شهرسبز

پیشگام در آموزش و نوآوری

www.shahresabz.com

info@shahresabz.com

میدان ونک، بزرگراه حقانی، مسیر غرب به شرق، بعد از تقاطع بزرگراه شهید مدرس، خروجی کتابخانه ملی، باغ کتاب تهران

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاونت حمل و نقل

آیین‌نامه طراحی معابر شهری

سال ۱۳۹۹

بخش ۷

تقاطع‌ها

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

آیین‌نامه طراحی معابر شهری

بخش هفتم: تقاطع‌ها

تهیه‌کننده: معاونت حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی

مجری: معاونت پژوهشی دانشگاه تهران

تاریخ: تیر ماه ۱۳۹۹

بسم الله الرحمن الرحيم
ولله غيب السموات والأرض

خواننده گرامی

وزارت راه و شهرسازی با استفاده از نظرات کارشناسان برجسته، اقدام به تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» کرده و آن را جهت استفاده جامعه مهندسین کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهای مفهومی و فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بخش، شماره بند و صفحه مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان کنید.

۳- در صورت امکان، اصلاحات مورد نظر را به منظور جایگزینی، ارسال نمایید.

۴- اطلاعات خود را به منظور تماس احتمالی ذکر کنید.

کارشناسان این امر، نظرها و پیشنهادهای دریافتی را به دقت مطالعه کرده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر خوانندگان محترم قدردانی می‌شود.

اطلاعات تماس:

تهران، میدان آرژانتین، بلوار آفریقا، اراضی عباس آباد، ساختمان شهید دادمان، وزارت راه و شهرسازی جمهوری اسلامی ایران.
کد پستی: ۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲
تلفن: ۹-۸۸۸۷۸۰۳۱-۰۲۱

Email: info@mrud.ir
https://www.mrud.ir

تاریخ : ۱۳۹۹/۰۹/۲۲
شماره: ۱۲۵۱۰۵/۳۰۰صادره
پیوست : ندارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاون شهرسازی و معماری و دبیر شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

موضوع: اعلام و ابلاغ مصوبه شورایعالی شهرسازی و معماری ایران
آیین نامه طراحی معابر شهری

با سلام و احترام

به استحضارمیرساند: شورایعالی شهرسازی ومعماری ایران درجلسه مورخ ۹۹/۴/۲ پیرو مصوبات جلسات مورخ ۷۳/۹/۷ و ۹۴/۱۱/۱۹ خود و در اجرای مصوبه مورخ ۹۴/۸/۱۳ هیات محترم وزیران مبنی بر لزوم به روزرسانی " **آئین نامه طراحی راه های شهری** " توسط وزارت راه و شهرسازی ، آئین نامه اصلاح شده پیشنهادی معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی (و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران) را پیرو تصویب درجلسه مورخ ۹۹/۴/۲ شورایعالی ترافیک شهرهای کشور مورد بررسی قرارداد و ضمن تصویب نهایی مقررنمود سند مذکور با اعمال اصلاحات مندرج در صورتجلسه مورخ ۹۸/۱۱/۳۰ کمیته فنی شماره ۵ شورا (کمیته فنی طرح های فرادست وکلان مقیاس) توسط دبیرشورایعالی به مراجع ذیربط ابلاغ شود. همچنین مقررشد معاونت حمل ونقل وزارت راه و شهرسازی تدابیر لازم جهت انتشار عمومی آئین نامه مصوب را اتخاذ نماید.

لذا دراجرای ماده۴۲آیین‌نامه نحوه بررسی وتصویب طرحهای توسعه وعمران مصوب مورخ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ شورایعالی شهرسازی و معماری ایران پیرامون **آیین نامه طراحی معابر شهری**، به پیوست آیین نامه مذکوردر۱۲ بخش درقالب یک حلقه لوح فشرده جهت اجرا ابلاغ می‌گردد.

آیین نامه حاضر درراستای انجام تکالیف قانونی وزارت راه وشهرسازی باتوجه به ابلاغی شماره ۵۱۰۲۴/۱۱۹۵۱۲ مورخ ۹۴/۹/۱۰هیات محترم وزیران درخصوص به روزرسانی آیین نامه طراحی راههاوخیابانهای شهری(مصوب ۷۳/۹/۷ شورایعالی شهرسازی ومعماری ایران) باعنوان **آیین نامه طراحی معابر شهری**توسط معاونت حمل ونقل وزارت متبوع تدوین وپس ازتصویب دریکصدو پنجاه وچهارمین ویکصدوپنجاه وپنجمین جلسه شورایعالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور ، در جلسات مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۹ و ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ شورایعالی شهرسازی و معماری ایران مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت .

ضمناً لازم می داند به دلیل اهمیت موضوع و ضرورت تحقق اهداف مورد پیگیری آئین نامه (از جمله به روزرسانی رویکردها، مفاهیم و نحوه طراحی خیابان،بهبود کیفیت طرح ها بااعمال سیاست ها، خط مشی های اساسی و اصلاح الگوهای مربوط به حمل و نقل شهری، وفراهم ساختن یک مرجع واحد مورد استناد) برلزوم اجرای مصوبه شورایعالی شهرسازی ومعماری (مبتنی برنظرات صورتجلسه مورخ ۹۸/۱۱/۳۰کمیته فنی آن شورایعالی) تصریح وتاکید شود:

آدرس :میدان آرژانتین، بلوار آفریقا،اراضی عباس آباد،ساختمان شهید دادمان،وزارت راه وشهرسازی(کدپستی:۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲) تلفن:۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی:۸۸۶۴۶۳۳۳ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از درجه اعتبار ساقط می باشد)

تاریخ : ۱۳۹۹/۰۹/۲۲
شماره: ۱۲۵۱۰۵/۳۰۰صادره
پیوست : ندارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاون شهرسازی و معماری و دبیر شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

۱ – تمامی نهادهای ذیربط در امر تهیه، بررسی وتصویب و اجرای طرح های توسعه شهری مکلف به رعایت این آئین نامه بوده و لازم است تمهیدات حقوقی، قراردادی، مالی و اعتباری و اجرایی لازم برای تحقق آن را فراهم آورند.

