



وزارت کشور

سازمان شهرداری‌ها و دیپارتمنت‌های کشور

طرح هندسی خیابان‌های شهری

مرکز آموزش علمی کاربردی سازمان همیاری شهرداری‌های استان گیلان

گردآورنده:

امیرحسین قاسم نژاد درویشی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طرح هندسی خیابان‌های شهری

گردآورنده:

امیرحسین قاسم نژاد درویشی

مرکز آموزش علمی کاربردی سازمان همیاری شهرداری‌های استان گیلان



وزارت کشور



سازمان شهرداری‌ها و دیپارتمنت‌های کشور
مدیریت شهری و روستایی



فصل اول

تعاريف و مفاهيم اوليه

اهداف

هدف ۱! مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. انواع سرعت
۲. حجم و ظرفیت ترافیک
۳. کیفیت‌های ترافیک
۴. انواع قوس‌ها
۵. شیب طولی
۶. تقاطع‌ها، تبادل‌ها و رابط‌های آن‌ها
۷. خطوط تغییر سرعت
۸. فواصل دید و

۱-۱. تعاریف و مفاهیم اولیه

سرعت حرکت - مسافتی (بر حسب کیلومتر) است که وسیله نقلیه در حال حرکت (بدون در نظر گرفتن توقف‌ها) در مدت یک ساعت طی می‌کند.

سرعت جابجایی - مسافتی (بر حسب کیلومتر) است که وسیله نقلیه عملاً (با در نظر گرفتن توقف‌ها) در مدت یک ساعت بین دو نقطه از راه طی می‌کند.

سرعت مجاز - حداکثر و یا حداقل سرعتی است که رانندگان وسایل نقلیه، با توجه با قوانین و مقررات موظف به رعایت آن هستند.

سرعت عملی - حداکثر سرعتی است که وسایل نقلیه در وضعیت جوی مناسب و در وضعیت ترافیکی موجود می‌توانند با آن سرعت حرکت کنند؛ بدون آن که ایمنی خود و سایر وسایل نقلیه و سرنشینان آن‌ها را به خطر اندازند.

سرعت طرح - حداکثر سرعت ایمنی وسایل نقلیه در بهترین وضعیت جوی و ترافیکی است. سرعت طرح، مبنای طرح هندسی است.

سرعت ۸۵٪ - سرعت حرکتی است که ۸۵ درصد وسایل نقلیه با سرعتی مساوی با کمتر از آن حرکت می‌کنند.

حجم ترافیک - تعداد وسایل نقلیه‌ای است که در واحد زمان (ساعت) از یک مقطع راه می‌گذرد.

حجم ترافیک روزانه - حجم ترافیکی است که در طی یک شبانه‌روز (۲۴ ساعت) معین، از یک مقطع راه می‌گذرد.

متوسط حجم ترافیک روزانه - متوسط حجم ترافیک روزانه یک فاصله زمانی معین (ماه یا سال) است.

متوسط سالیانه حجم ترافیک روزانه - حجم کل ترافیک یک سال است که بر عدد ۳۶۵ تقسیم شود.

ترافیک ساعت اوج - حجم ترافیکی است که در شلوغ ترین ساعت صبح یا عصر یک روز از مقطع راه می گذرد. حجم ترافیک شلوغ ترین ساعت صبح، «ترافیک ساعت اوج صبح» و حجم ترافیک شلوغ ترین ساعت عصر، «ترافیک ساعت اوج عصر» نامیده می شود.

سال طرح - سالی است که طراحی راه، بر اساس پیش بینی های ترافیک آن سال، انجام می شود.

ساعت طرح - ساعتی از سال طرح که طراحی بر اساس حجم ترافیک آن ساعت انجام می گیرد.

ترافیک ساعت طرح - حجم ترافیکی است که پیش بینی می شود و در ساعت طرح از راه مورد نظر استفاده کنند.

ضریب توزیع جهتی - نسبت حجم ترافیک جهت شلوغ تر است به حجم ترافیک هر دو جهت راه. معمولاً این نسبت را برای ساعت های اوج صبح و عصر تعیین می کنند.

ظرفیت - بیشترین تعداد وسایل نقلیه ای است که عبور آن ها در ظرف مدت یک ساعت، با کیفیت معین ترافیک، از یک مقطع یا از طول یکنواختی از راه، امکان پذیر است.

ظرفیت مطلق یا حداکثر - بیشترین تعداد وسایل نقلیه ای است که عبور آن ها در ظرف مدت یک ساعت، بدون ایجاد راه بندان، ولی در بدترین کیفیت ترافیک، از یک مقطع یا از طول یکنواختی از راه، امکان پذیر است.

ظرفیت طراحی - ظرفیتی است که برای طراحی انتخاب می‌شود. این ظرفیت همیشه کمتر از ظرفیت مطلق است.

۱-۲. کیفیت ترافیک

راه‌ها را بر اساس ظرفیت مطلق آن‌ها طرح نمی‌کنند، زیرا کیفیت ترافیک در این وضعیت معمولاً پذیرفته نیست. اگر حجم ترافیک در حدود ظرفیت مطلق باشد، رانندگی موجب خستگی و وارد شدن فشارهای عصبی می‌شود و در نتیجه، ایمنی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، ظرفیت‌ها را بر اساس حجم ساعتی تعیین می‌کنند. اما، جریان ترافیک در طول ساعت نیز نوسان دارد. چنانچه در مدت کوتاهی حجم ترافیک از ظرفیت مطلق تجاوز کند، جریان ترافیک ناپایدار می‌شود و راه* (های طولانی را به وجود می‌آید.

بنابراین، ظرفیت طراحی را همیشه کمتر از ظرفیت مطلق می‌گیرند و مقدار آن را با اختیار کردن کیفیت مشخصی برای جریان ترافیک تعیین می‌کنند. از این نظر، لازم است که کیفیت جریان ترافیک تعریف و معیارهایی برای سنجش آن تعیین شود. برای سنجش کیفیت ترافیک، شش وضعیت به شرح زیر تعریف می‌شود:

- کیفیت «الف» = عالی‌ترین کیفیت
- کیفیت «ب» = کیفیت عالی
- کیفیت «ج» = کیفیت خوب
- کیفیت «د» = حداقل کیفیت مورد قبول
- کیفیت «۴» = کیفیت در وضعیت استفاده از ظرفیت حداکثر
- کیفیت «و» = کیفیت در حالت ناپایدار و راه‌بندان

خط محور - خطی است واقع در پلان که مشخصات هندسی امتداد راه را نشان می دهد. خط محور مبنای تعیین فاصله ها است.

نقشه نیمرخ طولی - برش جسم راه در امتداد آن است. این نقشه را به اختصار نیمرخ طولی نیز می گویند.

نیمرخ طولی - خطی است واقع در صفحه قائم که مشخصات هندسی تصویر قائم کف تمام ۴۷ امتداد راه را نشان می دهد. نیمرخ طولی مبنای تعیین ارتفاعات است و به آن خط پروژه نیز می گویند.

قوس افقی - قوسی است که در پلان راه به کار می رود.

قوس ساده - قوس افقی دایره ای شکل است.

قوس مرکب - از ترکیب دو یا چند قسمت دایره ای مماس بر هم تشکیل می شود.

قوس اتصال - قسمتی از منحنی کلوئوئید است که در فاصله بین یک قوس دایره ای و یک امتداد مستقیم یا در فاصله بین دو قوس دایره ای واقع می شود.

قوس قائم - قوسی است که برای تغییر تدریجی شیب طولی در نیمرخ های طولی به کار می رود. قوس قائم معمولاً قسمتی از یک سهمی درجه ۲ است.

قوس قائم مرکب - از ترکیب دو سهمی درجه ۲ مماس بر یکدیگر تشکیل می شود.

رأس قوس - نقطه تلاقی دو امتداد مستقیم مماس بر قوس است.

شیب عرضی - شیب سطح راه در جهت عمود بر امتداد محور آن است.

شیب عرضی در قوس - شیب عرضی است که به منظور بهبود ایمنی در قسمت های قوسی شکل راه اعمال می شود. جهت این شیب به طرف مرکز قوس است.

شیب عرضی مخالف - شیب عرضی در قسمت‌های قوسی است، در صورتی که جهت آن بر خلاف شیب عرضی قوس باشد.

شیب عرضی حداکثر - حداکثر شیب عرضی مجاز در قوس‌ها است.

شعاع حداقل قوس - کمترین شعاعی است که یک قوس افقی می‌تواند داشته باشد بدون آن که ایمنی راه کم شود.

طول سرشکن - طولی از محور راه‌هاست که بین دو شیب عرضی متفاوت در نظر گرفته می‌شود تا تغییر شیب عرضی در طول آن انجام گیرد.

فاصله دید - فاصله‌ای است که در هر نقطه از راه برای راه‌را (۴) وسیله نقلیه قابل رؤیت است.

فاصله دید توقف - حداقل فاصله دید لازم برای متوقف ساختن بی‌خطر وسیله نقلیه در هنگام مواجه شدن با خطرات احتمالی در سطح جاده است. فاصله دید توقف از فاصله تصمیم‌گیری و فاصله ترمزگیری تشکیل می‌شود.

فاصله دید انتخاب - حداقل فاصله دید لازم برای انتخاب نوع عکس‌العمل و انجام آن در وضعیت‌های غیرمنتظره و یا پیچیده است. فاصله دید انتخاب از فاصله تصمیم‌گیری و فاصله عکس‌العمل تشکیل می‌شود.

فاصله تصمیم‌گیری - مسافتی است که از لحاظ برخورد با یک وضعیت جدید تا لحظه شروع اعمال عکس‌العمل نسبت به آن وضعیت، توسط وسیله نقلیه طی می‌شود.

فاصله عکس‌العمل - مسافتی است که وسیله نقلیه در طول مدت عکس‌العمل طی می‌کند. در مورد دید توقف، فاصله ترمزگیری همان فاصله عکس‌العمل است.

فاصله ترمزگیری - مسافتی است که از لحظه شروع ترمزگیری تا توقف کامل، توسط وسیله نقلیه (٪) می‌شود.

فاصله دید سبقت - مسافتی است که وسیله نقلیه از لحظه تصمیم به سبقت گیری تا

لحظه پایان آن طی می کند. فاصله دید سبقت یک نوع فاصله دید انتخاب است.

شیب طولی - شیب سطح تمام شده راه در امتداد محور آن است. شیب طولی راه همان

شیب طولی خط پروژه است.

طول شیب - طولی از راه است که در آن طول، شیب طولی راه تغییر نمی کند. معمولاً این

اصطلاح را در مورد طول هایی از راه که شیب طولی آنها زیاد است، به کار می برند.

حداکثر شیب طولی - شیب طولی است که به کارگرفتن شیب طولی بیش از آن در خط

پروژه مجاز نیست.

حداقل شیب طولی - ۷٪ شیب طولی است که به کارگرفتن شیب طولی کمتر از آن در خط

پروژه مجاز نیست.

قوس گنبدی (محدب) - قوس قائمی است به شکل کوژ یا برآمده.

قوس کاسه ای (مقعر) - قوس قائمی است به شکل کاسه یا گودی.

رابط (ریمپ) - راه معمولاً یک طرفه ای است که دو راه مختلف را به هم ربط می دهد.

رابط ورودی - رابطی است که ترافیک آن به راه مورد نظر وارد می شود. محل ورود ترافیک

را ورودی می گویند.

رابط خروجی - رابطی است که ترافیک آن از راه مورد نظر خارج می شود. محل خروج

ترافیک را خروجی می گویند.

دماغه رابط - محل تلاقی لبه راست جاده راه اصلی و لبه چپ جاده رابط است.

خط نجات - خطی کمکی است که بعد از دماغه رابط خروجی می‌گذارند تا رانندگان وسایل نقلیه‌ای که در محل دهانه رابط خروجی تصمیم خود را عوض می‌کنند و از جاده اصلی خارج نمی‌شوند، برای توقف یا برگشت بی‌خطر به مسیر اولیه خود فرصت داشته باشند.

خط تغییر سرعت - خط $\%$ کمکی (چسپیده به سواره‌رو) است که وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند از جریان اصلی ترافیک جدا و یا به آن ملحق شوند، برای تغییر دادن سرعت خود از آن استفاده می‌کنند. به علاوه، این خط به ترافیک ورودی فرصت می‌دهد تا خود را به جریان اصلی ترافیک وارد کند.

خط افزایش سرعت - خط تغییر سرعت برای ترافیک ورودی است.

خط کاهش سرعت - خط تغییر سرعت برای ترافیک خروجی است.

لچکی - قسمتی از جاده است که در طول آن عرض جاده تغییر می‌کند.

قسمت تداخلی - قسمتی است که در طول آن دو یا چند جریان ترافیک، در طول نسبتاً کوتاهی با عوض کردن خط خود، به منظور تغییر مسیر، از داخل یکدیگر می‌گذرند. در انشعاب‌ها و در جایی که خروجی بعد از ورودی و در نزدیکی آن قرار دارد، قسمت تداخلی* وجود می‌آید.

جاده تقسیم - جاده کمکی یک‌طرفه‌ای است که به موازات جاده اصلی ولی جدا از آن در نظر می‌گیرند تا جریان‌های تداخلی ترافیک در طول آن و خارج از سواره‌رو اصلی انجام شود.

رابط میان‌بر (جهتی) - رابطی است که در آن گردش به چپ‌ها، از کوتاه‌ترین مسیر ممکن صورت می‌گیرد.

رابط چنبری (شبدری) - رابطی است به شکل حلقه که در آن گردش به چپها با تغییر

جهتی حدود ۲۷۰ درجه انجام می شود.

رابط نیمه میان بر (نیمه جهتی) - رابطی است که گردش به چپها در آن از لحاظ میان بر

طولانی تر و از رابط چنبری کوتاه تر انجام می شود.

خلاصه

در این فصل تعاریف و مفاهیم پایه مرتبط با طرح هندسی راه و ترافیک شامل انواع سرعت، حجم و ظرفیت ترافیک، کیفیت های ترافیک، انواع قوس ها، شیب طولی، تقاطع ها و تبادل ها و رابط های آن ها، خطوط تغییر سرعت، فواصل دید و ... ارائه ۷ .

خودآزمایی

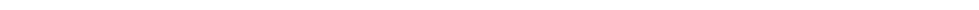
۱. تفاوت سرعت حرکت و سرعت جابجایی چیست؟
۲. منظور از ساعت طرح چیست؟
۳. منظور از ساعت اوج چیست؟
۴. یک نمونه از کاربرد خطوط کاهش و افزایش سرعت در شهرها را بیان کنید؟



فصل دوم

طبقه‌بندی و انواع راه‌های

شهری و برون شهری



اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. طبقه‌بندی* (+ راه‌ها از لحاظ عملکردی

۲. درجه‌بندی* (+ راه‌ها

۳. تعریف راه‌های شریانی و انواع راه‌های شریانی

۴. طبقه‌بندی* (+ راه‌های برون شهری

۵. ارزیابی نقش‌های مختلف راه

۶. طبقه‌بندی* (+ راه‌ها از نظر توپوگرافی

به طور کلی راهها به دو طریق تقسیم * (+ می شوند:

- ۱- طبقه بندی عملکردی: نقش و عملکرد، بستگی به نحوه استفاده از راه دارد.
- ۲- درجه بندی: بستگی به اجزای هندسی و نحوه طراحی (شعاع قوس، سرعت مجاز، ...) دارد.

۱-۲. طبقه بندی و انواع راه های شهری و برون شهری

۱-۱-۲. طبقه بندی راه های شهری

۱-۱-۱-۲. تعریفها و مفاهیم اولیه

راه و خیابان - مجموعه ای است که برای عبور وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه و پیاده احداث می شود. اگر راه از داخل - آبادانی ها عبور کند، به آن خیابان نیز اطلاق می شود، مگر در مورد راه هایی که عملکرد برون شهر + دارند ولی از داخل این مناطق می گذرند (راهها + شریانی درجه ۱) که اطلاق خیابان به آنها معمول نیست.

راه شریانی - راهی است که در طراحی و بهره برداری از آن، اولویت با وسایل نقلیه موتوری است. برای رعایت این برتری و اولویت، عبور پیاده ها از عرض راه، کنترل و تنظیم می شود.

خیابان محلی - خیابانی است که در طراحی و بهره برداری از آن نیازها + وسایل نقلیه موتوری، دوچرخه سوار و پیاده با اهمیت یکسان رعایت می شود. برای رعایت حال پیاده و دوچرخه، سرعت وسایل نقلیه موتوری در این خیابان ها پایین نگه داشته می شود. هسته شهری - قطعه ای از شهر است که هیچ راه شریانی از داخل آن نمی گذرد.

راه‌ها + شریانی را می‌توان به راه‌ها + شریانی درجه ۱ و راه‌ها + شریانی درجه ۲ تقسیم نمود.

راه‌ها + شریانی درجه ۱- راهی است که در طراحی و بهره‌برداری از آن، به جابجایی وسایل نقلیه موتوری برتری داده می‌شود. برای رعایت این برتری، دسترسی وسایل نقلیه موتوری و همچنین عبور پیاده‌ها از عرض راه، تنظیم می‌شود. راه‌ها + شریانی درجه ۱، ارتباط با شبکه راه‌ها + برون‌شهری را تأمین می‌کنند. با اعمال درجات مختلفی در کنترل دسترسی، راه‌ها + شریانی درجه ۱ به آزادراه، بزرگراه و راه عبوری دسته * (+ می‌شوند).

۱- آزادراه- راهی است که در تمام طول آن ترافیک دو طرف به طور فیزیکی از یکدیگر جدا ۴۷ و جریان ترافیک در آن بدون وقفه (آزاد) است؛ یعنی، وسایل نقلیه موتوری، جز در تصادف‌ها و راه* (ها، ناچار به توقف نمی‌شوند. برای تأمین چنین وضعیتی، طراحی و احداث تقاطع هم‌سطح مجاز نیست و نحوه صحیح ورود و خروج وسایل نقلیه طراحی می‌شود.

بزرگراه- راهی است که ترافیک دو طرف آن به طور فیزیکی از یکدیگر جداست و در طول‌ها + قابل ملاحظه‌ای از آن می‌توان جریان ترافیک را پیوسته فرض کرد. برای تأمین چنین وضعیتی، نحوه صحیح ورود و خروج وسایل نقلیه طراحی می‌شود. بزرگراه می‌تواند معدودی تقاطع هم‌سطح داشته باشد. حداقل فاصله مجاز بین دو تقاطع هم‌سطح از یکدیگر در راه‌ها + شریانی از نوع بزرگراه، ۲/۵ کیلومتر است.

راه عبوری- ادامه راه‌ها + برون‌شهری دوخطه دوطرفه در داخل شهرها (+ معمولاً کوچک و متوسط) یا روستاها است به شرط آن که عملکرد عبوری آن‌ها در داخل شهر یا روستا نیز حفظ شود. برای حفظ این عملکرد، ورود و خروج وسایل نقلیه به آن کاملاً تنظیم و طراحی می‌شود. در راه‌ها + عبوری نیز فاصله تقاطع‌ها + هم‌سطح از یکدیگر حداقل ۲/۵ کیلومتر است.

طرح هندسی خیابان های شهری

۲- راه شریانی درجه ۲- راهی است که در طراحی و بهره برداری از آن، به جابجایی و دسترسی وسایل نقلیه موتوری برتری داده می شود. برای رعایت این برتری، حرکت پیاده ها از عرض خیابان کنترل می شود. راهها + شریانی درجه ۲ دارای عملکرد درون شهری اند و شبکه اصلی راه های درون شهری را تشکیل می دهند.

با توجه به موارد ذکر شده، از نظر نحوه تعیین مشخصات هندسی، راهها + شهری را می توان به سه گروه کلی زیر تقسیم* (+ نمود:

- راهها + شریانی درجه ۱

- راهها + شریانی درجه ۲

- خیابانهای محلی

علاوه بر سه گروه اصلی نام برده، از راهها + زیر نیز به عنوان راهها + خاص از معابر

شهری می توان نام برد:

- راهها + ویژه پیاده (پیاده روها)

- راهها + ویژه دوچرخه (دوچرخه ها)

- راهها + ویژه اتوبوس

در شکل های (۲-۱) الی (۲-۴) چند نمونه از خیابان های شهری با عملکردهای مختلف

نشا ۸ داده شده است.



شکل شماره ۱-۲: معبر رسالت در شهر تهران با عملکرد بزرگراهی



شکل شماره ۲-۲: معبر چمران در شهر تهران با خط ویژه اتوبوس



شکل شماره ۲-۳: معبر مطهری در شهر تهران با عملکرد خیابان محلی یک طرفه



شکل شماره ۲-۴: معبر خواجه عبدا... در شهر تهران با عملکرد خیابان محلی دو طرفه

نقش های مختلف راه های شهری [۲]

راه ها + شهری شش نقش اصلی، به شرح زیر، به عهده دارند:

- ۱- فراهم آوردن امکان جابجایی برای وسایل نقلیه موتوری (نقش جابجایی)
- ۲- فراهم آوردن امکان دسترسی وسایل نقلیه موتوری به بناها و تأسیسات (نقش دسترسی)
- ۳- ایجاد بستری برای ارتباطها + اجتماعی نظیر کار، گردش، بازی و ملاقات (نقش اجتماعی)

۴- شکل دادن به ساختار معماری (نقش معماری شهری)

۵- تأثیر در آب و هوای محیط اطراف راه (نقش تأثیرات آب و هوایی)

۶- تأثیر در اقتصاد شهر (نقش اقتصادی).

راهها معمولاً بیش از یک نقشه به عهده می گیرند و بعضی از این نقشها با یکدیگر در تعارض اند. طراح در هنگام تعیین گروه* (+ و همچنین تعیین اجزای راه، می بایست همه نقشهایی که راه عملاً به عهده خواهند گرفت، در نظر بگیرد. بدون چنین توجهی، راه ممکن است نتواند حتی مطابق نقش مورد نظر طراح عمل کند.

نقش جابجایی را می توان با سرعت و میزان ترافیک موتوری اندازه گیری نمود. هرچه تعداد زیادتری وسایل نقلیه بتوانند با سرعت بیشتری جابجا شوند، نقش جابجایی راه بیشتر است.

نقش دسترسی را می توان بر حسب تعداد دسترسیها و امکانات پارکینگ حاشیه ای اندازه گیری نمود. هر چه تعداد تقاطعها، ورودیها و خروجیها + راهی زیادتر باشد، نقش دسترسی آن بیشتر است. همچنین، مجاز بودن پارکینگ حاشیه ای به معنای بیشتر بودن نقش دسترسی است. جابجایی و دسترسی با یکدیگر در تعارض اند و با افزایش نقش یکی، از نقش دیگری کاسته می شود.

نقش اجتماعی خیابان را می توان ۸ بر حسب میزان جداکنندگی آن اندازه گیری نمود. هر چه پیاده روها و دوجرخه سواران بتوانند آسان تر از عرض خیابان عبور کنند، نقش اجتماعی

خیابان بیشتر است. نقش اجتماعی با نقش جابجایی به شدت تعارض دارد. هر چه عرض سواره‌رو، سرعت و حجم ترافیک موتوری زیادتر باشد، آزادی حرکت پیاده‌ها از عرض خیابان کمتر است.

نقش معماری شهری راه‌ها را نمی‌توان جدا از بناها + اطراف آن در نظر گرفت. این نقش را با میزان جذابیت فضایی که راه و بناها + اطراف آن ایجاد می‌کنند و همچنین با تأثیر راه در جهت‌دهی به این فضاها و به شهر اندازه‌گیری می‌کنند.

جهت قرارگیری و طراحی فضاها + راه‌ها و نحوه استقرار بناها + اطراف آن، در آب و هوای محیط اطراف راه تأثیر می‌گذارند. معمولاً، قسمت‌هایی از حریم راه‌ها + شهری به پرورش گل و گیاه اختصاص داده می‌شود. در بافت‌ها + متراکم، خیابان‌ها کانال‌ها + تهویه / و با سرعت بخشیدن به جریان هوای تازه محیط را شاداب می‌کنند. بناها + اطراف، با جلوگیری از وزش بادها + سرد و گرم، محیط محفوظی ایجاد می‌کنند. همچنین خیابان‌ها و بناها + اطراف آن در میزان نور و تنظیم تابش آفتاب تأثیرگذار هستند .

نقش راه‌ها در اقتصاد شهر جنبه‌ها + مختلفی دارد. راه ممکن است جهت توسعه شهر را تحت تأثیر خود قرار دهد و به این ترتیب در افزایش قیمت زمین‌ها و توزیع ثروت تأثیر گذارد. ایجاد محیط‌ها + کار و فعالیت در اطراف راه‌ها، در افزایش درآمدها تأثیرگذار است. از سو + دیگر، احداث، نگهداری و بهره‌برداری از راه‌ها به منابع مالی نیاز دارد و مصرف این منابع، خود در رونق اقتصادی شهر تأثیر دارد.

از شش نقش فوق، سه نقش جابجایی، دسترسی و اجتماعی معیارها + اصلی طبقه * (+ راه‌ها + شهری‌اند. طبقه * (+ راه‌ها + شهری بر اساس اهمیت هر یک از این سه نقش به شرح زیر تعریف می‌شود:

- در راه‌ها + شریانی درجه ۱، جابجایی تنها نقش اصلی است و نقش‌ها + دسترسی و اجتماعی به نفع آن تنظیم می‌شوند.
- در راه‌ها + شریانی درجه ۲، نقش‌ها + جابجایی و دسترسی هر دو اصلی است و نقش اجتماعی راه به نفع این دو نقش تنظیم می‌شود.
- در خیابان‌های محلی، هر سه نقش جابجایی، دسترسی و اجتماعی اصلی‌اند و به آن‌ها توجه یکسان می‌شود. از آنجا که به طور طبیعی، اولویت با وسایل نقلیه موتوری است، رعایت نقش اجتماعی ایجاب می‌کند که سرعت و حجم ترافیک موتوری به شدت کنترل شود.

۲-۲. طبقه‌بندی راه‌های برون‌شهری

۲-۲-۱. آزادراه

راهی با حداقل چهار خط عبور که مسیرها + 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 [۹].

۲-۲-۲. بزرگراه

راهی مانند آزادراه است، ولی با امکانات محدود تقاطع هم‌سطح و دسترسی از حاشیه. کنارگذر: قسمتی از مسیر راه که به جای عبور!! داخل شهر، از خارج محدوده ۲۵ ساله شهر عبور می‌کند.

کمربندی و نیم کمربندی: مسیری است که هسته یا هسته ها + مرکزی شهر را دور زده و از داخل محدوده ۲۵ ساله عبور می کند. کمربندی نقش مهمی در کاهش تراکم شبکه خیابان های شهری دارد.

۲-۲-۳. راه اصلی

راهی با روسازی آسفالتی یا بتنی که برای عبور وسایل نقلیه موتوری و به ندرت وسایل نقلیه غیرموتوری و پیاده در نظر گرفته می شود و جزئی از شبکه سراسری و ملی راههاست. راه اصلی در بسیاری از حالت ها، به صورت دوخطه دوطرفه عمل می کند ولی در موردهایی می تواند به چهارخطه و یا شش خطه پیوسته یا مجزا توسعه یابد. راهها + اصلی را به سه گروه زیر تقسیم* (+ می کنند):

- الف- راه اصلی جداشده با عبورها + مجزا و حداقل دوخطه عبور در هر طرف.
- ب- راه اصلی درجه ۱ دوطرفه با حداقل دو خط عبور با سواره رو به عرض ۳/۶۵ متر برای هر خط عبور و شانه های طرفین به عرض حداقل ۱/۸۵ متر.
- پ- راه اصلی درجه ۲ با سواره رو به عرض ۷ متر با شانه ها + طرفین به عرض حداقل یک متر.

۲-۲-۴. راه فرعی

راه فرعی، ارتباط مراکز جمعیت و تولید داخلی یک منطقه را برقرار می کند و جزئی از شبکه داخلی آن است. راه فرعی عموماً به صورت دوخطه دوطرفه عمل می کند. راه فرعی را به دو گروه زیر تقسیم* (+ می کنند):

الف- راه فرعی درجه ۱ با حداقل دو خط عبور با سواره روی روسازی شده به عرض ۳/۲۵ متر برای هر خط عبور به اضافه شانه های طرفین.

ب- راه فرعی درجه ۲ با دو خط عبور و سواره روی ۷ (ی*ه = رض ۵/۵ متر به اضافه شانه های طرفین).

۲-۲-۵. راه روستایی

نقش این راه، تأمین ارتباط کاملاً محلی و محدود بین روستاها، یا برقراری ارتباط بین روستاها به راهها + فرعی یا اصلی است.

راه دسترسی: راهی است برای تأمین دسترسی به زمین های مجاور یا نزدیک راه.

۲-۳. طبقه بندی راه

در آیین نامه طرح هندسی راهها، راهها + کشور از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه** (+ شده است).

۲-۳-۱. راه هموار (دشتی)

زمین محدوده عبور راه، هموار (دشت) است. شیب عمومی خط بزرگترین شیب محدوده و شیب طولی راه، حداکثر به ۳ درصد می رسد. راه دارای خاکریزها + به بلندی تا ۲/۵ متر و گاهی برشها + کم عمق است.

۲-۳-۲. راه تپه ماهوری

زمین محدوده عبور، پستی و بلندی ملایمی دارد. خط بزرگ ترین شیب، عموماً دارای شیب ۳ تا ۷ درصد است. بلندی خاکریزها گاهی از ۲/۵ متر نیز تجاوز می کند و عمق برشها معمولاً کمتر از ۹ متر است. شیب طولی راه، عموماً از حداکثر مجاز کمتر است.

۲-۳-۳. راه کوهستانی

راه از دامنه کوه، تپه ها + بلند و دره ها + گود می گذرد و گاهی دارای برشها + عمیق و پلها + بزرگ یا خاکریزها + بلند است. میزان سربالایی یا سرازیری خط بزرگ ترین شیب زمین، بیش از ۷ درصد است. شیب طولی راه، در موردها + متعدد و در طولها + قابل ملاحظه، به حداکثر مجاز می رسد.

۲-۳-۴. راه هموار، تپه ماهوری یا کوهستانی با مانع

اگر در محدوده عبور راه، موانعی از قبیل مرداب، شالیزار و جنگل وجود داشته باشد، بسته به مورد، راه از طبقه «هموار با مانع»، یا «تپه ماهوری با مانع» و یا «کوهستانی با مانع» نامیده می شود.

خلاصه

در این فصل ابتدا انواع طبقه * (+ و درجه بندی راهها ارایه شده و سپس انواع راههای شریانی اعم از آزادراه، بزرگراه، راههای محلی و راههای شریانی خاص ارایه ۷. در ادامه به معرفی نقشهای راههای شهری پرداخته شد و سپس طبقه بندی راههای برون شهری از لحاظ هندسی و توپوگرافی ارایه ۷.

۱. دو نمونه از خیابان‌های شهر خودتان که عملکرد بزرگراه دارند را نام ببرید؟
۲. معبر همت در شهر تهران آزادراه است یا بزرگراه؟
۳. راه با مانع به چه راهی گفته می‌شود؟
۴. میزان سربالایی یا سرازیری خط بزرگ‌ترین شیب زمین در راه‌های کوهستانی به چه میزان است؟



فصل سوم
شبکه ارتباطی داخل و
خارج شهرها

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. عملکرد شبکه ترافیک شهری
۲. شبکه دسترسی
۳. سلسله مراتب شبکه ارتباطی از نظر وظیفه و اهمیت
۴. سیستم‌های شبکه ارتباطی
۵. معایب و محاسن انواع سیستم‌ها
۶. نکات اساسی در مورد طراحی شبکه دسترسی

۳-۱. شبکه ارتباطی داخل و خارج شهرها

۳-۱-۱. عملکرد شبکه ترافیک شهری

شبکه ترافیک شهری سه عملکرد اصلی بر عهده دارد: عملکرد ارتباطی، جمع و پخش‌کننده و توقف و پارک. نتیجه و مفهوم کلی که از هر یک از عملکردهای جداگانه ترافیک به دست می‌آید، می‌توان به شرح زیر برشمرد [۱۱]:

۳-۱-۱-۱. تفاوت بین سطوح مورد نیاز به ترتیب درجه اهمیت

- سطوح تردد برای سیستم حمل و نقل دست جمعی مانند اتوبوسرانی، تراموا و غیره.
- سطوح تردد برای ترافیک سریع مانند اتوبان، بزرگراه و کمربندی.
- سطوح تردد برای شبکه دسترسی بین مناطق شهری مبدا و مقصد (مسکونی، کار، خرید و تفریح).
- سطوح مورد نیاز برای ترافیک ساکن (پارکینگ‌ها و توقفگاه‌ها).
- سطوح مورد نیاز برای تردد دوچرخه.
- سطوح تردد برای عابر پیاده.

۳-۱-۱-۲. تفاوت بین نوع حرکت و علت انگیزه آن

تردد تجاری: تهیه و توزیع کالا، حمل و نقل کالا.

تردد شغلی: برای رسیدن به محل کار، این نوع تردد بیشترین نوع تردد بوده، علاوه بر این قسمت اعظم این تردد در ساعت های معینی از روز انجام می گیرد و به وجود آورنده حداکثر بار ترافیکی در شهرهاست.

تردد برای ارایه خدمات: این نوع شامل خدمات آتش نشانی، اورژانس و غیره است. این عملکردهای متفاوت که به وجود آورنده ترافیک هستند در نوع حرکت، زمان، جریان، مبدا و مقصد با هم اختلاف کلی دارند و در شبکه قدیمی شهرها، نمی توانند هر یک جداگانه سطوح مورد نیاز خود را داشته باشند، به همین دلیل، مزاحم همدیگر بوده و با هم مرتب در اصطکاک هستند. بدین علت، در طراحی شبکه ارتباطی، اولین شرط عملکرد صحیح آن است که ترافیک روان و بدون اصطکاک جریان داشته باشد.

۲-۳. شبکه دسترسی [۱۱]

شبکه ارتباطی شهرها از شبکه ارتباطی سواره سریع که جنبه غیرمحلی دارد و شریان های ظریف شبکه دسترسی که مبدا و مقصد ترافیک در آن می باشد و جنبه محلی دارد، تشکیل ۴۷ است. (عبارت دسترسی به طور کلی جهت شبکه ارتباطی و شبکه دسترسی خدمات شهری از قبیل برق، گاز، آب و شبکه دسترسی دفع فاضلاب به کار برده می شود).

در طرح جامع شهرها، فقط سطوح معابری که جنبه غیرمحلی داشته و معابر اصلی مشخص می شوند، یعنی معابری که بیشتر عملکرد ارتباطی را به عهده دارند. در مقابل، در طرح های تفصیلی کلیه سطوح ترافیکی به خصوص آن هایی که مقصد را تعیین می کنند و سطوح دیگر را با سطوح ترافیکی ارتباط می دهند، مشخص می شود.

در آغاز هر طرح شهرسازی، همزمان با تفکر و بررسی در مورد طرح بناها و بافت معماری آن، لازم است این سؤال مطرح شود که چه نوع سیستمی برای موقعیت آن منطقه

مناسب خواهد بود. زیرا سیستم شبکه دسترسی و نوع معماری بناها متقابلاً بر هم تاثیرگذارند. به همین دلیل، بررسی همزمان در هر دو مورد ضروری است. سیستم‌هایی که شرح آن خواهد آمد فقط به صورت نظریه‌ای است و در اجرا نمی‌توان به آن‌ها صورت تحقق داد، زیرا موقعیت هر منطقه و وضعیت موجود آن، راه‌حل‌های تلفیقی متفاوت و متنوع زیادی را ارائه می‌دهد. برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب شبکه‌ای متناسب با وضعیت و موقعیت محدوده طرح باید نکات زیر را مورد توجه قرار داد:

وسعت منطقه، بافت طراحی شده منطقه، موقعیت منطقه نسبت به مناطق مجاور خود، موقعیت منطقه نسبت به شبکه ارتباطی غیرمحلی، موقعیت منطقه نسبت به فضاهای باز و تفریحی، توپوگرافی منطقه، وضعیت شبکه تأسیسات شهری، حجم ترافیک مورد انتظار و دسترسی به خطوط اتوبوسرانی شهر + همچنین در طراحی جزئیات شبکه دسترسی، باید از یک طرف، مقرون به صرفه بودن طرح را مورد بررسی قرار داد (هزینه زیاد شبکه باعث افزایش قیمت زمین خواهد شد که اثر مستقیمی بر روی اجاره بهای مسکن خواهد داشت) و از طرف دیگر، نباید فراموش نمود که سطح شبکه دسترسی و حجم بناها با هم فضاهای باز را به وجود می‌آورند که در کیفیت محدوده مسکونی و کلاً سیمای یک شهر بسیار موثرند. بنابراین بایستی سطوح دسترسی، جذاب، دلپذیر و متنوع طراحی شوند و با حجم بناها یک بافت پر از فضاهای عمومی و خصوصی (فضاهایی جهت یک زندگی اجتماعی) تشکیل شود. باید از ایجاد محدوده‌هایی که کیفیت خصوصی و عمومی آن مشخص نبوده و نمی‌توان به آن‌ها نظم و ترتیبی داد یا این‌که اصلاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و یا اگر استفاده شوند، صرفاً به علت ناچاری است، اجتناب نمود و حریم‌هایی را که مورد استفاده به خصوصی دارند، توسط المان‌های طراحی از همدیگر جدا ساخت (حصار، تیر مانع، تابلو

راهنمایی و این گونه وسایل اضطراری را نباید مورد استفاده قرار داد، برای این کار باید از المان های طراحی مانند حجم بناها، به ویژه از گیاهان و درختان مناسب استفاده نمود.

سلسله مراتب شبکه ارتباطی که بیشتر جنبه غیرمحلی دارد عبارتند از:

۱- آزادراه (اتوبان).

۲- بزرگراه (اتوبان شهری).

۳- خیابان اصلی درجه یک (عبوری) یا شاهراه.

۴- خیابان اصلی.

سلسله مراتب شبکه دسترسی سواره که جنبه محلی دارد:

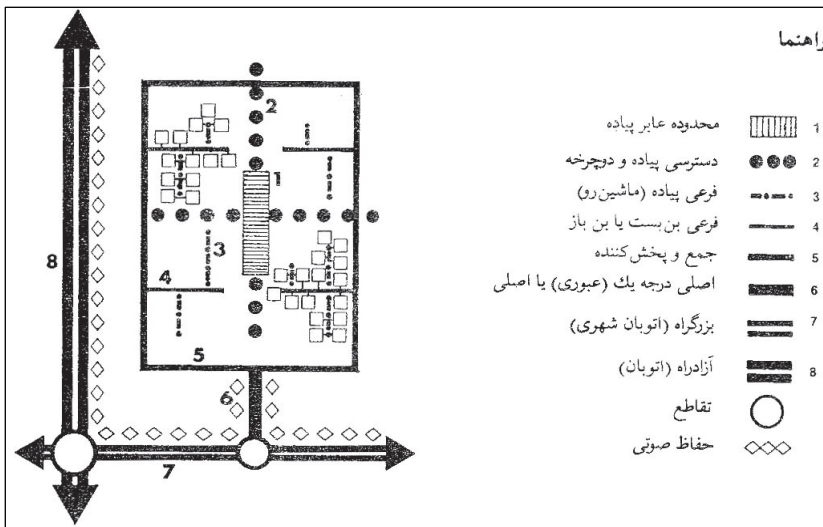
۱- خیابان جمع و پخش کننده.

۲- خیابان فرعی بن باز و فرعی بن بست (ارتباط مستقیم به واحدهای مسکونی).

۳- فرعی پیاده (ماشین رو).

در شکل شماره (۳-۱) سلسله مراتب دسترسی به صورت شماتیک نشان داده شده

است.



شکل شماره ۳-۱: سلسله مراتب دسترسی به صورت شماتیک [۱۱]

۳-۳. سلسله مراتب شبکه ارتباطی از نظر وظیفه و اهمیت

آزادراه یا اتوبان: این راه برقراری ارتباط سریع بین شهرهای منطقه و یا کشور را فراهم می‌سازد، چنین راهی دارای کنترل کامل دسترسی بوده و در طراحی آن دسترسی مستقیم به اراضی مجاور منظور نمی‌شود. وجه تمایز عمده آزادراه در این راه است که آزادراه در یک مسیر مجزا (از دیگر جرایانات ترافیک) جریان دارد.

بزرگراه یا اتوبان شهری: این راه برقراری ارتباط سریع بین مناطق عمده یک شهر را فراهم می‌سازد. تقاطع‌های این خیابان باید به صورت غیرهم‌سطح بوده و ورودی‌های آن بسیار محدود باشد، به طوری که فقط خیابان‌های اصلی به آن اتصال پیدا کنند تا بازده این قبیل مسیرها به علت ورودی و خروجی‌های متعدد کاهش نیابد. چنانچه اتوبان شهری از مسیر جنگلی یا تفریحی عبور کند، آن را "بیشه‌راه" می‌نامند که واژه معادل آن Park-Way است.

خیابان اصلی درجه یک عبوری یا شاه‌راه: این خیابان برقراری ارتباط بین بزرگراه و خیابان‌های جمع‌کننده و یا مراکز اصلی ثقل و محلات بزرگ یک شهر را فراهم می‌سازد. در یک چنین خیابانی، امکان دسترسی مستقیم به اراضی مجاور از طریق کندرو وجود دارد. چنین خیابانی، مشمول اجرای مقررات کنترل پارکینگ و غیره بوده و نوع تقاطع‌ها هم‌سطح است. (با در نظر گرفتن سلسله مراتب شبکه) جهت افزایش بازده این گونه خیابان‌ها لازم است کلیه تقاطع‌ها به چراغ راهنمایی مجهز باشند و با استفاده از یک مرکز فرماندهی مشترک، امکان استفاده از "موج سبز" ایجاد شود.

خیابان اصلی: این خیابان برقراری ارتباط بین بزرگراه و خیابان جمع و پخش کننده و مراکز ثقل و محلات شهر را برقرار می سازد. در این خیابان امکان دسترسی به کاربری های شهری به طور مستقیم وجود دارد و نوع تقاطع ها هم سطح و با رعایت سلسله مراتب شبکه است. در شهرهای متوسط و کوچک ایران، معمولاً خیابان اصلی، نقش خیابان اصلی درجه یک عبوری و یا شاهراه را به 4×6 دارد.

خیابان جمع و پخش کننده: این خیابان ارتباط بین خیابان های اصلی و خیابان های فرعی (محلی) و یا محله های مجاور را برقرار می سازد. این گونه خیابان ها ترافیک چند خیابان فرعی را جمع آوری نموده به خیابان اصلی و یا خیابان اصلی درجه یک عبوری منتقل می نماید. امکان دسترسی مستقیم به کاربری های شهری پیرامونی به طور مستقیم وجود دارد. نوع تقاطع ها هم سطح بوده و در تقاطع با خیابان اصلی از چراغ راهنمایی استفاده می شود.

در ایران مرز میان خیابان های فرعی و جمع و پخش کننده به درستی مشخص نیست. این گونه خیابان ها به هیچ وجه نباید در اختیار ترافیک عبوری قرار گیرند.

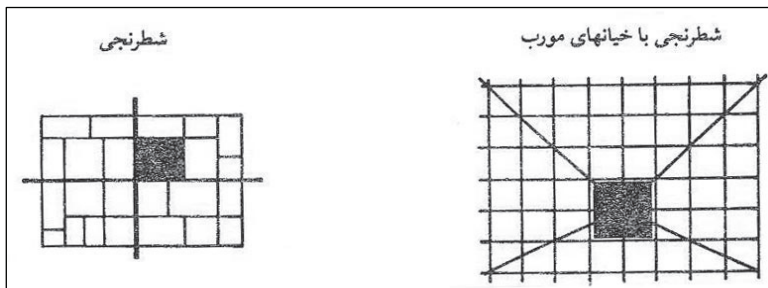
خیابان فرعی بن باز و بن بست (محلی): این خیابان ۸ برقراری ارتباط بین واحدهای هم جوار و همچنین امکان دسترسی به مناطق مسکونی، تجاری، صنعتی یا دیگر اراضی مجاور را فراهم ساخته و به خیابان جمع و پخش کننده و یا خیابان اصلی مربوط می شود. امکان دسترسی به کاربری های پیرامونی در این نوع خیابان ها به طور مستقیم وجود دارد و نوع تقاطع ها هم سطح است. خیابان های فرعی محلی نباید در اختیار ترافیک عبوری قرار گیرند.

فرعی پیاده (ماشین‌رو): فرعی پیاده، معابر کم عرضی هستند که در داخل بلوک‌های ساختمانی، جهت دستیابی به اماکن مجاور مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گونه معابر در مواقع اضطراری (اتومبیل‌های آتش‌نشانی و اورژانس) می‌تواند ماشین‌رو باشد. دسترسی پیاده و دوچرخه: این مسیر فقط جهت عابر پیاده و دوچرخه در نظر گرفته می‌شود و در حریم یک خیابان سواره قرار ندارد، اغلب در این معبر در مورد تقاطع‌هایی که مسیر سواره را قطع می‌کنند، از روگذر و یا زیرگذر استفاده می‌شود. این گونه معابر از داخل پارک‌ها و فضاهای سبز عبور کرده و بلوک‌های مسکونی را به مرکز محلات (مراکز تجاری) مربوط می‌سازند.

۳-۴. سیستم‌های شبکه ارتباطی

سه نوع سیستم شبکه ارتباطی متفاوت از هم وجود دارد [۱۱]:
الف) سیستم شعاعی: خیابان‌ها از یک هسته مرکزی منشعب می‌شوند. توسعه، توسعه ادامه خیابان‌ها و یا شعاع‌های فرعی دیگری که اضافه می‌شوند، به صورت محدود امکان‌پذیر است. پیوند شبکه با یکدیگر از طریق هسته مرکزی صورت می‌گیرد. فرم شهر به صورت ستاره‌ای است. اغلب شهرهای قدیمی با بافت ارگانیک دارای این سیستم شبکه می‌باشند. این سیستم امروزه با ترافیک موجود دارای معایب زیادی است. (مانند شبکه ارتباطی شهر مقدس مشهد).

ب) سیستم شطرنجی: سیستمی است غیرمرکزی. در این سیستم تعداد زیادی گره یا نقطه تقاطع وجود دارد. کلیه نقاط توسط شبکه پوشش شده و توسعه شبکه به هر سمت و به طور نامحدود به صورت نظری امکان پذیر است. در مناطق مرکزی و یا تجاری مسیرهای فراوانی برای تردد وجود خواهد داشت. از خیابان های مورب جهت کوتاه کردن راه های دور و سفرهای طولانی استفاده می شود، اگرچه خیابان های مورب باعث به وجود آمدن تقاطع های متراکم و نامتعادلی خواهند شد. (مانند بیشتر شهرهای ایران همچون ایلام، شهرکرد و تهران). در شکل شماره (۲-۳) سیستم شطرنجی شبکه های شطرنجی شهری نشان داده ۴۷ است.



شکل شماره ۲-۳: سیستم شطرنجی شبکه شهری

سیستم حلقوی (رینگ سیستم): در شهرهایی که شبکه آن ها شعاعی است، امروزه سعی شود جهت غیرمرکزی نمودن شبکه، قسمت هایی از معابری که شعاع ها را با هم مرتبط می سازند و در بافت قدیم شهر به صورت معابر تنگ و فرعی وجود دارند، به صورت خیابان های عریض و حلقه ای شکل (رینگ) تغییر دهند. اگرچه تخریب بناهایی که در مسیر قرار می گیرند، ناخوشایند می باشد ولی غیرقابل اجتناب است. با به وجود آمدن این گونه حلقه ها قسمت اعظم تردد وسایط نقلیه دور مرکز شهر انجام خواهد گرفت و میدان های تاریخی و مرکزی شهر و بخش تجاری را می توان به عنوان مسیر عابر پیاده و خالی از تردد وسایط نقلیه در نظر گرفت.

در این سیستم، حلقه‌ها توسط شعاع‌ها قابلیت عملکرد پیدا می‌کنند و تعداد حلقه‌ها نمودار توسعه شهر است. (مثال شبکه ارتباطی شهر همدان).

۳-۵. معایب و محاسن سیستم‌ها

۳-۵-۱. سیستم شطرنجی

محاسن [۱۱]

- سفرهای کوتاه برای انواع ترافیک.
- امکان تغییر مسیر در هنگام راه‌بندها در سر چهارراه‌ها و تقاطع‌ها.
- تقسیم متعادل ترافیک.
- تعمیر و نوسازی معابر بدون مزاحمت و اشکال به صورت قطعه*+.

معایب

- عموماً پخش بدون کنترل وسایط نقلیه در تمام جهات.
- تردد وسایط نقلیه غیرمحلی به مناطق و نواحی درونی و ایجاد مزاحمت برای واحدهای مسکونی.
- تعداد زیاد تقاطع‌ها و خطر تصادفات.
- کاهش امنیت عابر پیاده به جهت تقاطع‌های زیاد معابر پیاده و سواره.
- خطر برای کودکان در هنگام بازی.

- هزینه زیاد شبکه به جهت دوبله بود ۸ خیابان ها.
- با تغییراتی در فرم و طبقه* (+ کردن معابر، می توان تا حدودی اشکالات و معایب شبکه شطرنجی را برطرف نمود.

۳-۵-۲. سیستم حلقوی یا رینگ سیستم

الف. سیستم حلقه داخلی

محاسن

- اگر موقعیت در دره قرار گرفته باشد، جمع آوری آب های سطحی و هدایت فاضلاب به سهولت امکان پذیر است.
- در مرکز محدوده دسترسی سواره وجود نداشته و اختصاص به عابر پیاده دارد.
- ارتباط مناسب مناطق مسکونی خارج از حلقه با مناطق اطراف خود.
- تردد وسایط نقلیه غیر محلی در خیابان های فرعی وجود ندارد.
- شرایط مناسب برای وسایط حمل و نقل عمومی (اتوبوسرانی)، مناطق دو سمت حلقه تحت پوشش قرار خواهند داشت.

معایب

- شبکه دسترسی پیاده مناطق مسکونی خارج از حلقه داخلی (خیابان جمع و پخش کننده)، برای رسیدن به بخش مرکزی باید حلقه داخلی را قطع نماید. حلقه داخلی با تردد سنگین خود عاملی برای ایجاد خطر جهت عابرین می شود.
- مزاحمت و آلودگی های ناشی از تردد وسایل نقلیه (دود، گاز و صوت) برای زمین های مجاور خیابان جمع و پخش کننده وجود خواهد داشت.
- وجود بار ترافیک بسیار سنگین در چهارراهها و تقاطع های بخش مرکزی.

- فاصله کم تقاطع‌ها در خیابان جمع و پخش‌کننده (حلقه داخلی) باعث راه‌بندان خواهد
۷.

- احتمال تردد وسایط نقلیه افراد غیرمحلی در خیابان جمع و پخش‌کننده (حلقه داخلی)،
چنانچه حلقه داخلی دو طرف خیابان اصلی (غیرمحلی) اتصال داشته باشد.

ب. سیستم حلقه خارجی

محاسن

- موقعیت رأس تپه، جمع‌آوری آب‌های سطحی و هدایت فاضلاب را به سهولت امکان‌پذیر
می‌سازد.

- تردد وسایط نقلیه غیرمحلی در خیابان‌های فرعی وجود نخواهد داشت.

- موقعیت مناسب جمع و پخش‌کننده (حلقه خارجی) که دارای تردد نسبتاً سنگینی است
در مرز محدوده.

- دسترسی به مرکز محدوده توسط شبکه ارتباطی پیاده (بدون آن که توسط شبکه سواره
قطع شود).

- جداسازی نسبتاً مطلوب شبکه ارتباطی سواره و پیاده.

- زیادی تقاطع‌ها سه‌راهی به جای چهارراه.

معایب

- جدا شدن مناطق مسکونی داخل حلقه، توسط خیابان جمع و پخش‌کننده (حلقه
خارجی) از مناطق اطراف.

- طولانی شدن سفرها با وسیله نقلیه در تردهای محلی.

- مزاحمت و آلودگی‌های ناشی از وسایط نقلیه (ناز، دود، گرد و غبار و سر و صدا)، برای
زمین‌های مجاور خیابان جمع و پخش‌کننده

- وجود شرایط نامناسب برای وسایل نقلیه حمل و نقل عمومی (اتوبوسرانی) به جهت پوشش یک طرف منطقه.
- اقتصادی نبودن این سیستم نسبت به سیستم های دیگر.
- احتمال تردد وسایل نقلیه افراد غیرمحلی در خیابان جمع و پخش کننده (حلقه خارجی)، چنانچه حلقه از دو طرف به خیابان اصلی غیرمحلی اتصال داشته باشد.

پ. سیستم انشعابی (شاخه ای)

محاسن

- جمع آوری آب های سطحی و فاضلاب در انشعاب تنگ دره، موقعیت مناسبی را ایجاد می کند.
- جداسازی دسترسی شبکه سواره و پیاده به صورت نسبتاً مطلوبی امکان پذیر است.
- امکان ارتباط دادن قسمت هایی از محدوده اطراف سایت با شبکه، بدون آن که معابر همدیگر را قطع نمایند.
- امکان تردد افراد غیرمحلی در سایت وجود ندارد.
- موقعیت مناسب معبر جمع و پخش کننده در مرز محدوده که دارای تردد سنگینی است.
- زیادی تقاطع های سهراهی به جای چهارراه.
- احتمال تردد وسایل نقلیه افراد غیرمحلی در خیابان جمع و پخش کننده بسیار کم خواهد بود.

معایب

- طولانی بودن مدت سفرها با وسیله نقلیه در تردهای داخل محدوده.

- احتمال تراکم ترافیک در محل اتصال خیابان جمع و پخش کننده با خیابان اصلی با درجه بندی بالاتر وجود نخواهد داشت.
- مزاحمت و آلودگی ناشی از تردد وسایط نقلیه در قسمت هایی از خیابان جمع و پخش کننده وجود خواهد داشت.
- شرایط نامناسب برای وسایل نقلیه حمل و نقل عمومی (اتوبوسرانی)، به علت آن که خیابان جمع و پخش کننده به صورت فرعی بن بست عمل می کند.
- برای جزئیات بیشتر در خصوص محاسن و معایب سایر سیستم های شبکه شهری به کتاب شبکه ارتباطی در طراحی شهری مراجعه شود.

۳-۶. نکاتی در مورد طراحی شبکه دسترسی

- مواردی که در تصمیم گیری برای انتخاب و تعیین ابعاد معابر شبکه دسترسی و تطبیق آن با نیازمندی های محیط اطراف (بناها) و همچنین ترافیک محلی تاثیرگذار است، بدین قرار است:
- فرم و تراکم بناهایی که در محدوده شبکه دسترسی قرار دارند و شبکه دسترسی، آن ها را پوشش می دهد.
 - مسیر خیابان (طول، هدایت و خوانایی).
 - اولویت عملکرد ترافیکی (نوع، فرم و مقدار ترافیک).
 - نحوه قرارگیری پارکینگ ها و گاراژها (به صورت تقسیم شده در چند مکان و یا به صورت متراکم در یک مکان).
 - اولویت استفاده از فضاهای عمومی (برای استفاده ترافیکی یا در ارتباط با نیازهای مسکونی).

- شکل و فرم مورد نظر، برای فضای خیابان و بناهای محدوده اطراف.

خلاصه

در این فصل ابتدا عملکرد شبکه ترافیک شهری و تفاوت بین سطوح مورد نیاز و نوع حرکت ارایه ۷. در ادامه به تعریف شبکه دسترسی و سلسله مراتب شبکه ارتباطی از نظر وظیفه و اهمیت پرداخته شد.

در انتها معرفی انواع سیستم های شبکه ارتباطی شهری ارایه ۷ و معایب و محاسن هر یک بیان گردید.

خودآزمایی

۱. سیستم شبکه ارتباطی شهر شما از چه نوعی است؟
۲. سیستم شبکه ارتباطی شهر مشهد از چه نوعی است؟
۳. چند نمونه از مواردی که در تصمیم گیری برای انتخاب و تعیین ابعاد معابر شبکه دسترسی و تطبیق آن با نیازمندی های محیط اطراف (بناها) و همچنین ترافیک محلی تاثیرگذار است، را نام ببرید.
۴. سیستم انشعابی (شاخه ای) به چه سیستمی گفته می شود؟



فصل چهارم

ضوابط اجزاء و استانداردهای

طرح هندسی راه‌های شهری



اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. وسیله نقلیه تیپ طراحی
۲. اصول تعیین سرعت طرح
۳. سرعت طرح و سرعت مجاز
۴. پلان راه
۵. تعریض خط در قوس‌ها
۶. محدودیت دید افقی در قوس‌ها
۷. هماهنگی اجزای پلان
۸. نیمرخ طولی
۹. هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

۴-۱. ضوابط اجزاء و استانداردهای طرح هندسی راه های شهری

۴-۱-۱. وسیله نقلیه تیپ طراحی

ابعاد و خصوصیات فیزیکی وسایل نقلیه در طرح اجزای هندسی راه تأثیر می گذارند [۹]. قسمت ها + مختلف راه باید با توجه به خصوصیات وسایل نقلیه عمده ای که از راه استفاده می کنند، طرح شود.

طرح هماهنگی و متناسب ضمن جلوگیری از ایجاد فضاها + غیرضروری و بیهوده، فضای لازم برای حرکت آسان و روان وسایل نقلیه و همچنین دسترسی راحت آن ها به آبادانی ها + اطراف را فراهم می سازد. ضرورت تأمین فضای کافی برای حرکت روان وسایل نقلیه کاملاً آشکار است. اما، این مطلب باید مورد توجه قرار گیرد که انتخاب ابعاد زیادتر از حد لازم نیز به عملکرد راه صدمه می !! . مثلاً، همان طور که عرض کم خط، حرکت وسایل نقلیه عریض را مشکل می کند، عرض بیش از حد نیز نظم ترافیک را بر هم می !! . شعاع کم قوس در تقاطع ها، حرکت وسایل نقلیه طویل را مشکل می سازد، در حالی که شعاع بزرگ تر از حد نیاز هم با تشویق رانندگان به سرعت زیاد ممکن است از ایمنی تقاطع بکاهد.

انواع وسایل نقلیه با ابعاد و خصوصیات هندسی متفاوت از شبکه راه ها + شهری استفاده می کنند. برای در نظر گرفتن نقش آن ها در طراحی راه ها، تعیین وسیله نقلیه تیپی که بتواند از نظر ابعاد و مسیر گردش ها نماینده نوع خود باشد، ضروری است. لازم نیست که ابعاد وسیله نقلیه تیپ با ابعاد یک وسیله نقلیه واقعی منطبق باشد.

در انتخاب وسیله نقلیه تیپ، طراح باید وسایل نقلیه موجود و همچنین وسایل نقلیه ای را که انتظار می رود در آینده از طرح مورد نظر استفاده کنند، در نظر بگیرد.

در راه‌ها + شهری، پنج وسیله نقلیه تیپ به شرح زیر تعریف می‌شود:

- سواری
- کامیون
- اتوبوس
- اتوبوس مفصلی
- تریلی

الف. سواری تیپ

این وسیله نقلیه به طول $5/70$ متر و عرض $2/10$ متر، نماینده انواع وسایل نقلیه زیر است:

- سواری‌ها
- وانت‌ها
- آمبولانس‌ها

ب. کامیون تیپ

طول کامیون تیپ ۹ متر و عرض آن $2/60$ متر است. این وسیله نقلیه نماینده انواع وسایل

نقلیه زیر است:

- کامیون‌های شش چرخ و ده چرخ
- اتوبوس‌ها + کوچک شهری
- مینی‌بوس‌ها

پ. اتوبوس تیپ

طول اتوبوس تیپ ۱۲ متر و عرض آن ۲/۶ متر است. این وسیله نماینده انواع وسایل نقلیه زیر است:

- اتوبوس ها + شهری یک طبقه
- اتوبوس ها + بین شهری
- اتوبوس ها + دو طبقه

ت. اتوبوس مفصلی تیپ

اگر چه شعاع گردش لازم برای اتوبوس ها + مفصلی کمتر از شعاع گردش برای اتوبوس ها + ساده است، ولی گردش آن ها سطح بیشتری می گیرد. شبکه اتوبوسرانی (مسیر، ایستگاه و پایانه) که انتظار می رود مورد استفاده اتوبوس ها + مفصلی قرار گیرد، باید با توجه به ابعاد و مسیر گردش اتوبوس تیپ و همچنین اتوبوس مفصلی تیپ طراحی شود.

ث. تریلی تیپ

تریلی تیپ، وسیله نقلیه ای می باشد که نماینده همه یدک کش هایی است که کالا حمل می کنند.

برای آشنایی با شعاع گردش طراحی وسایل نقلیه مختلف به آیین نامه ها + زیر مراجعه فرمایید:

(۱) آیین نامه طراحی راه ها + شهری

(۲) آیین نامه طرح هندس. / راه ها نشریه شماره ۱۶۱

۴-۲. اصول تعیین سرعت طرح

پس از آن که طبقه* (+ راه و نحوه کنترل دسترسی ها تعیین شد، طراح باید سرعتی را به عنوان سرعت طرح انتخاب کند و آن را مبنای طراحی قرار دهد. سرعت طرح را بر اساس حداکثر سرعت مجاز مورد نظر و حداکثر سرعت مجاز را با توجه به سرعت جابجایی مورد انتظار مردم از یک طرف و محدودیت ها + مالی، فنی، اجرایی و زیست محیطی از سوی دیگر، تعیین می کنند.

