیت تقاطع است. اجزای طراحی بشرح زیر است.

الف - عرض خط عبور

عرض هر خط مخصوص تجمع ترافیک گردش به چپ، برابر ۳/۶۵ متر است. در حالت‌های خاص که محدودیت عرض وجود دارد، حداقل عرض هر خط مسیر مخصوص تجمع گردش به چپ یک یا دو خطه را می‌توان به ۳/۲۵ متر کاهش داد.

ب - طول ناحیه ترافیک گردش به چپ

این طول معمولاً شامل اجزای زیر است:

- طول جایابی (در راه‌های فاقد میانه با عرض کافی)

- طول ناحیه کاهش سرعت (ترمزگیری)

- طول تجمع

در شکل ۷-۴۵، هر یک از این اجزا به تفکیک نشان داده شده است.

- طول جایابی: در راه‌های معمولی که فاقد میانه است به منظور تأمین عرض لازم برای ترافیک گردش به چپ در محل ورودی تقاطع، لازم است در فاصله مناسبی از تقاطع، ترافیک عبوری به سمت راست هدایت شود. این امر به صورت افزایش تدریجی عرض راه از سمت راست به صورت لچکی مانند و جدول‌گذاری یا خط‌کشی و علامت‌گذاری لچکی موازی آن در سمت چپ راه برای ایجاد میانه و فضای لازم برای گردش به چپ صورت می‌گیرد. چنانچه راه، دارای میانه‌ای با عرض کامل یک خط گردش به چپ باشد، نیازی به افزایش تدریجی عرض راه نیست.

برای طراحی خط‌های کاهش و افزایش سرعت، عوامل زیر در مورد مسیرهای اصلی و فرعی باید مورد توجه و مطالعه قرار گیرند.

- تعداد خط‌های عبور

- سرعت طرح

- شیب

- عرض خط عبور، شانه و میانه راه

- حجم ترافیک و ترکیب آن

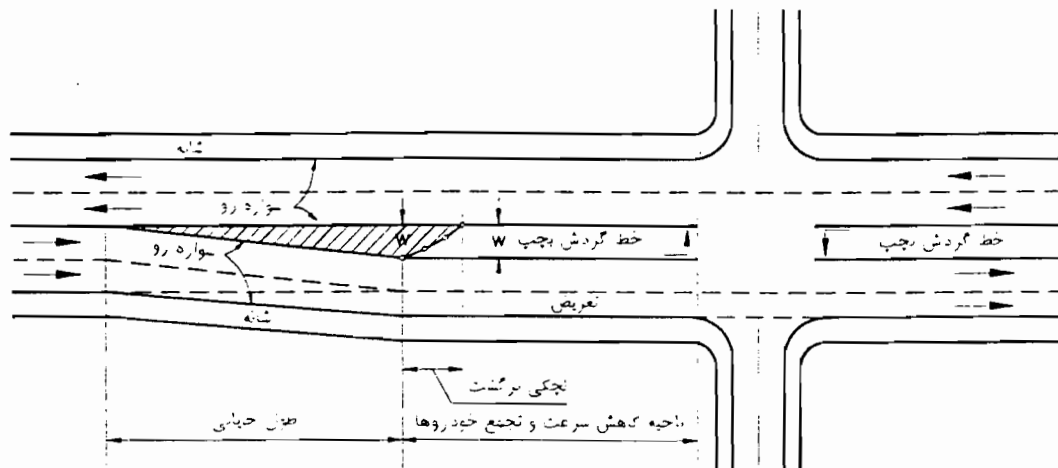
- حجم حرکت‌های گردش

- شعاع پیچ‌ها با توجه به خودروی طرح

طرح معمول ایجاد فضای مخصوص گردش به چپ در  
 شکل ۷-۴۵ نشان داده شده است. در این طرح، تمامی تعریض  
 در سمت راست ورودی تقاطع صورت گرفته و خط کاهش  
 سرعت (برای ترافیک گردش به چپ) پس از پایان کامل تعریض  
 تدریجی شروع می شود.

جدول ۷-۸ اثر اریب بودن بر طرح کمینه بریدگی میانه - مقادیر تیپ بر مبنای شعاع کنترل ۱۵ متر

شعاع = R برای طرح C (متر)	طول بریدگی میانه			پهنای میانه	زاویه اریب (درجه)
	دماغه سرفشنگی		نیمدایره (A)		
	غیرقرینه (C)	قرینه (B)			
-	-	۱۹	۲۷	۳	صفر
-	-	۱۳	۲۴	۶	
-	-	حد اقل ۱۲	۲۱	۹	
-	-	حد اقل ۱۲	۱۸	۱۲	
-	-	حد اقل ۱۲	۱۵	۱۵	
-	-	حد اقل ۱۲	۱۳	۱۸	
۲۱	۲۳	۲۴	۳۲	۳	۱۰
۲۰	۱۶	۱۷	۲۸	۶	
۲۰	حد اقل ۱۲	۱۴	۲۵	۹	
۱۹	حد اقل ۱۲	حد اقل ۱۲	۲۱	۱۲	
۱۸	حد اقل ۱۲	حد اقل ۱۲	۱۸	۱۵	
۱۸	حد اقل ۱۲	حد اقل ۱۲	۱۴	۱۸	
۲۹	۲۷	۲۹	۳۶	۳	۲۰
۲۸	۲۰	۲۲	۳۲	۶	
۲۶	۱۴	۱۸	۲۸	۹	
۲۵	حد اقل ۱۲	۱۴	۲۴	۱۲	
۲۳	حد اقل ۱۲	حد اقل ۱۲	۲۰	۱۵	
۲۱	حد اقل ۱۲	حد اقل ۱۲	۱۶	۱۸	
۴۳	۳۲	۳۴	۴۱	۳	۳۰
۴۰	۲۳	۲۷	۳۶	۶	
۳۷	۱۷	۲۳	۳۱	۹	
۳۴	۱۳	۱۹	۲۷	۱۲	
۳۰	حد اقل ۱۲	۱۵	۲۳	۱۵	
۲۷	حد اقل ۱۲	۱۲	۱۸	۱۸	
۶۳	۳۵	۳۸	۴۴	۳	۴۰
۵۸	۲۷	۳۲	۳۹	۶	
۵۳	۲۵	۲۷	۳۵	۹	
۴۷	۱۵	۲۳	۲۹	۱۲	
۴۲	حد اقل ۱۲	۱۹	۲۴	۱۵	
۳۶	حد اقل ۱۲	۱۵	۱۹	۱۸	



شکل ۷-۴۵. طریقه معمول هدایت ترافیک گردش به چپ در تقاطع‌ها

یادداشت‌های مهم

(۱) در شرایطی که محدودیت عرض وجود دارد، پهنای شانه را می‌توان کاهش داد و پارکینگ حاشیه‌ای را ممنوع کرد. برای استفاده دوطرفه‌ها لازم است عرض شانه حداقل برابر ۱/۲ متر در نظر گرفته شود (۱/۵ متر در صورت وجود آب‌رو).

(۲) طول خط کاهش سرعت از جدول ۷-۹ به دست می‌آید.

(۳) طول ناحیه برگشت لچکی از شکل ۷-۴۸ به دست می‌آید.

(۴) چنانچه تعریض در هر دو طرف راه انجام گیرد، به نسبت تعریض هر طرف، کسری از  $w$  مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$L = \frac{v^2 w}{150}$$

که در آن

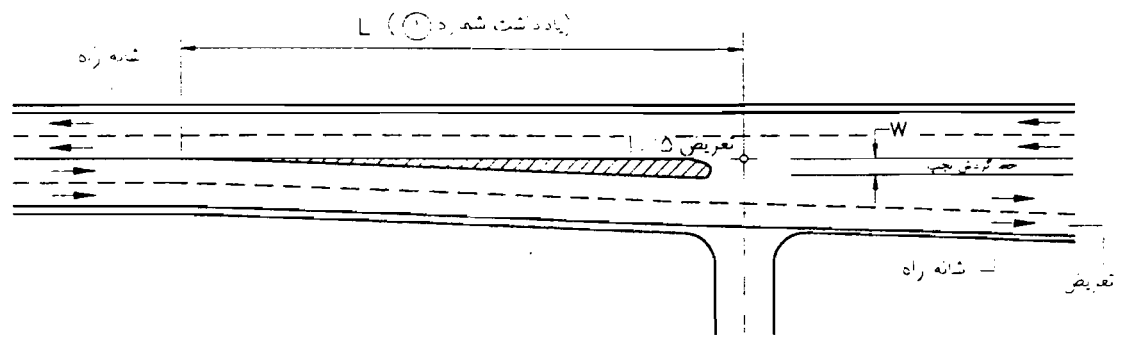
$$L = \text{طول جایابی بر حسب متر}$$

$$v = \text{سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت}$$

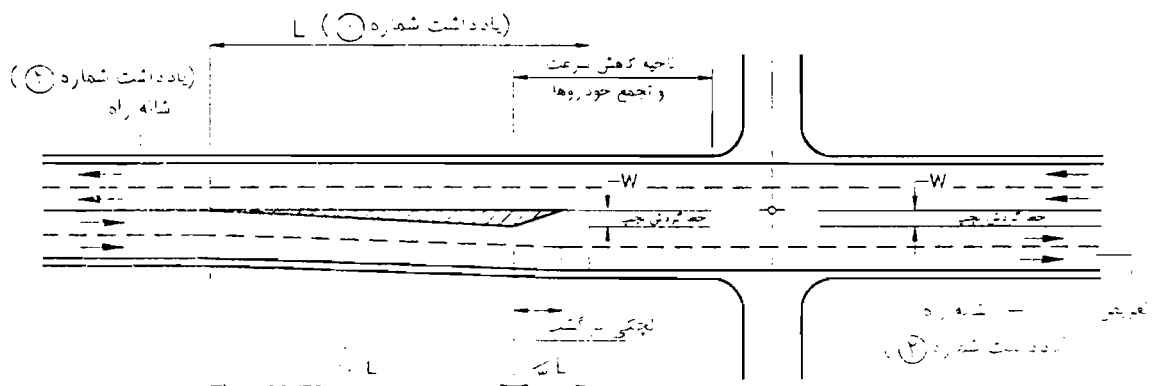
$$w = \text{پهنای خط گردش به چپ بر حسب متر. معمولاً } ۳/۶۵ - ۳/۲۵ \text{ متر}$$

نگرفته بلکه نیمی از آن در سمت دیگر راه اعمال شده است. این طرح‌ها معمولاً در محل‌هایی که سرعت ترافیک در حد متوسط و حجم آن نسبتاً کم است مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در شکل‌های ۷-۴۶ و ۷-۴۷، خط کاهش سرعت در نقطه‌ای که  $\frac{1}{3}$  طول تعریض تدریجی اعمال شده، شروع شده و به این ترتیب بخشی از آن در طول خط عبور ترافیک مستقیم واقع شده است. در شکل ۷-۴۷ تعریض لازم در یک طرف راه صورت



-سه راهی-



-چهار راهی-

شکل ۶-۷ طرح ایجاد خط مخصوص گذر به چپ در تقاطعها (تعمیر یکطرفه راه)

۱- عرض جاده اصلی و عرض جاده فرعی که از آنجا

شعبه فرعی جدا می شود.

۲- سرعت صحیح برحسب کلاس جاده و سرعت

مجازی آن.  $V = 30 + 0.0015L$  (متر در صورت وجود آب و هوا

در آنجا)

۳- زاویه ای که عرض و جهت عرض برجهت دارد، یعنی شانه را می توان کاهش داد و پارکینگ حاشیه ای را منسوخ کرد. برای استفاده دو چرخه ها لازم است عرض

شانه حداقل برابر با ۱ متر در نظر گرفته شود (۱ متر در صورت وجود آب و هوا

در جاده یکطرفه حداقل از ۱.۵ متر است می آید.

### لچکی برگشت

طراح از قوس معکوس متقارن با شعاع قوس بزرگ برای طرح

لچکی برگشت استفاده کند. چنین حالتی انطباق بیشتری با مسیر

حرکت اتومبیل به هنگام تغییر خط دارد. طول لچکی برگشت

بین ۳۰ تا ۵۵ متر است.

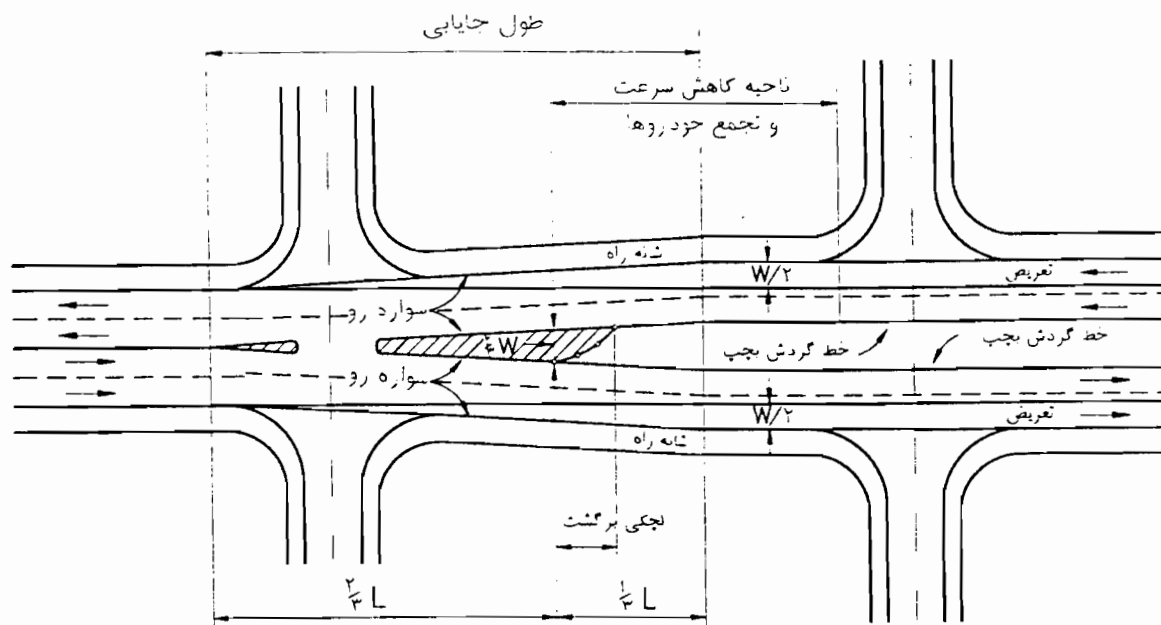
خط یا منحنی معکوسی، در طول لبه سمت چپ مسیر

است، که ترافیک گردش را به طرف خط مخصوص گردش به

چپ هدایت می کند. حالت های مختلف ایجاد لچکی برگشت در

شکل ۶-۸ نشان داده شده است. در شرایط مطلوب، بهتر است





$$L = \frac{v^2 w}{150}$$

که در آن:  $L$  و  $w$  همان تعاریف شکل ۷-۴۶ را دارند.

۱ و ۲ و ۳ مشابه شکل ۷-۴۶ است.

۴) ب فرض اینکه تعریف در هر دو طرف راه یکسان است.

شکل ۷-۴۷ طرح ایجاد خط مخصوص گردش به چپ در تقاطع‌ها (تعریف در دو طرف راه)

مناسب است.

حالت (الف) لچکی به صورت خط مستقیم

- اجرای این حالت بسیار ساده است.

حالت (ب) لچکی با قوس معکوس متقارن  
- برای سرعت‌های طرح بالاتر نسبت به حالت (ب) مناسب است.

- شیب لچکی ۱:۸ برای سرعت‌های طرح کمتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت مناسب است.

- اجرا نسبت به حالت (ب) مشکل‌تر است.  
- شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر مناسب است.

- شیب لچکی ۱:۱۵ برای سرعت‌های طرح بالاتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت مناسب است.

حالت (ب) لچکی نیمه مستقیم

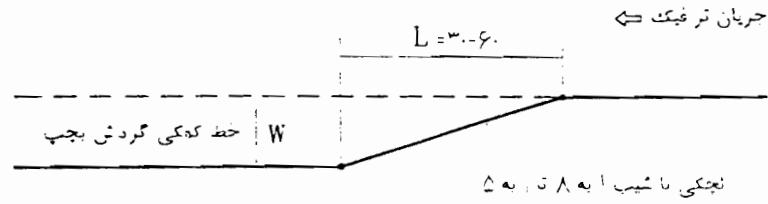
حالت (ت) لچکی با قوس معکوس نامتقارن  
- برای سرعت‌های طرح بسیار بالا مناسب است.

- طول بخش مستقیم در این حالت حدود  $\frac{1}{3}$  تا  $\frac{1}{4}$  طول کل لچکی است.

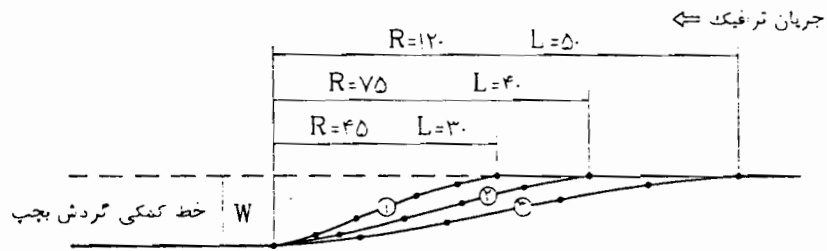
- اجرا نسبت به حالت (ب) مشکل‌تر است.  
- شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر مناسب است.

- برای سرعت‌های طرح بالاتر (نسبت به حالت الف) مناسب است.

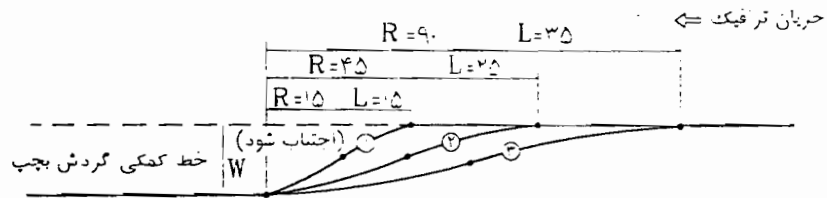
- شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر



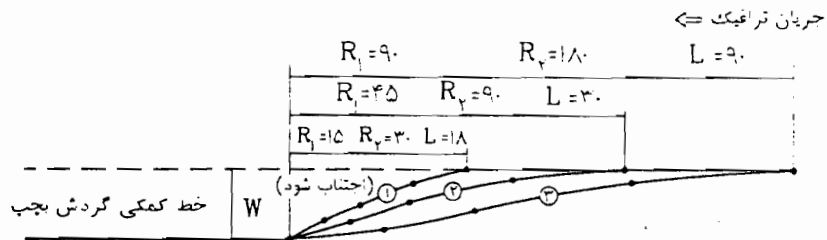
الف- لچکی خط مستقیم



ب- لچکی با دو قوس در ابتدا و انتها



پ- قوس معکوس متقارن



ت- قوس معکوس غیر متقارن

شکل ۷-۴۸ انواع طرح های لچکی برگشت در تقاطع ها

## طول کاهش سرعت

ترافیک مستقیم مجاز باشد، در آن صورت طول بخش و کاهش سرعت براساس سرعت طرح ۶۰ کیلومتر در ساعت تعیین می‌شود و مطابق جدول ۷-۹ برابر ۹۵ متر خواهد بود. اثر شیب بر طول خط کاهش سرعت نیز با استفاده از جدول ۷-۱۱ قابل محاسبه است.

## طول تجمع

با توجه به اینکه حرکت گردش به چپ در تقاطع، معمولاً مستلزم توقف در محل تقاطع و سپس انجام حرکت گردش به چپ از لابلای جریان ترافیک روبرو است، لذا به‌تراست برای تجمع وسایل نقلیه چپ‌گرد در محل تقاطع، طول مناسبی پیش‌بینی شود. در تقاطع‌های بدون چراغ، طول ناحیه تجمع، براساس تعداد وسایل نقلیه‌ای که در خلال مدت زمان ۲ دقیقه در ساعت اوج، قصد گردش به چپ دارند تعیین می‌شود. برای این منظور، فضای لازم برای حداقل ۲ وسیله نقلیه شخصی که طول هریک ۷/۵ متر است در نظر گرفته می‌شود. اگر سهم وسایل نقلیه سنگین از ترافیک ساعت اوج تقریباً ۱۰ درصد یا بیشتر باشد، در آن صورت طول لازم حداقل برای یک وسیله نقلیه شخصی و یک وسیله نقلیه سنگین پیش‌بینی می‌شود (۲۵-۲۰ متر).

در تقاطع‌های چراغ‌دار نیز طول ناحیه تجمع می‌تواند براساس یک تا دو برابر متوسط تعداد وسایل نقلیه‌ای که در خلال هر دوره چراغ، در ساعت‌های اوج، در ورودی جمع می‌شوند محاسبه شود. در چنین حالتی طول دوره چراغ، فزاینده آن و نرخ ورود و خروج وسایل نقلیه به تقاطع، از جمله عوامل موثر در تعیین طول مذکور است.

## پ - ناحیه گردش به چپ دوخطه

در تقاطع‌های چراغ‌دار راه‌های چندخطه، چنانچه تقاضای ترافیک گردش به چپ برابر ۳۰۰ وسیله نقلیه یا بیش از آن در ساعت اوج باشد، لازم است دو خط مخصوص گردش به چپ

پس از جابجایی ترافیک گردش به چپ در خط مخصوص خود، این بخش، نقش طول موردنیاز برای کاهش سرعت تا مرحله توقف را ایفا می‌کند. ضلع بخش کاهش سرعت در جدول ۷-۹ داده شده است. ضلع مورد اشاره در جدول، طول لچکی برگشت را نیز شامل شود.

## جدول ۷-۹ طول لازم برای بخش کاهش سرعت

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	ضلع خط کاهش سرعت (متر) *
۵۰	۷۵
۶۰	۹۵
۷۰	۱۱۵
۸۰	۱۳۵
۹۰	۱۵۰
۱۰۰	۱۷۰
۱۱۰	۱۹۰
۱۳۰	۲۲۵

\* طول لازم برای توقف کامل که شامل ضلع لچکی برگشت نیز می‌شود.

مطلوب آن است که خط کاهش سرعت کاملاً در خارج از خط‌های عبور ترافیک مستقیم قرارگیرد. چنانچه مطابق شکل‌های ۷-۴۶ و ۷-۴۷ بخشی از خط کاهش سرعت در ناحیه خط‌های عبور ترافیک مستقیم قرارگیرد، در آن صورت سرعت‌های طرح مورد اشاره در جدول ۷-۹ را می‌توان به میزان ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر در ساعت کاهش داد تا سرعت ورود کمتری در ابتدای بخش کاهش سرعت وجود داشته باشد. مثلاً اگر سرعت حرکت ترافیک در خط اصلی برابر ۱۰ کیلومتر در ساعت باشد و کاهش سرعت به میزان ۲۰ کیلومتر در ساعت در خط‌های عبور

خاص می توان عرض خط گردش به راست را به حدی که ذکر شده کاهش داد.

- در صورتی که محدودیت تأمین عرض کافی در تقاطع وجود داشته باشد، پهنای خط گردش به راست را می توان به ۳/۲۵ متر کاهش داد.

- در راه های با سرعت متوسط ۷۰ کیلومتر و کمتر که شرایط بسیار محدودکننده ای وجود دارد، می توان حداقل عرض خط گردش به راست را به ۳ متر رساند.

- پهنای شانه را نیز در شرایطی که محدودیت وجود دارد می توان کاهش داد. در صورت امکان، حداقل فاصله ۰/۶ متر بین خط گردش به راست و جدول حاشیه سواره رو تأمین می شود. حذف کامل شانه تنها در شرایط بسیار محدودکننده و در شرایطی که حداقل عرض خط ۳/۲۵ متر برای گردش به راست در نظر گرفته شده، امکان پذیر است. کانال های آب رو را می توان از شانه راه عبور داد اما نمی توان به عنوان بخشی از خط گردش به راست ملحوظ کرد.

ب - طول خط کمکی گردش به راست

خط کمکی گردش به راست، از دو بخش لچکی و کاهش سرعت تشکیل می شود که طول مناسب برای هریک از آنها در جدول ۷-۱۰ آمده است.

۷-۴-۷-۳ نحوه هدایت ترافیک گردش به راست

(برای ورود به مسیر اصلی)

هدف از بکارگیری خط های افزایش سرعت گردش به راست، تأمین فاصله ای است که طی آن راننده خودروی خروجی از مسیر فرعی (در محل تقاطع)، علاوه بر فراهم آوری افزایش سرعت، فرصت کافی برای ورود به ترافیک مسیر اصلی را پیدا کند.

در تقاطع پیش بینی شود. عرض خط و دیگر اجزای طراحی چنین حالتی مشابه حالت یک خطه ست که قبلاً به آن اشاره شد.

ت - علایم لازم برای طرح لچکی میانی

در راه های فاقد میانه، طرح لچکی میانی که در قسمت ب اشاره شد، با استفاده از علائم بازتاب کننده (چشم گربه ای ها) که در سطح راه نصب می شود صورت می گیرد. در سرعت های بالا نمی توان از جدول برای ایجاد لچکی استفاده کرد.

۷-۴-۷-۲ نحوه هدایت ترافیک گردش به راست

(برای خروج از مسیر اصلی)

در مورد ترافیک گردش به راست، تأخیرها نسبت به ترافیک گردش به چپ، کمتر است و تصادف ها نیز از شدت کمتری برخوردار است. طول خط کمکی کاهش سرعت، برای گردش به راست شامل دو جزء زیر است.

الف - طول بخش لچکی: در این طول، وسایل نقلیه ای که قصد گردش به راست در محل تقاطع را دارند بدون ترمزگیری، از ترافیک مستقیم راه جدا می شوند.

ب - طول کاهش سرعت: در این طول، وسایل نقلیه گردش کننده به راست، که با سرعت طرح مسیر مستقیم در حال حرکت بوده اند با ترمزگیری سرعت خود را به سرعت طرح خروجی مسیر کاهش می دهند.

اجزای طراحی بشرح زیر است.

الف - عرض خط عبور

عرض خط عبور مخصوص گردش به راست برابر ۳/۶۵ متر و حداقل پهنای شانه نیز برابر ۱/۲ متر در نظر گرفته می شود. در صورت امکان بهتر است پهنای شانه را به ۲/۴ متر افزایش داد تا فضای لازم برای عبور دوچرخه سواران و همچنین توقف وسایل نقلیه ای که دچار نقص فنی شده اند فراهم شود. در شرایط

جدول ۷-۱۰ حداقل طول خط کاهش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ شیب)

طول بخش کاهش سرعت (متر)									سرعت	
سرعت طرح خروجی (v) (کیلومتر در ساعت)									(کیلومتر در ساعت)	
توقف	۲۵	۳۲	۴۰	۴۸	۵۵	۶۵	۷۲	۸۰	متوسط	طرح راه
سرعت متوسط خروجی (v <sub>a</sub> ) (کیلومتر در ساعت)									(v <sub>a</sub> )	(v)
توقف	۲۳	۲۹	۳۵	۴۲	۴۸	۵۸	۶۵	۷۰		
	۷۰	۵۵	۵۰	۴۰	-	-	-	-	۴۵	۵۰
	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۵۵	۵۰	-	-	۵۸	۶۵
	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۰	۱۱۰	۹۵	۹۰	۷۰	۵۵	۷۰	۸۰
	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۲۵	۱۰۵	۹۰	۸۳	۹۵
	۱۷۵	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۵	۱۳۰	۱۱۵	۱۰۰	۸۸	۱۰۵
	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۳۰	۱۲۰	۹۳	۱۱۰
	۲۰۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۵	۱۴۵	۱۳۵	۹۸	۱۱۵
	۲۱۵	۲۱۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۸۵	۱۸۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۰۲	۱۳۰

v = سرعت طرح راه  
 v<sub>a</sub> = سرعت متوسط حرکت در راه  
 v = سرعت طرح فوس خروجی  
 v<sub>a</sub> = متوسط سرعت حرکت در فوس خروجی

با توجه به اثر قابل ملاحظه شیب بر طول بخش کاهش سرعت، اثر آن در جدول ۷-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۷-۱۱ اثر شیب بر طول بخش کاهش سرعت خط مخصوص گردش به راست

شیب ورودی (%)	حالت شیب	نسبت طول در شیب، به طول در سطح افقی
۲-۴	سربالایی	۰/۹
	سرازیری	۱/۲
> ۴	سربالایی	۰/۸
	سرازیری	۱/۳۵

اصول و معیارهای طراحی این خط‌ها، مشابهت زیادی با

طراحی خط‌های کاهش سرعت برای گردش به راست دارد که

بشرح زیر است.

الف - عرض خط عبور:

دقیقاً مشابه با معیارهای مورد بحث خط کاهش سرعت

گردش به راست است.

طول مناسب برای هر یک از این دو بخش در جدول ۷-۱۲

ذکر شده است:

جدول ۷-۱۲ حداقل طول خط افزایش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ شیب)

طول بخش افزایش سرعت (متر)									سرعت	
سرعت طرح قوس ورودی (کیلومتر در ساعت)									(کیلومتر در ساعت)	
توقف	۲۵	۳۲	۴۰	۴۸	۵۵	۶۵	۷۲	۸۰	سرعت متوسط در	طرح راه
سرعت اولیه بخش افزایش سرعت (۷۵٪) (کیلومتر در ساعت)									انتهای خط افزایش	(۷)
توقف	۲۳	۲۹	۳۵	۴۲	۴۸	۵۸	۶۵	۷۰	سرعت (۷۵٪)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۳۷	۵۰
-	-	-	-	۴۵	۶۵	۷۵	۱۰۰	۱۱۵	۴۹	۶۵
-	-	-	۵۰	۱۱۵	۱۵۰	۱۷۵	۱۹۰	۲۱۵	۶۲	۸۰
۵۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۴۵	۲۷۵	۳۰۵	۳۲۵	۳۴۰	۳۵۰	۷۵	۹۵
۱۷۵	۲۵۰	۳۰۵	۳۷۵	۴۰۵	۴۳۰	۴۵۵	۴۶۵	۴۸۰	۸۴	۱۱۰

یادآوری: استفاده از خط‌های با عرض یکپارخت ۱.۵۰ تا ۱.۷۰ در محل‌هایی که طول خط افزایش سرعت از ۳۹۰ متر تجاوز می‌کند. یا سرعت طرح از ۱۱۰ کیلومتر در ساعت بیشتر است. یا در هر محل دیگری که فضای کافی موجود باشد توصیه می‌شود.

همچنین اثر شیب بر طول بخش افزایش سرعت، از جدول ۷-۱۳ قابل دستیابی است.

جدول ۷-۱۳. نسبت طول بخش افزایش سرعت در شیب، به طول نظیر در سطح افقی

سر بالایی					سرازیری	سرعت طرح	میزان شیب
سرعت در شروع خط افزایش (کیلومتر در ساعت)					راه	(کیلومتر در ساعت)	
۸۰	۶۵	۵۰	۳۰	هر سرعت		(٪)	
-	-	۱/۳	۱/۳	۰/۷	۶۵	۲-۴	
-	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۰/۶۵	۸۰		
۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۰/۶	۹۵		
۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۰/۶	۱۱۰	> ۴	
-	-	۱/۵	۱/۵	۰/۶	۶۵		
-	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۰/۵۵	۸۰		
۲/۵	۲/۲	۱/۹	۱/۷	۰/۵۰	۹۵		
۳/۰	۲/۶	۲/۲	۲/۰	۰/۵۰	۱۱۰		



مختلف همزمان نیست.

اطلاعات ترافیکی را می توان در قالب دو طرح شماتیک مختلف نشان داد که یکی از آنها حجم های ساعتی همزمان انواع حرکت های ترافیکی تقاطع را در ساعت اوج قبل از ظهر و دیگری در ساعت اوج بعد از ظهر مشخص می سازد. چنین اطلاعات ترافیکی برای همه تقاطع های مهم، بویژه تقاطع هایی که دارای حجم قابل توجه حرکت های همگرا، واگرا و بهم یافته (تداخلی) می باشد ضروری است.

علاوه بر اطلاعات مذکور، سهم وسایل نقلیه سنگین از انواع حرکت های ترافیکی نیز در ساعت اوج مزبور، به صورت درصد بیان می شود. شکل ۷-۵۰ نمونه ای از این طرح های شماتیک (قیاسی) را مشخص می سازد.

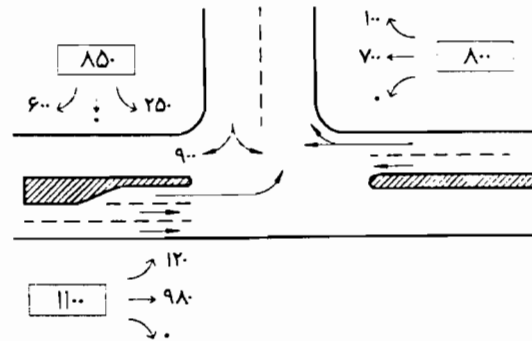
#### ۷-۵-۱-۲ اطلاعات محلی

اطلاعات محلی در مورد خصوصیت های هندسی، کاربری زمین های مجاور و سایر اطلاعات، جمع آوری می شود. در این مرحله براساس اطلاعات مندرج در نقشه ها، بازدیدها و گفتگوهای محلی، اطلاعاتی همچون جنس خاک منطقه، سطح آب های زیرزمینی، دسترسی به تسهیلات زیربنایی و از این قبیل جمع آوری می شود.

#### ۷-۵-۱-۳ ت مربوط به طرح های توسعه

طرح های توسعه آتی منطقه تقاطع، مورد توجه قرار می گیرد و اثر آنها بر طرح تقاطع، ارزیابی می شود. توسعه آتی کاربری های مجاور تقاطع، امکانات حریم و دیگر اصلاحات، مطالعه می شود. این قبیل اطلاعات می تواند بر نوع و گستره تقاطع و ورودی های آن، همچون شیوه های کنترل دسترسی و تسهیلات پارکینگ اثر داشته باشد.

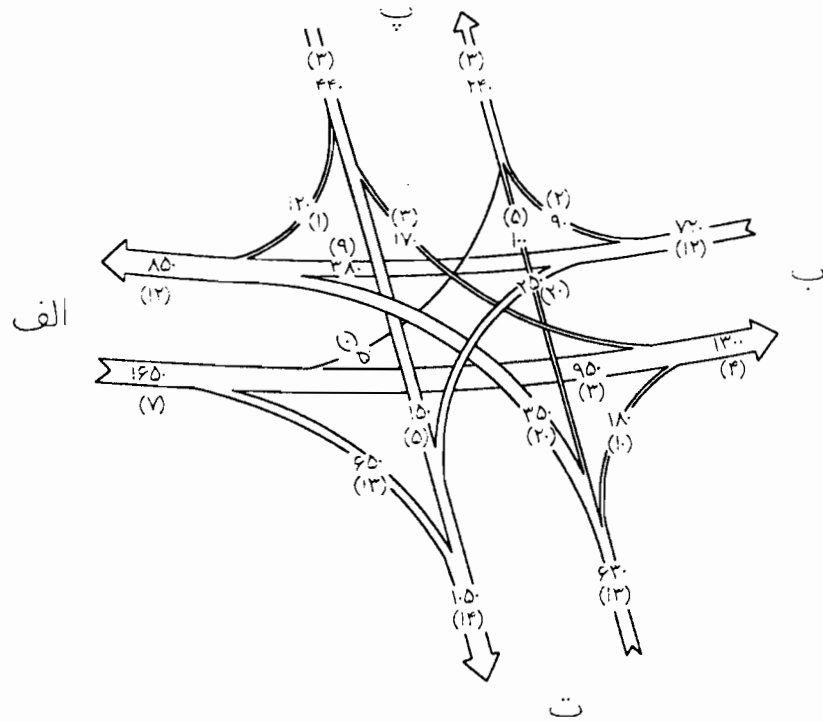
مشخص شود. در تقاطع های کم اهمیت که حجم ترافیک آنها کم است، این گونه اطلاعات تعیین کننده و ضروری نیست.



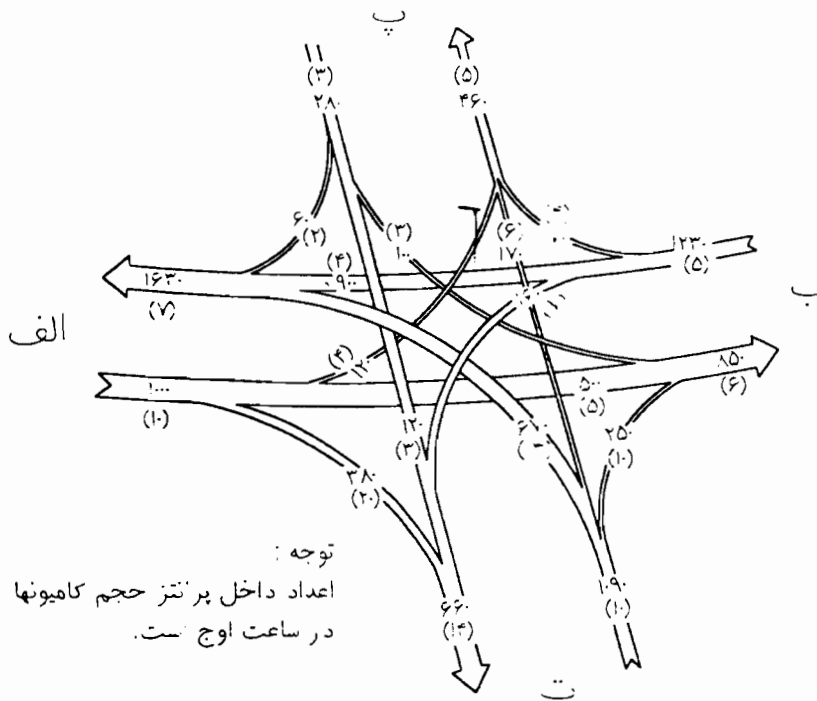
شکل ۷-۴۹ طرح شماتیک یا قیاسی اطلاعات ترافیکی تقاطع

نموداری که حداکثر حجم های ساعتی کلیه حرکات ترافیکی تقاطع را نشان می دهد. تصویری واقعی از وضعیت ترافیک تقاطع به منظور طراحی آن بدست نمی دهد، زیرا چنین نموداری ترکیبی از حداکثر حجم های ساعتی را که شاید در زمان های مختلف اتفاق افتند نشان می دهد. چه بسا ممکن است حجم ساعت اوج یک حرکت قبل از ظهر (از ۶ صبح تا ظهر) و حجم ساعت اوج جهت مقابل آن، بعد از ظهر (از ظهر تا ۱۰ شب) بوقوع پیوندد. بطور کلی در شرایطی که حجم ترافیک، کم یا متوسط است، طراحی تقاطع براساس ترکیب ساعت اوج هر یک از حرکات، اختلافاتی بسیار جزئی با وضعیتی خواهد داشت که طراحی براساس یک ساعت طرح مشخص مانند ساعت اوج قبل یا بعد از ظهر انجام گیرد، این اختلاف، در جهت اطمینان خواهد بود. چنانچه حجم ترافیک، زیاد باشد طراحی براساس حجم ساعت اوج هر حرکت، می تواند اساساً متفاوت از حالت دیگر (طراحی براساس ترافیک ساعت اوج تمام حرکات) باشد. چنانچه حجم ترافیک یک یا چند حرکت گردش سنگین باشد و توزیع نامتعادل جهتی داشته باشد استفاده از روش اول برای طراحی، غیراقتصادی است و یا وضعیت غیرواقعی و همراه کننده ای را سبب می شود، زیرا ساعات اوج حرکت های





حجم ترافیک ساعت اول قبل از ظهر (۱۳۷۵)



توجه:  
اعداد داخل پرانتز حجم کامیونها  
در ساعت اول است.

حجم ترافیک ساعت اول بعد از ظهر (۱۳۷۵)

شکل ۷-۵۰ نمونه نمایشی آمار ترافیک ساعت‌های اول یک تقاطع

در مورد تقاطع به صورت کروکی یا انگاره کشیده می شود و جنبه های کلی قوت و ضعف هر یک از انگاره ها مورد ارزیابی قرار می گیرد. این طرح ها تنها لبه های روسازی، موقعیت جزیره ها، تعریض های انجام شده در سطح راه و موردهایی از این قبیل را، مانند شکل ۷-۵۱ نشان می دهد.

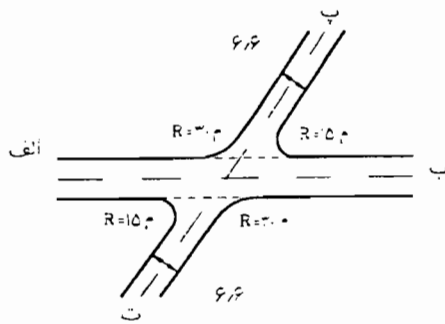
انگاره های مطالعاتی معمولاً با مقیاس های  $\frac{1}{500}$  یا  $\frac{1}{1000}$  تهیه می شوند.

تمامی این اطلاعات بر روی نقشه موقعیت محل تقاطع، با مقیاس مناسب پیاده می شود و اساس مطالعات طرح های مقدماتی را تشکیل می دهد.

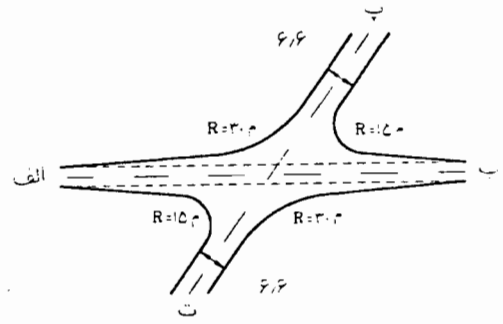
۲-۵-۷ طراحی مقدماتی

۱-۲-۵-۷ آماده سازی انگاره های مطالعاتی

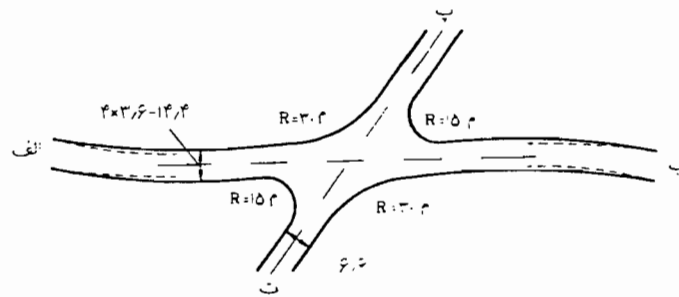
پس از جمع آوری اطلاعات پایه، چند طرح هندسی مقدماتی



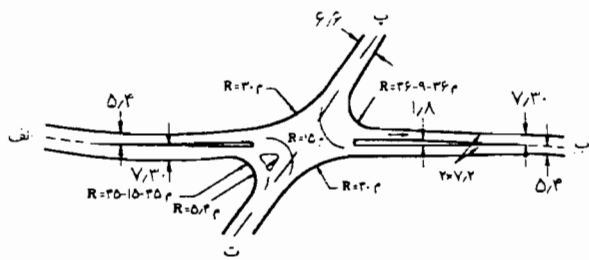
طرح شماره ۲



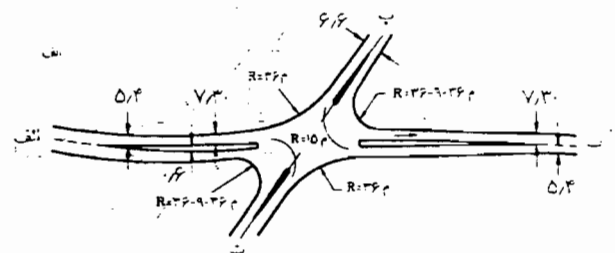
طرح شماره ۱



طرح شماره ۳



طرح شماره ۴



طرح شماره ۵

شکل ۷-۵۱ طرح شماتیک (کروکی) گزینه های مختلف تقاطع

## ۷-۵-۲-۲ تجزیه و تحلیل انگاره‌های مطالعاتی

پس از آنکه انواع طرح‌های ممکن برای یک تقاطع به شکل انگاره آماده شد، هریک از آنها تجزیه و تحلیل و خوبی‌ها و بدی‌های نسبی آنها مشخص می‌شود. مقایسه، براساس معیارهایی همچون خصوصیات هندسی، ویژگی‌های عملیاتی، قابلیت پاسخگویی به جریان ترافیک، هزینه‌های احتمالی، سازگاری با محیط اطراف و نوع راه‌های منتهی به تقاطع صورت می‌گیرد. در این مرحله مشخص می‌شود که بعضی از طرح‌های مطالعاتی در مقایسه با دیگران نامناسب است و به این ترتیب این گزینه‌ها از لیست نامزدها حذف می‌شود. در بیشتر موارد، دو یا چند گزینه برتر در این مرحله به منظور بررسی جزئیات بیشتر و انتخاب نهایی معرفی می‌شود.

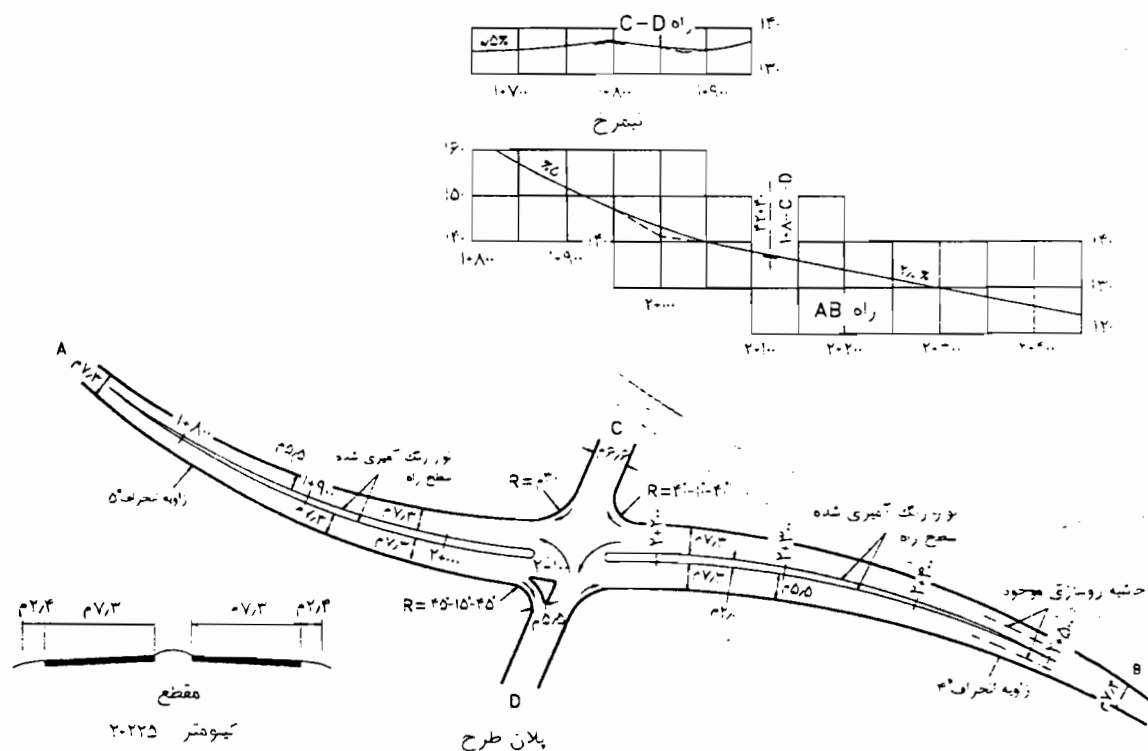
## ۷-۵-۲-۳ آماده‌سازی طرح‌های مقدماتی

در این گام، جزئیات بیشتری از طرح‌های مقدماتی در نظر گرفته می‌شود و برای تقاطع مورد توجه قرار می‌گیرد. تعیین نیمرخ طرح‌های مورد بررسی، شعاع قوس‌های گوشه تقاطع، جزیره‌های ترافیکی و شکل دماغه آنها از جمله این اطلاعات است. در شکل ۷-۵۲ نمونه‌ای از این گونه طرح‌ها آمده است.