۲ – جایگاه این آئین نامه در نظام فنی و اجرایی کشور ظرف مدت ۳ ماه پس از ابلاغ آن توسط دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، با هماهنگی های لازم با دفتر نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه، تعیین خواهد شد.

۳ – بازنگری وبروزرسانی آئین نامه با ارائه پیشنهادازجانب معاونت هماهنگی امورعمرانی وزارت کشور،معاونت حمل ونقل یامعاونت شهرسازی معماری وزارت راه وشهرسازی به دبیرخانه شورایعالی شهرسازی ومعماری صورت خواهد گرفت.

٤ – نظر به اهمیت **نظام مدیریت اجرایی و پایش و بهنگام سازی** آئین نامه،این نظام مبتنی بر الزامات ساختاری و فرایندهای اجرا و کنترل آئین نامه(چه کنشگرانی با چه نقش و وظیفه ای طی چه فرایندی عمل نمایند) در سه سطح الف : تهیه طرح های شهرسازی و ترافیکی(طرح های جامع ترافیک،طرح های توسعه شهری)، ب: پروژه های اجرایی مثل طراحی تقاطع ها و اجرایی کردن طرح های توسعه شهری و طرح های جامع ترافیکی، و پ: پایش ونظارت و ارزیابی اقدامات ظرف مدت۶ ماه توسط معاونت حمل ونقل وزارت راه وشهرسازی تهیه و برای اخذ مصوبه تکمیلی ازشورایعالی شهرسازی و معماری به دبیرخانه این شورا ارائه خواهد شد.

۵ – نظر به اهمیت حرکت پیاده درشهرهای امروز ووجود برخی کاستی ها و ناهماهنگی های موجود در طراحی و احداث و بهره برداری پیاده راه های شهری، وزارت کشور و شهرداری ها ، حداکثرظرف مدت یک سال درساختار تشکیلاتی خود بخش ویژه ای به عنوان متولی مدیریت این سهم از جابه جایی ها در شهرها را پیش بینی و اجرایی خواهند نمود.

۶ – با توجه به تصویب آئین نامه درشورایعالی شهرسازی ومعماری وشورایعالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور ضروری است مراتب ازطریق این دوشورا موردنظارت وپیگیری قرارگیرد.براین اساس دبیرخانه شورایعالی شهرسازی ومعماری با همکاری معاونت هماهنگی امور عمرانی وزارت کشور ومعاونت حمل ونقل وزارت راه وشهرسازی، گزارش تحقق این ابلاغیه (وموانع احتمالی) را، متناسب با زمانبندی احکام آن، به شورایعالی شهرسازی و معماری ارائه خواهد کرد.

با ابلاغ این آئین نامه، آئین نامه قبلی (مصوب ۷۳/۹/۷ شورای عالی شهرسازی و معماری) لغو و آئین نامه جدید جایگزین آن خواهد شد. بر این اساس تعاریف واژه های تخصصی بکار رفته در این آئین نامه نیز جایگزین تعاریف گذشته شده و از این پس ملاک عمل خواهند بود. خواهشمند است دستور فرمایید مراتب به نحو شایسته به تمامی مراجع ذیربط انعکاس یابد.

فرزانه صادق مالواجرد

آدرس :میدان آرژانتین، بلوار آفریقا،اراضی عباس آباد،ساختمان شهید دادمان،وزارت راه وشهرسازی(کدپستی:۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲) تلفن:۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی:۸۸۶۴۶۳۳۳ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از درجه اعتبار ساقط می باشد)

پیشگفتار وزیر راه و شهرسازی و رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

شبکه معابر شهری از جمله فضاهایی است که به سبب وجود نقش‌های عملکردی مختلف، نحوه طراحی آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در سال‌های گذشته «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» مصوب سال ۱۳۷۳ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران به عنوان یک مرجع واحد و مبنای مشخص به منظور طراحی و ارزیابی طرح‌های مرتبط با شبکه معابر شهری نظیر طرح‌های توسعه و عمران (جامع) شهری، طرح‌های هادی، تفصیلی و ... مورد استفاده و استناد قرار می‌گرفت. تناسب محتوایی این آیین‌نامه با اقتضائات زمان خود از یک طرف و نیازهای عصر حاضر جوامع شهری از طرف دیگر سبب شده تا با توجه به گونه‌های مختلف حمل‌ونقل پایدار و لزوم تغییر نگرش در طراحی شبکه معابر شهری، به‌روزرسانی این آیین‌نامه به عنوان مبنایی برای طراحی‌های آینده در دستور کار قرار بگیرد. در نظر گرفتن نیاز همه کاربران شبکه معابر، بازیابی نقش اجتماعی این فضاهای شهری، اولویت‌دهی به کاربران آسیب‌پذیر نظیر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران، اهمیت حمل‌ونقل همگانی و کاهش وابستگی به خودروی شخصی تنها بخشی از مسائل اساسی در به‌روزرسانی «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول توسعه پایدار بوده است.

هیأت وزیران در جلسه ۱۳۹۴/۸/۱۳ به استناد اصل یکصد و سی و چهارم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران با پیشنهاد به‌روزرسانی «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار موافقت کرد. دستگاه مجری این مصوبه «وزارت راه و شهرسازی»، دستگاه همکار «وزارت کشور» و دستگاه ناظر «کمیسیون خاص امور کلان‌شهرها» معرفی شد.