سرعت جابجا شدن مهم ترین عاملی است که استفاده کنندگان در اندازه گیری کیفیت یک سیستم جابجایی در نظر می گیرند. اما باید توجه داشت که انتظارات گروه ها + مختلف اجتماعی در مورد سرعت جابجایی متفاوت است. هر چند در طراحی شبکه و مدیریت ترافیک خواست ها + همه گروه ها باید مورد توجه قرار گیرد، اما از نظر علمی و اقتصادی نمی توان انتظارات همه گروه ها را کاملاً برآورده کرد. حتی با تخصیص منابع مالی بسیار و به بهای تخریب محیط زیست نیز نمی توان انتظارات کسانی را برآورد که می خواهند بسیار تندتر از دیگران برانند و با سرعتی بیشتر از امکانات جامعه به مقصد برسند.

علاوه بر محدودیت ها + فیزیکی و مالی، عامل مهم دیگری نیز سرعت شبکه ها + حمل و نقل شهری را محدود می کند و آن حفظ محیط زیست شهری است. راه، به طور مستقل هدف نیست و اگر موجب کاهش کیفیت زندگی و سطح رفاه ساکنان اطراف شود، باید به ضرورت وجودش شک کرد. تامین جابجایی سریع ترافیک موتوری با کیفیت زندگی در داخل و در مجاور محلات مسکونی در تضاد است. در حالی که استفاده کنندگان، از

طرح هندسی خیابان های شهری

شبکه ها + جابجایی انتظار دارند که با سرعت زیاد و در زمانی کوتاه فاصله بین دو نقطه شهری را طی کنند، همین افراد در محل سکونت خود، با سرعت زیاد وسایل نقلیه مخالفند و آن را متضاد با آرامش و کیفیت زیستی محله می دانند.

هدف عمده طرح ریزان شهری و طراحان سیستمها + حمل و نقل، ایجاد تعادل بین خواست ها + جابجایی از یک سو و ارزش ها + زیست محیطی و سیمای شهری از سوی دیگر است. انتخاب سرعت حرکت وسایل نقلیه باید در جهت رسیدن به چنین تعادلی باشد و برای رسیدن به این اصل، بایستی اصول زیر را در انتخاب سرعت طراحی رعایت نمود:

اصل اول: طبقه بندی راه ها به شریانی و محلی

در راه ها + شریانی، نیازها + ترافیک موتوری و در راه ها + محلی، رعایت محیط زیست شهری عامل اصلی تعیین سرعت طرح است.

اصل دوم: انتخاب سرعت طرح اقتصادی و در عین حال واقع بینانه برای راه های شریانی

در راه ها + شریانی، محدودیت ها + فیزیکی، مالی، فنی و اجرایی عامل محدود کننده سرعت طرح است. عموماً، انتخاب سرعت ها + طرح زیاد برای راه ها + شهری اقتصادی نیست. از طرف دیگر، اگر حداکثر سرعت مجاز واقع بینانه انتخاب نشود، یعنی با عملکرد راه و انتظارات اکثر عمده رانندگان سازگار نباشد، عموماً رعایت نمی شود و اعمال کردن آن ساده نیست.

اصل سوم: انتخاب سرعت طرح کم برای خیابان های محلی

برای خیابانهای محلی سرعت طرح کم (۳۰ کیلومتر در ساعت و کمتر) انتخاب می شود و شکل شبکه، اجزای طرح و طراحی محیط اطراف راه به نحوی انجام می شود که رانندگان وسایل نقلیه موتوری، به طور فیزیکی و روانی، وادار به کاهش سرعت شوند. به عبارت دیگر، حداکثر سرعت مجازی که به دلیل رعایت نیازها + زیست محیطی پایین انتخاب شده با طراحی مناسب راه و اطراف آن برای رانندگان منطقی به نظر می رسد. یعنی، اکثر قریب به اتفاق رانندگان آن را رعایت می کنند.

۳-۴. سرعت طرح و سرعت مجاز

۱-۳-۴. سرعت مجاز

رانندگان وسایل نقلیه عموماً سرعت خود را فقط بر اساس خصوصیات هندسی راه یا حداکثر سرعت مجاز آن انتخاب نمی کنند. بلکه مجموعه خصوصیات راه و محیط اطراف آن است که تصویری از سرعت ایمن به رانندگان وسایل نقلیه می دهد.

سرعت مجاز بایستی واقع بینانه انتخاب شود. یعنی، نباید تصویری که مجموعه راه و محیط اطراف آن از سرعت مناسب در ذهن راننده ایجاد می کند، با سرعت مجاز تفاوت زیادی داشته باشد. مثلاً، رانندگان تمایل دارند در مسیرها + مستقیم و خلوت سریع تر برانند، حتی اگر این مسیر یک خیابان محلی باشد. بنابراین، در خیابانهای محلی، باید با طراحی مجموعه راه و اطراف آن، محیط را با سرعت مجاز مورد نظر متناسب کرد. راهها + شریانی نیز مجموعه مسیرگذاری، محیط شهری و کاربریها + اطراف راه، مدیریت ترافیک، طبقه (+ راه و نهایتاً حداکثر سرعت مجاز تعیین شده، تصویری از سرعت مناسب به راننده می دهد. این تصور نباید با حداکثر سرعت مجاز تفاوت زیادی داشته باشد.

سرعت ۸۵٪ را می توان به عنوان معیاری برای سنجش واقعی بودن حداکثر سرعت مجاز به کار گرفت. بر این مبنای، حداکثر سرعت مجاز در صورتی واقع بینانه است که به سرعت ۸۵٪ در اوقات خلوت نزدیک باشد. در چنین وضعیتی، که کمتر از ۱۵ درصد رانندگان با سرعتی بیش از سرعت مجاز حداکثر تردد می کنند، سرعت مجاز را می توان واقع بینانه دانست.

۴-۳-۲. سرعت طرح

در راه ها + شریانی، سرعت همیشه باید حداقل ۱۰ کیلومتر در ساعت بیشتر از سرعت مجاز در نظر گرفته شود. توصیه می شود سرعت طرح قسمت ها + اصلی راه ها + شریانی درجه ۱ که جدیداً طراحی می شوند، در صورتی که موجب افزایش زیاد هزینه ها نشود، ۲۰ کیلومتر بیشتر از سرعت مجاز آن ها در نظر گرفته شود. در خیاباها ۸ + محلی سرعت طرح برابر سرعت مجاز آن ها در نظر گرفته می شود.

در جدول (۴-۱) محدوده سرعت مجاز و سرعت طرح انواع راه ها + شریانی بر اساس آیین نامه طراحی راه ها + شهری ارائه شده است.

جدول شماره ۴-۱: سرعت های مجاز و سرعت های طرح پیشنهادی برای انواع راه های شهری [۱]

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	سرعت مجاز (کیلومتر بر ساعت)	درجه بندی راه	طبقه بندی راه
۱۰۰ تا ۱۳۰	۷۰ تا ۱۱۰	آ!ادراه	راه ها + شریانی درجه ۱
۸۰ تا ۱۰۰	۷۰ تا ۹۰	*نزر:راه	
۷۰	۵۵	اصلی	راه ها + شریانی درجه ۲
۵۰	۴۰	فر =٪	
۴۰	۳۰	اصلی	خیاباها ۸ محلی
۴۰	۳۰	فر =٪	

۴-۴. پلان

مشخصات هندسی پلان مسیر در روی نقش‌ها + به نام «پلان هندسی» تعیین می‌شود. پلان هندسی باید چنان کامل باشد که بتوان شکل کامل مسیر را با تمام جزئیات هندسی آن، با دقت مناسب، از روی نقشه به روی زمین پیاده کرد.

برای هر امتداد معمولاً یک خط محور در نظر می‌گیرند. اما هر جا سادگی پلان و همچنین سادگی پیاده کردن ایجاب کند، می‌توان بیش از یک خط محور در یک امتداد در نظر گرفت. توصیه می‌شود که برای هر یک از سواره‌روها + آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها خط محور جداگانه‌ای منطبق بر خط پروژه آن‌ها، در نظر بگیرند.

محل‌های زیر برای خط محور پیشنهاد می‌شود:

- وسط جاده، در راه‌ها + شریانی درجه ۲ و محلی
 - وسط سواره‌روها + دوخطه یا چهارخطه هر طرف آزادراه و بزرگراه
 - مرز بین خط سمت چپ و خط وسط، در سواره‌روها + سه خطه آزادراه و بزرگراه
 - مرز سواره‌رو و شانه (معمولاً شانه سمت راست) در رابط‌ها
- شکل هندسی خط محور باید با رعایت معیارها + داده شده برای طرح پلان تعیین شود. کلیه نقاط مهم خط محور باید در روی پلان مشخص گردد؛ و موقعیت هندسی آن‌ها با استفاده از فاصله و زاویه و مختصات تعیین شود. این نقاط عبارتند از:

- نقطه شروع مسیر
- نقطه انتهای مسیر
- نقطه شروع قوس‌ها، با علامت اختصاری BC
- نقطه خاتمه قوس‌ها، با علامت اختصاری EC

- نقطه تماس قوس ها با یکدیگر، با علامت اختصاری PCC
- نقطه رأس قوس، با علامت اختصاری PI
- نقطه تلاقی محورها + مسیرها + مختلف، با ذکر نام دو مسیر و کیلومتر نقطه تلاقی در روی هر دو محور

در پلان هندسی، اطلاعات زیر به صورت جدول لازم است ارایه شود:

- مختصات هندسی نقاط مهم فوق الذکر
- مختصات مراکز دایره ها
- زاویه تغییر جهت امتدادها بر حسب درجه یا گراد، با علامت اختصاری Δ
- طول مماس بر قوس، با علامت اختصاری T
- شعاع قوس های دایره ای، با علامت اختصاری R
- طول قوس های دایره ای، با علامت اختصاری L
- طول وتر قوس های دایره ای، با علامت اختصاری L_C
- طول قوس ها + اتصال، با علامت اختصاری S
- فاصله نقطه وسط قوس دایره ای از نقطه راس آن، با علامت اختصاری E

۴-۴-۱. قوس های افقی

امتدادها + مستقیم پلان به کمک سه نو، قوس افقی به یکدیگر متصل می شوند:

- قوس های ساده
- قوس ها + مرکب
- قوس ها + اتصال

قوس ساده قسمتی از دایره است که بر دو امتداد مماس است. در کلیه مواردی که که استفاده از قوسها + مرکب یا کلوئوئید ضرورت ندارد، باید از قوس ساده استفاده کرد. قوس مرکب قوسی است متشکل از دو یا چند قسمت از دایرهها + مختلف مماس بر یکدیگر. فایده قوسهای مرکب تطابق پذیری بسیار زیاد آنها است. با استفاده از قوسها + مرکب، می توان مسیر را با وضعیتها + متشکل فیزیکی (عوارض طبیعی یا ساخته شده) تطبیق داد.

در استفاده از قوسها + مرکب، می بایست شرایط زیر رعایت گردد:

- در قسمت اصلی راهها + شریانی درجه ۱، نسبت شعاع بزرگتر به شعاع کوچکتر (در دو دایره مماس بر هم) نباید بیشتر از $1/5$ باشد. حداکثر این نسبت برای رابطها + همین راهها $2/0$ در نظر گرفته می شود.

- در راهها + شریانی درجه ۲ و رابطها + آنها نسبت شعاع بزرگتر به شعاع کوچکتر (دو دایره مماس بر هم) نباید بیشتر از $2/0$ باشد.

قوس اتصال، قسمتی از منحنی کلوئوئید است که بین دایره و امتداد مستقیم می گذارند تا تغییر شعاع تدریجی باشد. شعاع قوس اتصال در نقطه تماس با امتداد مستقیم بی نهایت است و به تدریج کاهش می یابد تا در نقطه تماس با قوس دایره ای، با شعاع دایره برابر می شود.

عیب قوسهای دایره ای این است که امتداد مستقیم (شعاع بی نهایت) ناگهان به دایره ای به شعاع معین متصل می شود. به این علت، نقطه تماس دایره و امتداد مستقیم، در راهها + شریانی درجه ۱ که امتدادها + راه طولانی است، شکسته به نظر می آید و این موضوع به زیبایی بصری مسیر لطمه می !! . با طراحی قوس اتصال، در فاصله بین دایره، و امتداد مستقیم، تغییر انحنای به طور تدریجی صورت می گیرد و امتداد راه شکسته به نظر نمی رسد.

طرح هندسی خیابان های شهری

به علاوه، در تغییر جهت ها، قوس اتصال به مسیر طبیعی حرکت وسایل نقلیه نزدیک تر است و طراحی آن در جاده ها + باریک به روانی حرکت وسایل نقلیه کمک می کند. اگر شیب عرضی متعارف راه در طول قوس اتصال، به شیب عرضی قوس دایره رسانده شود به زیبایی مسیر کمک می کند.

عیب قوس اتصال، پیچیده کردن نقشه ها و صعوبت اجرای آن ها در روی زمین است. بنابراین، در مواردی که برتری ها + فوق تحقق نمی یابد استفاده از آن ضرورت ندارد. بهتر است در راه ها + شریانی درجه ۱ و رابط ها + بلند آن ها قوس اتصال به کار ببرند. اگر شعاع قوس دایره بیشتر از حداقل ها + ارایه شده در جدول (۴-۲) است، استفاده از قوس اتصال بین قوس دایره و امتداد مستقیم ضروری نیست.

جدول شماره ۴-۲: دایره هایی که در نظر گرفتن قوس اتصال برای آن ها ضروری نیست، راه های شریانی

درجه ۱ و رابط های آن ها [۳]

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۴۰ و کمتر	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰ و بیشتر
حداقل شعاع دایره (متر)	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۵۰۰	۱۷۵۰	۲۰۰۰	۲۲۵۰	۲۵۰۰

استفاده از قوس اتصال در راه ها + شریانی درجه ۲ و خیابان های محلی و همچنین برای رابط ها + کوتاه (طول رابط کمتر از ۵۰۰ متر) ضروری نیست.

در تعیین طول قوس اتصال، رعایت سه شرط زیر ضروری است:

- ۱- طول قوس اتصال کمتر از طول لازم برای تغییر شیب عرضی معمولی به شیب عرضی قوس (طول سرشکن) نباشد، تا بتوان تغییر شیب عرضی لازم را در طول آن انجام داد.
- ۲- طول قوس اتصال کمتر از مسافتی که وسایل نقلیه در ظرف دو ثانیه در سرعت طرح (٪) می کنند، نباشد تا فایده اصلی قوس اتصال که زیبا ساختن مسیر است تحقق پیدا کند.

۳- سعی ۷ود که از قوسها + اتصال استاندارد که پارامتر آنها در آیین نامه طرح هندسی راهها و آیین نامه طرح راهها + شهری ارایه شده، استفاده شود.

۴-۴-۱. تعادل وسیله نقلیه در قوسها

به وسیله نقلیه ای که در پیچها حرکت می کند نیروی گریز از مرکز وارد می شود که وسیله نقلیه را از مرکز قوس به طرف خارج آن هدایت می کند [۲]. اما، اصطکاک بین لاستیک و روسازی جاده با این نیرو و وزن وسیله با لنگر ناشی از آن مقابله می کند. اگر مقدار نیروها + مقاوم بیشتر از نیروها + گریز از مرکز باشد، تعادل وسیله نقلیه حفظ می شود.

نیروی گریز از مرکز به مرکز ثقل وسیله نقلیه وارد می شود، در حالی که نیروی مقاوم اصطکاک در سطح جاده به وجود می آید. در نتیجه، لنگری ایجاد می شود که سعی دارد وسیله نقلیه را به طرف خارج قوس واژگون کند. با این لنگر، لنگر ناشی از وزن وسیله نقلیه مقابله می کند. هر چه مرکز ثقل وسیله نقلیه بلندتر باشد، مقدار لنگر واژگون کننده بیشتر و هر چه عرض وسیله نقلیه زیادتر باشد، مقدار لنگر مقاوم بیشتر است.

برای حفظ تعادل وسیله نقلیه در قوسهای افقی باید دو شرط زیر برقرار باشد [۳]:

$$۱) \frac{V^2}{127R} \leq f$$

$$۲) \frac{V^2}{127R} \leq \frac{B}{2H}$$

شرط اول، به منظور جلوگیری از کشیده شدن وسیله نقلیه به خارج از جاده و شرط

دوم، به منظور جلوگیری از واژگونی وسیله نقلیه است. در این روابط:

$R =$ شعاع قوس، متر؛

$B =$ عرض وسیله نقلیه (فاصله بین لبه خارجی چرخ ها + دو طرف در تماس با سطح جاده)، متر؛

$W =$ وزن وسیله نقلیه، کیلوگرم

$H =$ ارتفاع مرکز ثقل وسیله نقلیه تا سطح جاده، متر؛

$V =$ سرعت وسیله نقلیه، کیلومتر در ساعت؛

$f =$ ضریب اصطکاک بین سطح جاده و لاستیک.

حداکثر مجاز ضریب اصطکاک برای راه ها در جدول شماره (۳-۴) ارایه شده است.

جدول شماره ۳-۴: مقادیر حداکثر ضریب اصطکاک جانبی [۹]

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	ضریب اصطکاک جانبی f

۴-۴-۱-۲. برابندی

طراح باید شیب عرضی حداکثر (برابندی) برای قوس ها + افقی را به عنوان یکی از داده ها + اصلی طرح در نظر بگیرد. شیب های عرضی حداکثر (برابندی) برای انواع راه ها + شهری در شرایط اقلیمی مختلف در جدول (۴-۴) ارایه شده است.

جدول شماره ۴-۴: مقادیر حداکثر برابندی برای انواع راه ها (بر حسب درصد) [۳]

خیابان های محلی	راه های شریانی درجه ۲ و رابط های آن ها	راه های شریانی درجه ۱ و رابط های آن ها	نوع راه / شرایط اقلیمی
نیم رخ معمولی راه	۴	۶	سردسیر با زمستان های پر برف
نیم رخ معمولی راه	۴	۸	معتدل با چند برف در سال
نیم رخ معمولی راه	۴	۱۰	گرمسیر بدون برف

۴-۴-۱-۳. تعیین شعاع حداقل برای قوس ها

شعاع حداقل قوس افقی در انواع راه‌ها + شهری بر حسب سرعت طرح و برابندی از رابطه (۱-۴) به دست می‌آید [۳ و ۹]:

$$R_{\text{حداقل}} = \frac{V^2}{127(E+F)} \quad (\text{رابطه ۱-۴})$$

در این رابطه V سرعت طرح، E برابندی و F حداکثر مجاز ضریب اصطکاک است.

مثال: مطلوبست تعیین حداقل شعاع قوس افقی برای سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت و با فرض حداکثر برابندی ۶ درصد.

حل: از جدول (۳-۴)، برای سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت مقدار ضریب اصطکاک (f) معادل ۰/۱۴ به دست می‌آید، در نتیجه خواهیم داشت:

$$R_{\text{حداقل}} = \frac{80^2}{127(0.06 + 0.14)} = 252 \text{ m}$$

۴-۱-۴-۴. تعیین برابندی برای شعاع‌های بزرگ‌تر از شعاع حداقل

در راه‌ها + شریانی درجه ۱ و رابط‌ها + تقاطع‌ها + غیرهم‌سطح آن‌ها، شیب عرضی مناسب برای قوس‌هایی که شعاع آن‌ها از شعاع حداقل بیشتر است، به ترتیب زیر تعیین می‌شود:

(۱) چنانچه شعاع قوس برابر یا بزرگ‌تر از اعداد ارائه شده در جدول (۴-۵) است، تغییر دادن شیب عرضی در قوس لازم نیست.

(۲) چنانچه شعاع قوس کمتر از مقادیر داده شده در جدول است، شیب عرضی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

جدول شماره ۴-۵: حداقل شعاع قوس افقی با شیب عرضی معمولی در راه های شریانی درجه ۱ و رابط های

آن ها [۳]

۱۱۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۵۰۰۰	۴۵۰۰	۴۰۰۰	۳۵۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۳۵۰	حداقل شعاع قوس (متر)
۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۴۰	۰/۰۳۸	۰/۰۴۰	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۴۰	۰/۰۴۱	۰/۰۴۰	ضریب اصطکاک ناشی از نیروی عرضی %

۴-۴-۲. طول تأمین برابندی (طول سرشکن)

برای رعایت ایمنی وسایل نقلیه و زیبایی بصری راه، شیب های عرضی را باید ملایم و تدریجی تغییر داد. برای این منظور، بین دو شیب عرضی مختلف، طولی به عنوان طول سرشکن (طول تأمین برابندی) در نظر گرفته می شود. حداقل طول برابندی به روش زیر تعیین می گردد.

طول لازم برای سرشکن کردن یک درصد تغییر شیب عرضی نباید از نصف مسافتی که وسیله نقلیه در ظرف یک ثانیه در سرعت طرح طی می کند، کمتر باشد. بر این مبنا، طول سرشکن نباید کمتر از حداقلی باشد که از رابطه زیر به دست می آید:

رابطه (۴-۲)

$$L = 0.15 Ve$$

که در آن:

L = حداقل طول سرشکن، متر؛

e = تغییر شیب عرضی، درصد؛

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت.

طول لازم برای تأمین برابندی از جدول (۵-۱۵) آیین نامه طرح هندسی راه ها (نشریه

شماره ۱۶۱) برای انواع سرعت ها + طرح محاسبه می شود.

در صورتی که قوس اتصال وجود دارد، توصیه می‌شود که طول سرشکن برابر طول قوس اتصال در نظر گرفته شود.

$\frac{2}{3}$ طول برابندی در بخش مستقیم مسیر و $\frac{1}{3}$ بقیه در داخل قوس اعمال می‌شود.

۴-۴-۳. تعیین حداقل طول مستقیم واقع بین دو قوس معکوس

بین دو دایره معکوس می‌بایست یک قسمت مستقیم سرشکن کردن تغییر شیب‌های عرضی در نظر گرفته شود. طول این قسمت نباید در تحت هیچ شرایط از $0/6$ درصد مجموع طول-ها + سرشکن برای شیب عرضی دو دایره کمتر باشد تا بتوان 60 درصد شیب عرضی هر قوس را در محل شروع آن تأمین کرد. اما، با رعایت این حداقل مطلق، مقطع راه در فاصله بین دو قوس معکوس شیب دوطرفه معمولی را پیدا نمی‌کند. زیرا، در این طول تنها می‌توان شیب عرضی یک دایره را حذف و بلافاصله شیب عرضی دایره دیگر را در جهت مخالف شروع نمود. به این ترتیب، در قسمت مستقیم واقع بین دو دایره معکوس مقطعی فاقد شیب عرضی مشاهده می‌شود. این وضعیت از نظر تخلیه آب‌های بارش از سطح راه نیز مناسب نیست.

برای جلوگیری از این وضعیت و همچنین برای دادن فرصت بیشتر به رانندگان برای تغییر جهت، باید سعی کنند که در راه‌ها + شیبانی درجه ۱ و رابط‌ها + آن‌ها فاصله مستقیم واقع بین دو قوس معکوس از حداقل مطلق فوق تا حد امکان بیشتر باشد. مطلوب آن است که مقطع عرضی در فاصله دو قوس به مقطع عرضی معمولی راه برسد و سپس تغییر جهت دهد.

حداقل مطلق و حداقل مطلوب طول مستقیمی که باید در فاصله بین دو قوس معکوس در نظر گرفته شود، به شرح زیر تعیین می‌شود [۳]:

$$L_1 = 0.09 (e_1 + e_2) V$$

(رابطه ۳-۴)

$$L_2 = 0.15 (e_1 + e_2) V$$

(رابطه ۴-۴)

در این روابط:

L_1 = حداقل مطلق طول قسمت مستقیم واقع بین دو دایره معکوس، بر حسب متر؛

L_2 = حداقل مطلوب طول قسمت مستقیم واقع بین دو دایره معکوس، بر حسب متر؛

e_1 = شیب عرضی دایره اول، درصد؛

e_2 = شیب عرضی دایره دوم، درصد؛ و

V = سرعت طرح، کیلومتر در ساعت.

لازم به ذکر است که در صورت استفاده از قوس اتصال، ایجاد بخش مستقیم بین دو قوس معکوس ضروری نیست. طرز اعمال تبدیل شیب‌های عرضی در بخش ۲ آیین‌نامه طراحی راه‌ها + شهری و کتاب طرح هندسی راه، دکتر حمید بهبهنا / ارایه شده است.

۴-۵. تعریض خط در قوس‌ها

وسایل نقلیه هنگام عبور از قوس‌ها به سه دلیل زیر به عرض بیشتری نیاز دارند:

(۱) وسیله نقلیه مستقیم است و کاملاً از شکل قوس پیروی نمی‌کند، به این علت، عرض اشغال وسیله نقلیه از عرض فیزیکی آن بیشتر است.

۲) در قوس‌ها، پیش‌آمدگی جلوی وسیله نقلیه عرضی را اشغال می‌کند. در سرعت‌های ۱۵ کیلومتر در ساعت و کمتر، چنانچه خارج شدن پیش‌آمدگی جلو ممکن باشد و پیش‌آمدگی به موانع واقع در کنار سواره‌رو (درخت، پایه‌ها + علائم و...) برخورد نکنند؛ در تعیین عرض سواره‌رو، می‌توان پیش‌آمدگی جلو را در نظر نگرفت.

۳) هدایت وسیله نقلیه در قوس‌ها مشکل‌تر از قسمت‌ها + مستقیم راه است. برای در نظر گرفتن این تفاوت، باید عرض بیشتری در قوس منظور کرد.

مقدار اضافه عرض روسازی در قوس از رابطه‌ها + زیر به دست می‌آید [۳]:

$$W = W_c - W_n$$

(رابطه ۴-۵)

$$W_c = 2(U + C) + F_A + Z$$

(رابطه ۴-۶)

که در این روابط:

W = اضافه عرض روسازی در پیچ برای راه دو خطه (بر حسب متر)

W_c = عرض روسازی راه دوخطه در پیچ (بر حسب متر)

W_n = عرض روسازی راه دوخطه در مسیر مستقیم (بر حسب متر)

U = عرضی که توسط وسیله نقلیه (خارج به خارج چرخ‌ها) در قوس اشغال می‌شود (بر حسب متر)

C = فاصله آزاد جانبی وسیله نقلیه که برای سواره‌روها + با عرض ۶، ۶/۵ و ۷/۳ متر به ترتیب معادل ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۹ متر است.

F_A = عرض پیش‌آمدگی جلو وسیله نقلیه (بر حسب متر)

Z = عرض اضافی مجاز به دلیل دشواری رانندگی در قوس (بر حسب متر)

مقادیر U ، F_A و Z از رابطه ها + زیر به دست می آید [۳]:

$$U = U_0 + R - \sqrt{R^2 + L^2}$$

(رابطه ۴-۷)

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

(رابطه ۴-۸)

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

(رابطه ۴-۹)

در این روابط نیز:

U_0 = عرضی که توسط وسیله نقلیه (عرض خارجی چرخ ها) در مسیر مستقیم اشغال می -

شود (بر حسب متر)

R = شعاع محور راه دوخطه در قوس (بر حسب متر)

L = فاصله بین محورها + جلو و عقب

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

V = سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت.

برای تعیین مقدار اضافه عرض روسازی در قوس، لازم است که وسیله نقلیه مناسبی که

نمایند نوع وسایل نقلیه در راه مورد نظر است، انتخاب شد ۴ و مبنای طرح قرار گیرد.

برای قوس ها + با شعاع کمتر از ۱۷۰ متر، میزان اضافه عرض، حداقل ۰/۶ متر منظور

می شود و برای روسازی راه ها + دوخطه به عرض ۷/۳ متر، در قوس ها + با شعاع انحنای

۱۷۰ متر و بیشتر، اضافه عرض در نظر گرفته نمی شود. اضافه عرض روسازی راه های

دوخطه یک طرفه، مانند راه‌ها + دوخطه دوطرفه در نظر گرفته می‌شود و این مقدار برای راه‌های چهارخطه جدا نشده، دو برابر مقدار نظیر برای راه‌ها + دوخطه دوطرفه خواهد بود. راننده باید بتواند مسیر مقابل خود را، به فاصله کافی، ببیند تا هنگام روبرو شدن با وضعیت‌ها + پیش‌بینی نشده قادر به انتخاب و اعمال به موقع عکس‌العمل‌ها + لازم و خروج ایمن از وضعیت پیش آمده باشد. اگر خطری در روی سطح جاده ظاهر شود، فاصله دید راننده باید به اندازه‌ای با ۷ که بتواند پیش از برخورد به آن، وسیله نقلیه را متوقف کند. فواصل دید در راه به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف) فاصله دید توقف

ب) فاصله دید سبقت

پ) فاصله دید انتخاب

۴-۵-۱. فاصله دید توقف

فاصله دید توقف از دو فاصله زیر تشکیل می‌شود:

الف) فاصله تصمیم‌گیری

ب) فاصله ترمزگیری (عکس‌العمل)

الف) فاصله تصمیم‌گیری

در وضعیت‌ها + عادی و هنگام روبرو شدن با خطرهایی که راننده انتظار آن‌ها را در سطح جاده دارد، مدت تصمیم‌گیری را بین ۰/۴ تا ۰/۷ ثانیه اندازه گرفته‌اند. اما، این مدت برای رانندگان خسته و یا در وضعیت‌ها + نامساعد محیطی (وجود نور و صدای مزاحم) بیشتر

است. برعکس، مدت تصمیم گیری در وضعیت مساعد محیطی و برای رانندگانی که تمرکز حواس دارند کوتاه تر است. آزمایش نشان داده که اگر رانندگانی که زمان تصمیم گیری آنها در شرایط عادی حدود ۱/۵ ثانیه است، حواس خود را متمرکز کنند، زمان تصمیم گیری آنها به حدود ۰/۳ ثانیه کاهش می یابد.

در تعیین فاصله دید توقف، زمان تصمیم گیری معادل ۲/۵ ثانیه در نظر گرفته می شود. به این ترتیب، فاصله تصمیم گیری از فرمول زیر به دست می آید [۳]:

$$d_1 = 0.695V$$

(رابطه ۴-۱۰)

که در آن:

d_1 = فاصله تصمیم گیر + به متر،

V = سرعت طرح به کیلومتر در ساعت است.

ب) فاصله ترمز گیری

فاصله ترمز گیری با استفاده از فرمول زیر تعیین می شود [۳ و ۹]:

$$d_2 = \frac{V^2}{245(f \pm i)}$$

(رابطه ۴-۱۱)

که در آن:

d_2 = طول فاصله ترمز گیری به متر،

i = قدر مطلق شیب طولی راه، که مقدار آن در سربالایی مثبت و در سرازیری منفی است.

f = ضریب اصطکاک بین چرخ و روسازی است. این ضریب به وضعیت روسازی و لاستیک، سرعت طرح وضعیت رطوبتی و روسازی بستگی دارد.

در فرمول فوق، ضریب اصطکاک برای روسازی فرسوده و مرطوب و لاستیک کهنه در نظر گرفته می‌شود. مقادیر ضریب اصطکاک در حالت روسازی مرطوب در جدول (۴-۶) ارایه شده است.

جدول شماره ۴-۶: مقادیر ضریب اصطکاک در حالت روسازی مرطوب [۳]

۱۳۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۰/۲۶۸	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۳	۰/۳	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۴	ضریب اصطکاک (f)

مثال: مطلوبست تعیین فاصله دید توقف در مورد راهی با سرعت طراحی ۷۰ کیلومتر در ساعت و شیب سربالایی ۳ درصد.

حل: از جدول (۴-۶) مقدار ضریب اصطکاک معادل ۰/۳۱ حاصل می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$d = d_1 + d_2 = 0.695 \times (70) + \frac{(70)^2}{245(0.31 + 3)} = 54/7$$

۴-۵-۲. فاصله دید انتخاب

فاصله دید توقف به راننده آناه فرصت می‌دهد تا در برخورد با خطر مورد انتظار ولی ناگهانی، بتواند وسیله خود را متوقف کند. اما، این فاصله برای وضعیت‌ها + پیچیدگی ۱۴ + که راننده باید برای انتخاب نوع عکس‌العمل، اطلاعات دریافتی را ارزیابی کند، معمولاً کافی نیست. بنابراین، در وضعیت‌هایی که اطلاعات دریافتی قاطع و آشکار نیست و یا عکس-

العمل ها + غیرمنتظر ۱۴ + لازم می شود، فاصله دید توقف کافی نیست. در این موارد باید از فاصله دید انتخاب استفاده کنند.

فاصله دید انتخاب از دو قسمت، به شرح زیر، تشکیل می شود:

- فاصله تصمیم گیری

- فاصله عکس العمل

فاصله تصمیم گیری به وضعیت راننده، وضعیت محیط و سادگی و پیچیدگی نوع انتخاب بستگی دارد. فاصله عکس العمل، بیش از هر عامل دیگری تابع نوع عکس العمل و سرعت حرکت وسیله نقلیه است.

فاصله ها + دید انتخاب برای سرعت طرح ها + مختلف در جدول (۴-۷) ارایه شده است. در تعیین محل نصب علائم کنترل ترافیک، و همچنین در تعیین فاصله دید لازم برای قابل رویت کردن دهانه خروجی ها و انشعاب ها و در سایر مواردی که راننده ناچار به تغییر خط است، باید فاصله دید انتخاب را به کار ببرند.

اگر به علت محدودیت ها + فیزیکی، تأمین کردن فاصله دید انتخاب عملی نباشد، باید با استفاده از تابلوها + هدایتی یا پیش آگهی، راننده را به وضعیت مورد نظر (مثلاً خروج از راه اصلی، ورود به محوطه پارکینگ، و رسیدن به چراغ راهنما) هدایت کنند.

جدول شماره ۴-۷: فواصل دید انتخاب [۳]

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

۴-۵-۳. فاصله دید سبقت

در راه‌ها + دوخطه دوطرفه، سبقت‌گیری در خطی انجام می‌شود که موارد استفاده وسایل نقلیه طرف مقابل است. فاصله دید سبقت کم‌ترین فاصله‌ای است که رانندگان می‌توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون برخورد با خودرو مقابل، از خودرو جلوتر سبقت بگیرند.

در راه‌ها + شهری، فراهم ساختن فاصله دید سبقت ضرورتی ندارد و توصیه نمی‌شود. اما، در علامت‌گذاری راه‌ها + دوخطه دوطرفه اطراف شهرها و راه‌ها + عبوری لازم می‌شود که قسمت‌ها + مجاز و غیرمجاز برای سبقت‌گیری را با علامت‌گذاری مشخص کنند. در این موارد، باید از فاصله‌های دید سبقت تعیین شده در جدول شماره (۴-۸) استفاده شود.

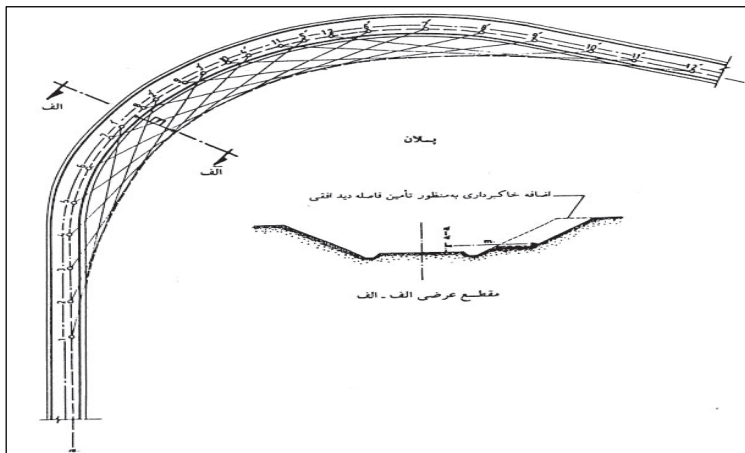
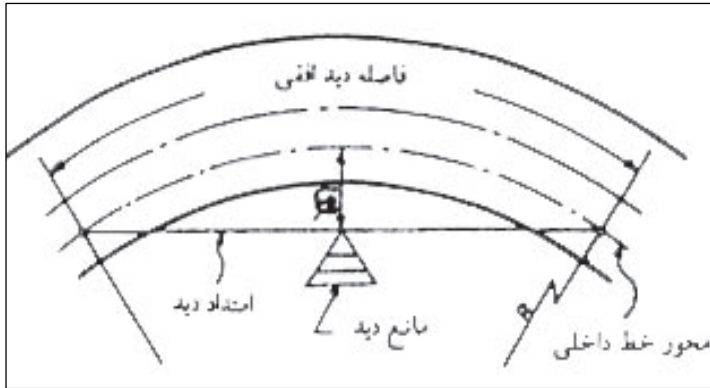
جدول شماره ۴-۸: حداقل فاصله دید سبقت [۳]

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۳۰
حداقل فاصله دید سبقت (متر)	۲۱۷	۲۸۵	۳۴۵	۴۰۷	۴۸۲	۵۴۱	۶۰۵	۶۷۰	۷۲۸	۸۵۵

فاصله دید سبقت بر این اساس تعیین می‌شود که ارتفاع چشم راننده از سطح راه ۱۰۷ سانتی‌متر و ارتفاع مانع (خودرو مقابل)، ۱۳۰ سانتی‌متر است.

۴-۶. محدودیت دید افقی در قوس‌ها (فاصله دید توقف در قوس‌ها)

موانع دید واقع در کنار سواره‌رو ممکن است جلوی دید راننده را در قوس‌ها بگیرد. ساختمان، دیوار، درخت، شیروانی خاکبرداری و نرده‌ها + حافظ، معمولی‌ترین موانع محدودکننده دید رانندگان در قوس‌هاست. موانع واقع در کنار سواره‌رو در صورتی دید افقی رانندگان را محدود می‌کنند که در سمت داخلی قوس واقع باشند.



شکل شماره ۴-۱: فاصله دید در پیچ

شکل شماره ۴-۲: روش تأمین دید افقی در قوس‌ها

هنگام طراحی مسیر، برای فاصله دید کافی باید ضوابط این بند مورد استفاده قرار گیرد.

در این ارتباط، دو حالت هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شود:

الف) $S < L$:

در این حالت فاصله دید کوچکتر از طول پیچ است و خط دید در ارتفاع $0/6$ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می شود. در این حالت فاصله موانع از محور طولی راه از رابطه زیر به دست می آید [۹]:

$$m = R \left(1 - \frac{\cos 28/65 S}{R} \right)$$

(رابطه ۴-۱۲)

که در این رابطه:

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

R = شعاع قوس (بر حسب متر)

S = فاصله دید توقف (بر حسب متر)

مقدار زاویه در رابطه فوق بر حسب درجه است. برای جزئیات بیشتر به فصل ۵ آیین نامه طرح هندسی راهها (نشریه شماره ۱۶۱) مراجعه شود.

ب) $S > L$:

در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول قوس است و خط دید در ارتفاع $0/6$ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته شده است. برای محاسبه m از رابطه زیر استفاده می شود:

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

(۴-۱۳)

برای پاکسازی محوطه شامل درختان یا زمین طبیعی، مطابق شکل (۴-۲) عمل می شود.

۴-۷. هماهنگی اجزای پلان

رعایت ضوابط داده شده برای اجزای پلان ضروری است اما به تنهایی کافی نیست. یعنی مطابق استاندارد، منظور نمودن همه اجزا هندسی، لزوماً به یک پلان خوب منجر نمی شود. در یک پلان مناسب، اجزا متناسب با یکدیگر و هماهنگ با محیط خود انتخاب می شوند. ضوابط و رهنمودها + کلی زیر، برای هماهنگی اجزای پلان در راهها + شریانی درجه ۱ پیشنهاد می شود.

- اجزای مسیر راه باید با هم هماهنگ باشند. سرعت طرح در قسمت های مختلف را نباید به طور ناگهانی تغییر داد. در یک مرحله نباید سرعت طرح را بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت تغییر دهند.

- از حداقل ها کمتر استفاده و سعی شود که شعاع قوس ها و مخصوصاً فاصله ها + دید از حداقل ها + تعیین شده در آیین نامه ها بیشتر باشد. همچنین، باید سعی کنند که طول شعاع قوس های نزدیک به یکدیگر و در حدود هم باشد.

- از قرار دادن قوسی که شعاع آن حداقل یا نزدیک به حداقل است در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی خودداری شود. اگر قرار دادن قوس تندی در انتهای یک قسمت مستقیم ضروری است، بهتر است بین قوس تند و امتداد مستقیم، یک یا چند قوس ملایم تر قرار دهند. همچنین، از گذاشتن قوس تند در انتهای یک سرپایینی تند خودداری شود. از قرار دادن پی در پی قوس ها + حداقل که به مسیر حالت مارپیچ می دهد، نیز خودداری شود.

- اگر زاویه تغییر جهت در ۵ درجه یا کمتر است، طول قوس نباید از ۱۵۰ متر کمتر باشد؛ اگر ۰/۵ درجه یا کمتر است، قوس لازم نیست.

- از تغییر جهت های ناگهانی باید خودداری کنند. از این نظر، بهتر است که طول قسمت مستقیم واقع بین دو قوس معکوس از حداقل هایی که در بند (۴-۳-۳) ارایه شد، بیشتر بگیرند.

- باید از قرار دادن فاصله مستقیم کوتاه بین دو قوس هم جهت خودداری کنند. برای این منظور، فاصله بین دو قوس هم جهت در راه ها + شریانی درجه ۱ نباید از اعداد ارایه شده در جدول (۴-۹) کمتر باشد.

جدول شماره ۴-۹: حداقل طول قسمت مستقیم ضروری بین دو قوس هم جهت در راه های شریانی درجه

[۳۱]

۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۷۵۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۳۰۰	۲۰۰	حداقل طول مستقیم در قوس هم جهت (متر)

- عرض سواره رو را نباید به طور ناگهانی تغییر داد. این تغییر باید در طولی به نام طول تغییر عرض انجام شود.

- اجرای تغییر شیب عرضی و همچنین اجرای قوس در پل ها همیشه مشکل است. به علاوه، آب جمع شده در سطح پل ها زودتر یخ می آید! و رانندگان که انتظار یخ زدگی سطح راه را ندارند، در عبور از روی پل سرعت خود را کم نمی کنند و در نتیجه کنترل خود را در روی سطح یخ زده پل، از دست می دهند. به منظور هدایت بهتر آب های بارش در روی پل ها و همچنین با توجه به مشکل بودن اجرا، باید از قرار دادن پل در فاصله دو قوس معکوس نزدیک به هم و در محل تغییر شیب عرضی خودداری کنند. همچنین باید سعی شود که تا حد امکان پل های بزرگ در قوس ها قرار نگیرند.

- اجزای پلان راه و محل قوس ها و امتدادها باید با اجزای نیمرخ طولی و قرارگیری کلی راه هماهنگ باشد. باید کاملاً متوجه بود که از یک پلان مناسب و یک نیمرخ طولی مناسب لزوماً یک مسیر مناسب به دست نمی آید؛ مگر آن که ارتباط اجزای افقی و قائم با یکدیگر در نظر گرفته شود.

- در خاکریزها + بلند و طولانی بهتر است که قوس با شعاع زیاد انتخاب شود.

۴-۸. نیمرخ طولی

۴-۸-۱. حرکت وسایل نقلیه در شیبها و تأثیر آن بر حرکت

شیب طولی راه، در حرکت و عملکرد وسایل نقلیه به خصوص وسایل نقلیه سنگین تأثیر می‌گذارد. این تأثیرات را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

الف) سرعت حرکت وسایل نقلیه به خصوص وسایل نقلیه سنگین در سرازیری‌ها افزایش می‌یابد.

ب) ظرفیت راه در سربالایی‌ها، به علت کم شدن سرعت وسایل نقلیه سنگین، کاهش می‌یابد.

پ) حداقل فاصله دید لازم برای وسایل نقلیه سنگین در سرازیری‌ها افزایش می‌یابد.

ت) آلودگی صوتی ناشی از حرکت وسایل نقلیه سنگین در سربالایی‌ها افزایش می‌یابد.

ث) آلودگی هوای ناشی از ترافیک در سربالایی‌ها افزایش می‌یابد.

ج) به حرکت درآوردن وسایل نقلیه، هنگام برف و یخبندان، در سربالایی‌ها مشکل است و بعضاً لغزش وسایل نقلیه را نیز در پی خواهد داشت.

چ) احتمال تصادف وسایل نقلیه در شیب‌های تند افزایش می‌یابد.

الف) **تغییر سرعت حرکت:** وسایل نقلیه در سرازیری‌ها + تند سرعت می‌گیرند. این موضوع مخصوصاً از نظر ایمنی پیاده‌ها به خصوص در خیابان‌های محلی اهمیت دارد.

سرعت وسایل نقلیه و مخصوصاً وسایل نقلیه سنگین در سربالایی‌ها + تند و طولانی

کاهش می‌یابد و این موضوع در ظرفیت و ایمنی راه‌ها + شریانی نیز تأثیر می‌گذارد.

اتومبیل ها + سواری می توانند بدون کاهش قابل توجه سرعت، سربالایی های ۴ تا ۵ درصد را طی کنند. اما، از سرعت آن ها در شیب های تندتر و طولانی کاسته می شود. سربالایی ها + تند و طولانی در حرکت وسایل نقلیه سنگین تأثیر چشمگیری دارد. مقدار کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین در سربالایی ها به عوامل زیر بستگی دارد:

- نسبت وزن به نیروی محرکه وسایل نقلیه سنگین
- مقدار شیب طولی
- طول شیب.

هر چه نسبت وزن به نیروی محرکه بیشتر باشد، تأثیر شیب در حرکت وسایل نقلیه سنگین زیادتر است. برای جزئیات بیشتر در خصوص تأثیر شیب در کاهش و افزایش سرعت وسایل نقلیه به آیین نامه طراحی راه ها + شهری و آیین نامه طرح هندسی راه ها مراجعه شود.

ب) کاهش ظرفیت: به دلیل کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین، ظرفیت راه در سربالایی ها کاهش می یابد. کاهش ظرفیت در سربالایی ها به عوامل زیر بستگی دارد:

- درصد وسایل نقلیه سنگین
- مقدار شیب طولی
- طول شیب.

در صورتی که طول سربالایی به اندازه ای باشد که باعث کاهش چشمگیر ظرفیت راه شود، برای بهبود سطح سرویس راه، خط کمکی سربالایی بایستی در طراحی ها در نظر گرفته شود. برای جزئیات بیشتر به فصل ۵ آیین نامه طرح هندسی راه ها و کتاب طرح هندسی راه ها و خیابان ها (پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری) مراجعه شود.

پ) نیاز به فاصله دید بیشتر: در سرازیری‌ها، فاصله ترمزگیری وسایل نقلیه بیشتر است و از این بابت، وسایل نقلیه به فاصله دید بیشتری برای توقف نیاز دارند. اما، رانندگان وسایل نقلیه در سرازیری موضع بلندتری دارند و به این علت فاصله بیشتری را رویت می‌کنند. بنابراین، فاصله دید بیشتری که در سرپایینی مورد نیاز است در بیشتر موارد خود به خود فراهم می‌شود. توجه مخصوص در سرپایینی‌هایی ضروری است، که وجود موانع واقع در کنار راه دید افقی رانندگان وسایل نقلیه را در قوس‌ها + افقی محدود می‌کند.

ت) افزایش آلودگی صوتی: مقدار سر و صدایی که وسایل نقلیه سنگین در سربالایی‌ها ایجاد می‌کنند، بسیار بیشتر از سر و صدای تولید شده در سرازیری‌ها است. تفاوت سر و صدای وسایل نقلیه سنگین در سربالایی‌ها و سرپایینی‌ها به ۲۰ دسی‌بل می‌رسد (دسی‌بل واحد اندازه‌گیری صداست و برای نشان دادن اهمیت ۲۰ دسی‌بل تفاوت، اشاره می‌شود که این مقدار بیش از تفاوت استانداردها + تعیین شده برای داخل و بیرون بناها + مسکونی است). بنابراین، در قرار دادن سربالایی‌ها باید تأثیرات آن‌ها را بر بناها + واقع در اطراف راه‌ها + شهری که نسبت به سر و صدا حساس‌اند، در نظر گرفت.

ث) افزایش آلودگی هوا: وسایل نقلیه در سربالایی‌ها هوا را بیشتر آلوده می‌کنند. هرچه سربالایی تندتر باشد، تأثیر آن در آلودگی هوا زیادتر است.

ج) مشکلات حرکت وسایل نقلیه در برف و یخبندان: هنگامی که سطح راه یخ زده یا پوشیده از برف است، حرکت وسایل نقلیه و به حرکت در آوردن آن‌ها در سربالایی‌ها مشکل

است. به این دلیل، مقدار شیب طولی را در مناطق سردسیر باید کمتر بگیرند، در این مناطق، تا حد امکان بهتر است، شیب طولی تقاطع ها را ملایم تر انتخاب کنند.
چ) افزایش تصادفات: در سربالایی ها، تفاوت سرعت وسایل نقلیه سنگین و سبک و در سرازیری ها + تند و طولانی، سرعت زیاد وسایل نقلیه، باعث افزایش احتمال تصادف خواهد . ۷

۴-۸-۲. حداقل و حداکثر شیب طولی مجاز راهها

۴-۸-۲-۱. حداکثر شیب طولی

با توجه به اصول فوق، به عنوان یک سیاست کلی، باید سعی کنند که شیب طولی راه های شهری ملایم باشد.

از نظر رعایت حال دوچرخه ها و پیاده ها، شیب طولی راهها نباید از شیب های داده شده در جدول (۴-۱۰) بیشتر باشد. شیب های طولی تند حرکت دوچرخه و پیاده را مشکل می کند.

دوچرخه سواران بیشتر از پیاده ها نسبت به شیب های تند حساسیت دارند. شیب طولی بیشتر از ۵ درصد برای دوچرخه سواران دشوار است.

از نظر حرکت وسایل نقلیه موتوری، حداکثر مجاز شیب های طولی برای انواع راه های شریانی در جدول های (۴-۱۱) الی (۴-۱۳) ارایه ۴۷ است.

حداکثرها + داده شده در جدول ها + مذکور حداکثرها + مطلق است و تا حد امکان باید از شیب های طولی ملایم تر استفاده شود.

چنانچه در امتداد مسیر وسایل نقلیه موتوری دوچرخه‌رو و پیاده‌رو در نظر گرفته می‌شود یا چنانچه وسایل نقلیه موتوری و دوچرخه‌ها از سواره‌رو به طور مشترک استفاده می‌کنند، شیب‌های طولی نباید از حداکثرها + داده شده در جدول (۴-۱۰) بیشتر شود.

جدول شماره ۴-۱۰: حداکثر شیب طولی خیابان با توجه به نیازهای پیاده و دوچرخه [۳]

حداکثر شیب طولی (درصد)		مسیری که در امتداد راه قرار دارد
با طول شیب کمتر از ۲۰۰ متر	غالب	
۵	۲	مسیرها + دوچرخه
۷	۵	مسیرهای پیاده

جدول شماره ۴-۱۱: حداکثر شیب طولی برای مسیر اصلی راه‌های شریانی درجه ۱ [۳]

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						نوع منطقه
۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	
حداکثر شیب طولی (درصد)						
۳	۳	۴	۴	۴	۴	هموار
۴	۴	۵	۵	۵	۵	تپه ماهور
۵	۵	۶	۶	۷	۷	کوهستانی

* چنانچه نیم‌رخ دو طرف راه مستقل از هم باشد، در سرازیری‌ها می‌توان به حداکثرهای داده شده ۱ درصد اضافه کرد.

جدول شماره ۴-۱۲: حداکثر شیب طولی برای رابط‌های راه‌های شریانی درجه ۱ [۳]

درصد وسایل نقلیه سنگین به حجم ترافیک		نوع رابط و وضعیت قرارگیری
کمتر از ۵ درصد	۵ درصد و بیشتر	
		ورودی
۸	۶	سرپایینی
۷	۸	سوزالایی
		خروجی
۵	۵	سرپایینی
۹	۸	سوزالایی

جدول شماره ۴-۱۳: حداکثر شیب طولی برای راه های شریانی درجه ۲ (درصد) [۳]

وضعیت ترافیک وسایل نقلیه سنگین		شرایط اقلیمی
زیاد (بیش از ۲۰ درصد)	معمولی (حدود ۲۰ درصد)	
۶	۶	برف و یخبندان های طولانی %
۷	۸	تعداد + برف و یخبندان در طول سال
۸	۱۱	بدون برف و یخبندان

مقدار شیب طولی باید با طبیعت منطقه سازگار باشد. برای رعایت این اصل، عموماً لازم است که شیب های کمتری در محیط ها + شهری انتخاب شود. غالباً، وجود شیب های طولی تند از وجود یک ناهماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی و یا بین راه و محیط اطرافش خبر می دهد.

حداکثر مجاز شیب طولی در راه ها + برون شهری در آیین نامه طرح هندسی راه ها ارایه ۴۷ است.

۴-۸-۲-۲. حداقل شیب طولی

به منظور کمک کردن به تخلیه آب های بارش از سطح جاده و همچنین تأمین حداقل شیب طولی لازم برای جریان آب های جاری شده در پای جدول ها و یا در آبروها + کنار راه، شیب طولی نباید از حداقل های ارایه ۴۷ در جدول (۴-۱۴) کمتر باشد.

جدول شماره ۴-۱۴: حداقل شیب طولی در انواع راه های شهری [۳]

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

۴-۸-۳. قوس های قائم

از نظر ایمنی، راحتی سرنشینان وسایل نقلیه و زیبایی بصری راه، شیب های طولی را باید تربیجی و ملایم تغییر داد. برای این کار، از منحنی هایی که قوس ها + قائم خوانده می شوند، استفاده می کنند. طول قوس قائم بر حسب میزان تغییر شیب طولی تعیین می شود.

اگر مقدار تغییر شیب طولی ۰/۵ درصد و یا کمتر است، قرار دادن قوس قائم در محل تغییر شیب ضروری نیست و نقطه تغییر شیب را می توان به صورت یک شکستگی در نیم رخ طولی مشخص کرد. اگر مقدار تغییر شیب بیش از ۰/۵ درصد است، در محل تغییر شیب باید قوس قائم قرار داد.

۴-۸-۳-۱. تعیین طول قوس قائم گنبدی

قوس ها + گنبدی دید راننده وسایل نقلیه را محدود می کنند. طول این قوس ها باید به اندازه ای باشد که حداقل فاصله دید توقف، برای رانندگان وسایل نقلیه موتوری، فراهم شود. شکل (۳-۴) نشان می دهد که چگونه قوس ها + گنبدی جلوی دید رانندگان را می گیرند. اگر در قوس ها + قائم گنبدی فاصله دید توقف فراهم شود، نرمی قوس برای تأمین راحتی سرنشینان و زیبایی بصری را کافی خواهد بود.

برای تأمین فاصله دید در قوس ها + گنبدی، باید شرط زیر برقرار باشد:

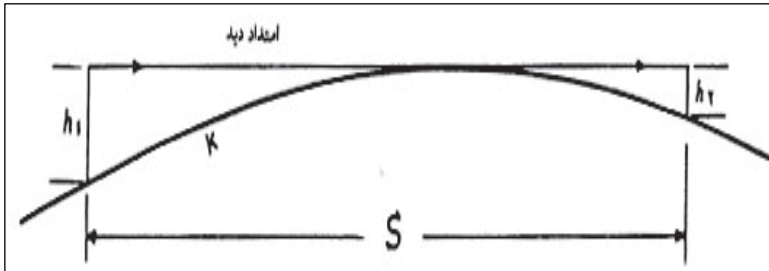
$$L \geq KA$$

(رابطه ۴-۱۴)

که در آن:

L = طول قوس قائم گنبدی، متر؛

$K =$ ضریب، بر حسب سرعت طرح از جدول (۴-۱۵) به دست می آید (ضریب K بر حسب متر است و معنای فیزیکی آن طول لازم قوس قائم برای یک درصد تغییر شیب طولی است) و



A: مقدار جبری تغییر شیب طولی، درصد.

شکل شماره ۴-۳: محدودیت دید در قوس قائم گنبدی

$$K = \frac{S^2}{40.4}$$

h_1 : فاصله چشم راننده از سطح راه: ۱۰۷ سانتی متر؛

h_2 : ارتفاع مانع: ۱۵ سانتی متر؛

S : فاصله دید توقف.

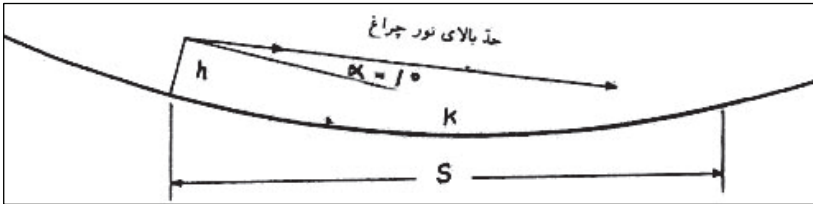
جدول شماره ۴-۱۵: مقادیر حداقل K برای قوس های گنبدی [۳ و ۹]

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

۴-۸-۳-۲. تعیین طول قوس قائم کاسه ای

قوس کاسه ای، در روز، مانع دید نیست و اگر روشنایی محیط کافی باشد در شب نیز دید راننده را محدود نمی کند. اما قوس کاسه ای، فاصله ای را که توسط نور چراغ ها + وسایل

نقلیه روشن می شود، محدود می کند (شکل ۴-۴). طول لازم برای تأمین دید راننده، توسط چراغ ها + خودرو بیشتر از طولی است که از نظر راحتی سرنشینان وسایل نقلیه برای قوس های کاسه ای لازم است. بنابراین، اگر طول لازم برای تأمین دید توسط چراغ های



وسایل نقلیه فراهم شود، شرط لازم برای راحتی سرنشینان نیز تأمین می شود.

شکل شماره ۴-۴: محدودیت دید در قوس قائم کاسه ای در وضعیت بدون روشنایی [۳ و ۹]

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

(رابطه ۴-۱۵)

S = فاصله دید توقف؛

h = ارتفاع چراغ های جلو از سطح راه: ۶۰ سانتی متر؛

α = زاویه پخش نور اتومبیل: یک درجه.

حداقل طول قوس های کاسه ای، نظیر قوس های گنبدی، از رابطه (۴-۱۵) به دست

می آید. مقادیر K از جدول (۴-۱۶) به دست می آید.

جدول ۴-۱۶: مقادیر حداقل K برای قوس قائم کاسه ای [۳]

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 مسیر توقف S (متر)
۷۴	۶۴	۵۴	۴۶	۳۸	۲۹	۲۲	۱۷	۱۲	۸	۴	حداقل مقدار K (متر)

۴-۸-۳-۳. حداقل مطلق طول قوس های قائم

در مواردی که میزان تغییر شیب طولی کم است، حداقل هایی که برای قوس ها + قائم با استفاده از روش ها + فوق % به دست م. / آید، از نظر زیبایی بصری ممکن است کافی نباشد و نیم رخ طولی شکسته و بد نما به نظر آید. برای رعایت زیبایی بصری راه، طول قوس ها + قائم گنبدی یا کاسه ای (بر حسب متر) در هیچ وضعیتی نباید از $0/6$ سرعت طرح راه (بر حسب کیلومتر در ساعت) کمتر باشد و در هر حال از ۳۰ متر کمتر نباشد.

۴-۸-۳-۴. وضعیت تخلیه آب های بارش در قوس های قائم

در قوس ها + قائمی که شیب طولی تغییر جهت م. / دهد، باید به مسئله هدایت آب های بارش در سطح راه توجه شود. ابتدا باید نقطه تغییر شیب طولی (نقطه بلندی یا نقطه گودی) را مشخص نمود و سپس با توجه به شیب های عرضی، مسیر جریان آب را در سطح راه مشخص می کنند. اگر به دریچه تخلیه آب نیاز است، محل آن ها را باید بر اساس این بررسی ها تعیین کنند.

بررسی جریان حرکت آب های بارش سطح راه مخصوصاً در وضعیت هایی حساس است که قوس ها + افقی و قائم با یکدیگر ترکیب می شوند. در این موارد، شیب طولی و شیب عرضی هر دو تغییر جهت می دهند و به این علت هر یک از آن ها در نقطه ای صفر می شود. اگر شیب طولی صفر در حدود نقاطی قرار گیرد که در آن نقاط شیب عرضی برای تخلیه سریع آب های بارش کافی نیست، آب های بارش از روی سطح راه به خوبی تخلیه نمی شود. برای اصلاح این وضعیت، حتی ممکن است تجدید نظر در پلان و نیم رخ طولی لازم شود.

به علاوه، در نقاطی که لبه راه دارای جدول است و همچنین در نقاطی که شیب عرضی تغییر جهت می دهد، طول قوس ها + قائمی که شیب طولی آن ها تغییر جهت می دهد، نباید از حد معینی بیشتر باشد. عیب طول زیاد برای چنین قوس ها + قائمی این است که در

طول نسبتاً زیادی شیب طولی راه کمتر از حداقل مطلوب $0/5$ درصد می‌شود. اگر شیب عرضی کافی نبوده و یا در لبه راه جدول باشد، تخلیه آب‌های بارش از سطح راه مشکل می‌شود.