## ۷-۵-۳ تعیین طرح پیشنهادی

## ۷-۵-۳-۱ ارزیابی خصوصیات هندسی و عملیاتی

خصوصیاتی که معمولاً ارزیابی می‌شود عبارت است از: سازگاری با محیط، امکان‌پذیری (قابلیت اجرا از نظر فنی و اقتصادی)، جنبه‌های طراحی، ظرفیت و ویژگی‌های عملیاتی، حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت و امکان ساخت مرحله‌ای.



شکل ۷-۵۲ جزئیات گزینه‌های مختلف تقاطع

## سازگاری با محیط

طرح‌هایی که انطباق بیشتری با پستی و بلندی و شرایط حاکم بر محل دارد بر سایر طرح‌ها برتری خواهد داشت و برعکس طرح‌هایی که مستلزم عملیات خاکی وسیع یا عملیات تخلیه آب‌های سطحی دشواری است از برتری کمتری برخوردار است. منظرآرایی نیز از دیگر ویژگی‌هایی است که در تعیین طرح پیشنهادی مؤثر است. نوع راه‌های منتهی به تقاطع و سطح خدمت مورد انتظار از آنها نیز از جمله عوامل مؤثر در انتخاب طرح نهایی خواهد بود. مثلاً در تقاطع دوره فرعی، جریان‌بندی ترافیک از اهمیت بمراتب کمتری نسبت به تقاطع دو راه اصلی برخوردار است.

## امکان‌پذیری

جنبه‌های فنی طرح هندسی بهتر است توأم با اثرات اجتماعی آن مورد توجه قرارگیرد. انجام بعضی طرح‌های هندسی و تخریب احتمالی ساختمان‌ها عواقب نامتناسب اجتماعی و هزینه‌های غیرقابل قبول تولید می‌کند که بهتر است از انجام آنها پرهیز شود.

## جنبه‌های طراحی

جنبه‌های طراحی همچون تعیین نیمرخ‌های طولی و عرضی، فاصله دید، پهنای روسازی، خط‌های کمکی، بر بلندی و جزیره ترافیکی، در مورد انواع طرح‌های منتخب باید مقایسه شود. چنانچه دو یا چند طرح از نظر جنبه‌های دیگر وضعیت یکسان داشتند طرحی که خصوصیات هندسی مناسب‌تری دارد برتری خواهد داشت.

## ظرفیت و ویژگی‌های عملیاتی

تجزیه و تحلیل ظرفیت نیز می‌تواند در انتخاب طرح نهایی مؤثر باشد. نسبت  $\frac{\text{حجم ترافیک}}{\text{ظرفیت}}$  هر یک از طرح‌های رقیب نیز از دیگر پارامترهای مؤثر در انتخاب است.

## حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت

این ویژگی عمدتاً در اصلاح طرح‌های هندسی مطرح است. چگونگی پاسخگویی به جریان ترافیک در خلال مدت زمانی که عملیات اصلاح طرح هندسی انجام می‌شود می‌تواند مؤید یک یا چند طرح پیشنهادی باشد و یا برعکس سبب حذف بعضی از طرح‌های دیگر شود. اگرچه در طرح تقاطع راه‌ها، حجم ترافیک و نوسانات آن، تراکم تقاطع‌های شهری را ندارد، اما به واسطه منحصربه‌فرد بودن مسیرهای دسترسی در تقاطع راه‌ها و عدم وجود مسیرهای موازی دسترسی، این ویژگی از اهمیت خاصی برخوردار است.

## امکان ساخت مرحله‌ای

در بعضی از حالات، تنها بخشی از نیازمندی‌های نهایی پیش‌بینی شده برای تقاطع در ابتدای امر در نظر گرفته شده و تمهیدات اضافی، به صورت مرحله‌ای متناسب با افزایش ترافیک اجرا می‌شود. طرح‌هایی که امکان ایجاد چنین حالتی را بوجود می‌آورد این مزیت را دارد که با سرمایه‌گذاری محدود در ابتدای کار قابل انجام است.

## ۷-۵-۳-۲ محاسبه هزینه‌های بهسازی و عملیاتی

هزینه‌های تخمینی هر یک از طرح‌های مقدماتی که برآورد می‌شود. عبارت است از: هزینه‌های تملک زمین، پاکسازی محل، شیب‌بندی، روسازی، تخلیه آب‌های سطحی، ساخت و ساز و تأمین تسهیلات، کنترل و نصب علائم و خط‌کشی و در صورت امکان تأمین روشنایی و برق و پاسخگویی به جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت، همچنین هزینه‌های سالیانه نگهداری و کنترل ترافیک.

## ۷-۵-۳-۲ محاسبه هزینه‌های استفاده‌کنندگان

به منظور تکمیل تجزیه و تحلیل مقدماتی طرح‌های منتخب، مجموع هزینه‌های استفاده‌کنندگان برای هر یک از آنها محاسبه می‌شود. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های سرخت و نگهداری و استهلاک ناشی از بهره‌برداری وسیله نقلیه (با توجه به تأخیرها و طول مسیرها) است و شامل ارزش وقت سرنشینان نمی‌شود، مگر اینکه به علت تأخیر، به سرنشینان حقوقی تعلق گیرد مانند ساعت کار کارکنان کامیون یا اتوبوس (راننده و کمک راننده).

## ۷-۵-۴ طراحی نهایی گزینه بهینه

با توجه به آنکه طرح‌های مقدماتی و نیمرخ‌های آن، بیشتر زمان‌ها، عمدتاً به صورت تقریبی تهیه می‌شود و جزئیات دقیق اجرایی در آنها مشخص نیست، به این دلیل به منظور اجرای طرح گزینه منتخب بهینه، لازم است جزئیات هندسی آن محاسبه و روی نقشه‌هایی به تعداد کافی، اجزای هندسی طرح با مقیاس‌های مناسب نمایش داده شود. این بخش از مطالعات که مطالعات مرحله دوم یا تهیه پروژه اجرایی نامیده می‌شود، شامل کلیه نقشه‌های اجرایی و محاسبات طرح روسازی و جزئیات و مشخصات فنی خصوصی و برآورد حجم و هزینه عملیات و گزارش مربوطه است.

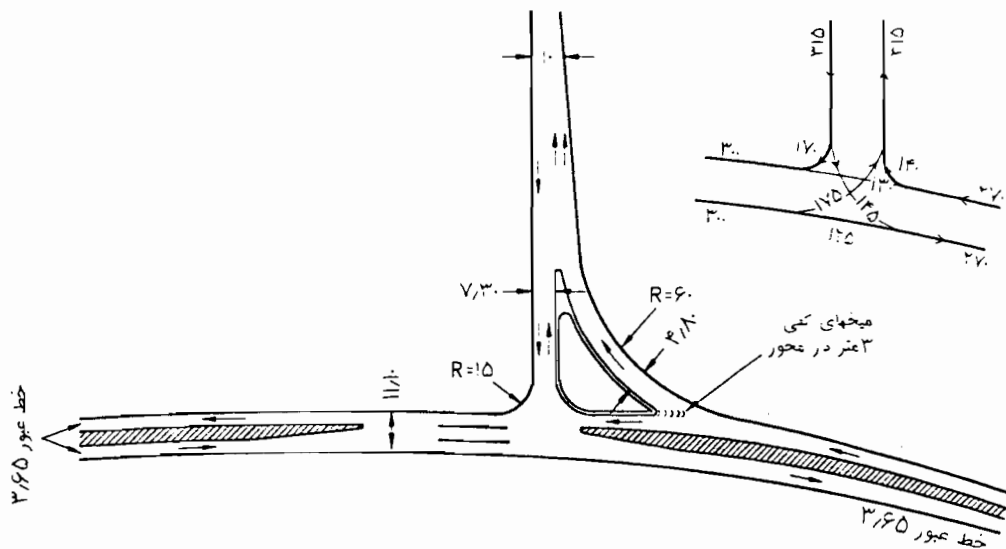
## ۷-۵-۳-۴ تجزیه و تحلیل همزمان، به منظور انتخاب

## طرح نهایی

بر اساس نتایج بدست آمده از گام‌های قبل و در نظرگیری توأم آنها می‌توان طرح‌های مقدماتی مورد بررسی را به ترتیب برتری مشخص نمود. سپس طراح بر اساس وزن (اهمیت) تخصیص داده شده به هر یک از موردها و با توجه به دید مهندسی، طرح بهینه را به کارفرما پیشنهاد می‌کند.

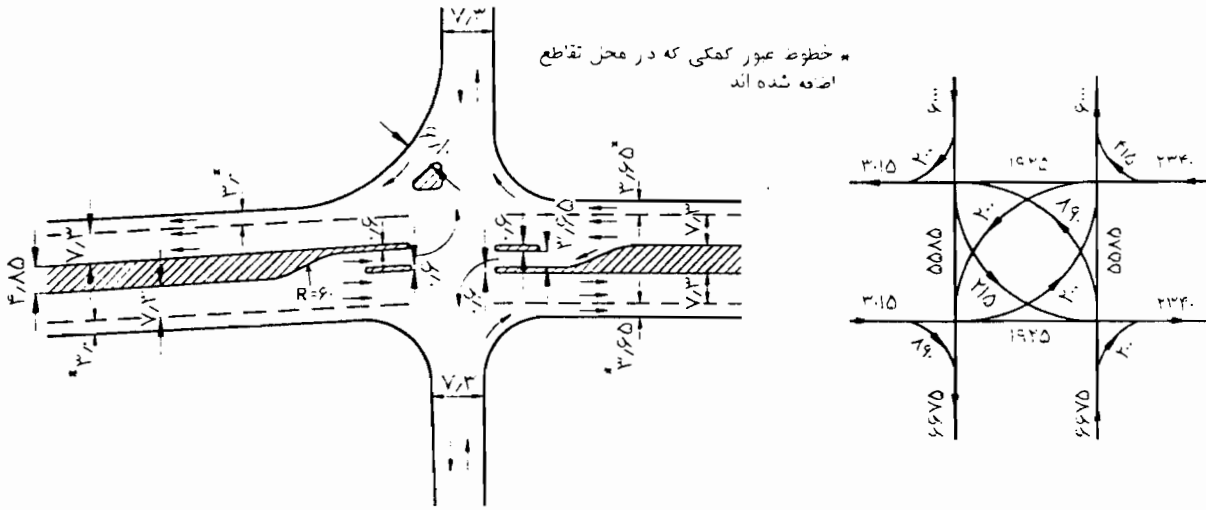
## ۷-۶ طرح‌های نمونه

در پایان این بخش به لحاظ آشنایی هرچه بیشتر با انواع تقاطع‌ها و پارامترهای مؤثر در طراحی آنها، تعدادی طرح انتخاب شده است که می‌تواند راهنمای خوبی برای طراحی باشد.

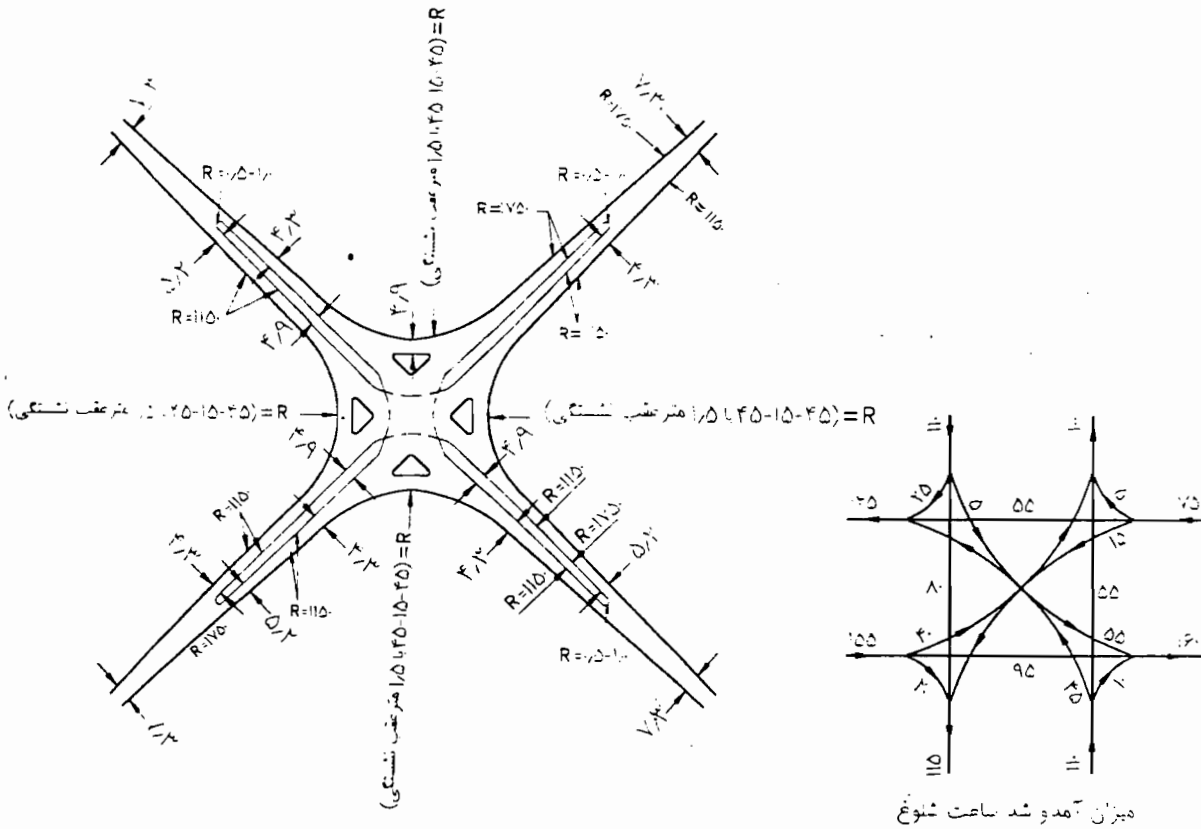


شکل ۷-۵۳ طرح‌های نمونه تقاطع





ت- چهارراه با جزیره‌های ترافیکی و خط کمکی



ت- چهارراه با جزیره‌های ترافیکی ولی بدون خط کمکی (تعریض شده)

ادامه شکل ۵۳-۷ طرح‌های نمونه تقاطع

## فصل هشتم - تبادل‌ها

## ۱-۸ کلیات

## ۱-۱-۸ هدف

تحرك بوده و به همین منظور دسترسی به آن کنترل شده است لذا کلیه تقاطع‌های آزادراه‌ها باید به صورت غیرهمسطح (تبادل) طراحی شود.

تبادل به منظور کاهش یا حذف برخوردهای ترافیکی، ارتقای ایمنی، کاهش تأخیر و افزایش ظرفیت ترافیکی ایجاد می‌شود. با ایجاد تبادل، احتمال برخورد میان جریان‌های متقاطع در محل تقاطع منتفی می‌شود. احتمال برخورد حرکت‌های گردشی نیز بسته به نوع طراحی تبادل، یا به حداقل می‌رسد و یا به طور کلی از بین می‌رود.

## ۱-۲-۱-۸ اصلاح گلوگاه‌ها

کمبود ظرفیت تقاطع در جاده‌های پرتراфик، باعث تراکم بیش از حد در یک یا چند شاخه تقاطع می‌شود. عدم توانایی در تأمین ظرفیت لازم با توسعه و یا اصلاح تقاطع همسطح، دلیلی برای تبدیل تقاطع به یک تبادل است.

## ۱-۱-۲-۸ توجیه اقتصادی - اجتماعی

یک تبادل اگرچه جایگزین بسیار مناسبی برای تقاطع، به منظور حل مشکلات موجود در آن است اما به دلیل بالای بودن هزینه، استفاده از آن محدود به مواقعی خواهد بود که صرف هزینه برای آن، توجیه اقتصادی - اجتماعی داشته باشد.

## ۱-۲-۱-۸ حذف یا کاهش حوادث خطرناک

چنانچه تعداد حوادث خطرناک در تقاطع به گونه غیرمعماری بالا باشد و در صورت فقدان روش‌های کم هزینه‌تر برای رفع خطر، گزینه تبادل به جای تقاطع، به عنوان یک راه‌حل، قابل بررسی است.

به دلیل تنوع گسترده شرایط مکانی، حجم ترافیکی، درجه راه‌ها و طرح‌های مختلف تبادل، دلیل‌های توجیه‌کننده انتخاب نوع و زمان ایجاد تبادل متفاوت است. عامل‌های مهم به منظور تصمیم‌گیری در مورد انتخاب نوع و زمان ساخت تبادل عبارت است از:

تقاطع‌های حادثه‌ساز، غالباً در محل اتصال راه‌های پرتراфик در نزدیک شهرها و یا تقاطع دو راه پرتراфик قرار دارد. در این نواحی عموماً هزینه ساخت و ساز و تملک حریم راه برای ساخت و بهره‌برداری از تبادل، در مقایسه با خسارت‌های ناشی از تصادف‌ها و تأخیرها، توجیه‌پذیر است.

## ۱-۲-۱-۴ وضعیت منطقه تقاطع

پستی و بلندی اراضی، وجود رودخانه یا راه‌آهن در نزدیکی تقاطع، در انتخاب نوع تبادل مؤثر است.

## ۱-۲-۱-۸ افزایش تحرك و کاهش تأخیر

تبادل، موجب افزایش قابلیت تحرك و کاهش تأخیر می‌شود. تفکیک ترافیکی به روش اختلاف سطح، جریان مداوم و روان ترافیکی در مسیرهای اصلی را به وجود می‌آورد و تأخیرهای ناشی از ضرورت توقف در محل تقاطع را منتفی می‌کند.

## ۱-۲-۱-۵ هزینه استفاده‌کنندگان

هزینه‌های ناشی از تأخیر در تقاطع‌های پرتراکم برای استفاده‌کنندگان آن معمولاً بسیار بالاست. چنین هزینه‌هایی

که هدف از طرح آزادراه‌ها دستیابی به بالاترین حد



عبور کمکی رابط‌های مجزا یا راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده برای بهبود وضعیت ترافیک (از نظر ظرفیت و ایمنی) استفاده کرد.

### ۸-۲ انواع تبادل

تبادل انواع متعددی دارد که انتخاب هر یک از آنها و نحوه طراحی‌شان تابع عامل‌های زیر است.

- سرعت طرح
- حجم ترافیک کلیه حرکات به تفکیک
- ترکیب ترافیک
- تعداد شاخه‌های تبادل و حرکت‌های گردش ضروری
- نحوه قرارگیری مسیرها نسبت به هم (زاویه، پیچ و ارتفاع)
- طبقه‌بندی منطقه

- درجه‌بندی و چگونگی کنترل مسیر

- هزینه تملک زمین، ساخت و بهره‌برداری

- مجاورت با تبادل‌های دیگر

- مسائل زیست محیطی

اگرچه هر تبادل به صورت مجزا و بر اساس شرایط خاص خود طرح می‌شود اما مطلوب آن است که تبادل‌های موجود در طول یک راه، یکنواخت و مشابه هم باشد تا رانندگان به طرح کلی تبادل و محل نقاط خروجی آن عادت کنند.

به عنوان مثال: اگر کلیه رابط‌های گردش به چپ تبادل، از نوع گردراه باشد، رانندگان تا رسیدن به محل پل، خود را برای خروج از مسیر آماده نمی‌کنند. ولی چنانچه تبادل به صورت لوزی طراحی شده باشد (کلیه گردش‌ها قبل از پل از مسیر خارج می‌شود) این اختلاف نوع تبادل می‌تواند سبب اشتباه راننده و افزایش احتمال تصادف گردد.

در شرایط خاص که به علت محدودیت‌های مالی و یا

شامل هزینه‌های سوخت، روغن، تعمیرها و ارزش وقت (کسانی که بابت تأخیر، حقوق دریافت می‌کنند مانند رانندگان و کمب رانندگان وسایل نقلیه تجاری) است.

در تبادل‌ها اگرچه معمولاً مسافت بیشتری نسبت به تقاطع‌های نظیر طی می‌شود اما هزینه طی این مسافت اضافی بسیار کمتر از هزینه‌ای است که در تأخیر ناشی از توقف صرف می‌شود. نسبت منافع بیست سالهٔ احداث تبادل (کاهش هزینه استفاده‌کنندگان و تبدیل به سال واحد) بر هزینه سرمایه‌گذاری توسعهٔ آن (برحسب ارزش تبدیل شده به سال واحد) شاخص خوبی برای تعیین اقتصادی بودن تبادل است. مقایسه این نسبت برای گزینه‌های طراحی، عامل مهمی در تعیین نوع و میزان اصلاحات آن است.

### ۸-۱-۲-۶ حجم ترافیک

افزایش حجم ترافیک و بالارفتن زمان متوسط تأخیر در تقاطع‌های همسطح، محسوس‌ترین دلیل برای احداث تبادل‌هاست.

### ۸-۱-۲-۷ تقاطع با راه آهن

تلاقی آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی با راه آهن باید با استفاده از روگذر یا زیرگذر باشد.

در مورد تقاطع راه‌های فرعی با راه آهن، باید امکان دید و کنترل ترافیک راه فرعی هنگام عبور قطار تأمین شود.

### ۸-۱-۳ فاصله بین تبادل‌ها

فاصله دو تبادل متوالی در راه‌ها غالباً بیشتر از ۲ کیلومتر است. چنانچه در حالت‌های خاص، استفاده از دو تبادل با فاصله کمتر از مقدار یادشده اجتناب ناپذیر باشد، می‌توان از خط‌های

گردش به چپ c-b در مقایسه با b-a قابل توجه باشد در آن صورت طرح «الف» و در حالت عکس طرح «ب» برتری دارد. بدیهی است حرکتی که حالت «غالب» دارد بهتر است ارتباط سریع تری داشته باشد و مسیر اضافی کمتری را طی کند.

در شرایطی که به دلیل محدودیت حریم راه، استفاده از پیچ‌های تند برای رابط گردراه اجتناب‌ناپذیر باشد، تأمین لچکی‌های لازم و تعریض مسیر در فاصله مناسبی قبل از رسیدن به محل گردش، مؤثر و مفید است.

حالت پ شکل ۸-۱ در مقایسه با دو حالت دیگر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا این حالت سبب ایجاد ترافیک بهم‌بافته در حد فاصل خروجی و ورودی رابط‌های گردراه می‌شود. استفاده از یک مسیر جمع‌کننده - توزیع‌کننده تا حدودی از این مشکل می‌کاهد.

حالت پ بیشتر برای شرایطی مناسب است که امکان تبدیل سه راه به چهارراه در آینده وجود داشته و حجم گردش به چپ قابل توجهی پیش‌بینی شده باشد.

شکل ۸-۲ طرح‌های متداول تبادل‌های سه راهی جهتی و یا نیمه جهتی قیفی و سپری را نشان می‌دهد. در کلیه حالت‌های نشان داده شده در این شکل با تعبیه سطوح چندگانه حرکت، نیاز به گردراه‌ها حذف شده است. این نوع طرح هزینه‌ای به مراتب بیشتر از طرح‌های نشان داده شده در شکل ۸-۱ دارد و بهتر است در مواقعی استفاده شود که کلیه حرکت‌های ترافیکی، حجم زیادی داشته باشد.

حالت الف شکل ۸-۲ دارای خصوصیات زیر است. - کلیه حرکت‌ها «جهتی» است. (گردش‌های به راست از طرف راست مسیر اولیه خارج و از طرف راست وارد مسیر متلاقی می‌شود و گردش‌های به چپ از طرف چپ مسیر اولیه خارج و از طرف چپ مسیر متلاقی وارد مسیر می‌شود.)

وضعیت زمین از نظر پستی و بلندی به ناچار از رابط‌های دارای طرح ناهماهنگ استفاده شود، علامت‌گذاری‌های لازم به منظور آگاه‌کردن رانندگان در فاصله مناسبی قبل از تبادل ضرورت دارد. تبادل‌ها از نقطه نظر تعداد راه‌های منتهی به آنها به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود.

- تبادل‌های سه راه

- تبادل‌های چهارراه

### ۸-۲-۱ تبادل‌های سه راه

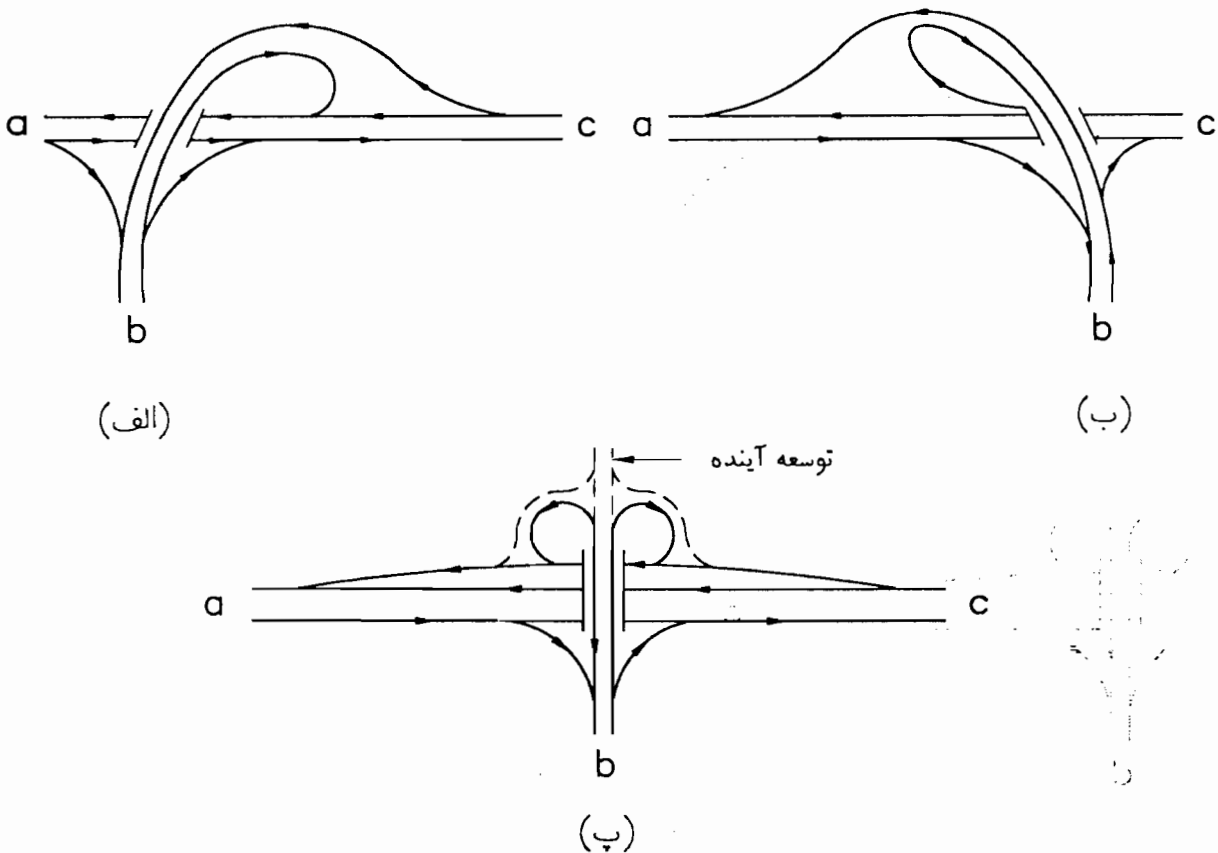
تبادل سه راه که محل تقسیم و توزیع جریان‌های ترافیک سه شاخه منتهی به آن است، می‌تواند شامل یک یا چند رابط جداکننده حرکت‌های ترافیکی باشد. با توجه به هزینه گزاف عملیات خاکی لازم برای ایجاد رابط‌ها و یا احداث پل، ترجیح داده می‌شود که چنانچه حجم ترافیک اجازه دهد از رابط با طول کمتر و یا تعداد پل کمتری برای ایجاد تبادل استفاده شود. چنانچه محدودیت‌های مالی در انجام پروژه وجود نداشته و یا سابقه تصادف‌های محل تبادل نشانگر تصادف‌خیز بودن آن باشد، طرحی که حداکثر روانی جریان ترافیک و حداقل میزان برخورد را به وجود آورد، مورد توجه قرار می‌گیرد.

تبادل سه راه، براساس زاویه مسیرهای منتهی به آن به دو دسته: تبادل قیفی «Y» و تبادل سپری «T» تقسیم می‌شود. در تبادل نوع قیفی، زاویه تبادل حاده (تند) است در صورتی که در تبادل سپری، زاویه تبادل، قائم یا نزدیک به آن می‌باشد.

در شکل ۸-۱-الگوهای متداول تبادل‌های سه راهی نشان داده شده است.

حالت‌های الف و ب در این شکل، موسوم به طرح «شیپوری» است. میزان نسبی حجم ترافیک گردش به چپ، تعیین‌کننده انتخاب یکی از دو حالت فوق است. چنانچه حجم

- ترافیک بهم‌بافته ندارد.
- برای اتصال دو آزادراه مناسب است.
- بعضی از حرکت‌های تبادل یا همه آنها نیازمند حداقل دو خط عبور است.
- کلیه خروجی‌ها به صورت انشعاب‌های تدریجی دوراهی و کلیه ورودی‌ها به صورت اتصال تدریجی دو مسیر است.
- حالت ب نیز در واقع همان حالت الف است با این تفاوت که سازه‌های جداگانه تبادل (پل‌ها) همگی در یک محل متمرکز شده و سطح سه طبقه‌ای را تشکیل داده است.
- از نظر عملکردی، حالت الف نسبت به حالت ب ارجحیت دارد زیرا در حالت ب، حرکت c-b به صورت ملایم صورت نمی‌گیرد و انحنای تندتری دارد ولی از نظر هزینه، اجرای حالت ب مستلزم هزینه کمتری است.
- حالت پ در شرایطی توصیه می‌شود که لازم باشد جریان ترافیک مستقیم یک آزادراه، با حداقل انحراف هدایت شود، در حالی که مسیر فرعی نیز ترافیک قابل توجهی دارد. چنین حالتی مستلزم استفاده از چندسازه برای جداسازی حرکت‌های مختلف است.



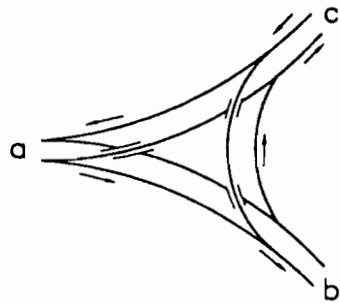
شکل ۸-۱ الگوهای متداول تبادل سه راهی

ترافیک نیاز است. ایجاد اختلاف سطح لازم در فاصله کافی قبل از رسیدن به محل تبادل برای مسیرهای گردش، از نیازمندی‌های این طرح است.

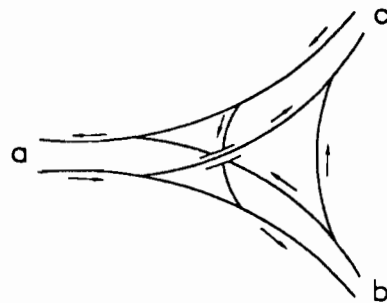
حالت ج نیز شکل تغییر یافته حالت ث است، که گردش ملایم تری را برای حرکت‌های گردش فراهم می‌سازد، اما کارایی آن، تا حد زیادی وابسته به تأمین طول کافی برای ترافیک بهم‌بافته است.

در حالت ت وضعیت حالت پ به گونه‌ای تغییر یافته است که رابط‌های گردش به چپ و جریان ترافیک مستقیم مسیر، همگی در یک نقطه، ولی در سطوح مختلف، از هم عبور کنند. در چنین شرایطی، یک سطح سه طبقه ترافیکی جایگزین سه سازه مختلف مجزای حالت قبل می‌شود.

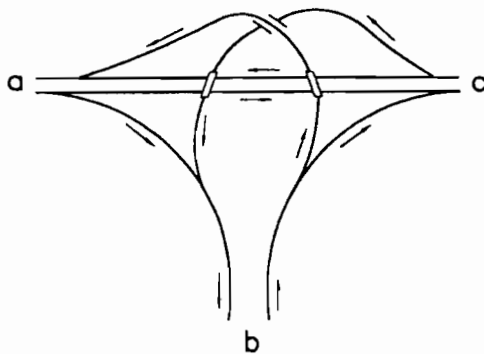
حالت ث نیز وضعیت نسبتاً مشابهی با دو حالت قبل دارد، با این تفاوت که در این حالت به دو سازه دو طبقه برای جداسازی



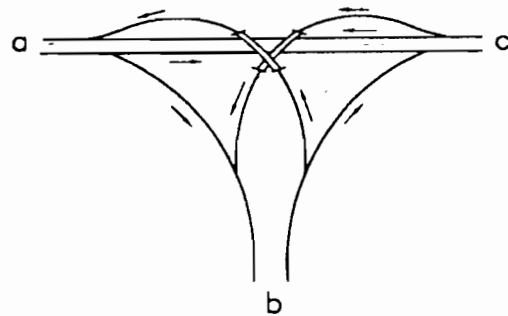
-الف-



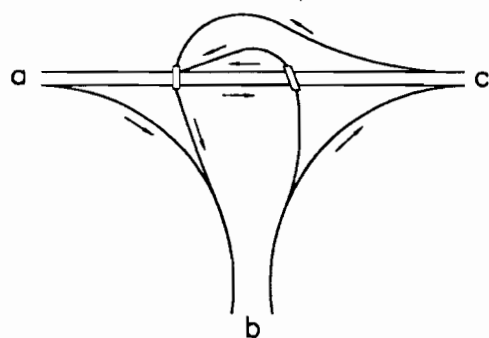
-ب-



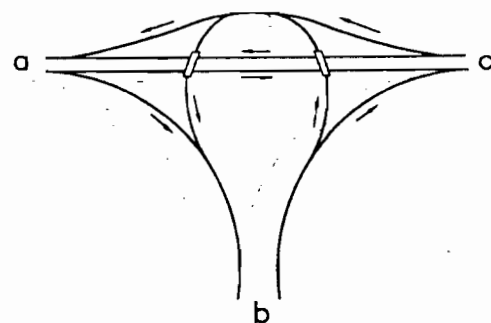
-پ-



-ت-



-ث-



-ج-

شکل ۸-۲ طرح‌های متداول تبادل‌های سه راهی با سطوح حرکت چندگانه

با جاده‌های اصلی دو خطه دوطرفه، که حجم ترافیک گردش‌ی نسبت به حجم ترافیک عبور مستقیم، کم است و درصد وسایل نقلیه سنگین نیز قابل توجه نیست، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت معمولاً حفظ محیط طبیعی بر ایجاد رابط‌های اضافی برای سهولت حرکت ترافیک ارجحیت دارد.

نحوه هدایت ترافیک گردش به چپ و راست در این حالت حایز اهمیت است و می‌توان با نصب علائم کافی در محل، وضعیت مناسبی برای آن بوجود آورد. شکل ۸-۳ نمونه‌ای از طرح تبادل با رابط یگانه را نشان می‌دهد.

تبادل‌های با رابط یگانه، گاهی اوقات به عنوان گام نخست از ساخت مرحله‌ای یک تبادل با رابط‌های چندگانه نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. در چنین حالتی، طرح مرحله‌ای اجرای رابط‌ها، براساس طراحی نهایی مورد نظر برای آنها صورت می‌گیرد تا از صرف هزینه‌های مجدد اجتناب شود. نمونه‌ای از طرح تبادل‌های چهارراه با ساخت مرحله‌ای، در شکل ۸-۴ نشان داده شده است.

#### ۸-۲-۲-۲ تبادل‌های لوزوی

این نوع تبادل، ساده‌ترین و شاید معمول‌ترین نوع تبادل‌ها را تشکیل می‌دهد. تبادل لوزوی کامل، متشکل از چهار رابط یک طرفه، در چهار گوشه خود می‌باشد. در این نوع تبادل، گردش به راست‌ها، به راحتی هدایت می‌شود. گردش به چپ‌ها می‌تواند سبب بروز مشکل برای جریان مستقیم ترافیک شود. مزایای این سیستم در مقایسه با تبادل نیمه شبدری عبارت است از:

- ورود و خروج تمامی جریان‌های ترافیک مسیر اصلی با سرعت‌های نسبتاً بالا می‌تواند صورت گیرد.
- حرکت‌های گردش به چپ، مسیر اضافی کمتری را طی می‌کنند (با تقاطع همسطح در روی راه تلافی کننده).

طرح تبادل‌های سه راهی منحصر به حالت‌های فوق نیست. در هر مورد متناسب با شرایط حجم ترافیک جهات مختلف، محدودیت‌های حریم راه و هزینه در نظر گرفته شده برای ساخت تبادل، می‌توان ترکیبی از حالت‌های مختلف را بررسی و بهترین گزینه را انتخاب کرد.

#### ۸-۲-۲ تبادل‌های چهارراه

تبادل‌های چهارراه، محل توزیع و هدایت جریان‌های ترافیک موجود در چهار شاخه منتهی به تبادل در ۲ یا چند سطح مختلف می‌باشند. تبادل‌های چهارراه را به پنج گروه زیر می‌توان تفکیک کرد.

۱- تبادل با رابط یگانه

۲- تبادل لوزوی (لوزوی معمولی و لوزوی سه طبقه)

۳- تبادل شبدری

۴- تبادل نیمه شبدری

۵- تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی (ارتباطات مستقیم و نیمه مستقیم)

۶- سایر انواع تبادل

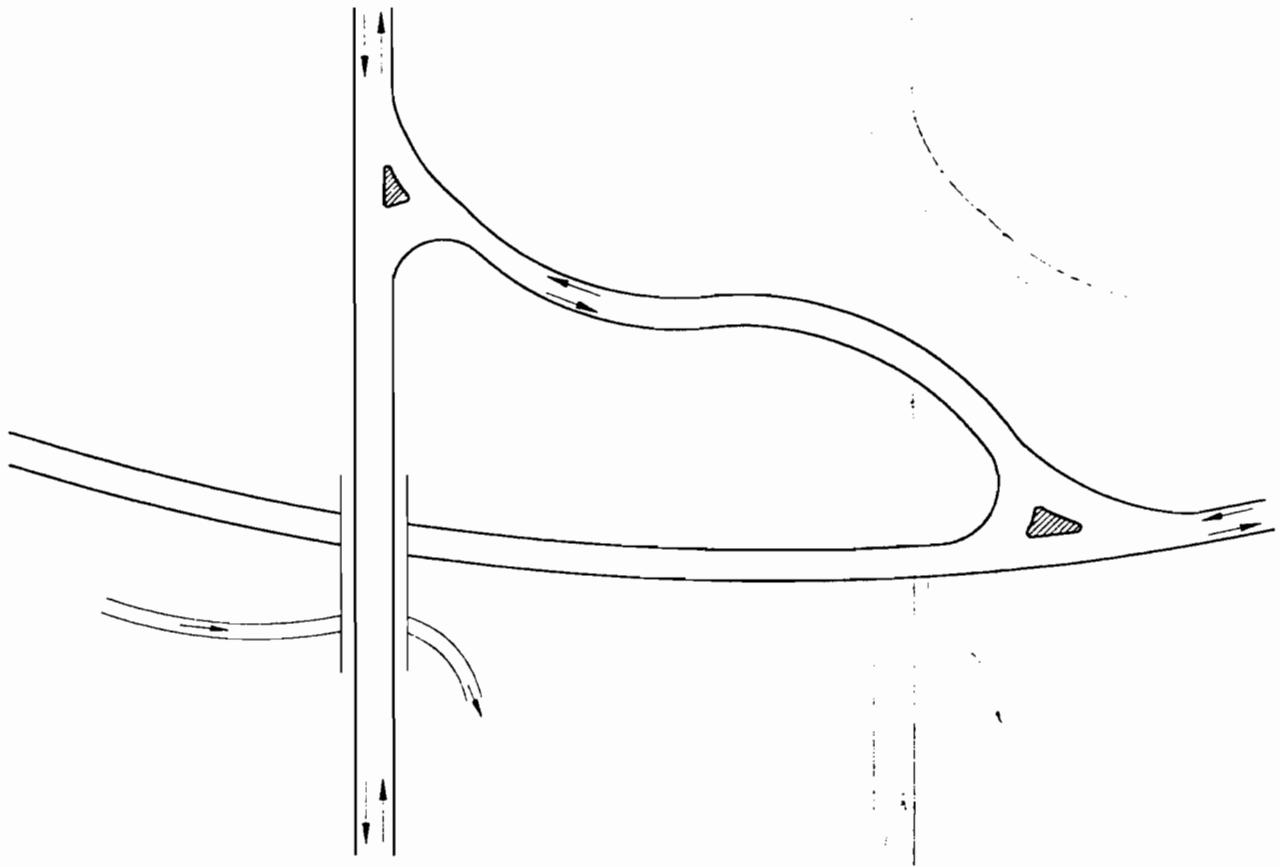
#### ۸-۲-۲-۱ تبادل با رابط یگانه

این نوع تبادل، در محل تقاطع دو راه با حجم ترافیک کم که انتظار نمی‌رود در آینده نزدیک نیز افزایش یابد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت یک رابط دوطرفه با شرایط طرح حداقل به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای حرکت‌های گردش‌ی کفایت می‌کند. در این تبادل کلیه گردش‌ها به صورت تقاطع همسطح ولی عبورهای مستقیم در دو سطح مختلف صورت می‌گیرد.

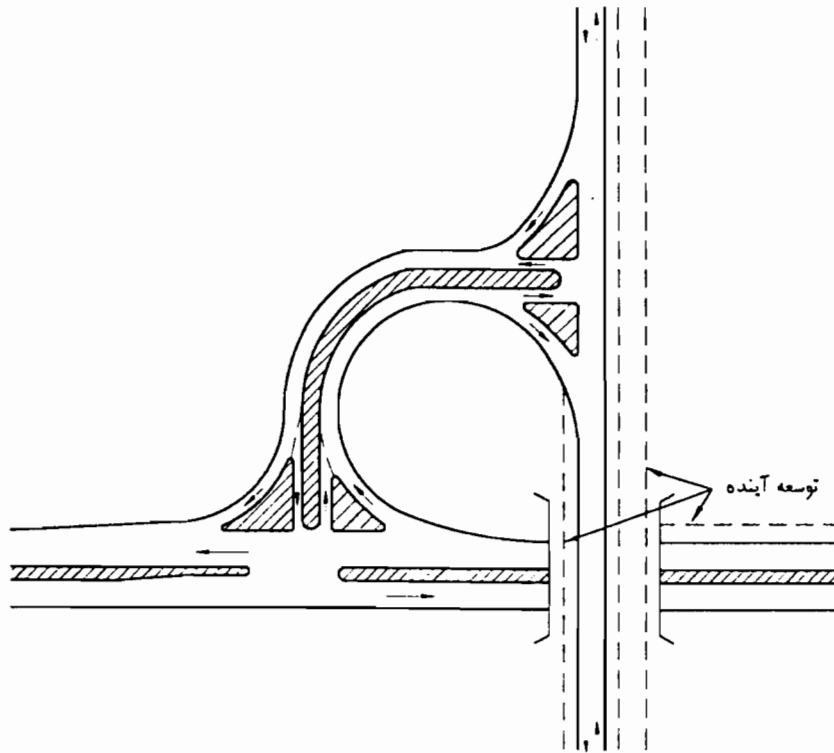
این طرح، بیشتر در محل تقاطع راه‌های تفریحی خوش منظر

نوع قابل عبور، رنگ شده و قابل تشخیص است، تا هدایت لازم را انجام دهد و سبب بروز برخوردهای خطرناک نشود. با افزایش حجم ترافیک مسیر کم‌اهمیت‌تر، امکان دارد تعریض رباطها و مسیر فرعی در حوالی تبادل و حتی احتمال استفاده از سیستم چراغ راهنمایی به منظور کنترل حرکات گردشی اجتناب ناپذیر باشد. انواع مختلف تبادل‌های لوزوی در شکل‌های ۵-۸ تا ۷-۸ نشان داده شده است.