خلاصه آن چه که به عنوان اهداف اصلی از تهیه نسخه بازنگری شده «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» دنبال شده عبارت است از:

- به‌روزرسانی مفاهیم، رویکردها و شیوه‌های طراحی معابر شهری بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار
- بازنگری در ضوابط طراحی شبکه معابر شهری با رویکرد انسان محوری
- توجه به نقش‌های مختلف معابر شهری شامل نقش‌های ترافیکی، اجتماعی و زیست محیطی
- ایجاد یکپارچگی در شبکه‌های ارتباطی شهرها و استفاده بهینه از شیوه‌های مختلف سفر شامل پیاده، دوچرخه، حمل‌ونقل همگانی و خودروی شخصی
- فراهم کردن یک مرجع واحد، کاربردی و بومی به منظور یکپارچه‌سازی طرح‌ها و ارزیابی‌ها
- آموزش روش‌های جدید طراحی معابر شهری به طراحان و جامعه حرفه‌ای

طبق بند ۴ از ماده ۲ قانون تأسیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، نسخه بازنگری شده «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» تحت عنوان «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» و به عنوان بخشی از آیین‌نامه‌های شهرسازی در تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ به تصویب شورای مذکور رسید.

محمد اسلامی

پیشگفتار معاون حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی

معابر شهری به عنوان عنصری که بیشترین سهم را در میان انواع فضاهای همگانی شهری به خود اختصاص داده و بخش مهمی از ساختار فضایی شهر را شکل می‌دهند، از اهمیت زیادی در طراحی و توسعه شهرها برخوردار هستند. معابر از همان زمان شکل‌گیری، مرکز حیات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی شهرها بوده‌اند، ولی این نقش‌ها در ادامه با فراگیر شدن مدرنیسم، تغییر کرده و تا حدودی از بین رفته است. این تغییر با در نظر گرفتن خطوط عبور متعدد و عریض برای خودروها و فضایی اندک برای حرکت عابران پیاده به عنوان مبنای طراحی معابر در سر تا سر جهان در نظر گرفته شد. به این ترتیب، بسیاری از خیابان‌های شهری در درجه اول به دالانی برای جابجایی و حضور انواع وسایل نقلیه به ویژه سواری شخصی تبدیل شدند. اتخاذ همین رویکرد در طراحی معابر شهرهای کشورمان در سال‌های گذشته، موجب کم رنگ شدن نقش اجتماعی و پیاده مداری خیابان‌ها، عدم توجه کافی به حمل‌ونقل همگانی و به خطر افتادن ایمنی عابران پیاده و دوچرخه‌سواران شده است. نگرش پیشین، یعنی تأمین عرضه متناسب با تقاضای استفاده از خودروی شخصی، موجب توجه بیش از حد به این شیوه سفر در شهرهای کشور شده است.

پیامدهای منفی حاصل از برنامه‌ریزی و طراحی خودرو محور معابر و تلاش‌های انجام شده برای مقابله با مشکلات ناشی از این شیوه طراحی، منجر به ظهور مباحث نوین حمل‌ونقل شهری پایدار و به تبع آن تغییر اولویت شیوه‌های سفر در سال‌های اخیر شده است. رویکردهای جدید برنامه‌ریزی، در طراحی شبکه معابر شهری نیز منعکس شده و منجر به توسعه خیابان‌های دوستدار پیاده، دوچرخه و حمل‌ونقل همگانی در کشورهای توسعه یافته شده و حرکت سواری‌های شخصی را محدود کرده است. از این رو، با توجه به تغییر نگرش جهانی نسبت به موضوع طراحی معابر شهری و تأکید متخصصان این حوزه بر لزوم پیاده‌سازی اصول حمل‌ونقل پایدار در طراحی‌ها، موضوع بازنگری «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار از اواخر سال ۱۳۹۶ در دستور کار وزارت راه و شهرسازی قرار گرفت و انجام آن به معاونت پژوهشی دانشگاه تهران واگذار شد.

پیش‌نویس اولیه این آیین‌نامه در اردیبهشت ۱۳۹۸ ارائه شد. پس از آن با برگزاری جلسات متعدد کارشناسی و مدیریتی در حوزه معاونت حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی، کمیته فنی شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور، کمیته فنی شورای عالی شهرسازی و معماری ایران و همچنین اخذ نظرات مجامع دانشگاهی، جامعه مهندسین مشاور و شهرداری‌های شهرهای مختلف، پیش‌نویس این آیین‌نامه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

یکی از چالش‌های اصلی در طراحی شبکه معابر شهری، حل تعارض میان نقش ترافیکی و نقش اجتماعی معبر است. لذا تدوین مرجعی واحد بر اساس دیدگاه‌های متخصصان حوزه‌های شهرسازی و حمل‌ونقل شهری، می‌تواند راه حلی کارآمد در جهت حل این مشکل باشد. از این رو در مراحل مختلف تدوین نسخه بازنگری شده آیین‌نامه، جلسات متعددی با حضور کارشناسان این دو حوزه برگزار شد و پس از دریافت و اعمال نظرات آنها، محتوای نهایی آیین‌نامه به دست آمد. در نهایت، نسخه بازنگری شده با عنوان «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» در یکصد و پنجاه و چهارمین و یکصد و پنجاه و پنجمین جلسه شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور مصوب شد و سپس در جلسه مورخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران رسید.