۴-۸-۳-۵. قوس های قائم در پل ها و تونل ها

قرار دادن قوس ها + قائم گنبدی در پل ها و تونل ها بلامانع است. اما قرار دادن قوس قائم کاسه ای (که دارای خط القعر است) در پل ها و تونل ها و سایر ابنیه فنی مجاز نیست. وجود نقطه گودی در روی پل ها و تونل ها ممکن است در تخلیه آب های سطحی ایجاد مشکل کند. قرار دادن دريچه در نقطه گودی مشکل را کاملاً حل نمی کند، زیرا دريچه ممکن است مسدود شود. در برف روبي ها، برف ها + انباشته ۴۷ غالباً دريچه ها را می بندد.

۴-۸-۳-۶. قوس های قائم مرکب

قوس قائم مرکب، قوس قائمی است که از ترکیب دو سهمی درجه ۲ متفاوت و مماس بر یکدیگر تشکیل می شود.

در نیمرخ طولی اصلی (خط پروژه) راه، نباید از قوس های قائم مرکب استفاده کنند. ولی استفاده از این قوس ها در طراحی نیمرخ طولی لبه های جاده (که رعایت معیارهای طرح هندسی در مورد آن ها ضروری نیست) بلامانع و عموماً کارساز است. برای جزئیات بیشتر در خصوص قوس های قائم مرکب به آیین نامه طراحی راه های شهری مراجعه شود.

۴-۸-۴. ضوابط کلی نیمرخ طولی

علاوه بر ضوابط % که برای اجزای نیمرخ ها + طولی داده شده، رعایت ضوابط کلی تعیین شده در این بند نیز ضروری است.

در تقاطع‌ها تا آنجا که امکان دارد، بایستی شیب‌های طولی را ملایم بگیرند. رعایت این موضوع در مناطق سردسیر که دارای برف و یخ‌بند ۸‌های طولانی است، اهمیت بیشتری دارد.

اگر تقاطع دارای خط مخصوص گردش به چپ است، باید سعی کنند که شیب طولی تا انتهای صف اتومبیل‌هایی که در خط مخصوص گردش به چپ منتظر می‌مانند، ملایم باشد. از نظر تخلیه بهتر آب‌های بارش از سطح راه، توصیه می‌شود که شیب طولی حداقل را در تقاطع‌ها بیشتر بگیرند. زیرا، در محدوده تقاطع‌ها، نیم‌رخ‌ها + دو راه مختلف با یکدیگر ترکیب می‌شوند و شیب‌های عرضی از حداقل‌ها + لازم کمتر شده و حتی در مواردی به صفر می‌رسد. شیب طولی یک درصد به عنوان یک حداقل مطلوب برای تقاطع‌ها توصیه می‌شود.

حداقل ارتفاع آزاد، از نظر امکان عبور وسایل نقلیه بلند، برای انواع راه‌ها به شرح زیر تعیین می‌گردد:

- راه‌ها + شریانی درجه ۱، ۵/۰ متر

- راه‌ها + شریانی درجه ۲ و خیابا ۸‌های محلی، ۴/۵ متر

این حداقل‌ها در همه جا بایستی رعایت شود. برای جزئیات بیشتر در خصوص ارتفاع آزاد به آیین‌نامه طراحی راه‌ها + شهر + مراجعه شود.

در طراحی راه‌ها + جدید باید در نظر داشت که ممکن است ارتفاع کف تمام شده راه، به علت تجدید روسازی‌ها + آینده، بالا بیاید و در نتیجه ارتفاع آزادراه از حداقل لازم کمتر شود. برای جلوگیری از این پیش‌آمد، دست کم باید ۰/۱ متر از بابت اضافه شدن روسازی‌ها + آینده را به حداقل‌ها + داده شده در بالا اضافه کرد.

بهتر است به جای استفاده از نیمرخ طولی با قوس ها + گنبدی و کاسه ای پی در پی و یا تک گودی ها + غیرمنتظره، از شیب های تدریجی استفاده شود.

در سربالایی ها + طولانی به ویژه در راهی با سرعت طرح کم بهتر است شیب در نزدیکی قله کاهش داده شود.

یک خط شیب یکنواخت با تغییرها + تدریجی شیب، هماهنگ با نوع راه و پستی و بلندی طول مسیر، بر خطی شکسته متشکل از قطعه ها + کوچک با شیب های متفاوت برتری دارد.

باید از ایجاد خط سرازیری موج دار با طول زیاد که موجب افزایش سرعت خودرو سنگین در سرازیری می شود، اجتناب نمود.

۴-۹. هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

پلان و نیمرخ طولی اجزای ماندگار را هستند و تغییر و اصلاح بعدی آن ها در خارج شهرها مشکل و پرهزینه و در درون شهرها تقریباً غیرممکن است. بنابراین، در طراحی و انتخاب اجزای پلان و نیمرخ ها + طولی باید با مطالعه کافی تصمیم گیری کرد.

به علاوه، پلان و نیمرخ طولی راه ها + شهری در ساختار معماری، بافت، جهت، هویت و وحدت فضاها + شهری تأثیر می گذارد. پلان و نیمرخ طولی باید هماهنگ با هم و متناسب با نقش ها + مختلف راه و محیطها + شهری طراحی شوند.

راه ها + شریانی درجه ۱ با مقیاسی بزرگ در بافت شهر حضور دارند و در ساختار معماری و ترکیب فضاها + شهری تأثیر می گذارند. از طرف دیگر، زیبایی بصری شهر و مناظری که در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار می گیرد، از نظر کیفیت زندگی شهری اهمیت دارد. به این ترتیب، زیبایی راه ها را باید از سه دیدگاه مورد بررسی قرار داد.

ضوابط اجزاء و استانداردهای طرح ...

الف- سیمای راه از دید محیط،

ب- سیمای محیط از دید راه،

پ سیمای راه از دید راه.

الف) سیمای راه از دید محیط

راه به صورت یک جسم خارجی عظیم بر ترکیب فضاها و ساختار معماری محیط خود تأثیر می گذارد. برای آن که حضور راه محیط خود را ناموزون نکند، رعایت ضوابط زیر ضروری است:

- پلان و نیم رخ طولی با توجه به محیط اطراف و پستی و بلندی ها + آن طراحی شود تا جسم راه به صورتی هماهنگ و یکپارچه در محیط طبیعی و محیط ساخته شده اطرافش به نظر برسد. جسم راه در محیط اطراف خود نباید حجیم، تحمیلی و خارجی به نظر آید.
- در مناطق شهری، راهها + پایین گذر به راهها + هم سطح برتری دارد.
- از احداث پل ها + هوایی سواره در محدوده داخل شهرها، جز در مواردی که روگذر به علت وضعیت طبیعی محل، راه حل منطقی است، می بایست خودداری کنند.
- از احداث راهها + بالا گذر در محدوده داخل شهرها باید خودداری کنند.

ب- سیمای محیط از دید راه

شهرنشینان بخش عمده ای از اوقات خود را در راهها می گذرانند. بنابراین، قرار دادن مناظر زیبا در دید سرنشینان وسایل نقلیه، کیفیت زندگی شهری را بالا می برد و به آسایش رانندگی می افزاید.

مسیرهایی که مناظر زیبا + طبیعی و یا شهری را در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار می دهند، برتری دارند. کوه، پارک، جنگل، رود، دریاچه، و همچنین بناها + زیبا و تاریخی از جمله مناظری هستند که طراح باید سعی کند که در دید سرنشینان وسایل نقلیه قرار گیرد.

پ) سیمای راه از دید راه

رعایت کرد ۸ ضوابط هندسی، مشخصات ساختمانی و توجه به جزئیات اجرایی به زیبایی بصری راه کمک می کند. به علاوه، به همین منظور اصول کلی زیر را باید رعایت نمایند:

- قوس ها، شیب ها و عرض ها را ملایم و تدریجی تغییر دهند.
 - قوس ها و شیب ها را با توجه به زیبایی بصری جسم سه بعدی راه با هم ترکیب کنند.
 - جسم سه بعدی راه را با محیط سه بعدی اطرافش ترکیب نمایند.
- راه ها + شریانی درجه ۲ در فاصله هسته ها + شهری قرار دارند. این راه ها عامل اصلی ارتباط دهنده فضاها + شهری و ایجاد وحدت در ساختار معماری شهرند. به علاوه، پلان و نیم رخ طولی این راه ها در ساختمان های اطراف آن ها منعکس می شود و از نظر زیبایی بصری تأثیر مضاعفی به جا می گذارند.

در خیابان های محلی، پلان راه باید کاملاً خود را با ساختار و بافت هسته شهری تطبیق دهد. علاوه بر این، طرح پلان باید بر اساس محدود نمودن سرعت حرکت وسایل نقلیه باشد. به منظور اعمال سرعت حرکت کم، سواره رو در خیابان های محلی نباید دارای قسمت ها + مستقیم طولانی باشد. در این خیابان ها، برای کنترل سرعت، باید از قوس های حداقل و یا نزدیک به حداقل استفاده نمایند.

طول قسمت ها + مستقیم سواره رو در خیابان های محلی بر حسب سرعت طرح راه، نباید از ۱۰۰ متر و یا ۱۵۰ متر بیشتر باشد.

در خیابان های محلی باید از شیب های طولی تند پرهیز کنند. اما تغییر دادن متعدد و متوالی شیب های طولی کاملاً پذیرفته است، زیرا به علت کوتاهی قسمت ها + مستقیم، این تغییرات محسوس نیست.

مسیر خیابان ۸های محلی می بایست از شیب های ملایم زمین تبعیت کند. مطلوب آن است که شیب طولی غالب در این راه ها از حدود ۲ درصد بیشتر نباشد. بدترین نوع قرارگیری در خیابان ۸های محلی وجود شیب طولی تند در قسمت ها + مستقیم طولانی است. قرارگیری خیابان ۸های محلی، کمتر تابع ضوابط هندسی و بیشتر تابع عملکرد ساختار هسته ها + شهری است.

در راه ها + شهری، تا حد امکان نباید شیب های طولی تند به کار برد. برای رعایت این ضابطه، ممکن است قوس ها + افقی بیشتری لازم شود. ولی باید دقت گردد که راه به صورت قوس ها + افقی پی در پی با شعاع حداقل (مارپیچ) طراحی نشود. با هم بودن قوس ها + افقی و قائم معمولاً به زیبایی بصری راه کمک می کند. برعکس، تغییر دادن پشت سر هم شیب طولی در قسمت ها + مستقیم، امتداد راه را به صورت پستی و بلندی ها + بد شکل در می آورد.

در نزدیکی بلندی قوس ها + قائم گنبدی نباید قوس افقی تند قرار دهند. زیرا قوس گنبدی، دی را محدود می نماید و راننده ممکن است نتواند پیچ را ببیند. در نزدیکی گودی قوس ها + کاسه ای نباید قوس افقی تند گذاشت. زیرا اولاً راه شکسته و ناموزون به نظر می رسد. ثانیاً، ممکن است وسایل نقلیه در سرپایینی سرعت بگیرند و در پیچ تند کنترل خود را از دست بدهند. علاوه، در چنین وضعیتی مزاحمت نور چراغ ها + مقابل شدید است.

در محل تقاطع ها، باید سعی کنند که تا حد امکان شیب های طولی ملایم (با رعایت حداقل شیب طولی از نظر تخلیه آب های بارش) و شعاع قوس ها زیاد باشد. در راه های % که سواره رو دو طرف از یکدیگر جداست، باید امکان طراحی مستقل دو طرف راه را بررسی کنند. در این راه ها، یکی بودن امتداد مسیر دو طرف ضروری نیست.

برعکس، با قرار دادن میانه‌ای با عرض متغیر، بهتر می‌توان راه را با محیط شهری و یا طبیعی آن تطبیق داد. حتی، در مواردی می‌توان میانه را چنان عریض گرفت که بتوان از آن برای کاربری‌ها + مناسب شهری استفاده کرد. به این ترتیب، می‌توان راه شریانی را در درون بافت شهری جانمایی کرد و از تحمیلی بودن حضور آن کاست.

خلاصه

در این فصل، ابتدا انواع وسایل نقلیه تیپ طراحی متداول در کشور به همراه مشخصات آن-ها ارایه ۴۷ است. سپس سرعت طرح و سرعت مجاز وسایل نقلیه در انواع راه‌های شهری ارایه گردید که مبنای تعیین مشخصات هندسی راه‌ها می‌باشد.

سپس ضوابط پلان راه‌ها، شامل انواع قوس‌های افقی و شعاع حداقل مجاز آن‌ها ارایه ۷. طول تامین بریلندی، تعریض خط در قوس، فاصل دید سبقت، توقف و انتخاب و نکات مهم در هماهنگی اجزای پلان مورد بررسی قرار گرفت.

در بند (۸) ضوابط نیم‌رخ طولی راه، تاثیر شیب طولی بر حرکت وسایل نقلیه، حداقل و حداکثر شیب طولی مجاز در انواع راه‌ها و انواع قوس‌های قائم، بررسی گردید. در انتها نیز نکات مهم در هماهنگی پلان و نیم‌رخ طولی مورد بررسی قرار گرفت.
در فصل بعدی، مقاطع عرضی راه‌ها به تفصیل بررسی خواهد شد (د ۷).

خودآزمایی

۱. حداقل شعاع قوس افقی در بزرگراهی با سرعت طرح ۹۰ کیلومتر بر ساعت چقدر است؟
۲. سرعت مجاز و سرعت طرح در راه شریانی درجه ۲ از نوع اصلی چقدر است؟
۳. حداقل و حداکثر شیب طولی برای راه شریانی درجه ۱ با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت که در منطقه هموار واقع شده، چقدر است؟
۴. شیب بر حرکت وسایل نقلیه چه تاثیری می گذارد؟
۵. برای تخلیه مناسب آب های سطحی در معابر شهری چه مواردی را بایستی رعایت نمود؟



فصل پنجم

نیمرخ‌های عرضی



اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. عرض خطوط سواره‌رو و شانه

۲. خطوط پارکینگ

۳. خط‌های کمکی

۴. شیب عرضی

۵. میانه

۶. جدول

۷. شیروانی‌ها

۸. سیستم‌های تخلیه آب

۵-۱. نیمرخ های عرضی

۵-۱-۱. عرض خطوط

۵-۱-۱-۱. عرض خط های اصلی (سواره رو)

سواره رو، قسمتی از سطح نهایی روسازی راه است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیه به کار می رود. این قسمت از کف راه از شانه که معمولاً به توقف یا عبور اضطراری خودروها اختصاص دارد، متمایز است.

عرض خط را با توجه به موارد زیر تعیین می کنند [۴]:

- باریک بودن خط از ظرفیت راهها + شریانی می کاهد.
- رانندگی در خط عریض تر با آرامش و ایمنی بیشتر انجام می شود.
- خط عریض تر رانندگان وسایل نقلیه را تشویق می نماید که با سرعت بیشتری حرکت کنند.
- خطی که بیش از حد عریض است، در اوقات شلوغ موجب آشفته گی جریان ترافیک می شود. زیرا در چنین وضعیتی، رانندگان غالباً حدود خطها را نگه نمی دارند و از دو خط خط کشی شده، عملاً به جای سه خط استفاده می کنند.

با توجه به اصول فوق، عرض خطها + اصلی مطابق جدول (۵-۱) تعیین می گردد.

جدول شماره ۵-۱: عرض خط‌های اصلی (سواره‌رو) در انواع راه‌های شهری [۹۰۴]

نوع راه	طبقه‌بندی راه	عرض خط (بر حسب متر)
شریانی درجه یک	آ!ادراه	۳/۶۵
	*ز:راه	۳/۲۵ تا ۳/۵
شریانی درجه دو	اصلی	۳ تا ۳/۲۵
	فر =٪	۳ تا ۲/۷۵
خیابان‌های محلی	اصلی	۳ تا ۲/۷۵
	فر =٪	۲/۷۵

عرض خط‌ها + کمکی و خط‌ها + ویژه گردش به چپ بین ۳/۲۵ تا ۳/۶۵ متر و در شرایط بسیار دشوار، ۳ متر در نظر گرفته می‌شود.

اگر در لبه سمت راست سواره‌رو، جدول قائم موجود است، عرض خط سمت راست را ۰/۲۵ متر بیشتر از ارقام جدول در نظر می‌گیرند.

مقدارها + ذکر شده در جدول فوق، بایستی در پل‌ها + بزرگ نیز رعایت شود. عرض‌های ذکر شده شامل نوار خط‌کشی نیز می‌باشد ولی شامل اضافه عرض در قوس‌ها نیست. هرگونه تغییر در عرض سواره‌رو می‌بایست به صورت تدریجی و با نصب علائم اعمال شود.

تعداد خط‌های اصلی

تعداد خط‌ها + اصلی راه‌ها + شریانی باید بر اساس حجم ترافیک در ساعت طرح و ظرفیت هر خط انجام شود.

تعداد خط‌ها + اصلی راه‌ها + شریانی درجه ۱ نباید از چهار خط در هر جهت (هشت خط در دو جهت) بیشتر باشد. در صورتی که به بیش از چهار خط اصلی در یک جهت نیاز باشد، باید بیش از یک سواره‌رو برای هر طرف در نظر گرفت.

تعداد خطها + اصلی راهها + شریانی درجه ۲ نباید از سه خط در هر جهت (شش خط در دو جهت) بیشتر باشد. در تعیین تعداد خطوط راهها + شریانی درجه ۲ بایستی به ایمنی عبور پیادهها از عرض خیابان توجه ویژه ای گردد.

در خیابانهای محلی نباید تعداد خطها + اصلی یک سوارهرو بیشتر از دو خط باشد. این مطلب مخصوصاً در داخل مناطق مسکونی اهمیت دارد. در این مناطق ظرفیت راه، بر اساس ظرفیت زیست محیطی خیابان تعیین می شود. ظرفیت زیست محیطی با افزایش زمان عبور پیادهها از عرض سوارهرو کاهش می یابد. برای جزئیات بیشتر به آیین نامه طراحی راهها + شهری مراجعه شود.

۵-۱-۲. عرض شانهها

شانه بخشی از راه و در مجاورت سوارهرو است که برای ایستادن خودروها + متوقف شد، استفادهها + اضطراری و به عنوان پشتیبان جانبی برای لایهها + زیر اساس، اساس و رویه، در نظر گرفته می شود. در بعضی موارد نیز دو چرخه سوارها می توانند از شانه استفاده کنند. عرض شانه ساخته شده عبارتست از فاصله بین لبه سوارهرو تا محل تقاطع سطح شیب دار شانه و سطح شیب دار شیروانی خاکریزی.

در هر دو سمت راهها + شریانی درجه ۱ باید شانه در نظر گرفت. در راهها + شریانی درجه ۲، معمولاً شانه نمی سازند. در این راهها، به جای شانه راست خط پارکینگ در نظر گرفته می شود.

شانه، یکی از اجزای حیاتی راهها + شریانی درجه ۱ است. وجود شانه ایمنی، ظرفیت و زیبایی این راهها را افزایش می دهد و موجب راحتی رانندگی در این راهها می گردد. عملکردها + مختلف شانه به شرح زیر است:

- برای وسایل نقلیه‌ای که به علت نقص فنی و یا نداشتن سوخت ناچار به توقف می‌شوند، محل ایمنی دور از جریان سریع ترافیک را فراهم می‌سازد.
 - برای ایستادن رانندگی که به علت خستگی بدن و اعصاب و یا به منظور مطالعه نقشه و یافتن جهت حرکت خود تمایل به توقف دارند، جایی ایمن فراهم می‌سازد.
 - هنگام خطر، برای وسایل نقلیه جای فرار را فراهم می‌کند. به این علت از تصادفات جلوگیری و یا از شدت آن‌ها کاسته می‌شود.
 - ایجاد احساس پهن بودن نوار عبور، آسایش و آسودگی ناشی از آزادی عمل در رانندگی.
 - به تأمین فاصله دید افقی در قوس‌ها کمک می‌کند.
 - زیبایی بصری راه را بهتر می‌نماید .
 - ظرفیت راه را افزایش می‌دهد.
 - برای تعمیرات راه و اقدامات مربوط به نگهداری آن، مکا ۸ لازم را فراهم می‌سازد.
 - آب‌های بارش، از طریق آن به فاصله دورتری از سواره‌رو هدایت می‌شود.
 - در سیستم بسته تخلیه آب‌های بارش، شانه به عنوان مجرای آب‌های سطحی عمل می‌کند و این آب‌ها را به چاهک‌ها و یا کانال‌های اطراف راه هدایت می‌نماید.
 - در شلوغی ترافیک و رانندگان‌ها، وسایل نقلیه اضطراری نیروها + انتظامی، آمبولانس، آتش نشانی و نظایر آن، از شانه استفاده می‌کنند.
 - فاصله آزاد واقع بین تجهیزات کنار راه و لبه سواره‌رو را بیشتر می‌کند.
 - به استحکام روسازی سواره‌رو کمک می‌کند.
- عرض قابل استفاده شانه ممکن است با عرضی که در روی نیم‌رخ‌ها + عرضی به عنوان شانه مشخص می‌شود، تفاوت داشته باشد.

عرض قابل استفاده شانها + راهها + شریانی درجه یک در جدول (۵-۲) ارایه شده است.

جدول ۵-۲: عرض قابل استفاده شانها برای راههای شریانی درجه ۱ راههای شهری [۴]

عرض شان چپ (متر)	عرض شان راست (متر)	نوع راه
۰/۷۵ تا ۱/۵	۳/۰	آ اادراه جاده با ۴ یا ۶ خط اصلی
۲/۵ تا ۳/۰	۳/۰	جاده با ۸ خط اصلی
-	۲/۵	خطها + کمکی*
۰/۵	۳/۰ تا ۱/۵	رابطها
۰/۵۷ تا ۱/۰	۲/۵	*زیر نراه خطها + اصلی
-	۲/۵ تا ۰/۰	خطها + کمکی
-	۲/۰ تا ۱/۵	راهها + عبوری

* عرض شان خط سربالایی را برابر شان معمول راه در نظر می گیرند.
توضیح: برای جزئیات شانها + خطها + کمکی و شانها + رابطها به بخش ۵، آیین نامه طراحی راههای شهری مراجعه شود.

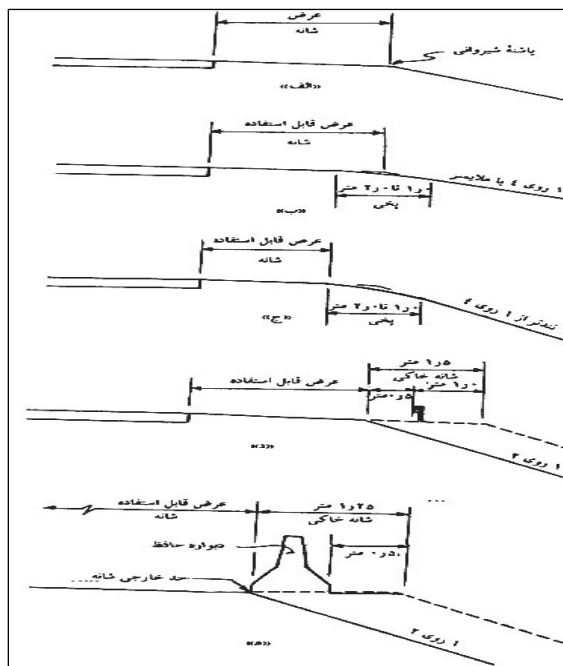
اگر در فاصله بین لبه خارجی شان و پاشنه شیروانی، شان خاکی وجود دارد، عرض قابل استفاده شان همان عرض شان است.

اگر در حد خارجی شان جدول وجود دارد، عرض قابل استفاده شان برابر با عرض شان می باشد.

اگر در حد خارجی شان نرده حافظ وجود دارد، عرض قابل استفاده شان همان طور که در شکل (۵-۱-۵) نشان داده شده، ۰/۵ متر کمتر از فاصله بین لبه سواره رو و نمای نرده است.

اگر در حد خارجی شان دیواره حافظ وجود دارد، عرض قابل استفاده مطابق شکل (۵-۱-۵ه) شان برابر است با فاصله بین لبه سواره رو و نمای قاعده دیواره حافظ.

اگر در لبه خارجی شانه هیچ مانعی وجود ندارد و شیب شیروانی خاکریزی ۱ ارتفاع برای ۴ قاعده (۱ روی ۴) و یا ملایم‌تر است، عرض قابل استفاده برابر با فاصله بین پاشنه شیروانی و لبه سواره‌رو است (مطابق شکل ۵-۱-ب). اگر شیب شیروانی خاکریزی تندتر از ۱ روی ۴ بوده و شانه خاکی وجود نداشته باشند، عرض قابل استفاده حداقل ۰/۵ متر کمتر از فاصله فوق است (مطابق شکل ۵-۱-ج).



شکل شماره ۵-۱: عرض قابل استفاده شانه در حالات مختلف [۴]

برای راه‌ها + شریانی درجه ۲ به جای شانه راست معمولاً خط پارکینگ در نظر می‌گیرند. در مواردی ممکن است به جای خط پارکینگ از خط دست راست نیز به عنوان خط اصلی استفاده کنند.

در موارد + که خط پارکینگ در نظر گرفته نمی شود، اگر در لبه سواره رو فقط جداول وجود دارد، حداقل ۰/۲۵ متر و اگر جدول و قنوکناری موجود است، حداقل ۰/۵ متر به عرض سواره رو بایستی اضافه شود. بنابراین، عرض خط سمت راست را باید به میزان فوق از عرض خطها + اصلی چسپیده به آن بیشتر گرفت و این اضافه عرض را با خط کشی سفید ممتد لبه مشخص نمود.

برای راهها + دوطرفه جدا شده، بایستی شانه چپ در نظر گرفته شود. شانه چپ نوار باریکی است که با خط کشی مشخص می گردد و جزء سواره رو به حساب نمی آید. اگر جدول واقع در لبه میانه از نوع مایل است، حداقل ۰/۲۵ متر و اگر این جدول از نوع قائم و یا جدول و قزو است، حداقل ۰/۵ متر، باید به عنوان شانه چپ در نظر گرفته شود و لبه داخلی آن را با خط کشی ممتد لبه مشخص کنند.

در خیاباها ۸ محلی در نظر گرفتن شانه، عامل تشویق کنند ۱۴ + برای سرعت گرفتن وسایل نقلیه موتوری است. بنابراین، در این گونه راهها نبایستی شانه در نظر گرفت.

روسازی شانهها

شانهها + راست و چپ باید روسازی گردند و رویه آنها از جنسی باشد که در تحت شرایط جوی مختلف حالت پایدار خود را حفظ کند.

از شانهها نباید به عنوان سواره رو استفاده شود، زیرا در این صورت هیچ کدام از فایده های مورد نظر تحقق نمی یابد.

بنابراین، پیشنهاد می شود که رویه شانه از جنس آسفالت سرد، که زبرتر است، ساخته شود. در صورت عملی نبودن دستور فوق، توصیه می گردد که رویه شانهها + راهها + شهری را مانند رویه سواره رو از بتن آسفالتی بسازند. در این صورت، باید مرز شانه و سواره رو را با

خط سفید ممتدی به نام خط لبه مشخص کنند و به کمک علائم انتظامی و با اعمال شدید مقررات از استفاده شانه به عنوان خط اصلی و یا محل توقف وسایل نقلیه جلوگیری نمایند. شانه‌ها زیر بار ترافیک عبوری نیستند و طبیعتاً به روسازی ضعیف‌تری نیاز دارند. از نظر استحکام و دوام سواره‌رو، توصیه می‌شود که حداقل تا ۰/۲۵ متری لبه سواره‌رو، در داخل شانه مشخصات روسازی اصلی رعایت گردد. از نظر عملی بودن اجرا، در شانه‌هایی که عرض آن‌ها ۱/۲۵ متر یا کمتر است، توصیه می‌شود که تمام عرض شانه را مطابق روسازی سواره‌رو در نظر بگیرند.

۵-۲. خطوط پارکینگ

راه‌های شریانی درجه ۱: راه‌ها + شریانی درجه ۱ بر این اساس طرح می‌شوند که وسایل نقلیه جز در حالت اضطراری در حاشیه آن‌ها توقف نکنند و شانه راه برای توقف‌ها + اضطراری تعبیه می‌شود. بنابراین، در راه‌های شریانی درجه ۱ نباید خط پارکینگ را در نظر گرفت. همچنین در این راه‌ها، باید کنترل و نظارت مستمر نمود تا از شانه‌ها برای پارکینگ، ایستاد ۸‌های غیراضطراری، بارگیری و باراندازی، سوار و پیاده کردن مسافر و یا به عنوان خط اصلی استفاده نشود. قرار دادن ایستگاه اتوبوس در شانه راه‌ها + شریانی درجه ۱ مجاز نیست و ایستگاه‌ها + اتوبوس بایستی کاملاً خارج از محدوده جاده اصلی جانمایی شوند.

راه‌های شریانی درجه ۲: برای راه‌ها + شریانی درجه ۲ می‌توان خط پارکینگ در نظر گرفت. اما وجود خط پارکینگ در این راه‌ها را نباید به معنا + آزاد گذاشتن پارکینگ در تمام اوقات شبانه‌روز و در تمام طول راه دانست. در این راه‌ها، از عرض خط پارکینگ در موارد زیر استفاده می‌شود:

- پیاده و سوار کردن مسافر
- ایستگاه ها + تاکسی
- جای بارگیری و باراندازی
- خط کمکی گردش به راست در تقاطع ها
- پارکینگ حاشیه ای.

سطح خط پارکینگ را باید پس از بررسی ها + محلی، به طور متناسب، به مصارف فوق تخصیص داد و در این تخصیص، نیازها + راه و کاربری ها + اطراف آن را در نظر گرفت. طراحی متناسب خط پارکینگ، ابزار موثری در تنظیم ترافیک، افزایش ایمنی و ظرفیت خیابان های شریانی درجه ۲ است. برا + جزئیات بیشتر در این مورد به بخش ۶ آیین نامه طراحی راه ها + شهری مراجعه شود.

تعیین محل و طراحی پارکینگ حاشیه ای باید همزمان با اختصاص قسمت های % از خط پارکینگ برای سایر منظورها انجام گردد. در طراحی پارکینگ حاشیه ای، بایستی عوامل زیر در نظر گرفته شود:

۱- عوامل مربوط به ساختار تقاضا شامل

- سیاست ها + تنظیم تقاضای ترافیک در شهر مورد نظر
- نیاز کاربری ها + اطراف به پارکینگ حاشیه ای
- نیاز کاربری ها + اطراف به جای ایستادن و پیاده و سوار کردن
- نیاز کاربری های اطراف به جای بارگیری و باراندازی
- جای لازم برای ایستگاه ها + وسایل نقلیه همگانی.

۲- عوامل مربوط به ظرفیت شبکه شامل

- ظرفیت شبکه در ساعات شلوغ صبح و عصر
- وضعیت تقاطع‌ها و تأثیرات پارکینگ حاشیه‌ای بر کارایی آن‌ها
- آسانی یا دشواری یافتن پارکینگ حاشیه‌ای در خیابان‌های مجاور
- دسترسی به پارکینگ‌ها + غیرحاشیه‌ای.

۳- عوامل مربوط به ایمنی

- در راه‌هایی که سرعت حرکت وسایل نقلیه زیاد است، پارکینگ حاشیه‌ای ایمنی کافی ندارد.

- پارکینگ حاشیه‌ای ممکن است مانع دیده شدن عابرین پیاده‌ای شود که قصد عبور از عرض راه را دارند. برای جلوگیری از این امر، باید پارکینگ حاشیه‌ای با پیاده‌گذرهای فاصله داشته باشد.

- پارکینگ حاشیه‌ای نباید جلوی راه‌های اتصالی ساختمان‌ها را مسدود نماید.

- پارکینگ حاشیه‌ای نباید جلوی تأسیسات اضطراری نظیر شیرها + آتش‌نشانی را بگیرد. در صورتی می‌توان قسمت‌هایی از خط پارکینگ را به پارکینگ حاشیه‌ای اختصاص داد که با این کار، کیفیت ترافیک در ساعت اوج عصر از کیفیت (د) بدتر نشود. در غیر این صورت، باید پارکینگ حاشیه‌ای را در راه‌ها + شریانی درجه ۲ ممنوع کرد.

با اعمال این قاعده، ساعت‌ها + توقف ممنوع تعیین می‌شود. در خیابان‌های مرکزی شهر، می‌توان پارکینگ حاشیه‌ای را در تمام ساعت‌ها + شبانه‌روز و یا در بعضی از ساعت‌ها ممنوع ساخت. در خیابان‌های اطراف شهر، پارکینگ حاشیه‌ای را می‌توان فقط در ساعت‌ها + صبح و عصر ممنوع کرد.

عرض اوج خط پارکینگ: در تعیین عرض خط پارکینگ می‌باید موارد زیر در نظر گرفته شوند:

- اگر از خط پارکینگ، در ساعت ها + اوج، برای خط ویژه اتوبوس نیز استفاده می شود، عرض خط از ۳/۰ متر کمتر نباشد.
 - اگر از خط پارکینگ، در ساعت ها + اوج، به عنوان خط اصلی نیز استفاده می شود، عرض آن از عرض خط اصلی چسبیده به آن به اضافه ۰/۲۵ متر کمتر نباشد. (۰/۲۵ متر اضافه عرض به علت وجود جدول در لبه خط پارکینگ در نظر گرفته می شود).
 - در راه هایی که سرعت مجاز آن ها ۵۰ کیلومتر در ساعت یا بیشتر است، از نظر ایمنی سرنشینان در هنگام پیاده و سوار شدن، بهتر است عرض خط پارکینگ از ۳/۲۵ متر کمتر نباشد.
 - در هیچ وضعیتی، عرض خط پارکینگ را نباید از ۲/۷۵ متر کمتر در نظر گرفت.
- خیابان های محلی:** در خیابان های محلی، بسته به نیاز، خط پارکینگ را در یک طرف و یا هر دو طرف خیابان قرار می دهند. خط پارکینگ باعث به وجود آمدن مشکلاتی در خیابان های محلی می شود از جمله:
- عرض جاده را زیاد می کند و این موجب سرعت گرفتن وسایل نقلیه می شود.
 - مسافت عبور از عرض خیابان را برای عابرین پیاده زیاد می نماید .
 - وسایل نقلیه پارک شده در حاشیه خیابان مانع دید عابرین پیاده می گردد و تشخیص فرصت عبور مناسب را برای آن ها دشوار می سازد. همچنین باعث می شود که رانندگان وسایل نقلیه نتوانند عابرینی که قصد عبور از عرض خیابان را دارند، به وضوح تشخیص دهند.

برای رفع معایب فوق، توصیه می‌شود که پیش‌آمدگی در نظر بگیرند. پیش‌آمدگی قسمتی از پیاده‌رو را گویند که به داخل جاده تجاوز می‌کند. پیش‌آمدگی دارای فواید زیر است:

- مانع استفاده از خط پارکینگ به عنوان خط عبوری می‌شود.
 - مسافت عبور از عرض خیابان را برای عابرین پیاده کاهش می‌دهد.
 - دید عابرین را از جاده بهتر می‌کند.
 - تشخیص حضور عابرین را برای رانندگان ساده‌تر می‌سازد.
- پارک کردن وسایل نقلیه در نزدیکی تقاطع‌ها، موجب بی‌نظمی ترافیک ۴۷ و به همین دلیل ممنوع است. اما، در تقاطع‌ها + واقع در مناطق تجاری و شلوغ، وسایل نقلیه از عرض خالی خط پارکینگ، در نزدیکی تقاطع، به جای یک خط گردش به راست استفاده می‌کنند؛ *٪ آن که چنین خطی مورد نظر بوده و طراحی شده باشد. چنین استفاده‌ای وضع ترافیک را در تقاطع نامنظم می‌نماید. برای جلوگیری کردن از این مشکل، در محل تقاطع‌های خیابا ۸‌های محلی واقع در مناطق تجاری، پیش‌آمدگی پیاده‌رو در نظر می‌گیرند.
- عرض خط پارکینگ برای خیابا ۸‌های محلی به شرح زیر توصیه می‌شود:

- عرض مطلوب ۲/۵ متر
- عرض حداقل ۲/۰ متر.

۳-۵. خط‌های کمکی

خط‌ها + کمکی، خط‌هایی هستند که به منظور افزایش ظرفیت، ایمنی، روانی جریان ترافیک و راحتی رانندگی به خط‌ها + اصلی اضافه می‌شوند. هر خط کمکی برای یک منظور مشخص طراحی می‌گردد. انواع خط‌ها + کمکی را می‌توان به صورت زیر دسته *٪ (+ کرد):

- خط گردش به راست

- خط گردش به چپ
- خط ممتد گردش به چپ
- خط افزایش سرعت
- خط کاهش سرعت
- خط تداخل
- خط سر بالایی.

۵-۳-۱. خط گردش به راست (خط راست گرد)

خط گردش به راست، خطی است که قبل از تقاطع در سمت راست خط‌ها + اصلی در نظر گرفته می‌شود تا وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند به سمت راست گردش نمایند، با استفاده از آن، بدون آن که جلوی ترافیک عبوری را سد کنند، گردش خود را انجام دهند. فایده خط گردش به راست افزایش ظرفیت و ایمنی عابران پیاده و سواره است. عرض خط گردش به راست، مطابق عرض خط‌ها + اصلی انتخاب می‌گردد. چنانچه در لبه خط گردش به راست، جدول وجود دارد، عرض خط ۰/۲۵ متر بیشتر از عرض خط‌ها + مجاور آن گرفته شود. خط گردش به راست در محل تقاطع، ممکن است به رابط راست‌گردی تبدیل شود، یعنی جزیره‌ای بین خط گردش به راست و خط‌ها + اصلی واقع شود. عرض رابط راست‌گرد، به شعاع قوس آن بستگی دارد. برای جزئیات بیشتر به بخش ۷، آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری مراجعه شود.

۵-۳-۲. خط گردش به چپ (خط چپ گرد)

خط گردش به چپ، خطی است که قبل از تقاطع در سمت چپ خط‌ها + اصلی گذاشته می‌شود تا وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند به چپ گردش کنند، با استفاده از این خط برای به دست آوردن فرصت عبور مناسب و یا سبز شدن چراغ مخصوص گردش به چپ منتظر شوند. خط گردش به چپ ظرفیت و ایمنی تقاطع را افزایش می‌دهد.

عرض خط‌ها + گردش به چپ به شرح زیر تعیین می‌گردد:

راه‌ها + شریانی درجه ۱:

- عرض مطلوب ۳/۵۰ متر

- عرض حداقل ۳/۰۰ متر.

راه‌ها + شریانی درجه ۲:

- عرض مطلوب ۳/۲۵ متر

- عرض حداقل ۲/۷۵ متر.

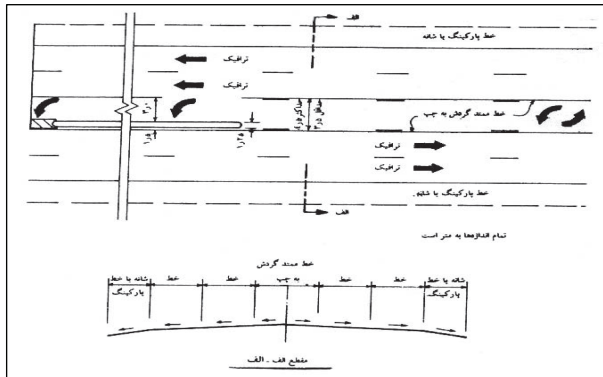
اگر در لبه خط گردش به چپ، جدول قائم وجود داشته باشد، به عرض‌ها + فوق باید مقدار ۰/۲۵ متر اضافه کرد.

توجه: در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها، نشریه شماره ۱۶۱، عرض خط مخصوص گردش به راست و چپ ۳/۶۵ متر پیشنهاد ۴۷ است. در حالت‌ها + خاص که محدودیت عرض وجود دارد، عرض هر خط را می‌توان به ۳/۲۵ متر کاهش داد.

۵-۳-۳. خط ممتد گردش به چپ

در راه‌ها + شریانی درجه ۲ و در مواردی که راه دارا + دسترسی‌ها + متعدد است، برای افزایش ظرفیت و تنظیم ترافیک، می‌توان خطی را در فاصله بین ترافیک دو طرف قرار داد

تا گردش به چپها + هر سمت از آن خط انجام شود. به چنین خطی، خط ممتد گردش به چپ گویند. نمونه ای از خطوط ممتد گردش به چپ در شکل (۵-۲) نشان داده شده است.



شکل شماره ۵-۲: نمونه ای از خطوط ممتد گردش به چپ

در نظر گرفتن خط ممتد گردش به چپ یکی از روشها + موثر تنظیم ترافیک برای راهها + شریانی درجه ۲، مخصوصاً در اطراف شهرهاست. برای استفاده صحیح، خط ممتد گردش به چپ را باید با خط کشی، نصب بازتابهای چشم گربه ای و جدول گذاری، طوری تنظیم کرد که ترافیک عبوری از آن استفاده نکند و تنها قسمتهایی که برای گردشها در نظر گرفته شده، مورد استفاده قرار نگیرد.

حداقل مطلوب برای خط ممتد گردش به چپ، طبق آیین نامه طراحی راهها + شهری ۴/۵ متر تعیین می شود. با این عرض در محل تقاطعها، می توان سکویی به عرض ۱/۲۵ متر و یک خط گردش به چپ به عرض ۳/۰ متر در نظر گرفت.

حداقل مطلق برای خط ممتد گردش به چپ، طبق این آیین نامه، ۳/۵ متر تعیین می شود. این عرض در محل تقاطعها به یک خط گردش به چپ به عرض ۲/۷۵ متر و میانه ای به عرض ۰/۷۵ متر تبدیل می شود. این میانه باید با خط کشی و بازتابهای چشم گربه ای و یا با خط کشی و سکویی که جدول آن مایل است، مشخص گردد.

۵-۳-۴. خط‌های کاهش و افزایش سرعت

از نظر ایمنی، وسایل نقلیه نباید در محدوده خط‌ها + اصلی راه‌هایی که سرعت مجاز آن‌ها زیاد است، تغییر سرعت دهند. بنابراین، هنگامی که وسایل نقلیه می‌خواهند از راهی با سرعت طرح بالا خارج شده و به راه یا رابطی با سرعت کم وارد شوند، به یک خط کمکی نیاز دارند تا بتوانند سرعت خود را در طول آن کاهش دهند و آن را با وضعیت راهی که می‌خواهند وارد شوند، متناسب کنند. این خط کمکی را خط کاهش سرعت می‌گویند.

برعکس، ورود ناگهانی وسایل نقلیه‌ای که با سرعت کم حرکت می‌کنند به داخل جریان‌های سریع ترافیک از نظر ایمنی پذیرفته نیست. این وسایل نقلیه باید ابتدا در داخل یک خط کمکی، چسبیده به خط‌ها + اصلی راه، سرعت خود را افزایش دهند و در همان خط در پی یافتن فرصت مناسب (فاصله کافی بین وسایل نقلیه در حال حرکت در جریان اصلی) برای وارد شدن به جریان اصلی باشند. این خط کمکی را خط افزایش سرعت می‌گویند.

عرض خط‌ها + افزایش و کاهش سرعت مطابق عرض خط‌ها + اصلی چسبیده به آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. اگر در لبه این خط‌ها، جدول قائم وجود دارد، عرض آن‌ها را باید ۰/۲۵ متر بیشتر از عرض خط اصلی چسبیده به آن در نظر گرفت.

۵-۳-۵. خط‌های تداخل

در مواردی که ورودی به راه در نزدیکی و قبل از خروجی قرار دارد، ترافیک ورودی برای پیوستن به جریان اصلی ناچار است که از داخل جریان ترافیک خروجی بگذرد. به همین ترتیب، جریان ترافیک خروجی برای رسیدن به دهانه خروجی و خارج شدن از راه از داخل

جریان ترافیک ورودی می گذرد. در این موارد، به منظور افزایش ظرفیت و بهبود کیفیت ترافیک ممکن است لازم شود که یک یا چند خط کمکی در فاصله بین ورودی و خروجی گذاشته شود. این خطها را خطها + تداخل می گویند.

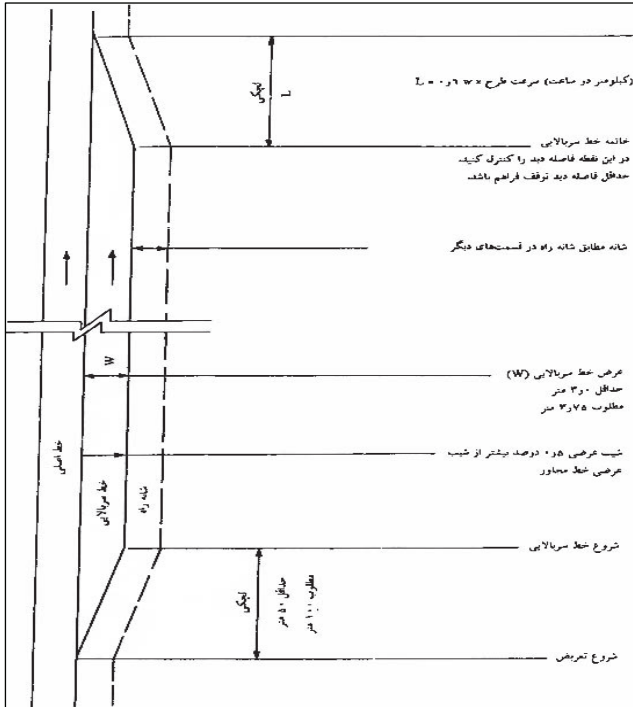
عرض خطها + تداخل باید برابر عرض خطها + اصلی چسبیده به آنها در نظر گرفته شود. چنانچه در لبه خط تداخل جدول قائم وجود دارد، عرض آن خط را باید $0/25$ متر بیشتر از عرض خط اصلی چسبیده به آن در نظر گرفت.

۵-۳-۶. خط سربالایی

خط سربالایی، به یک خط کمکی گفته می شود که به منظور افزایش و ظرفیت، در سربالایی ها + تند و طولانی به سواره رو اضافه می شود. به این ترتیب، وسایل نقلیه سنگین از خط سربالایی استفاده می کنند و موجب کاهش سرعت حرکت جریان اصلی ترافیک نمی شوند. خط سربالایی، ظرفیت و ایمنی راه و سرعت حرکت وسایل نقلیه را افزایش می دهد. نمونه ای از خطوط سربالایی در شکل (۵-۳) نشان داده شده است.

در راهها + شهری، اصولاً باید از شیب های طولی تند پرهیز کرد. بنابراین، استفاده از خط سربالایی معمولاً کاربرد ندارد. اما، در راهها + موجود و همچنین در موارد ناچاری که شیب طولی مسیر راه تند و طولانی است، برای مواردی که درصد وسایل نقلیه سنگین زیاد است، اثربخشی خط سربالایی باید بررسی شود.

بهتر است عرض خط سربالایی را برابر با عرض اصلی چسبیده به آن در نظر بگیرند. در موارد ناچاری می‌توان عرض خط سربالایی را $0/25$ متر کمتر از عرض خط‌ها + اصلی گرفت. اگر در لبه خط سربالایی جدول وجود دارد، عرض آن را باید $0/25$ متر بیشتر از



عرض خط‌ها + اصلی و یا حداقل برابر با آن در نظر گرفت.

شکل شماره ۳-۵: خط سربالایی [۴]

۴-۵. شیب عرضی

۱-۴-۵. تعیین شیب عرضی

ایمنی حرکت وسایل نقلیه ایجاب می کند که آب های بارش به سرعت از سطح سواره رو خارج شوند. سرعت تخلیه آب های بارش بستگی دارد به:

- مقدار شیب عرضی
- مقدار شیب طولی
- جنس رویه
- عرض تخلیه (عرضی از جاده که شیب عرضی آن یک طرفه است).

هر چه شیب عرضی زیادتر باشد، تخلیه آب از سطح جاده سریع تر صورت می گیرد. از طرف دیگر، شیب عرضی زیاد موجب پایین آمدن کیفیت رانندگی و دشواری حرکت دوچرخه سواران و عابران پیاده خواهد شد.

با توجه به عوامل فوق، شیب های عرضی قسمت ها + مختلف جاده به شرح زیر با توجه به آیین نامه طرح هندسی راه ها + شهری، تعیین می شود:

راه های شریانی درجه

- خط سمت راست ۲/۵ درصد
- خطها + دیگر ۲/۰ درصد
- شانه ۴/۰ تا ۵/۰ درصد
- شانه سمت چپ هرگاه به داخل سواره رو شیب داده شود، ۲/۰ درصد.

راه های شریانی درجه ۲

- خط اصلی سمت راست ۲/۵ درصد

- خط پارکینگ ۳/۰ درصد
- خط‌ها + دیگر ۲/۰ درصد.

خیابان‌های محلی

- بر حسب کیفیت روسازی از نظر هدایت آب ۲ یا ۲/۵ درصد
- بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها، نشریه شماره ۱۶۱، شیب عرضی سواره‌رو در قسمت‌ها + مستقیم و قوس‌ها + با شعاع بزرگ که نیاز به برابندی نداشته باشند، ۱/۵ تا ۲/۵ درصد برای رویه‌های آسفالتی و بتنی. جدید و روکش روسازی قدیم و ۳ تا ۵ درصد برای رویه‌ها + شنی در نظر گرفته می‌شود.
- شیب عرضی شانه‌ها + رویه‌دار آسفالتی یا بتنی، در قسمت‌ها + مستقیم و قوس‌ها + باز، ۴ تا ۵ درصد و در مورد شانه‌ها + شنی ۵ تا ۶ درصد در نظر گرفته می‌شود.

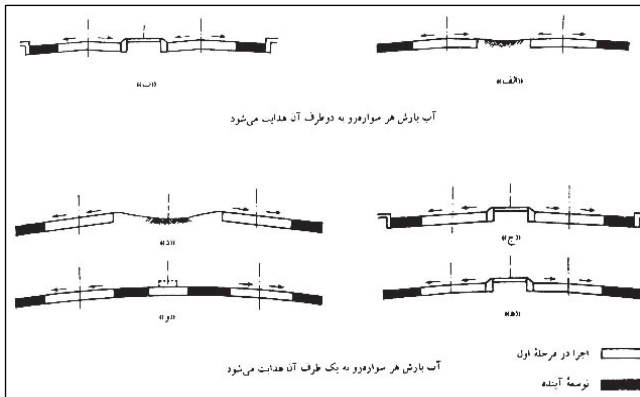
۲-۴-۵. شیوه‌های اعمال شیب عرضی

در جاده‌ها + دوطرفه، خط محور را باید خط تقسیم آب‌های بارش در نظر گرفت و سطح جاده را از این خط به دو طرف شیب داد. در خیابان‌های محلی کم‌اهمیت می‌توان بر خلاف این قاعده عمل کرد و خط محور را خط تجمع آب‌های بارش گرفت و سطح جاده را از دو لبه آن به طرف خط محور شیب داد.

در راه‌های٪ که بیش از یک سواره‌رو وجود دارد، با شیوه‌ها + مختلفی می‌توان آب بارش را به خارج جاده هدایت نمود. این شیوه‌ها در شکل (۴-۵) نشان داده شده است.

در این راهها، طراح باید با توجه به وضعیت مشخص راه و مخصوصاً با در نظر گرفتن نحوه تعریض آن در آینده، یکی از شیوهها + نشان داده شده در شکل نامبرده را انتخاب کند.

این انتخاب باید با در نظر گرفتن برتریها و کاستیهایی باشد که در زیر برای هریک از



لایوهها بیان می‌گردد.

شکل شماره ۴-۵: طرز هدایت آب بارش در راههای دوطرف جدا

به شیوههای (الف) و (ب) که در آنها آب بارش به دو طرف جاده هدایت می‌شود، شیب* + دوطرفه می‌گویند. مزیت اصلی شیب* + دوطرفه تخلیه سریع‌تر آب بارش از سطح روسازی است. عیب این روش بیشتر بودن هزینه ایجاد تأسیسات تخلیه آب است، زیرا باید این تأسیسات را در هر دو طرف سواره‌رو فراهم ساخت.

با توجه به هزینه زیاد آن، شیب* + دوطرفه فقط در آزاد راهها و بزرگراههایی کاربرد دارد که در آنها تعداد خطوط سواره‌رو هر سمت از سه خط بیشتر است.

در شیوه‌های (ج) تا (و)، همه سواره‌روها به طرف لبه سمت راست جاده شیب داده / ۱۴۷. در راه‌ها + شریانی درجه ۱، شیب‌های یک‌طرفه را نباید به طرف میانه وسط داد؛ چون، آب بارش جمع شده از تمام عرض سواره‌رو از روی خط سمت چپ، که مخصوص حرکت وسایل نقلیه سریع‌تر است، می‌گذرد و این از نظر ایمنی پذیرفته نیست. تفاوت شیوه‌های (ج) تا (و) با یکدیگر در باز و بسته بودن سیستم تخلیه آب و همچنین در نحوه منظور نمودن مکان لازم برای تعریض‌های آینده است.

۵-۴-۳. حداکثر مجاز تفاوت شیب‌های عرضی

تفاوت جبری شیب‌های عرضی دو خط چسبیده به هم نباید از ۷ درصد بیشتر باشد. به عبارت دیگر، جمع قدرمطلق‌ها + شیب‌های عرضی مخالف مجاور هم نباید از ۷ درصد تجاوز کند. رعایت این دستور، در مورد همه خط‌های سواره‌رو و از جمله در حد بین شانه و سواره‌رو الزامی است.

در قوس‌ها، شیب عرضی سواره‌رو یک‌طرفه است و این شیب یک‌طرفه ممکن است به ناچار به طرف خط‌ها + سمت چپ باشد. بنابراین، آب بارشی که بر همه سطح سواره‌رو می‌بارد از روی خط سمت چپ می‌گذرد؛ در حالی که سرعت حرکت وسایل نقلیه در این خط بیشتر است. چنین وضعیتی از نظر ایمنی و راحتی رانندگی مطلوب نیست. در این موارد به منظور تعدیل وضعیت، باید سعی کرد که در صورت امکان، آب بارش شانه واقع در لبه خارجی قوس از روی سواره‌رو عبور نکند. به این منظور بایستی به صورت زیر عمل شود:

- اگر تفاوت شیب عرضی قوس و شیب عرضی شانه برابر یا کمتر از حداکثر مجاز است، شانه را باید در خلاف جهت شیب قوس و به طرف خارج جاده شیب داد. برای تأمین شرایط فوق، شیب عرضی شانه را می توان در قوس ها تا ۲ درصد کاهش داد.

- چنانچه تفاوت شیب عرضی قوس و شیب عرضی شانه از حداکثر مجاز ۷ درصد بیشتر است (حتی با کاهش شیب عرضی شانه به ۲ درصد)، شیب عرضی شانه را باید هم جهت با شیب قوس و برابر با آن در نظر گرفت.

به عنوان مثال، اگر شیب عرضی قوس ۳ درصد و شیب عرضی شانه ۴ درصد است، در صورت ضرورت می توان شیب شانه را در خلاف جهت شیب قوس قرار داد. چنانچه شیب عرضی قوس ۴ درصد باشد، برای آن که بتوان شیب عرضی شانه را در خلاف جهت شیب قوس قرار داد، باید شیب عرضی شانه را در قسمت ها + قوسی شکل ۳ درصد در نظر گرفت. اگر شیب عرضی قوس ۶ درصد باشد، حتی با کاهش شیب شانه به ۲ درصد، تفاوت دو شیب عرضی مجاور، از حداکثر مجاز بیشتر می شود. در این مورد باید شیب عرضی شانه را هم جهت با شیب عرضی قوس و برابر با آن (معادل ۶ درصد) در نظر گرفت. روسازی شانه باید در مقابل آب شستگی مقاوم باشد.

۵-۵. میانه

۵-۵-۱. کلیات

در راه های % که بیش از یک سواره رو دارند، فاصله بین سواره روها را میانه می گویند. بنا بر این تعریف، شانه ها + واقع بین دو سواره رو جزء میانه است. میانه به دو نوع تقسیم می شود:

- میانه وسط

- میانه کنار.

میانه وسط، میانه‌ای است که ترافیک دو طرف آن در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کند. میانه کنار، میانه‌ای است که ترافیک دو طرف آن هم جهت‌اند. میانه وسط از شانه‌ها + چپ سواره‌روها + دو طرف آن و از جسم جدا کننده واقع بین شانه‌ها تشکیل می‌شود. خط-کشی، جدول، سکو، باغچه، نرده و دیواره، به عنوان جسم جدا کننده به کار می‌روند. همچنین، در میانه‌ها + خیلی عریض، زمین و عوارض طبیعی واقع در داخل میانه به عنوان جدا کننده عمل می‌نمایند ().

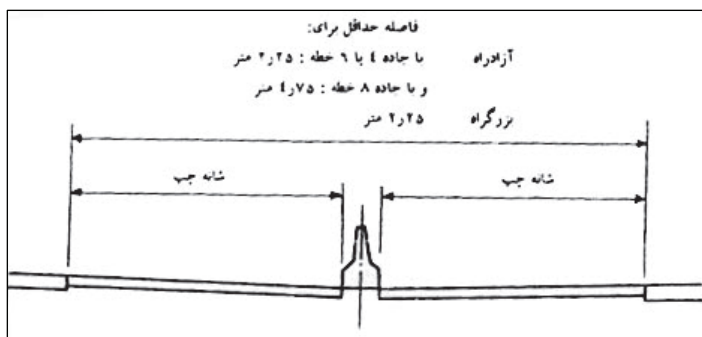
میانه کنار از یک شانه چپ (مربوط به سواره‌رو + سمت راست میانه) و یک شانه راست (مربوط به سواره‌روی سمت چپ میانه) و از جسم جدا کننده واقع بین شانه‌ها تشکیل می‌شود. در موارد زیر، میانه کنار به کار می‌رود:

- در فاصله بین سواره‌رو اصلی و سواره‌رو جاده کناری
- در فاصله بین دو سواره‌رو اصلی هم‌جهت راه، در راه‌هایی که بیش از یک سواره‌رو دارند. میانه قسمت بسیار مفیدی از راه است و نقش اصلی آن افزایش ایمنی است. به علاوه رانندگی کردن در راه‌هایی که میانه دارند با آرامش بیشتری انجام می‌گیرد و وجود میانه بر زیبایی بصری راه می‌افزاید. فایده‌ها + مهم میانه به شرح زیر است:
- میانه وسط از برخورد شاخ به شاخ وسایل نقلیه جلوگیری می‌کند.
- میانه وسط از برخورد نور ترافیک دو طرف که موجب خستگی رانندگی و کاهش ایمنی راه می‌شود، جلوگیری می‌نماید .
- برای گردش به چپ و دور زدن مکان لازم را فراهم می‌سازد.
- عبور از عرض خیابان را برای پیاده‌ها، ایمن‌تر و آسان‌تر می‌کند.

- از میانه ها + عریض برای توسعه راه و افزایش خطها + عبور و یا اختصاص به سیستم حمل و نقل جمعی، می توان استفاده نمود.
 - برای پایه ها + پلها مکان لازم را فراهم می کند.
 - برای کاشتن گل و گیاه و زیباسازی محیط راه فضای مناسبی فراهم می سازد.
- چه در شب و چه در روز، میانه باید به خوبی قابل رویت باشد. بنابراین، لبه میانه باید با روسازی سواره رو کاملاً متمایز گردد. میانه را با خط کشی، شب نما کردن و رنگ آمیزی مشخص می کنند.
- میانه را به صورتها + برجسته (بلندتر از سطح سواره رو)، نشسته (پایین تر از سطح سواره رو)، و هم تراز (هم سطح با سواره رو) می سازند. میانه راهها + شهری معمولاً برجسته یا هم تراز هستند. استفاده از میانه ها + نشسته تنها در مورد آزادراهها و بزرگراهها، آن هم در حالتی که اجرای این راهها به صورت مرحله ای انجام شود، مشاهده می گردد.
- میانه عریض برای راهها + برون شهری مناسب است و در این راهها توصیه می شود. اما، عرض میانه راهها + شهری را نباید بیش از اندازه لازم گرفت. زیرا با معین بودن حریم راه، عرض زیادتر میانه خود به خود از کناره راه می کاهد. از نظر تأمین شرایط زیست محیطی بهتر است که به جای عریض گرفتن میانه، کناره ها + راه را وسیع تر بگیرند.
- در داخل میانه نباید پیاده رو و تأسیسات % تعبیه نمود که پیاده ها به آن جذب شوند. نیمکت، مجسمه، فواره، تابلو، آب نما، باغچه کاری وسیع و مانند آن ها پیاده ها را به طرف خود می کشد.

۵-۵-۲. انواع میانه برای راه های شریانی درجه ۱

الف) میانه با دیواره حافظ: این میانه هم‌تراز با سواره‌رو است و در وسط آن دیواره حافظ می‌گذارند (مطابق شکل (۵-۵)). قاعده دیواره حافظ باید در حد خارجی شانه‌ها و یا دورتر از آن قرار گیرد.