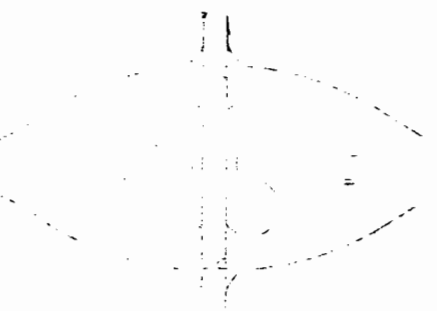
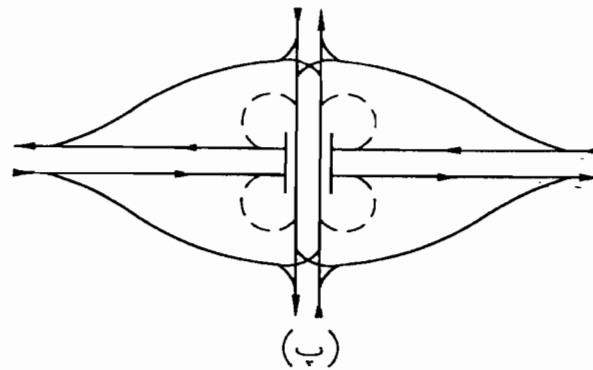
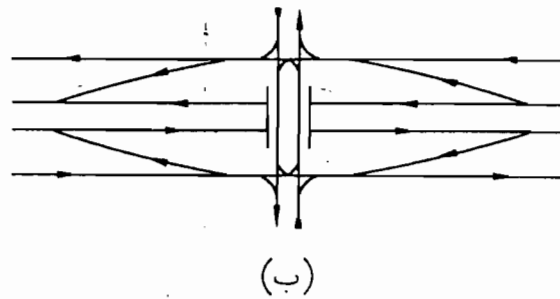
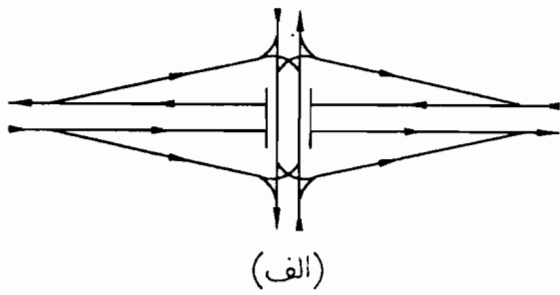
- به حریم کمتری نیاز دارد. استفاده از این تبادل در تقاطع‌هایی که تقاطع همسطح برای گردش‌های ضروری به چپ در یکی از دو مسیر ممکن باشد، توصیه می‌شود. در طرح این تبادل‌ها، بخشی از مسیر رباط‌ها یک طرفه است، لذا برای جلوگیری از اشتباه، علامت‌گذاری‌های لازم برای هدایت رانندگان به مسیر مناسب، قبل از رسیدن آنها به محل انشعاب صورت می‌گیرد. از جریان‌بندی ترافیک نیز برای جلوگیری از اشتباه می‌توان استفاده کرد. جدول‌های جریان‌بندی، ترجیحاً از



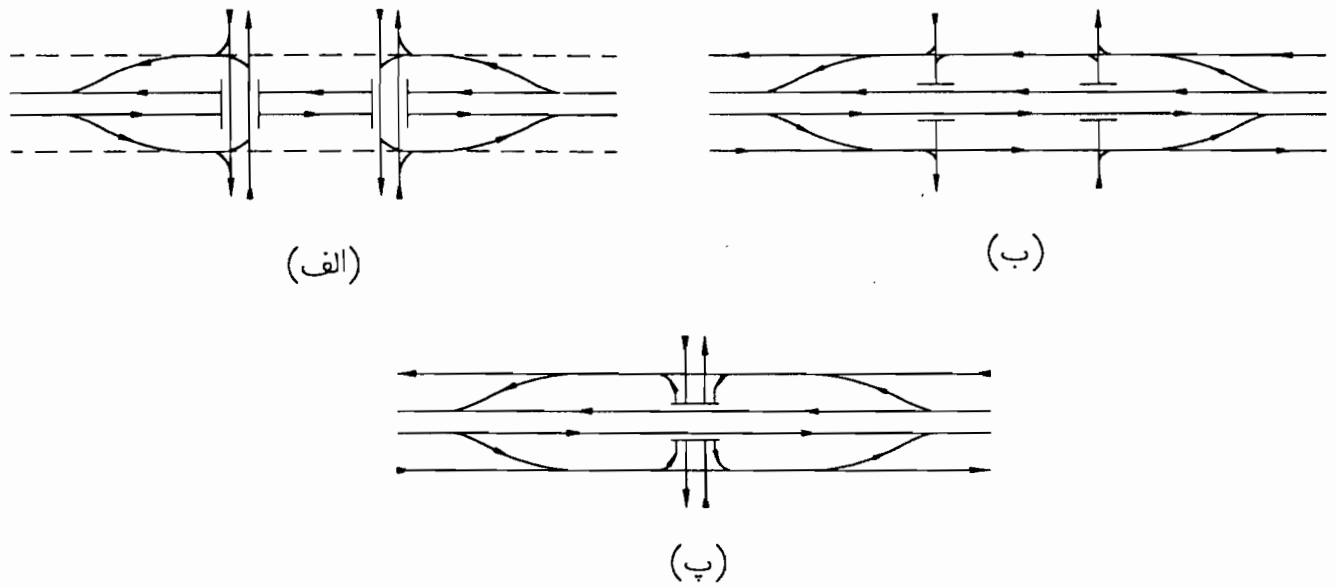
شکل ۳-۸ نمونه طرح تبادل چهارراه با رابط یگانه



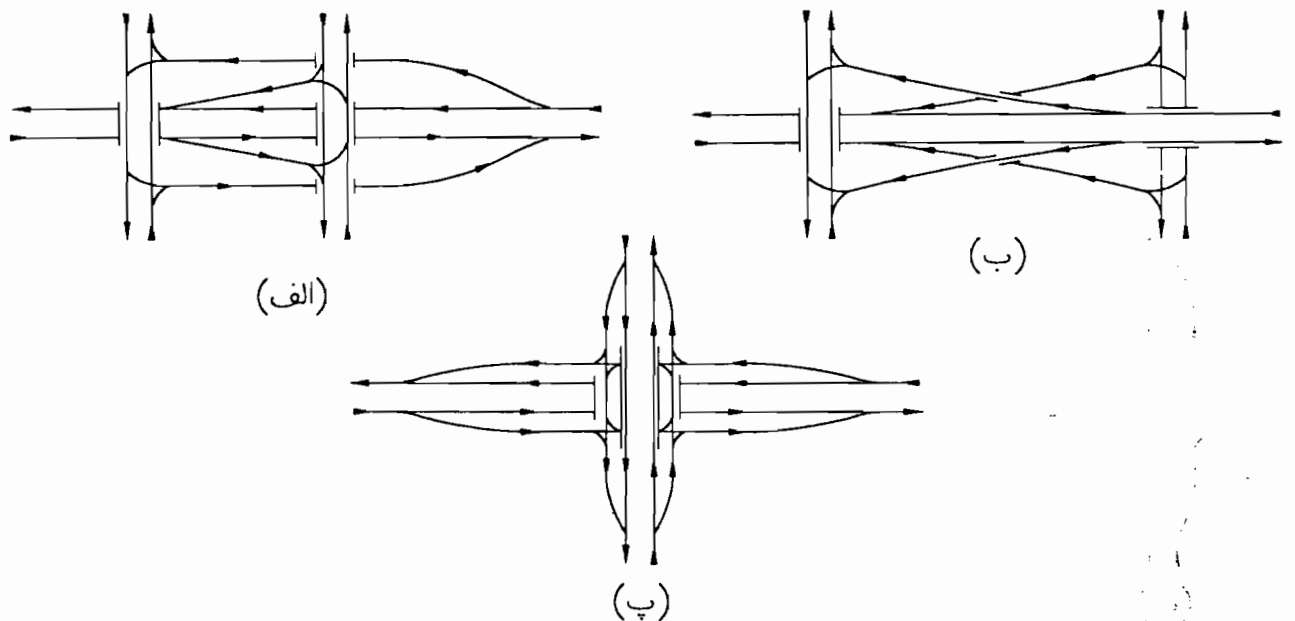
شکل ۴-۸ طرح تبادل با رابط یگانه براساس نیازمندی های آتی طرح



شکل ۵-۸ انواع ساده تبادل لوزوی



شکل ۶-۸ طرح‌های تبادلی لوزوی به منظور کاهش برخوردهای ترافیکی



شکل ۷-۸ تبادلهای لوزوی با تسهیلات (سازه‌های) اضافی

(باز) است که در آن، قابلیت تبدیل به حالت شبدری پیش‌بینی شده نشان داده می‌شود. راه‌حل‌های کاهش برخورد حرکت‌های ترافیکی در تبادلهای لوزوی در شکل‌های ۶-۸ و ۷-۸ نشان داده شده‌است. در حالت الف شکل ۶-۸، چهار حرکت گردش به چپ در یک تبادل، به دو حرکت گردش به چپ در دو تقاطع

در شکل ۵-۸ الف و ب حالت‌های متداول طرح تبادلهای لوزوی که ممکن است با راه‌های جانبی یا بدون آن باشد، نشان داده شده است. در صورت استفاده از راه‌های جانبی، رابط‌ها بهتر است حداقل در ۱۰۰ متری قبل از تقاطع با مسیر متلاقی، به راه جانبی متصل شود. حالت پ نیز نوعی تبادل لوزوی گسترده



## ۸-۲-۲-۳ تبادل‌های شبدری

شبدری‌ها، تبادل‌های چهار شاخه‌ای است که در آنها از رابط‌های گردراه به منظور انجام حرکت‌های گردش به چپ استفاده می‌شود.

چنانچه در تمامی گوشه‌های تبادل، گردراه‌ها وجود داشته باشند، تبادل، «شبدری کامل» و در غیر این صورت، «نیمه شبدری» نامیده می‌شود. در تقاطع راه‌ها، استفاده از تبادل نیمه شبدری توصیه می‌شود. دو نمونه تبادل شبدری در شکل ۸-۸ نشان داده شده است.

نقاط ضعف تبادل‌های شبدری عبارت است از:

- طولانی‌تر بودن حرکت‌های گردش به چپ  
- ایجاد مشکل ترافیک بهم‌بافته بین دو گردراه مجاور (بخصوص در شرایطی که حجم این ترافیک به ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت برسد).

- کوتاهی طول قسمت ترافیک بهم‌بافته

- ضرورت تملک حریم نسبتاً بزرگ

چنانچه راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در این تبادل‌ها تعبیه نشود نقاط ضعف دیگری همچون موردهای زیر اضافه می‌شود.

- ایجاد ترافیک بهم‌بافته در خط عبور مسیر اصلی

- خروجی و ورودی پشت سر هم در خط عبور اصلی

- مسایل مربوط به علامت‌گذاری خروجی دوم

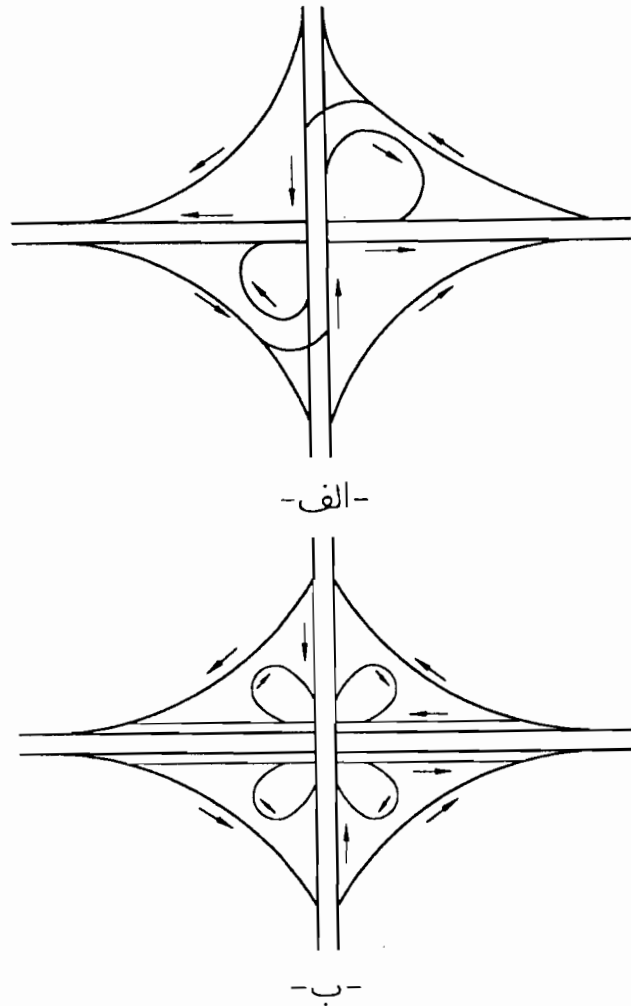
به طور تقریبی با افزایش هر ۱۰ کیلومتر در ساعت به سرعت طراحی گردراه، فاصله اضافی طی شده برای گردش به چپ حدود ۵۰ درصد و زمان سفر نیز حدود ۲۵ درصد وزمین مورد نیاز حدود ۱۵۰ درصد افزایش می‌یابد. در حالی که برای رابط‌های گردش به راست، با افزایش سرعت، فاصله طی شده و زمان سفر، کاهش ولی زمین مورد نیاز افزایش می‌یابد.

متوالی تبدیل شده است. نقطه ضعف چنین حالتی این است که ترافیک خروجی از آزادراه، امکان برگشت به همان راه در همان تبادل را ندارد. بلکه از تبادل مجاور استفاده می‌کند. در چنین حالتی استفاده از راه‌های جانبی (که در شکل به صورت خط چین نمایش داده شده است)، اختیاری است. این وضعیت در راه‌های کشورمان مورد استفاده کمتری دارد.

حالت ب نیز وضعیتی تقریباً مشابه با حالت الف دارد، با این تفاوت که مسیر تلاقی‌کننده به صورت دو مسیر یک طرفه، با فاصله کم نسبت به هم، در آمده است. کاربرد این حالت نیز بسیار نادر است.

حالت پ برای شرایطی که حرکت‌های دورزدن (U شکل) قابل توجه و مسیر فرعی نیز نسبتاً شلوغ است کاربرد دارد.

نمونه‌هایی از طرح تبادل‌های لوزوی با بیش از یک سازه در شکل ۸-۷ نشان داده شده است. مسیرهای مورب، نشان داده شده در حالت‌های الف و ب این شکل، گاهی اوقات به دلیل ناهمواری زمین و یا محدودیت‌های حریم راه بر طرح تحمیل می‌شود. محدودیت برگشت به مسیر اولیه و ادامه حرکت در یک تبادل، در هر دو این حالت‌ها امکان ندارد. فاصله میان مسیرها، براساس شیب‌بندی لازم و طول خط‌های افزایش و کاهش سرعت، تعیین می‌شود. حالت پ نیز نمونه‌ای از طرح تبادل لوزوی سه طبقه را نشان می‌دهد. این طرح، جریان پیوسته‌ای را برای ترافیک عبوری و گردش به راست، فراهم می‌سازد. گردش به چپ‌ها، به صورت همسطح، در یک طبقه جداگانه انجام می‌شود. این سیستم در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که ترافیک هر دو مسیر زیاد باشد. هزینه تملک حریم برای این گزینه، کمتر از سایر طرح‌های موجود است که ظرفیت مشابهی را تأمین می‌کند. با توجه به سهولت تملک اراضی در تقاطع راه‌ها، استفاده از این نوع تبادل‌ها نیز نادر است.



شکل ۸-۸ دو نمونه تبادل شبدری جزئی و کامل

در راه‌ها، عموماً به دلیل عدم وجود تسهیلات برقی و کم‌تر بودن مشکلات تملک زمین، استفاده از تبادل‌های شبدری در اکثر مواقع سبب افزایش کارایی تقاطع می‌شود و استفاده از آن در مقایسه با تبادل‌های لوزوی قابل توجه است.

چنانچه حجم ترافیک بهم‌بافته بین دو گردراه و ورودی و خروجی طرفین سازه تبادل، به حدود ۱۰,۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت برسد، به منظور افزودن بر ظرفیت تبادل توصیه می‌شود از راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در محل استفاده گردد. بنابراین بهتر است که در طرح تبادل‌های شبدری، امکان ساخت

مثلاً فاصله اضافی طی شده در گردراه، که برای سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت (شعاع ۴۰ متر) طرح شده، حدود ۲۷۰ متر است. در حالی که همین فاصله برای سرعت‌های طرح ۴۰ و ۵۰ کیلومتر در ساعت، به ترتیب به حدود ۴۷۰ و ۶۷۰ متر می‌رسد. به هر حال به منظور توجه استفاده از تبادل شبدری، افزایش سرعت و کاهش برخوردهای حاصله از آن (که به دلیل عدم وجود تقاطع‌های همسطح برای کلیه حرکات است)، با نقاط ضعفی همچون افزایش حریم راه و فاصله طی شده برای گردش به چپ و همچنین ایجاد ترافیک بهم‌بافته، ضمن بررسی اقتصادی (منفعت به هزینه) مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در طرح پل‌ها در نظر گرفته شود.

تبادل‌های شبدری را در صورت وجود محدودیت (مالی - هزینه تملک زمین و پستی و بلندی) می‌توان به صورت مرحله‌ای و بر اساس اولویت ترافیکی و گزارش تصادفات موجود در محل اجرا کرد.

#### ۸-۲-۲-۴ تبادل‌های نیمه شبدری

این نوع تبادل همانگونه که در شکل ۸-۸ الف نشان داده شده، حالت خاصی از تبادل‌های نیمه شبدری است که در آن، تمامی گوشه‌های تبادل دارای رابط و گردراه نیست. در چنین حالتی، پستی و بلندی زمین و مسائل اجتماعی، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده گوشه‌هایی از تبادل است که دارای رابط و گردراه می‌باشد. در طراحی این تبادل‌ها، نحوه قرارگیری رابط‌ها بهتر است به گونه‌ای باشد که حداقل برخورد با جریان اصلی ترافیک مسیر اصلی در حین گردش‌های ورودی و خروجی حاصل شود. برای این منظور رهنمودهای زیر ارائه می‌شود.

- ترتیب قرارگیری رابط‌ها به گونه‌ای طراحی شود که حرکت‌های گردش‌های غالب در محل تبادل از دست راست مسیر وارد یا خارج شوند.

- چنانچه حجم ترافیک عبوری مسیر اصلی، در مقایسه با حجم مسیر تلاقی‌کننده، قابل توجه باشد، توصیه می‌شود کلیه ورودی و خروجی‌های مسیر اصلی از دست راست صورت گیرد. حتی اگر چنین حالتی منجر به ارتباط از چپ در مسیر تلاقی‌کننده شود.

شکل ۸-۹ چندین حالت قرارگیری رابط‌ها و گردراه‌های تبادل‌های نیمه شبدری را نشان می‌دهد.

انتخاب هر یک از گزینه‌های مورد اشاره در این شکل به

عوامل زیر بستگی دارد.

- حجم ترافیکی حرکت‌های گردش‌های غالب در محل تبادل

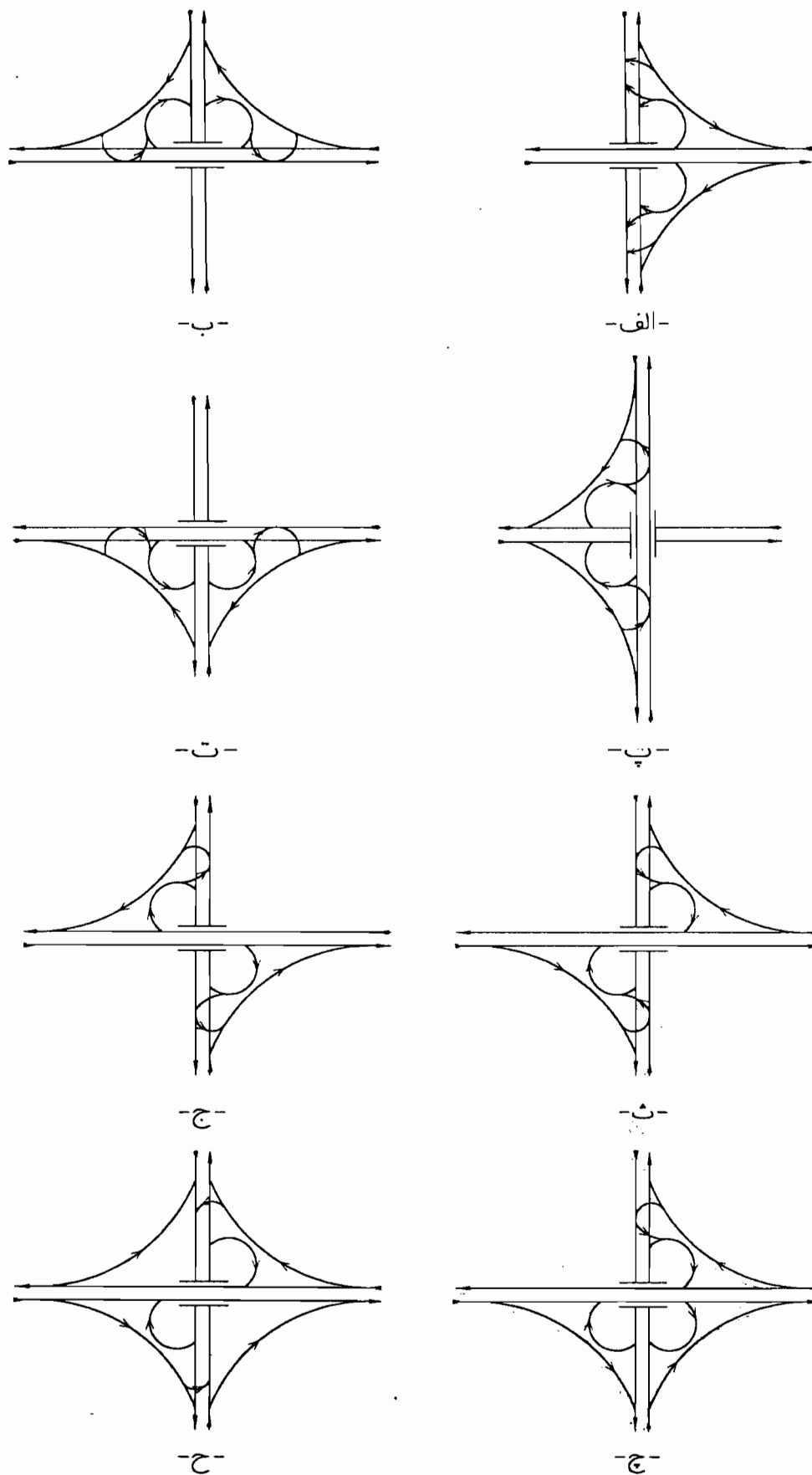
- محدودیت حریم راه

به عنوان مثال، حالت پ مورد اشاره در این شکل برای شرایطی مناسب است که حجم ترافیک مسیر اصلی، غالب و گردش به چپ در مسیر اصلی از سمت شرق (به سمت جنوب) قابل توجه باشد. چنانچه محدودیت حریم راه، اجازه احداث گردراه‌ها در نیمه سمت چپ تبادل را ندهد، در آن صورت طرح الف جایگزین آن می‌شود، گرچه گردش به چپ از مسیر اصلی از سمت شرق به سمت جنوب در این حالت به صورت همسطح و با تداخل با جریان ترافیک مستقیم مسیر فرعی انجام می‌گیرد.

#### ۸-۲-۲-۵ تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی

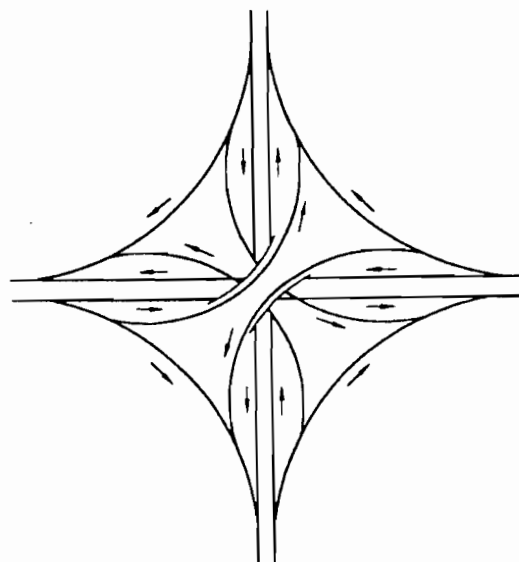
این نوع تبادل‌ها، در صورتی که حجم ترافیک گردش‌های به چپ در محل تبادل، قابل توجه و کاهش طول سفر، افزایش سرعت وسایل نقلیه و یا دسترسی مستقیم آن به مسیر جدید در نظر باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسته به سطح خدمت مورد نظر، از رابط‌های جهتی و یا نیمه جهتی برای انجام حرکت‌های گردش‌های استفاده می‌شود. رابط‌های جهتی اغلب دوخطه است. در راه‌ها، وجود رابط‌های جهتی برای انجام حرکات گردش به چپ، در کلیه گوشه‌های تبادل، به ندرت ضرورت پیدا می‌کند. در اغلب اوقات یک یا دو رابط جهتی کفایت می‌کند. شکل ۸-۱۰ نمونه‌ای از طرح تبادل جهتی را نشان می‌دهد.

چنانچه تمامی اتصال‌های گردش به چپ تبادل به صورت جهتی نباشد، در آن صورت تبادل مزبور تبادل «نیمه جهتی» نامیده می‌شود.

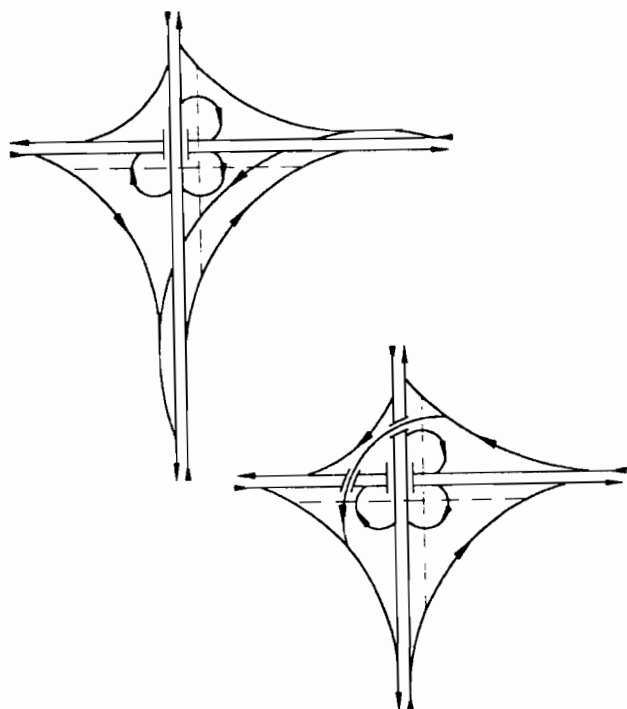


شکل ۸-۹ نمونه طرح های ورودی و خروجی تبادل های نیمه شبدری جزئی

حالت تقریباً مشابه تبادل شبدری کامل و شاید کمی بیشتر است. کارآیی هر دوی این حالت‌ها را می‌توان با ایجاد خط‌های عبور توزیع‌کننده که در شکل به صورت خط‌چین نمایش داده شده، افزایش داد.



شکل ۸-۱۰ نمونه طرح تبادل جهتی



توجه:

خط‌چین‌ها در شکل، راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده‌ای را که به منظور حذف حرکات بهم‌بافته تعبیه می‌شوند نشان می‌دهد.

شکل ۸-۱۱ نمونه تبادل‌های نیمه جهتی با ترافیک بهم‌بافته

در شکل ۸-۱۲، بخش ترافیک بهم‌بافته، از طریق تأمین

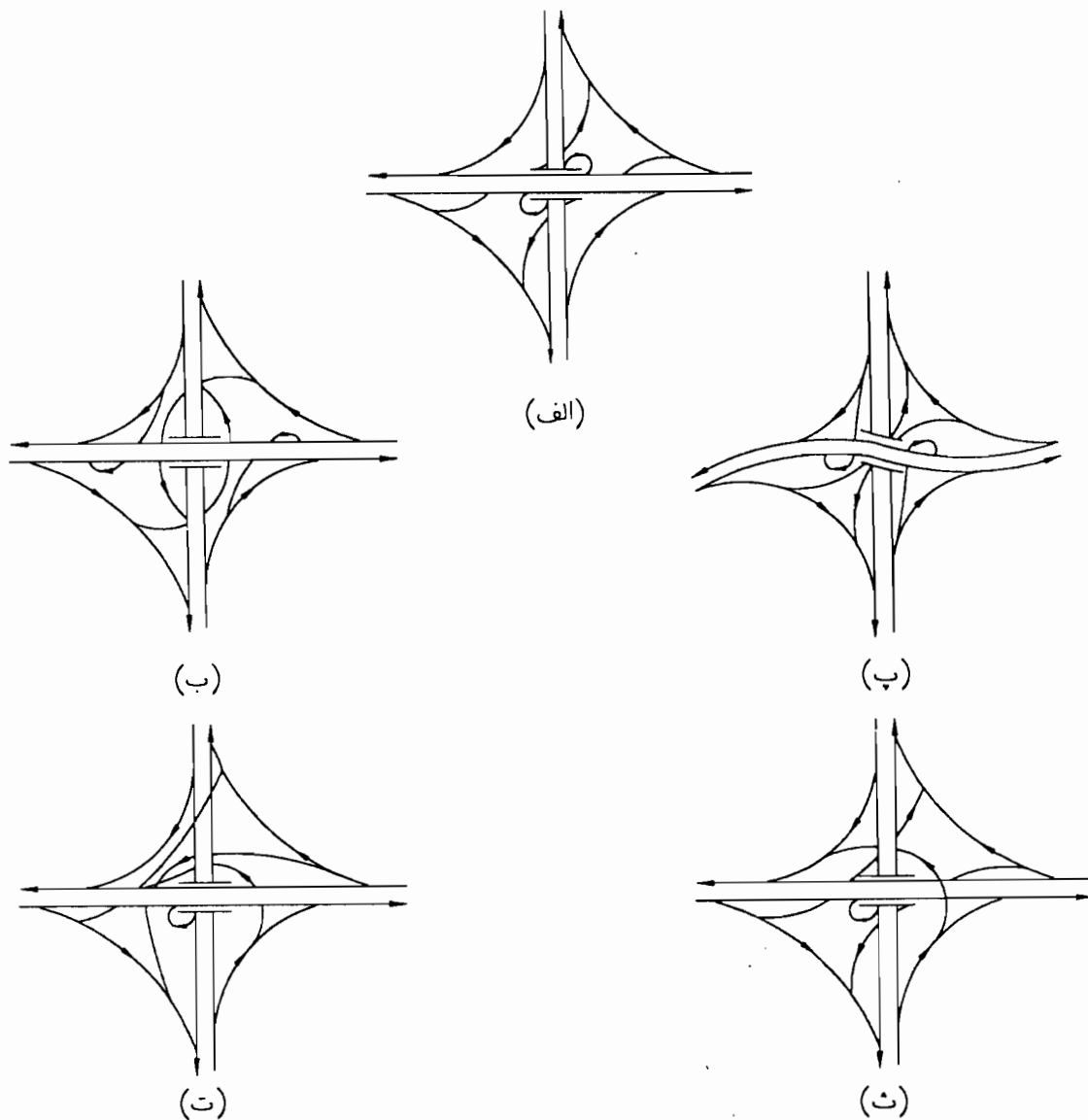
سطوح جدید جداکننده ترافیکی حذف گشته و به این ترتیب بر سطح خدمت تبادل افزوده شده است.

تبادل جهتی نیز که نمونه‌هایی از آن در شکل ۸-۱۳ ارائه شده به سبب آنکه مستلزم صرف هزینه‌های سنگین است، در راه‌های کشورمان کاربرد کمی دارد. از این طرح در مواردی که حجم ترافیک کلیه جهت‌های تبادل، سنگین است و محدودیت حریم راه وجود دارد می‌توان استفاده کرد.

تبادل‌های تمام جهتی یا نیمه جهتی، معمولاً مستلزم بیش از یک سطح ترافیکی یا پل برای جداسازی جریان‌های ترافیک است. این تبادل، در شرایطی که محدودیت حریم راه وجود دارد و تداخل زیاد حرکت‌های ترافیکی سبب بروز خطرهای زیادی می‌شود، همچنین در تلاقی دو مسیر با ترافیک بسیار سنگین، مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا کاربرد آن در راه‌ها به ندرت ضرورت پیدا می‌کند.

الگوهای متداول تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی در شکل‌های ۸-۱۱ و ۸-۱۲ نشان داده شده است.

حالت‌های مندرج در شکل ۸-۱۱ شرایطی را نشان می‌دهند که ترافیک گردش به چپ یک ربع از تبادل، قابل توجه است. گردش به چپ‌های فرعی دیگر از طریق عبور از بخش با ترافیک بهم‌بافته بین دو گردها، حرکت خود را انجام می‌دهند. در هر دو حالت مندرج در این شکل، ارتباط گردش به چپ به صورت نیمه جهتی انجام می‌گیرد و مستلزم وجود سه سازه جداکننده سطوح ترافیکی است، ضمن آنکه زمین اشغال شده در این



شکل ۸-۱۲ نمونه تبادل‌های نیمه جهتی بدون ترافیک بهم‌بافته

۸-۲-۲-۶ سایر انواع تبادل

الف - تبادل‌های تدریجی

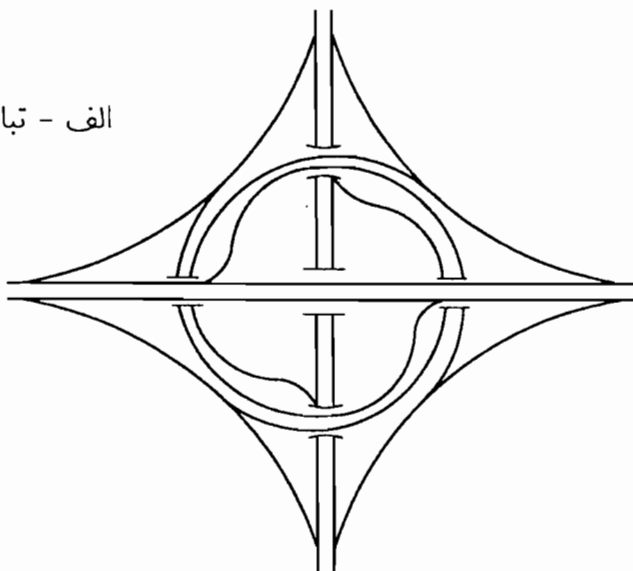
این نوع تبادل، مشابه با آنچه که در شکل ۸-۱۴ نشان داده شده است، برای اتصال دو آزادراه و در شرایطی که محل تلاقی آن دو، ناحیه متراکمی از نظر ساخت و ساز است و امکان ایجاد تبادل در محل تلاقی دو مسیر وجود ندارد، بکار می‌رود. در این حالت، گردش‌های تبادل اصلی با دو تبادل سه راه در فاصله‌ای نسبت به محل تلاقی دو آزادراه تأمین می‌شود. این نوع تبادل در

راه‌ها بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در حومه شهرها، می‌تواند کاربرد داشته باشد.

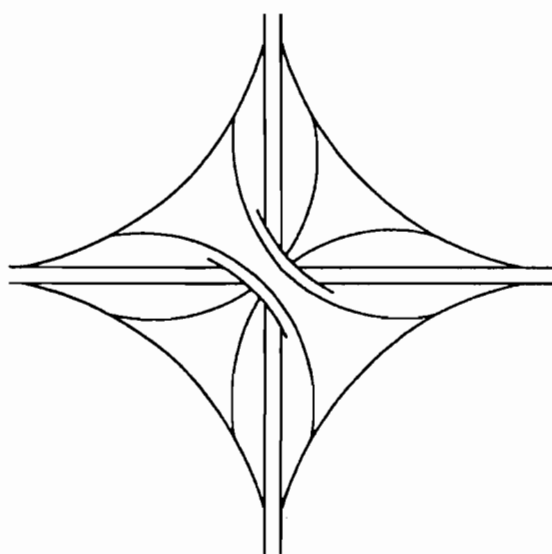
ب - تبادل‌های مرکب

در صورتی که الگوهای حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع به گونه‌ای باشد که هریک از طرح‌های تبادل مورد اشاره در قبل، برای پاسخ‌گویی به آن مناسب نباشد، می‌توان ترکیبی از حالت‌های مختلف را برای طراحی بکار گرفت.

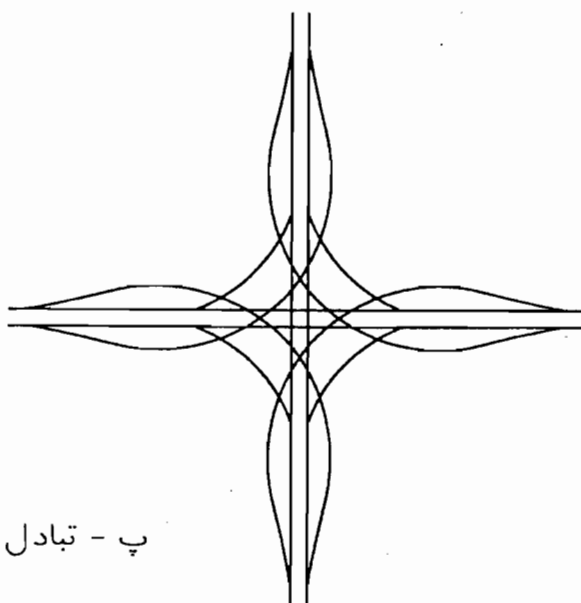
الف - تبادل نیمه جهتی



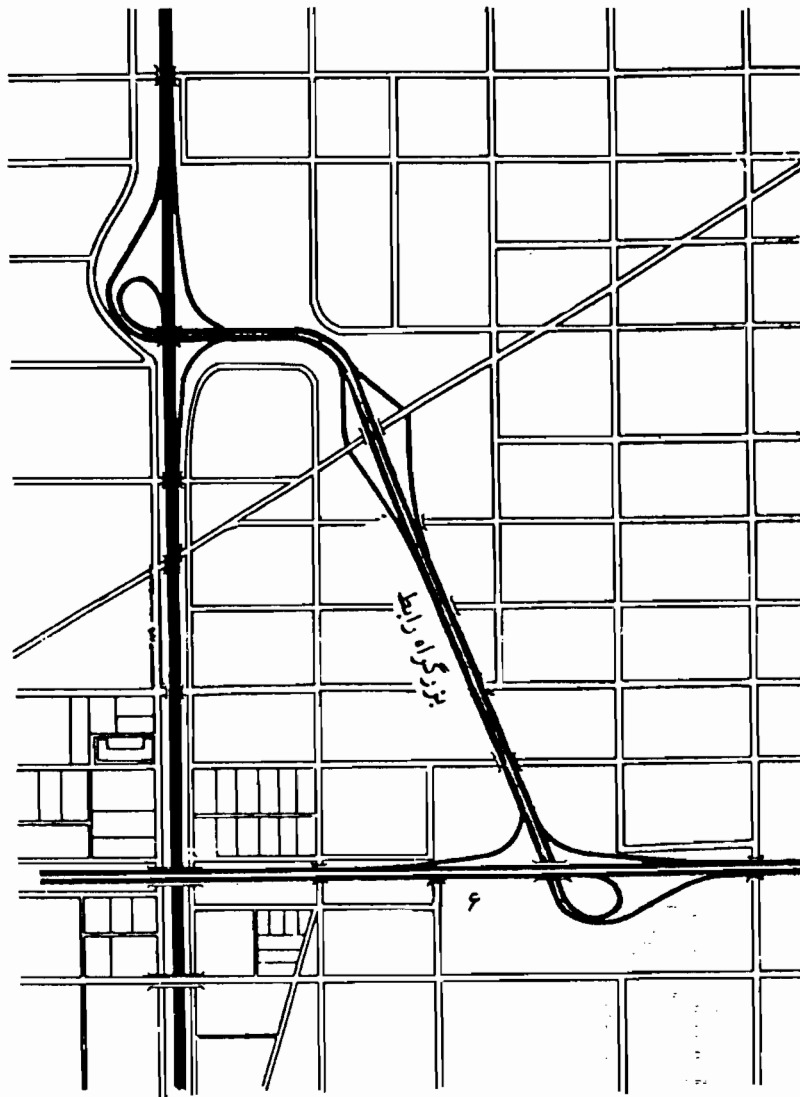
ب - تبادل با سازه چهار طبقه



پ - تبادل با سازه چهار طبقه



شکل ۸-۱۳ نمونه طرح تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی چندطبقه



شکل ۸-۱۴ نمونه طرح تبادل تدریجی

### ۳-۸ روش طراحی

#### ۱-۳-۸ نیازمندی‌های طرح

عوامل مختلفی همچون سطح خدمت مورد نیاز، حجم ترافیک و ترکیب آن، محدودیت‌های فیزیکی، عوامل اقتصادی و چگونگی توسعه محلی، اثر قابل توجهی بر طرح تبادل می‌تواند داشته باشد. پیش از طرح تبادل، اثر هر یک از این عوامل مورد توجه قرار می‌گیرد. به این منظور جمع‌آوری اطلاعات زیر ضرورت دارد.

- بررسی موقعیت محل، طرح‌های توسعه و امکان‌های کنترل

ترافیک

- بررسی کاربری موجود و آینده، و تسهیلات

زیربنایی (شبکه آب، گاز، برق و تلفن)

- رسم نمودار حجم ترافیک متوسط روزانه و وضعیت

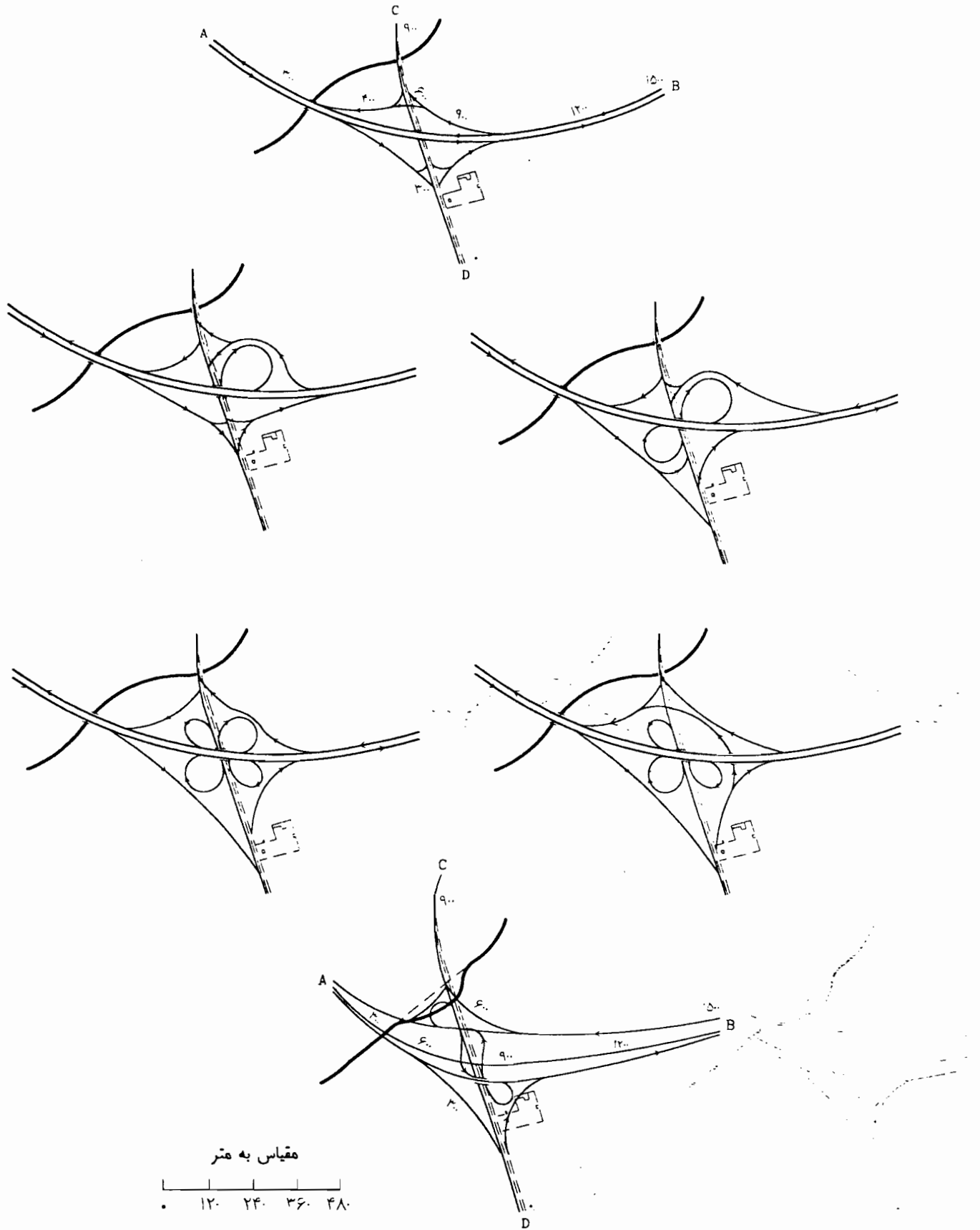
حجم‌های ساعت اوج برای کلیه عبورها (مستقیم و گردش

از هر شاخه تبادل)

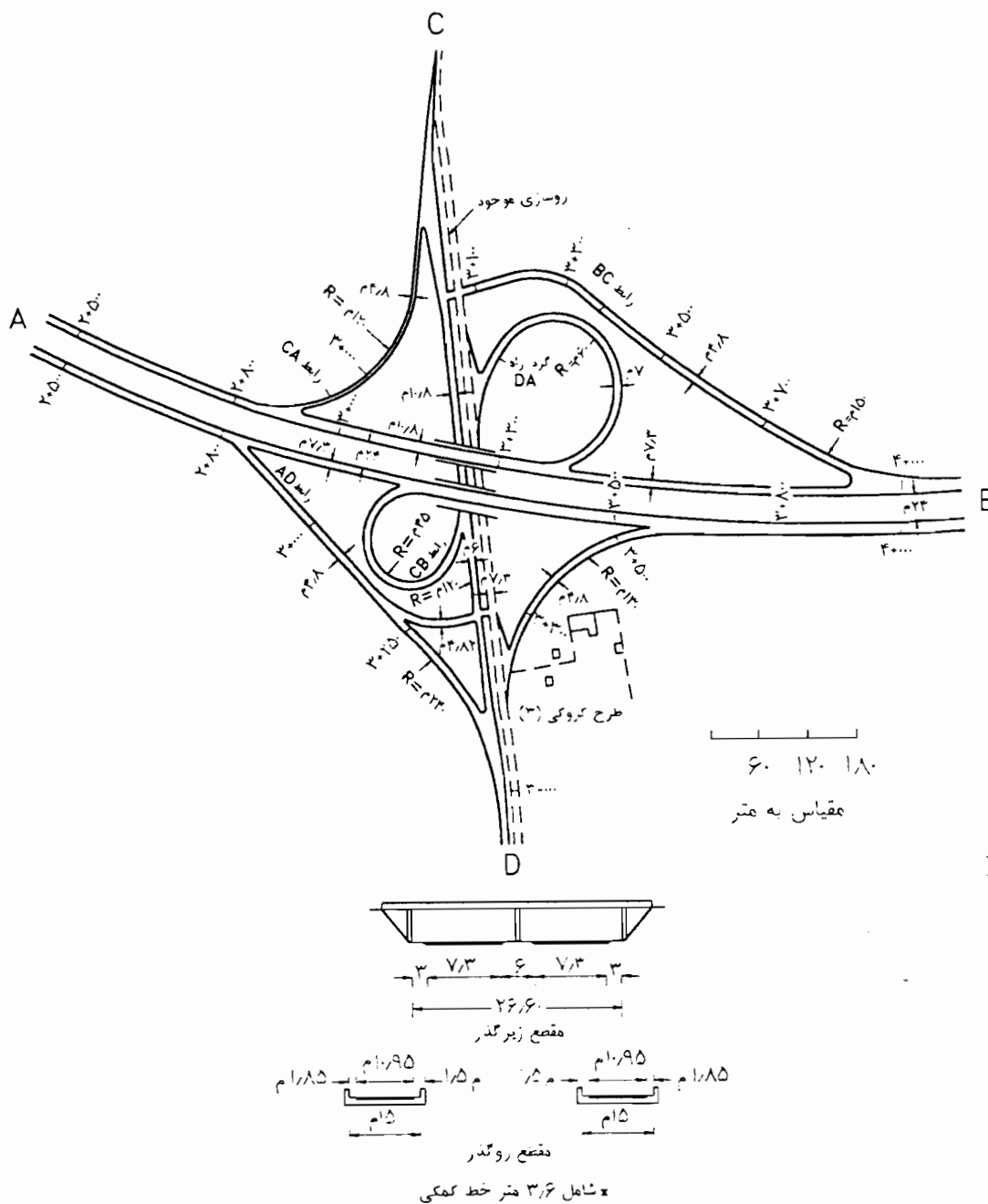
- بررسی موقعیت تبادل، در رابطه با سایر سیستم‌های حمل و



- الف - ایمنی  
ب - ترافیک بهم‌بافته  
پ - حذف بعضی گردش‌ها  
ت - امکان تأمین عبور در دوران ساخت  
۶- امکان ساخت مرحله‌ای  
۷- مطالعات اقتصادی (اختلاف هزینه استفاده کنندگان در مقایسه با هزینه ساخت و نگهداری)  
۸- یکنواختی نحوه ورود و خروج  
۹- موقعیت خروجی‌ها در ارتباط با تبادل (بهتر است قبل از تبادل و به صورت منفرد باشد).  
۱۰- قابلیت علامت‌گذاری  
۱۱- هماهنگی و تناسب گزینه با هدف طراحی تبادل و سایر جنبه‌ها
- در این گام، در طرح‌های پیشنهادی، هر خط نمایانگر یک جهت عبور است، به گونه‌ای که راه دوخطه دو طرفه تنها با دو خط نمایش داده می‌شود. همچنین رسم هر یک از آنها با مقیاس مناسب، مثلاً  $\frac{1}{1000}$  مطلوب است.
- نمونه‌ای از طرح‌های کروکی مانند اولیه، در شکل ۸-۱۵ نشان داده شده است.
- در این مرحله گرچه به رسم نیمرخ‌ها نیازی نیست اما آنها را می‌توان با استفاده از ارتفاع تقریبی نقاط، تجسم و کنترل کرد.
- طرح‌های مورد بررسی در این مرحله با مقیاس  $\frac{1}{4000}$  تا  $\frac{1}{10000}$  ترسیم می‌شوند.
- در گام بعدی از میان طرح‌های پیشنهادی در مرحله قبل و ارزیابی آنها، تعدادی گزینه مطلوب انتخاب و طرح‌های مقدماتی آنها با مقیاس بزرگتر ( $\frac{1}{3000}$  تا  $\frac{1}{1000}$  متناسب با وسعت تبادل) رسم می‌شود. شکل‌های ۸-۱۶ و ۸-۱۷ نمونه‌ای از این طرح‌ها را مشخص می‌سازند.
- نقل همچون راه‌آهن یا فرودگاه  
- بررسی وضعیت تبادل در ارتباط با تبادل‌های مجاور  
پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات فوق، چند نوع گزینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. رهنمودهای زیر در انتخاب طرح‌های اولیه تبادل می‌تواند مؤثر باشد.
- تبادل شبدری یا ترکیبی از تبادل شبدری و تبادل جهتی (تبدیل بعضی از گردها به رابط جهتی یا نیمه جهتی)  
یکی از طرح‌های مناسب در راه‌هاست. چنین طرحی در صورتی که محدودیت تملک حریم تبادل وجود نداشته و ترافیک بهم‌بافته نیز کم باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- تبادل لوزوی ساده معمول نوع تبادل‌هاست. ظرفیت چنین تبادل‌هایی را، تقاضای همسطحی که به منظور گردش به چپ، در مسیر کم اهمیت تر طراحی شده است، تعیین می‌کند.
- طرح‌های نیمه شبدری نیز در شرایطی که محدودیت تأمین حریم راه در یک یا دو ربع تبادل وجود دارد و یا چند حرکت موجود در تبادل کم‌اهمیت باشند، مورد توجه قرار می‌گیرند.
- به طور کلی طراحی تبادل در راه‌ها، به علت فاصله نسبتاً زیاد از هم، به صورت مجزا و مستقل از سایر تبادل‌ها صورت می‌گیرد. در طراحی تبادل، به یکنواختی نحوه ورود و خروج، مسائل ترافیک بهم‌بافته، علامت‌گذاری مناسب و تملک حریم توجه می‌شود.
- پس از انتخاب محل، چند طرح اولیه (کروکی)، با توجه به اصول زیر مورد مقایسه قرار می‌گیرند.
- ۱- سازگاری با محیط
  - ۲- امکان تصرف و تملک حریم
  - ۳- ملاحظات طراحی
  - ۴- ظرفیت هر جهت عبور و تناسب با حجم ساعت اوج
  - ۵- ویژگی‌های عملیاتی.