در نسخه جدید این آیین‌نامه که همچون نسخه پیشین در دوازده بخش تدوین شده، توجه به اصول حمل‌ونقل پایدار مورد تأکید قرار گرفته است. بخش اول این آیین‌نامه، تحت عنوان «مبانی»، در واقع توضیح مفصلی از تغییر رویکردهای به وجود آمده در زمینه طراحی معابر شهری، مطابق با آخرین تحقیقات و دستاوردها است که مبنایی برای تدوین سایر بخش‌های این آیین‌نامه بوده و در آن اصول کلی و حاکم بر طراحی‌ها و معیارها، تشریح شده است. با توجه به اهمیت مباحث مربوط به شیوه سفر همگانی، بخش جدیدی با عنوان «حمل‌ونقل همگانی» ارائه شده است. همچنین مطابق با نسخه قبلی، بخش‌های جداگانه‌ای به شیوه‌های سفر پیاده و دوچرخه اختصاص یافته است. لازم به ذکر است که با توجه به اهمیت شیوه‌های سفر غیر موتوری و حفظ ایمنی کاربران این شیوه‌ها، بخش جداگانه‌ای، تحت عنوان «آرام‌سازی ترافیک» به نسخه جدید آیین‌نامه اضافه شده است. در نهایت دوازده، بخش آیین‌نامه با عناوین «مبانی»، «پلان و نیمرخ‌های طولی»، «اجزای نیمرخ‌های عرضی»، «تندراه‌ها و تبادل‌های شهری»، «خیابان‌های شهری»، «آرام‌سازی ترافیک»، «تقاطع‌ها»، «حمل‌ونقل همگانی»، «حمل‌ونقل و کاربری زمین»، «مسیرهای پیاده»، «مسیرهای دوچرخه» و «تجهیزات ایمنی» تدوین شده است.

بر اساس مطالب ارائه شده در بخش‌های مختلف آیین‌نامه، طراحان باید استفاده همه کاربران معبر اعم از عابران پیاده، دوچرخه‌سواران، استفاده‌کنندگان از حمل‌ونقل همگانی، شخصی و خودروهای باری را در نظر بگیرند و نه تنها حرکت خودرو که جابجایی افراد و توزیع بار در شبکه را نیز مد نظر قرار دهند.

در طراحی معابر شهری، ضمن رعایت ضوابط و استانداردهای این آیین‌نامه باید به کمک ایده‌های خلاقانه، سازگار، مقرون به صرفه و انعطاف‌پذیر، بین ابعاد مختلف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی طرح، توازن ایجاد شود و نیازهای استفاده‌کنندگان مختلف پوشش داده شود. از طرفی تدوین دستورالعمل‌های محلی به اقتضای شرایط هر منطقه با رعایت مفاهیم و معیارهای ارائه شده، می‌تواند مد نظر قرار گیرد. جهت پوشش کامل برخی مفاهیم در بخش‌های مختلف به مراجع و مستندات مربوطه نیز ارجاع داده شده است.

جامعه هدف این آیین‌نامه، طراحان و مهندسان مشاور عهده‌دار تهیه طرح‌های شهرسازی در تمام سطوح و مقیاس‌های مختلف، مراجع بررسی، تأیید، تصویب و اجرای طرح‌های توسعه شهری نظیر طرح‌های توسعه و عمران (جامع)، طرح‌های هادی، طرح‌های تفصیلی، طرح‌های بازآفرینی شهری، طرح‌های بهسازی و نوسازی، طرح‌های آماده‌سازی، طرح‌های جزئیات شهرسازی، احداث معابر جدید، بازسازی و نوسازی معابر موجود، طرح‌های اصلاح ترافیکی، طرح‌های اثرسنجی ترافیکی، طرح‌های ساختمانی (از نظر نحوه اتصال به معابر شهری) در محدوده و حریم شهرها و طرح‌های انواع شهرک‌های مسکونی، تفریحی و صنعتی هستند.

امید است تدوین «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» گامی مؤثر در راستای تحقق اهداف حمل‌ونقل پایدار بوده و به تغییر شیوه طراحی خیابان‌ها و تندراه‌های شهری و توسعه معابر انسان محور در شهرهای ایران بینجامد.

در پایان از زحمات سرکار خانم دکتر فرزانه صادق مالواجرد (معاون شهرسازی و معماری وزارت راه و شهرسازی)، جناب آقای مهندس مهدی جمالی‌نژاد (معاون عمران و توسعه امور شهری و روستایی وزارت کشور)، جناب آقای دکتر مهرداد تقی‌زاده (معاون سابق حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی) و تیم تحقیقاتی دانشگاه تهران که در تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» همکاری نموده‌اند، قدردانی کرده و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند منان خواستارم.

شهرام آدم نژاد غیور

سازمان اجرایی تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری»

مجری:

شهاب‌الدین کرمانشاهی	دانشگاه تهران	دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
علیرضا رامندی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
مهدی بشیری‌نیا	دانشگاه تهران	دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
هانی ژاله دوست	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد راه و ترابری
علی اکبر لبافی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد راه و ترابری
مریم مؤمنی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد مدیریت شهری
مینو حریرچیان	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری
محیا آزادی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری
حمید شمعانیان اصفهانی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
مارال اسماعیلی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری
محمد کاظم ایپکچی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

دستگاه کارفرما:

محسن صادقی	وزارت راه و شهرسازی	دکتری راه و ترابری
سعید توفیق‌نژاد	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
حامد خرمی	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد راه و ترابری
مهدی شکرگزار	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد راه و ترابری
زهره فدایی	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

دستگاه نظارت:

غلامرضا کاظمیان	وزارت راه و شهرسازی	دکتری برنامه‌ریزی شهری
پوریا محمدیان	وزارت کشور	دکتری مدیریت راهبردی
فرشاد غیبی	وزارت کشور	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

قدردانی: به این وسیله از زحمات آقای دکتر کیوان آقابیک، آقای مهندس امیر روحی، آقای دکتر مهدی حسن‌زاده و آقای دکتر علی خاکساری که با ارائه نقطه نظرات سازنده خود به قوام بخش هفتم آیین‌نامه کمک کرده‌اند، قدردانی می‌شود.