شکل شماره ۵-۵: عرض‌های حداقل برای میانه وسط با دیواره حافظ [۴]

در صورتی که پایه‌ها + پل‌ها در داخل میانه واقع می‌شوند عرض حداقل میانه را باید با توجه به عرض پایه پل تعیین کنند. ممکن است در حال حاضر پایه‌ها + که در داخل میانه واقع شود، وجود نداشته باشد. اما نیازها + احتمالی آینده را از نظر محل پایه‌ها + روگذرها و تابلوها + بالاسری، باید در نظر گرفت و عرض میانه را بر اساس پیش‌بینی نیازها + آینده تعیین کرد.

حداقل عرض لازم برای میانه وسط با دیواره حافظ، با فرض وجود پایه در داخل میانه وسط و یا بدون آن، در جدول (۵-۳) ارایه ۴۷ است.

ب) میانه با نرده حافظ: این میانه را هم‌تراز یا برجسته‌تر نسبت به سواره‌رو می‌سازند. اگر دلیل فنی توجیه‌کننده + برای برجسته ساختن آن وجود نداشته باشد باید آن را هم‌تراز با سطح سواره‌رو بسازند.

جدول شماره ۵-۳: حداقل عرض میانه وسط با دیواره حافظ در راه های شریانی درجه [۴]

حداقل عرض میانه وسط (متر)		نوع راه شریانی درجه ۱
با پایه در وسط	بدون پایه در وسط	
$2/25 + W$	۲/۲۵	آ! ادراه جاده ۴ یا ۶ خطه
$4/75 + W$	۴/۷۵	جاده ۸ خطه
$2/25 + W$	۲/۲۵	*زر: راه
W: عرض پایه واقع در وسط میانه است.		

برای جدول بهتر است از جدول مایل استفاده کنند. در هر حال باید بین لبه نرده و لبه خارجی شانه حداقل ۰/۵ متر فاصله باشد.

اگر از جدول قائم استفاده شود، ارتفاع نمای جدول نباید از ۱۵ سانتی متر بیشتر باشد تا وسایل نقلیه هنگام برخورد به آن به داخل جریان ترافیک برنگردند و موجب تصادفات حادثه ساز نشوند. همچنین، نمای نرده باید حداقل ۱/۲۵ متر عقب تر از نمای جدول باشد تا از پرتاب شدن وسیله نقلیه از روی نرده جلوگیری گردد.

اگر نتوان فاصله فوق را فراهم کرد، می توان نمای جدول و نمای خارجی نرده حافظ را در یک سطح قائم قرار داد و ارتفاع استاندارد نرده را از پایین جدول منظور نمود. برای جزئیات نصب، به بخش ۱۲ آیین نامه طراحی راه ها + شهری مراجعه شود.

چنانچه مانعی مانند (پایه پل، تیربرق) در داخل میانه واقع باشد، باید بین نمای خارجی نرده حافظ و مانع حداقل ۱/۲۵ متر فاصله گذاشته شود تا در هنگام برخورد وسایل نقلیه مکان لازم برای تغییر شکل نرده وجود داشته باشد.

اگر در حال حاضر، پایه ای با ابعاد مشخص در داخل میانه قرار می گیرد، طراح باید بر اساس شکل (۵-۶) و ارقام ارایه ۴۷ در جدول (۴-۵) عرض میانه را (بر حسب مضربی از ۰/۲۵ متر) تعیین کند.

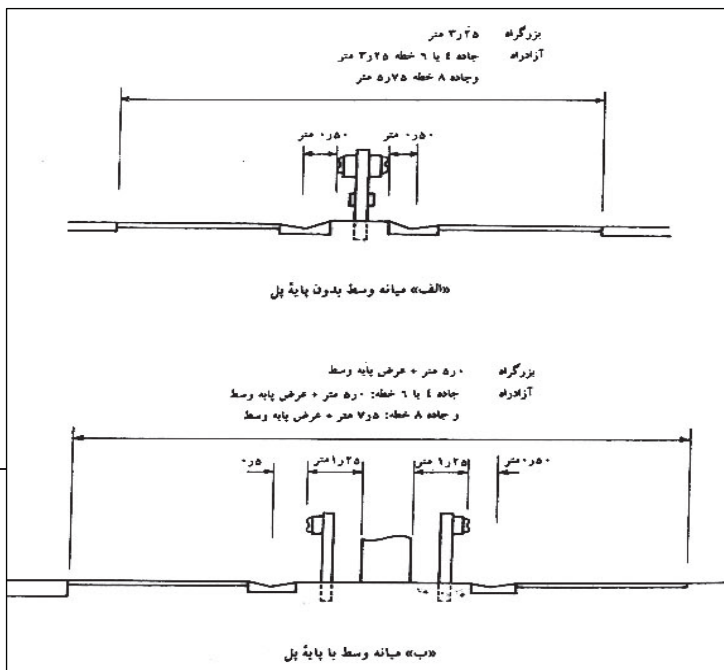
توصیه می‌شود که حتی اگر در حال حاضر پایه‌ها + در داخل میانه واقع نمی‌شود، امکان گذاشتن پایه در داخل میانه را برای توسعه‌ها + آینده در نظر بگیرند.
حداقل عرض لازم برای میانه وسط با نرده حافظه دو طرفه برای راه‌ها + شریانی درجه ۱ در جدول (۴-۵) ارایه ۴۷ است.

جدول شماره ۴-۵: حداقل عرض میانه وسط با نرده حافظه دوطرفه در راه‌های شریانی درجه ۱ [۴]

حداقل عرض میانه وسط (متر)		نوع راه شریانی درجه ۱
با پایه در وسط	بدون پایه در وسط	
$5/0 + W$	۳/۲۵	آزادراه جاده ۴ یا ۶ خطه
$7/5 + W$	۵/۷۵	جاده ۸ خطه
$5/0 + W$	۳/۲۵	*زر: راه

W: عرض پایه واقع در وسط میانه است.

پ) **میانه وسیع:** برا + آن‌که میانه وسط به دیواره یا نرده حافظه نیاز نداشته باشد، باید عرض آن حداقل ۲۳ متر گردد. عموماً، در راه‌ها + شهری به علت محدودیت جا باید سعی کرد که عرض میانه حداقل باشد. به علاوه، به منظور جلوگیری از دور زدن غیرمجاز وسایل نقلیه،



میانه وسیع باید غیرقابل عبور بوده و یا با نصب مانع (نظیر نرده پیاده)، دور زدن وسایل نقلیه موتوری و عبور پیاده ها را از عرض آن محدود نمایند.

شکل شماره ۵-۶: عرض های حداقل برای میانه وسط با برده حافظ [۴]

بنابراین، میانه وسیع جز در دو مورد زیر کاربرد ندارد:

- چنین میانهای*ه طور طبیعی در مسیر راه واقع است و راه را در دو طرف این میانه قرار می دهند.

- میانه آزادراهها + اطراف شهرها را وسیع طرح می کنند تا بتوانند در آینده به تعداد خطها بیفزایند و یا راه اختصاصی وسایل جابجایی جمعی را در داخل میانه قرار دهند.

جدول شماره ۵-۵: اندازه های پایه برای محاسبه عرض میانه، راه های شریانی درجه [۴]

اندازه (متر)	وضعیت
۰/۶۰ ۰/۳۵ صفر ۰/۷۰ + W	دیواره حافظ حداقل عرض یک دیواره ۴ حافظ استاندارد معمولی % حداقل عرض یک نیمه دیواره حافظ حداقل فاصله آزاد بین قاعده دیواره حافظ و لبه خارجی شانه، آزادراه و بزرگراه ۴ حداقل جا برای پایه به عرض W و نیمه دیواره حافظ چسبیده به دو طرف آن
۰/۴۰ ۰/۶۵ ۰/۵۰ ۱/۲۵ صفر یا ۱/۲۵ ۲/۵ + W	نرده حافظ حداقل عرض یک نرده حافظ یک طرفه پایه قو + حداقل عرض یک نرده حافظ دو طرفه پایه قوی حداقل فاصله آزاد بین نمای خارج % نرده و لبه خارج % شاه راه، آزادراه و *نزر: نراه حداقل فاصله آزاد بین نمای خارج % نرده و جسم مانع پشت آن حداقل فاصله آزاد بین نمای جدول قائم و نمای خارجی لرد ۴ حداقل جا برای پایه به عرض W در داخل میانه و نرده ها + دو طرف آن

۵-۵-۳. انواع میانه برای راه های شریانی درجه ۲

در راهها + شریانی درجه ۲ سه نوع میانه به کار می رود:

- میانه سکویی
- میانه باغچه +
- جداسازها.

الف) میانه سکویی: نمونه میانه با سکوی بتنی یا آسفالتی در شکل (۵-۷) نشان داده شده است. جز در مورد سکوها + واقع در محدوده تقاطع‌ها، عرض سکو نباید از $2/0$ متر کمتر باشد. اگر جدول لبه میانه قائم است، لبه سکو باید حداقل $0/5$ متر با لبه خط‌ها + اصلی فاصله داشته باشد. اگر جدول مایل است، فاصله آزاد بین لبه سکو و لبه خط‌ها + اصلی باید حداقل $0/25$ متر باشد. بر این اساس، حداقل عرض برای میانه با سکوی بتنی یا آسفالتی برابر $2/5$ متر است.

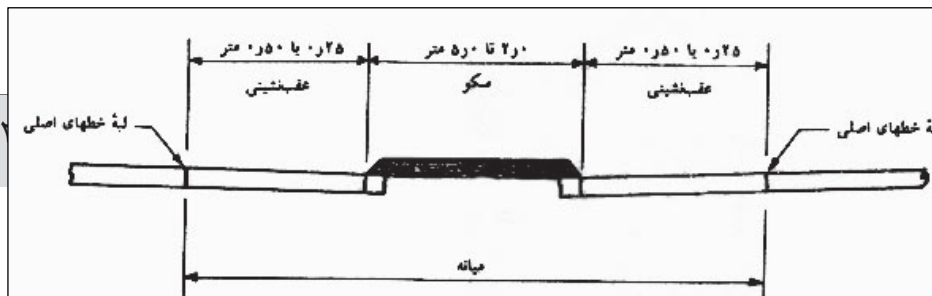
اگر نیاز به افزودن یک خط گردش به چپ در عرض میانه باشد، باید به یکی از سه زیر عمل کنند:

(۱) سکو در محل تقاطع قطع و خط گردش به چپ با خط‌کشی مشخص شود. در این شیوه، عرض میانه باید حداقل 3 متر باشد.

(۲) سکو در محل تقاطع باریک شود و خط گردش به چپ در باقی‌مانده عرض میانه قرار گیرد. در این شیوه، عرض میانه باید حداقل $4/5$ متر باشد، تا بتوان در محل تقاطع یک خط گردش به چپ به عرض $3/25$ و سکویی به عرض $1/25$ متر قرار داد.

(۳) چنانچه تعداد دسترسی‌ها و گردش به چپ‌ها زیاد است، به جای میانه می‌توان یک خط ممتد گردش به چپ قرار داد. عرض این خط بین $3/50$ تا $4/50$ متر می‌باشد.

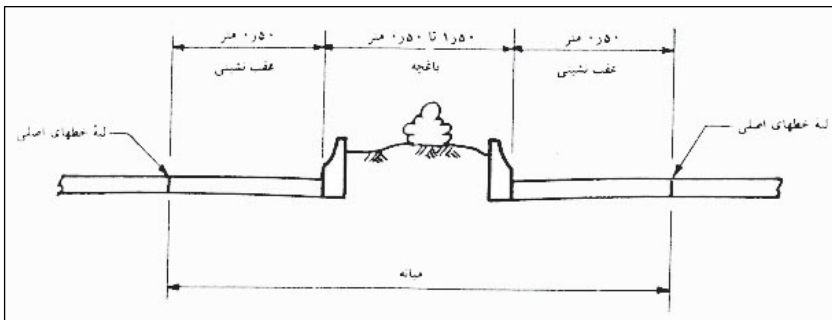
حداقل‌های ذکر ۷ ه در*ملا، برای نصب تابلوها + راهنمایی و رانندگی و چراغ راهنما در



داخل سکو کافی است. تیرها + انتقال نیرو و خطوط هوایی تلفن و تلگراف را نباید در داخل میانه نصب کرد.

شکل شماره ۵-۷: میانه با سکوی بتنی یا آسفالتی

ب) **میانه باغچه ای:** میانه باغچه + در شکل (۵-۸) نشان داده شده است. عرض باغچه را می توان کمتر از عرض سکوی بتنی یا آسفالتی گرفت. حداقل عرض برای باغچه واقع در



داخل میانه ۱/۵ متر و حداقل مطلوب آن ۲/۰ متر تعیین می شود.

شکل شماره ۵-۸: میانه باغچه ای

جدول میانه باغچه ای باید از نوع قائم باشد. بین لبه جدول و لبه سواره رو باید حداقل ۰/۵ متر فاصله در نظر گرفته شود. بنابراین، حداقل عرض برای میانه باغچه ای برابر ۲/۵ متر تعیین می گردد.

کاشتن درخت در باغچه میانه ممکن است مانع دید رانندگان و عابرین پیاده شود. اگر از عبور عابرین از عرض راه توسط مانع فیزیکی (نرده پیاده) جلوگیری نمی شود، نباید در

داخل میانه درخت کاشت. به علاوه، درختکاری را باید در نزدیکی تقاطع‌ها قطع کرد. به جای درختکاری، استفاده از بوته‌ها + کوتاه مقاوم در مقابل دود و گرما توصیه می‌شود.

۵-۴. قابل عبور ساختن برای معلولین

سکوی میانه را باید در محل پیاده‌گذرها برای معلولین جسمی قابل عبور ساخت. بدین منظور، به ترتیب زیر عمل می‌کنند:

- اگر عرض سکو ۵ متر و کمتر است، در محل پیاده‌گذر، نواری به عرض ۵ متر هم‌تراز سواره‌رو ساخته می‌شود.

- اگر عرض سکو از ۵ متر بیشتر است، در دو طرف آن برای صندلی چرخ‌دار شیب‌راهه‌ای به عرض ۱/۲۵ متر ساخته شود. در محل پیاده‌گذرها، باید جداساز را در طولی برابر عرض پیاده‌گذر قطع کرد.

۵-۶. جدول

جداول در راه‌ها + شهری کاربرد زیادی دارند. جداول با کاربردها + زیر در این راه‌ها نصب می‌شوند:

- هدایت آب‌ها + بارش در لبه روسازی
- مشخص کردن لبه‌ها + جاده و هشدار دادن به رانندگان وسایل نقلیه
- مشخص کردن و ایمن ساختن پیاده‌رو
- زیبایی بصری خیابان و اطراف آن
- کنترل دسترسی توسعه‌ها + اطراف به راه

معمولاً جنس جداول بتنی است. جداول بتنی را می توان در جا ریخت یا به صورت پیش ساخته نصب کرد. قطعات پیش ساخته باید در کارخانه و در تحت شرایط کنترل شده ساخته گردد و دوام و مقاومت آن ها از دوام و مقاومت بتن در جایی که مطابق مشخصات ساخته می شود، کمتر نباشد. به علاوه، قطعات کوچک را باید به یکدیگر کام و زبانه کنند تا در مقابل ضربه ناشی از برخورد وسایل نقلیه جدا نشوند.

جدول ها + پیش ساخته متداول، که به صورت دستی و بدون کنترل مشخصات فنی ساخته می گردد، دارای سه عیب عمده است:

- به علت وزن کم قطعات پیش ساخته و جدا بودن قطعات از هم، با اولین ضربه از جا کنده می شود.

- با شیوه متداول ساخت، بسیار کم دوام است و سطح آن ها در اولین یخبندان ترک خورده و جدول شروع به از هم پاشیدن می کند.

- نصب آن ها مشکل و هزینه اجرای آن ها زیاد است.

جدول هایی که با بتن درجا ساخته شد ۱۴ / به علت کیفیت بهتر بتن، دوام بیشتری داشته و به دلیل برخورداری از استحکام بیشتر، در برخورد وسایل نقلیه دوام بیشتری از خود نشان می دهند.

جدول باید در شب قابل رویت باشد. این امر به دوام جدول و ایمنی راه کمک می کند.

جدول ها را به طریقه ها + زیر م. / توان در شب قابل رویت نمود:

- استفاده از سیمان سفید در ساخت جدول

- رنگ آمیزی جدول با رنگ ها + شب نما یا معمولی

- نصب دکمه ها + شب نما.

۵-۶-۱. انواع جدول

جدول از نظر برخورد وسایل نقلیه به آن، سه نوع است:

الف- جدول قائم

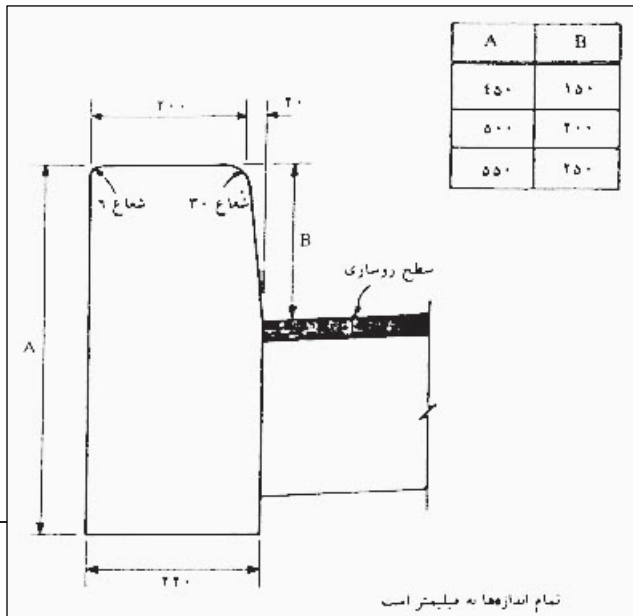
ب- جوی مایل (جدول قابل عبور)

پ- ناودان

الف) جدول قائم : نمای رو به ترافیک جدول قائم، تقریباً قائم است و معمولاً بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. در این ارتفاع، اگر وسایل نقلیه با سرعت کم (۵۰ کیلومتر در ساعت و کمتر) به آن برخورد کنند، معمولاً نمی‌توانند از روی آن عبور کنند.

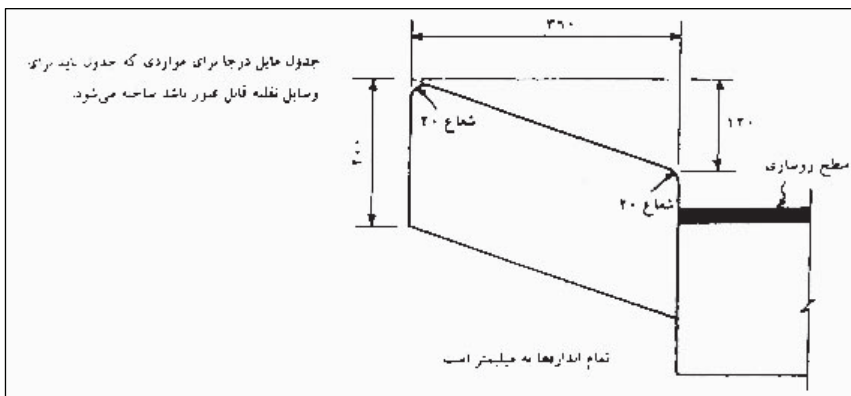
جدول قائم را در ارتفاع‌ها + مختلف می‌سازند. ارتفاع متداول جدول قائم، بین ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متر است. در موارد خاص، جدول بلندتر از ۶۰ سانتی‌متر را نیز به کار می‌برند.

چنانچه در نظر باشد که وسایل نقلیه پس از برخورد به جدول، از روی آن بگذرند، نمای جدول قائم را باید ۱۰ سانتی‌متر یا کمتر بگیرند و یا از جدول مایل استفاده نمایند. یک نمونه جدول قائم در شکل (۵-۹) نشان داده ۴۷ است.



شکل شماره ۵-۹: مشخصات هندسی جدول قائم

ب) **جدول مایل:** جدول مایل یا قابل عبور، جدولی است که نمای آن مایل است. از جدول مایل در نقاطی استفاده می کنند که هدف از نصب جدول، جلوگیری کردن از خروج وسایل نقلیه از جاده نیست، بلکه فایده ها + دیگر مورد نظر است. یک نمونه از جداول قائم در شکل



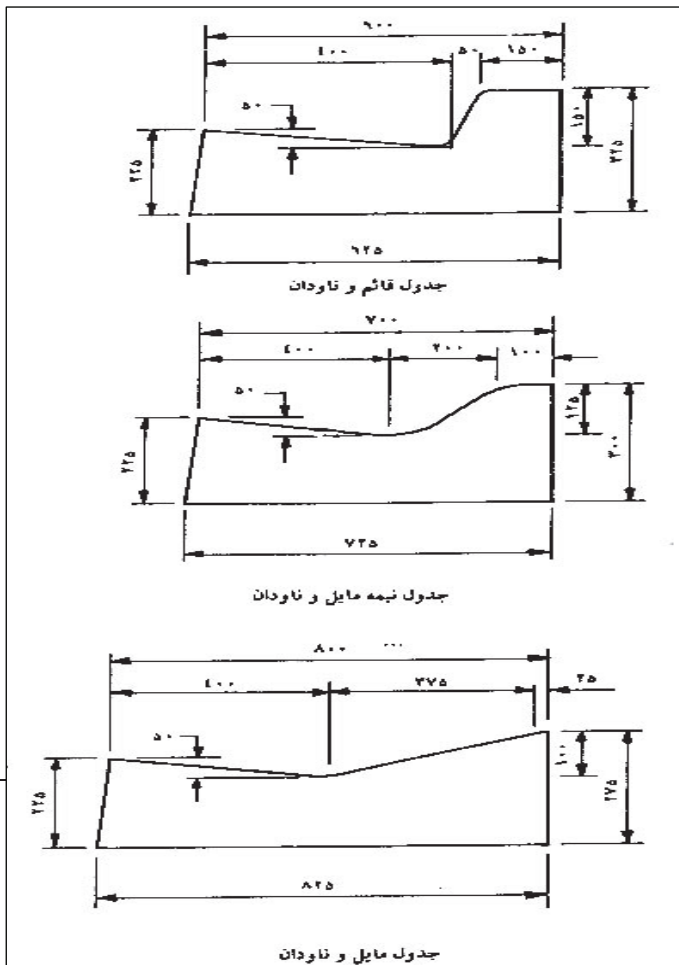
(۵-۱۰) نشان داده شده است.

شکل شماره ۵-۱۰: مشخصات هندسی جدول مایل (قابل عبور) [۴]

پ) **ناودان:** جدول را می توان با ناودان کنار سواره رو به صورت یکپارچه ساخت (مطابق شکل ۵-۱۱). معایب ناودان به شرح زیر است:

- اگر شیب عرضی کف بتنی را کم بگیرند، در بارندگی ها (حتی در بارندگی هایی که دوره بازگشت آن ها یک ساله است)، سطح پخشی آب از سطح ناودان تجاوز کرده و مقداری از عرض شانه یا روسازی را می گیرد و بنابراین، بتنی کردن قسمتی از روسازی، عملاً فایده ای ندارد.

- اگر شیب عرضی کف بتنی را زیاد بگیرند، تمیز کردن ناودان دشوار می‌شود و ناودان معایب جوی‌ها + مرسوم را پیدا می‌کند.
- عرض ناودان را نمی‌توان جزء عرض خط به حساب آورد (اما عرض ناودان را می‌توان جزء شانه قابل استفاده راه محسوب کرد).
- در تجدید روسازی‌ها، اضافه کردن لایه‌هایی به رویه عملکرد ناودان را به هم می‌افزاید. بنابراین، در روسازی‌های معمولی آسفالتی و یا بتنی استفاده از ناودان توصیه نمی‌شود. در مواردی که جاری شدن آب در سطح روسازی باعث آب شستگی آن می‌گردد (مثلاً روسازی شنی) می‌توان از ناودان استفاده کرد. همچنین، ممکن است ناودان را در حد خارجی شانه خاکی یا شنی قرار دهند.



شکل شماره ۵-۱۱: ترکیب جدول و ناودان به صورت یکپارچه، جز در موارد استثنایی ناودان توصیه نمی شود [۴]

۵-۶-۲. موارد استفاده

در استفاده از جدول در راههایی که سرعت طرح آنها از ۸۰ کیلومتر در ساعت بیشتر است، باید با احتیاط زیاد عمل کند. وجود جدول قائم در نزدیکی سواره‌رو خطر مهمی برای این راه‌ها به حساب می‌آید. زیرا، وسایل نقلیه‌ای که با سرعت زیاد حرکت می‌کنند، هنگام برخورد کردن به جدول قائم، ممکن است تعادل خود را از دست داده، به داخل جریان ترافیک برگردند و باعث بروز حوادث ناگواری شود.

به علاوه، جدول نمی‌تواند از خروج وسیله نقلیه‌ای که با سرعت زیاد به آن برخورد می‌کند، جلوگیری نماید. برای مانع شدن از خروج وسایل نقلیه در سرعت‌ها + زیاد، باید از دیوار یا نرده حافظ استفاده کنند.

با وجود نامناسب بودن جدول برای راههایی که سرعت طرح آنها زیاد است، غالباً ناگزیرند برای هدایت آب‌ها، در قسمت‌ها + خاکبرداری این راه‌ها از جدول استفاده کنند. در این موارد باید همه شرایط زیر را رعایت نمایند:

- از جدول به عنوان حافظ وسایل نقلیه استفاده نکنند.
 - جدول را در حد خارجی شانه و یا دورتر از آن قرار دهند.
 - از جدول مایل استفاده کنند و یا ارتفاع نمای جدول را ۱۵ سانتی‌متر یا کمتر بگیرند.
- در راه‌ها + شریانی درجه ۲ و همچنین در خیابان‌های محلی از جدول می‌توان به منظورها + مختلف استفاده کرد. ارتفاع مطلوب نمای جدول برای خیابان‌های محلی، ۱۵

سانتی‌متر و برای راه‌ها + شریانی ۲، ۲۰ سانتی‌متر تعیین می‌شود. برای در نظر گرفتن افزایش ضخامت روسازی در آینده، می‌توان حداکثر ۵ سانتی‌متر به اعداد فوق اضافه کرد.

۵-۶-۳. نصب

در راه‌ها + شریانی درجه ۱، جدول نباید جلوتر از حد خارجی شانه سمت راست قرار گیرد. در راه‌ها + شریانی درجه ۲، نمای جدول‌ها + مداوم (نظیر جدول میانه یا لبه راه) باید حداقل ۰/۲۵ متر و در صورت امکان ۰/۵ متر و نمای جدول‌ها + منقطع (نظیر جدول جزیره‌ها) حداقل ۰/۵ متر و در صورت امکان ۰/۷۵ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی باشد. در خیابان‌های محلی، نمای جدول‌ها + مداوم باید حداقل ۰/۲۵ متر و نمای جدول‌های منقطع باید حداقل ۰/۵۰ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی ترافیک باشد. حداقل مقدار عقب‌نشینی جدول‌ها از لبه خط‌های اصلی در جدول شماره (۵-۶) ارایه ۴۷ است.

جدول شماره ۵-۶: فاصله جدول از لبه سواره‌رو در انواع راه‌ها [۴]

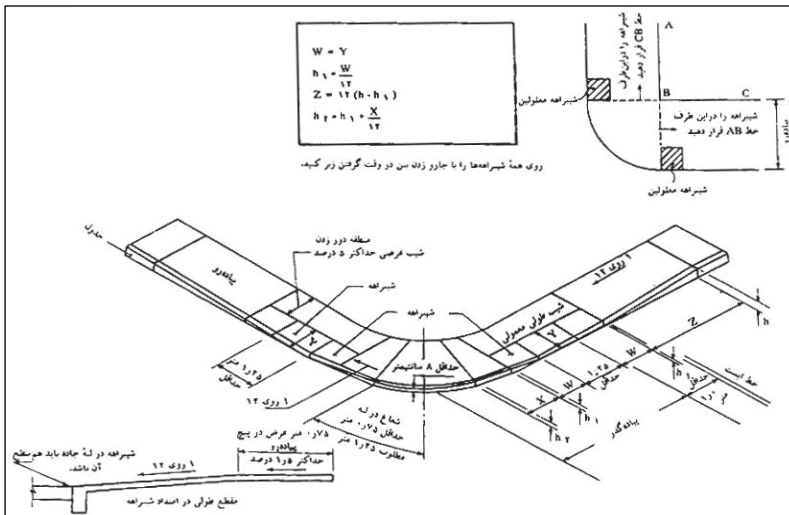
فاصله نمای جدول (متر)		طبقه راه و وضعیت جدول
فاصله مطلوب	فاصله حداقل	
۰/۲۵ متر عقب‌تر از حد خارج. % شانه راست	حد خارج. % شانه راست	راه‌ها + شریانی درجه ۱
۰/۵۰ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی ۱/۰ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی	۰/۲۵ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی ۰/۷۵ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی	راه‌ها + شریانی درجه ۲ جدول مداوم جدول منقطع
مانند فاصله حداقل	۰/۲۵ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی	خیابان‌های محلی جدول مداوم

مانند فاصله حداقل	۰/۵۰ متر عقب‌تر از لبه خط‌ها + اصلی	جدول منقطع
-------------------	-------------------------------------	------------

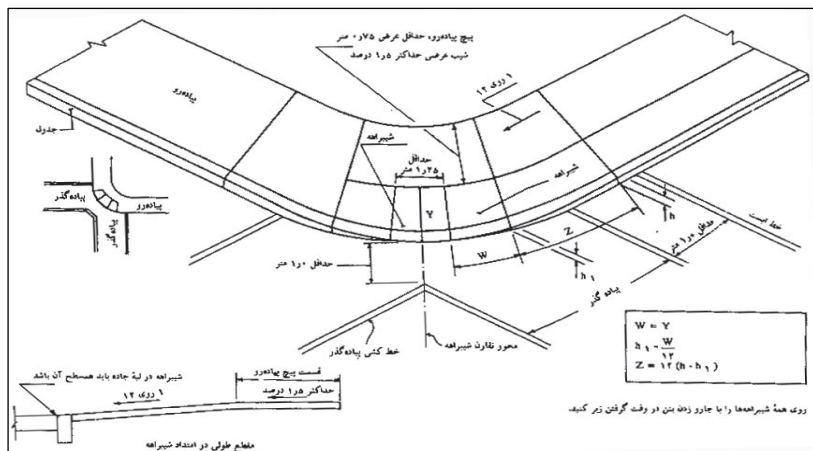
۵-۶-۴. شیب‌راهه برای معلولین

در پیاده‌گذرها باید ارتفاع نمای جدول را به تدریج کم کنند تا در محل پیاده‌گذر، بالای جدول هم‌سطح کف جاده باشد. به علاوه، پیاده‌گذر را باید توسط شیب‌راهه به سیستم پیاده‌روها متصل کنند. طرح هندسی شیب‌راهه مخصوص معلولین در شکل‌های (۵-۱۲) و (۵-۱۳) نشان داده شده است.

برای جزئیات بیشتر در این مورد، به آیین‌نامه طراحی راه‌ها + شهری مراجعه شود.



شکل شماره ۵-۱۲: استاندارد طراحی شیب‌راهه برای معلولین جسمی



شکل شماره ۵-۱۳: استاندارد طراحی شیبراهه برای معلولین جسمی

۵-۷. شیروانی‌ها

شیروانی نمای جانبی جسم راه است. شیروانی بر دو نوع است:

- شیروانی خاک‌ریزی
- شیروانی خاکبرداری.

شیروانی خاک‌ریزی، شیروانی‌هایی را گویند که برای وسیله نقلیه خارج شده از جاده سرپایینی است. شیروانی خاکبرداری، شیروانی‌هایی را می‌گویند که برای وسیله نقلیه خارج شده از جاده سربالایی است.

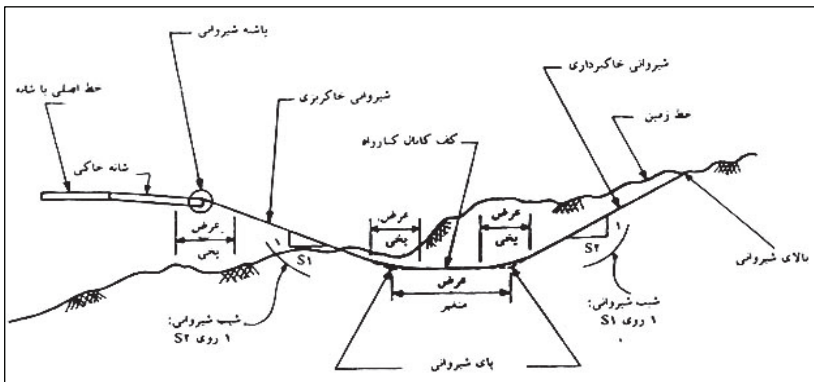
چنانچه راه در خاکبرداری (برش) باشد، پس از جوی کناری، شیروانی خاکبرداری آغاز می‌شود که در نهایت در نقطه انتها، خود به زمین طبیعی می‌رسد.

شیروانی ملایم، شیروانی است که شیب عرضی آن کم بوده و در آن، محل تغییر شیب‌های عرضی به صورت پخ باشد. هرچه شیروانی ملایم‌تر (کم شیب‌تر) با Y و آرام‌تر 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 در محل رسیدن شیب های عرضی مختلف به یکدیگر، تیزگو ۷٪/ها به گردگوشگی تبدیل گردد و شیب ها + تندتر از ۱:۲ (یک قائم به دو افقی) در آزادراه و بزرگراه و تندتر از ۲:۳ در سایر راهها استفاده نشود.

شیب شیروانی ها + طرفین راه، از مطالعات ژئوتکنیک خاص مربوط به جنس خاک ها، وضع استقرار طبیعی خاک ها در محل، زیبایی، ایمنی، آسایش و مطالعات اقتصادی و ایمنی



راه تعیین می گردد.

شکل شماره ۵-۱۴: اجزای شیروانی های خاکریزی و خاکبرداری

جزئیات شیروانی ملایم برای راه ها + شریانی درجه ۱، در بخش ۴ آیین نامه طراحی راه ها + شهری ارایه ۴۷ است. شیب شیروانی ها + خاکبرداری و خاکریزی را با توجه به عوامل زیر تعیین می کنند:

- نوع راه و سرعت طرح آن

- ارتفاع خاکبرداری یا خاک‌ریزی
- استفاده یا عدم استفاده از حافظ‌ها + طولی
- جنس زمین و جنس مصالح خاک‌ریزی
- نوع پوشش شیروانی
- محدودیت حریم
- خواص خاک محل خاکبرداری
- شیب زمین طبیعی
- هزینه خاکبرداری و خاک‌ریزی
- شیب بستر طبیعی خاک‌ریزی.

هرچه نقش راه شریانی‌تر و سرعت طرح آن زیادتر باشد، هزینه‌ها + ملایم ساختن شیروانی‌ها توجیه‌پذیرتر است.

میزان گودی خاکبرداری و بلندی خاک‌ریزی در انتخاب شیب‌های شیروانی تأثیر دارد. اولاً، هرچه اختلاف ارتفاع بین خط زمین و خط پروژه زیادتر باشد، ملایم ساختن شیروانی هزینه بیشتری دارد و عرض زیادتری می‌گیرد. بنابراین، در خاکبرداری و خاک‌ریزی‌های بلند، استفاده از شیب‌های تندتر برای شیروانی‌ها مقرون به صرفه‌تر است. ثانیاً، هرچه ارتفاع خاک‌ریزی کمتر باشد، شیب شیروانی را می‌توان تندتر گرفت بی‌آن‌که به حافظ طولی نیاز باشد.

از نظر حفاظت در مقابل انواع فرسایش و همچنین از نظر زیبایی بصری راه و محیط آن، شیروانی خاکبرداری‌ها و خاک‌ریزی‌ها را باید پوشش کنند. نوع مناسب پوشش با توجه به شرایط اقلیمی، مصالح محلی، وسعت شیروانی و هزینه‌ها + نگهداری، تعیین می‌شود. در انتخاب شیب شیروانی باید نو، پوشش آن را در نظر بگیرند.

در خاکبرداری ها + بزرگ، باید به امکان تبدیل شیروانی ها به فضای سبز توجه کرد و در صورت لزوم شیب آن ها را با توجه به حداکثر مورد قبول برای ایجاد و نگهداری این فضاها تعیین نمود. شیب شیروانی ۱ روی ۳ حداکثر مطلق برای ایجاد و نگهداری فضاها + سبز است.

شیب شیروانی خاکبرداری ها با بررسی پایداری زمین تعیین می شود و ممکن است تا ۱ روی ۱۰ و حتی قائم باشد. در جدول (۵-۷)، حداکثر ارتفاع مجاز خاکریزی بدون استفاده از حفاظ طولی بر حسب شیب شیروانی خاکریزی ارائه ۴۷ است.

جدول شماره ۵-۷: حداکثر ارتفاع مجاز خاک‌ریزی بدون استفاده از حفاظ طولی بر حسب شیب شیروانی خاک‌ریزی [۴]

شیب شیروانی خاک‌ریزی	حداکثر ارتفاع مجاز خاک‌ریزی بدون استفاده از حفاظ طولی
۱ روی ۱/۵	۱/۰
۱ روی ۲/۰	۲/۰
۱ روی ۲/۵	۳/۰
۱ روی ۳/۰ و ملایم‌تر	نامحدود

ارتفاع خاک‌ریزی برابر است با تفاوت ارتفاع خط زمین در پای شیروانی خاک‌ریزی و ارتفاع پاشنه شیروانی: %

۵-۷-۱. شیب شیروانی خاک‌ریزی

حداکثر مجاز برای شیب شیروانی خاک‌ریزی از نقطه نظرها + مختلف متفاوت است. طراح می‌تواند، برای هدف‌های مورد نظر، شیب مناسب را با توجه به حداکثرها + زیر انتخاب کند: از نظر پایداری خاک‌ریزی:

۱ روی ۲ -

از نظر احداث و نگهداری برای فضای سبز:

حداکثر: ۱ روی ۳، مطلوب: ۱ روی ۴ -

از نظر حفاظت وسایل نقلیه خارج شده از جاده (بدون استفاده از نرده یا دیواره حفاظ):

مطابق جدول (۵-۷) -

از نظر استفاده از شیروانی برای کانال تخلیه آب:

حداکثر: ۱ روی ۴، مطلوب: ۱ روی ۶ -

جز در مواردی که به علت شرایط خاص و منظورها + مشخص، انتخاب شیب دیگری

ضروری باشد، شیب شیروانی خاک‌ریز +ها به شرح زیر تعیین می‌گردد:

برای راه‌ها + شریانی درجه ۱، مطابق جدول (۵-۸)، -

برای راه‌ها + شریانی درجه ۲ و خیابان‌های محلی، مطابق جدول (۵-۹). -

۵-۷-۲. شیب شیروانی خاکبرداری

حداکثر مجاز شیب شیروانی ها + خاکبرداری مطابق جدول (۵-۸) تعیین می شود:

جدول شماره ۵-۸: شیب شیروانی برای راه های شریانی درجه ۱ [۴]

ملاحظات	شیب شیروانی خاکریزی	ارتفاع خاکریزی (متر)
وسایل نقلیه را با حفاظ طولی٪ محافظت کنی	۱ روی ۶	صفر تا ۱/۵
	۱ روی ۴	۱/۵ تا ۳/۰
	۱ روی ۲	بیش از ۳/۰

جدول شماره ۵-۹، شیب شیروانی برای راه های شریانی درجه ۲ و خیابان های محلی [۴]

ملاحظات	شیب شیروانی خاکریزی	ارتفاع خاکریزی (متر)
بدون حافظ طولی	۱ روی ۲	صفر تا ۲/۰
بدون حافظ طولی	۱ روی ۲/۵	۲/۰ تا ۳/۰
با حافظ طولی٪	۱ روی ۲	بیش از ۳/۰

از نظر پایداری خاکبرداری

- اگر جنس زمین خاکی است، ۱ روی ۲
- اگر جنس زمین سنگ و دج است، مطابق مطالعات و بررسی ها + زمین شناسی.
- از نظر استفاده از فضای سبز
- حداکثر: ۱ روی ۳، مطلوب: ۱ روی ۴
- از نظر حفاظت وسایل نقلیه خارج شده از جاده، اگر شیروانی خاکبرداری در داخل عرض ایمنی واقع باشد و برای حفاظت وسایل نقلیه از حافظ استفاده نشود:
- ۱ روی ۲
- از نظر استفاده از شیروانی برای کانال تخلیه آب:
- اگر جنس زمین خاکی است، حداکثر: ۱ روی ۴، مطلوب: ۱ روی ۶.

۵-۷-۳. گرد کردن (پخ کردن) شکستگی‌ها و پاشنه

از نظر ایمنی وسایل نقلیه خارج شده از جاده و همچنین از نظر پایداری و نگهداری شیروانی، باید نقاط تغییر شیب را با پخ کردن، ملایم کنند. حداقل عرضی پخی ۱/۰ متر و حداکثر آن ۲/۰ متر تعیین می‌شود. اجرای پخ کردن نقاط تغییر شیب بسیار ساده است و هزینه ناچیزی دارد. عرض پخی را بایستی در روی نیم‌رخ عرضی تیپ نشان داد.

۵-۷-۴. پلکانی کردن شیروانی خاکبرداری

وقتی ارتفاع خاکبرداری، کمتر از ۶ متر و یا ۱۰ متر باشد، معمولاً شیروانی برش به صورت یکسره و یکنواخت بین جوی کناری و زمین طبیعی قرار می‌گیرد. در موارد خاص بعد از جوی کناری، پله + منظور می‌شود تا مصالح حاصل از ریزش، روی آن انباشته و در فواصل معین تخلیه شود و از پر شدن جوی کناری و ایجاد مانع در برابر جریان یافتن و تخلیه آب جلوگیری شود. شیب شیروانی به جنس زمین، نوع لایه‌ها و طرز قرار گرفتن 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 حداقل پله‌ها، بستگی به مشخصات لایه‌ها + زمین دارد و می‌تواند مقدار یکنواختی نباشد.

برای پرهیز از انباشتگی فوق‌العاده مصالح ریزشی در مجاورت جوی کناری، بهتر است ارتفاع پله اول را کمتر در نظر گرفت. شیب طولی و عرضی پله‌ها باید به گونه‌ای باشد که تخلیه متناسب آب بارش را امکان‌پذیر نماید. عرض پله‌ها به ویژه پله اول، بهتر است به

میزانی باشد که ریزش ها را بتوان به وسیله ماشین های راه سازی تخلیه نمود. به این منظور عرض ۴ تا ۶ متر توصیه می شود. در صورت لزوم باید، آب بارش بالای شیروانی را از طریق جوی محافظ بالای شیروانی تخلیه کرد.

۵-۸. سیستم های تخلیه آب

آب بارش هدایت شده به لبه جاده با استفاده از دو سیستم جمع آوری می شود:

۱- سیستم تخلیه باز

۲- سیستم تخلیه بسته

در سیستم تخلیه باز، در لبه جاده جدول وجود ندارد. آب بارش مستقیماً به رو + شیروانی خاکریزی جاری شده و به مجاری یا کانال ها + تخلیه آب واقع در کنار راه می - رسد. این سیستم در راه ها + شهری کاربرد زیادی ندارد و تنها ممکن است در راه ها + شریانی درجه ۱ مورد استفاده قرار گیرد.

در سیستم تخلیه بسته، در لبه جاده، جدول وجود دارد و جدول آب بارش جاری شده در سطح جاده را جمع آوری می کند. این آب از محل بریدگی جدول و یا دریچه چاهک ها به مجاری تخلیه آب هدایت می شود.

۵-۸-۱. کانال های تخلیه آب

هر جا که از نظر تخلیه آب های بارش سطح راه و حریم آن و همچنین تخلیه آب بارش آبادانی ها + اطراف لازم است، در کنار راه کانال تخلیه آب می سازند. مقطع عرضی کانال تخلیه آب باید ملایم باشد تا وسایل نقلیه ای که از جاده خارج می شوند، صدمه کمتری

ببینند.

شیب شیروانی کانال تخلیه آب در زمین‌های خاکی نباید از حداکثر ۱ روی ۴ و یا حداکثر مطلوب ۱ روی ۶ بیشتر باشد. عمق کف کانال نسبت به سطح تمام شده لبه خارجی شانه باید حداقل ۰/۵ متر باشد. عرض کف کانال باید بر اساس محاسبات هیدرولیکی، برای بارش با دوره بازگشت ۱۰ سال، تعیین شود. این عرض نباید از ۱ متر کمتر باشد.

۵-۸-۲. هدایت آب‌های بارش

تعیین نحوه تخلیه آب‌های سطحی وارد شده به حریم راه و آب‌های بارش جاری شده در سطح راه و همچنین طراحی تأسیسات لازم برای دفع این آب‌ها، جزء طرح هندسی است. این مطالعات از قسمت‌ها + زیر تشکیل می‌شود:

- تعیین سطح طغیان آب در رودخانه‌ها و مسیل‌هایی که راه آن‌ها را قطع می‌کند.
- تعیین سطح طغیان آب در مسیل‌هایی که از کنار راه می‌گذرد.
- طراحی تأسیسات تخلیه آب‌های بارش جاری شده در سطح راه.
- طراحی تخلیه آب‌های سطحی که وارد حریم راه می‌شوند.
- طراحی محل خروج آب‌های جمع‌آوری شده به محل‌ها + تخلیه، حتی اگر این محل‌ها خارج از حریم راه باشند.

متداول‌ترین شیوه جمع‌آوری آب بارش راه‌ها + شهری سیستم جوی‌ها + روباز است. این سیستم برای تخلیه آب‌ها کارآیی ندارد و از نظر ایمنی پیاده و سواره و بهداشت و زیبایی محیط مردود است باید منسوخ شود.

سیستم جوی روباز، به علت گرفتگی همیشگی خود نمی‌تواند به عنوان مجاری تخلیه آب‌های سطحی عمل کنند. این جوی‌ها به عنوان خط القعر و حوضچه عمل می‌کنند و

آب های بارش در آن ها عموماً جاری نشده بلکه جمع می شود. در بارندگی ها + شدید و متوسط، به علت گرفتگی جو +ها، خیابان را آب می گیرد. بنابراین، طراحی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی این مجاری روباز غیر ضروری است.

نوع دیگری از مجاری روباز که در کنار جاده ساخته می شود، مجاری روباز مثلثی است. جوی ها + مثلثی محل تجمع خاک و آشغال خیابان است و آن ها را باید مرتباً پاک کرد. جوی ها + مثلثی، جارو کردن مکانیکی خیابان را مشکل می کند. این جوی ها، به علت گرفتگی همیشگی خود، کارایی ندارند و از نظر زیبایی و بهداشت محیط قابل قبول نیستند. استفاده از جوی ها + مثلثی عموماً منسوخ شده است.

سیستمی که باید جانشین جوی ها + روباز شود، سیستم مرسوم در همه جای دنیا است که در آن آب بارش در پای جدول خیابان و در روی سطح جاده جاری می شود و از طریق چاهک ها به لوله ها + زیرزمینی انتقال آب های سطحی منتقل می گردد. جنس معمول این لوله ها بتنی، سفالی و پلاستیکی و قطر متداول آن ها بین ۰/۳ تا ۱/۰ متر است. این لوله ها آب های جمع آوری شده را به محل ها + تخلیه هدایت می کنند. شاخ و برگ و گل و لای و سایر موادی که آب با خود حمل می کند توسط دریچه، واقع در محل ورود آب به چاهک، گرفته می شود و یا در حوضچه، واقع در ته چاهک، ته نشین می شود. مواد ته نشین شده در ته چاهک را می توان با وسایل مکانیکی یا دستی تخلیه کرد.

۵-۸-۳. عرض مجاز پخشی

عرض آبی که در بارندگی ها در پای جدول جاری می شود و قسمتی از سطح جاده را می گیرد، باید برای بارندگی با دوره بازگشت یک ساله حساب شود. فاصله چاهک ها از یکدیگر را باید چنان تعیین کنند که این عرض از حداکثرها + زیر تجاوز نکند:

در خیابان‌های محلی

- تمام عرض خط دست راست، اگر خیابان چهار خط یا بیشتر دارد.
- نصف عرض خط دست راست، اگر خیابان فقط دو خط دارد.

در راه‌ها + شریانی درجه ۲

- نصف خط دست راست، اگر خط عبوری است.
- تمام عرض خط دست راست، اگر خط پارکینگ حاشیه‌ای است.

در راه‌ها + شریانی درجه ۱

- عرض شانه راه

۵-۸-۴. چاهک، دریچه و حوضچه

ظرفیت هیدرولیکی دریچه چاهک‌ها را باید کنترل کنند. مواد زاید + که روی دریچه جمع می‌شود، قسمتی از سطح آن را مسدود می‌نماید. بنابراین، سطح دریچه باید دو برابر مقداری باشد که با محاسبه هیدرولیکی به دست می‌آید. سطح دریچه‌ها برای دوره بازگشت دو ساله تعیین می‌گردد.

۵-۸-۵. لوله زیرزمینی

اندازه لوله‌ها را باید بر اساس محاسبات هیدرولیک و برای بارش‌هایی که دوره بازگشت آن‌ها دو ساله است تعیین کنند. قطر حداقل برای لوله‌ها $0/3$ متر است.

۵-۸-۶. مطالعه جریان آبها در سطح روسازی

هنگامی که شیب عرضی راه تغییر جهت می دهد، باید وضعیت گذشتن جریان آب از یک طرف جاده به طرف دیگر را بررسی کنند. وجود چنین جریا ۸هایی ممکن است در راههایی که برای سرعت ۷۰ کیلومتر یا بیشتر طراحی می شوند، ایجاد خطر نماید. وسایل نقلیه ای که با سرعت زیاد حرکت می کنند، هنگام گذشتن از جریان نازک آب سطحی، به علت نبودن اصطکاک بین چرخ و روسازی، ممکن است کنترل خود را از دست بدهند. در طراحی راهها + شریانی باید موارد زیر رعایت شود:

- جریان حرکت آب از عرض سواره رو، با توجه به شیبهای طولی و عرضی، بررسی شود. بهترین راه برای این کار ترسیم خطوط تراز، کف تمام شده جاده است. با توجه به خطوط تراز، جریان حرکت آبهای سطحی مشخص می شود و بر اساس آن می توان محل مناسب را برای دریچهها + تخلیه آب تعیین کرد.
- در محل شروع تغییر جهت شیب عرضی دریچهها + گذاشته شود، تا قسمت عمده آب جمع شده در یک طرف، قبل از گذشتن از عرض خیابان، از طریق این دریچه تخلیه گردد.

۵-۸-۷. پلها و مسیلها

در عبور از روی رودخانهها و مسیلها و همچون در گذشتن از کنار آنها، باید نیمرخ سطح آب را برای طغیا ۸های صد ساله تعیین کنند. پایین ترین نقطه سازه پل باید حداقل ۱/۰ متر بالاتر از بلندترین دو ارتفاع زیر باشد:

- سطح برآورد شده طغیان صد ساله

- بالاترین ارتفاع سیلابی که دیده یا ثبت شده و یا داغ آن وجود دارد.
در گذشتن مسیر از کنار مسیل‌ها و رودخانه‌ها نیز به همین ترتیب عمل کنند. در این موارد، سطح زیر روسازی (بستر روسازی) نباید از بیشترین، دو ارتفاع یاد شده پایین‌تر باشد.

۵-۸-۸. آبروها

آبرو، لوله یا پل کوچکی است که روی آن خاک‌ریزی و روسازی و یا حداقل تمام ضخامت روسازی (شامل لایه‌ها + زیراساس، اساس و رویه) قرار می‌گیرد. ظرفیت انتقال آب آبروها به شرح زیر تعیین می‌شود:

- برای نهر، کانال و مسیل‌ها + کوچک متقاطع با راه، دهانه آبرو را باید چنان تعیین کنند که در بارندگی‌هایی که دوره بازگشت آن‌ها ۲۵ ساله است، بالاترین سطح آب جمع شده در بالادست آبرو از سطح زیر روسازی (بستر روسازی) فراتر نرود.

- برای ارتباط دادن هیدرولیکی دو طرف راه در عبور از جلگه‌ها + سیل‌گیر واقع در کنار مسیل‌ها و رودخانه‌ها، ارتفاع خاک‌ریزی، تعداد آبروها و دهانه‌ها + آن‌ها را باید چنان تعیین کنند که بالاترین سطح آب طغیا ۸ها٪ صد ساله و همچنین بزرگ‌ترین طغیا ۸هایی که دیده یا ثبت شده و یا داغ آن‌ها موجود است، در بالادست، از سطح زیر روسازی (بستر روسازی) فراتر نرود.

خلاصه

در این فصل، به معرفی نیم‌رخ‌های عرضی در انواع راه‌های شهری پرداخته شد. عرض خط‌های سواره‌رو و عرض شانه در انواع راه‌ها، عرض خطوط پارکینگ، عرض خط‌های

کمکی شامل خطوط گردش به راست، گردش به چپ، خط ممتد گردش به چپ، خطوط افزایش و کاهش سرعت، خطوط تداخل و خطوط سربالایی مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر شیب عرضی سواره رو و شانه ها ارایه و انواع میانه و ضوابط اجرایی آن ها ارایه ۷. انواع جدول و کاربرد آن ها در هدایت آب های بارش، مشخص کردن و ایمن ساختن پیاده رو، زیبایی بصری راه و ... نیز ارایه گردید و در ادامه، شیروانی های راه مورد بررسی قرار گرفت. در انتها انواع سیستم های تخلیه آب های سطحی راه بررسی گردید.

خودآزمایی

۱. تعداد خط های اصلی راه های شریانی بر چه اساسی تعیین می شود؟
۲. موارد استفاده پارکینگ در راه های شریانی درجه ۲ چیست؟
۳. حداکثر مجاز تفاوت شیب های عرضی به چه میزان است؟
۴. منظور از میانه وسیع چیست؟
۵. حداکثر شیب شیروانی خاکریزی از نظر پایداری چقدر است؟
۶. متداول ترین سیستم تخلیه آب های سطحی چیست؟



فصل ششم

تقاطع‌ها و تبادل‌ها

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. معرفی تقاطع‌ها و انواع آن‌ها
۲. اصول جریان ترافیک* (+ ترافیک
۳. جزیره‌های ترافیکی
۴. وسیله نقلیه طرح تقاطع
۵. تنظیم موقعیت و شیب تقاطع
۶. خطوط عبور در تقاطع‌ها
۷. قوس گوشه و مسیر گردشی تقاطع
۸. تسهیلات پیاده‌روی و دوچرخه سواری در تقاطع‌ها
۹. ایستگاه اتوبوس و پارکینگ در تقاطع
۱۰. کنترل و ایمنی تقاطع‌ها
۱۱. معرفی تبادل‌ها و انواع آن‌ها
۱۲. فاصله بین تبادل‌ها و همسانی آنها
۱۳. موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها
۱۴. تعادل در تعداد خط‌ها
۱۵. تبادل ناقص و کامل
۱۶. کاهش تعداد خط‌ها در آزادراه و بزرگراه
۱۷. دهانه‌های رابط

۶-۱. تقاطع‌ها و تبادل‌ها

۶-۱-۱. تقاطع‌ها

تقاطع، محل تلاقی هم‌سطح دو یا چند راه است که هر یک از آن‌ها و تسهیلات هدایت ترافیک آن‌ها را در % م. بگیرد. هر کدام از راه‌ها + منتهی به تقاطع، یک شاخه (رویگرد) تقاطع نامیده می‌شود. معمول‌ترین نوع تقاطع، حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع کنند و از هم بگذرند. چنین تقاطعی چهارراه نام دارد. بهتر است تقاطع بیش از چهار شاخه نداشته باشد.

*ه طور کلی، مسائل و مشکلات تقاطع‌ها را می‌توان تحت سه عنوان به شرح زیر طبقه-

*) (+ نمود [۱۳]:

الف) مشکلات ناشی از برنامه ریزی، طراحی و اجرای نامناسب تقاطع‌ها

ب) مشکلات ناشی از فرهنگ و رفتار نادرست رانندگان و عابرین پیاده

پ) سرپیچی از مقررات راهنمایی و رانندگی

تأثیر متقابل سه معضل فوق موجب تشدید آن‌ها می‌شود.

الف) طراحی و اجرای نامناسب تقاطع: این‌گونه مشکلات که به طور کلی ناشی از کمبود ضوابط و استانداردها + طراحی و اجرایی متناسب با شرایط کشور است، منجر به کاهش ظرفیت و ایمنی تقاطع می‌گردد. از سوی دیگر، اشکالات طراحی و اجرایی، خود منجر به تشدید مسائل رفتاری رانندگان و عابرین پیاده و عدم رعایت ضوابط و مقررات راهنمایی و رانندگی می‌شود که به طور

مضاعف عملکرد تقاطع را دچار اختلال می سازد. اهم مشکلات طراحی هندسی و سیستم کنترل تقاطع ها و عواقب ناشی از آن ها را می توان به شرح زیر نام برد:

• طراحی نادرست جزیره ها و مسیربندی نامناسب

این عامل سبب سردرگمی رانندگان در محدوده تقاطع، بروز برخوردها + ناخواسته، وقوع تصادفات و کاهش ایمنی و ظرفیت تقاطع می شود.

• طراحی نادرست قوس ها و خطوط گردش

نامتناسب بودن شعاع قوس و عرض خطوط گردش با طبقه *(+ خیابان ها و وسیله نقلیه طرح سبب کاهش راحتی، ظرفیت و ایمنی تقاطع می گردد.

• قرارگیری نامناسب تقاطع در نیم رخ طولی و پلان

این موضوع سبب کاهش میزان دید، افزایش فاصله توقف و در نتیجه کاهش ایمنی تقاطع می شود.

• طراحی نادرست شیب بندی

بریلندی (دور) و شیب های عرضی نامناسب سبب بروز خطرات ناشی از جمع شدن آب های سطحی و کاهش میزان ایمنی می گردد.

• کمبود میدان دید

کمبود فاصله دید در تقاطع به واسطه وجود موانع (ساختمان ها، درختان، خودروها + پارک ۴۷ و...)، ظرفیت تقاطع را کاهش داده و ایمنی آن را شدیداً به خطر می اندازد.

• عدم وجود خطوط کمکی یا طراحی نامناسب آن ها

در صورت عدم استفاده از خطوط کمکی و یا طراحی نادرست آن‌ها، علاوه بر کاهش ظرفیت، ممکن است رانندگان عمل افزایش یا کاهش سرعت را در داخل خطوط عبوری انجام دهند که این موضوع موجب کاهش ایمنی تقاطع می‌شود.

• عدم کفایت تسهیلات پیاده‌روی

فقدان گذرگاه‌ها + عرضی مناسب عابر پیاده یا رابط‌ها + پیاده‌رو، سبب کاهش ایمنی عابر پیاده و سردرگمی وی در تقاطع می‌گردد.

• انتخاب نادرست روش کنترل

انتخاب روش کنترل برای تقاطع باید بر اساس معیارها + اقتصادی، ایمنی و ظرفیتی صورت گیرد.

• نصب نادرست علائم و چراغ‌های راهنمایی

عدم وجود ضوابط صحیح و یکنواخت برای نصب علائم و چراغ‌ها + راهنمایی در تقاطع‌ها سبب سردرگمی رانندگان و عابرین پیاده شده و ظرفیت و ایمنی را کاهش می‌دهد.

• مناسب نبودن زمان بندی و فازبندی چراغ‌های راهنمایی

عدم تناسب زمان* (+ چراغ با حجم حرکات مربوطه سبب بروز تاخیرها + بسیار و تشویق رانندگان و عابرین پیاده به عدم رعایت قوانین و مقررات راهنمایی می‌شود. فازبندی نامناسب نیز باعث افزایش تاخیر می‌گردد.

• نامناسب بودن وضعیت روسازی

ناهمواری و لغزندگی روسازی سبب کاهش ایمنی و افزایش تاخیر در تقاطع می‌شود.

• مناسب نبودن وضعیت روشنایی

فقدان نور کافی در محدوده تقاطع‌ها به ویژه در هنگام شب موجب کاهش دید رانندگان و افزایش احتمال بروز تصادف می‌شود.

ب) فرهنگ و رفتار نادرست رانندگان و عابرین پیاده : مسائل رفتاری از عمده ترین عوامل ایجاد اختلال در عملکرد تقاطع ها و کاهش ظرفیت و ایمنی آن ها هستند. این مشکلات علاوه بر تأثیر نامطلوبی که بر عملکرد تقاطع دارند، پیش بینی عملکرد آن و در نتیجه تدوین ضوابط و استانداردها + مورد نیاز را نیز با مشکل مواجه می سازند. در زیر به اهم مشکلات فرهنگی حاکم بر تقاطع ها و اثرات آن ها اشاره می شود:

• **عدم رعایت حق تقدم در حرکت های گردشگری**

عدم رعایت حق تقدم در حرکت ها + گردشگری، علاوه بر کاهش ایمنی و ظرفیت تقاطع، پیش بینی نحوه عملکرد خودروها را به هنگام بروز برخورد با مشکل مواجه می سازد.

• **استفاده نادرست از خطوط عبور**

بررسی ها + انجام شده در تقاطع ها نشان داده است که برخی از خودروها برای انجام حرکت گردشگری از خطوط عبور مستقیم استفاده می نمایند که موجب افزایش تاخیر و کاهش ظرفیت تقاطع می شود.