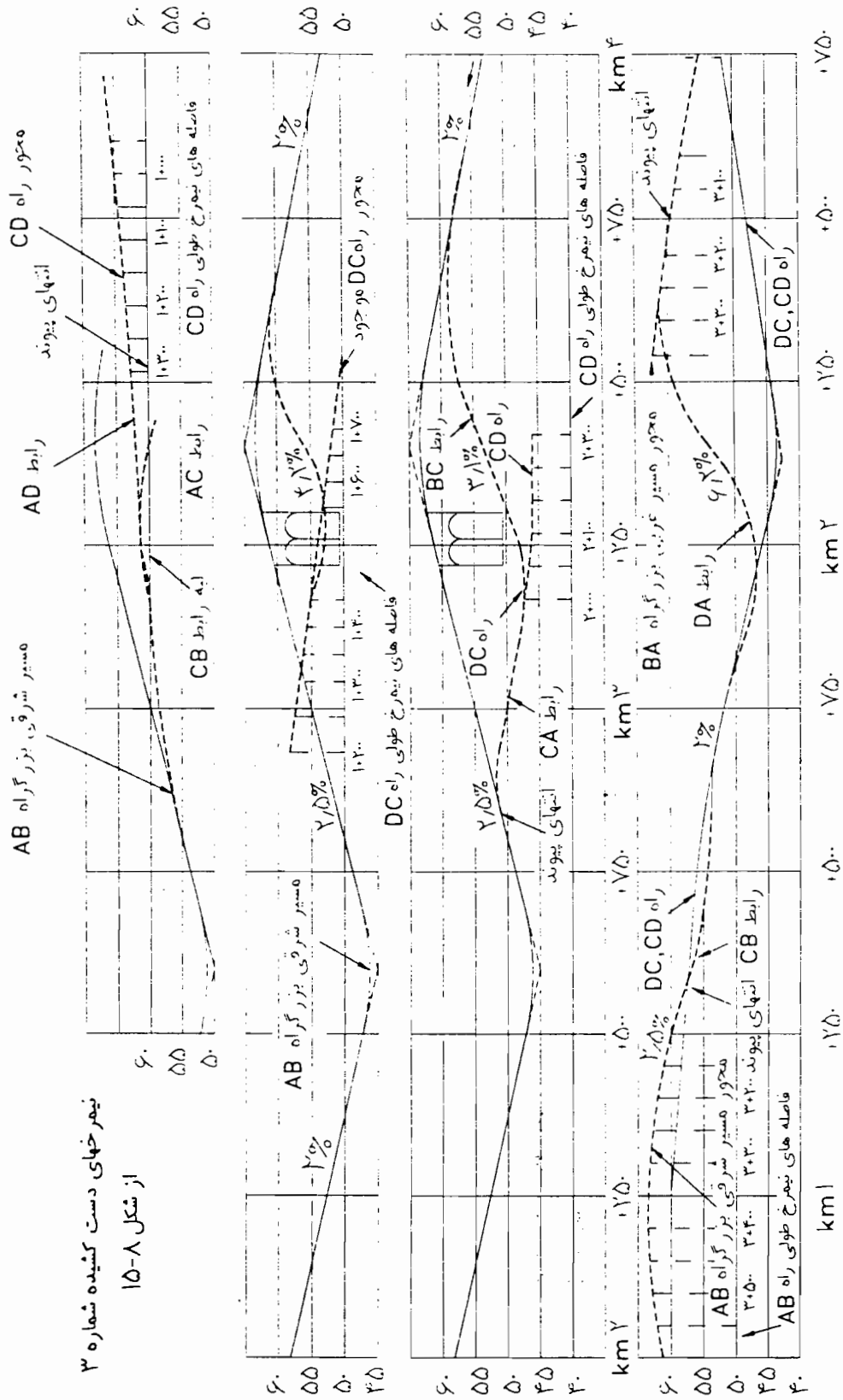
شکل ۸-۱۵ نمونه دست کشیده های اولیه تبادل



شکل ۸-۱۶ نمونه طرح‌های مقدماتی تبادل

در این گام‌های بعدی، برای طرح‌های پیشنهادی، آنالیز هزینه دقیق‌تری از نسبت منفعت به هزینه شامل هزینه ساخت، نگهداری و اختلاف هزینه استفاده‌کنندگان راه صورت می‌گیرد و نتایج بدست آمده، ضمن پیشنهاد گزینه بهینه، در اختیار کارفرما قرار می‌گیرد.

در این گام، خط‌های لبه راه و محور آنها و همچنین جزیره‌های موجود در میانه راه ترسیم می‌شود. نیمرخ‌ها براساس میزان پستی و بلندی، حداکثر شیب، حداقل فاصله دید، فاصله موانع کناری، بریلندی و سایر موارد، کنترل و در نهایت چند طرح بهینه انتخاب می‌شود.



نیمرخهای دست کشیده شماره ۳  
از شکل ۸-۱۵

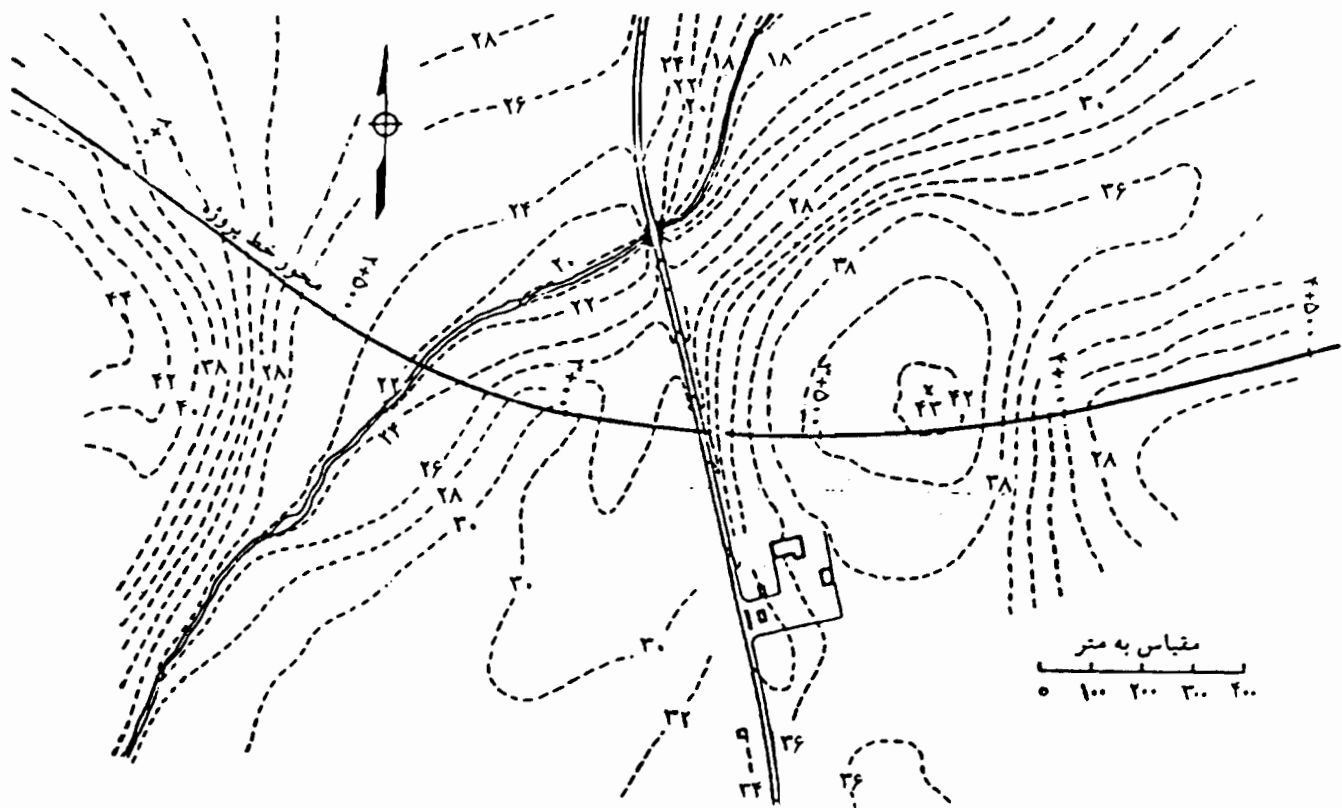
شکل ۸-۱۷ نمونه نیمرخهای طرحهای مقدماتی تبادل

## ۲-۳-۸ آماده سازی و تهیه طرح نهایی

پس از آنکه طرح نهایی انتخاب شد، کلیه مشخصات هندسی طرح پیشنهادی نهایی، به منظور اجرای آن در محل، با مقیاس بزرگتر (معمولاً  $\frac{1}{50}$ ) و با ذکر مشخصات و جزئیات بیشتر رسم می‌شود.

## ۳-۳-۸ مسئله نمونه

در نظر است برای برقراری ارتباط بین محورهای AB و CD که در شکل ۱۸-۸ نشان داده شده‌اند تبدیلی طراحی شود.



شکل ۱۸-۸ نقشه وضعیت محل مورد نظر برای احداث تبادل

مشخصات ترافیکی حرکت‌های موجود در تبادله عبارتست از:

درصد کامیون	متوسط ترافیک روزانه (ADT)		جهت‌های عبور	
	۱۳۹۵	۱۳۷۵	به	از
۱۲	۴۶۵۰	۲۴۵۰	B	A
۶	۶۰۰	۳۵۰	C	
۲۵	۳۵۰۰	۱۵۹۰	D	
۱۲	۴۶۵۰	۲۴۵۰	A	B
۸	۹۰۰	۵۰۰	C	
۱۷	۱۳۷۰	۷۸۰	D	
۶	۶۰۰	۳۵۰	A	C
۸	۹۰۰	۵۰۰	B	
۹	۹۷۰	۶۱۰	D	
۲۵	۳۵۰۰	۱۵۹۰	A	D
۱۷	۱۳۷۰	۷۸۰	B	
۹	۹۷۰	۶۱۰	C	

گرفته است.

#### سازگاری با محیط

گزینه ۶ از این نظر وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد، که مستلزم تغییر مسیر رودخانه و اشغال سطح زیادی از زمین منطقه است. گزینه‌های ۵ و ۶ مستلزم حذف یا اصلاح توسعه تجاری ربع جنوب شرقی تبادله است. گزینه‌های دیگر از این نظر اختلاف قابل توجهی ندارند.

#### امکان تصرف و تملک حریم

گزینه‌های ۱ تا ۴ از نظر تصرف و تملک حریم، قابل دستیابی هستند و مخالفت محلی با اجرای آنها وجود ندارد، اما گزینه‌های ۵ و ۶ به دلیل آن که کاربری‌های مجاور مسیر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، با ایجاد مشکل احتمالی از سوی صاحبان ملک مواجه است ضمن آن که سرمایه‌گذاری لازم برای اجرای این دو گزینه نیز در مقایسه با بقیه، به دلیل همین مسئله بسیار بیشتر است.

#### ملاحظات طراحی

ملاحظات طراحی کلیه گزینه‌ها یکسان است با این تفاوت

با توجه به حجم زیاد وسایل نقلیه سنگین در مسیرهای بین A و B و D، خودرو طرح مسیرهای ارتباطی مذکور، «تریلر» و خودرو طرح در سایر مسیرهای حرکتی، «اتوبوس» انتخاب می‌شود. بررسی حجم ترافیک در محل تقاطع مشخص می‌سازد که استفاده از تبادله برای پاسخ‌گویی به جریان ترافیک آینده ضروری است. محدودیت‌های فیزیکی نشان‌دهنده این است که بهترین آزادراه به صورت روگذر باشد. در حالی که شرایط خوب هندسی مسیر موجود آزادراه و وضعیت روسازی، ضرورت حفظ آن را ایجاب می‌نماید.

#### گام ۱- تهیه طرح‌های کروکی

بر اساس اطلاعات مندرج در بالا، چندین طرح کروکی مانند، مشابه با آنچه در شکل ۸-۱۵ آمده، با مقیاس تقریبی  $\frac{1}{1500}$  تا  $\frac{1}{1000}$  آماده می‌شود. خصوصیات مختلف و چگونگی هر یک از اصول یازده‌گانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اصول یک تا هفت برای نمونه بالا بشرح زیر مورد بررسی قرار

## مطالعات اقتصادی

باتوجه به هزینه‌های گزاف زمین در ربع جنوب شرقی تبادل، سازه‌های تکمیلی مورد نیاز، تغییر مسیر کانال و حریم وسیع مورد نیاز، گزینه شش در مقایسه با سایر گزینه‌ها بسیار گران تمام می‌شود. هزینه بهره‌برداری گزینه‌های یک و دو به علت ضرورت توقف وسایل نقلیه در بعضی از عبورها، بیش از سایر گزینه‌هاست. نتیجه‌گیری

با توجه به ملاحظات فوق مشخص می‌شود که گزینه‌های یک و دو نمی‌تواند سطح خدمت مورد نیاز را ارائه کند و گزینه شش نیز بسیار گران تمام می‌شود. بنابراین در گام بعدی این گزینه‌ها از لیست گزینه‌های مورد بررسی حذف می‌شود.

## گام ۲- آماده‌سازی طرح‌های مقدماتی

در این گام، گزینه‌های سه و چهار و پنج مورد ارزیابی دقیق‌تری قرار می‌گیرد. خصوصیات مورد بررسی در این مرحله به صورت شماتیک در شکل ۸-۱۶ برای گزینه سه نشان داده شده است. نیمرخ‌ها نیز در این مرحله مورد توجه قرار می‌گیرد. در مورد گزینه ۳ ویژگی‌های مورد بررسی روی نیمرخ در این گام در شکل ۸-۱۷ آمده است. بر این اساس، ارزیابی منفعت به هزینه گزینه‌های پیشنهادی به صورت دقیق‌تری انجام پذیرفته و در نهایت، اولویت‌بندی خصوصیات و ویژگی‌های آنها در جدولی به صورت زیر خلاصه می‌شود.

## گام ۳- انتخاب طرح نهایی

پس از تشریح خصوصیات هر یک از گزینه‌های پیشنهادی مورد بررسی، مشاور طرح، گزینه سه را به عنوان گزینه انتخابی پیشنهاد می‌کند. پس از تأیید پیشنهاد، مشاور، نقشه‌های اجرایی گزینه مصوب را براساس معیارهای این آیین‌نامه تهیه خواهد کرد.

که امکان دسترسی در گزینه‌های مختلف به صورت‌های گوناگونی پیش‌بینی شده است.

## ظرفیت

کلیه گزینه‌ها برای پاسخ‌گویی به حجم ترافیک، ظرفیت کافی دارند ولی سطح خدمت ارائه شده در آنها متفاوت است. ویژگی‌های عملیاتی

در گزینه یک، کلیه حرکت‌های گردش به صورت همسطح انجام می‌گیرد که با توجه به حجم ترافیک، چندان مناسب نیست. گدراهه منفرد در نظر گرفته شده در گزینه ۲ جایگزین گردش به چپ همسطح در مسیر اصلی از سمت جنوب به سمت غرب شده است. گدراهه‌های گزینه ۳ جایگزین گردش به چپ همسطح از مسیر اصلی شده است.

در گزینه ۴ گدراهه‌ها جایگزین کلیه گردش به چپ‌های همسطح تبادل شده است، اما ترافیک بهم‌بافته بین گدراهه‌ها بوجود آمده است. گزینه ۵ امکان گردش به چپ نیمه جهتی از نیمه جنوبی تبادل به سمت غرب را فراهم ساخته است و در گزینه ۶ ترافیک بهم‌بافته روی مسیر بزرگراه وجود ندارد، مگر برای دورزدن (گردش U).

از نظر تأمین عبور در دوران ساخت، اختلاف قابل توجهی بین گزینه‌های یک تا چهار وجود ندارد ولی گزینه‌های پنج و شش مطلوبیت کمتری دارند، زیرا ترافیک موجود در خلال عملیات ساخت، از دو سازه در حالت ساخت می‌گذرد و یا آنها را دور می‌زند.

## امکان ساخت مرحله‌ای

ساخت مرحله‌ای تنها در مورد رابط‌ها در تمامی گزینه‌ها مطرح است و از این نظر، گزینه پنج وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد.

اولویت			ویژگی مورد بررسی
گزینه ۵	گزینه ۴	گزینه ۳	
۳	۲	۱	سازگاری با محیط
۳	۲ یا ۱	۲ یا ۱	امکان تصرف و تملک حریم
۱	۳ یا ۲	۳ یا ۲	ملاحظات طراحی
۱	۲	۳	ظرفیت
۱	۳ یا ۲	۳ یا ۲	ویژگی های عملیاتی
۳	۲	۱	مطالعات اقتصادی
۳	۱	۲	امکان ساخت مرحله ای

#### ۴-۸ معیارهای طراحی

#### جدول ۸-۱ فاصله دید انتخاب در دماغه خروجی

فاصله دید انتخاب (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۳۱۵	$\leq 100$
۳۳۵	۱۱۰ → ۱۰۱
۳۷۵	۱۲۰ → ۱۱۱
۴۱۵	۱۳۰ → ۱۲۱

#### ۴-۸-۱ کلیات

در طراحی تبادل هابه نکات مختلفی مانند نوع تبادل مورد لزوم در یک محل، نحوه تأمین ارتباط بین آزادراه و راه های مجاور و یا ارتباط بین آزادراه با آزادراه دیگر توجه می شود. در این ارتباط، سرعت طرح، شیب طولی و عرضی، هماهنگی امتداد افقی و قائم مسیر، شعاع گردش ها، ورودی و خروجی در محل تبادل ها، فواصل دید، انتخاب رابط ها، خط های عبور کمکی و بالاخره کنترل دسترسی ها از عوامل ضروری در نحوه طراحی تبادل است.

#### ۴-۸-۳ شیب ها

شیب مسیر در ورودی و خروجی تبادل ها، تابع عامل های متعددی است. در انتخاب شیب مسیر، عامل های مؤثر در فاصله دید، مورد توجه قرار می گیرد. شیب طولی رابط ها بهتر است از ۸٪ تجاوز نکند. این شیب، در محل رابط های ورودی که در سرازیری قرار دارند و یا در محل رابط های خروجی که در سربالایی قرار دارند، می تواند ۱٪ افزایش یابد.

#### ۴-۸-۲ فواصل دید تا دماغه خروجی

در طراحی تبادل ها، سرعت طرح در امتداد افقی و قائم مسیر مد نظر قرار می گیرد و فاصله دید در خم های گنبدی با توجه به سرعت طرح تعیین می شود.

در محدوده ورودی و خروجی تبادل ها، امکان اختلاف شیب طولی و یا عرضی رابط ها با خط های عبور مسیر اصلی وجود دارد. در مواقعی که خط های عبور مسیر اصلی با خط های عبور رابط ها، در ورودی و خروجی ها، در یک صفحه قرار ندارند، اختلاف جبری در شیب عرضی روبه ها

برای فاصله دید انتخاب، در دماغه های خروجی، از جدول ۸-۱ استفاده می شود.

فواصل دید در امتداد محور خط عبور رابط ها، در سمت راست دماغه تعیین می شود.



نباید از ۵٪ تجاوز کند.

برای این منظور ضوابط زیر در محل اتصال رابط با راه متقاطع رعایت می‌شود.

علاوه بر شرایط زمین، در تعیین شیب مسیر در تبادل‌ها، فاصله آزاد مابین ابنیه فنی و مسیرهای موجود در تبادل‌ها نیز، حایز اهمیت است. فواصل مورد نظر، مطابق جزییات بخش ۴-۸-۵ تعیین می‌شود.

- اتصال رابط با مسیر متقاطع بهتر است در صورت امکان در بخش مستقیم راه باشد و در پیچ واقع نشود.

در طراحی خم‌هایی که بلافاصله قبل از دماغه خروجی مسیر قرار دارند، از فاصله دید توقف، نظیر سرعت طرح حداقل ۸۰ کیلومتر در ساعت استفاده می‌شود.

- محل اتصال رابط در قسمتی از راه متقاطع باشد که شیب طولی آن ملایم‌تر است. حداکثر شیب ۴ درصد برای این منظور توصیه می‌شود.

رابط‌های خروجی در سربالایی‌ها بهتر است با شیب کم به مسیر مجاور متصل شود تا امکان سرعت‌گیری بهتر خودروهای سنگین فراهم شود. در صورتی که انتهای رابط‌ها در خم گنبدی قرار داشته باشد، شیب طولی در ۱۵ متر آخر مسیر باید کمتر از ۵٪ باشد و در انتهای رابط‌های خروجی که در سرازیری قرار دارند، در صورت استفاده از خم‌های کاسه‌ای، طول خم‌ها باید حداقل ۳۰ متر باشد.

- انتهای رابط در نقطه‌ای قرار داده شود که دید کافی برای گردش به چپ از رابط به مسیر متقاطع فراهم باشد. برای این منظور سعی می‌شود که انتهای رابط تا حد امکان دورتر از نقطه شروع یا پایان خم گنبدی روگذری باشد که از روی آزادراه یا بزرگراه می‌گذرد. اگر اجباراً انتهای رابط در نزدیکی خم گنبدی قرار داده شود باید برای وسایل نقلیه چپ‌گرد، فاصله دید قائم کنترل شود.

در رابط‌های ورودی به مسیر، شیب رابط‌ها باید در طولی برابر با حداقل ۳۰ متر قبل از دماغه ورودی به صورت هم شیب با مسیر اصلی، جهت دید کافی ادامه یابد.

- علایم راهنما به ویژه علایم نوشتاری برای بهبود کنترل تقاطع بسیار مناسب خواهد بود.

در رابط‌های ورودی به مسیر اصلی در سربالایی‌ها با توجه به معیارهای این آیین‌نامه، ضرورت ساخت خط کمکی سربالایی بررسی می‌شود و در صورت لزوم باید خط کمکی سربالایی ساخته شود.

- نوع پوشش گیاهی کنار یا میانه مسیر نیز (در صورت وجود) در تأمین دید لازم مؤثر است.

#### ۸-۴-۵ ورودی و خروجی آزادراه

برای آنکه جداشدگی جریان ترافیک خروجی از آزادراه و همچنین پیوستگی جریان ترافیک ورودی به آن با حداکثر مطلوبیت و بدون مزاحمت برای جریان اصلی ترافیک آزادراه انجام گیرد، لازم است در طرح دهانه‌های ورودی یا دماغه‌های خروجی رابط‌ها با آزادراه، معیارهایی در نظر گرفته شود.

#### ۸-۴-۴ محل اتصال رابط‌ها در روی راه متقاطع

مهم‌ترین ضابطه‌ای که در طرح ورودی و خروجی آزادراه‌ها توصیه می‌شود این است که در صورت امکان، کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها از سمت راست مسیر صورت گیرد. بدپهی است در

در طرح تبادل‌هایی از نوع لوزوی یا سایر انواع تبادل‌ها که حرکت‌های گردش به چپ به صورت تقاطع همسطح انجام می‌گیرد، تسهیلات لازم به منظور ایجاد حرکت ایمن و روان برای ترافیک گردش به چپ فراهم می‌شود.

طرح تبادل‌های جیتی تأمین این ضابطه مورد توجه نیست.

به هر حال واگرایی یا هم‌گرایی جریان ترافیک رابط با مسیر اصلی باید با زاویه‌ای بسیار ملایم و کم و به صورت تدریجی شکل گیرد. پایانه‌های رابط که همان دهانه‌های ورودی یا خروجی رابط هستند بسته به تعداد خط‌های رابط (که یک یا چندخطه باشند) و با توجه به شکل خط تغییر سرعت (که به صورت لچکی یا موازی باشد) در آنها به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند. نحوه کنترل جریان ورودی یا خروجی رابط نیز از عامل‌های مهم و مؤثر دیگر در طراحی ورودی و خروجی رابط است. بدیهی است چنانچه لازم باشد واگرایی - هم‌گرایی جریان یا مسیر اصلی به صورت آزاد و بدون نیاز به توقف آن انجام گیرد، در آن صورت نحوه طراحی متفاوت خواهد بود.

امکان‌پذیر نباشد و تنها راه‌حل ممکن، انتقال آن به بعد از پل باشد، در آن صورت، دهانه رابط در چنان فاصله‌ای بعد از پل واقع می‌شود که فاصله دید و عکس‌العمل کافی را برای رانندگان به منظور هدایت صحیح به آن فراهم می‌کند، به گونه‌ای که طول لازم برای ترافیک بهم‌یافته تأمین شده باشد. حداقل فاصله لازم برای این منظور، مشابه با طول لچکی خط تغییر سرعت (برای رسیدن از سرعت طرح مسیر به سرعت طرح رابط) خواهد بود. چنانچه این فاصله براساس تعیین فاصله دید تصمیم‌گیری تعیین شود حد مطلوبی به دست خواهد آمد.

۸-۴-۵-۲ فاصله دو رابط متوالی

فاصله میان دو رابط متوالی به نوع راه‌های منتهی به تبادل، نوع عملکرد جفت رابط متوالی (ورودی یا خروجی) و ظرفیت بخش با ترافیک بهم‌یافته بستگی دارد. شکل ۸-۱۹ حداقل فاصله میان پایانه‌های رابط را برای حالت‌های مختلف مشخص می‌سازد.

۸-۴-۵-۱ حداقل فاصله رابط و پل

پایانه رابط بهتر است نزدیک سازه پل واقع نشود. اگر قرارگیری ورودی رابط (خروجی از مسیر اصلی) قبل از پل

بخش ترافیک بهم‌یافته		پیوند با رابط قبل از ورودی و یا جیتی از رابط بعد از خروجی		خروجی - ورودی متوالی		ورودی‌ها و یا خروجی‌های متوالی	
* بخش دهنه پل موردرا به یک تبادل شهری بشود		تبادل آزاد راه		تبادل دو آزاد راه		تبادل آزاد راه و آزاد راه	
تبادل آزاد راه		تبادل آزاد راه با راه		تبادل دو آزاد راه		تبادل آزاد راه و آزاد راه	
حداقل فاصله میان رابط‌های متوالی (متر)							
۳۰۰	۴۸۰	۴۸۰	۶۰۰	۸۰	۲۴۰	۱۲۰	۱۵۰
۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰

شکل ۸-۱۹ حداقل مقادیر پیشنهادی فاصله میان دو رابط متوالی

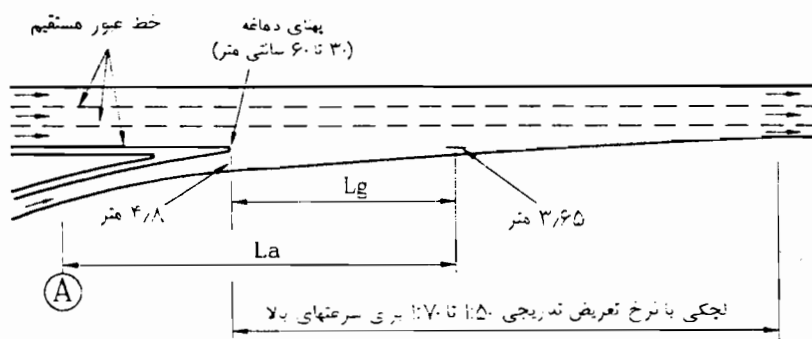
## ۸-۴-۵-۳ طراحی رابط ورودی یک خطه

## الف - نوع لچکی

نمونه متداول دماغه رابطهای ورودی یک خطه، در حالت الف شکل ۸-۲۰ نشان داده شده است. در این حالت، ورود به جریان آزادراه به صورت یکنواخت و در یک فاصله طولانی انجام می پذیرد. نرخ همگرایی مطلوب برای ادغام رابط ورودی در آزادراه، برابر ۱:۵۰ تا ۱:۷۰ (نسبت فاصله جانبی به فاصله طولی) بین لبه خارجی خط افزایش سرعت و جریان مستقیم

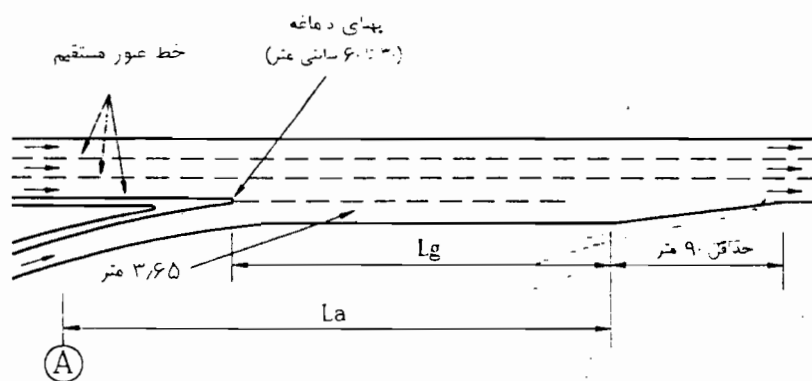
مسیر اصلی است. طول لازم برای جای گیری در میان ترافیک مستقیم مسیر اصلی نیز در شکل ۸-۲۰ مورد توجه قرار گرفته است.

طول لازم برای خط افزایش سرعت که در شکل ۸-۲۰ نیز به آن اشاره شده است از جدول ۸-۲ به دست می آید. چنانچه رابط در شیب (بیش از ۲ درصد) واقع شده باشد در آن صورت، مطابق جدول ۸-۳ طول لازم برای خط افزایش سرعت تعدیل می شود.



## یادداشت:

## الف) طرح لچکی تدریجی



## ب) طرح خط افزایش سرعت لچکی

$L_a$  = طول خط افزایش سرعت  
 $A$  = مقطع سرعت ایمن روی رابط (شعاع بیش از ۳۰۰ متر)  
 $L_g$  = فاصله نزدیک شدن به مسیر ترافیک مسیر اصلی از اندازه های  $L_a$  و  $L_g$  هر کدام که در محل دماغه بعرض ۶۰ سانی متر بزرگترین طول را موجب گردد در طرح رابط سنده میشود.

شکل ۸-۲۰ نمونه طرح متداول رابطهای ورودی یک خطه

جدول ۸-۲ حداقل طول لازم برای خط‌های افزایش سرعت رابط‌های ورودی با شیب کمتر از ۲ درصد

طول لازم برای خط افزایش سرعت (متر)								مسیر اصلی	
سرعت طرح پیچ رابط ورودی، $V_1$ (کیلومتر در ساعت)								سرعت طرح متوسط	سرعت حرکت $V_a$ (km/h)
۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	توقف کامل		
سرعت اولیه در رابط، $V_2$ (کیلومتر در ساعت)								سرعت طرح (km/h)	سرعت حرکت $V_a$ (km/h)
۷۰	۶۳	۵۱	۴۲	۳۵	۲۸	۲۰	۰		
-	-	-	-	-	-	-	۶۰	۳۷	۵۰
-	-	-	-	-	۷۰	۸۵	۱۰۰	۴۵	۶۰
-	-	-	۵۰	۸۵	۱۱۰	۱۲۵	۱۴۵	۵۳	۷۰
-	-	۵۵	۱۰۰	۱۳۵	۱۶۵	۱۸۰	۱۹۵	۶۰	۸۰
-	۵۰	۱۳۰	۱۷۵	۲۱۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۷۵	۶۷	۹۰
۵۵	۱۴۵	۲۲۰	۲۶۵	۳۰۰	۳۳۰	۳۴۵	۳۷۰	۷۵	۱۰۰
۱۲۰	۲۱۰	۲۸۵	۳۳۰	۳۶۰	۳۹۰	۴۰۵	۴۳۰	۸۱	۱۱۰
۲۴۵	۳۳۵	۴۰۰	۴۴۵	۴۷۰	۵۰۰	۵۰۵	۵۲۰	۸۸	۱۲۰

جدول ۸-۳ ضرایب تعدیل خط‌های تغییر سرعت واقع در شیب‌های بیش از ۲ درصد

خط کاهش سرعت						
نسبت طول در شیب به طول در حالت مسطح (که بر اساس سرعت طرح پیچ گردش رابط بدست می‌آید)*						سرعت طرح مسیر اصلی (km/hr)
سرازیری با شیب ۳-۴ درصد		سربالایی با شیب ۳-۴ درصد				همه سرعت‌ها
۱/۲		۰/۹				
سرازیری با شیب ۵-۶ درصد		سربالایی با شیب ۵-۶ درصد				همه سرعت‌ها
۱/۳۵		۰/۸				
خط افزایش سرعت						
سرازیری با شیب ۳-۴ درصد		سربالایی با شیب ۳-۴ درصد				سرعت طرح مسیر اصلی (km/hr)
		۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰
۰/۷		-	-	۱/۴	۱/۴	۱/۳
۰/۶۵		-	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۳
۰/۶۵		۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴
۰/۶		۰/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۴
۰/۶		۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵
۰/۶		۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵
۰/۶		۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵
۰/۶		۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵
سرازیری با شیب ۵-۶ درصد		سربالایی با شیب ۵-۶ درصد				
۰/۶		-	-	-	۱/۵	۱/۵
۰/۶		-	-	۱/۷	۱/۶	۱/۵
۰/۵۵		-	۱/۸	۱/۹	۱/۷	۱/۵
۰/۵۵		۲/۲	۲/۱	۲/۰	۱/۸	۱/۶
۰/۵		۲/۵	۲/۴	۲/۳	۱/۹	۱/۷
۰/۶		۳/۰	۲/۸	۲/۶	۲/۲	۲/۰
۰/۵		۳/۵	۳/۲	۳/۰	۲/۵	۲/۳

\* نسبت بدست آمده از این جدول در مقادیر حاصل از جدول‌های ۸-۲ و ۸-۴ ضرب می‌شود.

ب - نوع موازی

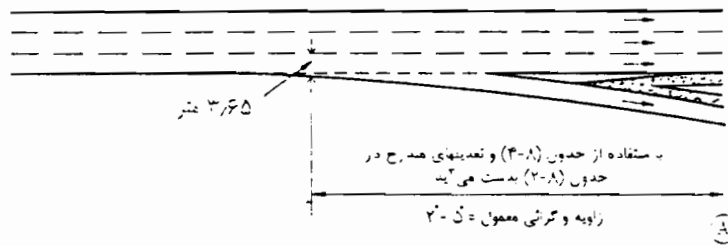
۴-۵-۴-۸ طراحی رابط خروجی یک خطه

در این حالت خط اضافی با طول کافی، به موازات مسیر اصلی در نظر گرفته می‌شود تا امکان افزایش سرعت برای ترافیک ورودی از طریق رابط، پیش از آن که به جریان ترافیک مسیر اصلی منحرف شود، فراهم گردد. در نهایت، این خط اضافی با کمک یک لچکی طول حداقل ۹۰ متر، به مسیر اصلی متصل می‌شود.

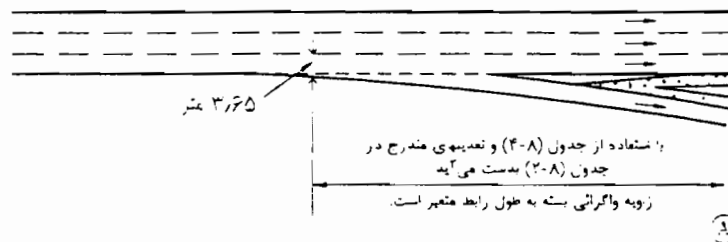
الف - نوع لچکی

زاویه واگرایی مطلوب، برای جداسازی رابط خروجی از مسیر اصلی، بین ۲ تا ۵ درجه است. شکل ۸-۲۱ طرح معمول خروجی‌های یک خطه از نوع لچکی را نشان می‌دهد. حداقل طول خط‌های کاهش سرعت که در شکل ۸-۲۱ به آن اشاره شده است، با استفاده از جدول ۴-۸ محاسبه می‌شود. ضریب تعدیل شیب نیز با توجه به جدول ۳-۸ بدست خواهد آمد.

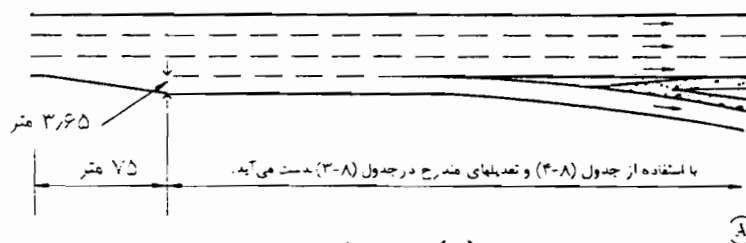
طرح معمول ورودی‌های یک خطه از نوع موازی، در حالت ب شکل ۸-۲۰ نشان داده شده است. حداقل طول لازم برای خط‌های افزایش سرعت در این حالت با استفاده از جدول‌های ۳-۱ و ۴-۸ به دست می‌آید.



حالت (الف) طرح لچکی مستقیم



حالت (ب) طرح لچکی قوسدار



حالت (ب) طرح موازی

نقطه کنترل کننده سرعت ایمن رابط است. (A)

شکل ۸-۲۱ طرح‌های معمول رابط‌های خروجی یک خطه

جدول ۸-۴ حداقل طول لازم برای خط‌های کاهش سرعت رابط‌های خروجی با شیب کمتر از ۲ درصد

طول لازم برای خط کاهش سرعت (متر)								مسیر اصلی	
سرعت طرح پیچ رابط خروجی، $V_1$ (کیلومتر در ساعت)								متوسط سرعت حرکت $V_a$ (km/hr)	سرعت طرح (km/hr)
۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	توقف کامل		
متوسط سرعت حرکت پیچ خروجی، $V_2$ (کیلومتر در ساعت)								سرعت طرح حرکت $V_a$ (km/hr)	سرعت طرح (km/hr)
۷۰	۶۳	۵۱	۴۲	۳۵	۲۸	۲۰	۰		
-	-	-	-	۴۵	۶۰	۷۰	۷۵	۴۷	۵۰
-	-	-	۵۵	۶۵	۸۰	۹۰	۹۵	۵۵	۶۰
-	-	۵۵	۷۰	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۰	۶۳	۷۰
-	۵۵	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۰	۷۰	۸۰
۶۰	۷۵	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۴۵	۷۷	۹۰
۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۰	۸۵	۱۰۰
۱۰۵	۱۲۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۸۰	۹۱	۱۱۰
۱۲۰	۱۴۰	۱۵۵	۱۷۰	۱۷۵	۱۸۵	۱۹۵	۲۰۰	۹۱	۱۲۰

$V =$  سرعت طرح مسیر اصلی  
 $V_a =$  متوسط سرعت حرکت در مسیر اصلی  
 $V_1 =$  سرعت طرح پیچ رابط خروجی  
 $V_2 =$  متوسط سرعت حرکت پیچ رابط خروجی

ب - نوع موازی

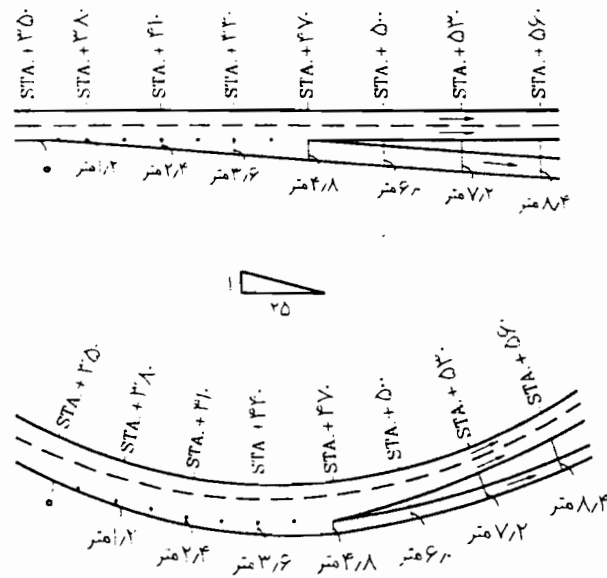
تغییر سرعت، مناسب و بدون اشکال است. در حالت موازی، طراحی به صورت مشابه با آنچه که در مورد مسیر مستقیم ذکر شد، صورت می‌گیرد و تنها تفاوت آن این است که، خط اضافه شده (موازی) نیز انحنایی مشابه با انحنای مسیر اصلی دارد. در حالت لچکی نیز طراحی به گونه مشابه با حالت مستقیم و مطابق آنچه که در شکل ۸-۲۲ نشان داده شده است انجام می‌گیرد. چنانچه بخشی از قسمت لچکی خط تغییر سرعت در داخل پیچ قرار گیرد، مطلوب آن است که به طور کامل در داخل بخش منحنی شکل واقع شود.

در آزادراه‌هایی که سرعت طرح آنها ۷۵ کیلومتر در ساعت است، نوع موازی خط‌های تغییر سرعت بر نوع لچکی ارجحیت دارد، زیرا خروجی‌ها در این حالت سردرگمی کمتری برای ترافیک مسیر مستقیم ایجاد می‌کنند و ورودی‌ها نیز همگرایی روان‌تری را با جریان ترافیک مسیر اصلی فراهم می‌سازند. شکل ۸-۲۳ حالت‌های متفاوت پایانه‌های رابط از نوع موازی را که در محل پیچ واقع شده‌اند، به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

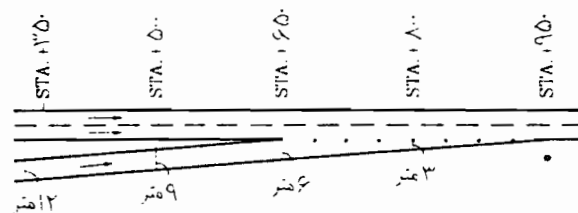
این نوع خروجی، با لچکی به طول حداقل ۷۵ متر شروع می‌شود تا در این طول، عرض یک خط عبوری، تأمین گردد و سپس به موازات لبه مسیر اصلی امتداد می‌یابد، تا به دهانه خروجی برسد. در شکل ۸-۲۱ حالت پ، نمونه متداول طرح این خروجی‌ها، نمایش داده شده است.

۸-۴-۵-۵ طراحی پایانه‌های رابط یک خطه در محل پیچ

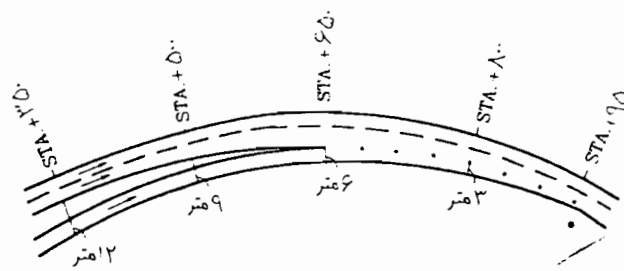
اگرچه شعاع پیچ‌های مسیر، در اغلب آزادراه‌ها زیاد است اما با این وجود، حالت‌هایی نیز وجود دارد که شعاع پیچ، کم و در نتیجه انحنای مسیر آزادراه تنداست و ضرورت دارد که رابط ورودی یا خروجی نیز در آن محل تعبیه شود. در چنین حالت‌هایی به منظور جلوگیری از بروز مشکل‌های عملیاتی، تغییراتی در طرح صورت می‌گیرد. در آزادراه‌هایی که سرعت طراحی آنها بیش از ۹۰ کیلومتر در ساعت است، طراحی پیچ‌ها به گونه‌ای است که هم نوع موازی و هم نوع لچکی خط



## خروجی



۷.۵ تا ۵.۰

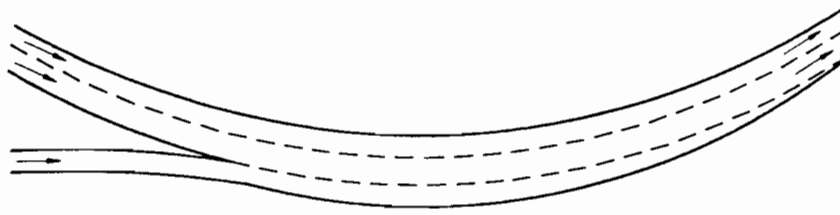


## ورودی

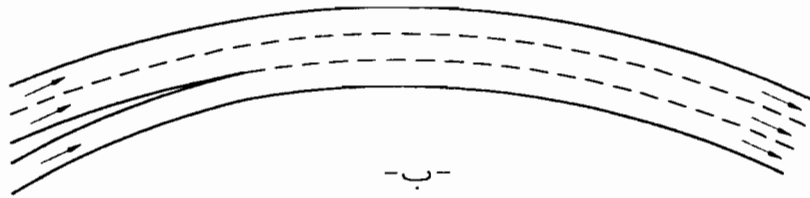
شکل ۸-۲۲ نحوه قرارگیری رابط‌های لچکی شکل در پیچ‌ها

(که در حالت الف شکل ۸-۲۳ نشان داده شده است) بین انتهای رابط و خط تغییر سرعت قرارگیرد از یک رابط مستقیم با طول مناسب استفاده می‌شود، تا امکان تأمین بریلندی فراهم گردد.