فهرست مطالب

۱- کلیات ۱

۱-۱- تعریف‌ها ۱
۱-۲- ملاحظات کلی ۳
۱-۳- عوامل مؤثر در طراحی ۵
۱-۳-۱- عوامل اجتماعی و انسانی ۵
۱-۳-۲- عوامل فیزیکی و هندسی ۶
۱-۳-۳- عوامل ترافیکی ۷
۱-۳-۴- عوامل اقتصادی ۸
۱-۴- ملاحظات طراحی مربوط به انواع کاربران تقاطع ۸
۱-۴-۱- کاربران غیر موتوری ۸
۱-۴-۲- وسایل نقلیه موتوری ۱۰
۱-۵- انواع تقاطع‌ها ۱۱
۱-۵-۱- تقاطع‌های سه‌راه ۱۲
۱-۵-۲- تقاطع‌های چهارراه ۱۳
۱-۵-۳- تقاطع‌های چندراه ۱۷
۱-۵-۴- میدان‌ها ۱۷
۱-۶- موقعیت و زاویه تقاطع ۱۹
۱-۷- شیب‌بندی تقاطع ۲۱
۱-۸- محل نصب چراغ راهنمایی در تقاطع ۲۴

۲- فاصله و مثلث دید در انواع تقاطع‌ها ۲۸

۲-۱- تقاطع کنترل نشده ۳۰
۲-۲- تقاطع دارای تابلوی «ایست» ۳۱
۲-۲-۱- گردش به چپ از خیابان فرعی به خیابان اصلی ۳۲
۲-۲-۲- گردش به راست از خیابان فرعی به خیابان اصلی ۳۴
۲-۲-۳- عبور مستقیم در خیابان فرعی ۳۵
۲-۳- تقاطع دارای تابلوی «رعایت حق تقدم» ۳۶
۲-۳-۱- حرکت مستقیم در خیابان فرعی ۳۶
۲-۳-۲- گردش به راست و چپ ۳۷
۲-۴- تقاطع کنترل شده با چراغ راهنمایی ۳۸
۲-۵- گردش به چپ از خیابان اصلی به فرعی ۳۸
۲-۶- تأثیر زاویه تقاطع در فاصله و مثلث دید ۳۹

۳- خطوط گردشی و قوس گوشه تقاطع ۴۱
۳-۱- طراحی بر اساس حداقل شعاع گردش ۴۱
۳-۲- طراحی با استفاده از جزیره جداکننده ۴۸
۳-۳- طراحی بر اساس جریان آزاد ترافیک ۵۰
۳-۴- بربلندی ۵۱
۳-۵- ملاحظات کلی ۵۴
۴- خطوط کمکی ۶۰
۴-۱- خطوط کاهش سرعت ۶۰
۴-۱-۱- تعیین طول تغییر خط و کاهش سرعت ۶۰
۴-۱-۲- تعیین طول توقف یا انباره ۶۱
۴-۱-۳- تعیین طول لچکی ۶۵
۴-۲- ملاحظات طراحی خطوط گردش به چپ ۶۷
۵- جریان‌بندی تقاطع ۷۰
۵-۱- انواع جزیره‌ها ۷۱
۵-۱-۱- جزیره‌های جریان‌بندی ۷۱
۵-۱-۲- جزیره‌های جداکننده میانی ۷۴
۵-۱-۳- جزیره‌های ایمنی ۷۶
۵-۲- بازشدگی میانه ۷۶
۵-۲-۱- طراحی بر اساس شعاع کنترلی گردش به چپ ۷۷
۵-۲-۲- تأثیر زاویه تقاطع در بازشدگی میانه ۸۰
۵-۳- چپگرد غیر مستقیم و دوربرگردان ۸۲
۶- میدان ۸۵
۶-۱- قابلیت دید ۸۵
۶-۲- مشخصات هندسی ۸۷
۶-۲-۱- میدان‌های تداخلی ۸۹
۶-۲-۲- میدان‌های تقدمی ۹۱
۶-۳- ملاحظات مربوط به استفاده‌کنندگان غیر موتوری ۹۳
۷- کنترل تقاطع‌ها ۹۴
۸- تحلیل سطح خدمت تقاطع‌ها ۹۷
۸-۱- تقاطع‌های چراغ‌دار ۹۷

۸-۲- تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت ۹۹
۸-۳- تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات ۱۰۱
۸-۴- میدان‌ها ۱۰۲

منابع و مراجع ۱۰۴

پیوست الف: معیارهای تعیین نحوه کنترل تقاطع با چراغ راهنمایی ۱۰۵

الف-۱- حجم تردد ۸ ساعته ۱۰۵
الف-۲- حجم تردد ۴ ساعته ۱۰۶
الف-۳- حجم تردد ساعت اوج ۱۰۷
الف-۴- حجم تردد عابر پیاده ۱۰۸
الف-۵- عبور عرضی دانش‌آموزان ۱۰۹
الف-۶- سیستم هماهنگ چراغ‌های راهنمایی ۱۰۹
الف-۷- آمار تصادفات ۱۱۰
الف-۸- شبکه معابر ۱۱۰
الف-۹– نزدیک بودن به تقاطع همسطح ریلی ۱۱۱