• **عبور نامنظم عابرین پیاده، دوچرخه سواران و موتورسواران**

عبور عابرین پیاده، دوچرخه سواران و موتورسواران در زمان قرمز از عرض تقاطع علاوه بر کاهش ایمنی آن ها موجب کاهش ظرفیت تقاطع نیز می شود.

• **طراحی نامناسب ایستگاه های اتوبوس و توقف نامنظم تاکسی ها و اتومبیل های مسافربری شخصی**

طراحی نادرست ایستگاه‌ها + اتوبوس و توقف اتوبوس‌ها در محدوده خطوط عبوری و همچنین عملکرد نامنظم تاکسی‌ها و اتومبیل‌ها + مسافرکش در محدوده تقاطع باعث کاهش ظرفیت و ایمنی تقاطع می‌شود.

• عدم رعایت خط عبور

بررسی‌ها + انجام شده در تقاطع‌ها + کشور نشان داده است که معمولاً وسایل نقلیه، خطوط عبور مشخص شده در محدوده تقاطع را رعایت نمی‌کنند و عرض خط عبور وسایل نقلیه کمتر از عرض مشخص شده توسط خط‌کشی است. بر این اساس، بخشی از مطالعات این پروژه به تعیین عرض مفید انتخابی وسایل نقلیه به هنگام توقف در محدوده تقاطع اختصاص یافته است.

(پ) سرپیچی از مقررات راهنمایی و رانندگی: ناهماهنگی‌ها + موجود میان برخی از قوانین و مقررات راهنمایی و رانندگی و ضوابط طراحی،*٪/ اعتنایی مردم به این قوانین و عدم اجرای آن‌ها را در پی خواهد داشت.

۶-۱-۲. اهداف و اصول طراحی

هدف اصلی در طراحی تقاطع، تأمین ظرفیت و گذردهی کافی، کاهش احتمال برخورد بین وسایل نقلیه موتوری و غیرموتوری، اعم از سواری، اتوبوس، کامیون، دوچرخه، عابرین پیاده و تسهیلات تقاطع و تأمین راحتی و آرامش برای استفاده‌کنندگان از تقاطع و در نتیجه افزایش کارایی، ظرفیت و ایمنی شبکه ارتباطی است.

به این منظور، چهار عامل زیر در طرح هندسی تقاطع‌ها باید مورد توجه قرار گیرد:

الف) عامل‌ها + انسانی

ب) عامل‌ها + ترافیکی

(پ) عامل‌ها + فیزیک %
(ت) عامل‌های اقتصادی

الف) عامل‌های انسانی

با توجه به آنکه حرکت وسایل نقلیه و عابران در تقاطع، از تصمیم‌ها + انسانی سرچشمه می‌گیرد، لذا عامل‌ها + انسانی زیر در طرح تقاطع‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱- رانندگان

- عادت‌ها + راننده
 - توان تصمیم‌گیری
 - انتظار
 - زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل
 - برابری با مسیرها + طبیعی حرکت
- ۲- عادت‌ها و ویژگی‌ها + عابران

ب) عامل‌های ترافیکی

در طرح تقاطع‌ها، خصوصیت‌ها + ترافیکی زیر مدنظر قرار می‌گیرد.

- ظرفیت‌ها + واقعی طراحی
- حجم حرکت‌ها + گردش در ساعت طرح
- بعدها و مشخصات خودرو طرح
- انواع حرکت‌ها + تقاطع (عبور مستقیم، گردش به چپ و راست)
- ترکیب وسایل نقلیه

- سرعت وسایل نقلیه
- موقعیت ایستگاه وسیله‌ها + حمل و نقل همگانی نسبت به تقاطع
- سابقه تصادف‌ها

پ) عامل‌های فیزیکی

عامل‌های فیزیکی مورد توجه در تقاطع عبارتند از:

- ویژگی و کاربری زمین‌های مجاور
- نیم‌رخ طولی
- فاصله دید
- زاویه تقاطع
- سطح برخورد
- خط‌ها + عبور و تغییر سرعت
- علائم کنترل ترافیک
- تجهیزات روشنایی تقاطع
- جنبه‌ها + ایمنی
- تردد دوچرخه
- تخلیه آب‌های سطحی
- سایر اجزای طرح هندسی

ت) عامل‌های اقتصادی

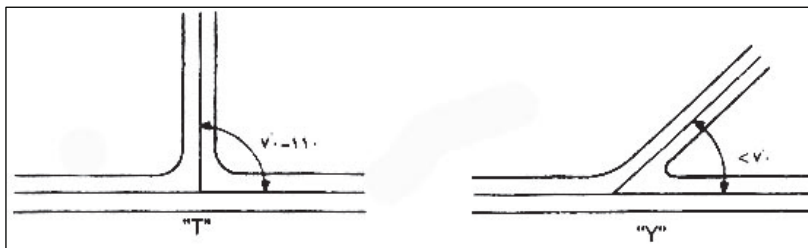
بررسی گزینه‌ها، بر اساس عامل‌های اقتصادی زیر صورت می‌گیرد:

- هزینه و زمان اجرای طرح
- هزینه تملک زمین ها
- تأثیر کنترل یا محدود کردن دسترسی ها + مجاور
- مصرف سوخت و استهلاک ناشی از تاخیر
- نرخ سود برای تبدیل سرمایه ها به سال مورد نظر
- مقایسه برآوردها

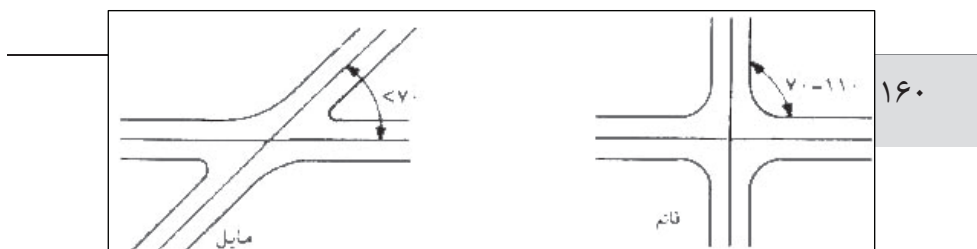
۳-۱-۶. انواع تقاطع ها

طراحی یک تقاطع هم سطح به شکل ها + گوناگونی امکان پذیر است و طراح باید با انواع تقاطع ها و محاسن و معایب و محدودیت ها + هر یک به خوبی آشنا باشد تا بتواند مناسب ترین نوع تقاطع را برای شرایط معین انتخاب نماید.

عوامل موثر در انتخاب نوع تقاطع عبارتند از وضعیت مسیرها + منتهی به تقاطع، حجم و نوع ترافیک، سرعت طرح و سطح سرویس مورد نظر. انواع تقاطع ها + هم سطح مطابق شکل های (۱-۶) الی (۴-۶) عبارتند از سه راهی، چهارراهی، چندراهی و میدان که در ادامه مورد بررسی قرار می گیرند.

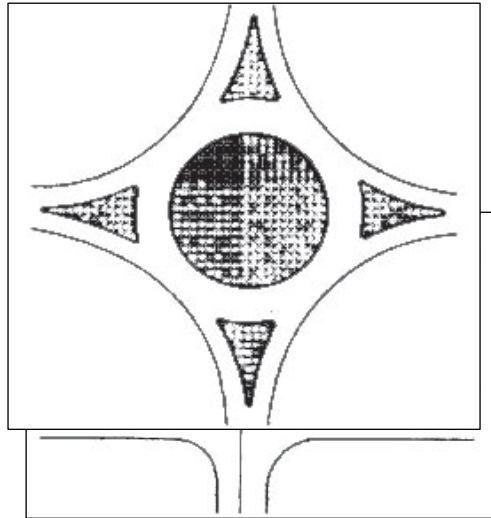


شکل شماره ۱-۶: نمونه تقاطع های سه راهی



شکل شماره ۶-۲: نمونه تقاطع‌های چهارراهی [۱۳]

شکل شماره ۶-۳: نمونه تقاطع چندراهی [۱۳]

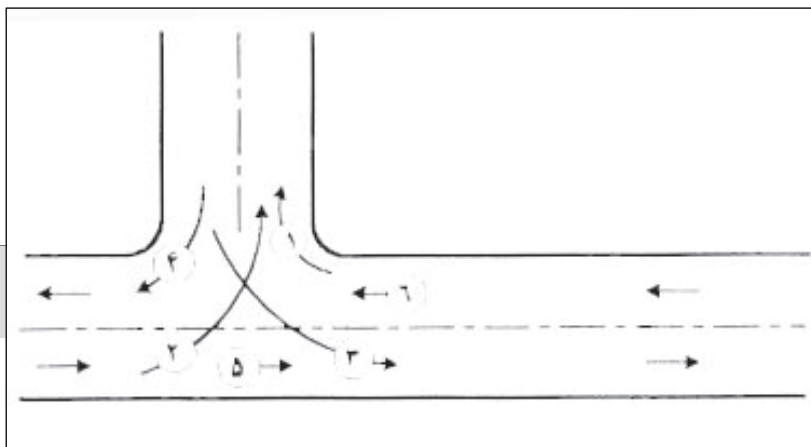


شکل شماره ۶-۴: نمونه تقاطع میدانی [۱۳]

۶-۱-۳-۱. تقاطع‌های سه‌راهی

این نوع تقاطع دارای سه شاخه ارتباطی است و با توجه به راستای خیابان‌های متقاطع می‌تواند به شکل‌های "T" یا "Y" باشد.

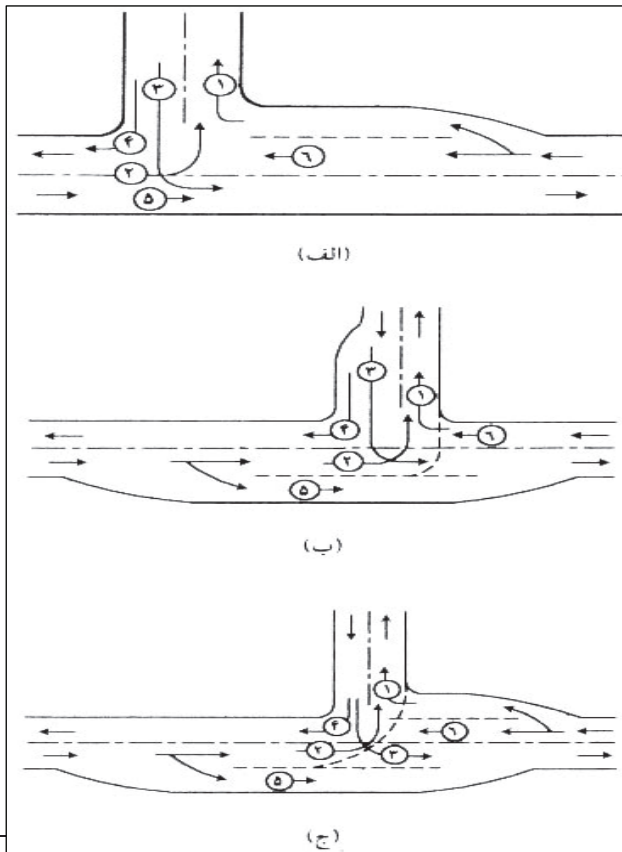
سه راهی ساده: ساده‌ترین و معمول‌ترین این نوع تقاطع در شکل (۶-۵) نشان داده



۴۷ است. این نوع تقاطع برای خیابانهای ۸ متری فرعی یا محلی مناسب است.

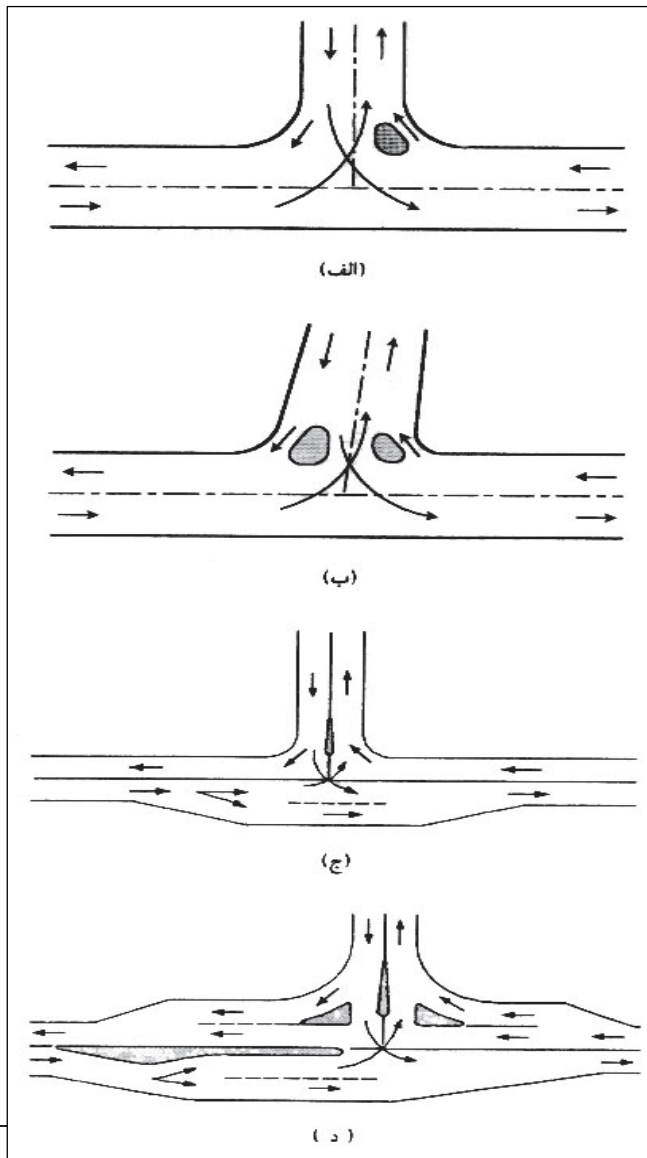
شکل شماره ۶-۵: تقاطع سه راهی ساده

سه راهی تعریف شده: در مواردی که سرعت وسایل نقلیه بالا بوده و وسایل نقلیه چپگرد ایمن نباشند، می توان با ازدیاد عرض روسازی، تعداد خطوط عبور را افزایش داد. این وضعیت در شکل (۶-۶) نشان داده شده است. استفاده از خطوط عبور کمکی موجب افزایش ظرفیت و کاهش خطر برای وسایل نقلیه گردشی می شود. علی الخصوص، این نوع طراحی برای وسایل نقلیه چپگردی که برای انجام حرکت خود باید سرعت خود را کاهش داده یا متوقف شوند، مناسب است.



شکل شماره ۶-۶: تقاطع‌های سه راهی تعریف شده

سه راهی مسیربندی شده: نمونه‌هایی از تقاطع‌ها + سه راهی مسیربندی شده توسط جزیره‌ها + هدایت کننده در شکل (۶-۷) نشان داده شده است.



شکل شماره ۶-۷: تقاطع های سه راهی مسیrbندی شده [۱۳]

شکل (۶-۷-الف)، یک تقاطع سه راهی با مسیر گردش به راست منشعب از مسیر مستقیم را نشان می دهد. برای ایجاد مسیر گردش به راست، شعاع گوشه تقاطع افزایش داده شده تا فضای کافی برای ایجاد یک جزیره فراهم آید. در این حالت می توان به منظور تسهیل حرکت گردش به راست! خط کمکی کاهش سرعت نیز استفاده نمود. ایجاد این خط کمکی بستگی به تعداد وسایل نقلیه راست گرد، سرعت وسایل نقلیه در تقاطع و تعداد وسایل نقلیه در حرکت مستقیم دارد.

در شکل (۶-۷-ب)، یک تقاطع با دو مسیر گردش به راست نشان داده شده است. این طرح در مواردی مناسب است که ضرورت ایجاد می کند سرعت ها و شعاع هایی بیش از مقادیر حداقل به کار برده شود.

شکل (۶-۷-ج)، یک تقاطع مسیrbندی شده به وسیله جزیره جداکننده در مسیر فرعی را نشان می دهد. فضای لازم برای این جزیره با تعریض مسیر فرعی در محدوده تقاطع و افزایش شعاع حرکت ها + گردش به راست (بیش از حداقل شعاع مورد نیاز) ایجاد شده است.

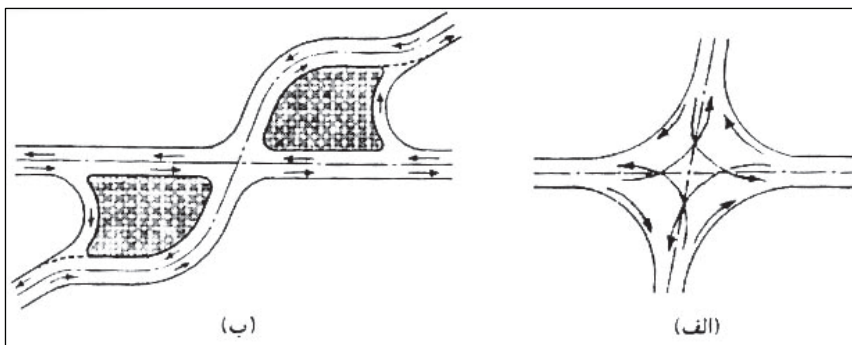
شکل (۶-۷-د) یک تقاطع همراه با جزیره جداکننده و خط کمکی گردش به راست را نشان می دهد. این طرح برای خیابان های دوطرفه با حجم ترافیک متوسط تا سنگین مناسب است. در این حالت کلیه حرکت ها + گردشی توسط مسیره های گردشی مجزا انجام می شود.

۶-۱-۳-۲. تقاطع چهارراهی

این نوع تقاطع دارای چهار شاخه ارتباطی است و بر حسب نحوه طراحی آن می‌تواند به شکل قائم، مایل یا غیرهم‌محور باشد.

به طور کلی، اصول مربوط به طراحی تقاطع‌ها + سه‌راهی در مورد تقاطع‌های چهارراهی نیز صادق است.

انواع تقاطع‌های چهارراهی در شکل‌های (۶-۸) و (۶-۹) نشان داده شده است.

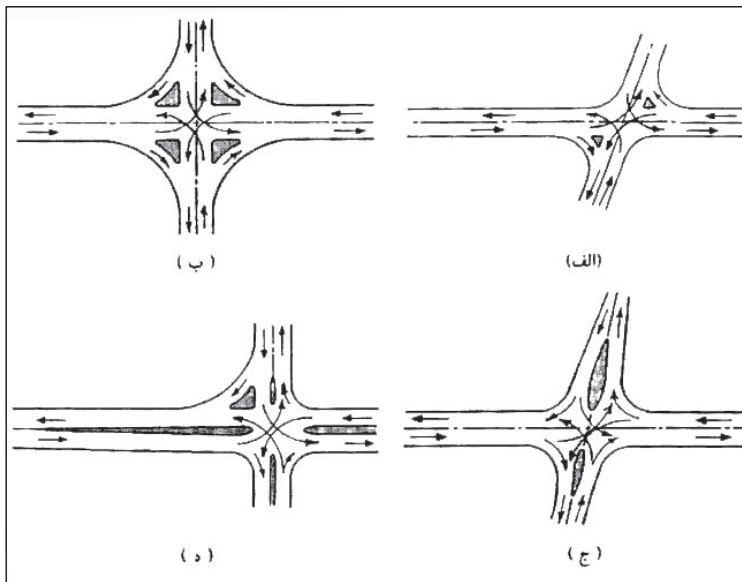


شکل شماره ۶-۸: تقاطع چهارراهی ساده

چهارراهی ساده: در این حالت، زاویه بین دو مسیر متقاطع ترجیحاً باید بین ۶۰ تا ۱۲۰ درجه باشد و در برنامه‌ریزی و طراحی شهرها و شهرک‌ها + جدید ضروری است به این مطلب توجه شود. در تقاطع‌ها + مایل موجود می‌توان وضعیت تقاطع را با تمهیداتی اصلاح نمود. در شکل (۶-۸-ب)، یک تقاطع مایل با زاویه انحراف بیش از ۴۵ درجه نشان داده ۴۷ است. در این تقاطع به منظور تسهیل حرکات گردش و جلوگیری از حرکات دشوار و تجاوز به خطوط عبور + مقابل، در قسمت‌هایی از تقاطع که زاویه گردش حاده است، مسیرها + گردش یک‌طرفه مجزا تأمین ۴۷ است.

چهارراهی تعریض شده: با توجه به میزان حجم ترافیک و نوع سیستم کنترل تقاطع، می توان تعریض را توسط خطوط کمکی موازی و یا به وسیله لچکی به صورت تدریجی انجام داد.

چهارراهی مسیربندی شده: در شکل های (۶-۹) و (۶-۱۰)، نمونه هایی از تقاطع ها + چهارراهی مسیربندی شده نشان داده شده است.



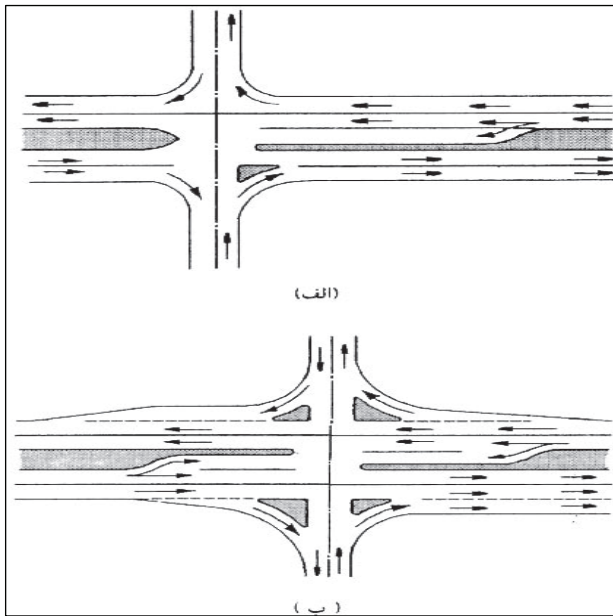
شکل شماره ۶-۹: نمونه هایی از طراحی تقاطع های چهارراهی مسیربندی شده

۶-۱-۳-۳. تقاطع چندراهی

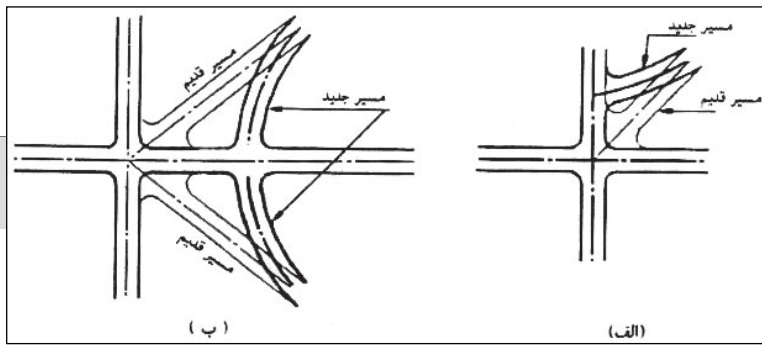
چندراهی تقاطعی است که بیش از چهار مسیر به آن منتهی می شود. به طور کلی، کاربرد تقاطع های *بیش از چهار شاخه ارتباطی توصیه نمی شود. البته در صورتی که حجم ها کم باشد، استفاده از چنین تقاطع هایی امکان پذیر است. ولی با اضافه شدن حجم باید با ایجاد

تغییراتی در طرح تقاطع، بعضی از حرکت‌ها + متداخل را به محل دیگری انتقال داد. بعضی از روش‌ها + انجام این تغییرات در شکل (۶-۱۰) نشان داده شده است. در شکل (۶-۱۱-الف) شاخه قطری منتهی به تقاطع تغییر مسیر داده شده و با فاصله کافی نسبت به تقاطع اولیه به مسیر بالایی پیوسته است و دو تقاطع مجزا به وجود آمده است که هر کدام عملکرد مناسبی دارند.

شکل (۶-۱۱-ب)، یک تقاطع شش شاخه را نشان می‌دهد که در آن دو شاخه قطری تغییر مسیر داده ۴۷ و یک تقاطع جدید چهارراه در مسیر فرعی و در مجاورت تقاطع اولیه ایجاد کرد ۱۴۷.



شکل شماره ۶-۱۰: نمونه‌هایی از تقاطع مسیربندی شده با خط ویژه گردش به چپ [۱۳]



شکل شماره ۶-۱۱: نمونه اصلاح تقاطع های چندراهی [۱۳]

۶-۱-۳-۴. تقاطع میدانی

تقاطع میدانی، عبارت از یک سیستم ترافیکی یک طرفه است که جریان ترافیک در آن، حول یک جزیره مرکزی حرکت می نماید [۱۳].

هدف اصلی از طرح میدان، تأمین حرکت ایمن برای انواع وسایل نقلیه موجود در آن، چه آ‌هایبی که قصد تغییر خط دارند (حرکت تداخلی انجام می دهند) و چه آ‌هایبی که نیازی به تغییر خط ندارند، می باشد به نحوی که این حرکت با حداقل تاخیر صورت گیرد. مزیت عمده میدان این است که با تبدیل حرکتها + تقاطعی به حرکتها + تداخلی تاخیر در تقاطع به حداقل می رسد. این مزیت زمانی که حجم ترافیک به حد ظرفیت برسد، کاملاً از بین می رود.

*ه طور کلی، ظرفیت میدان از یک تقاطع مسیربندی شده بیشتر نیست. سطح مورد نیاز برای میدان نیز از یک تقاطع بیشتر بوده و هزینه احداث آن زیادتر است.

تصمیم گیری در مورد انتخاب میدان به جای سایر انواع تقاطعها باید بر اساس ملاحظات عملکردی، اقتصادی و زیست محیطی انجام شود.*ه طور کلی، موارد کاربرد و عدم کاربرد میدان به شرح زیر است:

در موارد زیر استفاده از میدان توصیه می شود:

- در خیابانهای محلی و با حجم ترافیک کم
- تاکید بر انتقال از یک محیط برون شهری به یک محیط درون شهری

- ایجاد یک تغییر اساسی در استاندارد معابر، مثلاً از دوطرفه به یک‌طرفه یا از شریانی به محلی
- تغییر عمده در راستای مسیر که حتی به کمک قوس‌ها + زیر استاندارد نیز امکان‌پذیر نیست.
- در شرایطی که ترافیک چپ‌گرد در تقاطع سهم عمده‌ای از کل ترافیک تقاطع را تشکیل دهد (بیش از ۳۰ درصد کل ترافیک)
- در شرایطی که پهنای ورودی‌ها + تقاطع به قدری کم باشد که امکان ایجاد خطوط ویژه برای حرکت‌ها + گردش وجود نداشته باشد.
- در شرایطی که دو تقاطع مجاور به قدری به هم نزدیک باشند که امکان اشغال فضا + یکی از آن‌ها در اثر صف اتومبیل‌هایی که در تقاطع بعدی پشت چراغ قرمز منتظر ماندن‌اند، وجود داشته باشند.
- در طراحی تقاطع‌های Y شکل
- در موارد زیر کاربرد میدان مناسب نیست:
- در تقاطع خیابان‌های شریانی با حجم ترافیک بالا، استفاده از تقاطع میدانی منجر به کاهش ظرفیت و افزایش تاخیر وسایل نقلیه می‌شود.
- ایجاد میدان در محل‌هایی که تعداد عابرین یا دوچرخه سواران زیاد است، غالباً مستلزم تمهیدات خاصی خواهد بود که طرح میدان را غیراقتصادی و یا غیرایمن می‌سازد.
- در شرایطی که ورودی‌ها + منتهی به تقاطع دارای سرعت طرح بالایی باشد، میدان باید بسیار بزرگ طرح شود تا حرکت‌ها + تداخلی میان شاخه‌ها + مختلف به راحتی انجام شود.
- میدان‌های بزرگ باعث افزایش طول مسیر وسایل نقلیه به خصوص چپ‌گردها می‌گردند و

زمان صرف شده برای طی این فاصله اضافی ممکن است از مقدار تاخیر در تقاطع های چندراهی مشابه، بیشتر باشد.

- احداث مرحله + میدان در سال ها + مختلف عملی نیست و طرح نهایی باید در ابتدای کار ساخته شود.

از مجموع موارد فوق چنین استنباط می گردد که استفاده یا عدم استفاده از میدان، عمدتاً تابعی از حجم ترافیک، میزان فضای موجود در محل تقاطع، سهم ترافیک چپ گرد در تقاطع، وضعیت ترافیک در خیابان های منتهی به تقاطع و حجم عابرین پیاده و دوچرخه سواران عبوری از محل تقاطع است. به هر حال پیش بینی میدان در برنامه ریزی شبکه حمل و نقل شهری* جز در مناطق مسکونی کم ترافیک و در ورودی شهرها برای کاهش سرعت وسایل نقلیه توصیه نمی شود.

مکان یابی میدان باید ترجیحاً در نواحی مسطح و پست صورت گیرد، زیرا تشخیص میدانهایی که در بالای بلندی قرار دارند، برای رانندگان دشوار است. با این وجود چنانچه اصول طراحی میدان به خوبی رعایت شود، احداث میدانهای واقع در بالای بلندی بلامانع است.

میدان ها عموماً با سیستم ها + هماهنگ سازی چراغ ها + راهنمایی سازگاری ندارد. این سیستم ها وسایل نقلیه را دسته* (+ و در فواصل زمانی مناسب برای پیشروی هدایت می - کنند. میدان ها با ایجاد تغییر در جریان ورودی چراغ ها + تقاطع ها + پایین دست خود، در حرکت پیش رونده وسایل نقلیه اختلال ایجاد می کنند.

بسیاری از تصادفات که در محل تقاطع خیابان های اصلی و فرعی روی می دهد، به واسطه حرکت ها + چپ گرد است. برای جلوگیری از این تصادفات می توان گردش به چپ در تقاطع را ممنوع و حرکات چپ گرد را با احداث میدان در تقاطع ها + مجاور تأمین نمود.

* به طور کلی، میدان‌ها به دو نوع تداخلی و تقدیمی تقسیم‌بندی می‌شوند. میدا‌های تداخلی از میدا‌های تقدیمی بزرگ‌تر بوده و وسایل نقلیه در این میدان‌ها با انجام حرکت تداخلی در طول مسیر خود، حرکت مورد نیاز را انجام می‌دهند. در میدا‌های تقدیمی وسایل نقلیه ورودی ملزم به رعایت حق تقدم وسایل نقلیه گردش‌گر هستند و بنابراین سطح آن‌ها کوچک‌تر بوده و ظرفیت آن‌ها از میدا‌های تقدیمی بیشتر است. اما عملکرد مناسب این‌گونه میدان‌ها مستلزم رعایت حق تقدم است و لذا استفاده از آن‌ها در صورتی که حق تقدم رعایت نشود، نتایج مطلوبی را به دنبال نخواهد داشت و در عمل، ظرفیت در نظر گرفته شده برای آن را تأمین نخواهد کرد.

برای جزئیات بیشتر در خصوص انواع میدان‌ها به بخش ۱ آیین‌نامه طراحی راه‌ها + شهری مراجعه شود.

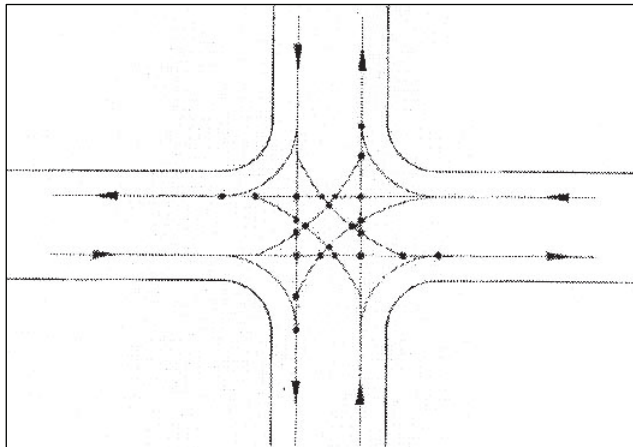
۶-۱-۴. اصول جریان‌بندی ترافیک

۶-۱-۴-۱. جریان‌های اصلی عبور

تقاطع، محل تلاقی (هم‌سطح) دو یا چند جریان ترافیکی با حجم‌ها و خصوصیات مختلف است. بنابراین متناسب با این خصوصیات، سطح خدمت ویژه‌ای نیز برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود به نحوی که حجم‌ها + ترافیک غالب (جریا‌های اصلی عبور) در تقاطع با حداکثر سهولت و کم‌ترین تاخیر، به حرکت خود ادامه دهند [۹]. چنین شرایطی ممکن است مستلزم ایجاد محدودیت‌هایی همچون توقف، تاخیر یا حتی حذف حرکت‌ها + فرعی و کم‌اهمیت‌تر تقاطع باشد این محدودیت‌ها به صورت تدریجی در طول مسیر تا رسیدن به تقاطع اعمال می‌شود.

۶-۱-۴-۲. سطوح برخورد

در طرح تقاطع ها بهتر است از ایجاد نواحی بزرگ تمام روسازی شده اجتناب ورزید و به این ترتیب سطوح برخورد وسایل نقلیه در تقاطع را کاهش داد، در شرایطی که راننده یک وسیله نقلیه در تقاطع، قادر به تشخیص حرکت سایر وسایل نقلیه موجود در تقاطع نباشد، خطرها + ناشی از برخورد حرکت های متداخل تشدید می شود. جریان بندی ترافیک به کمک خط کشی با جزیره ها + ترافیکی، سطوح برخورد را در تقاطع کاهش می دهد. با کاهش زاویه تقاطع (نسبت به حد معمول و متعارف ۹۰ درجه) سطح برخورد در تقاطع افزایش می یابد. نمونه سطوح برخورد در انواع تقاطع در شکل (۶-۱۲) نشان داده شده است.



شکل شماره ۶-۱۲: انواع سطوح برخورد ترافیکی [۹]

۶-۱-۴-۳. زاویه تقاطع

به منظور ایمن سازی و اقتصادی کردن طرح تقاطع، بهترین زاویه برخورد شاخه ها + منتهی به تقاطع، گوشه راست (۹۰ درجه) است. چنین زاویه ها + کوتاه ترین مسیر عبور را برای جریان های ترافیک تقاطع فراهم می سازد و سطح برخورد را به حداقل می رساند. علاوه بر

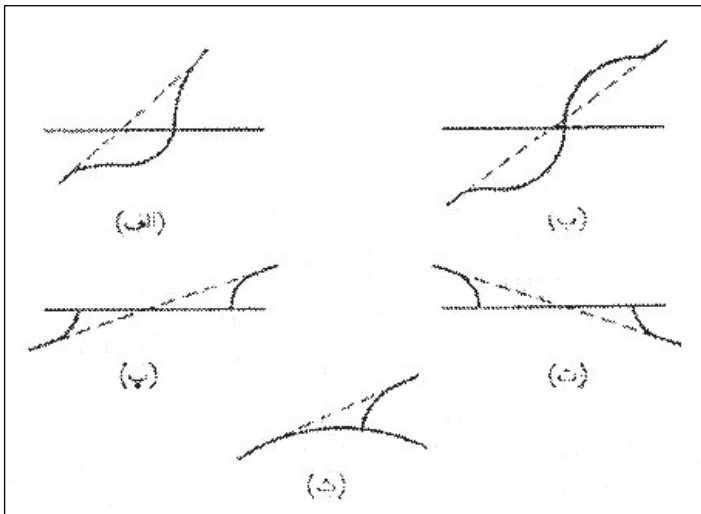
این، زاویه راست، مطلوب‌ترین شرایط را برای رانندگان، به منظور تشخیص و قضاوت در مورد موقعیت نسبی و سرعت وسایل نقلیه نزدیک شونده به تقاطع، به وجود می‌آورد.

راه‌ها + متقاطع با زاویه حاده (تنگ) به محیط‌های چرخشی بزرگ‌تری نیاز داشته و اغلب 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 خواهد داشت. چنین وضعیتی می‌تواند منجر به تصادف شود.

زاویه تقاطع، در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۶۰ درجه باشد. مطلوب آن است که زاویه تقاطع بین ۷۵ تا ۹۰ درجه باشد.

چنانچه زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد، باید در تقاطع تغییر مسیر جدیدی برای شاخه فرعی پیش‌بینی شود.

انواع روش‌ها و حالت‌ها + تغییر مسیر شاخه فرعی تقاطع در شکل (۶-۱۳) نشان داده شده است.



شکل شماره ۶-۱۳: گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها [۹]

مهم ترین عامل ها + موثر و مورد توجه در انتخاب هر یک از حالت ها + بالا عبارتند از:

- حجم ترافیک شاخه ها + اصلی و فرعی تقاطع

- وضعیت استفاده از زمین های محدوده مجاور تقاطع و هزینه تملک حریم.

چنانچه حجم ترافیک شاخه اصلی کم باشد و هدایت ترافیک راه فرعی به آن، سبب کاهش غیرمعارف سطح خدمت آن نشود، در آن صورت، مطابق حالت پ از شکل بالا، می توان 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 نمود. مزیت چنین حالتی، کاهش هزینه بازایی مسیر است و نقطه ضعف آن، لزوم حرکت گردش به چپ (ترافیک به هم بافته) به منظور خروج از شاخه اصلی تقاطع است. بنابراین بهتر است طول ترافیک بهم بافته به اندازه ای باشد که بتواند گنجایش لازم را تأمین کند.

به طور کلی، بهتر است در صورت امکان، از طرح قوس ها + 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 گردش، قسمتی از خط مقابل را اشغال خواهند کرد. چنانچه شاخه اصلی تقاطع مطابق حالت ث از شکل بالا، قوس دار، 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 می شود.

۶-۱-۴. نقاط برخورد

در طرح تقاطع ها بهتر است در صورت امکان، تعداد نقاط برخورد را به حداقل رساند، با کاهش تعداد این نقاط، تصمیم گیری راننده برای انجام حرکت در تقاطع با دقت بیشتری انجام می گیرد و بر ایمنی تقاطع افزوده می شود. با جریان بندی ترافیک در تقاطع، حرکت ها + مختلف موجود در تقاطع از یکدیگر جدا و نقاط برخورد تقاطع مشخص و محدود می گردد.

۶-۱-۴-۵. خط عبور کمکی تغییر سرعت

تعبیه خط عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع ها، 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 می شود و غالباً خطر ساز است. به این منظور در حوالی تقاطع ها، خط ها + عبور کمکی روسازی شده برای تغییر سرعت در کنار شاخه اصلی پیش بینی می شود. این خط عبور معمولاً شامل یک بخش لچکی و یک بخش عرض ثابت، در کنار مسیر اصلی است که به منظور هدایت تدریجی ترافیک خروجی یا ورودی به کار می رود. 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 خط ها + افزایش سرعت) یا سرعت طرح مسیر فرعی (در خط ها + کاهش سرعت) برساند. چنانچه زاویه پیوند (هم گرایی) 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 فر $\frac{1}{2}$ ناچیز گردد، الحاق ترافیک ورودی به جریان اصلی به بهترین نحو صورت می پذیرد.

مشاهده ها و تجربه ها + طراحی خط عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع ها نشان داده است که:

۱- طراحی خطها + تغییر سرعت در بزرگراه های % با سرعت و حجم ترافیک بالا توصیه می شود.

۲- رانندگان، از خط عبور کمکی تغییر سرعت، به یک شکل استفاده نمی کنند (بعضی بخش کوچکی از آن را مورد استفاده قرار می دهند). این خط عبور کمکی، موجب افزایش ایمنی و ازدیاد ظرفیت تقاطع می شود.

۳- میزان استفاده از خطها + عبور کمکی، بسته به حجم ترافیک، متغیر است.

۴- لچکی مستقیم خطها + 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 قوسها + معکوس برای تأمین لچکی می شود.

۵- خطها + عبور کمکی کاهش سرعت در ورودی ها + تقاطعها + هم سطح که به عنوان خطها + تجمع ترافیک گردشی نیز مورد استفاده قرار می گیرد، موجب افزایش ایمنی و ظرفیت تقاطع می شوند.

برای جزئیات بیشتر در مورد طراحی خطها + عبور تغییر سرعت تقاطعها به آیین نامه طرح هندسی راهها، آیین نامه طراحی راهها + شهری مراجعه شود.

۶-۴-۱-۶. ترافیک گردشی

خط عبور مخصوص گردش، سبب کمک به حرکتها + گردشی در ناحیه تقاطع می شود، در طرح خط عبوری کمکی مخصوص گردش، از ایجاد تغییرها + آنی و تند در مسیر اجتناب می شود. این نکته به ویژه در موردهایی که برای ترافیک مستقیم مسیر اصلی، شرایط بسیار

مطلوبی فراهم شده و ترافیک دارای سرعت بالایی است، حایز اهمیت است. در این صورت جداسازی ترافیک گردشی تقاطع، با احتیاط صورت می‌پذیرد. در چنین موردهایی نمی‌توان از طرح حداقل معیارها + هندسی استفاده کرد.

۶-۱-۴-۷. جزیره‌های ترافیکی

در تقاطع‌هایی 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 ۴۷ تقاطع، از جزیره‌ها + ترافیکی استفاده می‌شود، از این جزیره‌ها برای نصب علامت‌ها + ترافیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

جزیره، یک نوع شکل هندسی محدود نیست و ممکن است یک سطح محصور به جدول فایل عبور، یک سطح روسازی محدود خط‌کشی شده یا یک سطح محدود علامت‌گذاری ۴۷ باشد.

جزیره‌ها معمولاً به منظور تأمین یک یا چند هدف از اهداف زیر طراحی می‌شوند:

- تفکیک آمد و شد وسایل نقلیه، به منظور جلوگیری از سردرگمی رانندگان و تأمین فرصت کافی برای تصمیم‌گیری صحیح.
- کنترل زاویه تلاقی حرکت‌ها و کاهش احتمال برخورد میان آن‌ها.
- کاهش سطح روسازی در تقاطع‌ها + وسیع به منظور کاهش سردرگمی رانندگان و جلوگیری از انحراف از مسیر صحیح.
- کنترل سرعت و جداسازی حرکات گردشی در تقاطع‌ها + بدون چراغ.
- محافظت از عابران پیاده از طریق ایجاد فضای ایمن بین جریان‌های ترافیک.

- ایجاد خط گردش حفاظت شده برای وسایل نقلیه چپ گرد، به طوری که صف این وسایل نقلیه مانع عبور جریان مستقیم ترافیک نشود.

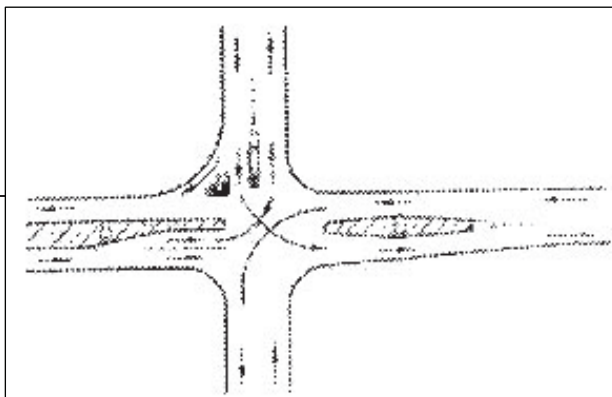
- جلوگیری از حرکات ممنوع شده در تقاطع که با محدود کردن رانندگان جهت انجام حرکت ها + نادرست و یا نایمن صورت می پذیرد.

- تأمین فضای موثر و ایمن برای وسایل کنترل ترافیک مانند تابلوها و چراغ ها + راهنمایی. به طور کلی، جزیره یا شبه مثلثی و یا شبه مستطیلی طویل است. جزیره ها در سطوحی قرار گرفته اند که معمولاً برای عبور وسایل نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره ها به گونه ای تهیه می شود که برای وسایل نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. مساحت جزیره ها بهتر است از پنج متر مربع کمتر نباشد.

جزیره ها + ترافیکی معمولاً بیش از یک وظیفه دارند. به این دلیل آن ها را عموماً می توان به سه گروه به ترتیب زیر تقسیم کرد:

الف) جزیره های هدایت کننده: این نوع جزیره ها برای هدایت و کنترل جریا ۸ های ترافیک (معمولاً حرکت ها + گردش) * کار می رود. با تبدیل سطوح غیرقابل استفاده به جزیره های هدایت کننده و در نتیجه معین شدن مسیر گردش، جریا ۸ های ترافیک گمراه کننده که ممکن است در اثر وجود سطح بزرگ روسازی در تقاطع به وجود آید، حذف می شود.

در شکل شماره (۶-۱۴)، حالت ها + متداول جزیره ها + هدایت کننده نشان داده شده است. جزیره مثلثی a در این شکل به منظور هدایت ترافیک گردش به راست تعبیه شده و



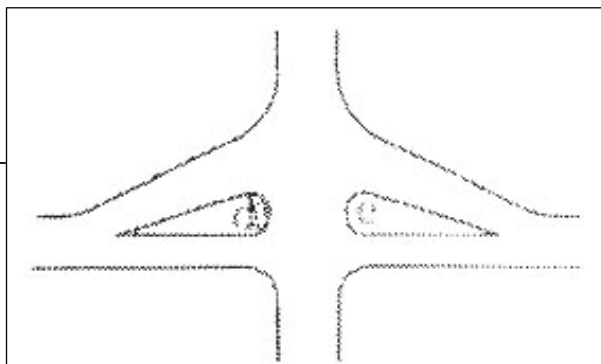
جزیره‌ها + مرکزی b و c برای هدایت وسایل نقلیه‌ای که قصد دور زدن یا گردش دارند، به کار می‌رود.

شکل شماره ۶-۱۴: حالت متداول جزیره‌های هدایت کننده [۹]

جزیره‌ها + هدایت کننده طوری قرار داده می‌شود که مسیر مناسب وسایل نقلیه به خوبی و در اولین نگاه مشخص شود، رانندگان در مسیر حرکت خود بهتر است، به طور ناگهانی با سطح بزرگی از روسازی غیرقابل استفاده مواجه نشوند، قبل از اینکه خودروها در مسیر حرکتشان به اولین جزیره هدایت کننده برسند، خط‌ها + عبور بهتر است به وسیله خط‌کشی مشخص شده باشد تا خودروها با سرعت مطلوب، به مسیر مورد نظر هدایت شود. استفاده از یک گروه جزیره هدایت کننده با ابعاد کوچک، اغلب باعث اشتباه و سردرگمی رانندگان ویژه آن‌ها که برای اولین بار از مسیر تردد می‌کنند، خواهد شد. بنابراین بهتر است از تعداد کمتری جزیره‌ها + بزرگتر استفاده شود. این وضعیت به ویژه در راه‌ها + حومه شهری که سرعت زیاد نیست، رانندگان انتظار روبرو شدن با محدودیت‌ها + بیشتری، در طول راه را دارند، نتایج خوبی خواهد داشت.

به هر حال، تشخیص به موقع جزیره‌ها + ترافیکی توسط رانندگان، از ضرورت‌های طراحی هندسی است و می‌توان با روشنایی یا نصب علامت‌ها + مناسب کنترل ترافیک، به راننده کمک کرد.

ب) جزیره‌های جدا کننده: این نوع جزیره‌ها، اغلب در تقاطع راه‌ها + جدا نشده به کار می‌رود. این جزیره‌ها، نزدیک شدن به تقاطع را به رانندگان اطلاع داده و موجب تنظیم

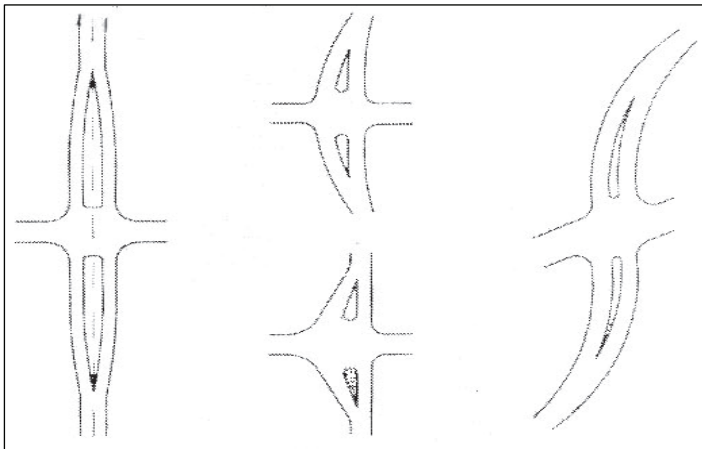


ترافیک در ورودی تقاطع می شوند. استفاده از این جزیره ها، به ویژه به منظور کنترل ترافیک گردش به چپ، در تقاطع ها + تنگ (با زاویه حاده) و در محل هایی که خط ها + مخصوص گردش به راست وجود دارد بسیار مفید است. نمونه هایی از انواع جزیره های جداکننده در شکل (۶-۱۵) نشان داده شده است.

شکل شماره ۶-۱۵: نمونه جزیره های جداکننده [۹]

برای ایجاد جزیره ها + جداکننده در مسیر مستقیم، از قوس معکوس استفاده می شود. در راه هایی که معمولاً سرعت طرح زیاد است، مطلوب آن است که شعاع انحنای قوس معکوس از ۱۵۰۰ متر کمتر نباشد، اما در راه ها + با سرعت طرح کم می توان قوس های % با شعاع کمتر (لااقل ۷۰۰ متر) نیز به کار برد.

حالت ها + مختلف قرارگیری جزیره ها + جداکننده، متناسب با مسیر لبه ها + روسازی ۷ ۴ راه، در شکل (۶-۱۶) آمده است.



شکل شماره ۶-۱۶: یکنواختی انحنای جزیره ترافیکی با لبه روسازی [۹]

پ) جزیره‌های پناه دهنده: جزیره پناه دهنده یا جزیره عابر، به منظور محافظت عابران پیاده هنگام عبور از تقاطع، در محل و یا نزدیکی خط عابر پیاده به کار می‌رود در منطقه‌ها + برون شهری، اکثر جزیره‌ها + هدایت کننده این عملکرد را نیز به عهده دارند و برای حفاظت و پناه جان عابران پیاده نیز به کار می‌رود. جزیره‌های a و b و c و d و e در شکل‌های (۶-۱۴) و (۶-۱۵)، نمونه‌هایی از این گونه جزیره‌ها هستند، در جزیره‌های پناه‌دهنده، استفاده از جدول‌ها + غیرقابل عبور الزامی است. برای جزئیات طراحی هندسی جزیره‌ها به بخش ۱ آیین‌نامه تقاطع‌ها + هم‌سطح شهری (نشریه ۱-۱۴۵) مراجعه شود.

۵-۱-۶. سرعت طرح تقاطع

به منظور تأمین یکنواختی در طرح تقاطع‌ها + واقع در امتداد یک خیابان* باید اجزاء طرح بازوها + اصلی تقاطع‌ها، حتی‌المقدور بر اساس یک سرعت طرح مشخص که در جدول (۶-۱) ارایه ۴۷ است، طراحی شوند.

جدول شماره ۶-۱: سرعت طرح مطلوب در بازوهای اصلی تقاطع‌های شهری (کیلومتر در ساعت) [۱]

درجه بندی خیابان	سرعت طرح تقاطع	مبنای طراحی اجزاء تقاطع
*زر: تره	۷۰	دینامیک حرکت
خیابان‌های ۷٪ یا //	۵۰ الی ۷۰	دینامیک و هندسه حرکت
خیابان‌های محلی و جمع و پخش کننده‌ها	۳۰ الی ۵۰	هندسه حرکت

در حالت کلی، باید سرعت طرح تقاطع (V) با سرعت عملکردی ($V_{۸۵}$) اندازه‌گیری شده در آن یکسان باشد. در صورتی که $V_{۸۵} - V > ۲۰$ کیلومتر در ساعت باشد، باید با تمهیداتی نظیر تغییر نیم‌رخ عرضی، $V_{۸۵}$ را کاهش داد و یا با افزایش استاندارد طراحی اجزاء تقاطع، سرعت V را افزایش داد.

۶-۱-۶. وسیله نقلیه طرح تقاطع

خصوصیات فیزیکی انواع وسایل نقلیه و تعداد آن ها، از جمله عوامل مهم در طرح هندسی تقاطع ها است [۱۳]. لذا برای طراحی تقاطع ها باید کلیه وسایل نقلیه را طبقه * (+ کرده و از هر طبقه، یک وسیله نقلیه با ابعاد و اندازه ها + مشخص را به عنوان "وسیله نقلیه طرح" انتخاب نمود.

وسایل نقلیه طرح خودروها + انتخابی هستند که ابعاد و خصوصیات عملکردی آن ها کنترل کننده طرح هندسی تقاطع ها بوده و هر یک، نماینده گروه مربوطه است. هر وسیله نقلیه طرح، باید دارای اندازه ها + فیزیکی بزرگ تر و حداقل شعاع گردش بیشتری نسبت به سایر وسایل نقلیه آن گروه باشد. بزرگ ترین وسیله نقلیه طرحی که به دفعات نسبتاً زیاد از یک تقاطع عبور می کند و یا وسیله نقلیه ای که دارای ویژگی ها + خاص و منحصر به فردی است، باید در طراحی هندسی تقاطع ها و اجزاء آن از قبیل شعاع قوس ها + گوشه و مسیرها + گردشی در نظر گرفته شود.

در دستورالعمل آستو، وسایل نقلیه به سه گروه اصلی دسته * (+ شد ۱۴ / که عبارتند از: اتومبیل ها + سواری، کامیون ها و اتوبوس ها. گروه اتومبیل ها + سواری شامل انواع وسایل نقلیه سواری، استیشن ها و کامیونت ها + سبک از قبیل وانت بارها است. گروه کامیون ها شامل انواع کامیون ۸های منفرد، تریلر /ها، کمرشکن ها و هرگونه ترکیب کشنده و تریلر می-شود. گروه اتوبوس ها نیز شامل انواع اتوبوس ها + یک کابین، دو کابین (مفصل دار) و اتومبیل های شخصی یدک کش از قبیل کاروان ها می باشد .

۶-۱-۶-۱. ابعاد وسایل نقلیه طرح

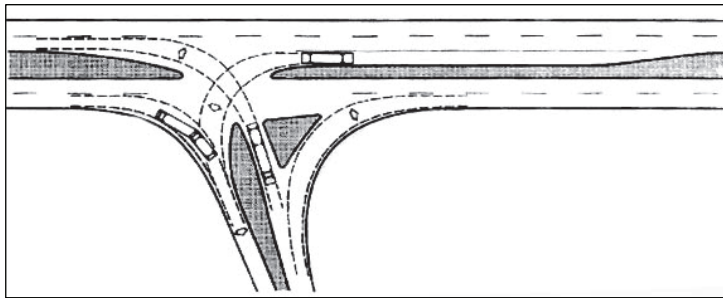
در جدول (۶-۲)، ابعاد ۷ وسیله نقلیه طرح بر اساس دستورالعمل آشتو ارایه ۴۷ است.

جدول شماره ۶-۲: ابعاد وسایل نقلیه طرح بر اساس دستورالعمل آشتو (ابعاد بر حسب متر) [۱۳]

فاصله بین دو محور اول	طول پیش آمدگی عقب	طول پیش آمدگی جلو	طول کل	عرض کل	ارتفاع کل	نماد	نوع وسیله نقلیه
۳/۳	۱/۵	۰/۹	۵/۷	۲/۱	۱/۳	P	اتومبیل سوار +
۶/۱	۱/۸	۱/۲	۹/۱	۲/۶	۴/۱	SU	کامیون
۷/۶	۲/۴	۲/۱	۱۲/۱	۲/۶	۴/۱	BUS	اتوبوس
۵/۴	۲/۹	۲/۶	۱۸/۲	۲/۶	۳/۲	A-BUS	اتوبوس مفصلی
۳/۹	۱/۸	۱/۲	۱۵/۱	۲/۶	۴/۱	WB-40	تریلی متوسط
۶/۱	۰/۶	۰/۹	۱۶/۶	۲/۶	۴/۱	WB-50	تریلی بزرگ
۲/۹	۰/۹	۰/۶	۱۹/۶	۲/۶	۴/۱	WB-60	تریلی کمر شکن

۶-۱-۶-۲. حداقل مسیر گردش وسیله نقلیه طرح

به منظور مکان یابی صحیح اجزاء مختلف تقاطع، نظیر جزایر و حفاظ ها + میانی و جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه طرح با آن ها، باید وضعیت قرارگیری این عناصر توسط شابلن هایی که بر اساس مسیر گردش حداقل وسیله نقلیه طرح تهیه شده است، کنترل شود. این شابلون ها که نمودار "گردش نما" نام دارد، برای انواع وسایل نقلیه طرح تهیه می شوند. طراح بعد از انجام طراحی اولیه این شابلن ها را بر روی طرح قرار داده و صحت موقعیت اجزاء طرح را کنترل می کند. در اکثر دستورالعمل ها، جداولی نیز تهیه شده است که بر اساس شعاع ها + گردش مختلف، میزان تجاوز وسیله نقلیه طرح را به خطوط مجاور ارایه



می کند. شکل (۶-۱۷)، نمونه ای از نحوه کارگیری گردش نما در طراحی تقاطع را نشان می دهد.

شکل شماره ۶-۱۷: کاربرد نمودار گردش نما در طراحی اجزاء تقاطع [۱۳]

حداقل مسیر گردشی برای بعضی از انواع وسایل نقلیه طرح بر اساس دستورالعمل آشتو در جلد ۱ آیین نامه تقاطع ها + هم سطح شهری ارایه ۴۷ است. ابعاد و اندازه ها + موثر در طرح عبارتند از: حداقل شعاع گردش، فاصله عرضی بین دو چرخ، فاصله طولی بین دو محور و مسیر چرخ ها + عقب داخلی. در این دستورالعمل تاکید شده است در صورتی که حداکثر سرعت در هنگام گردش به ۱۶ کیلومتر در ساعت محدود شود، تأثیرات ناشی از ویژگی ها + رفتاری راننده و زاویه انحراف چرخ ها به حداقل خواهد رسید و حداقل مسیر

گردش نیز بر اساس این سرعت به دست آمده است. در جدول (۶-۳)، مقادیر حداقل و حداکثر شعاع‌ها + گردش بر اساس دستورالعمل آشتو ارایه ۴۷ است.

جدول شماره ۶-۳: شعاع‌های گردش وسایل نقلیه طرح بر اساس دستورالعمل آشتو (بر حسب متر) [۱۳]

نوع وسیله نقلیه طرح	اتومبیل سواری p	کامیون منفرد SU	اتوبوس BUS	اتوبوس مفصلی A-BUS	تریلی متوسط WB-40	تریلی بزرگ WB-50	تریلی کمرشکن WB-60
حداقل شعاع خارجی	۷/۳	۱۲/۷	۱۲/۷	۱۱/۵	۱۲/۱	۱۳/۶	۱۳/۶
حداقل شعاع داخلی	۴/۲	۸/۴	۷/۴	۴/۲	۵/۷	۵/۸	۶/۷
حداکثر شعاع خارجی	۸/۹	۱۳/۴	۱۴/۱	۱۲/۹	۱۲/۶	۱۴/۰	۱۳/۸

برای طراحی تقاطع‌هایی که دارای ترافیک کامیون یا اتوبوس‌ها + بزرگ هستند، وسیله نقلیه طرح را باید هم از نوع تریلی و هم از نوع اتوبوس‌های بزرگ در نظر گرفت. همچنین توصیه شده است برای طراحی تقاطع‌ها + مراکز شهرها + بزرگ که در آن‌ها تردد و سرویس‌دهی اتوبوس‌ها + مفصلی وجود دارد، این وسیله به عنوان وسیله نقلیه طرح در نظر گرفته شود.

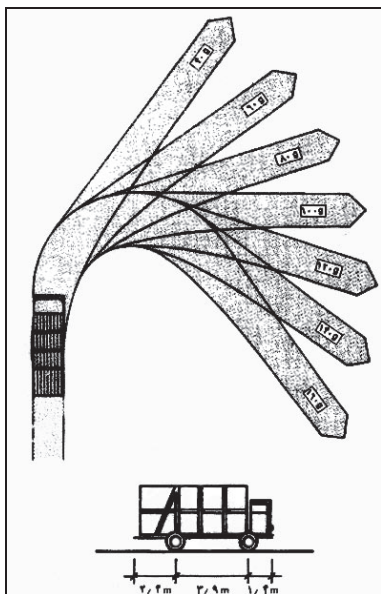
در شکل‌های (۶-۱۸) الی (۶-۲۱)، نمونه‌هایی از نمودار گردش نمای چهار نوع از وسایل نقلیه طرح دستورالعمل آلمان شامل اتومبیل سواری، کامیون دو محور، اتوبوس و اتوبوس مفصلی، در حالتی که راننده وسیله نقلیه طرح با سرعت مناسب و با گرداندن تدریجی و پیوسته فرمان به قوس وارد شود و پس از گردش نیز با همین حالت یعنی با گرداندن تدریجی و پیوسته فرمان در خط مستقیم قرار گیرد، نشان داده شده است. شعاع گردش خارجی بر اساس دستورالعمل آلمان نیز در جدول (۶-۴) ارایه ۴۷ است.