در طراحی پیچ رابط‌های ورودی در محل اتصال به خط تغییر سرعت، شعاع به اندازه کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شود. در این حالت توصیه می‌شود، طولی معادل ۹۰ متر برای لچکی انتهایی رابط در نظر گرفته شود. چنانچه محل پیچ معکوس مسیر



-الف-



-ب-

ورودی ها



-پ-



-ت-

خروجی ها

شکل ۸-۲۳ حالت شماتیک پایانه‌های رابط نوع موازی واقع در پیچ

شود. همچنین در طراحی خروجی‌های واقع در محل پیچ مسیر اصلی، بهتر است لچکی در ابتدای خط کاهش سرعت حتی المقدور طول کمتری داشته باشد و بیش از ۳۰ متر نباشد. در چنین حالتی خط کاهش سرعت، برای رانندگان، بیشتر مشخص خواهد بود و سبب اشتباه آنها نمی‌شود.

در شرایطی که انحنای رابط خروجی در جهت عکس انحنای مسیر اصلی باشد (مانند حالت پ شکل ۸-۲۳) به جهت آن که ترافیک آخرین خط عبوری مسیر اصلی تمایل بیشتری به حرکت در مسیر رابط پیدا می‌کند، مشکلات زیادی به وجود می‌آید، لذا بهتر است در صورت امکان از طراحی چنین حالتی اجتناب



## ۸-۴-۵-۶ رابط‌های چند خطه

چنانچه حجم ترافیک گردش‌کننده، بیش از ظرفیت رابط یک خطه باشد از رابط چندخطه استفاده می‌شود. اصول طراحی رابط‌های چندخطه، مشابه با حالت یک خطه است. ملاحظات تکمیلی که در طراحی رابط‌های چندخطه به آنها توجه می‌شود عبارتند از: تداوم مسیر مستقیم، تشکیل صف در رابط‌های طولانی، تبادل خط‌ها و انعطاف‌پذیری طرح.

معمول‌ترین انواع رابط‌های چندخطه عبارتند از:

- ورودی‌های دوخطه

- خروجی‌های دوخطه

- ورودی و خروجی‌های چندخطه شاخه‌ای (شکل ۷)

## الف - ورودی‌های دوخطه

استفاده از ورودی دوخطه در شرایط زیر توصیه می‌شود:

۱- اتصالات شاخه‌ای

۲- نیاز به ظرفیت بیش از خط

در طرح ورودی‌های دوخطه به منظور تأمین

نیازمندی‌های رعایت هم‌وزنی خط‌ها، باید یک خط اضافی

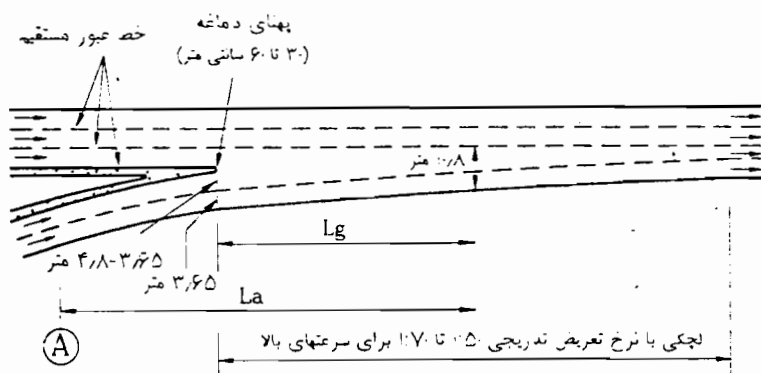
در مسیر اصلی در پایین دست محل ورودی تعبیه شود. این

خط اضافی می‌تواند خط اصلی تأمین‌کننده ظرفیت مورد نیاز در

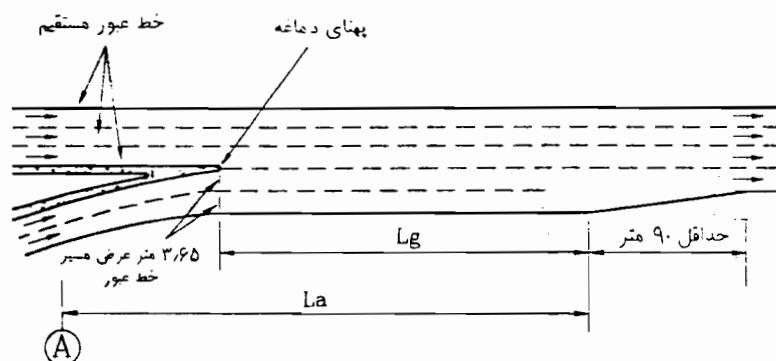
مسیر اصلی و یا یک خط کمکی با طول ۷۵۰-۹۰۰ متر باشد.

شکل ۸-۲۴ گویای حالت ساده رابط‌های ورودی دوخطه با

طرح لچکی یا موازی است.



الف) نوع لچکی



ب) نوع موازی

یادداشت:

$La$  = طول خط افزایش سرعت

$A$  = مقطع سرعت اینم روی رابط (شعاع بیش از ۳۰۰ متر)

$Lg$  = فاصله نزدیک شدن به مسیر ترافیک مسیر اصلی

از اندازه‌های  $La$  و  $Lg$  هر کدام که در محل

دماغه عرض ۶۰ سانتی متر بزرگترین طول را

موجب گردد در طرح رابط استفاده می‌شود.

شکل ۸-۲۴ حالت متداول رابط‌های ورودی دوخطه

ب - خروجی های دوخطه

در شرایطی که ترافیک خروجی از مسیر اصلی، بیش از ظرفیت طرح یک خط باشد، از خروجی های دوخطه استفاده می شود. در این حالت به منظور تأمین هم وزنی خط ها، خط کمکی در بالادست محل خروجی پیش بینی می شود. نمونه های مرسوم طرح خروجی های دوخطه لچکی و موازی در شکل ۸-۲۵ نشان داده شده است.

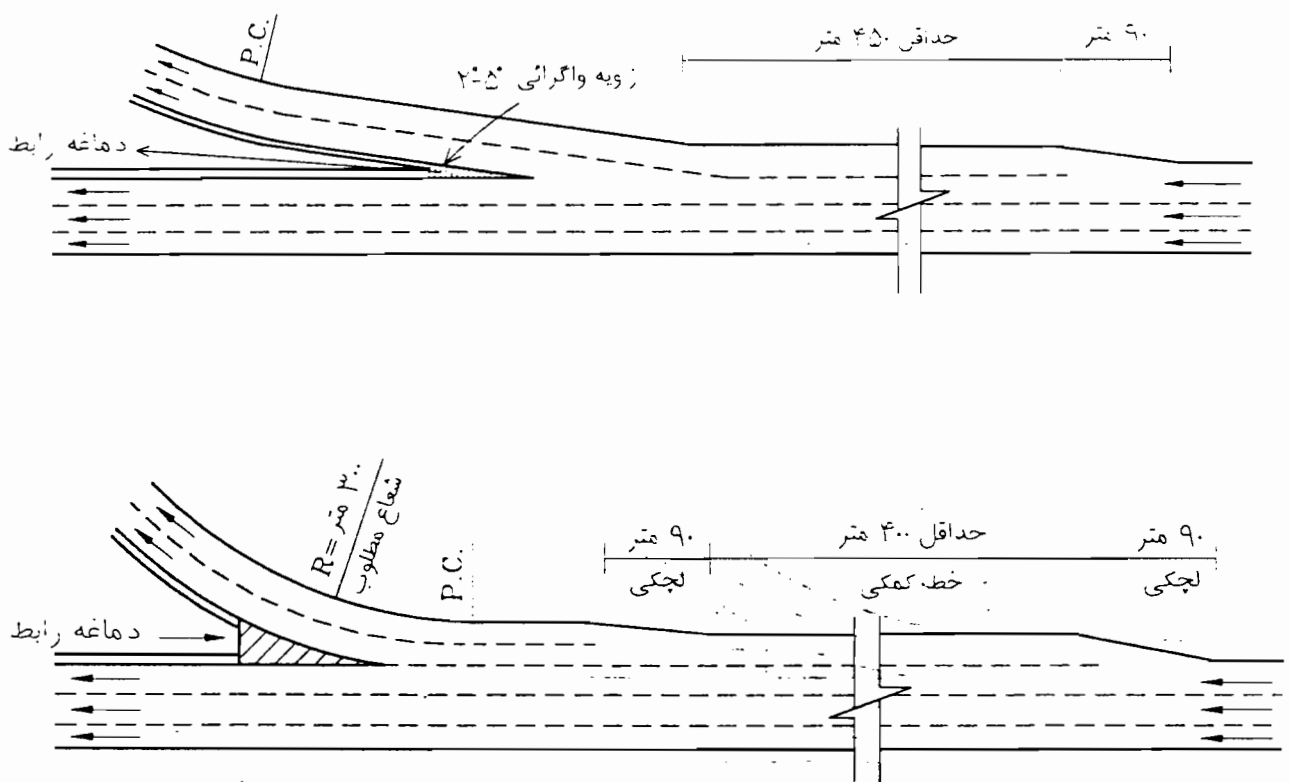
یادداشت

طرح رابط های ورودی و یا خروجی دوخطه، دقیقاً مشابه موارد یادشده در خصوص رابط های یک خطه است.

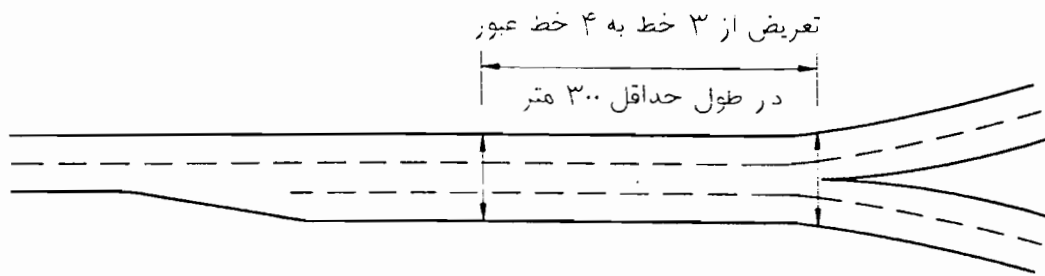
پ - ورودی و خروجی های چندخطه شاخه ای (شکل ۷)

خروجی های چندخطه شاخه ای، از تقسیم یک راه، به دو مسیر مجزا با اهمیت یکسان بدست می آید. در طرح این خروجی ها، به رعایت اصل توازن خطوط باید توجه شود. در طرح این گونه خروجی ها، تعداد خط های مسیر اصلی پیش از رسیدن به محل انشعاب، برابر جمع خط های مسیرهای انشعابی و یا یک خط کمتر از مجموع آنهاست.

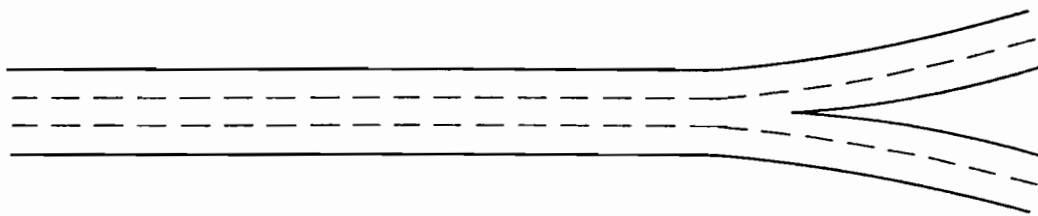
شکل ۸-۲۷ نمونه های متداول انشعاب یک مسیر اصلی را نشان می دهد.



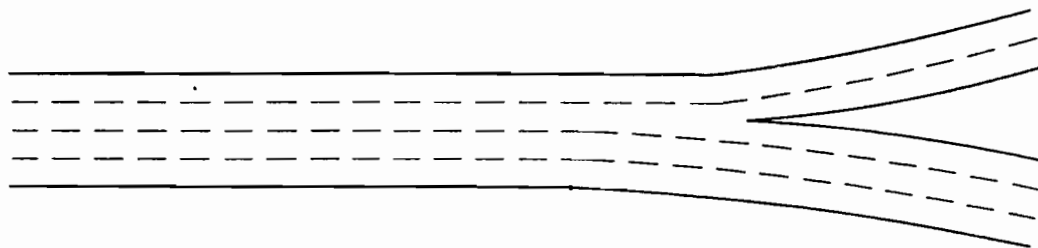
شکل ۸-۲۵ طرح نمونه رابط های خروجی دوخطه



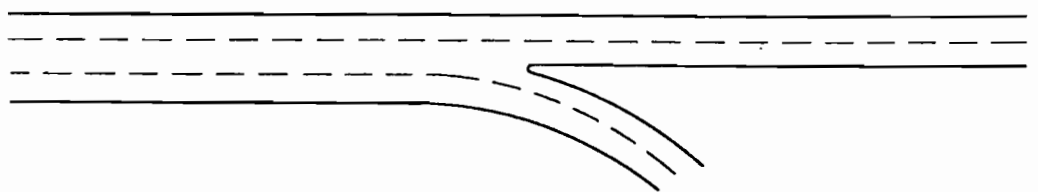
-الف-



-ب-



-پ-

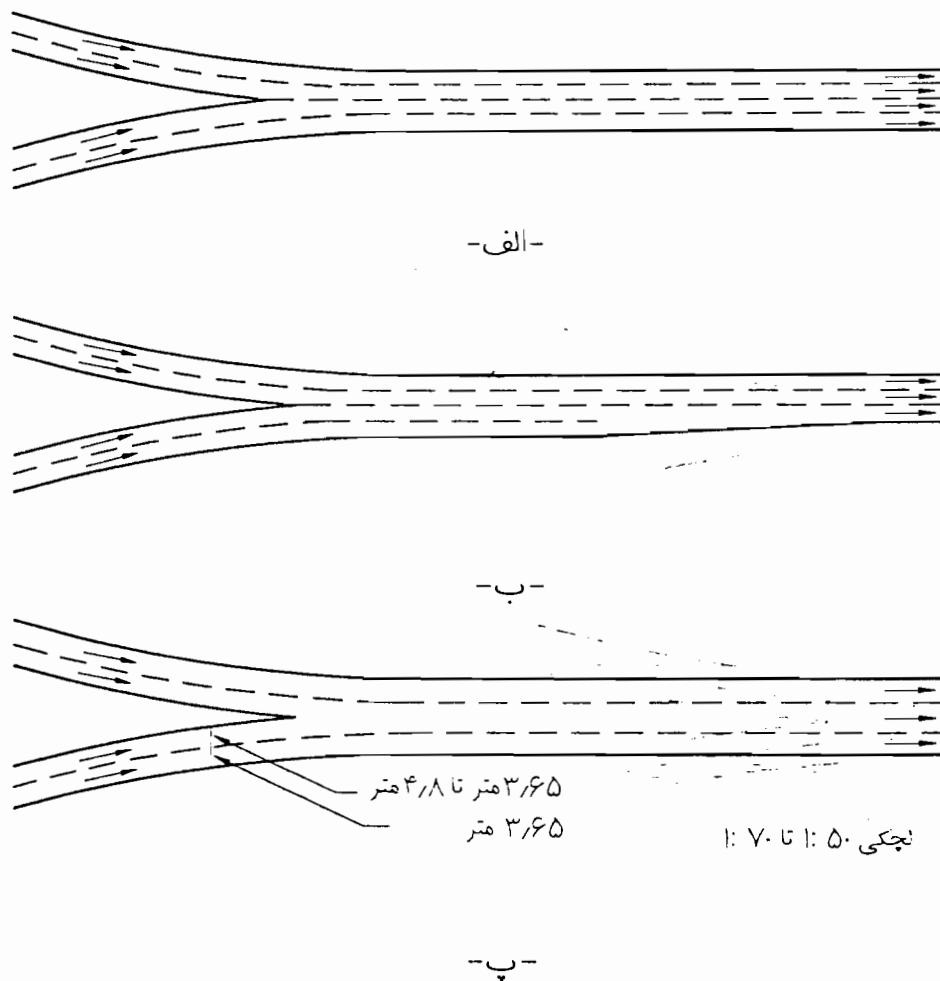


-ت-

شکل ۸-۲۶ نمونه‌های متداول انشعاب یک مسیر اصلی

خطها در طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد. در شکل ۸-۲۷ حالت‌های متداول پیوند دوراه نشان داده شده است. استفاده از هر یک از حالت‌های اشاره شده در شکل ۸-۲۷، بر اساس حجم ترافیک و سرعت طرح مورد نیاز برای پیوند جریان‌ات هریک از شاخه‌هاست. حالت الف برای شرایطی مناسب است که حجم ترافیک هر دو مسیر، قابل توجه باشد. چنانچه حجم ترافیک هر خط شاخه ورودی، مساوی باشد، می‌توان از حالت ب و یا حالت پ که همگرایی با حداکثر سرعت را فراهم می‌سازد، استفاده کرد.

در حالت‌های الف تا پ، دماغه رابط در امتداد محور یکی از خط‌های عبوری قرار گرفته و نحوه تعریض مسیر در شکل ۸-۲۶ نشان داده شده است. چنانچه یکی از مسیرهای انشعابی در امتداد مستقیم قرارگیرد، در آن صورت طرحی مشابه حالت ت در شکل فوق انتخاب می‌شود. شکل ۸-۲۶ جزئیات بیشتری از نحوه طرح خروجی‌های چندخطه شاخه‌ای را نشان می‌دهد. در این شکل متناسب با حجم‌های متفاوت حرکت‌های گردش، طرح‌های متفاوتی ارائه شده است. پیوند دو راه نیز، از ترکیب دو راه دوخطه یا چندخطه با اهمیت یکسان، حاصل می‌شود. در این حالت نیز اصل توازن



شکل ۸-۲۷ نمونه‌های متداول پیوند دو راه

## ۸-۴-۶-۱ رابطه‌ها

## ۸-۴-۶-۱-۱ سرعت طرح

هماهنگی حداقل سرعت طرح - موقعی که ترافیک یک رابط وارد ترافیک مسیر اصلی می‌شود - با سرعت طرح ضروری است. هنگامی که انتهای رابط با مسیری تقاطع دارد که دارای حرکت‌های گردشی ترافیک است، حداقل سرعت طرح ۴۰ کیلومتر در ساعت پیش‌بینی می‌شود. به این ترتیب، سرعت طرح در دماغه خروجی رابط ۸۰ کیلومتر در ساعت و در انتهای آن ۴۰ کیلومتر در ساعت توصیه می‌شود.

## ۸-۴-۶-۲ عرض خط عبور

عرض خط‌های عبور در رابط‌ها ۳/۶۵ متر است. هنگامی که شعاع پیچ رابط‌ها ۹۰ متر یا کمتر و زاویه مرکزی بزرگتر از ۶۰ درجه است، خط عبور در رابط‌های یک خطه و آخرین خط عبور در سمت راست رابط‌های چندخطه باید مطابق با اعداد جدول ۵-۸ برای تأمین امکان گردش چرخ خودروهای سنگین، تعریض شود.

جدول ۵-۸ تعریض خط‌های عبور

عرض خط عبور (متر)	تعریض (متر)	شعاع رابط (متر)
۵/۶۵	۲	< ۴۰
۵/۲۵	۱/۶	۴۰ → ۴۴
۴/۹۵	۱/۳	۴۵ → ۵۴
۴/۵۵	۰/۹	۵۵ → ۶۴
۴/۲۵	۰/۶	۶۵ → ۷۴
۳/۹۵	۰/۳	۷۵ → ۹۰
۳/۶۵	۰	> ۹۰

## ۸-۴-۶-۳ عرض شانه‌ها

عرض شانه در رابط‌ها ۲/۴ متر و عرض شانه چپ ۱/۲ متر است.

## ۸-۴-۶-۴ کاهش عرض خط عبور

کاهش عرض خط عبور در رابط‌ها در طولی برابر  $\frac{2}{3} WV$  اعمال می‌شود. به طوری که:

$$W = \text{عرض خط عبور (متر)}$$

$$V = \text{سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)}$$

کاهش عرض در رابط‌هایی که دارای سیستم کنترل ترافیکی است، بعد از محل سیستم کنترل، به طول لچکی با نسبت یک متر عرض برای ۵۰ متر طول صورت می‌گیرد.

## ۸-۴-۶-۵ افزایش خط‌های عبور

افزایش خط عبور رابط‌ها معمولاً از طریق لچکی با طول حداقل ۳۵ متر صورت می‌گیرد.

## ۸-۴-۶-۶ پیش‌بینی سیستم کنترل ترافیکی در رابط

تغییرات عرض رابط‌ها، برای محل‌هایی که سیستم کنترل ترافیکی خواهد داشت، قبلاً پیش‌بینی می‌شود.

## ۸-۴-۶-۷ بریلندی رابط‌ها

حداکثر بریلندی رابط‌ها در مناطق غیربرفی و بدون یخبندان ۱۲٪ می‌باشد. در مناطق سردسیر و پربرف و یا دارای ارتفاع بالای ۹۰۰ متر، حداکثر بزرگترین شیب در محل بریلندی ۸٪ انتخاب می‌شود.

در محل‌های دارای محدودیت تأمین طول کامل پیچ که امکان تأمین بریلندی حداکثر نباشد، از بیشترین مقدار بریلندی قابل اعمال استفاده می‌شود و یا در صورت امکان، شعاع پیچ

## ۸-۴-۶-۱۰ رابط‌های ورودی دوخطه

در شکل ۸-۲۹ جزئیات رابط ورودی دوخطه نشان داده شده است. این جزئیات در مواقعی که حجم ترافیک از ۱۵۰۰ خودرو سواری معادل در ساعت تجاوزکند، مد نظر قرار می‌گیرد.

مطابق شکل ۸-۲۹ پیش‌بینی یک خط عبور کمکی، فقط در موردهایی صورت می‌گیرد که حجم ترافیک از ۱۵۰۰ خودرو در ساعت تجاوزکند. در بعضی از موردهای محدود، این خط عبور می‌تواند به خط‌های عبور ترافیک اصلی افزوده شود.

## ۸-۴-۶-۱۱ رابط‌های گردراه

این رابط‌ها عموماً دارای یک خط عبور است مگر در مواردی که گنجایش رابط یا سیستم کنترل ترافیک لزوم خط عبور دوم را مشخص کند. در صورت استفاده از دو خط عبور، فقط خط عبور سمت راست برای عبور خودروهای سنگین نیاز به تعریض خواهد داشت.

شعاع گردش رابط‌های گردراه عموماً بین ۴۵ تا ۶۰ متر است و حداقل شعاع گردش ۳۵ متر می‌باشد.

$\frac{2}{3}$  شیب برابندی در ابتدای پیچ رابط اعمال می‌شود. در شعاع گردش‌های کمتر از ۹۰ متر، برابندی درشانه‌ها نیز اعمال می‌شود.

## ۸-۴-۶-۱۲ فواصل بین رابط‌های ورودی متوالی

حداقل فاصله بین دو رابط ورودی متوالی به مسیر آزادراه، معادل طولی است که در لچکی افزایش سرعت خودرو مورد نیاز است. این طول ۳۰۰ متر است، مگر آن که در رابط ورودی بالادست، از یک خط کمکی استفاده شده باشد که رابط پایین دست با نسبت ۱:۵۰ به مسیر خط کمکی نزدیک شود. برای دیدن جزئیات به شکل ۸-۳۰ رجوع شود.

رابط افزایش داده می‌شود. به هر حال مؤلفه شیب طولی رابط و برابندی نباید از مقادیر حداکثر فوق تجاوز کند.

## ۸-۴-۶-۸ رابط‌های با یک خط عبور

در رابط‌های با یک خط عبور، رابط چه در ورودی و چه در خروجی مسیر با یک خط عبور به مسیر اصلی ارتباط می‌یابد. این رابط‌ها اغلب در محل تماس با مسیر اصلی، به منظور تأمین حرکت گردشی بهتر، تعریض می‌شود و در برخی موارد به منظور تأمین امکان انتظار و ظرفیت بیشتر، در محل اتصال، به رابط‌های چندخطه تبدیل می‌شود.

اگر طول یک رابط یک خطه از ۳۰۰ متر تجاوز کند، باید یک خط عبور اضافی، برای تأمین امکان سبقت در رابط، پیش‌بینی شود.

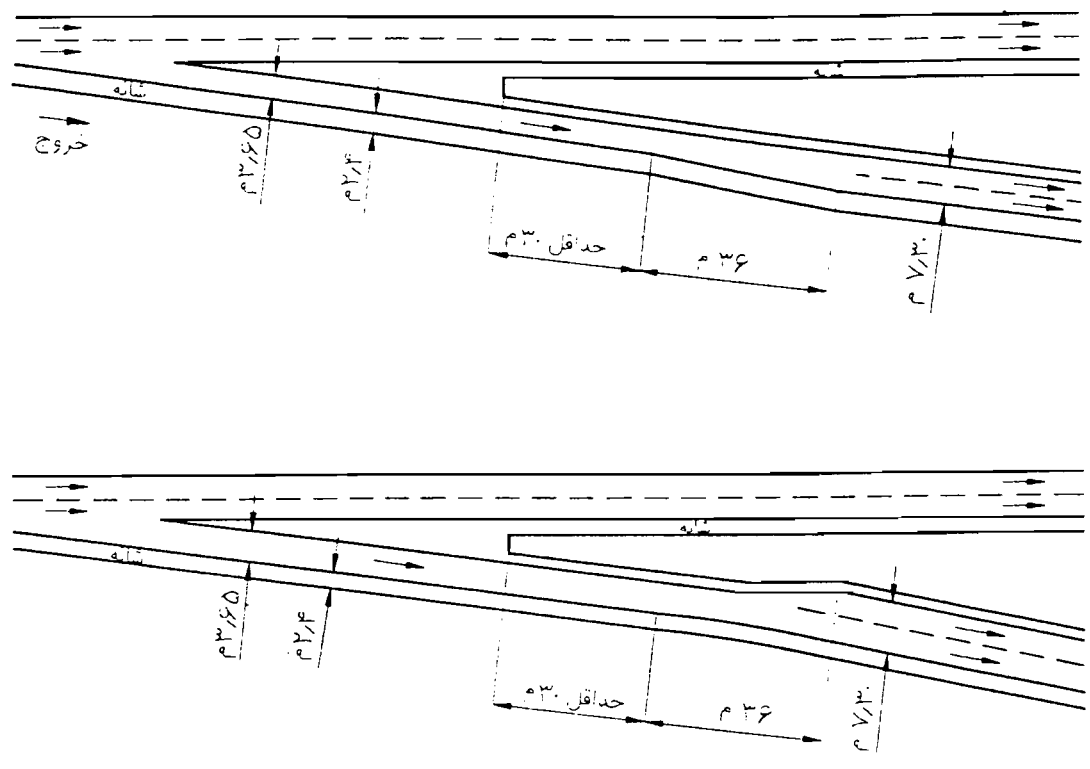
حالت‌های مختلف تغییر تدریجی عرض رابط‌های خروجی از یک خطه به دوخطه، در شکل ۸-۲۸ نشان داده شده است.

## ۸-۴-۶-۹ رابط‌های خروجی با دو خط عبور

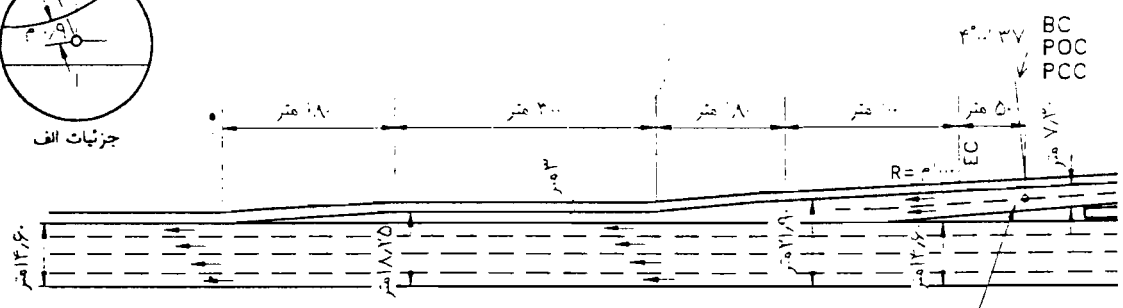
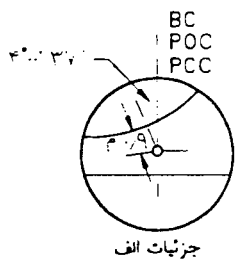
هنگامی که حجم ترافیک طرح مورد نظر از ۱۵۰۰ سواری معادل در ساعت تجاوز کند، از رابط‌های با دو خط عبور باید استفاده شود و امکان افزایش خط‌ها به سه خط یا بیشتر، نیز در محل تقاطع با مسیرهای دیگر مورد بررسی قرارگیرد. نحوه ارتباط خروجی با مسیر اصلی در شکل ۸-۲۹ مشخص شده است.

قبل از رابط خروجی دوخطه، باید یک خط کمکی به طول حداقل ۲۰۰ متر در طرح پیش‌بینی شود.

برای حجم ترافیک بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ خودرو، رابط خروجی دو خطه با امکان افزایش یک خط عبور اضافی، در آینده، پیش‌بینی می‌شود.

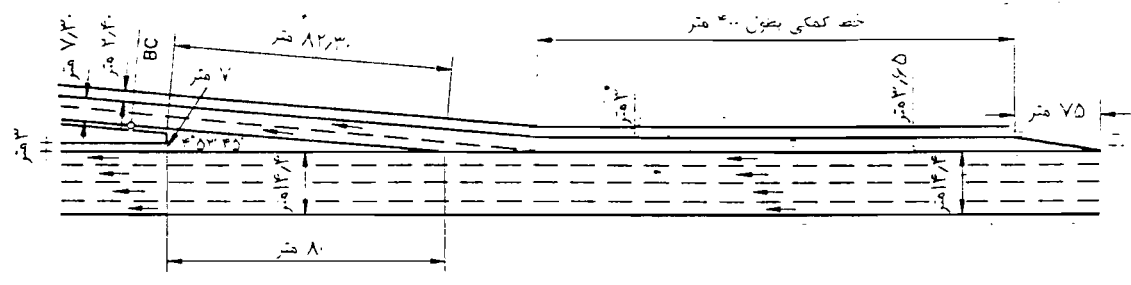


شکل ۸-۲۸ تبدیل رابط خروجی یک خطه به دو خطه



به جزئیات الف مراجعه شود

رابط خروجی



رابط ورودی

شکل ۸-۲۹ رابط‌های خروجی و ورودی دوخطه

۸-۴-۶-۱۳ فواصل بین رابط‌های خروجی متوالی

حداقل فاصله بین رابط‌های خروجی در آزادراه‌ها ۳۰۰ متر است.

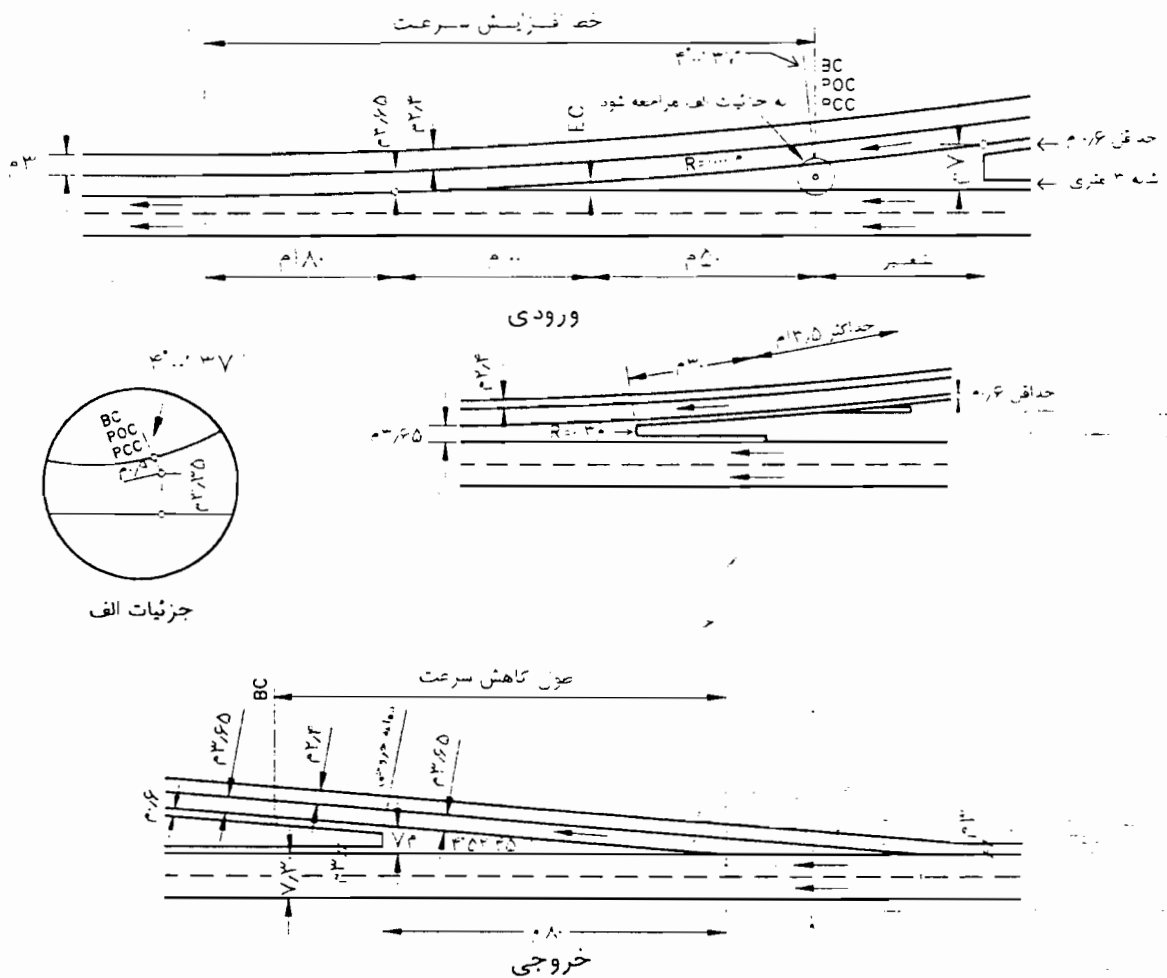
و هماهنگی در اتصال رابط‌ها با راه‌های مجاور، از جدول یا آماس استفاده می‌شود. به شکل ۸-۳۰ رجوع شود.  
- جدول یا آماس، برای هدایت و کنترل جریان آب‌های سطحی رابط نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸-۴-۶-۱۴ جدول و آماس در رابط‌ها

بجز در موارد زیر در رابط‌ها، از جدول استفاده نمی‌شود.

استفاده از آماس در رابط‌ها، مطابق دستورالعمل‌های فصل نهم (تخلیه آب‌های سطحی) انجام می‌گیرد.

- در صورت لزوم، برای ایمنی پیاده و برای جریان بندی ترافیک



شکل ۸-۳۰ رابط‌های خروجی و ورودی یک خطه



بر پایه ساخت اولیه یک خط عبور که قابل افزایش باشد، انجام می‌گیرد. جزییات نحوه اتصال در شکل ۸-۳۰ نشان داده شده ولی زاویه واگرایی کمتر و حدود ۲ درجه می‌باشد. رابط یک خطه با طول بیش از ۳۰۰ متر به دو خط عبور تعریض می‌شود تا امکان سبقت وجود داشته باشد.

#### ۸-۴-۷-۵ مسیره‌های اتصال چندخطه

استفاده از مسیره‌های اتصال چندخطه در ظرفیت‌های بالای ۱۵۰۰ خودروی سواری در ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیوند مسیره‌های چندخطه، با جزییات نشان داده شده در شکل ۸-۲۹ هماهنگ است و انشعاب چندخطه، مطابق شکل ۸-۳۱ انجام می‌شود.

#### ۸-۴-۷-۶ تغییر عرض مسیر

در موارد تغییرات عرض در مسیر اتصال بین دو آزادراه، تغییرات تدریجی در طول لچکی به طول  $\frac{2}{3}WV$  اعمال می‌شود.

#### ۸-۴-۷-۷ کنترل ترافیکی مسیر اتصال

در اعمال کنترل ترافیکی مسیر اتصال، نیاز راننده به حرکت پیوسته و غیرمنقطع مد نظر قرار می‌گیرد و در طراحی ملحوظ می‌شود.

#### ۸-۴-۸ افزایش یا کاهش خط‌های عبور

به منظور روانی جریان ترافیک و حفظ ظرفیت مشخص در حوالی تبادل، ضروری است که تعداد خط‌های عبور ترافیک در هنگام انجام حرکت‌های همگرا و واگرا در محل ورودی یا خروجی‌های تبادل، متوازن باشد. برای این منظور ابتدا براساس حجم‌های ترافیک طراحی، تجزیه و تحلیل ظرفیت (گنجایش)

#### ۸-۴-۷ ارتباط بین دو آزادراه

##### ۸-۴-۷-۱ سرعت‌های طرح

سرعت طرح برای طراحی مسیر اتصال بین دو آزادراه، چه به صورت یک خطه و چه به صورت چندخطه حداقل ۸۰ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته می‌شود.

در مواقعی که از سرعت‌های پایین‌تر طرح و در نتیجه شعاع‌های کوچکتر پیچ استفاده می‌شود، فواصل دید در خم‌ها متناسب با سرعت طرح در نظر گرفته می‌شود.

##### ۸-۴-۷-۲ شیب‌ها

حداکثر شیب طولی رابط‌های آزادراه به آزادراه، در سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت نباید از ۶٪ تجاوز کند. هرچه سرعت طرح بیشتر باشد، شیب طولی کمتر و خم‌ها طولانی‌تر خواهد بود.

##### ۸-۴-۷-۳ عرض شانه‌ها

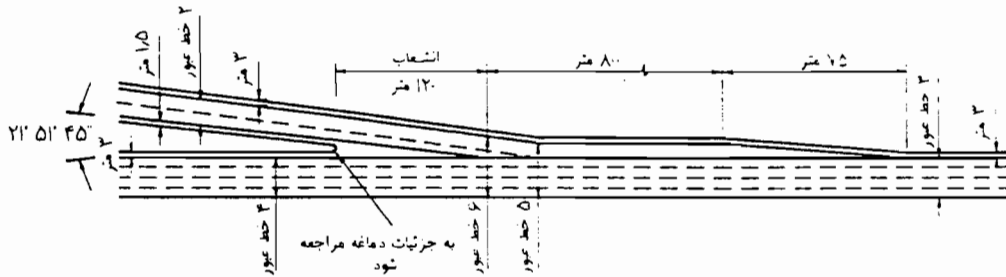
عرض شانه سمت چپ رابط‌های آزادراه‌ها، به صورت تک خطه و دوخطه، ۱/۵ متر و شانه راست ۳ متر است. در مسیر رابط تک خطه دو آزادراه که عرض راه نه به خاطر گنجایش، بلکه صرفاً برای ایجاد امکان سبقت افزایش داده شده است، شانه چپ ۱/۵ متر، و شانه راست نیز حداقل ۱/۵ متر خواهد بود.

در مسیر اتصال سه خطه آزادراه‌ها، عرض شانه‌های چپ و راست ۳ متر خواهد بود.

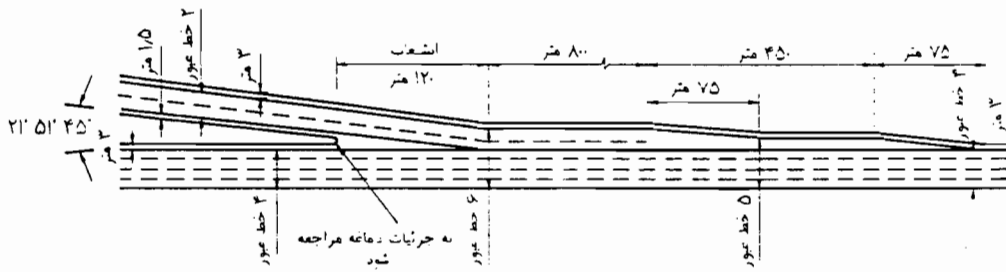
##### ۸-۴-۷-۴ رابط با یک خط عبور

رابط بین دو آزادراه می‌تواند به صورت یک خطه یا چندخطه پیش‌بینی شود. هنگامی که حجم ترافیک طرح، بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ خودروی سواری معادل در ساعت باشد، طراحی

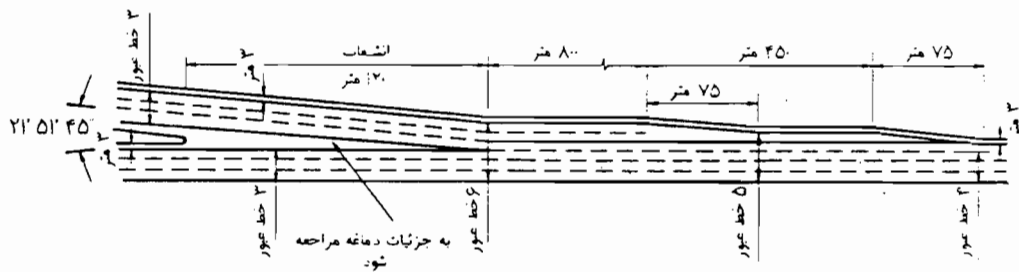
انجام می‌گیرد و براساس آن تعداد خط‌های پایه لازم برای خط در طول قابل توجهی از تبادل حفظ می‌گردد. پاسخ‌گویی به جریان ترافیک مزبور تعیین می‌شود. این تعداد



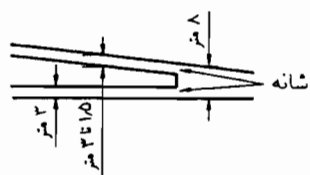
الف) ترافیک گردش کمتر از ۳۵ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



ب) ترافیک گردش ۳۵-۵۰ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



پ) ترافیک گردش بیش از ۵۰ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



شکل ۸-۳۱ انشعاب چند خطه

شرایط استثنایی عبارتند از:

الف - بخش ترافیک بهم‌بافته بین گردها‌های تبادل شبدری  
ب - در تبادل‌های بسیار نزدیک به هم که فاصله میان لچکی پایانه رابط ورودی و شروع لچکی پایانه رابط خروجی کمتر از ۵۰۰ متر است و یک خط کمکی در تمام این طول بکار گرفته شده است.

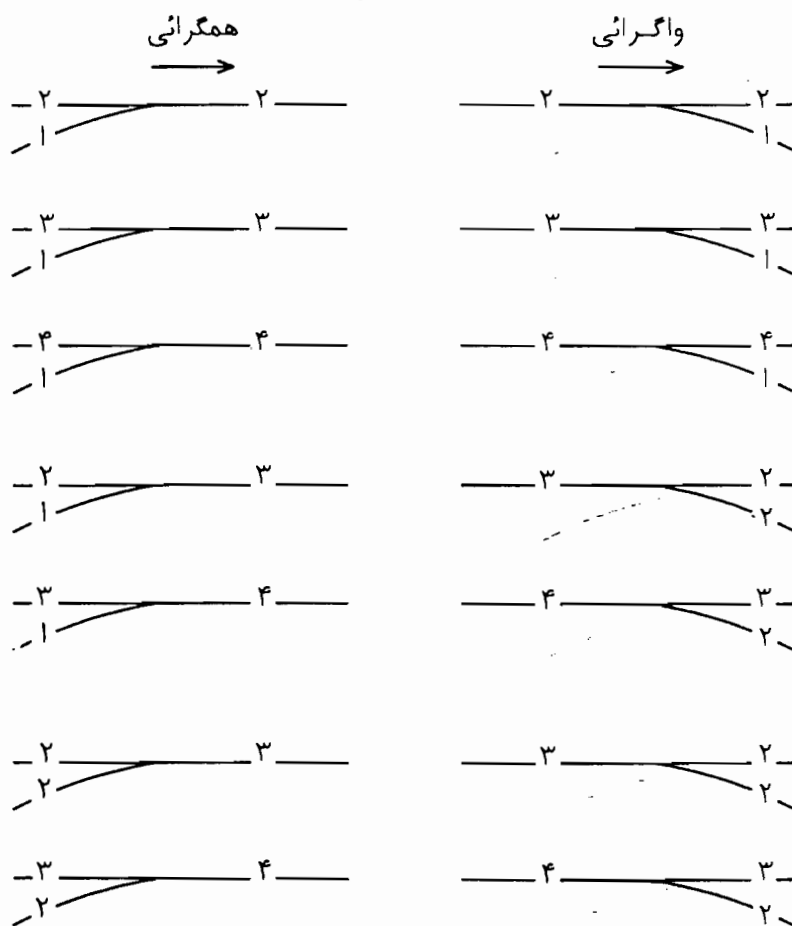
پ - تعداد خط‌های عبور در مسیر اصلی، نباید هر بار بیش از یک خط کاهش یابد.

نحوه کاربرد اصل توازن خط‌ها در شکل ۸-۳۲ نشان داده شده است. شکل ۸-۳۳ نیز نمونه‌ای از نحوه تطبیق دادن اصل توازن خط‌ها با تعداد خط‌های پایه از قبل تعیین شده را مشخص می‌سازد.