واژگان فارسی به انگلیسی ۱۱۴

واژگان انگلیسی به فارسی ۱۱۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- مقایسه تعداد و انواع نقاط برخورد در تقاطع‌ها..... ۳
شکل ۱-۲- تعریف محدوده‌های فیزیکی و عملکردی تقاطع..... ۴
شکل ۱-۳- اجزای تشکیل‌دهنده محدوده عملکردی در ورودی تقاطع..... ۵
شکل ۱-۴- تقسیم‌بندی تقاطع‌ها به لحاظ جریان‌بندی ترافیک..... ۱۱
شکل ۱-۵- حالت‌های مختلف تقاطع‌های سه‌راه..... ۱۳
شکل ۱-۶- حالت‌های مختلف تقاطع‌های چهارراه..... ۱۵
شکل ۱-۷- اصلاح تقاطع‌های چهارراه مایل از طریق خطوط گردش به راست..... ۱۶
شکل ۱-۸- اصلاح تقاطع‌های چهارراه مایل از طریق تغییر راستای معابر متقاطع..... ۱۶
شکل ۱-۹- نمونه‌های اصلاح تقاطع‌های چندراه..... ۱۷
شکل ۱-۱۰- نمونه‌ای از میدان‌ها..... ۱۸
شکل ۱-۱۱- روش‌های اصلاح زاویه تقاطع‌های مایل از طریق تغییر راستای معابر متقاطع..... ۲۰
شکل ۱-۱۲- هماهنگی شیب طولی خیابان فرعی با شیب عرضی خیابان اصلی در تقاطع..... ۲۱
شکل ۱-۱۳- تغییر توأمان نیمرخ‌های عرضی و طولی خیابان‌های اصلی و فرعی در محل تقاطع..... ۲۲
شکل ۱-۱۴- هماهنگی بربلندی خیابان اصلی با شیب طولی خیابان فرعی در تقاطع..... ۲۳
شکل ۱-۱۵- مشخصات هندسی محل نصب چراغ راهنمایی بالاسری..... ۲۴
شکل ۱-۱۶- مشخصات هندسی محل نصب چراغ راهنمایی جانبی..... ۲۵
شکل ۱-۱۷- محدوده نصب چراغ راهنمایی و مخروط دید رانندگان در تقاطع..... ۲۷
شکل ۲-۱- تعریف مثلث دید و ابعاد آن در معابر متقاطع..... ۲۹
شکل ۲-۲- تعریف مثلث‌های دید در تقاطع مایل..... ۴۰
شکل ۳-۱- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس ساده..... ۴۶
شکل ۳-۲- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس ساده و لچکی..... ۴۶
شکل ۳-۳- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس سه مرکزی متقارن..... ۴۷
شکل ۳-۴- طراحی خطوط گردش با استفاده از جزیره جداکننده برای گوشه تقاطع‌های قائم..... ۴۹
شکل ۳-۵- نمونه‌های استفاده از قوس‌های ساده و ترکیبی برای طراحی بر اساس جریان آزاد ترافیک..... ۵۱
شکل ۳-۶- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش مماس بر خط اصلی مستقیم..... ۵۲
شکل ۳-۷- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش هم‌جهت با شیب خط اصلی در قوس افقی..... ۵۲
شکل ۳-۸- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش غیر هم‌جهت با شیب خط اصلی در قوس افقی..... ۵۳
شکل ۳-۹- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش در حالت وجود خط تغییر سرعت..... ۵۳
شکل ۳-۱۰- حالت‌های گردش وسایل نقلیه سنگین در قوس تند گوشه تقاطع‌های شهری..... ۵۵
شکل ۳-۱۱- تأثیر وجود پارکینگ حاشیه‌ای بر مسیر گردش وسایل نقلیه و طراحی قوس گوشه تقاطع..... ۵۹
شکل ۴-۱- اجزای محدوده عملکردی خط کاهش سرعت..... ۶۰
شکل ۴-۲- مشخصات هندسی انواع لچکی‌ها برای خطوط کمکی..... ۶۶