جدول شماره ۶-۴: شعاع گردش خارجی بر اساس دستورالعمل آلمان (بر حسب متر) [۱۳]

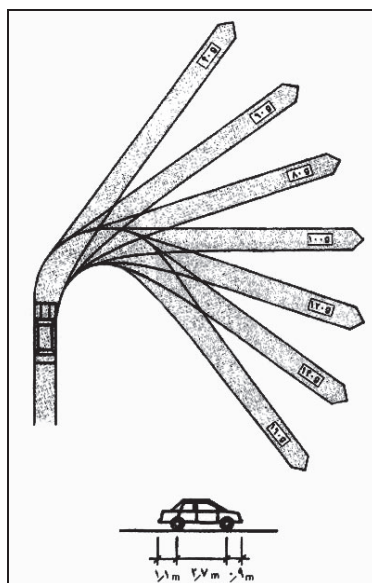
نوع وسیله نقلیه طرح	اتومبیل سواری	کامیون	اتوبوس	اتوبوس مفصلی
شعاع گردش خارجی	۵/۸۰	۷/۸۰	۱۱/۰	۱۲/۰

۶-۱-۳. وسیله نقلیه طرح پیشنهادی برای تقاطع های هم سطح ایران

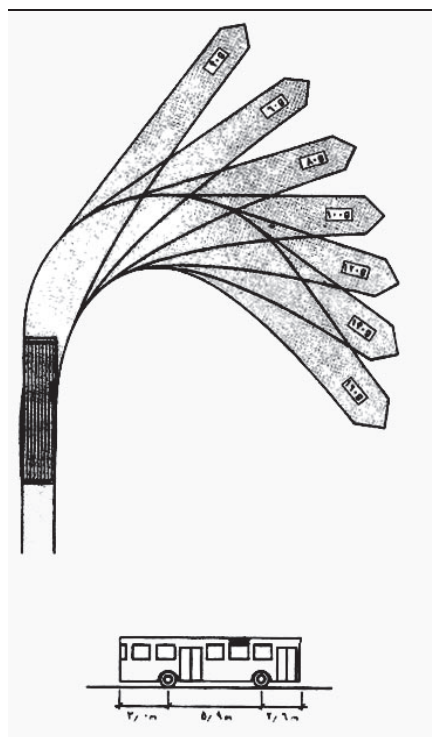
با توجه به جدول های (۳-۶) و (۴-۶) و همچنین از مقایسه نمودارها + گردش نمای وسایل نقلیه آشتو (آمریکایی) و آلمان (کشورها + اروپایی) ملاحظه می شود که وسایل نقلیه اروپایی از استاندارد پایین تری برخوردار بوده و دارای شعاع گردش ها + کوچک تری هستند. با توجه به این که اکثر وسایل نقلیه موجود در ایران از نوع اروپایی هستند، بهتر است از وسایل نقلیه طرح ارایه ۴۷ در دستورالعمل ها + اروپایی، نظیر آلمان برای ایران استفاده شود.



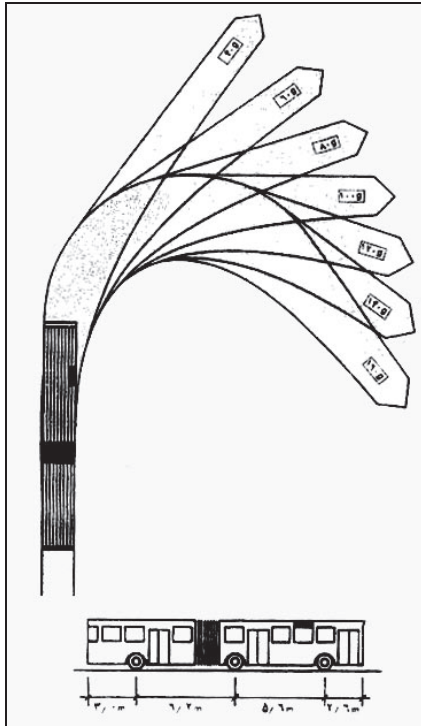
شکل شماره ۶-۱۹: نمودار گردش نمای کامیون



شکل شماره ۶-۱۸: نمودار گردش نمای سواری



شکل شماره ۶-۲۰: نمودار گردش نمای اتوبوس



شکل شماره ۶-۲۱: نمودار گردش نمای اتوبوس
مفصلی

۶-۱-۷. تنظیم موقعیت و شیب تقاطع

تقاطع ها نقاط برخورد وسایل نقلیه، عابرین پیاده و دیگر تسهیلات موجود بوده و ذاتاً نقاط خطر سازی را تشکیل می دهند. بنابراین امتداد و شیب ورودی ها + تقاطع باید این امکان را به راننده بدهد که به راحتی و با دید کامل، حرکت ها + لازم را برای عبور از تقاطع با ایمنی کافی و حداقل برخورد با سایر وسایل نقلیه انجام دهد. به همین سبب امتداد خیابان ها در محل تقاطع باید حتی المقدور مستقیم و کم شیب باشد. تنظیم شیب سطح سواره رو در

محدوده تقاطع نیز به خاطر ایجاد هماهنگی با نیم‌رخ‌ها + طولی و عرضی و امتداد محورهای متقاطع و همچنین تخلیه مناسب آب‌های سطحی از اهمیت خاصی برخوردار است.

۶-۱-۷-۱. پلان

اصولاً مناسب‌ترین محل برای تقاطع‌ها، قسمت‌ها + مستقیم و دارای شیب یکنواخت خیابان‌هاست. چنانچه امکان ایجاد تقاطع در مسیرها + مستقیم وجود نداشته باشد، تقاطع باید به گونه‌ای جانمایی شود که وسایل نقلیه پیش از رسیدن به تقاطع، وارد قوس شده باشند. به هر حال، در تقاطع‌ها باید از ایجاد قوس‌ها + تند یا تغییرات شدید در پلان اجتناب شود. حتی‌الامکان جهت قوس هر محور باید به نحوی باشد که بر بلندی (دور) قوس با شیب طولی محور متقاطع با آن هم‌جهت باشد.

با توجه به مسائل ایمنی و اقتصادی تقاطع‌ها، مناسب‌ترین زاویه تقاطع ۹۰ درجه و یا نزدیک‌تر به آن است. تقاطع‌ها + با زاویه مایل مستلزم سطح تداخل بزرگ‌تری بوده و میدان دید را به خصوص برای رانندگان کامیون کاهش می‌دهد. همچنین وسایل نقلیه طویل برای گردش به راست یا چپ نیاز به فضای زیادی خواهند داشت و در صورت عدم وجود چنین فضایی، خط‌ها + دیگر خیابان‌ها را اشغال خواهند نمود. به این ترتیب، در جریان ترافیک تقاطع آشفته‌گی پدید آمده و از ایمنی آن کاسته خواهد شد. در دستورالعمل‌های مختلف، حداکثر دامنه تغییرات مجاز زاویه تقاطع نسبت به زاویه قائمه بین ۲۰ تا ۳۰ درجه توصیه شده است.

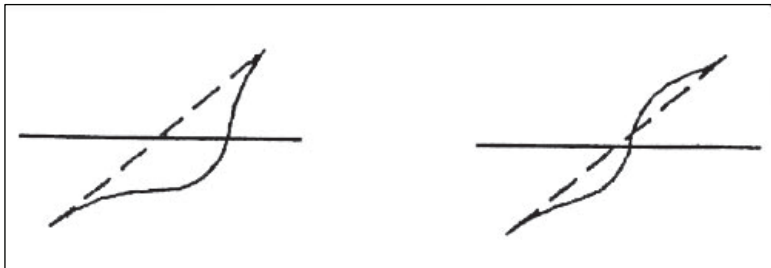
در با‌سازی شبکه‌ها + موجود باید سعی شود حتی‌الامکان تقاطع‌ها + با زاویه کوچک‌تر از ۶۰ درجه اصلاح شود. معمولاً چنین اصلاحاتی در صورتی عملی است که در اطراف تقاطع حریم کافی وجود داشته و یا اصلاح تقاطع، جزئی از بازسازی شهری باشد. همچنین

طرح هندسی خیابان های شهری

در ساماندهی خیابان های شهری و مشخص ساختن خیابان های شریاز.٪ و محلی باید سعی شود تقاطع هایی که زاویه کوچک دارند، بسته شده و ترافیک آن ها به تقاطع هایی که زاویه آن ها به قائمه نزدیک است، منتقل شود.

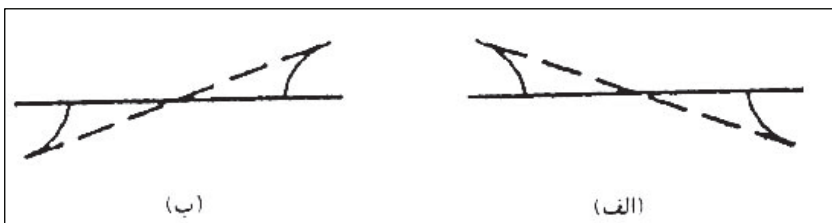
هنگام اصلاح طرح هندسی تقاطع ها باید بین ارزش ها + معماری و شهرسازی و نیازهای ترافیکی و طرح هندسی نوعی توازن ایجاد شود.

روش ها + مختلفی برای اصلاح تقاطع ها + دارای زاویه حاده وجود دارد. در شکل (۶-۲۲) دو روش اصلاح مسیر در تقاطع ها + مایل نشان داده شده است.



شکل شماره ۶-۲۲: دو روش اصلاح مسیر در تقاطع های با زاویه حاده (کمتر از ۶۰ درجه)

چنانچه زاویه برخورد خیابان های منتهی به تقاطع کوچک تر باشد، در آن صورت روش های دیگری برای اصلاح این گونه مسیرها وجود دارد که در شکل (۶-۲۳) دو نمونه آن ارائه ۴۷ است. در این گونه موارد خیابان فرعی منتهی به تقاطع با یک قوس ساده به خیابان اصلی منتقل می شود.



شکل شماره ۶-۲۳: نحوه اصلاح مسیر در تقاطع های با زاویه تند

۶-۱-۷-۲. نیم رخ

در تقاطع ها باید حتی المقدور از تغییر و ترکیب شیب های % که کنترل وسیله نقلیه را مشکل می سازد، اجتناب شود. وجود فاصله دید کافی در هر یک از دو خیابان اصلی و فرعی تقاطع یکی از موارد ضروری در طرح تقاطع است.

قابلیت تشخیص و شرایط دید یک تقاطع، وقتی در وضعیت مطلوب است که خیابان های ۸ متری منتهی به تقاطع در گودی واقع شوند. از این دیدگاه تقاطع ها + مقعر (گود) بهترین نوع تقاطع ها هستند. برعکس، تقاطع ها نباید چنان طراحی شوند که در محدوده تقاطع یک برآمدگی تشکیل شود. اگر یکی از دو خیابان منتهی به تقاطع به ناچار بر روی برآمدگی قرار گیرد، باید قابلیت تشخیص تقاطع را با اقدامات جانبی در تقاطع و یا در محیط اطراف آن بهبود بخشید. در طرح تقاطع ها باید توجه داشت که ایجاد یک قوس افقی تند در ادامه یک قوس قائم محدب شرایط نامطلوبی را به وجود می آورد، لذا از ایجاد آن باید احتراز نمود.

شیب طولی مسیرها + منتهی به تقاطع باید حتی الامکان ملایم باشد و برای این منظور بهتر است شیب طولی خیابان ها در محل تقاطع به یک درصد محدود شود. این شیب را می توان تا ۳ درصد نیز افزایش داد و حتی در شرایط خاص که محدود کردن شیب تقاطع به ۳ درصد مستلزم مخارج سنگینی باشد، این شیب را می توان تا ۶ درصد نیز افزایش داد. در دستورالعمل آلمان شیب طولی مسیر اصلی در محدوده تقاطع به ۴ درصد محدود شده است. به هر حال در ورودی ها + تقاطع باید خطوط شیب طولی تا فاصله مناسبی از تقاطع امتداد پیدا کند، تا زهکشی تقاطع به نحو مناسبی صورت گیرد. معمولاً خط شیب خیابان اصلی در محل تقاطع ثابت نگه داشته شده و شیب عرضی خیابان فرعی، متناسب با آن

اصلاح می‌شود. چنین حالتی مستلزم تغییر حالت تاج خیابان فرعی به یک مقطع عرضی با شیب یک‌طرفه در محل تقاطع با خیابان اصلی است.

شیب طولی ورودی‌ها + فرعی تقاطع باید به خاطر قابلیت تشخیص تقاطع و مسائل حرکتی وسایل نقلیه در فاصله تقریباً ۲۵ متری لبه خیابان اصلی حداکثر ۲/۵ درصد باشد. البته در داخل مناطق ساخته شده و پرتراکم شهری، رعایت این مقادیر در هنگام بهسازی تقاطع همیشه عملی نیست، ولی در هر حال باید شیب طولی بازوی فرعی در محدوده تقاطع از حداکثر شیب مجاز آن در طول مسیر کمتر باشد.

۶-۱-۷-۳. شیب‌بندی تقاطع

شیب* (+ محدود تقاطع و مسیرهای ورودی آن به دلایل زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- تنظیم شیب خیابان‌های اصلی و فرعی
- تخلیه آب‌های سطحی

تنظیم شیب خیابان‌های اصلی و فرعی

انطباق شیب طولی ورودی‌ها + فرعی تقاطع با شیب عرضی ورودی‌ها + اصلی (در محل تقاطع) از جمله نکات مهمی است که ضمن طرح تقاطع باید بدان توجه داشت. اگرچه شیب‌های مذکور می‌توانند متفاوت باشند، اما در مناطق کم‌تراکم این تفاوت باید در حدی باشد که بتوان اتصال لبه‌ها + سواره‌رو را به صورت گرد شده و بدون شکستگی طراحی نمود.

در داخل مناطق ساخته شده، ورودی‌ها + فرعی تقاطع معمولاً با یک شکستگی که در صورت نیاز می‌توان لبه آن را گرد کرد، به خیابان اصلی متصل می‌شوند. شکستگی‌ها +

محسوس (بیش از ۵ درصد) باید همیشه گرد شود. شعاع قوس قائم مقعر و محدب در نواحی کم تراکم شهری مساوی یا بزرگ تر از ۵۰۰ متر در نظر گرفته می شود. در نواحی پرتراکم شهری، طول قوس قائم حتی در خیابان های کم تردد نیز نباید کوچک تر از ۱۰ متر باشد تا شروع به حرکت خودروها + متوقف شده به سهولت انجام شود.

بعضی مواقع، به علت شرایط خاص تقاطع، ممکن است بهتر باشد که نیمرخ عرضی خیابان های اصلی و فرعی، هر دو تغییر یافته و با وضعیت تقاطع تطبیق داده شوند. معمولاً تأمین بر بلندی در قوس ها + واقع در محدوده تقاطع با پیچیدگی روبرو می شود. لذا در موقع طراحی شبکه، باید دقت لازم در مورد نحوه قرارگیری قوس نسبت به محور فرعی در نظر گرفته شود.

در حالتی که خیابان اصلی در قوس قرار دارد، اگر جهت شیب عرضی قوس، هم جهت با شیب طولی خیابان فرعی باشد، تطبیق مقطع عرضی خیابان اصلی با شیب طولی خیابان فرعی*ه طور طبیعی انجام می شود.

اگر این دو شیب هم جهت نباشند، نیمرخ طولی خیابان فرعی را باید چنان تغییر داد که جهت شیب آن با جهت شیب قوس اصلی در تقاطع یکی شود. در چنین حالتی به علت محدودیت دید، استفاده از جزایر جداکننده جهت کاهش احتمال برخورد در تقاطع، توصیه می شود.

تنظیم شیب برای تخلیه آب های سطحی

برای تخلیه آب های سطحی تقاطع، تأمین شیب طولی حداقل یک درصد (و حداقل ۰/۵ درصد برای ترکیب شیب های طولی و عرضی) در خیابان های اصلی و فرعی محدوده تقاطع ضروری است. تنظیم توام شیب های طولی و عرضی دو مسیر متقاطع یکی از مشکل ترین

مراحل طراحی تقاطع است، زیرا تنظیم شیب طولی یک مسیر به معنای تغییر شیب عرضی مسیر دیگر است. علاوه بر این باید ضمن ایجاد هماهنگی بین مشخصات هندسی دو محور متقاطع، تخلیه آب‌های سطحی تقاطع را نیز به نحو مناسب و مطلوبی انجام داد. برای این منظور باید نیم‌رخ طولی گوشه‌ها + تقاطع را رسم کرده و با توجه به وضعیت تخلیه آب‌ها در محل تقاطع و حدود قابل قبول شیب عرضی، وضعیت رقوم سطح تمام شده تقاطع را بر حسب ارتفاع نقاطی که به فاصله ۵ متر از یکدیگر قرار دارند به صورت شبکه ارایه داد.

رقوم نقاط شبکه مذکور باید به نحوی تعیین شوند که نیم‌رخ طولی گوشه‌ها + تقاطع بدون شکستگی و ملایم بوده و علاوه بر آن، محل تخلیه آب‌های سطحی در نقاط خط‌القعبر این نیم‌رخ‌ها قرار گیرد. بنابراین برای تعیین رقوم نقاط مختلف تقاطع، باید پس از تهیه نیم‌رخ‌ها + طولی گوشه‌ها و تغییر و تعدیل آن‌ها، ارتفاع نقاط واقع در لبه گوشه‌ها + جزایر و سایر نقاط را به دست آورد. اصول کلی که باید برای تخلیه آب‌های سطحی مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

- شیب خیابان اصلی در محل تقاطع ثابت مانده و شیب خیابان فرعی با آن هماهنگ شود.

- آب‌های سطحی مربوط به یک ورودی تقاطع نباید به ورودی‌ها + دیگر منتقل شود.
- * دلیل سرعت پائین حرکت‌ها + گردشی ورودی و خروجی در تقاطع‌ها + هم‌سطح باید به نیازها + فنی تخلیه آب‌های سطحی، در برابر نیازها + دینامیکی حرکت گردشی اولویت داده شود.

- جزایر محدود تقاطع می‌توانند کار تخلیه آب‌های سطحی را آسان‌تر کنند، زیرا آن‌ها سطوح تقاطع را مطابق اصول فنی تخلیه آب‌های سطحی به نواحی کوچک‌تری تقسیم می-

کنند که تأمین شیب عرضی مناسب از لحاظ دینامیک حرکت را امکان پذیر نموده و تنظیم نقاط گود با محل آبروها را در حاشیه جزایر میسر می سازند.

۶-۱-۸. خطوط عبور در تقاطع ها

سطح سواره رو تقاطع متشکل از تعدادی خطوط عبور مستقیم و احياناً تعدادی خطوط کمکی برای حرکت ها + گردشی است. تعداد و نوع خطوط حرکت تقاطع بستگی به وضعیت مسیرها + متقاطع، احجام تردد و سطح سرویس مورد نظر و همچنین ملاحظات مربوط به عابرین پیاده، دوچرخه سواران، حمل و نقل عمومی و ... دارد.

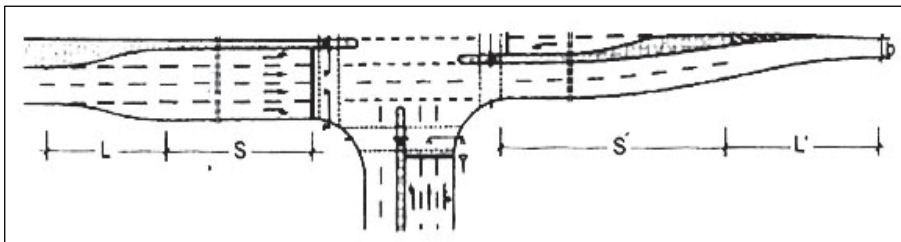
در تقاطع ها + با حجم و سرعت تردد کم، می توان حرکات گردشی را با استفاده از خطوط حرکت مستقیم انجام داد. ولی در تقاطع ها + با حجم تردد زیاد معمولاً نیاز به احداث خطوط کمکی وجود دارد.

در مناطق شهری کم تراکم، تأمین خطوط کمکی گردشی بر اساس ملاحظات ایمنی صورت می گیرد و در تعیین ابعاد آن ها اصول دینامیک حرکت وسایل نقلیه، تعیین کننده هستند. در داخل مناطق پرتراکم شهری، اغلب ملاحظات ظرفیتی در نظر گرفته می شود و تأمین نیازها + هندسی حرکت کفایت می کند.

۶-۱-۸-۱. خطوط عبور مستقیم

در محدوده تقاطع ها و به خصوص در تقاطع ها + بدون چراغ راهنما، ترجیحاً باید تعداد خطوط عبور مستقیم، معادل با تعداد خطوط عبور مسیرها + منتهی به آن باشد. یک خط

عبور مستقیم نباید به طور ناگهانی تبدیل به یک خط گردش‌ی خروجی شود. در صورت لزوم باید این تبدیل به کمک خط‌کشی و نصب علائم مقتضی^{۶-۲۴} به طور تدریجی انجام شود. در تقاطع‌ها + چراغ‌دار می‌توان با تعریض سواره‌رو، تعداد خطوط مستقیم در ورودی‌های تقاطع را افزایش داد و ظرفیت تقاطع را به ظرفیت مسیرها + منتهی به آن نزدیک نمود. بعد از تقاطع نیز می‌توان مجدداً تعداد خطوط عبور مستقیم را کم کرده و به حالت اولیه



بازگرداند. طول خطوط عبور مستقیم اضافی قبل از تقاطع متشکل از یک قطعه لچکی L و یک قطعه انباره S مطابق شکل (۶-۲۴) است. طول انباره باید در حدی باشد که بتواند وسایل نقلیه وارد شده در طول یک چرخه چراغ را در خود جای دهد.

شکل شماره ۶-۲۴: تعریض و ایجاد خطوط کمکی در تقاطع‌ها

لچکی تعریض را می‌توان به صورت یک خط مستقیم و یا دو قوس دایره‌ای معکوس طراحی نمود.

خطوط عبور مستقیم اضافی باید بعد از تقاطع نیز به طول کافی ادامه باشند. این طول (S) بستگی به زمان سبز چراغ دارد و به عنوان یک تقریب می‌توان آن را سه برابر زمان سبز چراغ بر حسب ثانیه و حداقل معادل ۵۰ متر در نظر گرفت. کاهش مجدد تعداد خطوط عبوری بعد از تقاطع باید در طول نسبتاً زیاد ($L = 40-60 \text{ m}$) صورت گیرد تا هم‌گرایی ترافیک به راحتی انجام شود.

عرض خطوط مستقیم تقاطع باید ترجیحاً معادل خطوط عبوری مسیرها + منتهی به آن باشد. با این وجود می توان به منظور کاهش سطح مورد نیاز در شرایط تنگنا یا تنظیم رفتار ترافیکی، عرض خطوط بیش از ۳/۲۵ متر را به میزان ۰/۲۵ متر کاهش داد. در مورد ورودی ها + چند خطه با سرعت طرح کمتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت می توان به منظور تأمین خطوط گردش، عرض خطوط مستقیم را تا ۳/۰ متر و در موارد استثنایی تا ۲/۷۵ متر نیز کاهش داد.

۶-۱-۸-۲. خطوط کمکی گردشی

*ه طور کلی، هدف از ایجاد خطوط کمکی گردشی در تقاطع ها + هم سطح شهری، تسهیل حرکات گردشی وسایل نقلیه، تأمین فضا برای ایستگاه ها + اتوبوس و تاکسی، بهبود ایمنی و افزایش ظرفیت تقاطع است. خطوط کمکی گردشی بسته به نوع تقاطع ممکن است برای جریان آزاد و یا منقطع وسایل نقلیه طراحی شوند.

در اکثر تقاطع ها + خیابا ۸ های شهری بنا بر ملاحظات ایمنی و عملکردی، تأمین جریان گردشی آزاد مطلوب نبوده و حرکت وسایل نقلیه گردشی توسط وسایل کنترل ترافیک نظیر تابلوها + ایست و رعایت حق تقدم یا چراغ راهنمایی کنترل می شود. لذا در این حالت به خاطر منقطع بودن جریان، باید فقط خط کاهش سرعت همراه با فضای کافی جهت توقف وسایل نقلیه یا برای کاهش سرعت آن ها تا حد ایمن برای انجام حرکت گردشی با رعایت حق تقدم تأمین شود.

در تقاطع ها + هم سطح بزرگراه ها + شهری امکان تأمین شرایط جریان آزاد برای گردش به راست وجود دارد. در این صورت وسایل نقلیه گردشی باید قبل از رسیدن به تقاطع

سرعت خود را کاهش داده و بعد از انجام گردش نیز مجدداً سرعت خود را افزایش دهند تا سرعتشان با سرعت سایر وسایل نقلیه هماهنگ شود.

در صورتی که این تغییر سرعت در مسیر سایر وسایل نقلیه انجام شود، باعث ایجاد اختلال در حرکت آن‌ها و افزایش احتمال تصادف می‌گردد. معمولاً به منظور کاهش اثرات نامطلوب این وضعیت در عملکرد تقاطع‌ها، از خطوط تغییر سرعت استفاده می‌شود.

جریان منقطع: در تقاطع‌ها + هم‌سطح خیابان‌های شهری، جریان ترافیک در خطوط کمکی گردشی اساساً منقطع است و این خطوط به منظور تسهیل حرکات گردش به راست و چپ و تأمین سطح لازم برای ذخیره وسایل نقلیه گردشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در این حالت، خطوط کاهش سرعت شامل یک قطعه لچکی ورودی، یک قطعه کاهش سرعت و یک قطعه انباره هستند. این خطوط ممکن است برای حرکت‌ها + راست‌گرد، چپ‌گرد و یا واگرد مورد استفاده قرار گیرند.

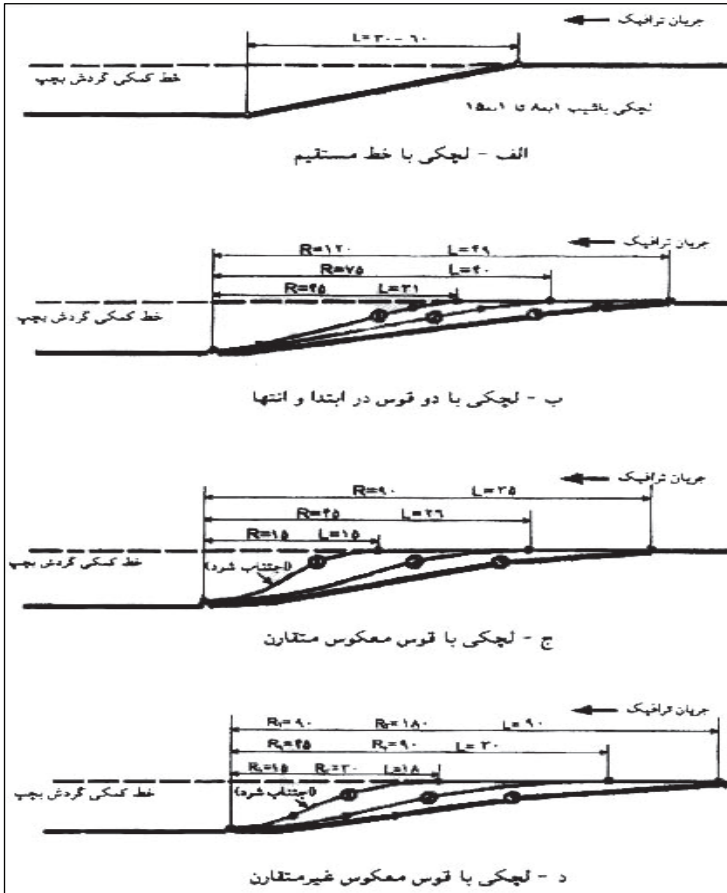
دستورالعمل آشتو (AASHTO) حداقل طول لازم برای کاهش سرعت و توقف ایمن و راحت وسایل نقلیه در شیب‌های ۲ درصد و کمتر را، برای سرعت‌ها + طرح ۵۰، ۶۵ و ۸۰ کیلومتر بر ساعت، به ترتیب برابر ۷۰، ۹۵ و ۱۳۰ متر توصیه می‌کند. این طول شامل بخش لچکی نمی‌شود. در بسیاری از مناطق شهری که امکان تأمین این طول فراهم نیست، باید فرض شود، که بخشی از عمل کاهش سرعت، قبل از ورود به خط انباره یا داخل لچکی انجام می‌گردد. بدین ترتیب طول کاهش سرعت کمتر خواهد شد.

علاوه بر طول فوق، باید طولی نیز برای ذخیره وسایل نقلیه متوقفی که قصد گردش دارند، در نظر گرفته شود. در تقاطع‌ها + بدون چراغ، این طول (بدون بخش لچکی) بر اساس تعداد وسایل نقلیه‌ای که در مدت دو دقیقه در ساعت اوج در آن ذخیره می‌شوند، انتخاب می‌گردد. در تقاطع‌ها + چراغ‌دار، این طول بر اساس ۱/۵ تا ۲ برابر تعداد وسایل

طرح هندسی خیابان های شهری

نقلیه پیش بینی شده برای توقف در طول یک چرخه از ساعت طرح در این خط، به دست می آید. در صورتی که انباره ۴ به صورت دو خطه طراحی شود، ظرفیت آن تقریباً دو برابر می گردد.

مطابق ضوابط این دستورالعمل، حداقل عرض خطوط کمکی گردشی ۳ متر است و در مواقعی که قرار است از یک خط انباره در مجاورت حفاظ میانی استفاده شود، عرض مطلوب برای حفاظ میانی ۶ متر و حداقل آن $4/8$ تا $5/4$ متر است. در صورتی که از دو خط انباره استفاده گردد، عرض مناسب برای حفاظ میانی $8/4$ متر خواهد بود که شامل دو خط $3/65$ متری و یک حفاظ جداکننده $1/2$ متری می باشد. در شکل (۶-۲۵) طراحی انواع لچکی، مطابق ضوابط دستورالعمل آشتو نشان داده شده است. این لچکی ها برای خطوط گردش به راست و چپ قابل استفاده هستند.



شکل شماره ۶-۲۵: انواع لچکی خطوط کمکی گردش به چپ (متر) [۱۳]

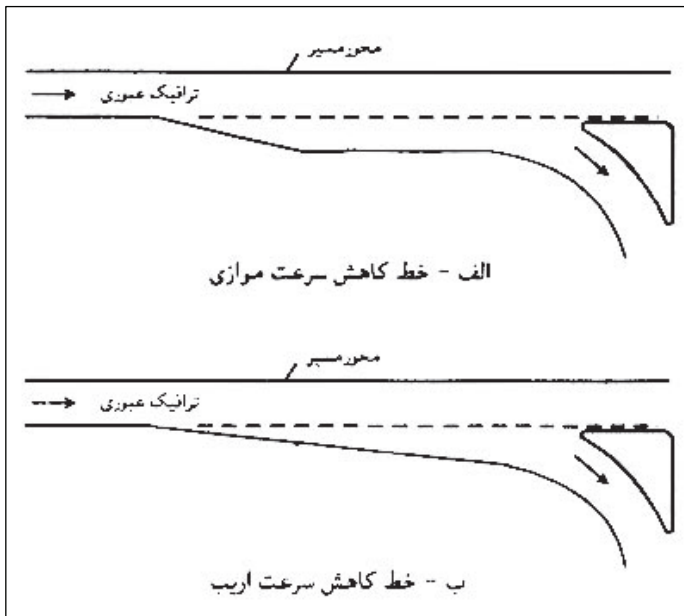
جریان آزاد

در تقاطع‌ها + هم‌سطح بزرگراه‌ها + شهری، امکان تأمین خطوط کمکی گردش با جریان آزاد وجود دارد. این خطوط، طول کافی برای کاهش یا افزایش سرعت وسایل نقلیه را فراهم می‌کنند.

عرض خط کمکی جریان آزاد باید در حدی باشد که ورود و خروج وسایل نقلیه از آن به راحتی امکان‌پذیر بوده و طول آن نیز در حدی باشد که پس از ورود وسایل نقلیه، تغییر

سرعت تا حد لازم برای ورود به مسیر گردشی یا خطوط عبور مستقیم میسر باشد. این خطوط به دو نوع "خط کاهش سرعت" و "خط افزایش سرعت" تقسیم می شوند.

۱- **خط کاهش سرعت** به طور کلی خطوط کاهش سرعت به دو صورت موازی و اریب (لچکی) طراحی می شوند. خط کاهش سرعت موازی مطابق شکل (۶-۲۶-الف)، متشکل از یک بخش لچکی و یک خط عبور با عرض کامل است. همان طور که در شکل (۶-۲۶-ب) ملاحظه می شود، خط کمی اریب انطباق بهتری با رفتار رانندگان دارد و نیازی به تغییر جهت ناگهانی در امتداد یک قوس معکوس، که برای راننده و سرنشینان وسایل نقلیه نامطلوب است، ندارد.



شکل ۶-۲۶: انواع روش های طراحی خطوط کاهش سرعت

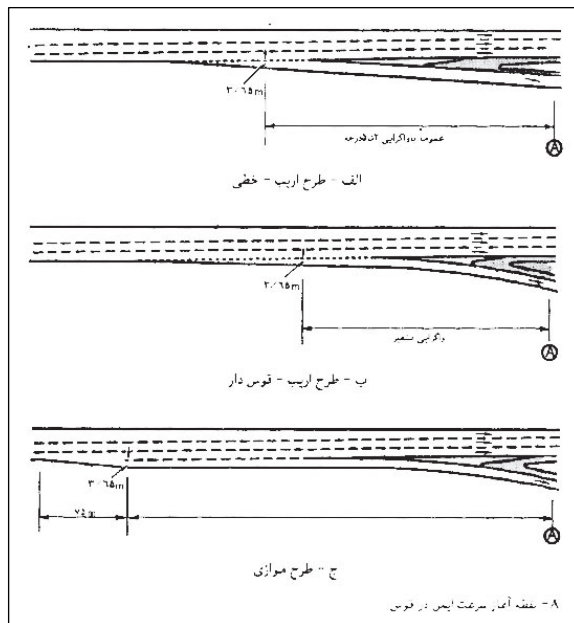
نقطه شروع یک خط کمی باید به گونه ای طراحی شود که از ورود ناآگاهانه رانندگان به این خط جلوگیری به عمل آید. بلند بودن طول لچکی خط کمی باعث می شود که

بعضی از رانندگان اشتباهاً وارد این خط گردند. لذا طول این بخش از خط کاهش سرعت نباید از حد معینی بیشتر باشد.

به طور کلی طول خط کاهش سرعت تابع سه عامل زیر است:

- سرعت خودرو هنگام ورود به خط کمکی
- سرعت خودرو در انتهای خط کمکی و هنگام خروج از آن
- روش کاهش سرعت و عوامل مربوط به آن

شکل (۶-۲۷) انواع خطوط کمکی گردشی با جریان آزاد مطابق آیین‌نامه آشتو را نشان می‌دهد. در این دستورالعمل ضوابط مربوط به دو نوع خط اریب و موازی ارائه شده است. مقادیر حداقل طول خط کاهش سرعت در جدول (۶-۵) از ارایه ۴۷ است. در جدول (۶-۶) نیز مقادیر ضرایب تصحیح برای شیب‌های بیش از ۲ درصد مطابق دستورالعمل آشتو ارائه شده است. همان‌طور که در شکل (۶-۲۷) ملاحظه می‌شود، طول خط کاهش سرعت از نقطه‌ای که عرض آن به $\frac{3}{65}$ می‌رسد، اندازه‌گیری می‌گردد.



طرح هندسی خیابان های شهری

شکل شماره ۶-۲۷: خطوط کاهش سرعت یک خطه با جریان آزاد گردش

جدول شماره ۶-۵: حداقل طول خط کاهش سرعت L برای جریان آزاد گردشی با شیب کمتر از ۲ درصد (متر) [۱۳]

سرعت طرح قوس خروج: V' (کیلومتر در ساعت)							سرعت متوسط حرکت مسیر، V (کیلومتر در ساعت)	سرعت طرح مسیر، V (کیلومتر در ساعت)
حالت در توقف								
سرعت متوسط حرکت داخل قوس V_a' (کیلومتر در ساعت)							سرعت متوسط حرکت مسیر، V (کیلومتر در ساعت)	سرعت طرح مسیر، V (کیلومتر در ساعت)
۰								
۶۵	۵۶	۴۸	۴۰	۳۲	۲۴	۷۲	۴۵	۴۸
۵۸	۴۸	۴۲	۳۵	۲۹	۲۲	۷۲	۵۸	۶۵
			۴۳	۴۹	۵۶	۹۶	۷۱	۸۰
	۴۷	۵۶	۷۲	۸۱	۹۰	۱۳۳		
۶۹	۸۷	۹۶	۱۰۸	۱۱۷	۱۲۳	۱۳۳		

جدول شماره ۶-۶: ضرایب اصلاح طول خط کاهش سرعت در شیب

نسبت طول در شیب به طول در سطح افقی برای:			
سڑالایی		سڑاپینی	
۵ تا ۶ درصد	۳ تا ۴ درصد	۵ تا ۶ درصد	۳ تا ۴ درصد
۰/۸	۰/۹	۱/۳۵	۱/۲

میزان افزایش عرض در قطعه لچکی خط کاهش سرعت موازی باید به نسبت ۱ به ۸ تا ۱ به ۱۵ باشد. نسبت ۱ به ۸ برای سرعت‌های تا ۵۰ کیلومتر بر ساعت و نسبت ۱ به ۱۵ برای سرعت‌های تا ۸۰ کیلومتر بر ساعت توصیه می‌شود. علاوه بر این، آشتو طول لچکی را بر اساس پیشنهاد MUTCD به صورت زیر نیز ارائه می‌کند:

$L = 0.62 SW$ برای سرعت‌های بالاتر از ۷۰ کیلومتر بر ساعت

(رابطه ۶-۱)

$L = \frac{WS^2}{155}$ برای سرعت‌های کمتر از ۶۵ کیلومتر بر ساعت

(رابطه ۶-۲)

که در آن:

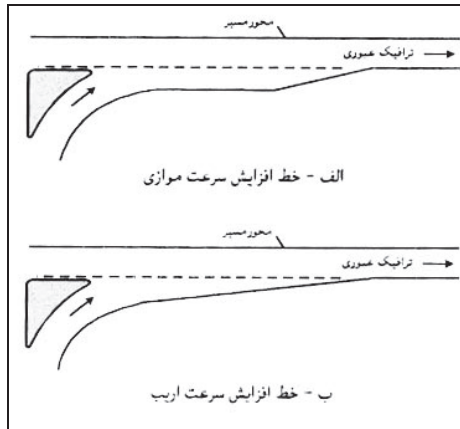
S سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)

W عرض خط کاهش سرعت (متر) و

L طول لچکی (متر) است.

بنا بر توصیه آستو، استفاده از قوس در ابتدا و انتهای قطعه لچکی مطلوب است، ولی به خاطر سهولت اجرا می توان این قوس ها را نیز حذف کرد. در صورت استفاده از این دو قوس، طول بخش مستقیم لچکی بایستی حداقل یک سوم تا یک دوم طول کلی لچکی باشد. عرض خط کاهش سرعت جریان آزاد برابر $3/65$ متر عنوان شده است.

۲- خط افزایش سرعت: اصول و معیارها + طرح خطوط افزایش سرعت، مشابه خطوط کاهش سرعت در جریان آزاد است. در شکل (۶-۲۸) دو حالت کلی خطوط افزایش سرعت نشان داده شده است. هنگامی که مقدار آمد و ۷ نسبتاً کم است، معمولاً خودروها + ورودی، مسیر مستقیمی را طی خواهند کرد و بخشی از آنها بدون آن که قسمت قابل توجهی از خط افزایش سرعت را مورد استفاده قرار دهند، وارد خیابان اصلی می شوند. هر چه آمد و شد بیشتر باشد، به نسبت بیشتری خط افزایش سرعت به طور کامل مورد استفاده قرار خواهد گرفت.



شکل شماره ۶-۲۸: انواع مختلف خطوط افزایش سرعت

خطوط افزایش سرعت به دو منظور به کار می‌رود:

- افزایش سرعت وسایل نقلیه گردشی* به طوری که سرعت آن‌ها به سرعت وسایل نقلیه عبوری نزدیک شود.
- تأمین مسافتی که طی آن، راننده خودرو، فرصت کافی برای یافتن فاصله مناسب در میان وسایل نقلیه مسیر اصلی را به دست آورد و در آن فاصله وارد جریان ترافیک عبوری شود.

* به طور کلی چهار عامل زیر در تعیین طول خط افزایش سرعت موثر هستند:

- سرعت خودرو هنگام خروج از قوس مسیر گردشی
- سرعت مطلوب خودرو هنگام خروج از خط افزایش سرعت
- روش افزایش سرعت و پارامترها + مربوط به آن
- فاصله قابل قبول رانندگان برای پیوستن به جریان عبوری

طرح هندسی خیابان های شهری

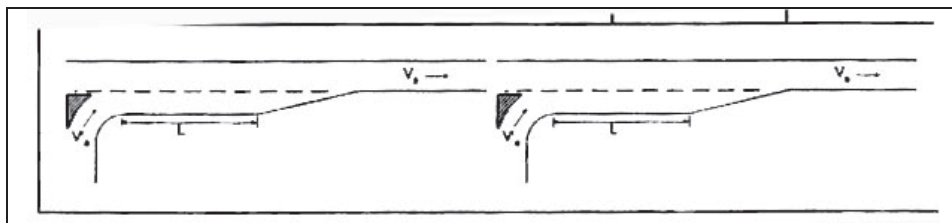
طول خط افزایش سرعت تابع مقدار نسبی آمد و ۷ در مسیر اصلی و خط گردش نیز است. مطلوب آن است که سرعت خودروی ورودی از خط افزایش سرعت، برابر متوسط سرعت جریان آمد و شد عبوری باشد و طرح بر این مبنا اجرا گردد.

بر اساس ضوابط دستورالعمل آشتو، طراحی خطوط اریب باید به گونه ای باشد که سرعت وسایل نقلیه قبل از رسیدن به نقطه ای که لبه سمت چپ مسیر گردش به راست به لبه سمت راست خط عبور مستقیم می پیوندد، برابر با سرعت متوسط وسایل نقلیه عبوری و یا حداکثر ۸ کیلومتر بر ساعت کمتر از آن باشد. در این نقطه، فاصله لبه سمت راست مسیر گردش به راست از لبه سمت راست خط عبوری مستقیم برابر ۳/۶۵ متر است. جدول (۶-۷) حداقل طول ها + مورد نیاز برای افزایش سرعت در خطوط افزایش سرعت را نشان می دهد. در شکل (۶-۲۹) نیز طول مورد نیاز جهت یافتن فرصت پیوستن به وسایل نقلیه عبوری نشان داده شده است. طول خط افزایش سرعت از حداکثر دو مقدار فوق به دست می آید. در صورتی که خط افزایش سرعت در شیب قرار گرفته باشد، طول آن با توجه به ضرایب جدول (۶-۸) اصلاح می گردد.

در این دستورالعمل، عرض خط افزایش سرعت موازی برابر ۳/۶۵ متر و طول لچکی آن برای سرعت ها + تا ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت معادل ۹۰ متر در نظر گرفته شده است.

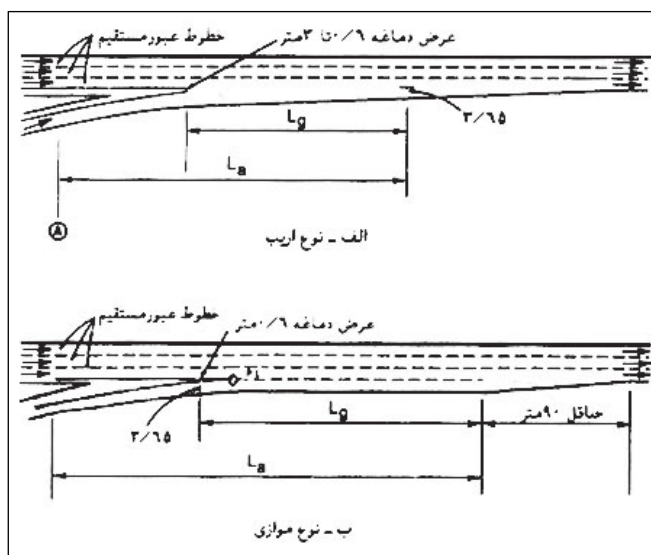
جدول شماره ۶-۷: حداقل طول خط افزایش سرعت L جریان آزاد در شیب های کمتر از ۲ درصد (متر) [۱۳]

سرعت طرح قوس (کیلومتر در ساعت)							سرعت هنگام ورود به خطوط عبوری (Va) (کیلومتر در ساعت)	سرعت طرح مسیر (کیلومتر در ساعت)
توقف	۲۴	۳۲	۴۰	۴۸	۵۶	۶۴		
سرعت حرکت قوس (کیلومتر در ساعت) V_a'								
۰	۲۲	۲۹	۳۵	۴۲	۴۸	۵۸		
۵۵	-	-	-	-	-	-	۴۸	
۱۱۵	۹۵	۷۵	۶۵	۴۰	-	-	۶۴	
۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۵	۱۵۰	۱۱۵	۵۰	۸۰	



جدول شماره ۶-۸: ضرایب اصلاح طول خط افزایش سرعت در شیب [۱۳]

نسبت طول در شیب به طول در سطح افقی برای:				سرعت طرح خیابان (کیلومتر در ساعت)
سرعت طرح قوس خطوط گردش (کیلومتر در ساعت)				
تمامی سرعت‌ها	۶۵	۵۰	۳۰	
۳ تا ۴ درصد نشیب	فراز	۳ تا ۴ درصد		
۰/۷	-	۱/۳	۱/۳	۶۵
۰/۶۵	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۸۰
۵ تا ۶ درصد نشیب	فراز	۵ تا ۶ درصد		
۰/۶	-	۱/۵	۱/۵	۶۵
۰/۵۵	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۸۰



شکل ۶-۲۹: خطوط افزایش سرعت جریان آزاد گردش [۱۳]

توضیحات:

- ۱- L_a طول افزایش سرعت مورد نیاز بر اساس جداول ۶-۷ و ۶-۸.
- ۲- A نقطه کنترل کننده سرعت ایمن در خط گردش به راست.
- ۳- L_g طول مورد نیاز جهت یافتن مجال پیوستن به وسایل نقلیه عبوری.
- ۴- حداقل این طول ۹۰ تا ۱۵۰ متر است.
- ۵- طول خط افزایش سرعت از مقادیر L_a و L_g هر کدام که بیشتر است، ۴۰٪ دست می آید.

۶-۱-۹. قوس گوشه و مسیر گردش تقاطع

به منظور تسهیل حرکت ها + گردش در تقاطع ها، از قوس ها و مسیرها + گردش استفاده می شود. ۴۰٪ به طور کلی ضوابط کاربرد و طراحی قوس ها و مسیرها + گردش، متناسب با نیازها + هندسی و دینامیکی وسایل نقلیه بوده و در ارتباط نزدیک با شرایط محیطی تقاطع است. بدین ترتیب که، طراحی معمولاً بر اساس یک وسیله نقلیه طرح و برای سرعت طرح متناسب با وضعیت تقاطع انجام می پذیرد. انتخاب وسیله نقلیه طرح با توجه به نوع تقاطع و خیابان های منتهی به آن و موقعیت منطقه صورت می گیرد و قوس گوشه تقاطع به گونه ای طراحی و محاسبه می شود که این وسیله بتواند به راحتی و نرمی در سرعت مفروض آن را (٪) نماید. با این وجود، سایر وسایل نقلیه بزرگ تر نیز که مطابق قوانین و مقررات قادر به عبور می باشند، باید بتوانند تقاطع را با سرعت کمتر و در صورت نیاز با بکارگیری سایر خطوط عبور طی کنند. طراحی قوس ها و مسیرها + گردش در مناطق شهری تفاوت ها + قابل ملاحظه ای نسبت به تقاطع ها + خارج شهری دارد. این تفاوت ها ناشی از عوامل متعددی از جمله محدودیت فضا و کاربری ها + موجود در اطراف تقاطع، بالا بودن قیمت

زمین، سرعت حرکت پایین‌تر وسایل نقلیه، حضور عابرین پیاده و دوچرخه سواران، ترکیب ترافیک، تجهیزات کنترل ترافیک نظیر چراغ‌ها + راهنمایی و... است.

۶-۱-۹-۱. قوس گوشه

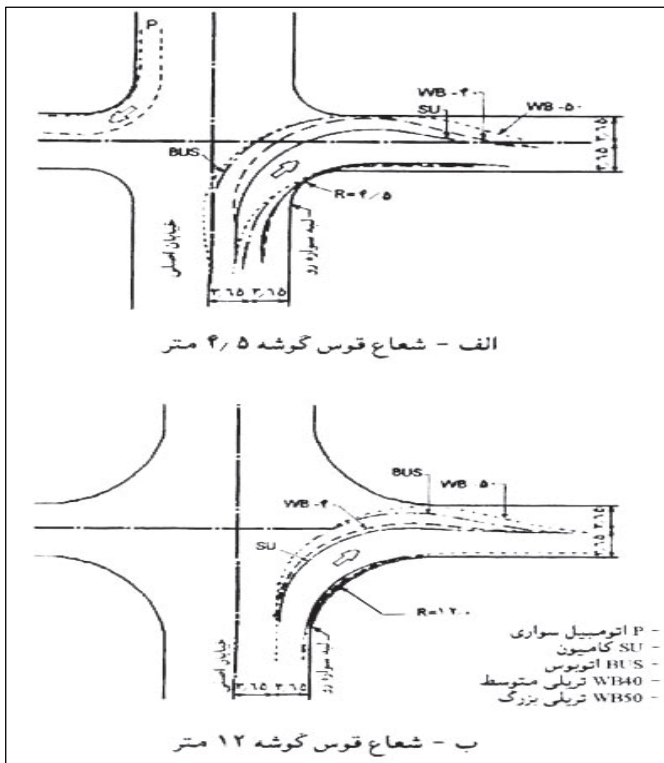
برای گرد کردن گوشه تقاطع‌ها معمولاً از انواع قوس‌های دایره‌ای ساده، دایره‌ای مرکب و انتقالی استفاده می‌شود. علی‌الاصول، قوس‌های دایره‌ای ساده برای وسایل نقلیه طرح کوچک‌تر و سرعت‌ها + طرح کمتر مناسب هستند، در حالی که در سرعت‌ها + بیشتر و برای وسایل نقلیه بزرگ‌تر، استفاده از قوس‌ها + مرکب و انتقالی دارای مزایای بیشتری خواهد بود. انتخاب قوس مناسب برای حرکات گردشی تقاطع، به تعداد و انواع وسایل نقلیه گردش‌کننده بستگی داشته و در مواردی که لازم است گردش وسایل نقلیه در کمترین فضای ممکن انجام شود، باید مسیر گردش حداقل وسیله نقلیه طرح در نظر گرفته شود.

نحوه گردش وسایل نقلیه در تقاطع، بستگی به نوع وسیله نقلیه و شعاع قوس گردش دارد. بر اساس دستورالعمل آشتو، اغلب اتومبیل‌ها + سواری می‌توانند در خطوط عبوری به عرض حداقل ۳ متر، با سرعت کم در قوس‌هایی با شعاع حدود $4/5$ متر، با اندکی انحراف به سایر خطوط مجاور گردش به راست نمایند. با این وجود، گردش این‌گونه وسایل نقلیه در سرعت‌ها + بیشتر و یا وسایل نقلیه بزرگ‌تر حتی در سرعت‌ها + کم، عموماً با انحراف به خطوط عبوری مجاور در ابتدا و انتهای گردش، همراه خواهد بود، در خیابان‌های شریانی با حجم تردد سنگین، لازم است شعاع قوس گوشه تقاطع را به میزان $4/5$ تا $7/5$ متر برای اتومبیل‌ها + شخصی و $9/0$ تا $15/0$ متر برای کامیون‌ها و اتوبوس‌ها اجرا نمود و در صورتی - که احتمال گردش تریلی‌ها نیز وجود داشته باشد، بهتر است شعاع‌ها + بزرگ‌تری بدین منظور اجرا شود.

در شکل (۶-۳۰)، تأثیر شعاع قوس گوشه تقاطع بر مسیر گردش ۹۰ درجه انواع وسایل نقلیه طرح برای تقاطع ها + فاقد خط پارکینگ حاشیه ای، بر اساس دستورالعمل آشتو نشان داده شده است. در جدول (۶-۹) تأثیر زوایای مختلف تقاطع، بر مسیر گردش انواع وسایل نقلیه طرح، بر اساس دستورالعمل آشتو نشان داده شده است. شعاع قوس مناسب برای انواع وسیله نقلیه طرح نیز در جدول (۶-۱۰) به تفکیک زوایای مختلف تقاطع، برای گردش بدون انحراف به خطوط عبوری مجاور ارایه ۴۷ است.

اگر پارک حاشیه ای وسایل نقلیه آزاد باشد، وسایل نقلیه طرح می توانند به راحتی و بدون انحراف به سایر خطوط مجاور، حتی در شعاع ها + کوچک تر اقدام به گردش نمایند. در این حالت، کامیون ها و تریلی ها + متوسط می توانند با شعاع قوس گوشه ۴/۵ متر در خطوط عبوری به عرض ۳/۶۵ متر، با انحراف بسیار کم به خطوط عبوری مجاور گردش نمایند. لذا در دستورالعمل آشتو سال ۱۹۹۰ توصیه شده است که در طولی به اندازه حداقل ۴/۵ متر قبل از شروع قوس گردش تا حداقل ۹/۰ متر بعد از نقطه پایان قوس، ممنوعیت پارک حاشیه ای برای وسایل نقلیه اعمال شود. با این وجود، گردش اتوبوس و تریلی ها + بزرگ کماکان با انحراف به خطوط مجاور همراه خواهد بود، مگر این که از شعاع قوس گردش حداقل ۷/۵ متر استفاده شود و ممنوعیت پارک حاشیه ای به طول حداقل ۱۲ متر بعد از نقطه خاتمه قوس اعمال گردد.

چنانچه پارکینگ حاشیه‌ای در نزدیکی تقاطع آزاد باشد، توصیه شده است که از قوس‌ها + با شعاع ۴/۵ و ۷/۵ متر با احتیاط استفاده به عمل آید، زیرا ممکن است حجم ترافیک در طی ساعات اوج و یا در طول روز به حدی برسد که لازم شود پارکینگ حاشیه‌ای ممنوع شود.



شکل شماره ۶-۳۰: تأثیر شعاع قوس بر مسیر گردش انواع وسایل نقلیه طرح [۱۳]

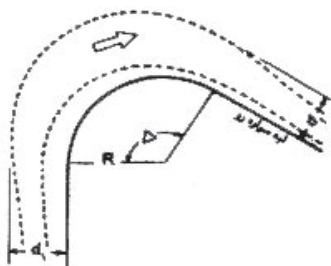
جدول شماره ۶-۹: عرض اشغال شده d_2 به وسیله انواع وسیله نقلیه گردشی در خیابان متقاطع، بر حسب

زوایای مختلف تقاطع و شعاع قوس گردش (بر حسب متر) [۱۳]

شعاع قوس و حالتها + گردشی ۱ و ۲										وسيله نقلیه طرح	زاویه تقاطع (Δ)
R=12/0		R=9/0		R=7/5		R=6/0		R=4/5			
۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱		
۳/۹	۳/۹	۳/۹	۳/۹	۳/۹	۳/۹	۳/۹	۴/۲	۳/۹	۴/۲	SU	۳۰°
۵/۲	۵/۵	۵/۲	۵/۸	۵/۲	۵/۸	۵/۲	۵/۸	۵/۲	۶/۷	BUS	
۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲	WB-40	
۴/۸	۵/۵	۴/۸	۵/۸	۵/۲	۶/۰	۵/۲	۶/۰	۵/۲	۶/۰	WB-50	
۴/۲	۴/۲	۴/۵	۴/۸	۴/۵	۵/۲	۴/۸	۵/۸	۴/۸	۵/۸	SU	۶۰°
۵/۵	۶/۷	۵/۸	۷/۰	۶/۰	۷/۳	۶/۰	۷/۹	۶/۴	۸/۵	BUS	
۴/۸	۵/۲	۵/۵	۵/۸	۵/۸	۶/۴	۵/۸	۶/۷	۵/۸	۷/۳	WB-40	
۵/۵	۶/۷	۵/۸	۷/۵	۸/۸	۸/۵	۶/۴	۸/۲	۶/۷	۹/۴	WB-50	
۳/۹	۳/۹	۴/۵	۵/۲	۴/۸	۵/۸	۵/۵	۷/۰	۶/۰	۷/۹	SU	۹۰°
۵/۵	۶/۴	۶/۴	۷/۵	۶/۷	۹/۰	۶/۷	۱۰/۰	۷/۰	۱۱/۵	BUS	
۴/۸	۵/۲	۵/۵	۵/۸	۶/۴	۷/۰	۶/۴	۸/۲	۶/۷	۹/۴	WB-40	
۵/۵	۶/۷	۶/۴	۸/۸	۶/۷	۱۰/۳	۷/۳	۱۱/۲	۶/۷	۱۲/۷	WB-50	
۳/۹	۳/۹	۴/۸	۵/۲	۴/۸	۶/۴	۵/۸	۸/۲	۶/۷	۱۰/۳	SU	۱۲۰°
۵/۵	۵/۸	۵/۸	۷/۹	۷/۰	۹/۷	۷/۵	۱۲/۰	۸/۵	۱۳/۹	BUS	
۴/۸	۵/۲	۵/۵	۵/۸	۶/۷	۷/۳	۶/۷	۸/۸	۷/۰	۱۱/۲	WB-40	
۵/۵	۶/۷	۷/۹	۹/۰	۸/۲	۱۰/۹	۸/۵	۱۳/۰	۸/۸	۱۵/۲	WB-50	
۳/۶	۳/۶	۴/۸	۵/۲	۵/۸	۶/۷	۶/۴	۹/۷	۷/۵	۱۲/۰	SU	۱۵۰°
۴/۸	۵/۲	۵/۵	۶/۷	۷/۰	۹/۷	۷/۵	۱۲/۰	۸/۵	۱۴/۵	BUS	
۴/۸	۵/۲	۵/۵	۵/۸	۶/۷	۷/۰	۶/۷	۸/۸	۷/۳	۱۱/۸	WB-40	
۵/۵	۶/۷	۷/۹	۸/۵	۸/۲	۱۰/۹	۸/۵	۱۳/۹	۹/۴	۱۶/۰	WB-50	

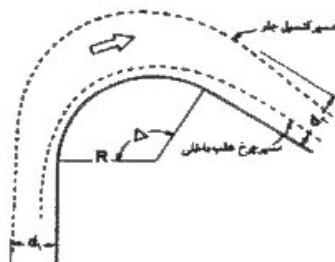
ملاحظات:

- وسیله نقلیه طرح سواری "P" در عرض ۳/۶۵ متر و با شعاع $R=4/5 M$ یا بیشتر گردش می کند.
- در هیچ یک از خیابان ها پارکینگ حاشیه ای وجود ندارد.
- SU کامیون، BUS اتوبوس، WB-40 تریلی متوسط و WB-50 تریلی بزرگ است.



حالت دوم :

وسیله نقلیه طرح در هر دو خیابان دارا + انحراف نسبتاً زیادی م. / باشد و $d1$ و $d2$ برابر هستند.



حالت اول:

وسیله نقلیه طرح از خط عبور خود گردش کرد و دارای انحراف زیادی در خیابان متقاطع م. / باشد.
 $d2$, $d1 = 3/65$ m متغیر است.

جدول شماره ۶-۱۰: شعاع قوس گوشه تقاطع برای گردش‌های بدون انحراف به خطوط عبوری مجاور [۱۳]

قوس مرکب سه مرکزی، نامتقارن		قوس مرکب سه مرکزی، متقارن		شعاع قوس دایره ساده (متر)	زاویه گردش (درجه)	وسیله نقلیه طرح
عقب نشینی (متر)	شعاع (متر)	عقب نشینی (متر)	شعاع (متر)			
-	-	-	-	18	30	P
-	-	-	-	30		SU
-	-	-	-	42		BUS
-	-	-	-	45		WB-40
-	-	-	-	60		WB-50
-	-	-	-	15	45	P
-	-	-	-	23		SU
-	-	-	-	24		BUS
-	-	-	-	36		WB-40
-	-	0/9	60-30-60	51		WB-50
-	-	-	-	12	60	P
-	-	-	-	18		SU
-	-	-	-	21		BUS
-	-	-	-	27		WB-40
0/6-1/8	60-23-83	1/6	60-23-60	-		WB-50
-	-	0/6	30-7-30	11	75	P
-	-	0/6	36-13-36	17		SU
-	-	0/9	36-13-36	24		BUS
0/6-2/0	36-13-60	1/5	36-13-36	26		WB-40
0/6-3/0	45-15-68	1/8	45-15-45	-		WB-50
-	-	0/8	30-6-30	9	90	P
-	-	0/6	36-12-36	15		SU
-	-	1/2	36-12-36	26		BUS
0/6-1/8	36-12-60	1/5	36-12-36	-		WB-40

قوس مرکب سه مرکزی، نامتقارن		قوس مرکب سه مرکزی، متقارن		شعاع قوس دایره ساده (متر)	زاویه گردش (درجه)	وسیله نقلیه طرح
عقب نشینی (متر)	شعاع (متر)	عقب نشینی (متر)	شعاع (متر)			
0/6-3/0	36-12-60	1/8	54-18-54	-		WB-50
-	-	0/8	30-6-30	-	105	P
-	-	0/9	30-10-30	-		SU
-	-	1/2	30-10-30	-		BUS
0/6-2/4	30-10-60	1/5	30-10-30	-		WB-40
0/6-3/0	45-12-63	2/4	54-13-54	-		WB-50
-	-	0/6	30-6-30	-	120	P
-	-	0/9	30-9-30	-		SU
-	-	1/2	30-9-30	-		BUS
0/6-2/7	30-9-54	1/8	36-9-36	-		WB-40
0/6-3/6	45-10-67	2/6	54-12-54	-		WB-50
-	-	0/4	30-6-30	-	135	P
-	-	1/2	30-9-30	-		SU
-	-	1/5	30-9-30	-		BUS
0/9-3/9	30-7/5-54	2/0	36-9-36	-		WB-40
0/9-4/2	39-9-56	2/1	48-10-48	-		WB-50
-	-	0/6	23-5-23	-	150	P
-	-	1/2	30-9-30	-		SU
-	-	1/5	30-9-30	-		BUS
0/9-3/3	27-7-48	1/8	30-9-30	-		WB-40
0/9-4/2	36-9-54	2/1	48-10-48	-		WB-50
-	-	0/2	15-4/5-15	-	180	P
-	-	0/4	30-9-30	-	دور زد	SU
-	-	2/4	39-7-39	-		BUS
1/8-3/9	25-6-45	2/9	30-6-30	-		WB-40
1/8-3/9	30-7-45	2/9	39-9-39	-		WB-50

- لچکی ها + مستقیم مثلثی شکل با شیب ۱ به ۱۵ را می توان جایگزین قوس ها + مرکب سه مرکزی با شعاع ها + بزرگ نمود. همچنین می توان از ترتیب کلوتوئید- قوس- کلوتوئید نیز استفاده کرد.