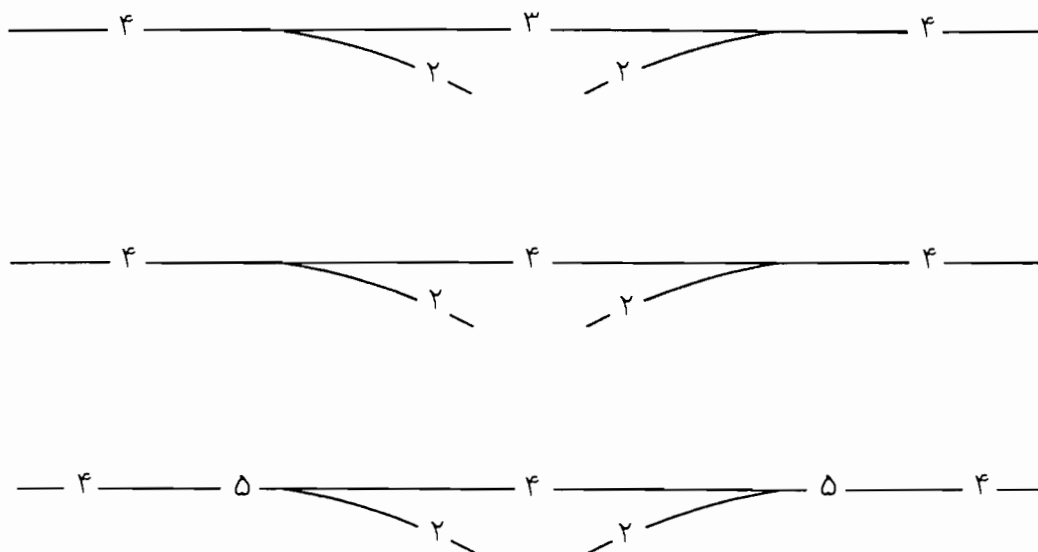
پس از تعیین تعداد خط‌های پایه، تغییرات لازم در تعداد خط‌های عبوری با توجه به اصول زیر کنترل می‌شود.

۱- در پیوند دو مسیر، تعداد خط‌های عبور جریان ترافیک مسیر اصلی، قبل از رسیدن به محل پیوند دو جریان ترافیک، نباید از مجموع خط‌های عبور جریان‌های ترافیک بهم‌پیوسته منهای یک کمتر باشد.

۲- در انشعاب، تعداد خط‌های عبور جریان ترافیک مسیر اصلی، قبل از رسیدن به محل واگرایی باید مساوی با مجموع تعداد خط‌های عبور دو انشعاب و یا یک خط کمتر از آن باشد.



شکل ۸-۳۲ نمونه‌های متداول توازن تعداد خط‌های عبور



شکل ۸-۳۳ هماهنگی توازن خط‌ها و تعداد خط‌های پایه

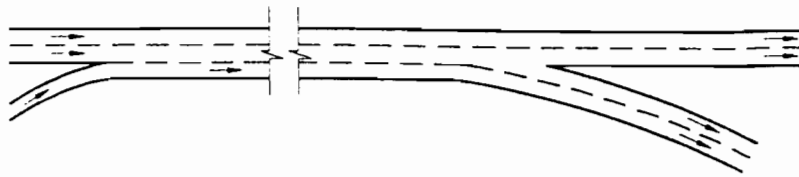
۱- تبادل‌های خیلی نزدیک به هم  
 ۲- در شرایطی که فاصله بین انتهای لچکی رابط ورودی و ابتدای لچکی رابط خروجی کوتاه باشد.  
 گزینه‌های مختلف ادغام و حذف خط‌های عبور کمکی، متناسب با شرایط موجود در محل تبادل در شکل ۸-۳۴ نشان داده شده است.  
 همچنین شکل ۸-۳۵ نیز حالت‌های مختلف استفاده از خط‌های عبور کمکی را به منظور تأمین اصول توازن تعداد خط‌های عبوری مشخص می‌سازد.  
 در کلیه حالت‌های مندرج در شکل‌های بالا، طول خط‌های عبور کمکی بر اساس جدول‌های ۸-۱ تا ۸-۳ محاسبه می‌شود.  
 در شرایطی که درصد زیادی از ترافیک عبوری یا ورودی و خروجی مسیر را کامیون‌ها تشکیل دهند، توصیه می‌شود از خط‌های عبور کمکی به منظور افزایش سطح خدمت تبادل، استفاده شود.

چنانچه از خط‌های عبور کمکی، به منظور تأمین ظرفیت و ایمنی، در فاصله میان تبادل‌ها استفاده شود باید دقت شود که اصل توازن خط‌ها حتماً رعایت گردد.

#### ۸-۴-۹ خط‌های عبور کمکی

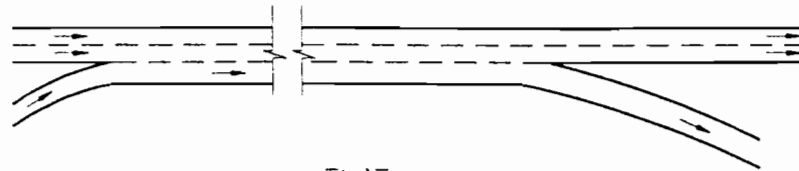
خط عبور کمکی به منظور توقف حاشیه‌ای، تغییر سرعت، حرکت گردشی، تشکیل صف حرکت‌های گردشی، ترافیک بهم‌ریخته، خط‌های کمکی سربالایی و دیگر مقاصد مورد نظر بکار گرفته می‌شود.

پهنای یک خط کمکی باید برابر با پهنای خط‌های عبور مستقیم مسیر اصلی باشد. در صورت استفاده از خط‌های عبور کمکی، پهنای مطلوب برای شانه مجاور آن  $۲/۵-۳/۷۵$  متر و حداقل این پهنای برابر  $۱/۸$  متر است.  
 استفاده از خط‌های عبور کمکی بین رابط‌های ورودی و خروجی در شرایط زیر مفید خواهد بود.

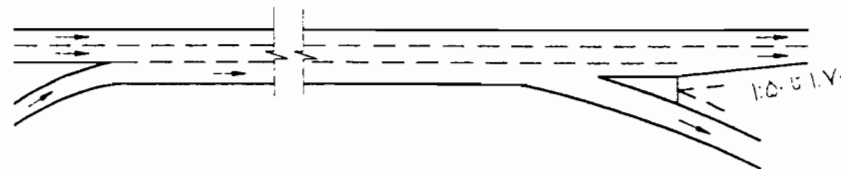


-الف-

حذف خط کمکی در خروجی

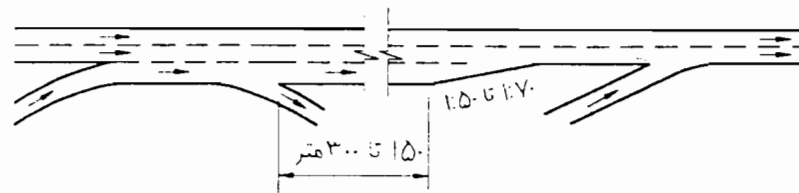


-ب-



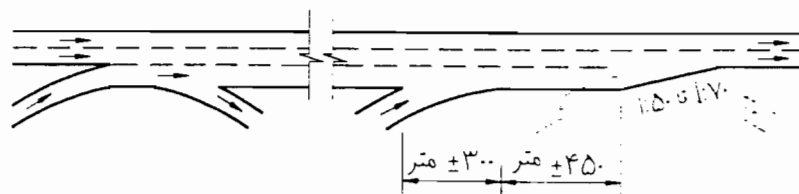
-پ-

حذف خط کمکی در خروجی (بین دو گردراهه)



-ت-

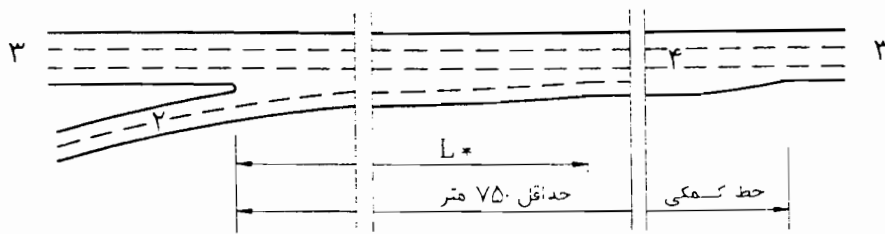
حذف خط کمکی در طول تبادل



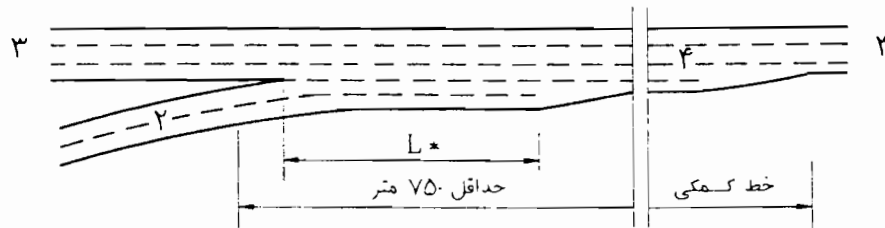
-ث-

حذف خط کمکی در طول مسیر

شکل ۸-۳۴ روش‌های مختلف ادغام خط‌های عبور کمکی

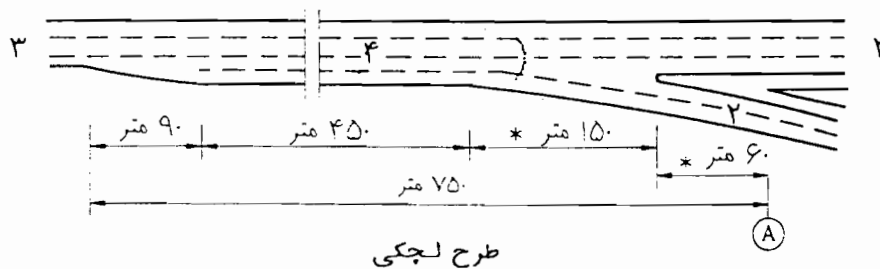


طرح لچکی معمولی

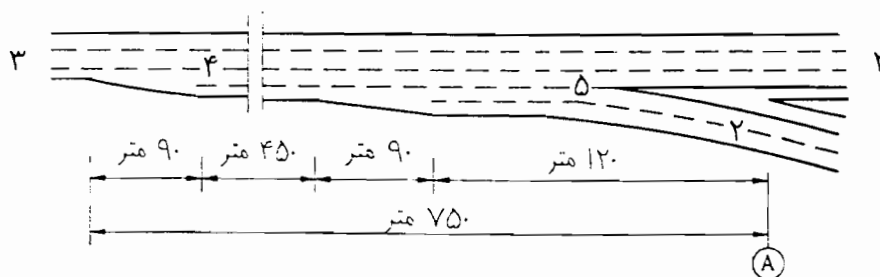


طرح موازی (مطلوب)

دو نمونه طرح ورودی



طرح لچکی



طرح موازی (مطلوب)

دو نمونه طرح خروجی

\* به شکل (۸-۲۵) مراجعه گردد.

شکل ۸-۳۵ استفاده از خطهای عبور کمکی به منظور تأمین اصول توازن تعداد خطهای عبور

## ۸-۴-۱۰ مسیر با ترافیک بهم‌بافته

بخش ترافیک بهم‌بافته، طولی از یک مسیر یک طرفه است که به واسطه نیاز به تغییر خط و سایل نقلیه در آن طول، سبب ایجاد ترافیک بهم‌بافته (ضربدری) می‌شود. در تبادل‌ها چنین وضعیتی معمولاً بین رابط‌های ورودی و خروجی به وقوع می‌پیوندد. با توجه به اغتشاشی که در جریان ترافیک تبادل به علت وجود بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته ایجاد می‌شود، توصیه می‌گردد در صورت مکان در طرح تبادل تمهیداتی اندیشیده شود که سبب حذف بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته در مسیر اصلی گردد. از جمله چنین اقداماتی می‌توان به ایجاد مسیرهای دسترسی حاشیه‌ای و یا جاده‌های جمع‌کننده - توزیع کننده که به موازات مسیر اصلی و در حاشیه آن هستند، اشاره کرد.

چنانچه شرایط تبادل به گونه‌ای باشد که حذف بخش با ترافیک بهم‌بافته از طرح تبادل امکان پذیر نباشد، در آن صورت باید طول کافی برای این بخش در نظر گرفته شود تا سبب کاهش سطح خدمت تبادل نگردد. برآورد تقریبی طول کافی برای بخش با ترافیک بهم‌بافته، به ازای ۰/۳ متر طول برای هر وسیله نقلیه موجود در ترافیک بهم‌بافته، بدست می‌آید.

روش‌های مختلفی برای تجزیه و تحلیل بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته وجود دارد که ساده‌ترین آنها روش لیش بشرح زیر است.

## روش «لیش» برای تعیین طول و تعداد خط‌های بخش با ترافیک بهم‌بافته

نحوه استفاده از این روش بسیار ساده و مطابق شکل ۸-۳۶ است. در این حالت براساس حجم ترافیک سواری معادل ترافیک بهم‌بافته و سطح خدمت مورد نظر برای آن و وجود یا عدم وجود توازن خط‌ها در آن بخش، طول لازم برای این بخش تعیین می‌شود. ضمن آن که با توجه به نسبت جریان‌های ترافیک

بهم‌بافته به کل حجم ترافیک موجود (بهم‌بافته و عبوری) و تعداد خط‌های مسیر اصلی قبل از رسیدن به محل همگرایی، می‌توان تعداد خط‌های لازم برای بخش با ترافیک بهم‌بافته را تعیین کرد.

سطح خدمت معمول برای طراحی بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته در راه‌های طبقه B یا C می‌باشد. نحوه طراحی بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته که حداقل دارای یک رابط دوخطه است، نباید به گونه‌ای باشد که سطح خدمتی کمتر از مقدار میانگین سطح خدمت D که در شکل ۸-۳۶ به آن اشاره شده، ارائه دهد.

در خط‌های عبور اصلی آزادراه‌ها طول بخش با ترافیک بهم‌بافته که از شکل ۸-۳۶ به دست می‌آید بهتر است از ۵۰۰ متر کمتر نباشد. مگر آن که محدودیت‌های مالی یا فیزیکی، طول کمتری را ایجاب نماید.

همچنین به ازای هر خط اضافی که درگیر ترافیک بهم‌بافته است، به مقدار ۳۰۰ متر بر طول بخش با ترافیک بهم‌بافته افزوده می‌شود.

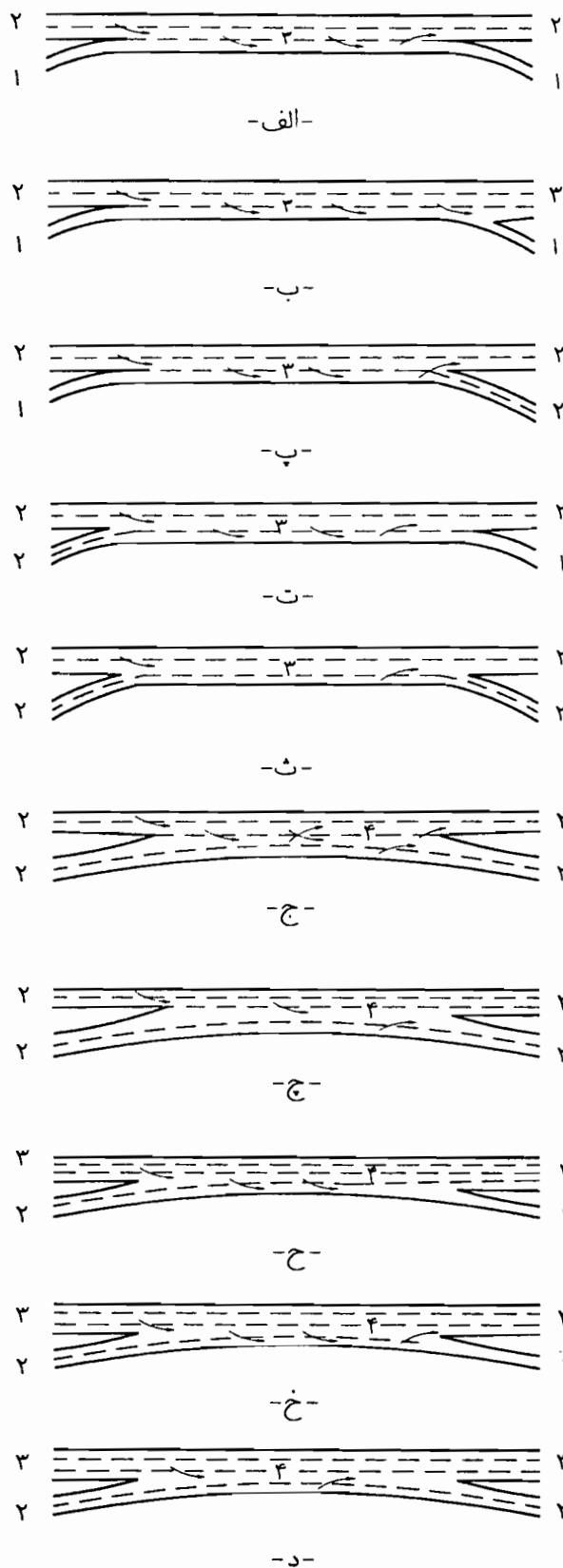
## ۸-۴-۱۱ محدودیت دسترسی

نحوه دسترسی تأسیسات و قسمت‌های مختلف مجاور تبادل‌ها، مورد بررسی کامل قرار می‌گیرد و محدودیت دسترسی به رابط‌ها و مسیرهای اصلی پیش‌بینی و اعمال می‌شود. کنترل دسترسی تا فاصله حداقل ۱۰۰ متر از انتهای شعاع گردش رابط و یا پایان طول لچکی مورد توجه قرار می‌گیرد.

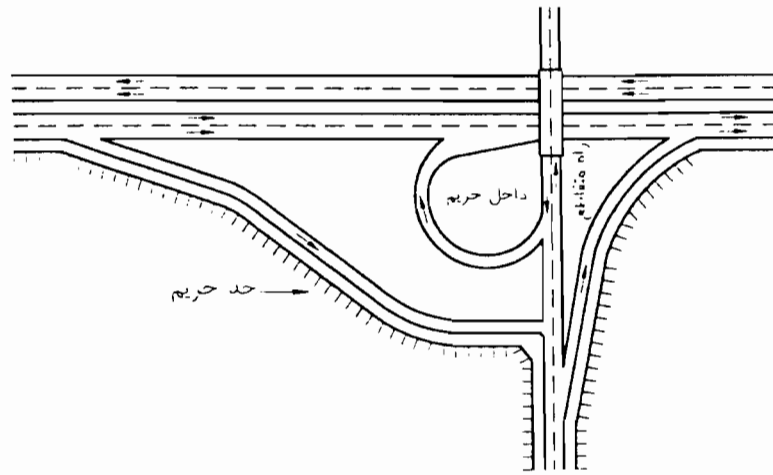
شکل‌های ۸-۳۸ و ۸-۳۹ انواع مختلف کنترل دسترسی در تبادل‌ها را نشان می‌دهد.



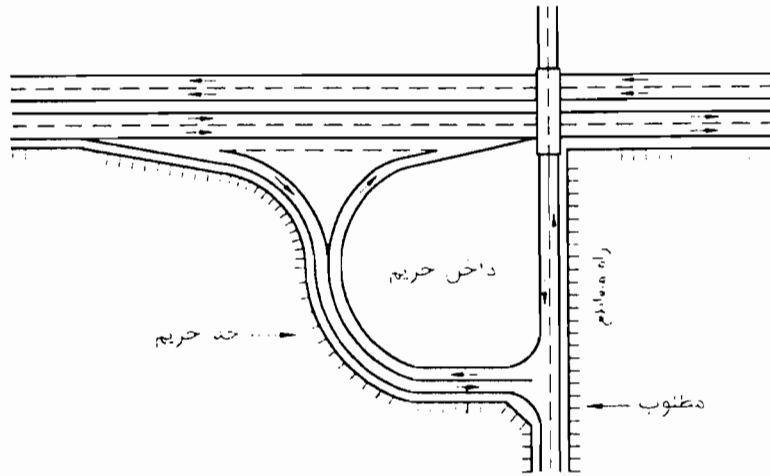




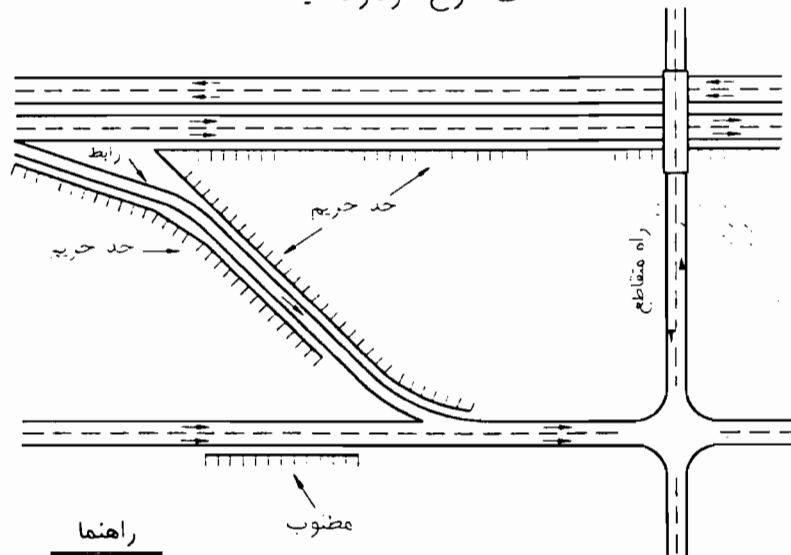
شکل ۸-۳۷ حالت‌های مختلف ترکیب خط‌های بخش با ترافیک بهم‌بافته



حالت طرح نیمه شبدری



حالت طرح گرد راهه یگانه



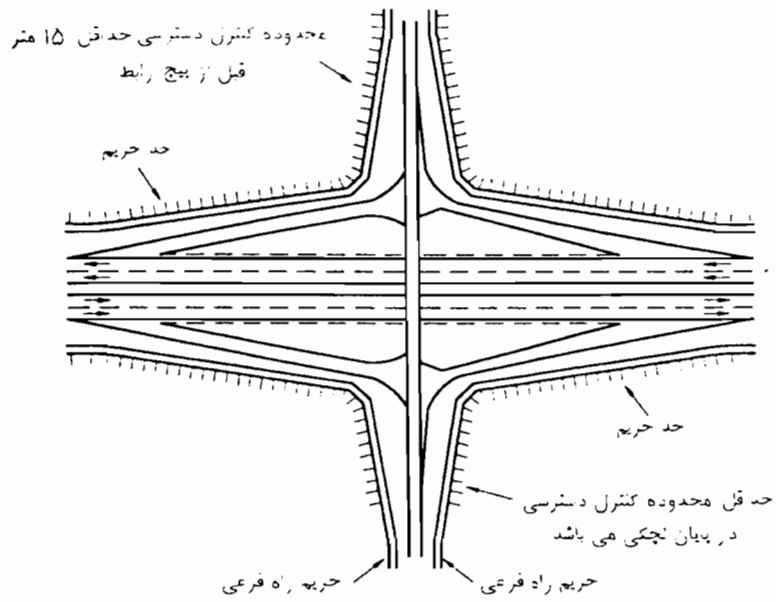
راهنا

مظنوب

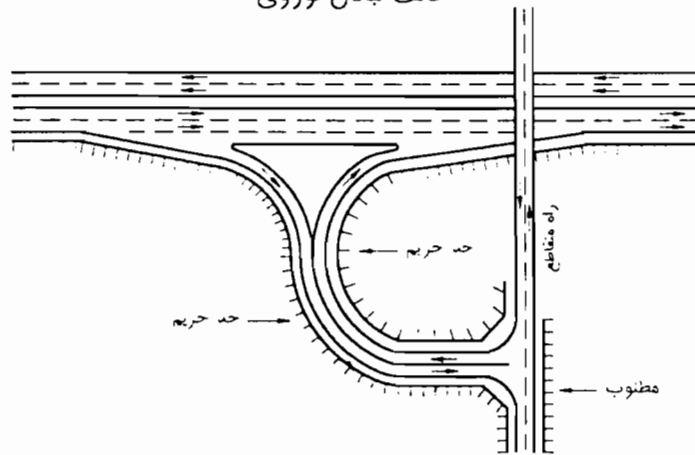
کنترل دسترسی

حالت ارتباط با راه جانبی

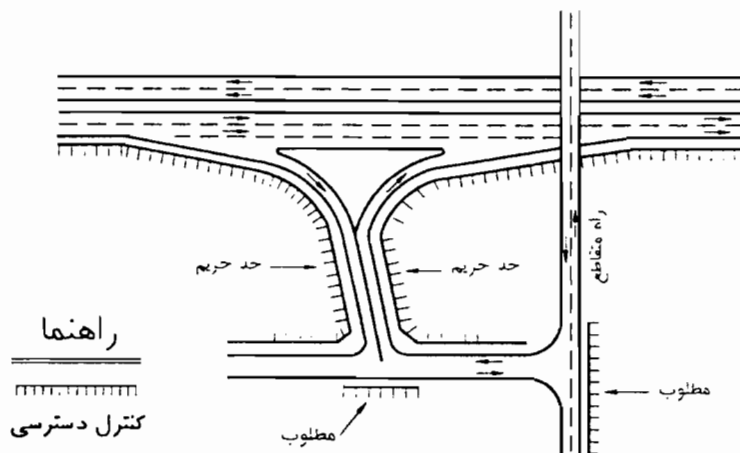
شکل ۸-۳۸ انواع مختلف کنترل دسترسی



حالت تبادل لوزوی



محدوده کنترل دسترسی در حالت مالکیت خصوصی در داخل گردراه



محدوده کنترل دسترسی در حالت مالکیت خصوصی در داخل گردراه

شکل ۸-۳۹ انواع مختلف کنترل دسترسی

## فصل نهم - تخلیه آب های سطحی

## ۹-۱ کلیات

طراحی سیستم تخلیه آب های سطحی شامل روش های تخلیه آب های سطحی و طراحی ابنیه فنی و تسهیلات مربوطه است.

ابنیه فنی و تسهیلات متداول برای تخلیه یا عبور آب های سطحی عبارت است از: پل ها، آبروها، کانال ها، نهرهای کنارراه، قنوه های حاشیه و میانه راه، جدول ها، آماس ها، برم ها و ناودانی ها

طرح تخلیه آب های سطحی باید با رعایت معیارهای فنی و با توجه به پارامترهای متکی به آمار و مسائل ایمنی و اقتصادی تهیه شود.

در راه های دوخطه در امتدادهای مستقیم و در قوس های با شعاع انحنای زیاد بهتر است شیب عرضی راه، دوطرفه در نظر گرفته شود. حداقل شیب عرضی برای سواره روی آسفالتی ۱/۵٪ تا ۲/۵٪ می باشد.

در راه های چندخطه جدا شده، شیب عرضی ممکن است مانند راه های دوخطه در دو جهت و یا فقط در یک جهت، که همواره لبه خارجی دارای ارتفاع کمتری است، طراحی شود.

چنانچه شعاع پیچ، از شعاع حداقل (مربوط به شیب عرضی حداقل) کمتری باشد شیب عرضی سواره رو در این حالت بریلندی نامیده و به طرف داخل پیچ، سرازیر می شود. میزان حداقل بریلندی، تابع سرعت طرح و شعاع قوس است.

## ۹-۲-۲ حداقل شیب طولی راه

به منظور دفع آب های سطحی، در صورتی که روسازی منتهی به جدول شود، حداقل شیب طولی مطلوب برابر با ۵/۰٪ است ولی ممکن است تا میزان ۳۵/۰٪ نیز کاهش داده شود. در موردهایی که روسازی بر روی خاکریزی قرار داشته و بدون جدول بوده یا مقدار شیب عرضی آن کافی باشد، می توان راه را بدون شیب طولی ساخت.

## ۹-۲-۳ تخلیه آب های سواره رو

تخلیه آب های سواره رو برای یک دوره بازگشت سیلاب طرح و با توجه به امکان پخش آب، در کف راه طراحی می شود. میزان پخش آب طرح، متناسب با نوع راه است. میزان پخش آب طرح، به عامل های زیر بستگی دارد.

- شیب عرضی
- شیب طولی
- تعداد خط عبور

## ۹-۲-۲ تخلیه آب های سطح راه

تخلیه آب های سطحی شامل جمع آوری، هدایت و دور کردن آب های سطحی از سواره رو، شانه ها و آب های سطحی حریم راه، است. موردهایی که در طرح تخلیه آب های سطحی به آن توجه می شود عبارت است از: نوع روسازی، قبول یا عدم قبول احتمال سیلابی شدن سطح راه، میزان نفوذ آب، شیب های طولی و عرضی راه، نحوه تخلیه آب به نهرهای طرفین (از طریق ناودانی ها و سطح شیروانی ها)، ایمنی و هزینه تسهیلات.

## ۹-۲-۱ حداقل شیب عرضی راه

به منظور تخلیه آب های سطحی ناشی از بارندگی، راه باید دارای شیب عرضی باشد. شیب عرضی حداقل، در حدی تعیین می شود که با توجه به دقت اجرای کارهای ساختمانی و تغییر شکل راه بعد از بهره برداری، جریان و دفع آب های سطحی روی راه به خوبی انجام گیرد.

- عرض شانه ها  
- وجود آماس

نهر میانه را در صورت لزوم می توان با استفاده از خاک تثبیت شده با سیمان یا آهک با حداقل عمق ۱۵ سانتیمتر با پوشش طراحی کرد.

به لحاظ عدم تأمین ایمنی وسایل نقلیه منحرف شده بهتر است از پوشش نهرهای میانه با قلوه سنگ اجتناب شود.

موقعیت مناسب درجه های ورودی برای هدایت رواناب سطحی به آب روها، یا سیستم جمع آوری رواناب سطحی با توجه به عوامل اقتصادی انتخاب می شود. انتخاب محل های گود برای ورودی ها موجب افزایش ظرفیت است.

طرح تخلیه آب های سواره رو طوری تهیه می شود که از تجمع رواناب سطحی به شکل جریان رواناب صفحه ای بیش از ۳ لیتر بر ثانیه اجتناب شود.

بری تعیین دوره مطلوب بازگشت سیلاب طرح و امکان پخش آب در کف راه می توان از جدول ۹-۱ استفاده کرد.

#### ۹-۲-۴ تخلیه آب های میانه

حداقل شیب طولی مطلوب برای نهرهای خاکی مثلثی شکل و پوشش دار میانه به ترتیب برابر ۰/۲۵٪ و ۰/۱۲٪ در نظر گرفته می شود.

بری جلوگیری از آب شستگی نهرهای خاکی میانه، سرعت مناسب پس از محاسبه دبی رواناب با استفاده از جدول ۹-۲ و در دست داشتن سطح حوزه آبریز و شدت جریان باران و شیب نهرها تعیین می شود.

#### ۹-۲-۵ زمان تمرکز حوزه های آبریز کوچک

برای حوزه های آبریز کوچک و ساده، مانند تخلیه آب های سطحی سواره روها، حداقل زمان تجمع برای تخمین شدت بارندگی با شیب های متوسط ده درصد یا کمتر، ده دقیقه و برای شیب های تندتر از ده درصد، ۵ دقیقه در نظر گرفته می شود.

جدول ۹-۱ راهنمای انتخاب دوره تخلیه مطلوب آب های کف راه

امکان پخش آب روی		دوره بازگشت سیلاب طرح*		شرح
تائصف خط عبور کناری	شانه یا خط پارکینگ	۴٪ (۲۵ ساله)	۱۰٪ (۱۰ ساله)	
				آزادراهها
-	x	x	-	خط های عبور مستقیم و رمپ های اصلی
-	x	-	x	رمپ های فرعی و راه های جانبی
				راه های اصلی
-	x	x	-	راه های چندخطه با ترافیک زیاد و سرعت بیش از ۷۵ km/h
x	-	-	x	راه های چندخطه با ترافیک زیاد و سرعت ۷۵ km/h و کمتر
-	x	x	-	راه های دوخطه با ترافیک کم و سرعت بیش از ۷۵ km/h

\* می توان از دبی سیلابی با دوره برگشت ۵ ساله نیز برای آزادراهها درراه های چندخطه و دوخطه استفاده کرد.

جدول ۹-۲ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده

خیلی زیاد	زیاد	معمولی	کم	
۰/۲۸-۰/۳۵ اراضی با شیب تند، شیب متوسط بالای ۳۰ درصد	۰/۲۰-۰/۲۸ اراضی کوهستانی، شیب متوسط ۱۰ تا ۳۰ درصد	۰/۱۴-۰/۲۰ اراضی تپه ماهوری، شیب متوسط ۵ تا ۱۰ درصد	۰/۰۶-۰/۲۰ اراضی نسبتاً هموار، شیب متوسط صفر تا ۵ درصد	پستی و بلندی اراضی
۰/۱۲-۰/۱۶ اراضی با پوشش خاکی کم یا بدون آن، خاک‌های با میزان نفوذ قابل اغماض	۰/۰۸-۰/۱۲ اراضی خاک رسی یا لومی، خاک‌های با میزان نفوذ کم	۰/۰۶-۰/۰۸ اراضی لوم ماسه‌ای، لوم لایی، ماسه‌ای	۰/۰۴-۰/۰۶ اراضی ماسه‌ای با عمق زیاد، خاک‌های با میزان نفوذ زیاد خاک‌های با میزان نفوذ خوب	جنس اراضی
۰/۱۲-۰/۱۶ اراضی لخت یا با پوشش خیلی پراکنده	۰/۰۸-۰/۱۲ اراضی چمنی با پوشش کمتر از ۲۰٪	۰/۰۶-۰/۰۸ اراضی زراعی با پوشش حدود ۵۰٪	۰/۰۴-۰/۰۶ اراضی جنگلی با پوشش حدود ۹۰٪	پوشش گیاهی اراضی
۰/۱۰-۰/۱۲ میزان گودال‌های سطحی قابل اغماض، فاقد اراضی باتلاقی	۰/۰۸-۰/۱۰ میزان گودال‌های سطحی کم، فاقد اراضی باتلاقی یا حوضچه‌های آب	۰/۰۶-۰/۰۸ میزان گودال‌های سطحی قابل ملاحظه، دریاچه و اراضی باتلاقی	۰/۰۴-۰/۰۶ میزان گودال‌های سطحی خیلی زیاد، اراضی بزرگ سیلابی، تعداد زیادی اراضی باتلاقی و حوضچه	میزان چاله در حوزه آبریز

مثال

برای شرایط زیر:

۱- میزان پستی و بلندی اراضی: شیب متوسط ۵٪

۲- جنس بستر: خاک رس

۳- مورد استفاده: زراعی

۴- چاله‌های موجود: نسبتاً گود

ضریب رواناب «C» را برای حوزه آبریز پیدا کنید.

حل

ضریب پستی و بلندی اراضی

۰/۱۴

ضریب جنس اراضی

۰/۰۸

ضریب پوشش گیاهی اراضی

۰/۰۴

ضریب میزان چاله در حوزه

۰/۰۶

$$C = 0/32$$

## ۹-۳ تخلیه آب‌های ورودی به حریم راه

تخلیه آب‌هایی که وارد حریم می‌شوند به دو روش صورت می‌گیرد.

## ۹-۳-۱ تخلیه آب‌هایی که در خاکبرداری وارد حریم می‌شوند.

برای تخلیه آب‌هایی که از اراضی بالادست خاکبرداری به طرف حریم سرازیر می‌شوند از نهرهای بالای شیروانی استفاده می‌شود. نهرهای قطع‌کننده یا بالای شیب‌های جانبی تقاطع شیروانی خاکبرداری با زمین طبیعی را نهرهای بالای شیروانی می‌نامند.

نهرهای - شیب تند که در آنها خطر آب‌شستگی وجود دارد بهتر است پوشش‌دار باشد. برای نهرهای با شیب تندتر از ۱:۴ می‌توان از پوشش‌های پیش‌ساخته استفاده کرد. بهتر است در محل‌های مناسب، رواناب سطحی جمع‌آوری شده توسط نهرهای بالای شیروانی به وسیله شوت‌ها (طبق بند ۹-۳-۲) به کانال‌های مربوطه هدایت و تخلیه شوند.

## ۹-۳-۲ تخلیه آب‌هایی که از خاکریزی وارد حریم می‌شوند.

آب‌های کف راه که از روی خاکریزی‌ها به طرف حریم تخلیه می‌شوند باید توسط شوت‌های پوشش‌دار به کانال‌های مربوطه هدایت شوند. این شوت‌ها به اشکال لوله‌ای و ناودانی و مجاری پوشش‌شده طراحی می‌شوند. تعیین فواصل شوت‌ها و محل آنها به شکل زمین، پروفیل راه، مقدار جریان آب و حدود مطلوب پخش آب، بستگی دارد.

محل شوت‌ها در قسمت‌های پست خاک‌برداری در نظر گرفته می‌شود. می‌توان از شوت‌های لوله‌ای فلزی برای هر نوع شیب

جانبی استفاده کرد. از شوت‌های لوله‌ای فلزی در شیب‌های جانبی ۱:۴ یا تندتر استفاده می‌شود.

در شوت‌های فلزی طولانی با ظرفیت بیش از حجم رواناب سطحی می‌توان از ورودی با مقطع باریک شونده استفاده کرد، حداقل قطر لوله برای شوت‌های فلزی لوله‌ای ۲۰۰ میلی‌متر است.

از شوت‌های ناودانی با مقطع مستطیل شکل موج‌دار بنا ورودی باریک‌شونده می‌توان با شیب‌های ۱:۲ و یا ملایم‌تر استفاده کرد. در موردهایی که شیب جانبی ۱:۱/۵ و طول شوت بیش از ۲۰ متر باشد از بکارگیری شوت‌های ناودانی اجتناب می‌شود. در طرح شوت‌ها بهتر است از ایجاد تغییر ناگهانی در مسیر و شیب طولی اجتناب شود.

۹-۴ مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب  
۹-۴-۱ کلیات

مطالعات هیدرولوژی در مهندسی راه، شامل برآورد دبی رواناب سطحی و کنترل آن است. کنترل رواناب سطحی شامل دورکردن رواناب سطحی از کف راه و تعیین ابعاد مربوطه در پل‌ها و آبروهاست.

## ۹-۴-۲ تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی

حجم رواناب سطحی به وسعت حوزه آبخیز، شدت بارندگی، زمان تمرکز، شیب منطقه، جنس اراضی، اهمیت ابنیه فنی، مقدار پذیرش خطر، میزان خرابی راه، خسارت مالی وارد به املاک و خسارت احتمالی جانبی بستگی دارد.

## ۹-۴-۳ دبی سیلاب طرح (دبی اوج)

دبی سیلاب طرح (دبی اوج) حداکثر میزان جریان رواناب

می‌گردد.

#### ۹-۴-۵-۲ شکل حوزه آبرگیر

شکل حوزه آبرگیر در مقدار رواناب سطحی مؤثر است. حوزه آبرگیر کشیده باریک معمولاً به علت داشتن زمان تمرکز بیشتر دبی اوج کمتری نسبت به حوزه آبرگیر با مساحت مساوی ولی با زمان تمرکز کمتر دارد.

#### ۹-۴-۵-۳ شیب حوزه آبرگیر

شیب حوزه یکی از عوامل عمده مؤثر در زمان تمرکز است. در شیب‌های تند، سرعت جریان آب بیشتر و در نتیجه زمان تمرکز رواناب سطحی کوتاه‌تر و شدت بارندگی بیشتر و در نتیجه دبی حاصل بیشتر است. متقابلاً در شیب‌های کم، زمان تمرکز طولانی و شدت بارندگی برای زمان طولانی‌تر کمتر است، در نتیجه دبی تخلیه کمتری حاصل می‌شود.

#### ۹-۴-۵-۴ بهره‌وری زمین حوزه آبرگیر

تغییر بهره‌وری زمین طبیعی مانند تبدیل اراضی کشاورزی یا بایر به مناطق مسکونی یا صنعتی موجب افزایش رواناب سطحی می‌شود.

در بهره‌وری آینده یک حوزه آبرگیر بهتر است به تغییرات احتمالی در آینده توجه شود.

#### ۹-۴-۵-۵ خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی

##### حوزه آبرگیر

خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی حوزه آبرگیر در تخمین میزان دبی رواناب سطحی مورد توجه قرار می‌گیرد.

سطحی گذرنده از یک مقطع، در حین بارندگی یا پس از آن است. ارتفاع عرشه پرها و آبروها و تسهیلات تخلیه آب‌های سطحی براساس دبی اوج طراحی می‌شود و واحد اندازه‌گیری کمی آن، مترمکعب بر ثانیه ( $m^3/s$ ) است. دبی اوج، به شدت بارندگی، مساحت حوزه آبرگیر، جنس اراضی و دوره بازگشت انتخاب شده بستگی دارد.

#### ۹-۴-۴ شدت بارندگی

شدت بارندگی عبارت است از متوسط حجم باران در طول بارندگی بر واحد زمان بر واحد سطح که با توجه به طول زمان بارندگی متفاوت است و با آن نسبت معکوس دارد. یعنی هر چه زمان بارندگی بیشتر در نظر گرفته شود شدت بارندگی کمتر خواهد بود. متوسط نتایج آمار میزان و شدت بارندگی در مدت‌های کمتر از ۳۰ دقیقه نسبت به بارندگی در مدت ۳۰ دقیقه در جدول ۹-۳ آمده است. از این جدول برای مطالعاتی که آمار بهتری وجود نداشته باشد می‌توان استفاده کرد.

جدول ۹-۳ رابطه نسبی متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت‌های تعیین شده، به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه

مدت بارندگی	۵	۱۰	۱۵	۳۰
تناسب میزان بارندگی (%)	۳۷	۵۷	۷۲	۱۰۰
تناسب شدت بارندگی (%)	۲۲۰	۱۷۰	۱۴۵	۱۰۰

#### ۹-۴-۵ خصوصیات حوزه آبرگیر

##### ۹-۴-۵-۱ مساحت حوزه آبرگیر

حجم رواناب سطحی با مساحت حوزه آبرگیر رابطه مستقیم دارد. مساحت حوزه آبرگیر به هکتار یا کیلومتر مربع بیان می‌شود که از روی نقشه‌های توپوگرافی یا عکس‌های هوایی محاسبه



## ۹-۴-۵-۶ نگهداشت سطحی حوزه آبخیز

در تخمین میزان دبی رواناب سطحی از اثر نگهداشت سطحی آب توسط رستنی‌ها و گودی‌های اراضی حوزه آبخیز صرف‌نظر می‌شود.

## ۹-۴-۵-۷ ارتفاعات نقاط اراضی حوزه آبخیز

ارتفاع متوسط حوزه آبخیز، رقمی است که ارتفاع ۵۰ درصد از نقاط اراضی حوزه آبخیز، بالاتر از آن باشد. در تخمین دبی رواناب سطحی به اختلاف ارتفاع حوزه آبخیز به ویژه در نقاط برف‌گیر توجه می‌شود.

## ۹-۴-۵-۸ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز

در تخمین دبی رواناب سطحی به اثر گرمایی تابش آفتاب در حوزه‌های آبخیزی که شیب عمومی آنها به طرف جنوب باشد، تبخیر، تعرق، نفوذ بیشتر آب در خاک، ذوب برف در تابستان و شدت ذوب و همچنین به جهت جریان رواناب سطحی نسبت به جهت جریان رودخانه نیز توجه می‌شود.

## ۹-۵ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه

از آمار و اطلاعات هواشناسی زیر برای مطالعات هیدرولوژی در تعیین دبی سیلاب استفاده می‌شود.

## ۹-۵-۱ بارندگی

دبی رواناب سطحی با توجه به خصوصیات مهم بارندگی، شامل موردهای زیر، تخمین زده می‌شود.

- شدت بارندگی براساس دوام و دوره بازگشت

- نوع بارندگی

- وسعت بارندگی

## ۹-۵-۲ برف

در تخمین رواناب سطحی در ارتباط با بارش برف به موردهای زیر توجه می‌شود.

- میزان بارش برف سالیانه

- میزان آب ناشی از برف ذوب‌شده

- شدت ذوب برف

## ۹-۵-۳ تبخیر و تعرق

می‌توان از افت‌های ناشی از تبخیر و تعرق در تخمین رواناب سطحی صرف‌نظر کرد.

## ۹-۶ ضوابط تخمین دبی اوج رواناب سطحی

## ۹-۶-۱ رواناب سطحی

در موردهایی که شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد بخشی از آب حاصله از بارندگی در سطح حوزه باقی می‌ماند. این آب پس از پرکردن چاله‌های سطح زمین به صورت جریان صفحه‌ای در امتداد بزرگترین شیب به راه می‌افتد و از طریق کانال اصلی از حوزه خارج می‌شود. این بخش از بارندگی را رواناب سطحی نامند.

## ۹-۶-۲ آب‌های زیرسطحی

به آب‌هایی که به طور جانبی از درون خاک زیر سطح زمین به طرف رودخانه یا کانال جریان پیدا می‌کند آب‌های زیرسطحی گفته می‌شود. در تعیین دبی اوج از جریان آب‌های زیرسطحی صرف‌نظر می‌شود.

## ۹-۶-۳ هیدروگراف سیل و حجم سیلاب

منحنی تغییرهای دبی در زمان‌های مختلف برای یک حوزه

آبریز را هیدروگراف سیل می نامند. منحنی هیدروگراف، (شکل ۹-۱) از سه قسمت عمده تشکیل می شود:

- بازوی بالارونده

- جریان اوج

- بازوی پایین رونده

با زمان تمرکز  $T_c$  فرض می شود.

زمان تمرکز  $T_c$ ، حاصل جمع دو زمان جریان آب های

سطحی بشرح زیر است.

۱- زمان جریان در روی زمین

۲- زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

#### ۹-۶-۴-۱ زمان جریان آب در روی زمین

زمان جریان آب نسبت به فاصله تقریبی جریان در روی

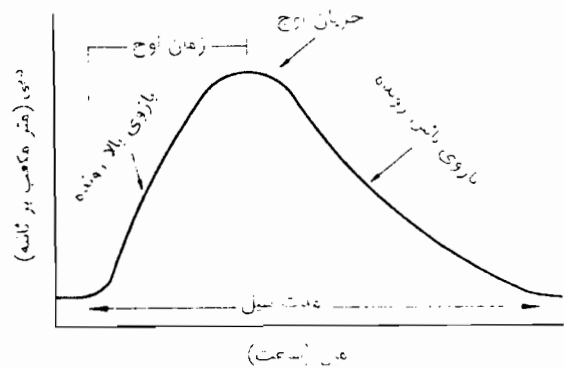
زمین در شکل ۹-۲ نشان داده شده است.

#### ۹-۶-۴-۲ زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

در موردهایی که خصوصیات کانال و ابعاد هندسی آن معلوم

باشد، تخمین زمان جریان در کانال از تقسیم طول کانال به

سرعت جریان در کانال (معادله مانینگ) بدست می آید.



شکل ۹-۱ هیدروگراف سیلاب

حجم سیلاب را می توان از روی سطح زیر منحنی

هیدروگراف تعیین کرد. گرچه حجم سیلاب در طرح ابنیه تخلیه

آب های سطحی راهها مورد توجه نیست ولی در بعضی موردها

حجم سیلاب برای تحلیل بعضی از پارامترهای طرح مورد

استفاده قرار می گیرد.