شکل ۴-۳- مشخصات هندسی میانه به منظور اضافه کردن خط گردش به چپ در تقاطع..... ۶۸
شکل ۴-۴- جداسازی و تغییر راستای خطوط اختصاصی گردش به چپ در صورت وجود میانه‌های عریض..... ۶۹
شکل ۵-۱- نمونه‌هایی از جزایر جریان‌بندی در معابر و تقاطع‌ها..... ۷۲
شکل ۵-۲- مشخصات هندسی جزیره‌های هدایت‌کننده مثلثی شکل..... ۷۳
شکل ۵-۳- نمونه‌هایی از فرم و نحوه استفاده از جزایر جداکننده میانی..... ۷۴
شکل ۵-۴- مشخصات هندسی جزیره‌های جداکننده میانی..... ۷۵
شکل ۵-۵- انواع شکل‌های انتهای میانه در محل بازشدگی..... ۷۷
شکل ۵-۶- چپگرد غیر مستقیم از طریق دوربرگردان در خیابان دارای میانه عریض..... ۸۲
شکل ۵-۷- حالت‌های مختلف دور زدن وسایل نقلیه از محل دوربرگردان بر اساس عرض میانه..... ۸۴
شکل ۶-۱- تأمین فاصله دید برای رانندگان ورودی به میدان..... ۸۶
شکل ۶-۲- تأمین فاصله دید برای رانندگان داخل میدان..... ۸۶
شکل ۶-۳- اجزای هندسی میدان..... ۸۷
شکل ۶-۴- انواع شکل‌های جزیره میانی در میدان‌ها..... ۸۸
شکل ۶-۵- نمونه‌های واقعی از جزایر میانی غیر دایره‌ای در میدان‌ها..... ۸۹
شکل ۶-۶- اجزای هندسی میدان‌های تداخلی..... ۹۰
شکل ۶-۷- معرفی دهانه ورودی، ناحیه تداخلی و ناحیه بدون تداخل در میدان‌های تداخلی..... ۹۱
شکل ۸-۱- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های چراغ‌دار..... ۹۸
شکل ۸-۲- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت..... ۱۰۰
شکل ۸-۳- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات..... ۱۰۱
شکل ۸-۴- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در میدان‌ها..... ۱۰۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- مشخصات تأثیرگذار استفاده‌کنندگان غیر موتوری در طراحی تقاطع..... ۹
جدول ۱-۲- حداقل فاصله افقی عاری از مانع در طول معبر برای دیده شدن چراغ راهنمایی..... ۲۶
جدول ۲-۱- حداقل طول اضلاع مثلث دید در تقاطع‌های کنترل نشده با شیب طولی کمتر از ۳ درصد..... ۳۰
جدول ۲-۲- ضرایب اصلاح اضلاع مثلث دید در تقاطع‌های کنترل نشده با شیب طولی بیشتر از ۳ درصد..... ۳۱
جدول ۲-۳- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت چپگرد از خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه..... ۳۲
جدول ۲-۴- فاصله دید توقف در معبر اصلی برای انجام حرکت چپگرد در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «ایست»..... ۳۳
جدول ۲-۵- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت راستگرد از خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه..... ۳۴
جدول ۲-۶- فاصله دید توقف در معبر اصلی برای انجام حرکت راستگرد در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «ایست»..... ۳۵
جدول ۲-۷- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت مستقیم در خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه..... ۳۶
جدول ۲-۸- فاصله دید و مدت زمان مورد نیاز برای حرکت مستقیم در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «رعایت حق تقدم» ۳۷
جدول ۲-۹- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت چپگرد از خیابان اصلی و عبور از تقاطع در شرایط پایه..... ۳۹
جدول ۲-۱۰- فاصله دید توقف در معبر فرعی برای انجام حرکت چپگرد اصلی به فرعی در شرایط پایه..... ۳۹
جدول ۳-۱- حداقل شعاع قوس ساده بر اساس زاویه گوشه تقاطع و نوع وسیله نقلیه طرح..... ۴۲
جدول ۳-۲- حداقل شعاع قوس‌های سه مرکزی بر اساس زاویه گوشه تقاطع و نوع وسیله نقلیه طرح..... ۴۴
جدول ۳-۳- جزئیات هندسی طراحی خطوط گردش با استفاده از جزیره جداکننده..... ۵۰
جدول ۳-۴- حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی خط اصلی و خط گردش بر اساس سرعت طرح..... ۵۴
جدول ۳-۵- عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین در حالت گردش «الف»..... ۵۶
جدول ۳-۶- عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین در حالت گردش «ب»..... ۵۷
جدول ۴-۱- حداقل طول مورد نیاز برای تغییر خط و کاهش سرعت در خطوط کمکی..... ۶۱
جدول ۴-۲- طول توقف یا انباره خطوط کمکی بر حسب مقدار ۵۰ درصدی سرفاصله بحرانی (بر حسب متر)..... ۶۳
جدول ۴-۳- طول توقف یا انباره خطوط کمکی بر حسب مقدار ۸۵ درصدی سرفاصله بحرانی (بر حسب متر)..... ۶۴
جدول ۴-۴- میانگین طول انباره مورد نیاز برای هر وسیله نقلیه با توجه به سهم وسایل نقلیه سنگین..... ۶۴
جدول ۴-۵- شرایط پیشنهادی برای ایجاد خط اختصاصی گردش به چپ در تقاطع‌های بدون چراغ..... ۶۷
جدول ۵-۱- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ سواری با شعاع کنترلی ۱۲ متر..... ۷۸
جدول ۵-۲- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ کامیونت با شعاع کنترلی ۱۵ متر..... ۷۹
جدول ۵-۳- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ کامیون و تریلی با شعاع کنترلی ۲۳ متر..... ۸۰
جدول ۵-۴- حداقل طول بازشدگی میانه برای شعاع کنترلی ۱۵ متر بر اساس زاویه تقاطع..... ۸۱
جدول ۵-۵- حداقل عرض میانه مورد نیاز (M) برای دور زدن انواع وسایل نقلیه..... ۸۴
جدول ۶-۱- حداقل طول ناحیه تداخلی میدان..... ۹۰
جدول ۶-۲- مشخصات کلی انواع میدان‌های تقدمی..... ۹۱
جدول ۶-۳- حداقل عرض سواره‌روی دور میدان‌های تقدمی بر اساس ملاحظات هندسی گردش وسایل نقلیه..... ۹۳
جدول ۷-۱- راهنمای نحوه کنترل تقاطع‌ها بر اساس نوع معابر متقاطع..... ۹۵

جدول ۸-۱- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های چراغ‌دار..... ۹۷
جدول ۸-۲- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت..... ۹۹
جدول ۸-۳- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات..... ۱۰۲
جدول ۸-۴- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در میدان‌ها..... ۱۰۲

۱– کلیات

۱–۱– تعریف‌ها

تقاطع: محل برخورد دو یا چند معبر به صورت همسطح.

سطح تقاطع: سطح مشترک بین سواره‌روهای معابر متقاطع.

محدوده عملکردی تقاطع: محدوده‌ای شامل سطح تقاطع، طول صف و طول مانور در هر یک از شاخه‌ها.

زاویه تقاطع: کوچکترین زاویه بین محورهای دو معبر متقاطع.

تقاطع مایل: تقاطعی که زاویه آن ۹۰ درجه نباشد.

مثلث دید: مثلثی که در محدوده آن، باید برای کاربران تقاطع، دید کافی فراهم شود.

تداخل: اختلاط دو جریان ترافیکی در تقاطع.

برخورد: قطع شدن دو جریان ترافیکی توسط یکدیگر.

نقطه تداخل: محل احتمالی اختلاط دو جریان ترافیکی در تقاطع.

سطح تداخل: سطحی شامل نقاط تداخل همه حرکت‌های تقاطع.

واگرایی: جدا شدن دو جریان ترافیک از یکدیگر.

همگرایی: یکی شدن و ادغام دو جریان ترافیک.

جریان‌بندی: جدا کردن جریان‌های ترافیک متداخل به مسیرهای مشخص به منظور ارتقای عملکردی تقاطع از طریق جزایر جداکننده یا خط‌کشی.

خط ایست: خط سفید ترسیم شده بر روسازی که سطح تقاطع را مشخص کرده و وسایل نقلیه باید قبل از آن توقف کنند.

خط گردش: خط اختصاصی برای انجام حرکات گردشی وسایل نقلیه (به چپ یا راست) در تقاطع.

طول صف (توقف یا انباره): بیشینه طول اشغال شده از یک خط، توسط وسایل نقلیه منتظر.

جزیره: محدوده مشخص و جدا شده با خط‌کشی، روسازی یا جدول به منظور تنظیم جریان ترافیک.

جزیره برآمده: جزیره غیر قابل عبور برای وسایل نقلیه با سرعت معمول.