- P اتومبیل سواری، SU کامیون، BUS اتوبوس، WB-40 تریلی متوسط و WB-50 تریلی بزرگ است.

۶-۱-۹-۲. مسیر گردش

همان گونه که قبلاً ذکر شد، حرکت گردش به راست در تقاطع های هم سطح بزرگراهی ممکن است با جریان آزاد انجام شود. در این حالت، وسایل نقلیه، حرکت بدون توقف خود

را از طریق مسیرهای گردش‌ی انجام می‌دهند. مسیرهای گردش‌ی جریان آزاد شامل یک خط گردش‌ی و یک جزیره مثلثی با استاندارد طراحی بالا است.

معمولاً شعاع قوس مسیر گردش‌ی بر اساس سرعت وسایل نقلیه به دست می‌آید. سرعت طراحی به عوامل مختلفی از جمله درجه $(+)$ مسیرهای منتهی به تقاطع و سرعت وسیله نقلیه در آن‌ها، نوع تقاطع و حجم ترافیک عبوری و گردش‌کننده بستگی دارد. سرعت گردش‌ی مطلوب طرح در دستورالعمل آشتو برابر، متوسط سرعت حرکت وسایل نقلیه پیش از ورود به مسیر گردش‌ی عنوان شده است.

به دلیل وجود انواع علائم هشداردهنده و همچنین پیش‌بینی شرایط بحرانی در تقاطع‌ها، دستورالعمل آشتو توصیه کرده است که شعاع قوس مسیرهای گردش‌ی در تقاطع‌ها کمتر از شعاع قوس‌های واقع در طول مسیر با همان سرعت طرح در نظر گرفته شود. به علاوه، عوامل متعددی از جمله مسایل ایمنی و محیط اطراف، اجازه جریان آزاد در تقاطع‌ها را نمی‌دهند و لذا استفاده از قوس‌های کوچک‌تر را ایجاب می‌کنند که در نتیجه آن، نیروی گریز از مرکز بیشتری به رانندگان وسایل نقلیه اعمال می‌شود.

در دستورالعمل آشتو، حداقل شعاع ایمن قوس مسیرهای تقاطع برای سرعت‌های مختلف طرح در جدول (۶-۱۱) ارائه شده است. در جدول (۶-۱۲) نیز عرض روسازی مناسب برای مسیرهای گردش‌ی مطابق این دستورالعمل ارائه ۴۷ است.

جدول شماره ۶-۱۱: حداقل شعاع ایمن برای قوس مسیرهای گردش‌ی تقاطع [۱۳]

۶۴	۵۶	۴۸	۴۰	۳۲	۲۴	۱۶	سرعت گردش طرح V (کیلومتر بر ساعت)
۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۳۸	ضریب اصطکاک جانبی (f)
۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	حداقل برابندی مورد نیاز (e)
۱۴۲	۱۰۲	۷۶	۵۰	۳۰	۱۶	۸	حداقل شعاع پیشنهادی (متر)

جدول شماره ۶-۱۲: عرض روسازی مناسب برای مسیرهای گردشی جریان آزاد بر اساس دستورالعمل آشتو

(بر حسب متر) [۱۳]

حالت عملکردی									شعاع قوس داخلی مسیر گردشی
۱- گردش یک خطه یک- طرفه بدون سبقت			۲- گردش یک خطه یک- طرفه با سبقت			۳- گردش دو خطه یک- طرفه یا دو طرفه			
۷. شرایط آمد و شد طرح*									
الف	ب	ج	الف	ب	ج	الف	ب	ج	
۵/۵۰	۵/۵۰	۷/۰۰	۷/۰۰	۷/۶۰	۸/۸۰	۹/۴۵	۱۰/۶۵	۱۲/۸۰	۱۵
۴/۹۰	۵/۲۰	۵/۸۰	۶/۴۰	۷/۰۰	۸/۲۰	۸/۸۵	۱۰/۰۵	۱۱/۳۰	۲۲/۵
۴/۵۰	۴/۹۰	۵/۵۰	۶/۱۰	۶/۷۰	۷/۶۰	۸/۵۵	۹/۴۵	۱۰/۶۵	۳۰
۴/۲۵	۴/۹۰	۵/۲۰	۵/۸۰	۶/۴۰	۷/۳۰	۸/۲۰	۹/۱۵	۱۰/۰۵	۴۵
۳/۹۵	۴/۹۰	۴/۹۰	۵/۸۰	۶/۴۰	۷/۰۰	۸/۲۰	۸/۸۵	۹/۴۵	۶۰
۳/۹۵	۴/۵۵	۴/۹۰	۵/۵۰	۶/۱۰	۶/۷۰	۷/۸۰	۸/۵۵	۹/۱۵	۹۰
۳/۹۵	۴/۵۵	۴/۹۰	۵/۵۰	۶/۱۰	۶/۷۰	۷/۸۰	۸/۵۵	۸/۸۵	۱۲۰
۳/۶۵	۴/۵۵	۴/۵۵	۵/۵۰	۶/۱۰	۶/۷۰	۷/۸۰	۸/۵۵	۸/۸۵	۱۵۰
۳/۶۵	۴/۵۵	۴/۵۵	۵/۲۰	۵/۸۰	۶/۴۰	۷/۶۰	۸/۲۵	۸/۲۵	امتداد مستقیم
اصلاح عرض با توجه به نوع لبه های روسازی									
نیاز به اصلاح ندارد			نیاز به اصلاح ندارد			نیاز به اصلاح ندارد			شانه بدون روکش
نیاز به اصلاح ندارد			نیاز به اصلاح ندارد			نیاز به اصلاح ندارد			جدول قابل عبور
۰/۳ متر اضافه شود ۰/۶ متر اضافه شود			نیاز به اصلاح ندارد ۰/۳ متر اضافه شود			۰/۳ متر اضافه شود ۰/۶ متر اضافه شود			جدول غیرقابل عبور: یک طرف دوطرف
در صورتی که عرض شانه ۱/۲ متر یا بیشتر باشد، ۰/۶ متر از عرض روسا! + کم شود.			به اندازه عرض شانه از عرض کم شود. حداقل عرض روسا! نظیر حالت یکم است.			نیاز به اصلاح ندارد			شانه های تثبیت شده در یک طرف و یا دو طرف

* انواع شرایط آمد و ۷ به شرح زیر است:

الف- وسیله نقلیه سواری حاکم است ولی کامیون نیز مشاهده می شود.

ب- تعداد کامیون در حدی است که طرح را کنترل می کند ولی تریلر نیز در نظر گرفته می شود.

ج- تعداد اتوبوس و سایر وسایل نقلیه مرکب در حدی است که طرح را کمتر می کنند.

۶-۱-۹-۳. مسیر واگرد

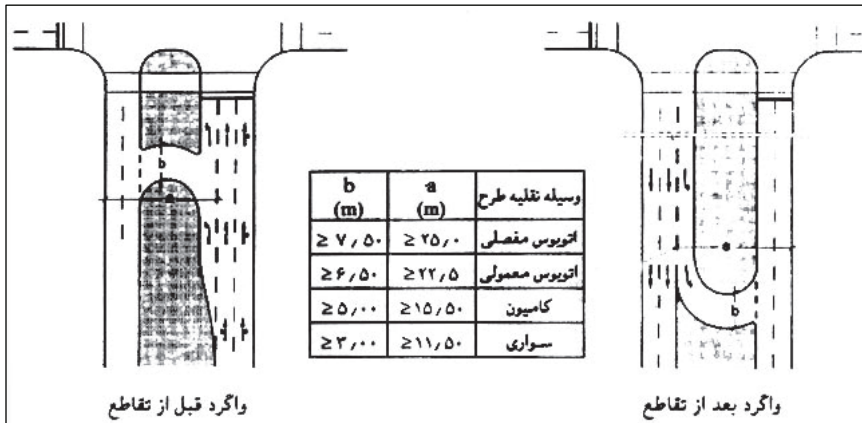
در خیابان‌هایی که دارای حفاظ میانی غیرقابل عبور و یا خط ویژه حمل و نقل عمومی در وسط هستند، باید امکان دور زدن وسایل نقلیه به وسیله مسیر واگرد تأمین شود.

در صورتی تأمین حرکت واگرد بدون کاهش ایمنی و ظرفیت امکان‌پذیر است که خط بردش به چپ خروجی موجود بوده و این خط بتواند ترافیک واگرد را نیز عبور دهد، امکان حرکت واگرد برای انواع خودروها بدون نیاز به عقب و جلو کردن وجود داشته باشد و حرکت واگرد وسایل نقلیه مستلزم عبور از میان جریان عابرین پیاده نباشد. در صورت عدم تأمین شرایط فوق، می‌بایست خط واگرد در حد فاصل تقاطع‌ها ایجاد شود. توصیه می‌شود حتی‌المکان خط واگرد در موقعیت قبل از تقاطع استقرار یابد.

در صورت وجود ممنوعیت گردش به چپ در یک تقاطع، می‌توان برای گردش به چپ غیرمستقیم، بعد از تقاطع یک خط واگرد پیش‌بینی نمود. به این ترتیب وسایل نقلیه چپ‌گرد می‌توانند پس از حرکت واگرد در پشت تقاطع، از ورودی مقابل گردش به راست نمایند.

در شکل (۶-۳۱) جزئیات طراحی خطوط واگرد قبل و بعد از تقاطع مطابق دستورالعمل آلمان ارایه ۴۷ است. خط واگرد بر اساس نمودار گردش نمای بزرگ‌ترین خودروی واگردی که همواره عبور می‌کند، طراحی می‌شود. چنانچه خط واگرد برای یک وسیله نقلیه طرح خاص طراحی شده باشد، باید حرکت واگرد برای وسایل نقلیه بزرگ‌تر به وسیله تابلوهای٪ ممنوع شود.

در تقاطع‌های چراغ‌دار باید برای خط واگرد طول انباره کافی پیش‌بینی شود. به گونه‌ای که بتواند تمام خودروهای واگرد را در خود جای دهد. این خط باید حتی‌المکان در حفاظ میانی احداث شود.



شکل شماره ۶-۳۱: جزئیات مسیر واگرد

۶-۱-۱۰. تسهیلات پیاده روی و دوچرخه سواری در تقاطع ها

۶-۱-۱۰-۱. تسهیلات پیاده روی

پیاده روی امر مهمی در برنامه ریزی و طراحی معابر شهری بوده و به خصوص در تقاطع ها باید مورد توجه خاص قرار گیرد. در این بخش، تسهیلاتی مانند گذرگاه عرضی هم سطح پیاده، رابط پیاده رو و جزایر ایمنی پیاده که عابرین پیاده به واسطه آنها می توانند عبوری ایمن، پیوسته و راحت از تقاطع داشته باشند، بررسی می شوند.

گذرگاه عرضی هم سطح پیاده: گذرگاه عرضی بخشی از سطح سواره رو است که برای تردد عرضی عابرین پیاده در نظر گرفته شده و هدف از ایجاد آن تمرکز عبور عرضی عابرین در محل های انتخاب شده و در نتیجه کاهش تعداد برخورد بین وسایل نقلیه و عابرین پیاده است. در ارتباط با طراحی گذرگاه های عرضی، هم سطح ضوابط زیر باید مدنظر قرار گیرند:

زاویه گذرگاه عرضی پیاده با امتداد خیابان: حتی امکان باید گذرگاه پیاده تحت زاویه قائمه به جدول خیابان متصل شود، زیرا عابرین پیاده تمایل به پیمودن کوتاه ترین فاصله

بین دو نقطه را دارند. در صورتی که احداث گذرگاه عرضی مورب ضروری باشد، باید خط‌کشی آن با مواد بازتابنده که بینایی را تحریک می‌کنند، صورت گیرد.

فاصله دید: گذرگاه عرضی پیاده باید از نظر موقعیت در محلی قرار گیرد که رانندگان وسایل نقلیه‌ای که به آن نزدیک می‌شوند، قادر باشند به طور واضح و آشکار آن را رویت نمایند. همچنین گذرگاه نباید بعد از تاج قوس قائم یا بعد از قوس افقی قرار گیرد، زیرا در این حالت، راننده فاصله دید کافی برای رویت گذرگاه نخواهد داشت. اگر گذرگاه عرضی عابر پیاده در محلی قرار گرفته باشد که چراغ راهنمایی وجود نداشته و فاصله دید به اندازه کافی رعایت نشد ۴ باشد، باید آن را جابجا نمود و اگر چنانچه شرایط فیزیکی محل، موقعیت جدید مناسب و ایمنی را فراهم نکند و یا فاصله جابجایی موقعیت قدیم و جدید بیش از حد باشد، باید از سایر تسهیلات نظیر چراغ راهنمایی یا تابلوهای هشداردهنده یا گذرگاه غیرهم‌سطح استفاده نمود.

وسایل نقلیه پارک شده، ممکن است مانع دید رانندگان شود. برای رفع این مشکل می‌توان در فاصله ۶ متری گذرگاه، پارک وسایل نقلیه را ممنوع نمود (در تقاطع‌های چراغ‌دار، این فاصله به ۹ متر می‌رسد).

خط ایست: ترسیم خط ایست در گذرگاه‌های دارای چراغ‌های راهنمایی (یا تابلوهای ایست)، در کاهش تجاوز وسایل نقلیه به گذرگاه عرضی پیاده موثر است. تجاوز وسایل نقلیه به گذرگاه عرضی پیاده نه تنها باعث ایجاد مانع برای عبور عابرین از گذرگاه می‌شود، بلکه باعث محدود شدن دید سایر وسایل نقلیه نسبت به عابری که در سطح گذرگاه حضور دارند، می‌گردد. خطوط ایست باید حداقل در فاصله ۱ متری و به موازات گذرگاه قرار گیرند. **عرض گذرگاه پیاده:** در گذرگاه‌های خیلی باریک، تردد دوطرفه عابرین پیاده باعث ایجاد تراکم و تداخل می‌شود. عرض گذرگاه‌های عابر پیاده نباید از $\frac{1}{8}$ متر کمتر باشد. رعایت حداقل عرض ۳ متر برای گذرگاه‌ها ترجیح دارد.

طول گذرگاه عابر پیاده: طول مناسب گذرگاه پیاده به عرض سواره رو و میزان زمان عبوری که توسط چراغ راهنمایی به آن اختصاص داده می شود، بستگی دارد. معمولاً زمان سبز خیابان فرعی بر اساس زمان مورد نیاز جهت عبور عابرین از عرض خیابان اصلی تعیین می شود. در محل هایی که عرض سواره رو بیش از ۲۲ متر بوده یا حجم قابل ملاحظه ای، عابر پیاده معلول یا سالمند موجود باشد، باید یک حفاظ میانی جهت عبور عابرین از گذرگاه عرضی در میانه سطح سواره رو ایجاد نمود.

گردش وسایل نقلیه: گردش به راست وسایل نقلیه در زمان قرمز، اغلب مانعی برای عبور از گذرگاه بوده و باعث می شود عابرین برای رسیدن به سمت دیگر خیابان از سطح سواره رو (خارج از گذرگاه) استفاده کنند. ضمناً باعث محدود شدن دید رانندگان در خطوط عبوری سمت چپ نیز می شود. در هر دو حالت فوق، مشکلاتی برای ایمنی عابر پیاده در گذر از عرض خیابان ایجاد می گردد.

یکی از مواردی که گردش وسایل نقلیه باعث ایجاد مسائلی برای ایمنی عابر پیاده در گذرگاه ها می شود، انحراف توجه رانندگان از عابرین پیاده به ترافیک عبوری است. در این حالت، راننده در انتظار یافتن فاصله عبور مناسب بین وسایل نقلیه در حال نزدیک شدن بوده و در نتیجه تمام توجه او به جای عابرین پیاده به وسایل نقلیه عبوری معطوف می شود. ممنوع کردن گردش به راست در زمان قرمز و فراهم نمودن فاز مخصوص گردش به چپ می تواند در کاهش تعداد تصادفات عابر و وسایل نقلیه در حال گردش کمک کند.

رابط پیاده رو: برای تأمین پیوستگی سطح پیاده رو و سواره رو باید بخشی از جدول سراسری خیابان برداشته شده و رابط پیاده رو به صورت شیب راهه، پل و یا جدول شیب دار اجرا شود. رابط پیاده رو باید به گونه ای طراحی شود که حداکثر دسترسی را با حداقل مخاطرات برای عابرین پیاده تأمین کند. ضمناً تأمین ایمنی و راحتی برای یک گروه از عابرین نباید برای سایر گروه ها تولید مخاطره نماید. رابط پیاده رو نباید به صورت پله ای باشد و حتی امکان

باید در محل اتصال آن به پیاده‌رو یا سواره‌رو از یک قوس ملایم استفاده شود. برای جزئیات بیشتر در خصوص رابط پیاده‌رو در تقاطع‌ها به جلد ۱ این‌نامه تقاطع‌های هم‌سطح شهری مراجعه شود.

جزایر پناه‌دهنده پیاده: جزیره پناه‌دهنده پیاده، بخش معینی از وسط سواره‌رو است که بین خطوط تردد وسایل نقلیه به منظور حفاظت و ایمنی عابرین پیاده‌ای که قادر نیستند در یک زمان معین به یکباره از عرض سواره‌رو عبور نمایند، ایجاد می‌شود. از این جزایر معمولاً در گذرگاه‌های عرضی هم‌سطح عابر پیاده‌ای که طول آن‌ها بیش از ۲۲ متر بوده، یا تعداد زیادی عابر پیاده معلول یا کم‌توان حضور دارند و یا شکل تقاطع پیچیده و بی‌قاعده باشد، استفاده می‌شود.

جزایر پناه‌دهنده پیاده در هیچ حالتی نباید کمتر از ۱/۲ متر (ترجیحاً ۱/۸ متر) عرض و ۳/۵ متر (یا عرض گذرگاه موجود) طول داشته باشند.

به هنگام اجرای جزیره باید جداول و حواشی آن، که محل عبور عابرین و ویلچر سواران است، توسط رابط به سطح خیابان مرتبط شود. در صورتی که محل عبور عابرین از حفاظ میانی، هم‌سطح گذرگاه عرضی عابر پیاده باشد، باید تمهیداتی برای نابینایان فراهم شود تا بتوانند آن را شناسایی کنند. ضمناً می‌توان سطحی جهت توقف و استراحت عابرین پیاده به دور از مسیر عبور متعارف افراد در سطح جزیره فراهم نمود تا در صورتی که افراد معلول یا کم‌توان قادر به ادامه پیاده‌روی نبودند، بتوانند در آن محدوده، بدون آن که روی حرکت دیگران تاثیر بگذارند، توقف و استراحت نمایند. در انتهای جزیره و ابتدای دماغه و لچکی باید خط‌کشی واگرایی روی سطح سواره‌رو پیش‌بینی نمود تا وسایل نقلیه به مسیر مورد نظر هدایت شوند.

گوشه تقاطع

شعاع قوس گوشه تقاطع: استفاده از شعاع های کوچک برای قوس گوشه تقاطع باعث کاهش سرعت وسایل نقلیه به هنگام گردش شده و به راحتی و ایمنی عبور عابرین پیاده از عرض سواره رو کمک می نماید. اما در مقابل، ممکن است باعث افزایش احتمال عبور وسایل نقلیه سنگین از روی جدول گوشه تقاطع شود که برای جلوگیری از وقوع این حالت باید موانع فیزیکی در گوشه تقاطع نصب نمود. در صورت امکان، بهتر این است که شعاع گوشه تقاطع به حداکثر ۷ متر محدود شود.

فضای تجمع: حتی امکان باید در گوشه های تقاطع فضای مناسب جهت تجمع عابرین پیاده منتظر چراغ سبز برای عبور از گذرگاه های خط کشی شده، تأمین گردد.

ث) موانع فیزیکی پیاده رو: موانع فیزیکی پیاده رو را می توان به دو دسته کلی زیر تقسیم نمود:

- موانع سواره رو
- موانع میانی

موانع سواره رو عمدتاً در طول حاشیه خیابان برای جلوگیری از عبور عابرین از عرض خیابان نصب می شوند، در حالی که موانع میانی، هم برای جداسازی جریان های ترافیکی مخالف و هم جلوگیری از عبور عابرین از عرض خیابان به کار می روند.

ج) تسهیلات پیاده‌روی در میدان‌ها: در میدان‌ها باید ترجیحاً گذرگاه‌های عرضی پیاده قبل از شروع ناحیه تعریض ورودی‌ها مکان‌یابی شوند. زیرا در این نقطه عرض سواره‌رو کمتر و حرکت وسایل نقلیه مستقیم‌تر است. تسهیلات پیاده‌روی در میدان‌ها شامل موارد زیر است:

- گذرگاه خط‌کشی شده پیاده با و یا بدون جزیره میدانی

- گذرگاه چراغ‌دار پیاده

- زیرگذر و روگذر پیاده

انتخاب نوع تسهیلات، بستگی به احجام و حرکات وسایل نقلیه و عابرین پیاده دارد و طرح آن باید منطبق بر معیارها و ضوابط مربوطه باشد.

در میدان‌هایی که حجم عبور زیاد پیاده وجود دارد، باید به منظور جلوگیری از ورود غیرمجاز و نامنظم عابرین پیاده به سواره‌رو از نرده حفاظتی استفاده شود. طرح این نرده‌ها باید به گونه‌ای باشد که مانع دید رانندگان نشوند.

۶-۱-۱۰-۲. تسهیلات دوچرخه سواری

پیش‌بینی تسهیلات دوچرخه سواری در تقاطع‌هایی که در آن‌ها تردد قابل توجه دوچرخه وجود دارد، ضروری است. برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت تسهیلات دوچرخه سوار + باید مطابق مقررات، توصیه‌ها و معیارهای فنی مربوطه صورت گیرد. در این بخش، تسهیلات دوچرخه سواری صرفاً به منظور ارایه رهنمودهای کلی در طراحی تقاطع‌ها مطرح می‌شوند و برای جزئیات بیشتر باید به دستورالعمل‌های ویژه دوچرخه مراجعه گردد.

کیفیت تسهیلات دوچرخه سواری در محدوده تقاطع، باید مطابق به مسیرهای منتهی به آن باشد. چنانچه تبدیل دوچرخه رو به خط دوچرخه قبل از تقاطع ضروری باشد، این تبدیل باید در خارج از محدوده خطوط گردش و انبار تقاطع و در فاصله حداقل ۲۰ متری

آن ها صورت گیرد و حداقل به طول ۱۰ تا ۲۰ متر به وسیله خط کشی یا جدول گذاری حمایت شود.

هدایت گردش به چپ دوچرخه سواران در محدوده تقاطع، به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم امکان پذیر است. در روش مستقیم، دوچرخه سواران همراه با ترافیک وسایل نقلیه چپ گرد و یا از طریق خطوط گردش به چپ ویژه آن ها هدایت می شوند. در روش غیرمستقیم، دوچرخه سواران ابتدا از عرض بازوی فرعی تقاطع و سپس از عرض خیابان اصلی عبور می کنند. برای جزئیات بیشتر به جلد ۱ آیین نامه تقاطع های هم سطح شهری مراجعه شود.

۶-۱-۱۱. ایستگاه اتوبوس و پارکینگ در تقاطع

از جمله عوامل موثر در کارایی یک تقاطع، چگونگی استقرار ایستگاه های اتوبوس و نحوه پارکینگ حاشیه ای وسایل نقلیه در حریم تقاطع است.

۶-۱-۱۱-۱. مکان یابی ایستگاه اتوبوس

در طراحی تقاطع ها، باید محل مناسب برای توقف وسایل حمل و نقل عمومی و سوار و پیاده کردن مسافری در نظر گرفته شود. مناسب ترین مکان برای ایستگاه های اتوبوس، خارج از خط عبوری وسایل نقلیه است که موجب افزایش ایمنی و کاهش تداخل با جریان ترافیک می شود. همچنین ممکن است این ایستگاه ها در سمت ورودی یا خروجی تقاطع قرار گیرند که هر یک مزایا و معایبی در بر خواهد داشت.

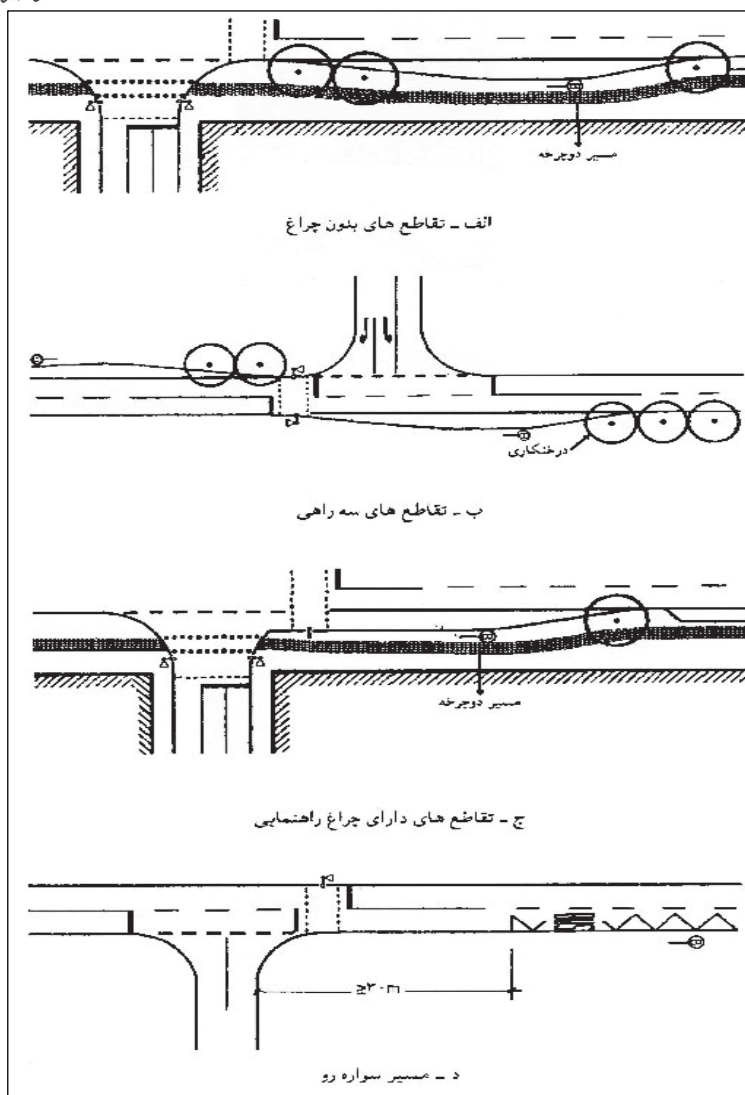
در دستورالعمل آلمان، توصیه شده است که ایستگاه های اتوبوس ترجیحاً در خروجی های تقاطع قرار گیرند، به طوری که با گذرگاه خط کشی شده عابرین پیاده تداخل

نداشته باشند. بدین ترتیب، برای تقاطع‌های بدون چراغ راهنمایی یا دارای چراغ راهنمایی که بعضی مواقع خاموش است، طرح ایستگاه اتوبوس مقابل شکل (۶-۳۲-الف) پیشنهاد ۴۷ است، که در آن، عابرین پیاده می‌توانند در کنار سواره‌رو منتظر مانده و با دید کافی از عرض خیابان عبور نمایند. چنانچه ایستگاه اتوبوس مقابل یک سه‌راه واقع شده باشد، طرح ایستگاه مطابق شکل (۶-۳۲-ب) پیشنهاد می‌شود که در آن، اتوبوس‌ها باید بعد از محل گذرگاه عرضی عابر پیاده توقف نمایند. برای تقاطع‌های مجهز به چراغ راهنمایی نیز در شرایط تنگ و محدود یا شرایطی که ایستگاه در محل اتصال یا ارتباط چندین خط اتوبوسرانی مختلف باشد، طرح ایستگاه اتوبوس مطابق شکل (۶-۳۲-ج) پیشنهاد شده است. اگر امکان عقب‌رفتگی ایستگاه اتوبوس از سطح سواره‌رو وجود نداشته باشد، توصیه شده که ایستگاه در فاصله ورود ۳۰ متر بعد از تقاطع استقرار یابد تا سطح انتظار کافی برای وسایل نقلیه گردش به راست ورودی به آن خیابان و میدان دید مناسب برای وسایل نقلیه عبوری از تقاطع به دست آید.

معمولاً ایستگاه‌هایی که در خطوط عبوری احداث می‌شوند، در خطوط پارکینگ وسایل نقلیه قرار می‌گیرند. محل ایستگاه را می‌توان با جدول‌گذاری نیز مشخص نمود که در این حالت، احتمال بروز اشتباه در پارک وسایل نقلیه نیز از بین می‌رود.

نتایج مثبت یا منفی حاصل از توقف اتوبوس‌ها در سمت ورودی تقاطع بستگی به شرایط عمومی ترافیک دارد. در صورتی که حجم حرکات گردش به راست وسایل نقلیه زیاد و حرکت اتوبوس‌ها نیز به طور متوالی و پیوسته باشد، موجبات تاخیر در انجام گردش به راست وسایل نقلیه و کاهش ظرفیت را پدید آورده و احتمال بروز تصادف میان وسایل نقلیه راست‌گرد و اتوبوس‌ها نیز تشدید می‌گردد. از سوی دیگر، اگر حرکت اتوبوس‌ها به طور متوالی و پیوسته نبوده و پارک حاشیه‌ای وسایل نقلیه مجاز باشد، اعمال ممنوعیت

پارکینگ به لحاظ ایجاد ایستگاه اتوبوس موجب می شود که عملاً در اغلب اوقات یک خط ویژه گردش به راست ایجاد شده و ظرفیت معبر افزایش یابد. برای جزئیات بیشتر در خصوص جانمایی ایستگاه های اتوبوس در محدوده تقاطع ها به جلد ۱ آیین نامه تقاطع های هم سطح شهری مراجعه شود.



شکل شماره ۶-۳۲: نمونه‌های مختلف طراحی ایستگاه‌های اتوبوس [۱۳]

۶-۱۱-۱-۲. طراحی ایستگاه اتوبوس

طول مطلوب ایستگاه‌های اتوبوس، مطابق دستورالعمل آشتو به تفکیک محل استقرار آن در سمت ورودی یا خروجی تقاطع، در جدول (۶-۱۳) ارائه ۴۷ است. در این آیین‌نامه شیب

لچکی ورودی با نسبت ۱ به ۶ و لچکی خروجی با نسبت ۱ به ۴ پیشنهاد شده است. در این جدول، فرض شده است که عرض خط توقف اتوبوس ۳/۰ متر و طول اتوبوس ۱۲/۰ متر باشد و به فاصله ۳۰ سانتی متری از لبه جدول حاشیه ای توقف نماید.

جدول شماره ۶-۱۳: طول مطلوب ایستگاه های اتوبوس (بر حسب متر)

ایستگاه دو اتوبوس		ایستگاه یک اتوبوس		طول تقریبی اتوبوس
خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	
۲۸/۰	۳۶/۰	۱۹/۵	۲۷/۵	۷/۵۰
۳۱/۰	۳۹/۰	۲۱/۰	۲۹/۰	۹/۰۰
۳۴/۰	۴۲/۰	۲۲/۵	۳۰/۵	۱۰/۵۰
۳۷/۰	۴۵/۰	۲۴/۰	۳۲/۰	۱۲/۰۰

۶-۱-۱۱-۳. تسهیلات توقف حاشیه ای

توقف حاشیه ای وسایل نقلیه در محدوده تقاطع، ممکن است مشکلاتی در عملکرد ترافیک وسایل نقلیه و به خصوص حرکت های گردش به راست به وجود آورد. در این گونه موارد، منطقی ترین راه حل، ممنوع نمودن توقف وسایل نقلیه در حریم تقاطع است که در این رابطه در دستورالعمل های کشورهای مختلف توصیه های کم و بیش مشابهی ارائه شده است.

بر اساس دستورالعمل آستو، به دو طریق می توان از توقف حاشیه ای وسایل نقلیه در محدود ۴ تقاطع ها جلوگیری نمود. روش اول، پیش آمدگی جدول حاشیه خیابان به صورت یک لچکی همراه با یک قوس مناسب تا لبه مسیر سواره رو است که این پیش آمدگی باید حداقل ۷ متر تا ابتدای تقاطع فاصله داشته باشد. بدین ترتیب، امکان توقف حاشیه ای وسایل نقلیه عملاً از بین خواهد رفت. روش دوم، اعمال ممنوعیت توقف در خط عبور سمت

راست به وسیله تابلوگذاری در فاصله مذکور و ایجاد یک خط انحصاری گردش به راست با طول کوچک برای وسایل نقلیه است.

مطابق آیین‌نامه راهنمایی و رانندگی ایران، توقف در فاصله ۱۵ متری تقاطع‌ها و میدان‌ها ممنوع است. چنانچه تعداد توقف‌های کوتاه مدت وسایل نقلیه در مسیرهای ورودی و خروجی تقاطع زیاد باشد باید در خارج سواره‌رو، ایستگاه ویژه سوار و پیاده نمودن مسافر به صورت عقب نشسته، پیش‌بینی شود. طول لازم برای این ایستگاه بر اساس حداکثر تعداد وسایل نقلیه‌ای که به طور همزمان توقف می‌کنند ۱:۱ دست می‌آید و عرض آن برابر ۳/۰ متر است. برای لچکی ورودی یا خروجی ایستگاه شیب ۱:۱ توصیه می‌شود.

اگر به هر علت نتوان یک ایستگاه سواری عقب نشسته پیش‌بینی نمود، باید ایستگاه در داخل خیابان اصلی و در فاصله حداقل ۳۰ متری تقاطع استقرار یابد. این ایستگاه‌ها اغلب در خطوط پارکینگ حاشیه‌ای قرار می‌گیرند و پارکینگ طولانی مدت وسایل نقلیه در آن‌ها ممنوع است.

در صورتی که در یک مسیر منتهی به تقاطع، نیاز به احداث ایستگاه اتوبوس و سواری وجود داشته باشد می‌توان برای آن‌ها ایستگاه مشترک طراحی نمود. در این حالت، باید طرح ایستگاه به گونه‌ای صورت گیرد که به خوبی پاسخ‌گوی نیاز اتوبوس‌ها و سواری‌ها باشد.

۶-۱-۱۲. کنترل تقاطع‌ها

در تقاطع‌های هم‌سطح، سطح سواره‌رو توسط دو یا چند جریان ترافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بین حرکات ترافیکی تداخل و یا اصطکاک وجود دارد. بنابراین لازم است برای

تأمین ایمنی و افزایش ظرفیت، حق تقدم و ترتیب حرکت وسایل نقلیه مسیرهای مختلف کاملاً روشن باشد و برای حصول این هدف از وسایل کنترل ترافیک کمک گرفته می شود. ظرفیت شبکه معابر، مستقیماً به چگونگی عملکرد وسایل کنترل ترافیک در تقاطع ها وابسته است. در صورت کنترل نامناسب تقاطع های یک شبکه ممکن است علی رغم طرح هندسی مناسب و قابلیت گذردهی کافی معابر آن، ظرفیت به حدی افت کند که این شبکه نتواند پاسخ گوی حجم ترافیک موجود باشد. برای دستیابی به حداکثر بازدهی شبکه معابر، لازم است:

- مناسب ترین انواع وسایل کنترل ترافیک به کار گرفته شود،
 - این وسایل به خوبی برنامه ریزی و تنظیم گردند.
- برای جزئیات بیشتر در خصوص روش های کنترل تقاطع ها به جلد ۱ آیین نامه تقاطع های هم سطح شهری و یا کتاب راهنمای تسهیلات ترافیکی تقاطع ها مراجعه شود.

۶-۱-۱۳. ایمنی تقاطع ها

تقاطع های هم سطح، محل برخورد وسایل نقلیه موتوری، عابرین پیاده و دوچرخه سواران است. در طرح تقاطع ها تلاش می شود با ایجاد سازشی عملی و بهینه بین این عوامل، اهداف زیر حاصل شود:

- تأمین ایمنی برای استفاده کنندگان تقاطع
 - افزایش ظرفیت تقاطع
 - تأمین راحتی و جلوگیری از سردرگمی رانندگان.
- بنابراین ایمنی ترافیک یک امر مهم در طراحی تقاطع است که از لحاظ انسانی و اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و در صورت عدم توجه کافی، خسارت جانبی و

مالی بسیاری به بار خواهد آورد. ایمنی تقاطع در ارتباط تنگاتنگ با طرح هندسی، روسازی، روشنایی، سیستم کنترل تقاطع، خصوصیات وسایل نقلیه، ویژگی‌های رفتاری رانندگان و عابرین پیاده و عوامل محیطی است و در هرگونه طرح و برنامه ایمن‌سازی تقاطع‌ها باید مجموعه عوامل فوق مورد بررسی و توجه قرار گیرند.

۶-۱-۱۳-۱. عوامل موثر در ایمنی تقاطع‌ها

معمولاً تصادف در اثر مجموعه‌ای از عوامل اتفاق می‌افتند. با این وجود ممکن است یک عامل خاص، نقش مؤثرتری داشته و به راحتی هم قابل شناسایی باشد. به طور کلی، عوامل مؤثر در ایمنی تقاطع را می‌توان تحت عناوین زیر طبقه‌بندی نمود:

- تقاطع

- وسیله نقلیه

- راننده

- عوامل محیطی

- سایر استفاده‌کنندگان از تقاطع.

مشخصات فیزیکی تقاطع‌ها شامل طرح هندسی، وسایل کنترل ترافیک، روسازی، روشنایی، زهکشی و... است. رعایت معیارها و ضوابط فنی در طرح، اجرا، نگهداری و بهره‌برداری این عناصر می‌تواند به میزان قابل توجهی به ایمنی تقاطع بیفزاید.

ویژگی‌های وسایل نقلیه نیز در ایمنی تقاطع تاثیر بسزایی دارد. واقعیت این است که نمی‌توان هیچ وسیله نقلیه‌ای را دارای ایمنی کامل دانست. با این وجود، سازندگان وسایل نقلیه سعی در بهبود روزافزون ایمنی محصولات خود داشته‌اند، به طوری که اتومبیل‌های

امروزی از نظر سیستم ترمز، روشنایی و علائم، بدنه، لاستیک چرخ و ... به مراتب ایمن‌تر از مدل‌های قدیمی‌تر هستند.

کنترل و هدایت وسیله نقلیه بر عهده راننده است و رفتار او می‌تواند نقش اساسی در وقوع یا جلوگیری از تصادف داشته باشد. رانندگی در محدوده تقاطع‌ها دشواری‌های خاص در بر دارد، زیرا راننده در مواجهه مستقیم با حرکت‌های گردش‌شی، ایست و حرکت مکرر، عابرین پیاده و وسایل نقلیه دو چرخ و سایر موقعیت‌های خطرناک قرار دارد، که باید در زمان کوتاهی نسبت به آن‌ها واکنش مناسب بروز دهد. علاوه بر این، رانندگان، تحت فشار روحی و جسمی ناشی از تراکم و تأخیر بیش از حد تقاطع نیز قرار دارند. به طور کلی، رفتار رانندگی اشخاص در شرایط عادی متأثر از آموزش و مهارت‌های رانندگی، قابلیت‌های جسمی و روانی، سن و جنس و ... است. از میان عوامل فوق، آموزش رانندگی نقش به مراتب مؤثرتری در ایمنی تقاطع دارد و توجه بیشتر به آن، کارآیی زیادی در بهبود عملکرد تقاطع‌ها خواهد داشت.

در شرایط نامساعد آب و هوایی از قبیل بارش باران و برف، یخ‌بندان، مه‌گرفتگی، تابش شدید آفتاب و گرمای بیش از حد و ... احتمال وقوع تصادفات بیشتر است. در طراحی و مدیریت تقاطع باید این عوامل مورد توجه قرار گیرند.

در تقاطع‌های هم‌سطح، عابرین پیاده و دوچرخه سواران نیز از جمله استفاده‌کنندگان محسوب می‌شوند و برای آن‌ها باید تسهیلات مقتضی و از جمله گذرگاه‌های عرضی هم‌سطح و غیرهم‌سطح و وسایل کنترل ترافیک مناسب پیش‌بینی شود. عدم توجه کافی به نیازهای این گروه از استفاده‌کنندگان، منجر به اختلال در عملکرد تقاطع و کاهش ایمنی می‌شود. در جدول‌های (۶-۱۴) و (۶-۱۵)، برخی مسائل ایمنی عابرین پیاده در تقاطع‌های

بدون چراغ و چراغ‌دار و همچنین راه‌حل‌های پیشنهادی ارایه ۴۷ است. بدیهی است که این راه‌حل‌ها جنبه عام داشته و در شرایط خاص هر محل، نیاز به بررسی ویژه وجود دارد. به منظور افزایش ایمنی، باید کلیه تقاطع‌های خیابان‌های شریانی و جمع و پخش کننده، از روشنایی کافی در شب برخوردار باشند. همچنین با توجه به این‌که بیشتر تصادفات مناطق مسکونی در محل تقاطع خیابان‌های محلی با خیابان‌های عبوری رخ می‌دهد، باید از طریق مجزا نمودن ترافیک عبوری از ترافیک دسترسی، ایمنی این مناطق را افزایش داد. روش‌هایی که می‌توان توسط آن‌ها این جداسازی را عملی نمود، عبارتند از:

- بستن خیابان‌های مسکونی در محل تقاطع با خیابان‌های عبوری (تعدادی تقاطع جهت تردد باز خواهد بود)

- بستن برخی از خیابان‌های داخل منطقه مسکونی به روی ترافیک عبوری
- یک‌طرفه کردن خیابان‌ها
- استفاده توأم از روش‌های فوق.

۶-۱-۱۳-۲. ایمنی میدان

بررسی آمار تصادف در تقاطع‌های مختلف، حاکی از برقراری ایمنی نسبی در میدان‌ها است. مع‌الوصف علی‌رغم این سوابق، باید در طراحی میدان‌ها دقت زیادی به عمل آید تا جنبه‌های ایمنی رعایت شود.

جدول شماره ۴-۱۴: راه‌حل‌های پیشنهادی برای کاهش انواع برخورد‌های وسایل نقلیه با عابرین پیاده در

تقاطع‌های بدون چراغ [۱۳]

نوع برخورد	علت احتمالی	راه‌حل پیشنهادی
۱- حرکت مستقیم	۱- تاخیر بیش از حد عابر پیاده در یافتن فاصله عبور مناسب در	نصب چراغ‌های راهنمایی با چراغ ویژه عابر پیاده (طبق ضوابط مربوط)

راه حل پیشنهادی	علت احتمالی	نوع برخورد
<ul style="list-style-type: none"> - نصب تابلوهای ایست - فراهم نمودن روگذر یا زیرگذر عابر پیاده - احداث جزایر ایمنی عابر پیاده (خیابان های دو طرفه عریض) 	ترافیک عبوری	
<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از گذربان بزرگسال - احداث روگذر یا زیر گذر عابر پیاده - نصب چشمک ۸!های انتظامی مدرسه (مثلاً چشمک ۸! سرعت مجاز ۴۰ کیلومتر بر ساعت) - استفاده از تابلو و خط کشی در اطراف مدرسه - ممنوع نمودن پارکینگ نزدیک تقاطع (مثلاً حدود ۳۰ متر) 	۲- عبور دانش آموزان از عرض خیابان در اطراف مدارس	
<ul style="list-style-type: none"> - محدود نمودن سرعت مجاز - احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده - نصب چراغ های راهنمایی با چراغ عابر پیاده (طبق ضوابط مربوطه) 	۳- سرعت بالای وسایل نقلیه	
<ul style="list-style-type: none"> - نصب چراغ های راهنما با چراغ ویژه عابر پیاده (طبق ضوابط) - نصب تابلوهای ایست - جابجا نمودن گذرگاه عرضی به دور از تقاطع - افزودن تابلوهای خطر برای وسایل نقلیه (مانند در هنگام گردش به راست متوجه عابرین پیاده باشید) - افزودن تابلوهای انتظامی برای وسیله نقلیه (مانند رعایت حق تقدم عابر به هنگام گردش) 	۱- حجم زیاد عابر و گردش به راست وسایل نقلیه	
<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از گذربان بزرگسال در طی مدت عبور دانش آموزان - حضور پلیس در تقاطع - آموزش دانش آموزان در مورد رفتار ایمن برای عبور از عرض مسیر - احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده 	۲- تعداد قابل توجه دانش آموزان (در عبور از عرض خیابان) و حرکات زیاد گردش به راست وسایل نقلیه	
<ul style="list-style-type: none"> - رفع موانع دید و (یا) موانع کنار خیابان (مانند صندوق پست) - جابجا نمودن گذرگاه عرضی به دور از تقاطع - نصب تابلوهای خطر عابر پیاده و (یا) تابلوهای انتظامی وسایل نقلیه 	۳- مسافت دید و (یا) طرح هندسی نامناسب تقاطع	

جدول شماره ۴-۱۴: راه حل های پیشنهادی برای کاهش انواع برخورد های وسایل نقلیه با عابرین پیاده در تقاطع های بدون چراغ (ادامه)

نوع برخورد	علت احتمالی	راه حل پیشنهادی
 <p>۳- گردش به چپ</p>	<p>۱- حجم زیاد عابر و گردش به چپ وسایل نقلیه</p>	<p>ممنوع نمودن گردش به چپ نصب چراغ های راهنمایی با چراغ ویژه عابر پیاده (طبق ضوابط) یک طرفه نمودن خیابان نصب تابلوهای خطر برای وسایل نقلیه (مانند به هنگام گردش به چپ متوجه عابرین باشید)</p>
	<p>۲- تعداد قابل توجه دانش آموزان (در عبور از عرض خیابان) و حرکات زیاد گردش به چپ وسایل نقلیه</p>	<p>استفاده از گذربان بزرگسال در طی مدت عبور دانش آموزان حضور پلیس در تقاطع آموزش دانش آموزان در مورد رفتار ایمن برای عبور از عرض خیابان احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده احداث جزایر ایمنی عابر پیاده برای خیابان های عریض دو طرفه</p>
	<p>۳- مسافت دید و (یا) طرح هندسی نامناسب تقاطع</p>	<p>رفع موانع دید و (یا) موانع کنار خیابان (مانند صندوق پست) ممنوع نمودن گردش به چپ نصب تابلوهای خطر عابر پیاده و (یا) تابلوهای انتظامی وسایل نقلیه</p>

جدول شماره ۶-۱۵: راه حل های پیشنهادی برای کاهش انواع برخوردهای وسایل نقلیه با عابرین پیاده در تقاطع های چراغ دار

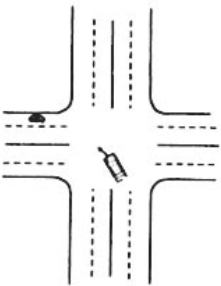
نوع برخورد	علت احتمالی	راه حل پیشنهادی
<p>۱- حرکت مستقیم</p>	<p>۱- عابر نمی تواند چراغ راهنمایی وسایل نقلیه را ببیند.</p>	<p>نصب چراغ ویژه عابر پیاده</p>
<p>۲- عبور دانش آموزان در اطراف مدارس</p>	<p>۱- استفاده از گذربان بزرگسال احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده استفاده از چراغ ویژه عابر پیاده نصب چشمک ۸های انتظامی مدرسه فراهم نمودن خط کشی و تابلو "منطقه مدرسه"</p>	<p>استفاده از گذربان بزرگسال احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده استفاده از چراغ ویژه عابر پیاده نصب چشمک ۸های انتظامی مدرسه فراهم نمودن خط کشی و تابلو "منطقه مدرسه"</p>

طرح هندسی خیابان های شهری

راه حل پیشنهادی	علت احتمالی	نوع برخورد
<p>زمان * (+ مجدد چراغ راهنمایی (مثلاً طول چرخه کوتاهتر)</p> <p>استفاده از تکه فشاری عابر پیاده</p> <p>احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده</p> <p>احداث جزایر ایمنی عابر پیاده (خیابان های عریض دوطرفه)</p>	<p>۳- تاخیر بیش از حد عابر پیاده در یافتن فاصله عبور مناسب در ترافیک عبوری</p>	
<p>حضور پلیس در تقاطع</p> <p>نصب تابلوهای خطر عابر پیاده</p> <p>فراهم نمودن جزایر ایمنی عابر پیاده (خیابان های دوطرفه عریض)</p> <p>ممنوع نمودن پارک وسایل نقلیه در نزدیک تقاطع (مثلاً حدود ۳۰ متر)</p>	<p>۴- سایر علل</p>	
<p>افزودن ۸ فاز مخصوص عابر پیاده</p> <p>افزودن تابلوهای خطر برای عابرین پیاده</p> <p>افزودن تابلوهای انتظامی برای وسایل نقلیه</p> <p>نصب تابلو گردش در قرمز ممنوع (مطابق ضوابط)</p> <p>یک طرفه نمودن خیابان</p>	<p>۱- حجم زیاد عابر و گردش به راست وسایل نقلیه</p>	<p>۲- گردش به راست</p> 
<p>استفاده از گذربان بزرگسال در طی مدت عبور دانش آموزان</p> <p>حضور پلیس در تقاطع</p> <p>آموزش دانش آموزان در مورد رفتار ایمن در عبور از عرض خیابان</p> <p>احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده</p>	<p>۲- تعداد قابل توجه دانش آموزان (در گذر از عرض خیابان) و حرکات زیاد گردش به راست وسایل نقلیه</p>	
<p>رفع موانع دید و (یا) موانع کنار خیابان (مانند صندوق پست)</p> <p>جابجا نمودن گذرگاه عرضی به دور از تقاطع</p> <p>فراهم نمودن فاز مخصوص عابر پیاده</p> <p>نصب تابلو گردش در قرمز ممنوع (طبق ضوابط)</p> <p>نصب تابلوهای خطر عابر پیاده و (یا) تابلوهای انتظامی وسایل نقلیه</p>	<p>۳- مسافت دید و (یا) طرح هندسی نامناسب تقاطع</p>	

جدول شماره ۶-۱۵: راه‌حل‌های پیشنهادی برای کاهش انواع برخوردهای وسایل نقلیه با عابرین پیاده در

تقاطع‌های چراغ‌دار (ادامه)

راه حل پیشنهادی	علت احتمالی	نوع برخورد
<ul style="list-style-type: none"> - ممنوع نمودن گردش به چپ - فراهم نمودن فاز جداگانه گردش به چپ و چراغ ویژه عابر پیاده - افزودن فاز مخصوص عابر پیاده - یک‌طرفه نمودن خیابان - نصب تابلوهای خطر برای عابرین 	<ul style="list-style-type: none"> ۱- حجم زیاد عابر پیاده و گردش به چپ وسایل نقلیه 	۳- گردش به چپ
<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از گذربان بزرگسال در طی مدت عبور دانش آموزان - حضور پلیس در تقاطع - آموزش دانش آموزان در مورد رفتار ایمن برای عبور از عرض خیابان - احداث روگذر یا زیرگذر عابر پیاده - احداث جزایر ایمنی عابر پیاده برای خیابان‌های عریض دوطرفه 	<ul style="list-style-type: none"> ۲- حجم قابل توجه دانش آموزان و حرکات زیاد گردش به چپ وسایل نقلیه 	
<ul style="list-style-type: none"> - رفع موانع دید (یا) موانع کنار خیابان - فراهم نمودن فاز ویژه عابر پیاده - نصب تابلوهای خطر عابر پیاده و (یا) تابلوهای انتظامی وسایل نقلیه 	<ul style="list-style-type: none"> ۳- مسافت دید و (یا) طرح هندسی نامناسب تقاطع 	

عوامل موثر در ایمنی میدان

مهم‌ترین عامل موثر در کاهش ایمنی میدان‌ها، سرعت بیش از حد در ورودی‌ها و خروجی‌ها است. زیاد بودن سرعت ورود و گردش وسایل نقلیه در میدان‌ها ممکن است ناشی از عوامل زیر باشد:

- کمبود انحراف ورودی.
- کوچک بودن زاویه ورود که رانندگان را تشویق به هم‌رازی سریع با ترافیک گردش می‌کند.
- عدم وجود مسافت دید کافی برای خط رعایت حق تقدم.
- طراحی و مکان‌یابی نامناسب تابلوهای راهنما و هشدار دهنده.

- مکان یابی نامناسب تابلوهای کاهش سرعت.

بالا بودن سرعت گردش وسایل نقلیه می تواند مشکلاتی در ورودی میدان ایجاد کند که این حالت معمولاً در میدان های بزرگ با مسیر گردشی بسیار عریض و طولیل رخ می دهد. مع الوصف، ممکن است این وضعیت در میدان های کوچک تر با زاویه انحراف ورودی نامناسب نیز به وجود آید.

در رابطه با شیب ورودی میدان، نتایج چند مطالعه نشان داده است که این شیب تاثیر زیادی در کاهش تصادفات ندارد.

۱. اقدامات ایمن سازی میدان: به طور کلی اقدامات مفید در کاهش تصادفات میدان ها عبارتند از:

- نصب تابلوهای هشدار دهنده و راهنمای مقتضی
- خط کشی و سایر علائم افقی
- جلوگیری از بر بلندی بیش از حد در ناحیه ورودی
- تأمین مقاومت لغزشی لازم در ورودی ها و مسیر گردشی میدان
- کاهش دهانه ورودی اضافی با استفاده از خط کشی و یا موانع
- نصب تابلوی کاهش سرعت

۲. ایمنی دوچرخه سواران در میدان: گرچه میدان ها برای اکثر وسایل نقلیه موتوری ایمنی خوبی فراهم می کنند، و ۱٪ در مورد وسایل نقلیه غیرموتوری چنین نیست. آمار تصادفات دوچرخه سواران در میدان ها نسبت به سایر انواع وسایل نقلیه بالاتر است. در این رابطه باید نکات زیر در مورد میدان ها مدنظر قرار گیرد:

- آمار تصادف در میدان‌های معمولی با جزایر مرکزی کوچک و ورودی‌های مایل، حدود دو برابر آمار میدان‌های معمولی با جزایر مرکزی بزرگ و ورودی قائم است.
- بیشتر تصادفات دوچرخه سواران در میدان‌ها از نوع "ورودی-گردشی" است. به عنوان مثال، یک وسیله نقلیه موتوری در هنگام ورود به میدان، با یک دوچرخه سوار در حال عبور از عرض ورودی برخورد کرده است.
- آمار تصادف دوچرخه در تقاطع‌های میدانی خیابان‌های مجزا بیشتر از تقاطع‌های چراغ‌دار است و در مورد سایر وسایل نقلیه عکس آن صادق است.

۳. ایمنی وسایل نقلیه سنگین در میدان: مسئله واژگونی یا سقوط بار وسایل نقلیه سنگین در میدان‌ها، علاوه بر خطرات جانی، ایجاد تراکم و تاخیر زیادی می‌کند. تجربه نشان می‌دهد که این مسئله اغلب در شرایط زیر بروز می‌کند:

- ورودی با انحراف نامناسب که منجر به افزایش سرعت ورود می‌شود
- قطعه‌های مستقیم طولانی منتهی به پیچ تند در مسیر گردش میدان
- قوس تند در خروجی میدان
- تغییرات قابل توجه شیب عرضی در مسیر گردش. % میدان
- شیب عرضی معکوس بیش از حد در خط داخلی میدان

۶-۱-۳. روشنایی تقاطع‌ها

تقاطع‌های هم‌سطح باید روشنایی در حد مطلوب داشته باشند تا استفاده‌کنندگان از تقاطع بتوانند در هنگام شب با دقت و سهولت، سطح تقاطع و حاشیه آن را رویت کنند. بخش عمده‌ای از تصادفات، در محل تقاطع‌ها و در ساعات تاریک رخ می‌دهد و یکی از مهم‌ترین

عوامل آن ها کمبود روشنایی است. تجربه نشان می دهد که با استفاده از وسایل روشنایی می توان از میزان تصادفات شبانه تقاطع ها که شامل تصادفات بامدادی و شامگاهی نیز می شود، کاست.

روشنایی در شب، باعث بهبود تشخیص عناصر هندسی خیابان از قبیل قوس ها و جداول ۴۷ و همچنین سبب می شود که راننده بتواند به خوبی سایر وسایل نقلیه و عابرین پیاده را مشاهده کند. یک عامل مهم در دید شبانه، زمان لازم برای دیدن و تشخیص اشیاء از سوی راننده و در صورت نیاز توقف وسیله نقلیه است. با کاهش میزان روشنایی، این زمان افزایش می یابد.

بهبود قابلیت دید در تقاطع از طریق تأمین روشنایی مصنوعی، به راحتی و آرامش رانندگان می افزاید و از حرکت های خطرناک جلوگیری می کند. از سوی دیگر، تأمین روشنایی کافی در تقاطع ها عموماً باعث سهولت تردد و افزایش سرعت و همچنین کاهش سرفاصله وسایل نقلیه می شود که در نتیجه آن ظرفیت تقاطع بهبود می یابد.

برای جزئیات بیشتر در خصوص روشنایی تقاطع های شهری به جلد ۱ آیین نامه تقاطع های هم سطح شهری و آیین نامه روشنایی راه های شهری مراجعه شود.

۶-۱-۱۳-۴. روسازی تقاطع ها

روسازی: روسازی، نقش مهمی در ایمنی و کارایی تقاطع ها ایفا می کند و طراحی آن باید بر اساس شرایط ترافیکی و بارگذاری تقاطع صورت گیرد. یکی از مهم ترین عوامل تصادف در تقاطع ها، لغزش وسایل نقلیه در هنگام ترمز سریع است. برای کاهش این نوع تصادفات باید تمهیدات خاصی در روسازی تقاطع و ورودی های آن در نظر گرفته شود.

ضریب اصطکاک روسازی: ضریب اصطکاک روسازی خشک (نسبت نیروی اصطکاک به بار چرخ) حدود ۰/۸ یا بیشتر است. در حالی که در شرایط خیس ممکن است ضریب اصطکاک روسازی‌ها به حدود ۰/۱ تا ۰/۶ برسد. اگر سطح روسازی در اثر ترافیک فرسوده شده باشد، وجود یک قشر آب در سطح تماس لاستیک و خیابان می‌تواند آن را به شدت لغزنده کند. این شرایط منجر به کاهش قدرت کنترل وسیله نقلیه در حرکات مختلف خواهد شد. علاوه بر این وجود یک لایه آب راکد در روی روسازی، ممکن است چرخ‌های وسیله نقلیه از سطح خیابان جدا گشته و کنترل وسیله نقلیه از دست برود، که این پدیده را آب پیمایی می‌گویند. پدیده آب پیمایی را می‌توان به طرق زیر کاهش داد:

- تأمین شیب عرضی ۲/۵ درصد که باعث تسهیل زهکشی، کاهش آب پیمایی و بهبود کشش در شرایط بارانی می‌شود و در عین حال از نظر گردش فرمان و تغییر خط نیز مسئله‌ای ایجاد نمی‌کند.

- افزایش عمق خلل و فرج سطحی رویه به بیش از ۱/۵ میلی‌متر، که باعث افزایش مقاومت لغزشی و گردشی و کاهش پدیده آب پیمایی، آب پاشی و آب فشانی و بهبود پخش نور انعکاسی چراغ جلوی اتومبیل‌ها می‌شود.

- ایجاد شیارهای عرضی ٪ در سطح روسازی، مسافت ترمز را بیشتر از شیارهای طولی کاهش می‌دهد. جریان ترافیک می‌تواند عمق بافت سطحی روسازی را در ۶ ماهه اول تا ۲۵ درصد کاهش دهد. با این وجود، شدت فرسایش بستگی به نوع روسازی و ویژگی‌های بافت آن دارد. روسازی‌های نرم و یا با دانه* (+ فشرده به سرعت فرسوده نمی‌شوند).