#### ۹-۶-۴-۳ زمان کل جریان در روی زمین و کانال باز تا

##### دهانه آبرو

زمان کلی تمرکز برای یک حوزه آبریز گلابی شکل را می توان

به وسیله روش تقریبی و با استفاده از معادله کریچ بشرح زیر به

دست آورد.

$$T_c = 0.0195(L/S^{0.15})^{0.77}$$

$T_c$  = زمان تمرکز به دقیقه

$L$  = طول افقی حوزه به متر

$$S = \frac{H}{L}$$

$H$  = اختلاف رقوم بین دورترین نقطه و دهانه آبرو یا پل به متر

شکل ۹-۳ تخمین زمان تمرکز با روش استدلالی برای

برآورد دبی حداکثر با استفاده از سرعت متوسط، تقریبی است.

#### ۹-۶-۴ زمان تمرکز

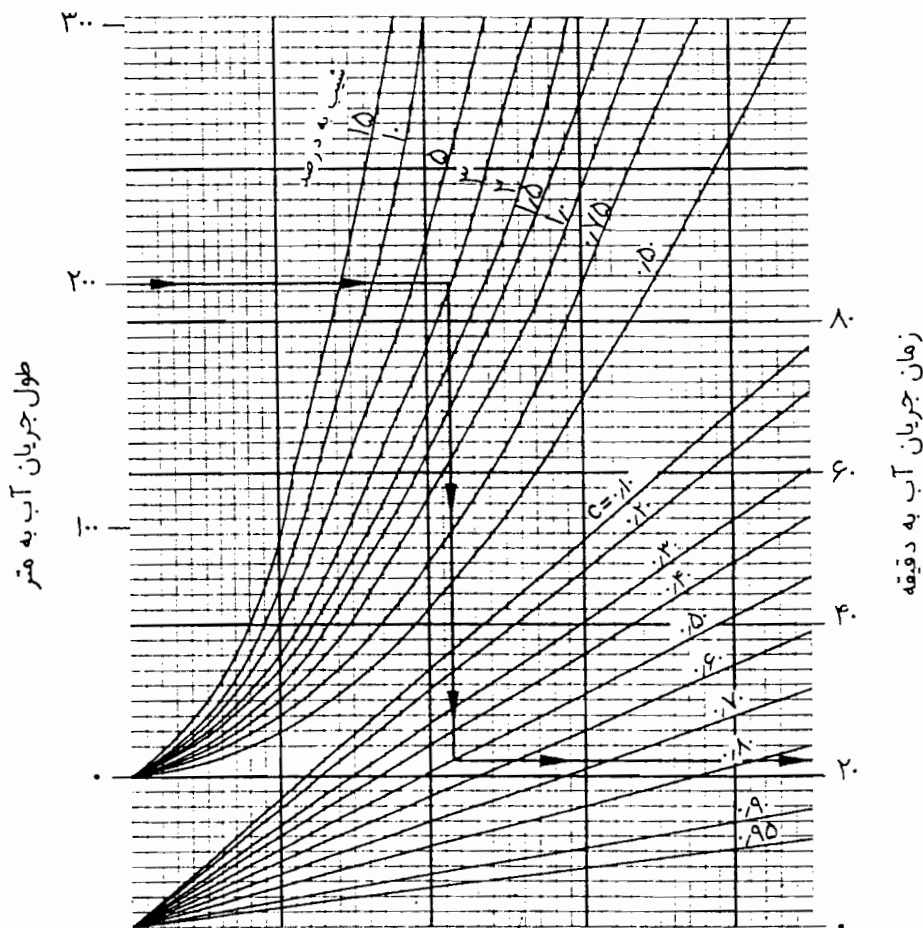
زمان تمرکز از مهمترین پارامترهای فیزیکی حوزه است و

عبارت است از مدت زمانی که دورترین قطره آب رواناب

سطحی یک حوزه آبریز نسبت به نقطه تمرکز، لازم دارد تا مسیر

خود را طی کند و به نقطه تمرکز برسد. برای تخمین دبی حداکثر،

مدت دوام بارش با شدت یکنواخت برای تمام حوزه آبریز، برابر



فرمول محاسبه زمان تمرکز بشرح زیر است:

$T_0 =$  زمان تمرکز به دقیقه

$C =$  ضریب رواناب سطحی

$L =$  فاصله تقریبی جریان در روی زمین به متر

$$T_0 = \frac{3/3 (1/1 - C) (L)^{1/2}}{[S (100)]^{1/3}}$$

$S =$  شیب به متر بر متر

در این فرمول:

شکل ۹-۲ منحنی های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز)

$t_0 =$  زمان جریان آب در روی زمین به دقیقه

$L =$  طول مسیر جریان در روی زمین به متر

$s =$  شیب مسیر جریان آب به متر بر متر

$n =$  ضریب زبری مانینگ

$i =$  شدت بارندگی طرح به میلی متر در ساعت

$c =$  ضریب رواناب سطحی

معادلات زیادی برای جریان در روی زمین ارائه شده است که

دو مورد آنها بشرح زیر است.

$$t_0 = \frac{6/92 L^{0.6} n^{0.6}}{i^{0.4} s^{0.3}}$$

- معادله اول

$$t_0 = \frac{3/3 (1/1 - c) (L)^{1/2}}{(s (100))^{1/3}}$$

- معادله دوم

در این دو معادله

۷-۹ دبی سیلاب طرح

دبی سیلاب طرح یا گنجایش هیدرولیکی، مقدار آب تخمینی است که ابنیه فنی با یک دوره تناوب برگشت بتواند به طور معقول هدایت کند.

معیار مقدار قابل قبول پخش آب در سطح راه براساس انتخاب دوره بازگشت سیلاب طرح مطابق جدول ۹-۱ می‌باشد. این موضوع در راه‌های با حجم ترافیک زیاد و سرعت بالا، حائز اهمیت است.

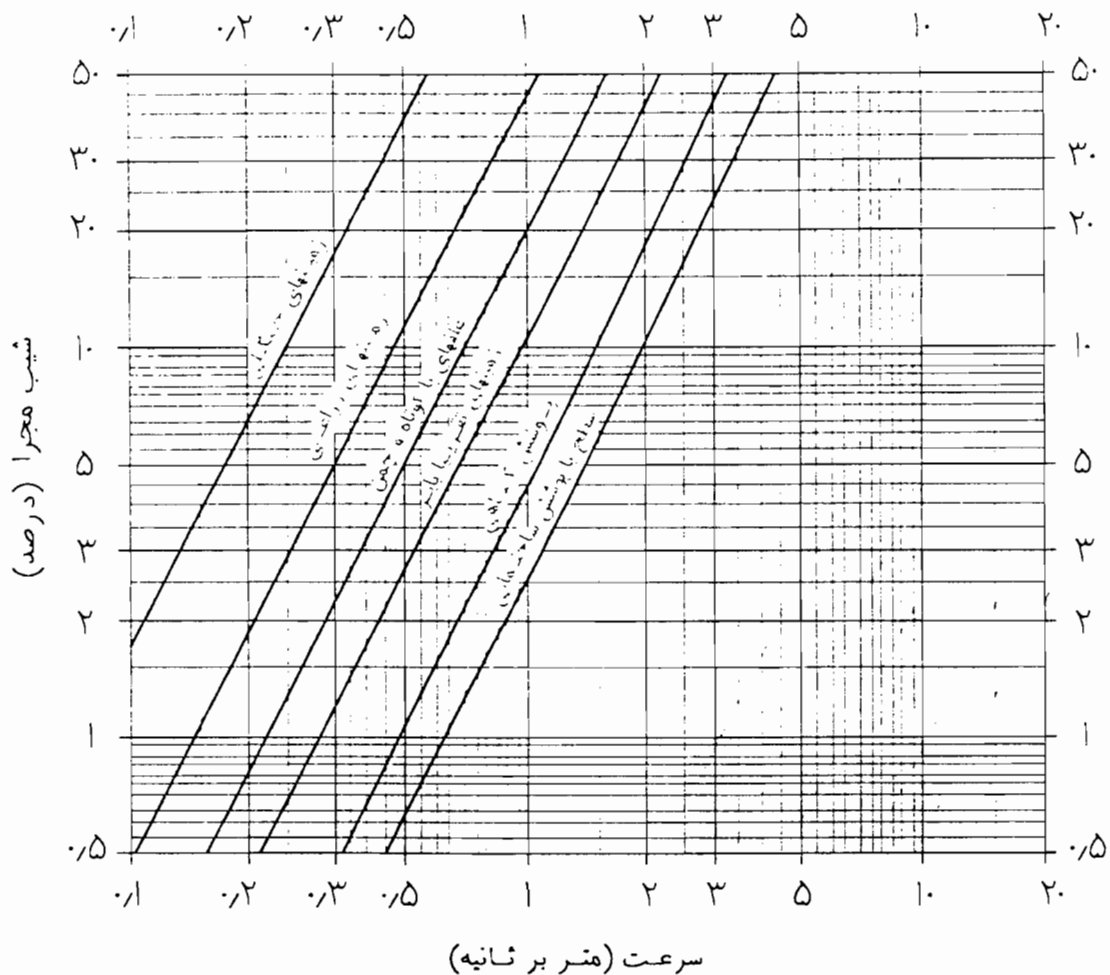
امروزه در هیدرولوژی دوره بازگشت سیلاب چندساله را

سیلاب با چند درصد احتمال بازگشت نیز بیان می‌کنند، به طوری که مدت بازگشت به سال و احتمال بازگشت  $p$  عکس یکدیگرند یعنی  $p = \frac{1}{N}$ ، بنابراین یک سیلاب با دوره ۵۰ ساله را می‌توان یک سیلاب با احتمال بازگشت ۲٪ بیان کرد.

طراحی دبی سیلابی زهکشی راه‌ها بجز در موردهای استثنایی با استفاده از روش استدلالی قابل استفاده است.

برای استفاده از این روش‌ها، اطلاعات مربوط به شدت، دوام، دوره بازگشت سیلاب طرح، برای محل پروژه مورد نیاز است.

سرعت حرکت آب در سطح حوزه برای تخمین زمان تمرکز



شکل ۹-۳ تخمین زمان تمرکز با استفاده از سرعت در روش آپلند

بدست آورد.

دبی جریان کانال اصلی را می‌توان از هیدروگراف سیل نیز، در صورت وجود، بدست آورد.

برای به دست آوردن نتایج معقول از روش استدلالی، دقت زیاد و قضاوت صحیحی در بکاربردن فرضیات و پارامترهای فرمول روش استدلالی اعمال می‌شود.

ضریب رواناب «C» در معادله، نسبت رواناب سطحی به کل نزولات جوی است.

بخشی از نزولات جوی به صورت نفوذ در خاک، تبخیر، تعرق و جمع شدن در گودال‌های سطح حوزه آبریز تلف می‌شود. مقادیر ضرایب رواناب «C» در مناطق ساخته نشده را می‌توان از جدول ۹-۲ بدست آورد. این جدول با توجه به چهار خصوصیت زیر تنظیم شده است.

- پستی و بلندی اراضی حوزه (میزان شیب)

- جنس اراضی (میزان نفوذپذیری)

- میزان پوشش گیاهی حوزه (ممانعت از جریان آب)

- میزان چاله در حوزه (تأخیر در جریان آب)

همچنین ضرایب رواناب سطحی «C» در مناطق ساخته شده را می‌توان از جدول ۹-۴ بدست آورد.

در موردهایی که حوزه آبریز موردنظر، به لحاظ پوشش سطحی از بخش‌های مختلف تشکیل شده باشد، ضریب رواناب را می‌توان از فرمول زیر بدست آورد.

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

$C$  = ضریب متوسط رواناب برای کل حوزه آبریز

$A_i$  = مساحت هر بخش از حوزه آبریز

$C_i$  = ضریب رواناب هر بخش از حوزه آبریز

طراحی هیدرولیکی ابنیه فنی تخلیه آب‌های سطحی پس از تعیین رواناب سطحی انجام می‌گیرد. برآورد رواناب سطحی حداکثر با دوره‌های بازگشت متفاوت، مهم‌ترین قسمت طراحی است. برای تخمین دبی سیلاب طرح، از روش‌های تجربی استفاده می‌شود.

اگر این روش‌ها به وسیله مهندسين مطلع بکار گرفته شود می‌توان نتایج قابل قبولی را برای برآورد حداکثر دبی رواناب سطحی ابنیه فنی به دست آورد.

یکی از این روش‌های تجربی، روش استدلالی است که در برآورد دبی رواناب سطحی به طور متداول‌تری بکار می‌رود. روش استدلالی یکی از ساده‌ترین روش‌های تجربی است. در این روش دبی سیلاب طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = 0.28 CIA$$

$Q$  = دبی طرح (مترمکعب بر ثانیه)

$C$  = ضریب رواناب سطحی

$I$  = متوسط شدت بارندگی با دوره‌های بازگشت متفاوت

(بادوام شدت بارندگی در زمان تجمع) برحسب میلیمتر در ساعت

$A$  = مساحت حوزه آبریز (کیلومتر مربع)

در روش استدلالی، دوره بازگشت سیلاب طرح با دوره بازگشت بارندگی برابر است و همچنین شدت بارندگی یکسانی برای تمام سطح حوزه آبریز فرض شده است. این فرض آخر، کاربرد روش استدلالی را محدود می‌سازد لذا بهتر است روش استدلالی را فقط برای حوزه‌های آبریز کوچک و ساده و ترجیحاً کوچکتر از  $1/3$  کیلومتر مربع یا  $130$  هکتار بکار گرفت.

در موردهایی که حوزه آبریز نسبتاً کوچک باشد و جریان کانال اصلی از چند انشعاب تغذیه شود، بهتر است روش استدلالی را برای هر یک از انشعاب‌ها جداگانه بکار گرفت و سپس جریان کانال اصلی را از جمع جریان آب انشعاب‌ها

جدول ۹-۴ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده

نوع منطقه ساخته شده	ضریب رواناب (C)
صنعتی	
مناطق با تراکم کم	۰/۵۰-۰/۸۰
قبرستانها - پارکها	۰/۱۰-۰/۲۵
زمین های بازی	۰/۲۰-۰/۴۰
محوطه ایستگاه راه آهن	۰/۲۰-۰/۴۰
بیابان	۰/۱۰-۰/۳۰
فضای سبز	
خاک های ماسه با شیب صفر تا ۲ درصد	۰/۰۵-۰/۱۰
خاک های ماسه ای با شیب ۲-۷ درصد	۰/۱۰-۰/۱۵
خاک های ماسه ای با شیب بیشتر از ۷ درصد	۰/۱۵-۰/۲۰
راه ها	
آسفالتی	۰/۷۰-۰/۹۵
بتنی	۰/۸۰-۰/۹۵
شنی	۰/۷۰-۰/۸۵
پیاده رو	۰/۷۵-۰/۸۵
پشت بامها	۰/۷۵-۰/۹۵

حریم راه به طرف دیگر نیازمند ساخت پل ها و آبروهای مناسب و متناسب یعنی ابنیه فنی است.

ضرایب جاری شدن در جدول های ۹-۲ و ۹-۴ برای دوره های بازگشت تا ۵ یا ۱۰ سال ارائه شده است و برای دوره های بازگشت بیشتر می توان از ضرایب تبدیل «C<sub>F</sub>» از جدول ۹-۵ به همراه جدول های فوق الذکر استفاده کرد. حاصلضرب «C» در ضریب تبدیل «C<sub>F</sub>» از یک تجاوز نمی کند.

جدول ۹-۵ ضرایب تبدیل C<sub>F</sub>

احتمال	دوره بازگشت به سال	ضرایب تبدیل «C <sub>F</sub> »
۴٪	۲۵	۱/۱
۲٪	۵۰	۱/۲
۱٪	۱۰۰	۱/۲۵

### ۹-۸ ابنیه فنی جمع آوری و تخلیه آب

هدایت رواناب سطحی ناشی از نزولات جوی از یک طرف



## ۹-۸-۶ امتداد شیب طولی آبروها

به طور کلی مسیر آبرو بهتر است مستقیم و با شیب طولی ثابت باشد. در صورت عدم فرسایش مسیر آبرو، از امتداد شکسته (زاویه دار) می توان استفاده کرد. در غیر این صورت، محل شکستگی گرد می شود. در مورد هایی که استفاده از مسیر با امتداد شکسته اجتناب ناپذیر است باید محل آن، به منظور بازدید و نگهداری قابل دسترسی باشد.

بستر آبرو معمولاً بر بستر جریان آب منطبق است. استثناء از این قاعده به ترتیب زیر امکان پذیر است.

الف - در شیب های ملایم که ایجاد رسوب، محتمل است می توان ورودی آبرو را بالاتر گرفت. میزان بالاتر بودن، به اندازه و طول آبرو و مقدار رسوب بستگی دارد. به این ترتیب رسوبات قبل از آبرو جمع می شود و باید در فرصت های مناسب تخلیه شود.

ب - در بستر های با شیب تند، می توان شیب آبرو را ملایم تر از شیب بستر گرفت. تأمین سرعت لازم برای حمل مواد ته نشین شونده، در شیب مورد نظر ضروری است. در پایین دست، تمهیدات لازم برای هدایت آب و حفظ بستر به عمل می آید. استفاده از این روش، صرفه جویی قابل ملاحظه ای در بردارد.

پ - در خاکریزی بلند، چنانچه افزایش نشست در وسط نسبت به طرفین محتمل باشد، خیز (برآمدگی) در نظر گرفته می شود. برای جلوگیری از شسته شدن خروجی آبرو، تدابیری مانند سرریز در خروجی آبرو در نظر گرفته می شود.

## ۹-۸-۷ انواع آبروها

آبرو شامل انواع زیر است.

- دالی

آب غیر قابل قبول و یا سرعت خروجی بیش از اندازه باعث شیب تند زمین شود، اجتناب کرد.

در انتخاب فراز آب ورودی آبرو به موردهای زیر توجه شود.

- ارتفاع خاکریزی

- هزینه خسارت وارده به تسهیلات راه

- هزینه خسارت وارده بر املاک بالادست در اثر تشکیل حوضچه آب

- سرعت فرساینده کف آبرو و پایین دست آن

## ۹-۸-۴-۲ پایاب

پایاب به عمق جریان آب در پایین دست آبرو می گویند. این عمق به شیب و وضع پستی و بلندی پایین دست بستگی دارد. عمق زیاد، ممکن است سبب غوطه ور شدن خروجی آبرو شود.

## ۹-۸-۵ کنترل توده نخاله در طراحی آبرو

می توان از دو روش زیر برای کنترل توده نخاله در طراحی آبروها استفاده کرد.

## ۹-۸-۵-۱ عبور توده نخاله از آبرو

با رعایت جنبه اقتصادی، بهتر است طراحی دهانه آبروها با در نظر گرفتن امکان عبور نخاله انجام پذیرد.

## ۹-۸-۵-۲ جلوگیری از عبور توده نخاله از آبرو

اگر طراحی دهانه آبروها با در نظر گرفتن عبور نخاله، اقتصادی نباشد، ابنیه کنترل توده نخاله در بالادست آبرو ایجاد خواهد شد. در این حالت برای جمع آوری نخاله ها، باید راه دسترسی ساخته شود.



- دایره‌ای
  - طاقی
  - جعبه‌ای
  - بیضوی یا شبه بیضوی
- در صورت استفاده از آبروهای لوله‌ای چنددهانه‌ای، فاصله بین سطوح خارجی لوله‌ها برابر نصف قطر اسمی یا حداقل ۰/۶ متر در نظر گرفته می‌شود.

برای آبروهای دایره‌ای با قطر ۱/۵ متر یا بیشتر و لوله‌ای با قطر معادل دایره‌ای، می‌توان از ورودی قیفی شکل یا دیوار پیشانی استفاده کرد. برای آبروهای دایره‌ای با دهانه به قطر ۳۰ تا ۲۱۰ سانتیمتر و آبروهای لوله‌ای معادل بهتر است از ورودی و پایانه پیش ساخته شیپوری استفاده شود. در موردهای زیر از آبروهای با ورودی دارای دیوار پیشانی و دیوار بالای شکل می‌توان استفاده کرد.

- افزایش ظرفیت هیدرولیکی

- حفاظت خاکریزی و کاهش فرسایش شیروانی‌ها

- افزایش پایداری سازه‌ای در انتهای آبروها

### ۹-۸-۸-۱ طراحی هیدرولیکی آبروها

پیش از طراحی هیدرولیکی آبروها، دبی اوج تخمین زده می‌شود. برای طراحی هیدرولیکی آبروها دو حالت: یکی کنترل جریان ورودی آبرو و دیگری کنترل جریان خروجی آبرو در نظر گرفته می‌شود.

### ۹-۸-۸-۲ طول آبرو

در انتخاب طول آبروی لوله به موردهای زیر توجه می‌شود.  
الف - با توجه به شرایط انتهایی آبرو و برای خاکریزی ۴ متر یا کمتر طول نظری اعمال شود.

ب - برای خاکریزی‌های بیش از ۴ متر برای هر ۳ متر افزایش خاک، ۰/۳ متر و حداکثر ۲ متر در هر انتها در نظر گرفته شود.

پ - در موردهایی که خاکریزی بلند پله‌ای باشد افزایش طول آبرو براساس ارتفاع پایین‌ترین پله خواهد بود.

انتخاب زاویه دیوار بالای با توجه به جلوگیری از شسته شدن خاکریزی در انتهای دیوارهای بالای در اثر گرداب، صورت می‌گیرد.

### ۹-۸-۹ قطر و طول آبروها

حداقل قطر لوله و فاصله بین نقاط بازمین از نقطه نظر نگهداری و پاکسازی داخل آبروها براساس موردهای زیر تعیین می‌شود.  
حداقل قطر برای آبروهای زیر راه ۸۰ سانتیمتر است. در موردهایی که کانال با مقطع دوزنقه کم عمق منتهی به کالورت

در هر یک از دو حالت با توجه به عوامل مختلف و فرمول‌های متفاوتی که برای تعیین و توجیه وضعیت هیدرولیکی آبرو وجود دارد و با استفاده از نمودارهای مربوطه یا برنامه‌های کامپیوتری اندازه آبرو تعیین می‌شود.

### ۹-۸-۸-۱ طراحی ورودی آبروها

منظور از طراحی ورودی آبروها تعیین سطح مقطع و نوع ساختمان لبه ورودی آبروهاست. سطح مقطع و ساختمان لبه ورودی آبروها از عوامل تعیین‌کننده سطح حوضچه تشکیل شده در ورودی آبروهاست.

برای افزایش ظرفیت آبرو و اقتصادی بودن آن و پایداری نگهداشتن سرعت ورودی، از ورودی گرد، اریب و پهن استفاده می‌شود. بهتر است به لحاظ اقتصادی، ایمنی و زیباسازی طرح، در صورت امکان از ورودی و پایانه پیش ساخته به جای دیوار پیشانی استفاده کرد.

اقتصادی بودن طرح، ملاحظات ایمنی برای وسایل نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، منظرآرایی و هدایت آب‌های سطحی، بدون خسارت رساندن به راه‌ها و املاک مجاور، با حداقل آسیب‌رسانی به محیط زیست در نظر گرفته می‌شود.

#### ۹-۹-۱ طرح هیدرولیکی

میزان مطالعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی، به نوع راه، ابنیه فنی، قیمت تمام شده، ضریب اطمینان و محیط زیست بستگی دارد.

طرح هیدرولیکی یک کانال، شامل تعیین ظرفیت هیدرولیکی برای هدایت دبی سیلاب و تعیین نوع پوشش کانال برای جلوگیری از فرسایش آن است. ظرفیت هیدرولیکی یک کانال باز، به ابعاد، شکل، شیب طولی، پوشش و زبری آن بستگی دارد.

#### ۹-۹-۱-۱ انتخاب دبی سیلاب طرح

معیارهای تخمین دبی سیلاب طرح برای کانال‌ها، مانند معیارهای بخش آبروها و پل‌هاست.

#### ۹-۹-۱-۲ ملاحظات ایمنی

در طراحی کانال‌ها باید به ایمنی ترافیک توجه ویژه‌ای داشت. به منظور ایمنی وسایط نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، باید از کانال‌های باز با شیب‌های جانبی ملایم و کف قوسی استفاده شود.

#### ۹-۹-۱-۳ طرح مسیر و شیب طولی کانال

مسیر و شیب طولی با توجه به شرایط محل، طوری طرح می‌شود که اهداف پیش‌بینی شده را به بهترین وجه تأمین کند. در

باشد از دیوارهای بالای شکل استفاده شود.

طراحی پایانه آبروها براساس حداکثر سرعت جریان آب صورت می‌گیرد. در موردهایی که سرعت زیاد پایانه ممکن است موجب شسته شدن بستر و شیب‌های کانال پایین دست شود، می‌توان با تغییر شیب آبرو از سرعت پایانه کاست.

در موردهایی که سرعت خروجی را نتوان با تغییر شیب، کاهش قابل توجهی داد از انواع حفاظت‌های پایانه یا از بین برنده انرژی پایانه استفاده می‌شود.

در بررسی راه‌حل‌های جلوگیری از فرسایش سرعت زیاد پایانه، به ارزیابی اثرات آن در املاک پایین توجه می‌شود.

در روش طراحی کنترل جریان آب در ورودی، برای افزایش ظرفیت آبرو، بدون افزایش فزای آب ورودی، از دیوارهای بالای شکل مستقیم - با توجه به مسیر بستر طبیعی مجاور آبرو یا دیوار بالای شکل - استفاده می‌شود.

برای ظرفیت بیشتر، دیوار بالای شکل، مستقیم با زاویه ۳۰ تا ۷۵ درجه و رقوم بالای آن، بر زیر رقوم بالای دیوار پیشانی در نظر گرفته می‌شود. در موردهایی که کانال با مقطع منظم و شیب‌های جانبی تند منتهی به آبرو باشد بهتر است از دیوار بالای شکل مستقیم استفاده شود.

#### ۹-۹ کانال‌ها

کانال، یک مسیر هدایت آب ب سطح آزاد است. طراحی و اجرای نهرهای طبیعی و نهرهای ترمیم شده، جوی حاشیه جاده و جوی حاشیه جدول، طبق ضوابط این بخش از آیین‌نامه انجام می‌شود.

برای هدایت آب‌های سطحی توسط آبروها و لوله‌های با مقاطع غیر پر نیز ضوابط این بخش از آیین‌نامه حکمفرماست. در طراحی کانال‌های باز علاوه بر اصول هیدرولیکی،

سرعت های مجاز یا مناسب جریان آب برای کانال های پوشش نشده را می توان از جدول ۹-۶ به دست آورد.

### ۹-۹-۲ انواع مقطع کانال

مقطع کانال مانند مقاطع طبیعی رودخانه ها، مسیل ها، نهرها و بشرح زیر است.

### ۹-۹-۱-۲-۱ مقطع مثلثی شکل

شکل مقطع یک کانال عموماً با توجه به هدف، زمین طبیعی، سرعت و مقدار جریان تعیین می شود. کانال مثلثی یا V شکل، عمدتاً برای مقدار جریان کم از قبیل جوی های حاشیه میانه راه و نهرهای کنار راه طرح می شود. نهرهای V شکل، مستعد فرسایش است و در مورد هایی که سرعت جریان از سرعت های مجاز جریان در جدول ۹-۶ تجاوز کند مقطع کانال احتیاج به پوشش خواهد داشت.

طراحی مسیر و شیب طولی کانال، در صورت امکان از تغییر های ناگهانی اجتناب می شود. در محل تغییر ناگهانی مسیر کانال، موقعیت مناسبی برای حمله جریان آب فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی افزایش یابد، شرایط مناسبی برای شسته شدن کف و حاشیه کانال فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی کاهش یابد شرایط مناسبی برای ته نشینی مواد حمل شده بوجود می آید. سرعت مناسب آب در یک کانال، امکان شسته شدن و ته نشینی مواد را از بین می برد.

سرعت مناسب آب به عوامل زیر بستگی دارد.

الف - ابعاد و شیب طولی کانال

ب - مقدار جریان آب های سطحی (دبی)

پ - پوشش کانال

ت - زبری بستر آب

ث - مواد رسوبی حمل شده توسط آب

جدول ۹-۶ سرعت مجاز کانال پوشش نشده

سرعت مجاز، متر بر ثانیه		نوع مصالح مقطع خاکبرداری
جریان دائمی	جریان منقطع	
۰/۸	۰/۸	(غیر مطلق) ماسه ریزدانه
۰/۸	۰/۸	(غیر مطلق) لوم ماسه ای
۰/۹	۰/۹	(غیر مطلق) لوم سیلتی
۱/۱	۱/۱	لوم ریزدانه
۱/۲	۱/۱	خاکستر آتشفشانی
۱/۲	۱/۱	شن ریزدانه
۱/۵	۱/۲	(مطلق) رس سفت
		(غیر مطلق) مواد دانه بندی شده
۲/۰	۱/۵	لوم تاشن
۲/۱	۱/۷	لای تاشن
۲/۳	۱/۸	شن
۲/۴	۲/۰	شن درشت
۲/۷	۲/۱	شن تا قلوه سنگ زیر ۱۵۰ م م
۳/۰	۲/۴	شن تا قلوه سنگ زیر ۲۰۰ م م

## ۹-۲-۲-۲-۲ مقطع ذوزنقه‌ای شکل

آب‌های سطحی راه، ارتباط متقابل دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اصول هیدرولیکی جریان کانال‌ها بر یکنواخت فرض کردن جریان پایدار مبتنی است. در جریان‌های پایدار یکنواخت، عمق و دبی جریان برحسب زمان ثابت است در نتیجه در طراحی کانال‌ها، شکل، ابعاد، شیب طولی و زبری پوشش مقطع کانال ثابت است.

معمولی‌ترین شکل کانال برای آب‌های سطحی با دبی زیاد، مقطع ذوزنقه‌ای شکل است. کانال‌های ذوزنقه‌ای به آسانی به وسیله ماشین‌آلات راه‌سازی ساخته می‌شوند و غالباً اقتصادی‌ترین مقطع است. درموردهایی که کانال عرض لازم است می‌توان با گرد کردن تمام زوایای مقطع عرضی کانال، ایمنی و منظرآرایی آن را بهبود بخشید. طول تقریبی این گرد کردن (خم)‌ها با رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$L = 12 / X$$

$L$  = طول خم به متر

$X$  = کتانژانت شیب جانبی مقطع عرضی کانال

در موردهایی که مقطع عرضی کانال تنگ باشد طول  $L$  محدود به عرض کف کانال می‌شود. در موردهایی که دبی آب‌های سطحی زیاد باشد، حداقل عرض کف کانال، به لحاظ اجرا و نگهداری، ۴ متر و حداقل عمق جریان آب ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

## ۹-۲-۲-۳-۲ مقطع مستطیل شکل

می‌توان در غالب موردهایی که محدودیت حریم راه وجود دارد، کانال‌های مستطیل شکل را برای هدایت جریان آب‌های سطحی با دبی زیاد در نظر گرفت. ممکن است در بعضی موردها بین سواره‌رو و کانال، جان‌پناه فلزی یا بتنی بکاربرد. قسمتی از اضافه هزینه تمام شده کانال‌های با مقطع مستطیل شکل، با کاهش حریم راه و حجم خاکبرداری کانال جبران می‌شود.

## ۹-۳-۱-۳-۱ معادله مانینگ

معادله مانینگ با استفاده از یک روش تجربی به دست آمده و براساس یکنواخت بودن جریان آب‌های سطحی است. معادلات تجربی زیادی برای محاسبه سرعت متوسط کانال‌های باز بدست آمده که معادله مانینگ یکی از این معادلات است. محاسبه سرعت متوسط جریان آب‌های سطحی برای یک کانال باز به وسیله فرمول مانینگ بشرح زیر است.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$V$  = سرعت میانگین (متر بر ثانیه)

$n$  = ضریب زبری مانینگ

$S$  = شیب کانال (متر بر متر)

$R$  = شعاع هیدرولیکی (متر)  $A/wp$

$A$  = مساحت سطح مقطع جریان (مترمربع)

$wp$  = محیط ترشده (متر)

ضرایب زبری مانینگ برای کانال‌ها را می‌توان از جدول ۹-۷ بدست آورد.

## ۹-۳-۲-۲-۲ معادله پیوستگی

یکی از اصولی که در تمام مسایل جریان کانال‌ها در نظر گرفته می‌شود پیوستگی جریان در کانال‌هاست. این اصل، ثابت بودن

## ۹-۳-۲-۳-۲ طرح هیدرولیکی کانال

طرح هیدرولیکی کانال‌ها به دلیل آنکه با اکثر ابنیه فنی تخلیه

## ۹-۱۰ جدول بتن آسفالتی

جدول بتن آسفالتی، در کنار شانه راه، یک نوع جوی رواناب سطحی با مقطع مثلثی شکل بر روی شانه راه ایجاد می کند. از جدول بتن آسفالتی فقط در مورد هایی که محدود کردن رواناب سطحی برای جلوگیری از شسته شدن شیروانی خاکریزی ضرورت داشته باشد استفاده می شود.

از جدول های بتن آسفالتی تا ارتفاع ۱۵ سانتی متر استفاده کرد. جدول های آسفالتی نباید در فاصله خط عبور ترافیک و جان پناه فلزی قرار گیرد. از جدول های بتن آسفالتی با ارتفاع ۵ سانتی متر در رواناب سطحی با دبی های کم استفاده می شود.

رواناب سطحی هدایت شده توسط این گونه جدول ها در محل های مناسب به وسیله شوت پوشش شده تخلیه می شود.

برای حفاظت مصالح قابل شسته شدن شیروانی با شیب جانبی تندتر از ۱:۴ در مقابل رواناب سطحی، می توان از جدول بتنی به ارتفاع ۱۰ سانتی متر استفاده کرد.

در مورد هایی که قسمت بلند منقطع عرضی راه (در پیچ ها) در سمت شیب خاکبرداری باشد برای جلوگیری از جریان رواناب سطحی به کف راه، از جوی کناری راه با عرض کمتر استفاده می شود.

در منطقه های برفگیر و در مقاطع خاکبرداری در امتداد های مستقیم و قوسی، از جوی کناری مجاور راه با عرض یک تا دو متر با شیب ۱:۶ استفاده می شود.

برای دیدن نمونه جدول های بتن آسفالتی به فصل ششم مراجعه شود.

## ۹-۱۱ مقدار بارش نزولات جوی

برای تعیین متوسط سالیانه بارش نزولات جوی در ایران می توان از شکل ۹-۴ استفاده کرد.

جرم سیال گذرنده در واحد زمان در هر مقطعی از کانال را بیان می دارد. این اصل با استفاده از قوانین بقا (مانند بقاء انرژی) استخراج شده است. معادله پیوستگی به شکل زیر بیان می شود.

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \dots = A_n V_n$$

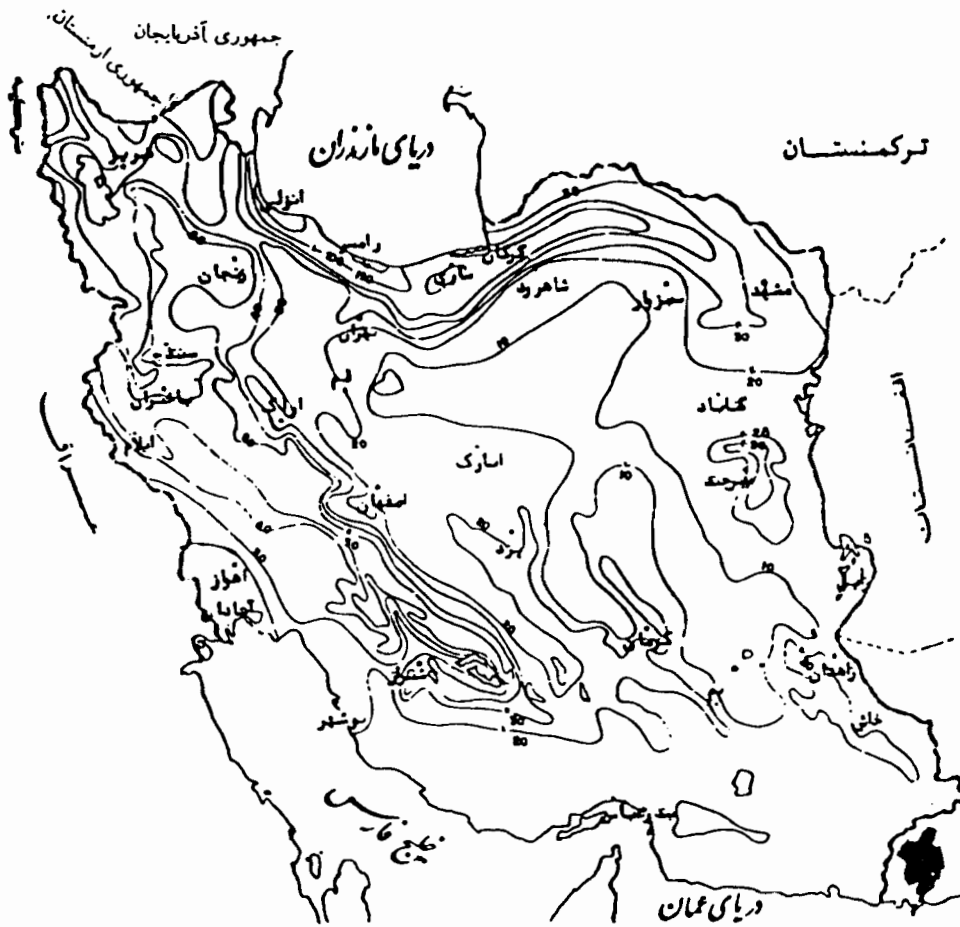
$$Q = \text{دبی تخلیه}$$

$$A = \text{مساحت سطح مقطع جریان}$$

$$V = \text{سرعت متوسط جریان}$$

## جدول ۹-۷ مقادیر متوسط برای ضریب زبری مانینگ

مقدار n	نوع کانال
	کانال های بدون پوشش
۰/۰۳۳	لوم رسی
۰/۰۲	ماسه
۰/۰۳	شن
۰/۰۴	تخته سنگ
	کانال های دارای پوشش
۰/۰۱۴	بتن سیمانی
۰/۰۱۱	بتن آسفالتی
	روسازی راه و آبروهای حاشیه جدول
۰/۰۱۵	بتن سیمانی
۰/۰۱۶	بتن آسفالتی
	حاشیه میانه پست
۰/۰۴۰	خاک بدون ملات
۰/۰۵۰	خاک با ملات
۰/۰۵۵	شن



شکل ۹-۴ خط‌های تراز هم باران بر حسب سانتیمتر



واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

abbreviations	اختصارات	broken-back curve	پیچ تخت پشت
acceleration lane	خط افزایش سرعت	bus loading facilities	تسهیلات ایستگاه اتوبوس
access	دسترسی	capacity	گنجایش، ظرفیت
access control	کنترل دسترسی	cattle pass	محل عبور روم، محل عبور حیوانات
access openings on expressways	بریدگی بزرگراه برای دسترسی	channel flow	جریان آب در کانال
accidents	تصادف، حادثه	channelization	جریان‌بندی ترافیک
aesthetic factors	عوامل‌های زیبایی	classification	طبقه‌بندی، دسته‌بندی
alignment	مسیر	clear distance	فاصله باز، فضای آزاد
alignment consistency	یکنواختی مسیر، پیوستگی مسیر	clearance	فضای آزاد، فضای باز
angle of intersection	زاویه تقاطع	climbing lane	خط سریالایی
area of conflict	سطح برخورد	cloverleaf interchange	تبادل شبدری
at-grade intersection	تلاقی همسطح، تقاطع همسطح	coefficient of roughness	ضریب زبری
auxiliary lanes	خط عبور کمکی	coefficient of runoff	ضریب جاری شدن آب باران
barbed wire	سیم خاردار	computer programs	برنامه‌های کامپیوتری
barriers	مانع	concentrated flow	جریان متمرکز
basin	حوزه آبریز، حوزه آبریز	concentration	تمرکز
basin characteristics	خصوصیات حوزه آبریز، مشخصات حوزه آبریز	concrete	بتن
benefit-cost ratio	نسبت سود به هزینه	concrete barriers	جان‌پناه بتنی
bicycles	دوچرخه	conduit	مجرا
branch connection	شاخه ارتباطی	construction	ساخت، ساختمان
bridge	پل	contour grading	نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز
bridge approach railings	نرده تقرب پل	control of access	کنترل دسترسی
bridge curbs	جدول بتنی پل	control of pollution	کنترل آلودگی
bridge decks	دال پل، عرشه پل	controlled access highway	راه با کنترل دسترسی
		conventional highways	راه‌های معمولی
		cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها



crash cushion	ضربه گیر	design flood	سیلاب طرح
crest	قله	design frequency	دوره بازگشت سیلاب طرح
critical	بحرانی	design hourly volume	حجم ساعتی طرح
critical depth	عمق بحرانی	design objectives	هدف‌های طرح
critical flow	جریان بحرانی	design period	دوران طرح، دوره طرح
critical slope	شیب بحرانی	design responsibility	مسئولیت طراحی
critical velocity	سرعت بحرانی	design speed	سرعت طرح، سرعت طراحی
cross drainage	تخلیه عرضی آب	design storm	سیلاب طرح
cross section	مقطع عرضی	design vehicle	خودروی طرح
cross slopes	شیب عرضی	detours	راه انحرافی
crossings	تقاطع، تلاقی	diamond interchange	تبادل لوزی
crown	تاج در مقطع عرضی راه	dikes	جدول آسفالتی
culverts	آبروها، کالورت‌ها، کانال کوچک زیرگذر	directional interchange	تبادل جهتی
curbs	جدول	disabled persons	معلولان
curvature	پیچ، انحنای	discharge	حجم تخلیه آب
curve central angle	زاویه داخلی پیچ، زاویه داخلی قوس افقی	discharge estimating	برآورد حجم تخلیه آب
curve	پیچ، قوس افقی	discharge peak	بزرگترین حجم تخلیه آب
deceleration lane	خط عبور کاهش سرعت	distance	فاصله، مسافت
decision sight distance	فاصله دید تصمیم، فاصله دید انتخاب	ditch	نهر، جوی آب
deer crossings	محل عبور آهو	ditch slope	شیب نهر
definition	تعریف	diverging	جدایی ترافیک، واگرایی ترافیک، دور شدن جریان ترافیک
delay	تأخیر، دیرکرد	divided highway	راه جداشده
density	تراکم، فشردگی	divided nonfreeway facilities	تسهیلات راه جداشده غیر آزادراه
depressed grade line	خط شیب فرورفته	drain slope	شیب مسیر تخلیه آب
design discharge	حجم تخلیه طراحی	drainage	تخلیه آب
design factors	فاکتورهای طرح، پارامترهای طرح	drainage by pumping	تخلیه آب با پمپاژ

drainage coefficients	ضریب تخلیه	flood maximum historical	حداکثر سیلاب گذشته
easement	نگهداری حریم	flood measurement	اندازه گیری سیلاب
economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی	flood plain	سطح آبگیر
economic studies	مطالعات اقتصادی	freeway	آزادراه
economics of design	اقتصاد طراحی	freeway exits	خروجی آزادراه
elevated structure	سازه بالای زمین (مانند پل)	freeway interchange	تبادل آزادراه، تقاطع غیر همسطح آزادراه
empirical methods	روش تجربی	freeway to freeway interchanges	تبادل دو آزادراه
entrance design	طرح ورودی	friction factors	ضریب اصطکاک
entrance nose	دماغه ورودی به راه	frontage road	راه جانبی
entrances	ورودی ها	funneling	کم کردن عرض خط عبور
environment	محیط	gap	فاصله آزاد بین دو خودرو
equipment crossing	عبور عرضی ماشین آلات	geometric design	طرح هندسی
erosion	فرسایش خاک	grade	شیب، درجه شیب
erosion vegetative control	کنترل فرسایش خاک با گیاه کاری	grade line	خط شیب، خط پروژه
erosion control	کنترل فرسایش خاک	grade separation	جدایی عمودی سطح دو مسیر
escape ramps	خروجی اضطراری	grade separation structures	سازه های جدایی عمودی دو مسیر
exit nose	دماغه خروجی	gravity wall	دیوار وزنی
exits	خروجی ها	guardrail	جان پناه فلزی
expressway	بزرگراه، تندراره	guide	راهنما، راهنمود
expressway exits	خروجی بزرگراه	gutter	جوی، نهر
faa	اف ای ای	head wall	دیوار پل
fence	حصار	headlight glare	خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
field investigations	بررسی محلی	headlight sight distance	فاصله دید نور چراغ خودرو
flared end section	بخش کم کردن عرض مسیر	headway	فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم
flood	سیل؛ سیلاب	highway	راه، جاده
flood design	طراحی برای سیلاب	highway geometric design	طرح هندسی راه
flood design criteria	ضوابط طراحی برای سیلاب		

horizontal	افقی	major highway	راه اصلی
horizontal alignment	مسیر افقی، پلان	major movements	حرکت‌های اصلی
horizontal clearance	عرض آزاد، فضای باز عرضی	mandatory	اجباری
hourly volume	حجم ساعتی	markers	علامت‌ها، مشخص‌کننده‌ها
hydraulic radius	شعاع ترشده	mean velocity	میانگین سرعت
hydrograph	نمودار باران، هیدروگراف، باران‌نگار	median	میانه
hydrograph methods	روش استفاده از نمودار بارندگی	median barriers	جان‌پناه میانه
hydrological analysis	تجزیه و تحلیل بارندگی	median curbs	جدول میانه
index	نشانه، راهنما	median fencing	حصارکشی میانه
infiltration	نفوذ	median grade	شیب میانه
initial construction	ساخت اولیه	median lane	خط عبور مجاور میانه
inlet	دهانه آبرو	median on bridge	میانه در محل پل
inner separation	جدایی داخلی	median width	عرض میانه
interchange	تبادل، تقاطع غیرهمسطح	merging	همگرایی ترافیک، تداخل ترافیک، یکی شدن ترافیک
interchange elements	اجزای تبادل، المان‌های تبادل	merging lane metering	کنترل ترافیک رابط ورودی
intersection	تقاطع، چندراهی	minimum	حداقل، کمینه، کمترین
irrigation	آبیاری	minimum turning radius	کمترین شعاع گردش، حداقل شعاع قوس
landscape	منظره	multilane	چندخطه
lane addition	افزایش خط عبور	multiple lanes	چندخطی
lane drops	کاهش خط عبور	national highway network	شبکه راه‌های ملی
lane reduction	کاهش خط عبور	national highway system	سیستم راه‌های ملی
left shoulder	شانه چپ	noise abatement	دیوارهای مانع عبور صوت
left-turn lane on median	خط گردش چپ میانه	noise barrier	دیوار صداگیر
left-turn channelization	جریان‌بندی گردش به چپ	nonfreeway facilities	تسهیلات غیر آزادراهی
left-turn refuge	سکوی مجاور خط گردش به چپ	nonmotorized traffic	ترافیک غیر موتوری
level of service	سطح خدمت‌دهی، سطح سرویس	objectives	هدف‌ها
local road	راه محلی	objectives of design	هدف‌های طراحی
longitudinal profile	نیمرخ طولی مسیر		

open channel	نهرهای باز، کانال‌های روباز	public road	راه‌های عمومی
outer separation	جدایی بیرونی، نوار بیرونی	pumping	تلمبه کردن
overcrossing	عبور از رو، گذر از رو، روگذشت	pumping plant	ایستگاه تلمبه‌زنی
overhead signs	علائم بالاسری، علائم دروازه‌ای	radius	شعاع
overland flow	جریان آب در روی زمین	railings	نرده‌کشی
overpass	روگذر	railroad	راه‌آهن
painting	خط‌کشی	railroad crossings	تلافی راه‌آهن
parkway	راه جنگلی	rainfall	میزان باران، بارش
passenger car	سواری	ramp	شیب‌راهه، رمپ
passing lane	خط سبقت	ramp metering	کنترل شیب‌راهه
passing sight distance	فاصله دید برای سبقت	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
paved median	میانه رویه‌دار	rational methods	روش تجربی، روش سنتی
peak flow	ساعت اوج	reconstruction	تجدید ساختمان، دوباره سازی
pedestrian	پیاده	recovery area	سطح بازگشت، محوطه بازیابی
pedestrian access	دسترسی پیاده	recovery zone	منطقه بازگشت
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	refuge area	سکو، جزیره جداکننده
pedestrian overcrossing	روگذر پیاده، پل عابر پیاده	rehabilitation strategies	سیاست‌های بهسازی و توسعه
pedestrian undercrossing	زیرگذر پیاده	retaining wall	دیوار حایل
period	دوره، تناوب	retention basin	حوضچه تأخیری
pipe	لوله	return wall	دیوار بازگشت
planting	گیاه‌کاری، بوته‌کاری، درخت‌کاری	revegetation	تجدید گیاه‌کاری، دوباره سبز کردن
points of conflict	نقاط برخورد	reversing curve	پیچ معکوس، پیچ اس
pollution	آلودگی	right of way	فاصله بین دو حد حریم راه، حد تقدم
pollution control	کنترل آلودگی	riprap	حفاظت با سنگ چین، سنگ چین کردن شیب
precipitation	باران و برف، نزولات جوی	road	راه، جاده
private road	راه اختصاصی	roadbed	بستر راه
prohibited turns	گردش‌های ممنوع	roadside installations	تجهیزات کنار راه
protective coating	لایه حفاظتی	roadside rests	استراحتگاه کنار راه

roadway	کف راه، سطح راه	skew	اریب، کج، مایل
rolling profile	نیمرخ طولی موج‌دار	skew angle	زاویه اریب
roughness	ناهمواری راه	slope	شیب
running speed	سرعت حرکت	spacing	فاصله مابین
running time	مدت حرکت، زمان حرکت، زمان سفر بدون احتساب توقف	speed	سرعت، تندی
rural area	منطقه روستایی	speed-change lanes	خط‌های عبور تغییر سرعت
rural road	راه بیابانی	spiral	حلزونی
safety	ایمنی	spiral transition	اتصال تدریجی حلزونی
sag	فرورفتگی	stage construction	مرحله‌بندی ساخت، ساخت مرحله‌ای
salvage value	ارزش پس‌مانده	statistical methods	روش‌های آماری
scenic	منظره‌دار، خوش منظره	steel barriers	جان‌پناه فلزی
scenic highway	راه خوش منظره	steel structure	سازه فلزی
scenic values	ارزش‌های منظره	stepped slopes	شیب‌بندی پلکانی، سراشیبی پلکانی
secondary road	راه‌های فرعی	stopping sight distance	فاصله دید توقف، مسافت دید توقف
semi directional interchange	تبادل نیمه‌جهتی	storm	رگبار، بارندگی شدید
separate turning	گردش‌های مجزا	subsurface drainage	زهکشی، تخلیه آب‌های زیرسطحی
separation	جدایی	superelevation	بریلندی، دور
service life	عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس	surface	سطح، روبه
shoulder	شانه (شانه راست)	surface runoff	جریان آب سطحی
side ditch	تهر جانبی	tack coat	قیرپاشی روی لایه آسفالت
sidewalk	پیاده‌رو	tandem axle load	بار محوری دوقلو
sight distance	فاصله دید، مسافت دید	taper	لچکی
signal control	کنترل با چراغ راهنمایی	threecenter curve	پیچ سه مرکزی، قوس سه مرکزی
signalized intersection	تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی	time of concentration	زمان تمرکز، مدت تمرکز
signs	علامت، تابلوها	toll bridge	پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)
single lane	عبور یک خطه، یک خطه	toll road	راه عوارضی
site selection	انتخاب محل	toll tunnel	تونل عوارضی

ow-lane highway	راه دو خطه	wall	دیوار
traffic index	نشانه ترافیک، ضریب ترافیک	water pollution	آلودگی آب
traffic Islands	جزیره‌های ترافیکی	weaving section	بخش با ترافیک بهم‌بافته، طول ترافیک ضریب‌داری
traffic control devices	علائم کنترل ترافیک	wheelchair ramps	شیب‌راهه چرخ معلولان
traffic devices	علائم ترافیک	widening	تعریض، اضافه کردن عرض
traffic marking	خط‌کشی ترافیکی	width on curves	عرض پیچ، پهنای قوس
trailer	تربلی یدک، اتا‌فک سیار	wire mesh	توری فلزی، توری مشبک فلزی
transition	تغییر تدریجی، اتصال تدریجی		
transversal	عرضی		
truck trailer	کامیون با یدک، کامیون یدک‌دار		
trumpet interchange	تبادل شیپوری		
turning radius	شعاع گردش		
turning templates	الگوهای گردش		
turning traffic	ترافیک گردشی		
turnouts	دور برگردان‌ها، خروجی		
two-quadrant cloverleaf	نیمه شبدری، شبدری ناقص		
two-way left turn lanes	گردش به چپ دو خطه		
undercrossing	عبور از زیر		
underpass	زیرگذر		
undivided highways	راه‌های جدانشده		
urban areas	منطقه شهری		
utilities	تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)		
vehicle spacing	فاصله بین دو خودرو		
vertical clearance	ارتفاع آزاد		
vertical curves	خم‌ها، قوس‌های قائم		
vertical signs	علائم قائم		
vista points	نقاط دارای محل توقف برای دید منظره		
walkways	پیاده‌رو		



## واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

pumping plant	ایستگاه تلمبه‌زنی	culverts	آبروها
safety	ایمنی	irrigation	آبیاری
hydrograph	باران‌نگار	freeway	آزادراه
precipitation	باران و برف	pollution	آلودگی
rainfall	بارش	water pollution	آلودگی آب
tandem axle load	بار محوری دوقلو	trailer	اتاقک سیار
storm	بارندگی شدید	transition	اتصال تدریجی
field investigations	بررسی محلی	spiral transition	اتصال تدریجی حلزونی
concrete	بتن	mandatory	اجباری
critical	بحرانی	interchange elements	اجزای تبادل
weaving section	بخش با ترافیک بهم‌یافته	abbreviations	اختصارات
flared end section	بخش کم‌کردن عرض مسیر	vertical clearance	ارتفاع آزاد
discharge estimating	برآورد حجم تخلیه آب	salvage value	ارزش پس‌مانده
superelevation	بربلندی	scenic values	ارزش‌های منظره
computer programs	برنامه‌های کامپیوتری	skew	اریب
	بریدگی بزرگراه برای دسترسی	roadside rests	استراحتگاه کنار راه
access openings on expressways		widening	اضافه‌کردن عرض
discharge peak	بزرگترین حجم تخلیه آب	faa	اف ای ای
expressway	بزرگراه	lane addition	افزایش خط عبور
roadbed	بستر راه	horizontal	افقی
planting	بوته‌کاری	economics of design	اقتصاد طراحی
design factors	پارامترهای طرح	turning templates	الگوهای گردش
horizontal alignment	پلان	interchange elements	المان‌های تبادل
bridge	پل	site selection	انتخاب محل
pedestrian overcrossing	پل عابر پیاده	curvature	انحنای
toll bridge	پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)	flood measurement	اندازه‌گیری سیلاب



drainage by pumping	تخلیه آب با پمپاژ	width on curves	پهنای قوس
subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی	pedestrian	پیاده
cross drainage	تخلیه عرضی آب	sidewalk, walkway	پیاده‌رو
merging	تداخل ترافیک	curvature, curve	پیچ
nonmotorized traffic	ترافیک غیرموتوری	reversing curve	پیچ اس
turning traffic	ترافیک گردش	broken-back curve	پیچ تخت پشت
density	تراکم	threecenter curve	پیچ سه مرکزی
trailer	تریلی بدک	reversing curve	پیچ معکوس
bus loading facilities	تسهیلات ایستگاه اتوبوس	alignment consistency	پیوستگی مسیر
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	signs	نابلوها
divided nonfreeway facilities	تسهیلات راه جداشده غیر آزادراه	crown	تاج در مقطع عرضی راه
nonfreeway facilities	تسهیلات غیر آزادراهی	delay	تأخیر
utilities	تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)	interchange	تبادل
accidents	تصادف	freeway interchange	تبادل آزادراه
widening	تعریض	directional interchange	تبادل جهتی
definition	تعریف	freeway to freeway interchanges	تبادل دو آزادراه
transition	تغییر تدریجی	cloverleaf interchange	تبادل شبدری
crossings, intersection	تقاطع	trumpet interchange	تبادل شیپوری
interchange	تقاطع غیر همسطح	diamond interchange	تبادل لوزوی
freeway interchange	تقاطع غیر همسطح آزادراه	semi directional interchange	تبادل نیمه جهتی
signalized intersection	تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی	reconstruction	تجدید ساختمان
at-grade intersection	تقاطع همسطح	revegetation	تجدید گیاه کاری
crossings	تلاقی	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
railroad crossings	تلاقی راه آهن	hydrological analysis	تجزیه و تحلیل بارندگی
at-grade intersection	تلاقی همسطح	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
pumping	تلمبه کردن	cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها
concentration	تمرکز	roadside installations	تجهیزات کنار راه
		drainage	تخلیه آب

ter	جوی	period	تناوب
tch	جوی آب	expressway	تندراه
ultilane	چندخطه	speed	تندی
ultiple lanes	چندخطی	wire mesh	توری فلزی
tersection	چندراهی	wire mesh	توری مشبک فلزی
ccidents	حادثه	toll tunnel	تونل عوارضی
ischarge	حجم تخلیه آب	highway, road	جاده
esign discharge	حجم تخلیه طراحی	concrete barriers	جان‌پناه بتنی
ourly volume	حجم ساعتی	guardrail, steel barriers	جان‌پناه فلزی
esign hourly volume	حجم ساعتی طرح	median barriers	جان‌پناه میانه
minimum	حداقل	separation	جدایی
minimum turning radius	حداقل شعاع قوس	outer separation	جدایی بیرونی
flood maximum historical	حداکثر سیلاب گذشته	diverging	جدایی ترفیک
right of way	حد تقدم	inner separation	جدایی داخلی
major movements	حرکت‌های اصلی	grade separation	جدایی عمودی سطح دو مسیر
fence	حصار	curbs	جدول
median fencing	حصارکشی میانه	dikes	جدول آسفالتی
riprap	حفاظت با سنگ چین	bridge curbs	جدول بتنی پل
spiral	حلزونی	median curbs	جدول میانه
basin	حوزه آبریز	overland flow	جریان آب در روی زمین
basin	حوزه آبیگیر	channel flow	جریان آب در کانال
retention basin	حوضچه تأخیری	surface runoff	جریان آب سطحی
freeway exits	خروجی آزادراه	critical flow	جریان بحرانی
escape ramps	خروجی اضطراری	channelization	جریان بندی ترافیک
expressway exits	خروجی بزرگراه	left-turn channelization	جریان بندی گردش به چپ
exits, turnouts	خروجی‌ها	concentrated flow	جریان متمرکز
basin characteristics	خصوصیات حوزه آبیگیر	refuge area	جزیره جداکننده
acceleration lane	خط افزایش سرعت	traffic islands	جزیره‌های ترافیکی

design period	دوران طرح	grade line	خط پروژه
turnout, U-turn	دوربرگردان	passing lane	خط سبقت
diverging	دورشدن جریان ترافیک	climbing lane	خط سربالایی
period	دوره	grade line	خط شیب
design frequency	دوره بازگشت سیلاب طرح	depressed grade line	خط شیب فرورفته
design period	دوره طرح	median lane	خط عبور در مجاور میانه
inlet	دهانه آبرو	deceleration lane	خط عبور کاهش سرعت
delay	دیرکرد	auxiliary lanes	خط عبور کمکی
wall	دیوار	painting	خط کشی
return wall	دیوار بازگشت	traffic marking	خط کشی ترافیکی
head wall	دیوار پل	left-turn lane on median	خط گردش چپ میانه
retaining wall	دیوار حایل	speed-change lanes	خط‌های عبور تغییر سرعت
noise barrier	دیوار صداگیر	vertical curves	خم‌ها
gravity wall	دیوار وزنی	design vehicle	خودروی طرح
noise abatement	دیوارهای مانع عبور صوت	scenic	خوش منظره
highway, road	راه	headlight glare	خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
railroad	راه‌آهن	bridge decks	دال پل
private road	راه اختصاصی	grade	درجه شیب
major highway	راه اصلی	planting	درخت‌کاری
detours	راه انحرافی	access	دسترسی
controlled access highway	راه با کنترل دسترسی	pedestrian access	دسترسی پیاده
rural roads	راه بیابانی	classification	دسته‌بندی
frontage road	راه جانبی	exit nose	دماغه خروجی
divided highway	راه جداشده	entrance nose	دماغه ورودی به راه
parkway	راه جنگلی	reconstruction	دوباره سازی
scenic highway	راه خوش منظره	revegetation	دوباره سبز کردن
tow-lane highway	راه دوخطه	bicycles	دوچرخه
toll road	راه عوارضی	superelevation	دور

construction	ساختمان	local road	راه محلی
stage construction	ساخت مرحله‌ای	guide, index	راهنما
elevated structure	سازه بالای زمین (مانند پل)	undivided highways	راه‌های جدانشده
steel structure	سازه فلزی	public road	راه‌های عمومی
	سازه‌های جدایی عمودی دو مسیر	secondary road	راه‌های فرعی
grade separation structures		conventional highways	راه‌های معمولی
peak flow	ساعت اوج	storm	رگبار
stepped slopes	سراشیبی پلکانی	ramp	رَمپ
speed	سرعت	hydrograph methods	روش استفاده از نمودار بارندگی
critical velocity	سرعت بحرانی	empirical methods, rational methods	روش تجربی
running speed	سرعت حرکت	rational methods	روش سنتی
design speed	سرعت طراحی	statistical methods	روش‌های آماری
design speed	سرعت طرح	overpass	روگذر
surface	سطح	pedestrian overcrossing	روگذر پیاده
recovery area	سطح بازگشت	overcrossing	روگذشت
area of conflict	سطح برخورد	surface	رویه
level of service	سطح خدمت‌دهی	guide	رهنمود
roadway	سطح راه	skew angle	زاویه اریب
level of service	سطح سرویس	angle of intersection	زاویه تقاطع
flood plain	سطح آبگیر	curve central angle	زاویه داخلی پیچ
refuge area	سکو	curve central angle	زاویه داخلی قوس افقی
left-turn refuge	سکوی مجاور خط‌گردش به چپ	time of concentration	زمان تمرکز
riprap	سنگ‌چین‌کردن شیب	running time	زمان حرکت
passenger car	سواری	running time	زمان سفر بدون احتساب توقف
rehabilitation strategies	سیاست‌های بهسازی و توسعه	underpass	زیرگذر
national highway system	سیستم راه‌های ملی	pedestrian undercrossing	زیرگذر پیاده
flood	سیلاب	construction	ساخت
design flood, design storm	سیلاب طرح	initial construction	ساخت اولیه

entrance design	طرح ورودی	flood	سیل
geometric design	طرح هندسی	barbed wire	سیم خاردار
highway geometric design	طرح هندسی راه	branch connection	شاخه ارتباطی
weaving section	طول ترافیک ضربدری	left shoulder	شانه چپ
capacity	ظرفیت	shoulder	شانه (شانه راست)
aesthetic factors	عوامل‌های زیبایی	two-quadrant cloverleaf	شبدری ناقص
overcrossing	عبور از رو	national highway network	شبکه راه‌های ملی
undercrossing	عبور از زیر	radius	شعاع
equipment crossing	عبور عرضی ماشین‌آلات	hydraulic radius	شعاع توشده
single lane	عبور یک خطه	turning radius	شعاع گردش
bridge decks	عرشه پل	grade, slope	شیب
horizontal clearance	عرض آزاد	critical slope	شیب بحرانی
width on curves	عرض پیچ	stepped slopes	شیب‌بندی یکانی
median width	عرض میانه	ramp	شیب‌راه
transversal	عرضی	wheelchair ramps	شیب‌راه چرخ معلولان
markers	علامت‌ها	cross slopes	شیب عرضی
signs	علامت	drain slope	شیب مسیر تخلیه آب
overhead signs	علامت بالاسری	median grade	شیب میانه
traffic devices	علامت ترافیک	ditch slope	شیب نهر
overhead signs	علامت دروازه‌ای	crash cushion	ضربه‌گیر
vertical signs	علامت قائم	friction factors	ضریب اصطکاک
traffic control devices	علامت کنترل ترافیک	drainage coefficients	ضریب تخلیه
service life	عمر خدمت‌دهی	traffic index	ضریب ترافیک
service life	عمر سرویس	coefficient of runoff	ضریب جاری شدن آب باران
critical depth	عمق بحرانی	coefficient of roughness	ضریب زبری
distance	فاصله	flood design criteria	ضوابط طراحی برای سیلاب
gap	فاصله آزاد بین دو خودرو	classification	طبقه‌بندی
clear distances	فاصله باز	flood design	طراحی برای سیلاب

lane drops	کاهش خط عبور	right of way	فاصله بین دو حد حریم راه
lane reduction	کاهش خط عبور	vehicle spacing	فاصله بین دو خودرو
skew	کج	sight distance	فاصله دید
roadway	کف راه	decision sight distance	فاصله دید انتخاب
minimum	کمترین	passing sight distance	فاصله دید برای سبقت
minimum turning radius	کمترین شعاع گردش	decision sight distance	فاصله دید تصمیم
funneling	کم کردن عرض خط عبور	stopping sight distance	فاصله دید توقف
minimum	کمینه	headlight sight distance	فاصله دید نور چراغ خودرو
control of pollution	کنترل آلودگی		فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم
pollution control	کنترل آلودگی	headway	
signal control	کنترل با چراغ راهنمایی	spacing	فاصله مابین
merging lane metering	کنترل ترافیک رابط ورودی	design factors	فکتورهای طرح
access control	کنترل دسترسی	erosion	فرسایش خاک
control of access	کنترل دسترسی	sag	فرورفتگی
ramp metering	کنترل شیب راه	density	فشردگی
erosion control	کنترل فرسایش خاک	clear distance, clearance	فضای آزاد
	کنترل فرسایش خاک با گیاه کاری	clear distance, clearance	فضای باز
erosion vegetative control		horizontal clearance	فضای باز عرضی
overcrossing	گذر از رو	crest	قله
two-way left turn lanes	گردش به چپ دو خطه	curve	قوس قوسی
separate turning	گردش های مجزا	threecenter curve	قوس سه مرکزی
prohibited turns	گردش های ممنوع	vertical curves	قوس های قائم
capacity	گنجایش	tack coat	قیرپاشی روی لایه آسفالت
planting	گیاه کاری	culverts	کانورت ها
protective coating	لایه حفاظتی	truck trailer	کامیون بایدک
taper	لچکی	truck trailer	کامیون یدک دار
pipe	لوله	culverts	کانال کوچک زیرگذر
barriers	مانع	open channel	کانال های روباز

median on bridge	میانه در محل پل	skew	مایل
paved median	میانه رویه‌دار	conduit	مجرا
rainfall	میزان باران	deer crossings	محل عبور آهو
roughness	ناهمواری راه	cattle pass	محل عبور حیوانات
bridge approach railings	نرده تقرب پل	cattle pass	محل عبور رمه
railings	نرده‌کشی	recovery area	محوطه بازیابی
precipitation	نزولات جوی	environment	محیط
benefit-cost ratio	نسبت سود به هزینه	time of concentration	مدت تمرکز
index	نشانه	running time	مدت حرکت
traffic index	نشانه ترافیک	stage construction	مرحله‌بندی ساخت
infiltration	نفوذ	design responsibility	مسئولیت طراحی
points of conflict	نقاط برخورد	distance	مسافت
vista points	نقاط دارای محل توقف برای دید منظره	sight distance	مسافت دید
easement	نگهداری حریم	stopping sight distance	مسافت دید توقف
contour grading	نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز	alignment	مسیر
hydrograph	نمودار باران	horizontal alignment	مسیر افقی
outer separation	نوار بیرونی	basin characteristics	مشخصات حوزه آبریز
ditch, gutter	نهر	markers	مشخص‌کننده‌ها
side ditches	نهر جانبی	economic studies	مطالعات اقتصادی
open channel	نهرهای باز	disabled persons	معلولان
longitudinal profile	نیمرخ طولی مسیر	cross section	مقطع عرضی
rolling profile	نیمرخ طولی موج‌دار	recovery zone	منطقه بازگشت
two-quadrant cloverleaf	نیمه شبدری	rural area	منطقه روستایی
diverging	واگرایی ترافیک	urban area	منطقه شهری
entrances	ورودی‌ها	landscape	منظره
objectives	هدف‌ها	scenic	منظره‌دار
objectives of design	هدف‌های طراحی	mean velocity	میانگین سرعت
design objectives	هدف‌های طرح	median	میانه

merging	همگرایی ترافیک
hydrograph	هیدروگراف
single lane	یک خطه
alignment consistency	یکنواختی مسیر
merging	یکی شدن ترافیک





## فهرست راهنما

الف	
افزایش خط‌های عبوری ۳۸-۵	آبرو ۱۲-۹، ۸-۶
عرض راه ۳۸-۵	ابنیه فنی ۳۷-۵، ۷-۵، ۳-۲
اقتصادی	جمع‌آوری و تخلیه آب - ۹-۹
ملاحظات - ۷-۴	اتصال
نیاز - ۱-۱	تدریجی ۲۷-۵
توجه - ۳۹-۵	راه به راه‌های موجود ۳۳-۴
امتداد شیب طولی آبروها ۱۳-۹	اثر آریب در بریدگی میانه ۴-۷
انتخاب	اثر کامیون ۴۰-۵
تونل ۶۱-۵	اجباری
دبی سیلاب طرح ۱۵-۹	معیارهای - ۲-۱
دوره بازگشت سیلاب ۱۲-۹	اجتماعی ۱-۱
سرعت طرح ۳۷-۴، ۷-۴	اختلاف جبری دو شیب ۷-۵
انتهای رابط ۸-۴	اختصارات ۱-۲
ای دی تی ۱-۲	ارتباط بین دو آزادراه ۴۰-۸
اندازه شیب شیروانی ۱۰-۶	ارتفاع
انواع	آزاد ۱-۴
آبروها ۱۳-۹	آزاد پل ۵۸-۵
تبادل‌ها ۲-۱	انتهای باند پرواز ۵۰-۵
تقاطع‌ها ۲-۷	خاکریز ۱۰-۶
جدول ۴۷-۵	فضای آزاد تونل ۶۵-۵
دیوارهای حایل ۵۸-۵	آزادراه ۲-۳، ۱-۳، ۱-۲
فروگاه‌ها ۵۰-۵	آشتو ۱-۲
مقطع کانال ۱۶-۹	اضطراری
فواصل دید ۱-۵	پارکینگ ۶۵-۵
انشعاب‌های تونل ۶۶-۵	إف ای ای ۱-۲
اهمیت انتخاب سرعت طرح ۳۷-۴	إف ای آر ۱-۲
اهمیت تقاطع‌ها ۱-۷	

ای ای دی تی ۱-۲	پرواز
ایکائو ۱-۲	موانع - ۵-۵۰
ایمنی ۱-۱، ۲-۴، ۳۰-۴، ۲۷-۵، ۳۱-۵، ۴۱-۵، ۱-۶	پل ۲-۳، ۵-۵۱
۱۳-۹، ۱۳-۶، ۱۵-۶	باشاه تیر حمال جانبی ۵-۳۷
محوطه ۲-۳	پیوسته چند دهانه ۵-۳۷
	تیر تاوه ای ۵-۳۷
<b>ب</b>	جانپناه و نرده ۵-۵۴
بتنی	در پیچ ۵-۲۸
جان پناه ساده - ۵-۵۶	عرض - ۵-۵۰
ب ت ا ا لم ۱-۱	عرض آزاد - ۵-۵۰، ۵-۵۸
بخش ترافیک بهم بافته ۲-۵	کوله باز ۵-۵۰
بدنه رابط ۴-۸	پیا د ه ر و
بریلندی ۲-۲، ۵-۱۳	در تونل ۵-۶۴
برنامه و بودجه ۱-۱	روگذر ۴-۳۲
بریدگی میانه	زیرگذر ۴-۳۱
شکل لبه میانه در محل - ۷-۳۸	کنار پل ۵-۵۳
حداقل طول - ۷-۴۰	کنار راه ۴-۳۰
اثر اریب در - ۷-۴۰	پیچ ۵-۲۵
شیب عرضی - ۷-۴۰	تخت پشت ۵-۲۷
بزرگترین شیب ۳-۲	تقاطع ۷-۳۱
بستر روستازی راه ۲-۲	شعاع - ۵-۲۵
بهسازی ۴-۳۳	طول و زاویه مرکزی - ۵-۲۵
	مرکب ۵-۲۵
<b>پ</b>	معکوس ۵-۲۷
پایاب ۹-۱۲	پیش بینی تقاطع ۵-۳۸
پارکینگ اضطراری ۵-۶۵	
پاسگاه پلیس ۴-۳۷	<b>ت</b>
پاگرد ۴-۳۲	تأخیر ۲-۶
پستی و بلندی ۴-۳۶	تأسیسات جانبی راه ۴-۳۷

سطحی راه ۱-۹	تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای ۸-۵
سواره‌رو ۱-۹	تبادل‌ها ۲-۳، ۲-۵، ۱-۸
میانه ۲-۹	اصلاح گلوگاه‌ها - ۱-۸
خاکبرداری وارد حریم ۴-۹	افزایش تحرک و کاهش تأخیر - ۱-۸
تخمین دبی اوج رواناب سطحی ۱۰-۹	انواع - ۲-۸
ترافیک ۲-۶	با رابط یگانه ۶-۸
بهم‌بافته ۲-۷، ۴-۱۹	تدریجی ۸-۱۵
تعیین کیفیت ۴-۲۲	توجیه اقتصادی - اجتماعی ۱-۸
علایم - ۲-۷	جهتی و نیمه جهتی ۲-۵، ۸-۶
گردشی ۷-۱۸	چهارراه ۲-۴، ۸-۶
متوسط روزانه یکسال ۲-۶	دسته قیفی ۳-۸
وسایل کنترل - ۲-۷	روش طراحی ۸-۱۷
تراکم ۲-۶	سه راه ۲-۵، ۳-۸
تراشه‌ها ۵-۳۷	سپری ۳-۸
تسهیلات پیاده ۴-۳۰	شاخه ۲-۵
تعاریف ۲-۱، ۴-۱	شیپوری ۲-۵
تعبیه و نگهداری جدول ۵-۵۰	شبدری ۸-۶، ۸-۱۰
تعریض	شیب در ۸-۲۵
در پیچ ۵-۲۸	رابط‌ها ۸-۳۷
راه ۵-۳۸	طراحی رابط چندخطه ۸-۳۳
تغییرات تدریجی عرض راه ۵-۳۸	طراحی رابط یک خطه ۸-۲۷
تقاطع‌ها ۲-۳، ۲-۳، ۷-۱	فاصله دید انتخاب تا دماغه خروجی ۸-۲۵
انواع - ۷-۲	مرکب ۸-۱۷
اصول طراحی - ۷-۱	لوزوی ۲-۵، ۸-۶
اهمیت - ۷-۱	نیمه شبدری ۲-۵، ۸-۶، ۸-۱۰
باراه آهن ۷-۶	وضعیت منطقه تقاطع ۱-۸
بدون کنترل ۷-۲۲	هزینه استفاده کنندگان ۸-۱
تأثیر شیب ۷-۳۳	تحلیل منفعت به هزینه ۲-۱
تأثیر زاویه - ۷-۳۰	تخلیه آب‌های

ج	حدافل شعاع گردش ۱-۴
جان پناه	خط عبور کمکی تغییر سرعت در ۱۷-۷
ونزده در پل ۵۵-۵	راه - راه آهن ۶-۷
ونزده در دیوار حایل ۶۲-۵	زاویه ۱۶-۷
ساده بتنی ۵۶-۵	سطح ۳-۲
ساده فلزی ۵۶-۵	سطوح برخورد ۱۵-۷
جداکننده	شاخه - ۱-۷
بیرونی ۲-۲	طراحی مقدماتی ۵۹-۷
جزیره‌های - ۱۹-۷	عوامل ها ۱-۷، ۱۳-۷، ۱۴-۷
جدول ۵-۴۷، ۶-۷	فاصله دید ۲۱-۷
انواع ۴۷-۵	فاصله دید حرکت ایمن ۲۲-۷
قرارگیری - ۵۰-۵	فاصله دید تشخیص - ۲۱-۷
جریان بندی ۳-۲	کنترل مسیر فرعی ۲۴-۷
جزیره‌های	نقاط برخورد ۱۷-۷
پناه‌دهنده ۲۰-۷	توسعه خط‌های عبور کمکی ۳۴-۴
ترافیکی ۱۸-۷	توتال ۶۱-۵
جداکننده ۱۹-۷	اتصال در - ۶۶-۵
گردشی ۱۸-۷	ارتفاع آزاد - ۶۶-۵
هدایت‌کننده ۱۹-۷	انشعاب‌های - ۶۶-۵
ج	با مقطع دایره‌ای ۶۲-۵
چراغ راهنمایی ۷-۲	با مقطع مستطیلی ۶۲-۵
ح	پله در - ۲۲-۶
حاشیه راه ۲-۲	دوطرفه ۵-۶۲
حالت خاص خاکبرداری ۱۰-۶	سرعت طرح در - ۶۶-۵
حجم	شیب عرضی - ۶۶-۵
ترافیک روزانه ۶-۲	طاقی شکل ۶۲-۵
متوسط ترافیک روزانه ۶-۲	گنجایش - ۶۷-۵
	مسیر در پلان - ۶۷-۵
	مسیر در حوالی ورودی ۶۷-۵

حریم	ترافیک ساعتی ۲-۶
آزادراه ۶-۱۶	حجم ترافیک ساعت اوج ۲-۶
درجه دو ۶-۱۶	سی امین ساعت اوج سال ۲-۶
درجه یک ۶-۱۶	ترافیک طرح ۲-۶
راه ۵-۳۱، ۴-۳۴، ۶-۱۶	سیلاب ۷-۹
	حداقل
	ارتفاع آزاد تونل ۵-۶۶
خ	اندازه های طرح گردش به راست ۷-۳۵
خاک مسلح ۵-۶۰	شعاع پیچ ۵-۲۵
خاکبرداری ۵-۳۷	شعاع بریلندی پیچ در تونل ۶-۲۲
خط	شعاع گردش در تقاطع ها ۴-۱
اصلی تونل ۵-۶۲، ۵-۶۳	شیب عرضی راه ۹-۱
افزایش سرعت ۳-۲	طول بریدگی میانه ۱-۴۱
تغییر سرعت ۳-۲	طول خم ۵-۳
خروجی دسترسی ها ۴-۲۹	طول منحنی کنوتوئید ۵-۲۸
عبور ۲-۲، ۵-۳۹	فاصله دید توقف ۱-۲، ۵-۱، ۵-۷
عبور کمکی ۲-۲	عقب نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع ها ۷-۳۴
عبور کمکی افزایش و کاهش سرعت هدف ۷-۴۲	مطلق طول ۵-۲۷
عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع ها ۷-۱۶	مطلوب طول ۵-۲۷
عبور کمکی در تبادل ها ۸-۴۲	حداکثر
عبور میانه ۲-۲	بریلندی ۵-۱۳
کاهش سرعت ۲-۲	شیب طولی راه اصلی ۵-۳۲
کمکی برای راه دو خطه ۵-۳۹	شیب طولی رابطه ها ۵-۳۲
کمکی سریالایی ۵-۳۹	شیب طولی در انواع زادهای اصلی ۵-۳۲
مخصوص گردش ۲-۲	ضریب اصطکاک جانبی ۵-۲۵
خط کشی ۲-۷	حرکت
خم ها	سرعت - ۲-۷
خم های گنبدی ۵-۲، ۵-۳۷	مدت - ۲-۷
خم های کاسه ای ۵-۲، ۵-۳۷	حفاظت حریم ۴-۳۰
خودرو طرح ۴-۱	

ر	مسیر گردش سواری ۳-۴
رابط ۵-۲	مسیر گردش اتوبوس ۴-۴
انتهای - ۸-۴	تریلی بزرگ ۵-۴
بدنه - ۸-۴	کامیون بایدک ۶-۴
جهتی ۵-۲	
حداکثر شیب طولی - ۳۲-۵	د
حلقوی ۵-۲	دبی سیلاب طرح ۹-۹
نیمه جهتی ۵-۲	دبی اوج رواناب سطحی ۱۰-۹
راه	درجه بندی راه ۲-۳
آزاد - ۲-۳	درصد
اصلی ۱-۳، ۱-۳	اتومبیل سواری ۲۳-۴
اصلی درجه دو ۲-۲، ۲-۳	بریلندی پیچ ۱۹-۵
اصلی درجه یک ۲-۲، ۲-۳	تاخیر ۲۲-۴
بامانع ۲-۳	تقریبی ترافیک عبوری ۱۶-۴
بستر روستا سازی ۲-۲	خودروهای سنگین و کندرو ۱۳-۵
تأسیسات جانبی ۳۶-۴	کال و سایال نقلیه سنگین در سریالایی ۲۳-۴
تپه ماهوری ۲-۳	دسترسی
جانبی ۱۷-۶، ۲۹-۴	خروجی ۲۹-۴
جداشده ۱-۲	کنترل ۱-۴
چندخطه ۳-۲	کنترل ۲۹-۴
حاشیه - ۲-۲	دیوار حایل ۵۸-۵، ۳۷-۴
حریم - ۱۶-۶	با پشت بند ۵۹-۵
راه های محلی ۱-۳	طره ای ۵۸-۵
روستایی ۳-۳	طره ای پاشنه دار ۵۶-۵
زهکشی - ۳۸-۴	صندوقه ای ۵۹-۵
ساخت مرحله ای - ۳۳-۴	وزنی ۵۸-۵
سبزینه - ۲-۲	دهانه رابط ۸-۴
شانه - ۲-۲	دید
عوارضی ۱-۲	مثلث - ۳-۲

فرعی ۳-۱، ۲-۳	مال رو ۵-۵۴
فرعی درجه دو ۳-۳	زیست محیطی ۱-۱
فرعی درجه یک ۲-۳	زمان تمرکز ۹-۲، ۹-۶
کف ۲-۲	زمان جریان آب ۷-۹
کوهستانی ۲-۳	زمین شناسی محل ۴-۳۶
هموار (دشتی) ۱-۳	
راه آهن ۴-۳۷، ۵-۵۴	س
روسازی	ساعت طرح ۲-۶
آسفالتی ۲-۳	سال طرح ۲-۶
بتنی ۲-۳	ساخت مرحله ای راهها ۴-۳۳
مسیرهای پیاده ۴-۳۱	سرازیری ها ۵-۶۲
روشنایی راه ۵-۶۷	سربار ۵-۵۱
روش طراحی تبادلها ۱-۱۱	سربالایی ۴-۱۴، ۵-۶۱، ۵-۴۰
روش طراحی تقاطع ۷-۵۲	سرعت
روش های ایجاد جزیره ۷-۳۱	حرکت ۲-۶
روگذر ۲-۳	خودرو ۵-۱
وزیرگذر مخصوص پیاده ۵-۵۴	طرح ۱-۲، ۲-۶، ۴-۱، ۴-۱۳، ۵-۷، ۵-۱۳، ۵-۲۵، ۵-۲۸
وزیرگذر مخصوص راه آهن ۵-۵۴	طرح در تونل ۵-۶۶، ۶-۲۱
	سرمایه گذاری ۱-۱
ز	سطوح برخورد در تقاطعها ۷-۱۴
زاویه مرکزی ۵-۲۵	سطح خدمت ۲-۶
زهکشی	سواره رو ۲-۲، ۲-۶، ۶-۱، ۶-۲۰
تونل ۵-۶۳	سواری ۴-۱
راه ۴-۳۹	سواری معادل ۴-۱۳
دیوار حایل ۵-۶۱	وسایل نقلیه سنگین ۴-۱۳
زیرگذر ۲-۳	کامیون و تریلی ۴-۱۴، ۴-۲۳
پیاده روی ۴-۳۱	اتوبوس ۴-۲۳
مخصوص پیاده ۵-۵۴	سه راهی ساده ۷-۲
مخصوص راه آهن ۵-۵۴	سه راهی با جزایر ترافیکی ۷-۴



- سه راهی با جزیره وسط و خط سبقت ۵-۷
- ش شاخه
- ارتباطی ۵-۲
- تبادل یا تقاطع ۱-۷، ۵-۲
- شانه ۲-۲
- شانه تونل ۶۳-۵
- شانه راه ۵-۶
- جدول ۷-۶
- رویه سازی ۷-۶
- شیب عرضی ۷-۶
- عرض ۶-۶
- شبکه راهها ۳۳-۴
- شرایط ایده آل ۲۴-۴، ۲۲-۴
- جوی ۳۷-۴
- جوی منطقه ۱۳-۵
- شعاع
- بیج ۲۸-۵، ۲۵-۵، ۱۳-۵، ۷-۵
- گردش ۱-۴
- محور راه دو خطه در پیچ ۲۹-۶
- شیب
- بریدگی میانه ۴۲-۷
- تدریجی ۳۷-۵
- راه ۱-۵
- طولی ۳۱-۵، ۳۰-۴، ۲-۱
- طولی راه ۱-۳
- عرضی ۲-۱
- عرضی پل ۵۳-۵
- عرضی سطح راه در تونل ۶۵-۵
- عرضی سواره رو ۴-۶
- عرضی سواره رو و شانه ۲۱-۶
- شیراوه ۳۲-۴
- شیروانی ۱۰-۶
- پلکانی کردن ۱۱-۶
- شیب ۱۱-۶
- شیب طولی و عرضی پله های شیروانی ۱۱-۶
- ض ضریب
- اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با سطح جاده ۱۳-۵
- اصطکاک جانبی مجاز ۱۳-۵
- اصطکاک در امتداد حرکت ۱-۵
- تعدیل ۲۱-۴
- تعدیل آبادانی های اطراف راه ۲۱-۴
- تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت ۲۶-۴
- تعدیل عرض خط ۱۳-۴
- توزیع جهتی ۶-۲
- دسترسی به راه ۲۲-۴
- رواناب ۳-۹
- ضوابط کلی امتداد افقی مسیر ۲۹-۵
- ضوابط مربوط به تخمین دبی اوج ۶-۹
- ط
- طبقه بندی راه ۱-۳
- ضراحی
- رابط چندخطه ۳۳-۸
- رابط یک خطه ۲۷-۸

خط عبور ۱-۲-۵-۳۹	شبکه راه ۱-۳
خط عبور در تقاطع ها ۸-۳۷	مقدماتی تقاطع ها ۷-۵۵
روسازی راه ۵-۲۸	هیدرولیکی آبروها ۹-۱۲
سواره رو ۶-۱	شرح
شانه راه ۱-۲، ۶-۶	سال - ۲-۶
شانه ها در تقاطع ها ۸-۳۷	ساعت - ۲-۶
علایم ترافیک ۲-۷	سرعت - ۱-۲، ۲-۴، ۱-۴، ۱-۵، ۷-۵، ۱۳-۵، ۲۵-۵، ۲۸
مفید پیاده رو ۴-۳۰	حجم ترافیک - ۲-۶
عوامل	خودرو - ۲-۶
در تقاطع ها ۷-۱	ضول
محیطی ۴-۷	تجمع ۷-۴۹
	تأمین بریلندی ۵-۱۷
<b>ف</b>	ترافیک بهم پافته ۲-۵
فاصله	پیچ ۵-۲۵
آزاد جانبی وسیله نقلیه ۵-۲۸	خم ۵-۲، ۵-۷
ایمن راه - فرودگاه ۵-۵۰	خم لازم برای فاصله سبقت در خم های گنبدی ۵-۱۰
بین محور جلو و عقب ۵-۲۹	نچکی ۵-۳۸
بین پیش آمدگی جلو وسیله نقلیه و محور جلو ۵-۲۹	
جانبی دیوار حایل از مسیر ۵-۶۱	<b>ع</b>
دید ۴-۱	آزد پال ۵-۵۰
دید انتخاب ۵-۱	عبور
دید ایمن در تقاطع ۷-۱۰	زرو ۲-۳
دید ترمز ۵-۱	زوزیر ۲-۳
دید حرکت در تقاطع همسطح ۷-۲۹	عرض
دید توقف ۵-۱، ۵-۷	ضافنی مجاز ۵-۲۸
دید توقف در پیچ ها ۵-۷	فزایش عرض راه ۵-۳۸
دید توقف در خم های کاسه ای ۵-۲	پال ۱-۲، ۱-۵، ۵۰
دید توقف در خم های گنبدی ۵-۲	تغییرهای تدریجی ۵-۳۸
دید توقف در تونل ۵-۶۶	خارجی چرخ ها ۵-۲۹

- دید حرکت در تقاطع‌ها ۲۲-۷  
 دو خودرو ۶-۲  
 مانع ۷-۵، ۱۳-۴  
 فرازآب ۱۱-۹  
 فرودگاه
- انواع ۵-۵  
 فاصله ایمن راه ۵۰-۵  
 کشوری ۵۰-۵  
 نظامی ۵۰-۵  
 هلیکوپتر ۵۰-۵  
 فلسفه طراحی شبکه ۱-۳  
 فنی  
 ابنیه - ۳-۲، ۵-۷، ۵-۳۷
- ق**  
 قرارگیری جدول ۵۰-۵  
 قرضه و دپو ۳۸-۴  
 قسمت ترافیک بهم‌بافته ۸-۴  
 قوس  
 اتصال تدریجی ۳۰-۵  
 انقباض (پیچ‌ها) ۲۵-۵، ۲-۱  
 عمودی (خم‌ها) ۳۷-۵، ۲-۵، ۱-۴، ۲-۱
- ک**  
 کاسه‌ای (خم) ۲-۵  
 کانال انتقال آب‌های سطحی ۱۳-۹  
 کاهش  
 عرض راه ۳۸-۵  
 گنجایش ۳۱-۵
- کف راه ۲-۲  
 کلترنس ۱-۲  
 کلوتویید ۲۷-۵  
 کنارگذر ۱-۲  
 کنترل  
 ترافیک رابط ۷-۲  
 تقاطع بدون ۲۲-۷  
 دسترسی ۱-۴  
 نسبی دسترسی ۲۹-۴  
 مسیر فرعی تقاطع ۲۲-۷  
 کیفیت  
 تعیین ۲۲-۴  
 ترافیک راه‌ها ۸-۴  
 ترافیک در قسمت ترافیک بهم‌بافته ۱۸-۴  
 ترافیک در دهانه رابط‌ها ۱۷-۴
- گ**  
 گردش با زاویه قائم ۳۲-۷  
 گردش به چپ ۲۶-۷  
 ضوابط حداقل طرح برای - ۴۰-۷  
 ضوابط طرح بیش از حداقل برای ۴۰-۷  
 گردش به راست ۲۷-۷  
 گردراه ۵-۲  
 گروه‌بندی  
 تونل‌ها ۶۱-۵  
 سرعت طرح ۷-۴  
 گنبدی (خم) ۲-۵  
 گنجایش ۸-۴، ۱-۴  
 بدنه راه ۱۵-۴



عبور دوچرخه ۵-۵۴	سرعت طرح ۴-۷
نسبت	سنجش کیفیت ترافیک ۴-۱۱
تعداد اتوبوس‌ها به کل ترافیک ۴-۲۳	مقاطع عرضی ۲-۲
تعداد کامیون‌ها به تریلی‌ها به کل ترافیک ۴-۲۳	کنترل‌کننده ۱-۲
کامیون در کل وسایل نقلیه سنگین ۴-۲۳	کلی نیمرخ ضونی مسیر ۵-۳۷
گنجایش طراحی ۴-۱۸	مکان‌های قرضه و دیو ۴-۳۸
نسبت حجم ترافیک به گنجایش ۴-۲۴، ۴-۲۷	طراحی تبادل‌ها ۱-۲۵
نشریه	طراحی جویزبندی ترافیک ۷-۲۰
آشتو متریک ۱-۱	طراحی فرودگاه ۵-۵۰
سازمان برنامه و بودجه ۱-۱	مقادیر
شماره ۸۵ ۱-۱	ضریب اصطکاک جانبی مجاز ۵-۱۳
شماره ۸۷ ۱-۱	حداکثر برابندی ۵-۱۳
شماره ۸۸ ۱-۱	مقاطع عرضی ۲-۲
طرح هندسی راه‌های ایالت کالیفرنیا ۱-۱	مقدار بارش نزولات جوی ۶-۱۶
نقاط برخورد در تقاطع‌ها ۷-۱۶	ممنوعیت گردش ۱-۱۹
نقش ابنیه فنی در شیب ۵-۳۷	منحنی سهمی ۵-۲۵
نگهداری	منظرآرایی ۱-۱، ۴-۳۶، ۵-۶۱، ۶-۱۱
هزینه - ۱-۱	میانه ۶-۱۲
نهر جانبی ۶-۷	عرض ۶-۱۲
نیمرخ طولی تونل ۵-۶۱	شیب عرضی - ۶-۱۳
نیمرخ عرضی ۶-۱	جدول و جان‌پناه - ۶-۱۳
راه در محل ابنیه فنی ۶-۱۷	های رویه دار ۶-۱۵
راه در محل پل روگذر ۶-۱۷	
راه در محل پل زیرگذر ۶-۱۷	
راه در محل تونل ۶-۲۱	
نیرو	نحوه هدایت ترافیک گردش به چپ ۷-۴۳
گریز از مرکز ۵-۱۳	نرده ۴-۳۲
نیروی زلزله ۵-۵۹	در پل ۵-۵۵
	در جان‌پناه ۵-۵۵
	عابر پیاده ۵-۵۴، ۵-۵۷

و

۶-۲ واگرایی

ورودی

دسترسی‌ها ۴-۲۹

تأسیسات ۴-۳۶

وسایل کنترل ترافیک ۲-۶

وضعیت

ایده‌آل ۴-۱۱

لاستیک چرخ‌های خودرو ۵-۱۳

ه

هزینه ۱-۵.۱-۵۰

هماهنگی ۱-۵.۱-۳۰

همگرایی ۲-۶

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
معاونت امور فنی

فهرست نشریات  
منتشر شده ۲ سال اخیر  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و  
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله



					- ( - )
	-				- ( - )
	-				- ( - )
					-
					:
					- ( - )
					- ( - )
					( - )....
					-
					)
					(
					)
					(
					-
					-