- با استفاده از طرح هندسی و عملیات اجرایی و بهسازی مناسب، می‌توان ضخامت لایه آب سطحی روسازی را که منجر به آب پیمایی شده و از مقاومت لغزشی می‌کاهد، به حداقل رسانید.

- تسهیلات زهکشی مناسب برای جمع آوری و تخلیه سریع آب از محدوده تقاطع باید تأمین شود تا احتمال آب پیمایی کاهش یافته و کشش بهبود یابد.

- سرعت وسایل نقلیه در شرایط روسازی خیس تقاطع باید محدود به ۵۰ کیلومتر در ساعت باشد تا احتمال وقوع پدیده آب پیمایی به حداقل برسد و مقاومت لغزشی بهتری تأمین شود.

مقاومت لغزشی روسازی تقاطع: روسازی تقاطع باید دارای مقاومت لغزشی کافی برای حرکات مختلف وسایل نقلیه، شامل ترمزگیری، شتاب گیری و گردش باشد. مقاومت لغزشی روسازی در شرایط رویه خیس و در یک سرعت مشخص (معمولاً ۶۵ کیلومتر در ساعت) اندازه گیری می شود. بر این اساس، عدد لغزشی روسازی به عنوان نسبت مقاومت لغزشی در روسازی خیس به بار چرخ، ضرب در ۱۰۰ در سرعت ۶۵ کیلومتر در ساعت، تعریف می گردد.

میزان مقاومت لغزشی مورد نیاز در تقاطع، برای حرکات مختلف ترمزگیری، شتاب گیری، گردش و گردش توام با ترمزگیری در نظر گرفته می شود. معمولاً مقادیر عدد لغزش بزرگ تر از ۴۰ در شرایط روسازی خیس و بزرگ تر از ۶۰ در شرایط روسازی خشک، برای نیازهای کلیه حرکات کفایت می کند.

طرح روسازی تقاطع: اصول کلی طراحی روسازی تقاطع مشابه روسازی خیابان ها است، ولی یک سری تفاوت ها از نظر ویژگی های ترافیکی و بارگذاری میان آنها وجود دارد که باید در طراحی ملحوظ گردد.

چون تقاطع محل عبور مشترک دو یا چند خیابان است، تعداد محورهای عبوری از سطح تقاطع در طول عمر مفید روسازی بیشتر از هر یک از خیابان های متقاطع می باشد. بنابراین در طرح روسازی ویژه تقاطع، باید مجموع ترافیک عبوری در کلیه جهات مبنای طراحی قرار گیرد. در این صورت ممکن است نیاز به طراحی و اجرای روسازی مقاوم تری در محل تقاطع وجود داشته باشد.

از سوی دیگر، به واسطه حرکات مختلف‌الجهت ترافیک در محل تقاطع‌ها و به ویژه کاهش و افزایش سریع سرعت وسایل نقلیه در آن‌ها، یک‌سری نیروهای افقی در روسازی ایجاد می‌شود که معمولاً منجر به موجدار شدن و یا فتیله‌ای شدن روسازی به خصوص در محل سرایشی می‌گردد. طرح لایه $\ast +$ روسازی و نحوه اتصال آن‌ها به یکدیگر و همچنین طرح اختلاط آسفالت، باید به گونه‌ای صورت گیرد که تاثیر این نیروهای برشی به حداقل برسد.

بهسازی روسازی تقاطع: بهسازی روسازی موجود تقاطع‌ها، ممکن است به صورت اصلاح رویه و یا تقویت روسازی با روکش جدید انجام شود. روش‌های اصلاح رویه موجود که به منظور رفع ناهمواری‌ها و بهبود ضریب اصطکاک صورت می‌گیرد، عبارتند از:

- ایجاد شیارهای عرضی یا طولی در سطح رویه
- گرم تراشی روزدگی قیر در آسفالت تقاطع‌ها
- چکش کاری روسازی با دستگاه‌های ضربه ۸!
- کف‌سابی با استفاده از دیسک‌های فولادی
- سند بلاست روسازی
- لکه‌گیری و مرمت چاله‌ها و درزهای روسازی

تقویت روسازی آسفالتی موجود را می‌توان با اجرای یک لایه روکش انجام داد که ممکن است به صورت آسفالت گرم، آسفالت سرد و یا سایر انواع روکش‌ها باشد. طراحی اختلاط و ضخامت آسفالت روکش بر اساس جزئیات روسازی موجود و عمر مفید باقی‌مانده آن و همچنین نیازهای تقاطع از نظر ضریب اصطکاک روسازی صورت می‌گیرد.

وظیفه اصلی سیستم زهکشی تقاطع، هدایت آب های سطحی تقاطع به نقاط تخلیه یا خروجی آب می باشد. بخشی از مسیر جریان آب، واقع در روی روسازی و بخش دیگر، تسهیلات زهکشی تقاطع ها شامل آبروها، کانال ها و دریچه های آبرو است. این تسهیلات باید متناسب با شیب $\ast +$ تقاطع، مکان یابی شده و بر اساس اصول فنی، طراحی و نصب گردد. زیرا وجود آب در سطح تقاطع علاوه بر ایجاد مزاحمت در جریان ترافیک، می تواند خطرات جدی از نظر ایمنی در بر داشته باشد. از سوی دیگر، نامناسب بودن مکان یابی و طراحی سازه های زهکشی تقاطع، ممکن است خطراتی از نظر برخورد و یا سقوط وسایل نقلیه ایجاد کند. به عنوان مثال، کانال های روباز تخلیه آب های سطحی علاوه بر ایجاد مخاطره برای وسایل نقلیه، برای عابرین پیاده نیز خطراتی در بر دارد. بنابراین باید حتی المقدور در محدوده تقاطع ها این کانال ها سرپوشیده گردند. دریچه های فلزی آبرو و یا دریچه های بازدید کانال های سرپوشیده باید هم تراز روسازی بوده و سوراخ های آنها برای تخلیه آب کافی باشد.

معمولاً شبکه هدایت و تخلیه آب های سطحی از شبکه معابر وسایل نقلیه تبعیت می کند. با این وجود، می توان طراحی شبکه جمع آوری آب های سطحی را به گونه ای طراحی نمود که حتی الامکان گره های اصلی آن منطبق بر تقاطع های اصلی خیابان های شهری نباشند. در این صورت بسیاری از مسائل زهکشی تقاطع های اصلی رفع خواهد شد.

۶-۲. تبادل ها

تبادل به منظور کاهش یا حذف برخوردهای ترافیکی، ارتقای ایمنی، کاهش تاخیر و افزایش ظرفیت ترافیکی، ایجاد می شود [۹]. با ایجاد تبادل، احتمال برخورد میان جریان های

مقاطع در محل تقاطع منتفی می‌گردد. احتمال برخورد حرکت‌های گردش‌ی نیز بسته به نوع طراحی تبادل، یا به حداقل می‌رسد و یا به طور کلی از بین می‌رود.

۶-۲-۱. توجیه اقتصادی - اجتماعی

یک تبادل اگر چه جایگزین بسیار مناسبی برای تقاطع، به منظور حل مشکلات موجود در آن است اما به دلیل بالا بودن هزینه، استفاده از آن محدود به مواقعی خواهد بود که صرف هزینه برای آن، توجیه اقتصادی - اجتماعی داشته باشد.

به دلیل تنوع گسترده شرایط مکانی، حجم ترافیک، 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:

(۱) **افزایش تحرک و کاهش تاخیر:** تبادل، موجب افزایش قابلیت تحرک و کاهش تأخیر می‌شود. تفکیک ترافیک به روش اختلاف سطح، جریان مداوم و روان ترافیک در مسیرهای اصلی را به وجود می‌آورد و تأخیرهای ناشی از ضرورت توقف در محل تقاطع را منتفی می‌نماید.

هدف از طرح آزادراه‌ها، دستیابی به بالاترین حد تحرک بوده و به همین منظور دسترسی به آن کنترل شده است. لذا کلیه تقاطع‌های آزادراه‌ها باید به صورت غیرهم‌سطح (تبادل) طراحی شود.

(۲) اصلاح گلوگاه ها : کمبود ظرفیت تقاطع در جاده های پرتراфик، باعث تراکم بیش از حد در یک یا چند شاخه تراکم می شود، عدم توانایی در تأمین ظرفیت لازم با توسعه و با اصلاح تقاطع هم سطح، دلیلی برای تبدیل تقاطع به یک تبادلی است.

(۳) حذف یا کاهش حوادث خطرناک: چنانچه تعداد حوادث خطرناک در تقاطع، به گونه غیرمعماری بالا باشد و در صورت فقدان روش های کم هزینه تر برای رفع خطر، گزینه تبادلی به جای تقاطع، به عنوان یک راه حل، قابل بررسی است.

تقاطع های حادثه ساز غالباً در محل اتصال راه های پرتردد در نزدیک شهرها و یا تقاطع در راه پرتردد قرار دارند. در این نواحی، عموماً هزینه ساخت و ساز و تملک حریم راه برای ساخت و بهره برداری از تبادلی، در مقایسه با خسارت های ناشی از تصادفها و تأخیرها، توجیه پذیر است.

(۴) وضعیت منطقه تقاطع : پستی و بلندی اراضی، وجود رودخانه یا راه آهن در نزدیکی تقاطع، در انتخاب نوع تبادلی موثر است.

(۵) هزینه استفاده کنندگان : هزینه های ناشی از تأخیر در تقاطع های پرتراکم برای استفاده کنندگان آن معمولاً بسیار بالاست. چنین هزینه هایی شامل هزینه های سوخت، روغن، تعمیرها و ارزش وقت (کسانی که بابت تأخیر، حقوق دریافت می کنند مانند رانندگان و کمک رانندگان وسایل نقلیه تجاری) است.

در تبادله ها اگر چه معمولاً مسافت بیشتری نسبت به تقاطع های نظیر طی می شود، اما هزینه طی این مسافت اضافی بسیار کمتر از هزینه ای است که در تأخیر ناشی از توقف صرف می گردد، نسبت منافع بیست ساله احداث تبادلی (کاهش هزینه استفاده کنندگان و تبدیل به سال واحد) بر هزینه سرمایه گذاری توسعه آن (بر حسب 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.

۶) حجم ترافیک: افزایش حجم ترافیک و بالا رفتن زمان متوسط تاخیر در تقاطع‌های هم‌سطح، محسوس‌ترین دلیل برای احداث تبادله‌هاست.

۷) تقاطع با راه‌آهن: تلاقی آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی با راه‌آهن باید با استفاده از روگذر یا زیرگذر باشد. در مورد تقاطع راه‌های فرعی با راه‌آهن، باید امکان دید و کنترل ترافیک راه فرعی هنگام عبور قطار تأمین شود.

۶-۲-۳. فاصله بین تبادله‌ها

در شهرها، تبادله‌ها عموماً در محل تقاطع راه‌های شریانی درجه ۲ با راه‌های شریانی درجه ۱ احداث می‌شوند [۶]. به این ترتیب، فاصله آن‌ها تابع فاصله راه‌های شریانی درجه ۲ از یکدیگر است. اگر فاصله راه‌های شریانی درجه ۲ از یکدیگر بیش از ۳ کیلومتر باشد، وسعت هسته‌های شهری که توسط آن‌ها محدود می‌شود، از حدود معمول بیشتر شده و هسته شهری با مسائل جابجایی پیاده (به علت فاصله زیاد پیاده‌روی در داخل هسته) و یا سواره (به علت حجم زیاد ترافیک خیابان‌های محلی) مواجه می‌گردد. بنابراین، حداکثر فاصله تبادل‌ها از یکدیگر در مناطق شهری بیش از حدود ۳ کیلومتر انتخاب نمی‌شود. از طرف دیگر، اگر این فاصله از حدود ۲ کیلومتر کمتر باشد، جریان ترافیک در راه شریانی درجه ۱ روانی و پیوستگی خود را از دست می‌دهد. به علاوه، در مواقعی نمی‌توان فاصله‌های لازم را برای نصب مناسب تابلوهای هدایتی و طول کافی را برای خط‌های تغییر سرعت و تداخل فراهم کرد.

بنابراین، به عنوان یک قاعده کلی، فاصله تبادلها از یکدیگر در داخل شهرها بین ۲ تا ۳ کیلومتر است.

اگر راههای شریانی درجه ۲ به یکدیگر نزدیکاند و نمی توان در محل برخورد همه آنها با راه شریانی درجه ۱، یک تبادل کامل در نظر گرفت، می توان به شیوه های زیر عمل نمود:

- حذف ارتباط مستقیم بین بعضی از راههای شریانی درجه ۲ و راه شریانی درجه ۱
- منظور نمودن جاده کناری در (کندرو)
- در نظر گرفتن تبادل لوزی دوتکه
- گذراندن رابطهای تبادل لوزی از روی هم، به صورت زیرگذر یا روگذر.

۶-۲-۴. انواع تبادل

تبادل، انواع متعددی دارد که انتخاب هر یک از آنها و نحوه طراحی شان تابع عامل های زیر است [۶]:

۱. سرعت طرح
۲. حجم ترافیک کلیه حرکات به تفکیک
۳. ترکیب ترافیک
۴. تعداد شاخه های تبادل و حرکت های گردش ضروری
۵. نحوه قرارگیری مسیرها نسبت به هم (زاویه، پیچ و ارتفاع)
۶. طبقه * (+ منطقه
۷. درجه بندی و چگونگی کنترل مسیر
۸. هزینه تملک زمین، ساخت و بهره برداری
۹. مجاورت با تبادل های دیگر

۱۰. 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.

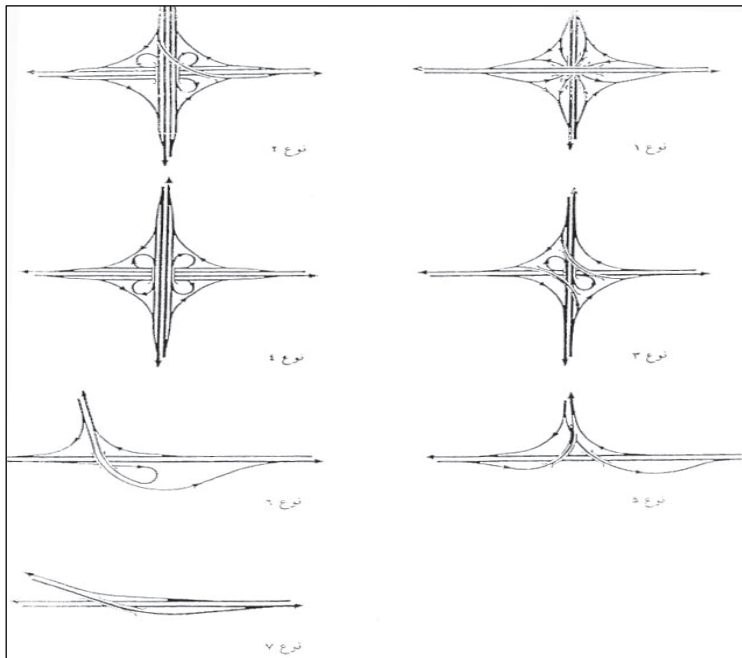
به عنوان مثال: اگر کلیه رابط‌های گردش به چپ تبادل، از نوع گردراه باشد، رانندگان تا رسیدن به محل پل، خود را برای خروج از مسیر آماده نمی‌کنند. ولی چنانچه تبادل به صورت لوزوی طراحی شده باشد (کلیه گردش‌ها قبل از پل از مسیر خارج می‌شود)، این اختلاف نوع تبادل می‌تواند سبب اشتباه راننده و افزایش احتمال تصادف گردد.

در شرایط خاص که به علت محدودیت‌های مالی و یا وضعیت زمین از نظر پستی و بلندی، به ناچار از رابط‌های دارای طرح ناهماهنگ استفاده می‌شود، علامت‌گذاری‌های لازم به منظور آگاه کردن رانندگان در فاصله مناسبی قبل از تبادل، ضرورت دارد.

تبادل بین راه‌های شریانی درجه ۱

به منظور تأمین تبادل ترافیکی کامل بین دو راه که یکدیگر را به طور غیرهم‌سطح قطع می‌کنند، باید برای هشت گردش (چهار گردش به راست و چهار گردش به چپ)، هشت رابطه در نظر گرفته شود. گردش به راست‌ها، توسط چهار رابط راست‌گرد انجام می‌شود. برای گردش به چپ‌ها، بر حسب اهمیت آن‌ها می‌توان رابط میان‌بر، نیمه میان‌بر و یا چنبری در نظر گرفت.

۱) **تبادل تمام میان بر (جهتی):** در شکل (۶-۳۳) نوع ۱ یک نمونه تبادل تمام میان بر نشان داده ۴۷ است. در این نوع تبادل برای هر یک از گردش به چپها یک رابط میان بر در نظر گرفته می شود. به این ترتیب، به سازه های متعدد نیاز است.



شکل شماره ۶-۳۳: انواع تبادل با ترکیب های مختلفی از رابط های چنبری و میان بر [۶]

در تبادل تمام میان بر، همه گردش به چپها سریع و روان انجام می شود و احداث آن به زمین کمتری نیاز دارد. عیب اصلی این نوع تبادل هزینه زیاد و پیچیدگی سازه های آن است. طرح چنین تبدالی به مطالعه امکان سنجی همه جانبه ای نیاز دارد که احداث آن را با توجه به امکانات اجرایی و مالی واقعی توجیه کند.

۲) **تبادل شبدری کامل:** در شکل (۶-۳۳) نوع ۴، یک نمونه تبادل شبدری کامل نشان داده شده است. در این نوع تبادل، هر چهار گردش به چپ توسط چهار رابط چنبری انجام

می‌شود. به این ترتیب، از همان سازه‌ای که دو راه متقاطع را غیرهم‌سطح می‌کند، برای تأمین همه گردش به چپ‌ها نیز استفاده می‌شود و برای آن‌ها یک سازه کافی است، این موضوع تنها مزیت این نوع تبادل می‌باشد.

معایب اساسی تبادل‌های شبدری به شرح زیر است:

- اشغال فضای زیاد
 - ایجاد یک قسمت تداخلی با طول کمتر از استاندارد بین چنبرهای ورودی و خروجی
 - مشکل بودن نصب مناسب تابلوهای هدایتی در محدوده این تبادل.
- وجود قسمت‌های تداخلی با طول‌های کوتاه‌تر از استاندارد در آزادراه‌ها پذیرفته نیست. در این راه‌ها، باید جاده تقسیم در نظر بگیرند تا تداخل‌ها خارج از سواره‌روهای اصلی انجام گیرد. به علاوه، جاده تقسیم، تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها را کاهش می‌دهد و علامت‌گذاری مقصدها را ساده‌تر می‌کند.
- چون تبادل شبدری سطح وسیعی را اشغال می‌کند احداث آن در داخل آبادانی‌های موجود، معمولاً مشکل است و هزینه تأمین حریم مورد نیاز زیاد است. اما در اطراف شهرهای جدید و یا موجود و در سایر نقاطی که حریم لازم را می‌توان با هزینه‌های قابل قبول فراهم کرد، تبادل شبدری ممکن است تنها گزینه عملی باشد.

محدودیت های رابط های چنبری

سرعت طرح کم: رابط چنبری را عملاً نمی توان برای سرعت های زیاد طرح کرد چون برای سرعت زیاد شعاع قوس های چنبر را می بایست زیاد گرفت. این کار دو عیب دارد: اولاً، زمین بیشتری لازم می شود و ثانیاً، مقدار انحراف مسیر افزایش می یابد. در عمل، رابط های چنبری را برای سرعت های ۳۰ یا ۴۰ کیلومتر در ساعت طرح می کنند.

ظرفیت کم: ظرفیت رابط های چنبری کم و دامنه تغییرات ظرفیت آن ها (بر حسب سرعت طرح، درصد وسایل نقلیه سنگین، و شیب طولی) زیاد است.

به علاوه، رابط چنبری کم و بیش به صورت یک خطه عمل می کند، حتی اگر بیش از یک خط عبور برای آن در نظر بگیرند. یعنی، با افزودن تعداد خطها، ظرفیت بدنه رابط چنبری افزایش قابل ملاحظه ای نمی یابد. ظرفیت بدنه رابط چنبری دوخطه، فقط حدود بیست درصد از ظرفیت یک خطه آن بیشتر است.

(۳) تبادل مختلط

در شکل (۶-۳۳) انواع ۲ و ۳، نمونه هایی از تبادل های مختلط نشان داده شده است که گردش به چپ های آن ها توسط رابط های میان بر و چنبری انجام می شود. چون هر دو نوع رابط در این تبادل ها وجود دارد، به آن ها مختلط می گویند. در نوع ۲، یکی از گردش به چپها، توسط رابط میان بر و سه گردش به چپ دیگر، توسط رابط های چنبر + انجام می شود. در نوع ۳، گردش به چپها توسط دو رابط چنبری و دو رابط میان بر انجام می گیرد. موقعیت رابط های چنبری و میان بر به نحوی تعیین شده که قسمت تداخلی به وجود نمی آید.

تبادل‌هایی که در شکل (۶-۳۳) نشان داده شده، تبادل‌های کامل‌اند. در عمل، ممکن است اتصال یک یا چند گردش، به علت حجم کم ترافیک، ضروری و به صرفه نباشد، با حذف رابط مربوط به گردش غیرضروری، انواع دیگری به وجود می‌آید که در این شکل نشان داده نشده است.

۴) تبادل سه راه

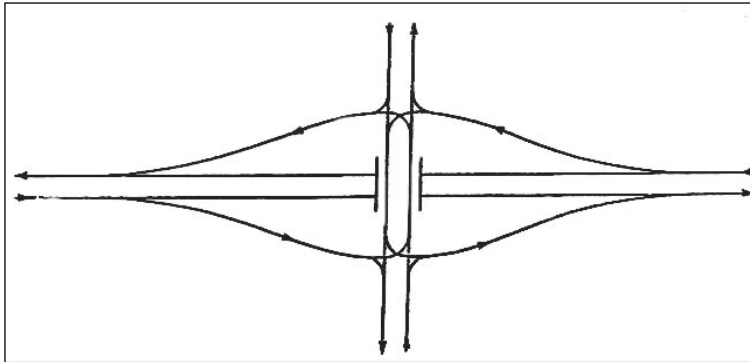
در شکل (۶-۳۳) نوع ۵ تا ۷، تبادل سه راه برای اتصال دو آزادراه یا بزرگراه در وضعیتی است که یکی از آنها در محل تقاطع پایان می‌یابد، نشان داده شده است. در تبادل سه راه فقط دو گردش به چپ وجود دارد، بنابراین، اجرای آن بسیار ساده‌تر و کم هزینه‌تر از تبادل چهارراه است.

در شکل (۶-۳۳) نوع ۵، تبادل تمام میان‌بر سه‌راهی نشان داده شده است که در آن هر دو گردش به چپ از طریق رابط‌های میان‌بر انجام می‌گردد. نوع ۶، رابطی را نشان می‌دهد که یکی از گردش به چپ‌ها از طریق رابط چنبری و دیگری، از طریق رابط میان‌بر انجام می‌شود. برای این نوع تبادل، فقط یک سازه ضروری است. به این نوع تبادل، تبادل شیپوری نیز می‌گویند. نوع ۷، تبادل سه راه ساده‌ای را نشان می‌دهد که در آن فقط یک گردش به چپ وجود دارد.

تبادل بین راه‌های شریانی درجه ۱ با سایر راه‌ها

در داخل شهرها، تبادل لوزی متداول‌ترین طریق اتصال راه‌های شریانی درجه ۱ به سایر راه‌ها است. در مواردی که حجم گردش به چپ‌ها زیاد است و از نظر مکان نیز محدودیت شدید وجود ندارد، می‌توان از تبادل نیمه شبدری نیز استفاده نمود.

۱) **تبادل لوزی**: تبادل لوزی، تبادل کاملی است که از چهار رابط راست گرد (دو رابط خروجی و دو رابط ورودی)، تشکیل می شود. در انتهای هر یک از رابطها، تقاطع هم سطحی وجود دارد که به آن تقاطع لوزی می گویند، شکل (۶-۳۴) یک تبادل لوزی را نشان می دهد.



شکل شماره ۶-۳۴: طرز کار یک تبادل لوزی

برتری های تبادل لوزی به شرح زیر است:

- پایین بودن هزینه ساخت و کم بودن مشکلات اجرایی؛
 - این تبادل فقط از یک سازه تشکیل شده است؛
 - ساده بودن طرح؛
 - وسایل نقلیه می توانند با سرعت های نسبتاً زیاد از راه شریانی درجه ۱ خارج و به آن وارد شوند؛
 - اشغال فضای کم.
- به منظور افزایش کارایی و ایمنی تقاطع لوزی، بر حسب مورد، راه حل های زیر را می توان به کار برد:

- تعداد خط‌های رابط‌های ورودی و خروجی را در محل تقاطع افزایش داد. می‌توان انتهای رابط خروجی را به دو یا سه خط و انتهای رابط ورودی را به دو خط افزایش داد. اما، عرض زیادتر انتها، احتمال ورود اشتباه به رابط خروجی را بیشتر می‌کند. در تعریض انتها، به این مساله باید توجه کنند و جریان $(+)$ ترافیک انتهای رابط را به نحوی طراحی کنند که احتمال ورود اشتباه به رابط خروجی زیاد نباشد.
- خیابان متقاطع را در محل تقاطع تعریض کنند.
- در خیابان متقاطع، میانه‌ای سکویی، که به خوبی در شب دیده می‌شود، قرار داد تا احتمال ورود اشتباه به رابط خروجی کاهش یابد.
- به منظور محدود ساختن تعداد گردش‌ها، می‌توان از تبادل لوزی دوتکه استفاده نمود.
- تقاطع را با چراغ راهنما کنترل کرد. در این صورت، امکان ورود اشتباه وسایل نقلیه به رابط خروجی نیز کمتر می‌گردد.
- اگر حجم ترافیک کم است و وجود چراغ راهنما توجیه نمی‌شود، برای جلوگیری از ورود اشتباه، می‌توانند از قرار دادن دهانه رابط‌های خروجی و ورودی در مقابل یکدیگر خودداری کنند و طراحی تبادل را به نحوی انجام دهند که دهانه‌ها به فاصله‌ای (حداقل ۱۰۰ متر) از یکدیگر قرار گیرند.
- برای جزئیات بیشتر در خصوص تبادل‌های لوزی به بخش ۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری مراجعه شود.
- جانمایی جاده کناری یک‌طرفه در دو طرف آزادراه و بزرگراه به بهبود جابجایی در داخل شهرها کمک می‌کند. به این ترتیب، دسترسی به آزادراه و بزرگراه ساده می‌شود. به علاوه، این کار به راه‌یابی رانندگان کمک می‌نماید و آن‌ها که به اشتباه از آزادراه خارج شده‌اند، به

سادگی، امکان برگشت به آن را پیدا می کنند. همچنین، احتمال ورود اشتباه به رابط های خروجی کاهش می یابد.

۲) تبادل شبدری

در مواردی که حجم ترافیک گردش به چپها زیاد است، می توان برای بعضی از آنها رابط چنبری در نظر گرفت. در تبادل لوزی، اگر یک گردش به چپ توسط رابط چنبری انجام گیرد، آن را تبادل ربع شبدری و اگر دو گردش به چپ توسط رابط چنبری انجام شود، آن را تبادل نیمه شبدری می گویند.

برای گردش به چپهایی رابط چنبری را در نظر می گیرند که حجم ترافیک آنها در ساعت شلوغ بیشتر است.

در انواع نامبرده بالا، موقعیت چنبرها به نحوی است که قسمت تداخلی در آزادراه یا بزرگراه به وجود نمی آید.

در تبادل شبدری کامل یا نیمه شبدری که هر دو رابط چنبری آن در یک طرف آزادراه و بزرگراه قرار داده می شود، می توان با استفاده از جاده تقسیم، قسمت تداخلی را از قسمت اصلی راه اصلی جدا کرد. در این موارد، در نظر گرفتن جاده تقسیم در آزادراه الزامی است و در بزرگراهها قویاً توصیه می شود.

تبادل در راه های شریانی درجه ۲

استفاده از تبادل، مخصوص آزادراه یا بزرگراه نیست. در راه های شریانی درجه ۲ اصلی، ممکن است تبادل به دلیل کارایی و بازده مناسب آن توجیه ۴۷ و مورد استفاده قرار گیرد.

در چنین مواردی، رابطه‌ها معمولاً دوطرفه بوده و سرعت طرح آن‌ها کم گرفته می‌شود (۳۰ کیلومتر در ساعت).

در داخل آبادانی‌های موجود و یا در طرح آبادانی‌های جدید شهری، ممکن است تبادل چهار گوشه برای راه‌های شریانی درجه ۲ اصلی، زیننه‌ای منطقی باشد. استفاده از این نوع تبادل، در وضعیتی که زمین محل تبادل هموار بوده و دو راه شریانی یکدیگر را به طور غیرهم‌سطح قطع می‌کنند، مناسب است.

استفاده از این نوع تبادل در آزادراه‌ها و همچنین در بزرگراه‌هایی که برای سرعت‌های حدود آزادراه طرح می‌شوند، مجاز نیست. در راه‌های عبوری یا بزرگراه‌های که سرعت طرح آن‌ها ۷۰ کیلومتر در ساعت و یا کمتر است، با توجه به موقعیت محل، می‌توان از تبادل چهار گوشه استفاده کرد.

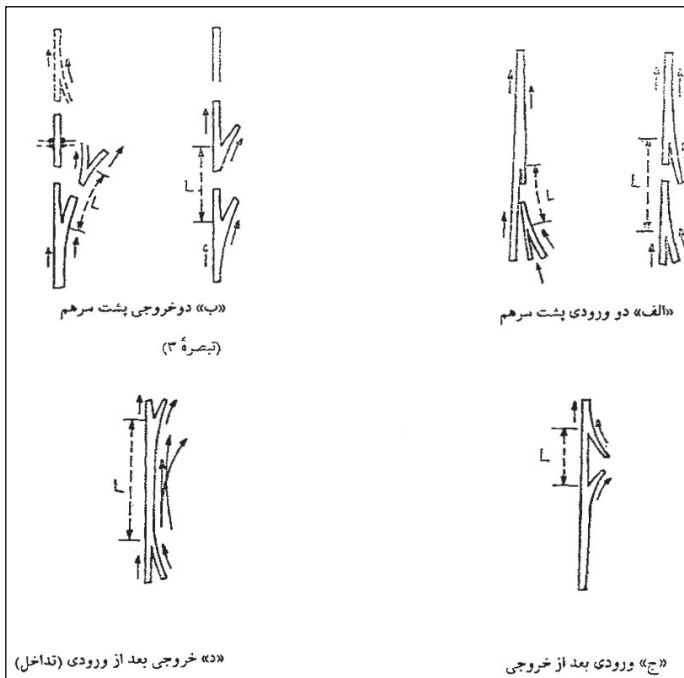
۶-۲-۵. موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها

تا حد امکان نباید دهانه ورودی‌ها و خروجی‌ها را در قسمت‌های قوسی قرار داد. قرار دادن ورودی‌ها و خروجی‌ها در قوس‌ها از روانی حرکت وسایل نقلیه در هنگام تغییر خط آن‌ها می‌کاهد و همچنین ممکن است فاصله دید در این نقاط حساس را کاهش دهد. مهم‌تر از این، واقع بودن دهانه خروجی در قوس ممکن است سبب شود که رانندگان وسایل نقلیه/توانند موقعیت خروجی را به خوبی تشخیص دهند. در صورتی که به دلیل وضعیت خاص راه و اطراف آن، ناچار شوند ورودی یا خروجی را در قوس قرار دهند، باید سعی کنند که مسیر اصلی به سهولت برای رانندگان وسایل نقلیه قابل تشخیص باشد. به این منظور، باید نسبت به کافی بودن فاصله دید در دهانه ورودی و خروجی و همچنین قابل رویت بودن

دهانه خروجی مطمئن شوند و سعی کنند حدود مطلوب را برای فاصله های دید رعایت نمایند.

همچنین باید سعی کنند که ورودی یا خروجی در محدوده سرپایینی قوس قائم گنبدی قرار نگیرد، زیرا ممکن است قوس قائم، فاصله دید وسایل نقلیه را در دهانه های ورودی و خروجی کاهش دهد. برای حصول اطمینان از تأمین فاصله دید کافی در دهانه، توصیه می شود که دهانه های ورودی و خروجی در شیب طولی یکنواخت و یا در قوس قائم کاسه ای قرار داده شود.

فاصله بین ورودی ها و خروجی ها از دماغه های آنها اندازه ۴ گرفته می شود. این فاصله نباید از حداقل های تعیین شده در شکل (۶-۳۵) کمتر باشد.



شکل ۶-۳۵: حداقل فاصله بین ورودی ها و خروجی ها از یکدیگر در راه های شریانی درجه ۱

L = حداقل فاصله بین ورودی‌ها و خروجی‌ها (متر)		وضعیت
بزرگراه	آزادراه	
۲۰۰	۳۰۰	(الف)
۲۰۰	۳۰۰	(ب)
۱۰۰	۱۵۰	(ج)
۲۵۰	۴۰۰	(د)

تبصره ۱: تمام فاصله‌ها از راس دماغه (و ته نوک) تا راس دماغه اندازه گرفته می‌شود.
تبصره ۲: در مواردی که فراهم ساختن خط تغییر سرعت یا رعایت حداقل طول لازم برای قسمت تداخلی به طولی بیش از حداقل‌های فوق نیاز داشته باشد، فاصله‌های بین ورودی و خروجی‌ها را باید با توجه به این نیاز گرفت.

۶-۲-۶. همسانی تبادله‌ها

در تبادله، رانندگان وسیله نقلیه‌ای که می‌خواهند وارد راه اصلی شده یا از آن خارج گردند، ناچار به انجام مانورهایی در زمان‌های کوتاه هستند. اگر موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها برای رانندگان ۸ روشن و قابل انتظار باشد، تصمیم‌گیری ساده‌تر شده و از اضطراب رانندگان در محل تبادله کاسته می‌شود. این موضوع به ایمنی و ظرفیت راه می‌افزاید. به علاوه، یکسان بودن طرز مانورها در تبادله‌ها، به آموزش طرز صحیح رانندگی در این نقاط کمک می‌کند.

برای رعایت همسان بودن ۸ تبادله‌ها اصول زیر را باید رعایت نمایند:

۱. در همه حالت ورودی، خروجی و انشعاب باید در سمت راست راه اصلی قرار داده شود. قرار دادن ورودی و خروجی و انشعاب در سمت چپ به ایمنی راه لطمه می‌زند. به علاوه، این کار با اصل همسانی تبادله‌ها مغایرت داشته و مجاز نیست.
۲. قرار دادن دماغه خروجی بعد از سازه روگذر سبب می‌شود که رانندگان وسایل نقلیه نتوانند دهانه آن را به موقع تشخیص دهند. به علاوه، با رعایت این قاعده، سازه راه روگذر

می تواند خود به عنوان یک نشانه به هدایت رانندگان در خروجی ها کمک کند. بنابراین، دماغه کلیه خروجی ها در آزادراه باید قبل از سازه اصلی روگذر قرار داده شود. رعایت این اصل در بزرگراه ها توصیه می گردد.

۳. در راه های جدید، گرفتن انشعاب از رابط خروجی مجاز نیست. در توسعه راه های موجود نیز باید تا آنجا که امکان دارد از این عمل خودداری شود. رابط خروجی چند شاخه (رابطی که از دهانه خارج شده و به دو یا چند راه متفاوت ختم می شود) باعث سردرگمی رانندگان می گردد. نصب صحیح تابلوهای هدایتی و هدایت صحیح رانندگان به مقصدشان، در این نوع رابطه ها مشکل است. برعکس، در نظر گرفتن جاده تقسیم به تابلوگذاری بهتر و هدایت رانندگان کمک می کند ().

۶-۲-۷. تعادل در تعداد خطها

۶-۲-۷-۱. تعداد پایه خط های اصلی

تعداد پایه خطها، کمترین تعداد خط های اصلی است که در طول نسبتاً زیادی از راه صرف نظر از تغییرات حجم ترافیک در آن طول، ادامه می یابد. به عنوان یک سیاست کلی، باید سعی کنند که تعداد پایه خطها را در طول های نسبتاً زیادی ثابت نگه دارند. کاهش تعداد پایه خطها در قسمت های کوتاهی از راه، همیشه مشکل آفرین بوده و باعث شده که این قسمت ها، گلوگاه ترافیکی شوند. باید توجه کنند که اولاً، پیش بینی های ترافیکی برای روزهای عادی است و در روزهای استثنایی سال، در قسمت هایی که تعداد خط های اصلی آن ها کمتر است، راه بندان ایجاد می شود. ثانیاً، هدف اصلی از پیش بینی مقدار ترافیک و محاسبات ظرفیتی، تعیین وزن نسبی جریان های ترافیک به منظور ایجاد تعادل در

طرح هاست و این محاسبات از آن دقت برخوردار نیست که به استناد آن ها بتوان تعداد خط های اصلی را در قسمت های کوتاه، کم و زیاد کرد. ثالثاً، تغییر دادن تعداد خط های اصلی در طول های کوتاه، رانندگان را سردرگم می کند و این موضوع به ایمنی و راحتی راه لطمه می !/.

بنابراین، تغییر دادن تعداد خط های اصلی در طول های کم مجاز نیست، حتی اگر این کار با محاسبات ظرفیتی توجیه پذیر باشد. در داخل و اطراف شهرها که طول راه ها کوتاه است، توصیه می شود که حداقل در هر قسمت از شبکه راه های شریانی درجه ۱ که با یک نام معین مشخص می گردد، تعداد خط های اصلی ثابت نگه داشته شود.

پس از خروجی های دو خطه مهم و انشعاب های خروجی، می توان تعداد پایه خط های اصلی را کاهش داد، به شرط آن که تا پایان راه و یا تا طول حداقل ۵ کیلومتر به افزایش مجدد تعداد پایه خط های اصلی نیاز نباشد.

۶-۲-۷-۲. تعادل تعداد خط ها

حفظ کیفیت و پیوستگی جریان ترافیک و همچنین جاوگیری از به وجود آمدن ۸ گلوگاه های ظرفیتی، ایجاب می کند که تعداد خط ها در همه قسمت های راه متعادل باشد. برای حفظ تعادل تعداد خط ها، رعایت دستورهای زیر الزامی است:

- وقتی دو جریان ترافیک به هم می پیوندند (در ورودی ها و یا ادغام دو راه با یکدیگر)، تعداد خط های ادغام شده باید برابر و یا حداکثر یک خط کمتر از مجموع تعداد خط های دو جریان، قبل از اقدام آن ها باشد.

- وقتی دو جریان ترافیک از هم جدا می شوند (در خروجی ها و یا انشعاب دو راه از یکدیگر)، مجموع تعداد خطها پس از جدا شدن باید برابر و یا حداکثر یک خط بیشتر از تعداد خطها قبل از جدایی آنها باشد.

- تعداد خطهای عبور را نباید هر بار بیش از یک خط تغییر داد. اگر این کار ضروری است، باید این تغییر در دو یا چند مرحله صورت گیرد. هنگام افزایش یا کاهش بیش از دو خط، باید طولی به عرض ثابت، در فاصله بین انتهای لچکی مرحله قبل و شروع لچکی مرحله بعد در نظر بگیرند. در قسمت های خارج از محدوده دهانه های ورودی و خروجی، این طول (بر حسب متر) باید حداقل از $1/5$ برابر، و بهتر است از $2/5$ برابر سرعت طرح راه (بر حسب کیلومتر در ساعت) بیشتر باشد.

۶-۲-۸. تداوم جهت اصلی

طراحی شبکه و نام گذاری راه های شریانی درجه ۱، باید چنان باشد که رانندگان نسبت به جهت اصلی راه سردرگم نشوند. این سردرگمی، مخصوصاً در خروجی های دوخطه و انشعابها پیش می آید؛ چون در این نقاط ممکن است رانندگان خروجی یا انشعاب را به جای مسیر اصلی بگیرند.

تداوم راه و نمایان ساختن جهت اصلی آن با رعایت اصول زیر انجام می شود. رعایت این اصول در راه های شریانی درجه ۱ الزامی است:

الف) جهت اصلی راه که با نام آن مشخص می شود، باید همیشه در سمت چپ قرار گیرد. حتی در مواردی که تعداد خطوط انشعاب از تعداد خطوطی که در جهت اصلی امتداد می یابد، بیشتر است، این دستور باید رعایت شود.

ب) در محل انشعاب، برتری هندسی به جهت اصلی داده شود، مثلاً در وضعیتی که جهت اصلی راه در پیچ تندی قرار می‌گیرد و رابط خروجی در امتداد مستقیم از آن خارج می‌شود، اگر تعداد خطوط خروجی را ۲ یا بیشتر بگیرند، رانندگان ممکن است خروجی را به جای جهت اصلی گرفته و گمراه شوند.

پ) تعداد خط‌های اصلی را نباید در محدوده تبادله‌ها کاهش دهند.

۶-۲-۹. تبادل ناقص و کامل

به عنوان یک قاعده کلی، توصیه می‌شود تبدالی که آزادراه و بزرگراه را به خیابان‌های شریانی درجه ۲ متصل می‌کند، کامل باشد؛ یعنی، همه گردش‌ها از آزادراه و بزرگراه به راه متقاطع امکان‌پذیر باشد. برای رعایت این ضابطه، می‌توان با استفاده از دو خیابان شریانی، یک تبادل کامل ایجاد کرد [۶].

کامل بودن تبدالی که آزادراه‌ها یا بزرگراه‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند، ضروری نیست. در چنین تبدالی، با توجه به صرفه‌جویی و ساده‌تر ساختن تبادل، می‌توان گردش‌هایی را که حجم ترافیک آن‌ها کم است، حذف نمود. برای حذف هر گردش باید به عوامل زیر توجه کرد:

- توسعه آینده و امکانات مرحله‌ای ساختن راه
- امکان استفاده بعضی از گردش‌ها از تبداله‌های دیگر؛ گردش‌های کم اهمیت را می‌توان به سایر راه‌های شریانی و از آنجا به آزادراه مورد نظر، هدایت کرد.
- وضعیت ترافیک شبکه‌های اطراف، قبل و پس از گشایش تبادل

۶-۲-۱۰. قرار گرفتن انتهای رابط‌ها

در تعیین جای مناسب برای انتهای رابط (چه در جاده های کناری و چه در خیابان های متقاطع)، باید به فراهم بودن فاصله دید کافی برای گردش به چپها، هزینه، وضعیت حریم راه و آبادانی های اطراف توجه کنند. در انتخاب محل انتهای رابط، اصول زیر را رعایت نمایند:

- تا حد امکان، انتهای رابط را در قسمتی از راه متقاطع قرار دهند که شیب طولی آن ملایم تر است. سعی کنند که شیب طولی راه متقاطع در محل انتهای رابط از ۴ درصد بیشتر نباشد.

- تا حد امکان، انتهای رابط را در قسمت مستقیم راه متقاطع قرار دهند. چون طراحی تقاطع در قوسها مشکل و پیچیده است.

- انتهای رابط را در نقطه ای قرار دهند که دید کافی برای گردش به چپ از رابط به خیابان متقاطع فراهم باشد. مخصوصاً سعی کنند که انتهای رابط تا حد امکان با نقطه شروع یا خاتمه قوس گنبدی روگذری که که از روی آزادراه یا بزرگراه می گذرد، فاصله داشته باشد. اگر ناچار شوند که انتهای رابط را در نزدیکی قوس گنبدی قرار دهند، باید کافی بودن فاصله دید قائم را در این نقطه دقیقاً کنترل کنند.

- فاصله بین تقاطع واقع در انتهای رابط و نزدیک ترین تقاطع با چراغ راهنما (یا تقاطع مهمی که پیش بینی می شود در آینده با چراغ راهنما کنترل می شود)، از حداقل مطلق ۱۰۰ متر کمتر نباشد. حداقل مطلوب برای این فاصله ۱۵۰ متر است.

۶-۲-۱۱. کاهش تعداد خطها در آزادراه و بزرگراه

کاهش تعداد خطهای اصلی آزادراه و بزرگراه در محدوده تبادلها مجاز نیست. چنانچه کاهش تعداد خطهای اصلی ضروری است، این کاهش باید بعد از تبادل و در جایی انجام

شود که نقطه شروع حذف خط، حداقل ۵۰۰ متر تا نزدیک‌ترین دماغه ورودی و یا خروجی فاصله داشته باشد. به علاوه، باید کافی بودن فاصله دید را در محل کاهش تعداد خط‌ها کنترل کنند، به نحوی که رانندگان بتوانند از فاصله کافی محل کاهش خط را تشخیص دهند. به همین دلیل، توصیه می‌شود که از کاهش دادن تعداد خط‌های اصلی در محدوده قوس‌های قائم گنبدی که دید را محدود می‌کند، خودداری نمایند.

کاهش تعداد خط‌ها باید در سمت راست انجام شود. کاهش خط از سمت چپ در هیچ راه شریانی و از جمله در آزادراه و بزرگراه مجاز نیست.

۶-۲-۱۲. قسمت‌های تداخلی

قسمت‌های تداخلی از نظر حرکت وسایل نقلیه نامطلوب‌اند و در تعیین موقعیت ورودی‌ها، خروجی‌ها و انشعاب‌ها سعی کنند که چنین قسمت‌هایی به وجود نیاید. اما، این کار همیشه ممکن، عملی و اقتصادی نیست. در این صورت باید ضوابط زیر را در مورد قسمت‌های تداخلی رعایت نمایند:

- صرف‌نظر از حجم ترافیک، طول قسمت تداخلی (دماغه ورودی تا دماغه خروجی) نباید از حداقل‌های ارائه ۴۷ در بخش ۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، کمتر باشد. رعایت این ضابطه، در مورد قسمت‌های تداخلی واقع در تبادل‌های شبدری ضروری نیست.

- فاصله نوک ورودی تا نوک خروجی، نباید از طول‌های حداقلی که مطابق آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری بر اساس سرعت طرح و حجم ترافیک تداخلی تعیین می‌شود، کمتر باشد.

۶-۲-۱۳. دهانه‌های رابط

دهانه‌های رابط، به دو نوع تقسیم می‌شوند:

- دهانه خروجی
- دهانه ورودی.

۶-۲-۱۳-۱. دهانه خروجی

تعداد خط‌های رابط در دهانه: قرار دادن بیش از یک خط عبور در دهانه رابط خروجی فقط در صورتی مجاز است که حجم ترافیک خط سمت راست، بلافاصله قبل از شروع خط تغییر سرعت، از ۱۸۰۰ وسیله نقلیه معادل سواری در ساعت بیشتر باشد. اگر از نظر ظرفیت دهانه، یک خط کافی، ولی در بدنه رابط دو خط لازم است، باید با رعایت ضوابطی که در * (بخش (پلان و نیم‌رخ‌های طولی) آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری برا + کاهش عرض تعیین شده، تعداد خط‌ها را در دهانه به یک خط کاهش دهند.

قرار دادن دهانه خروجی در قوس‌های چپ‌گرد، این احتمال را پیش می‌آورد که رانندگان وسایل نقلیه، خروجی را به جای مسیر اصلی بگیرند و ناگهان در دهانه خروجی متوجه اشتباه خود شوند و مسیر خود را به طور ناگهانی عوض کنند و موجب تصادفات شدید گردند.

برای جلوگیری از این امر، باید از قرار دادن دهانه خروجی دوخطه در قوس‌های چپ‌گرد مطلقاً خودداری کرده و نسبت به قرار دادن رابط‌های یک خطه نیز احتیاط به خرج دهند. به علاوه، باید با استفاده دقیق از تابلوهای هدایتی و خط‌کشی، مسیر اصلی و خروجی را برای رانندگان وسایل نقلیه از فاصله‌ای کافی، مشخص و متمایز نمایند.

فاصله دید: از نظر ایمنی و آرامش رانندگی، بهتر است رانندگان بتوانند محل خروجی را از فاصله‌ای کافی برای تصمیم‌گیری و انتخاب ببینند. بنابراین، مطلوب آن است که دماغه

خروجی از فاصله‌ای برابر فاصله دید انتخاب دیده شود. در تعیین این فاصله دید، ارتفاع چشم را از سطح جاده ۱/۰۵ متر و ارتفاع جسم، برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. اما تأمین حداقل مطلوب فوق همیشه ممکن نیست. در شرایط مشکل، می‌توان فاصله دید را در نزدیکی خروجی کمتر از حداقل مطلوب فوق در نظر گرفت. باید سعی کنند که تا حد امکان، دید بیشتری در نزدیکی خروجی فراهم باشد. برای جزئیات بیشتر در خصوص فاصله دید به بخش ۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، مراجعه شود. اگر فاصله دید در دهانه خروجی کمتر از فاصله دید انتخاب است، طرح تابلوهای هدایتی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در این وضعیت، باید دست کم دو تابلوی هدایتی بالاسری در نظر بگیرند و رانندگان را به کمک آن‌ها از نزدیک شدن به خروجی آگاه نمایند.

اگر مسیر راه اصلی در محل دهانه خروجی قوس راست‌گرد است، فاصله دید افقی و قائم دست کم باید برابر فاصله دید انتخاب باشد تا رانندگان بتوانند دماغه خروجی را از فاصله کافی ببینند.

برای جزئیات مربوط به خط کاهش سرعت، شیب عرضی به پلان و نیم‌رخ‌های طولی، جدول و... در دهانه خروجی به بخش ۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری مراجعه شود.

۶-۲-۱۳-۲. دهانه ورودی

تعداد خط‌های رابط در دهانه: قرار دادن بیش از یک خط اصلی در دهانه رابط ورودی فقط در صورتی مجاز است که حجم ترافیک خط سمت راست بلافاصله پس از خاتمه خط تغییر سرعت (شروع لچکی ورودی) از ۱۷۵۰ معادل سواری در ساعت تجاوز کند.

اگر رابط ورودی را مطابق استانداردهای تعیین ۴۷ طراحی نکنند، ایمنی ورودی در اوقات غیرشلوغ کاهش می‌یابد و در اوقات شلوغ به صورت یک تقاطع هم‌سطح عمل می‌-

کند. به این ترتیب، ایمنی و کارایی راه به شدت لطمه می بیند. عدم رعایت ضوابط اتصال صحیح در دهانه ورودی ها و خروجی های راه های موجود، این نقاط را به گره های اصلی ترافیکی این راه ها تبدیل کرده است.

فاصله دید: در محل ورودی، راننده وسیله نقلیه ورودی می بایست بتواند وسایل نقلیه ای را که در خط سمت راست راه اصلی در حرکت اند، از فاصله کافی ببیند. اگر بلافاصله پس از دماغه ورودی وسیله نقلیه اش را وارد خط سمت راست کند، تصادف پیش نم آید.

همچنین، رانندگان وسایل نقلیه ورودی باید بتوانند خاتمه خط افزایش سرعت را از فاصله ای، حداقل برابر با فاصله دید توقف ببینند. برای تعیین این فاصله دید، ارتفاع چشم را ۱/۰۵ متر و ارتفاع جسم را برابر صفر بگیرد، و با استفاده از فرمول ها + مربوط به تعیین فاصله دید افقی و قائم و یا به طریق ترسیمی، وضعیت دید افقی و قائم را بر روی پلان و نیم رخ طولی کنترل نمایید.

برای جزئیات مربوط به خط افزایش سرعت، جدول، عرض رابط و... به بخش ۵ آیین نامه طراحی راه های شهری مراجعه شود.

۶-۲-۱۳-۳. بدنه رابط ها

تعداد خط ها: تعداد خط ها در بدنه رابط لزوماً نباید با تعداد آن ها در دهانه یا انتهای رابط برابر باشد. دهانه های ورودی و خروجی غالباً یک خطه است. برعکس، به منظور افزایش ظرفیت و تنظیم ترافیک، به تعداد خط ها در انتهای رابط می افزایند.

تعداد خط ها در بدنه رابط، بر اساس عوامل زیر تعیین می شود:

- حجم ترافیک
- سرعت طرح

- طول رابط
- شیب رابط.

به علاوه، معادل سواری وسایل نقلیه سنگین و اتوبوس با افزایش شیب سربالایی رابط بیشتر می‌شود و به این ترتیب، ظرفیت طراحی، تابع شیب طولی رابط است. برای جزئیات بیشتر به بخش ۵ آیین نامه طراحی راه‌های شهری مراجعه شود.

اگر طول رابط از ۳۰۰ متر بیشتر است، صرف‌نظر از حجم ترافیک آن، باید بدنه را دو خطه طراحی کنند تا وسایل نقلیه بتوانند از یکدیگر سبقت بگیرند.

اگر رابط در سربالایی تند واقع است و طول شیب آن از طول‌هایی که در جدول (۶-۱۶) (برای هر شیب طولی) تعیین شده بیشتر می‌باشد، باید صرف‌نظر از حجم ترافیک رابط، بدنه آن را دوخطه طراحی کنند.

همچنین، رابط‌های مربوط به پایانه‌های بار، ترمینال‌های اتوبوس، مناطق انبارها و بندرگاه‌ها را باید دوخطه طراحی نمایند.

سرعت طرح: سرعت طرح رابط را باید متناسب با نوع راه‌های مرتبط و نوع رابط و با توجه به محدودیت‌های فیزیکی و اجرایی تعیین کنند. در رابط‌هایی که آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها را به هم متصل می‌کند، مطلوب آن است که سرعت طرح رابط، تا آنجا که عملی و مقرون به صرفه است، به سرعت طرح راه‌های مرتبط نزدیک باشد. سرعت طرح رابط‌ها را نباید از حداقل‌های تعیین شده در جدول (۶-۱۷) کمتر بگیرند.

جدول شماره ۶-۱۶: حداکثر طول قسمت یک خطه در رابط‌ها [۶]

۵	۴ تا ۵	۳ تا ۴	شیب طولی (درصد)
۱۰۰	۱۵۰	۲۵۰	حداکثر طول قسمت یک خطه (متر)

جدول شماره ۶-۱۷: حداقل سرعت طرح انواع رابط‌ها [۶]

نوع رابط	حداقل سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
رابط میان بر	۶۰
رابط راست گرد	۵۰
رابط چنبری	۴۰ و در موارد ناچاری ۳۰

فاصله دید: در بدنه رابطها، گاهی موارد دید واقع در کنار راه (جان پناه، پایه های پل و یا شیروانی خاکبرداری)، دید رانندگان را محدود می کند. باید مطابق ضوابط تعیین شده در بخش ۲ آیین نامه طراحی راه های شهری، فراهم بودن فاصله دید افقی را در محل این قبیل موانع کنترل کنند و اگر برای تأمین دید افقی ضروری است، موانع دید را در فاصله دورتری نسبت به لبه سواره رو قرار دهند.

خط های اصلی: عرض هر خط رابط در قسمت های مستقیم و یا در قوس هایی که شعاع داخلی آن ها از ۷۵ متر بزرگ تر است، باید $\frac{3}{5}$ متر گردد. عرض خط کمتر از $\frac{3}{5}$ متر برای رابط مجاز نیست، حتی اگر عرض خط راه اصلی کمتر از این مقدار باشد.

شانه: در رابطها، باید شانه راست و شانه چپ در نظر بگیرند. عرض شانه ها به شرح زیر تعیین می شود:

- شانه های راست:

در رابط های یک خطه، $\frac{3}{10}$ متر

در رابط های دو خطه، $\frac{1}{5}$ متر

- شانه های چپ:

در همه رابطها، $\frac{0}{5}$ متر

عرض شانه کمتر از $\frac{0}{5}$ متر نیز مجاز نیست. رویه شانه های چپ و راست رابطها باید از نوع بتن آسفالتی و روسازی آن ها، بایستی مطابق مشخصات روسازی سواره رو رابط باشد.

برای جزئیات مربوط به شیب عرضی، پلان و نیم‌رخ‌های طولی، فاصله آزاد جانبی و... بدنه رابط به بخش ۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری مراجعه شود.

۶-۲-۱۳-۴. انتهای رابط

اصول طراحی: انتهای رابط را، با توجه به حجم ترافیک رابط و حجم ترافیک خیابان متقاطع، به صورت سه‌راه یا چهارراه طراحی می‌کنند و برای کنترل آن، چراغ راهنما، تابلوی "ایست" و یا تابلوی "رعایت تقدم" به کار می‌برند. انتهای رابط مانند یک تقاطع هم‌سطح می‌باشد و اصول و ضوابط طراحی که در مورد تقاطع‌ها بیان شده، در مورد آن صادق است. **تعداد خط‌ها:** برای افزایش ظرفیت تقاطع و تنظیم ترافیک، می‌توان تعداد خط‌ها را در انتهای رابط افزایش داد و خط‌های ویژه گردش به چپ یا به راست در نظر گرفت.

فاصله دید: اگر دهانه تقاطع واقع در انتهای رابط را با تابلوی "ایست" یا "رعایت تقدم" تنظیم کنند، باید کافی بودن دید را برای وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند از رابط خارج شوند، دقیقاً کنترل کنند. غالباً جان‌پناه پل روگذر واقع در روی آزادراه و بزرگراه، مانع دید افقی و قوس گنبدی روگذر، مانع دید قائم می‌گردد. کافی بودن دید را مطابق ضوابط و به روش‌هایی که در بخش (تقاطع‌ها) ارایه شده، باید دقیقاً بررسی کنند.

خطر ورود اشتباه: در انتهای رابط، این احتمال وجود دارد که وسایل نقلیه از راه متقاطع به اشتباه وارد رابط خروجی شوند. هر چند احتمال چنین اشتباهاتی زیاد نیست، اما به علت شدت تصادفات ناشی از آن، باید تا حد امکان تقاطع را طوری طرح کنند که احتمال چنین اشتباهی کمتر باشد.

تجارب بین‌المللی نشان داده که احتمال ورود اشتباه به رابط خروجی در تبادل‌های ناقص بیشتر است. همچنین، بیشترین احتمال اشتباه، در رابط‌های خروجی است که با

- زاویه قائمه یا نزدیک به آن، یک راه دوطرفه را قطع می کند . به علاوه هر چه رابط خروجی در محل انتها عریض تر باشد، احتمال ورود اشتباه به آن بیشتر است. بر این اساس، برای کاهش احتمال ورود اشتباه رهنمودهای زیر ارائه می شود:
- سعی کنند که تبادل بین آزادراه و بزرگراه را با سایر راهها کامل بسازند؛ به نحوی که از راه متقاطع بتوان به هر دو جهت آزادراه و بزرگراه وارد شد.
 - در نظر گرفتن میانه در راه متقاطع، احتمال اشتباه را کم می کند. گذاشتن سکوی بتنی در میانه راه متقاطع از خط کشی موثرتر است.
 - انتهای رابط را باید با توجه به احتمال ورود اشتباه طراحی کنند. همچنین باید در جریان * (+ ترافیک دقت نمایند تا رانندگان کمتر به چنین اشتباهی دچار شوند.
 - در راه متقاطع یک طرفه و یا در حالتی که گردش به چپ از رابط ممنوع است، انتهای رابط را می توان چنان طراحی کرد که احتمال ورود اشتباه وجود نداشته باشد.
 - چون ورود اشتباه غالباً در تاریکی شب پیش می آید، روشنایی دادن به تقاطع احتمال ورود اشتباه را کم می کند.
 - برای آن دسته از رانندگان وسایل نقلیه ای که احتمال دارد به اشتباه وارد رابط خروجی شوند، تابلوهای ورود ممنوع، گردش ممنوع و تعیین جهت حرکت نصب نمایند.
 - قبل از تقاطع، تابلوهای هدایتی مناسب نصب کنند.

خلاصه

در این فصل، به معرفی انواع تقاطع های هم سطح، غیرهم سطح و ضوابط طراحی آنها پرداخته شد. در ابتدا، عواقب طراحی و اجرای نامناسب تقاطع ها ارایه ۷ و سپس اهداف و

اصول طراحی هندسی تقاطع‌ها بیان گردید. اصول جریان* (+ ترافیک) جریان‌های اصلی عبور، سطوح برخورد، زاویه تقاطع، نقاط برخورد، خطوط عبور کمکی تغییر سرعت، ترافیک گردشی و جزیره‌های ترافیکی)، ارایه ۷.

وسایل نقلیه طرح تقاطع، خطوط افزایش و کاهش سرعت برای حرکت‌های گردشی و ضوابط طراحی آن‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. جزئیات قوس گوشه تقاطع و مسیره‌های گردشی تقاطع ارایه و مکان‌یابی ایستگاه‌های اتوبوس در تقاطع، طول مطلوب ایستگاه و ضوابط مهم در کنترل و ایمنی تقاطع‌ها مطرح گردید.

در انتها نیز تبادله‌ها، انواع آن‌ها، فاصله مناسب بین تبادله‌ها، موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها در تبادله‌ها و... مورد بررسی قرار گرفت.

خودآزمایی

۱. چند نمونه از عواقب طراحی و اجرای نامناسب تقاطع‌ها را بیان کنید؟
۲. منظور از مسیر گردشی و مسیر واگرد چیست؟
۳. دو نمونه از تبادله کامل در شهر خودتان را نام ببرید؟
۴. موقعیت مناسب ایستگاه‌های اتوبوس در تقاطع سه‌راهی کجاست؟
۵. منظور از تبادله ناقص چیست؟
۶. کاهش تعداد خط‌ها در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به چه صورتی انجام می‌شود؟