جزیره ایمنی: جزیره ایجاد شده در میانه خیابان به عنوان فضای ایمن برای گذر عرضی عابر پیاده.

طول کاهش سرعت: طول مطلوب برای کاهش سرعت یا توقف وسایل نقلیه در تقاطع.

میدان: نوعی تقاطع با یک جزیره میانی به شکل دایره و گردش جریان ترافیک یک‌طرفه به صورت پادساعتگرد.

میدان تک‌خطه: میدان دارای یک خط گردش اطراف جزیره میانی و ورودی‌های یک‌خطه.

میدان چندخطه: میدان دارای بیشتر از یک خط در حداقل یکی از ورودی‌ها و مسیر گردش دور جزیره میانی.

نحوه کنترل تقاطع: نحوه مدیریت حرکت‌های مختلف در تقاطع با استفاده از انواع چراغ، تابلو و علائم.

چراغ راهنمایی زمان ثابت: چراغ راهنمایی زمان‌دار با فازبندی و زمان‌بندی از پیش تعیین شده و ثابت.

چراغ راهنمایی هوشمند: چراغ راهنمایی زمان‌دار با توالی فاز مشخص و زمان‌بندی متغیر که شروع هر فاز، وابسته به ثبت تقاضا از طریق یک شناس‌گر است.

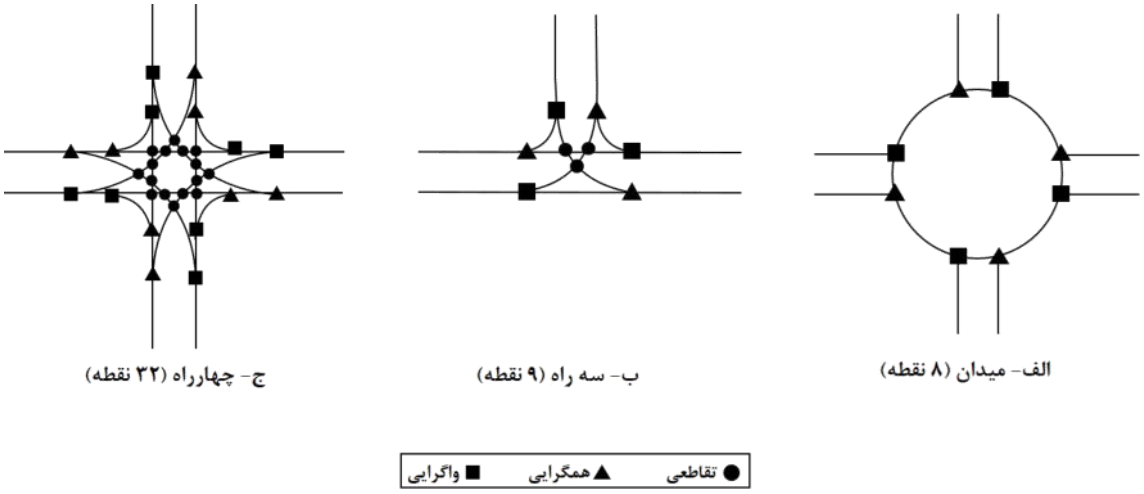
سطح خدمت: یک طبقه‌بندی کیفی از عملکرد و کیفیت خدمات در مقیاس A تا F از منظر کاربران، (سطح خدمت A نشان‌دهنده بهترین شرایط و F بدترین شرایط).

۱-۲- ملاحظات کلی

تقاطع‌ها، محل برخورد کاربران شیوه‌های مختلف سفر شامل عابران پیاده، دوچرخه‌سواران و رانندگان وسایل نقلیه موتوری هستند. بنابراین، طراحی تقاطع‌ها تنها شامل طراحی سواره‌روها نبوده و تسهیلات پیاده، دوچرخه، خطوط کمکی، میانه و جزایر جداکننده را نیز شامل می‌شود.

در شکل ۱-۱ نوع و تعداد نقاط تداخل و برخورد بین حرکت‌های مختلف وسایل نقلیه در انواع تقاطع سه‌راه، چهارراه و میدان نشان داده شده است. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود برخورد وسایل نقلیه در تقاطع می‌تواند به سه صورت واگرایی، همگرایی و تقاطعی باشد. یکی از معیارهای ایمنی تقاطع، تعداد نقاط برخورد آن است که به عوامل زیر بستگی دارد:

- جهت‌بندی خیابان‌های متقاطع
- تعداد خطوط عبور در هر جهت از خیابان‌های متقاطع
- سرعت در خیابان‌های متقاطع
- نحوه کنترل تقاطع
- جریان‌بندی تقاطع



شکل ۱-۱- مقایسه تعداد و انواع نقاط برخورد در تقاطع‌ها

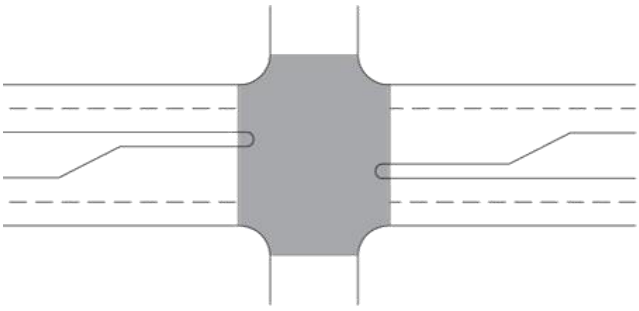
تقاطع‌ها علاوه بر محدوده فیزیکی سطح تقاطع، دارای محدوده عملکردی هستند. محدوده عملکردی تقاطع، بخش‌هایی از شاخه‌های منتهی به تقاطع را که لازم است برای طراحی ایمن و کارآمد به آن توجه شود، نیز شامل می‌شود (شکل ۱-۲). محدوده عملکردی در هر یک از ورودی‌های تقاطع، از سه قسمت اصلی تشکیل می‌شود (شکل ۱-۳):

۱- فاصله تصمیم‌گیری

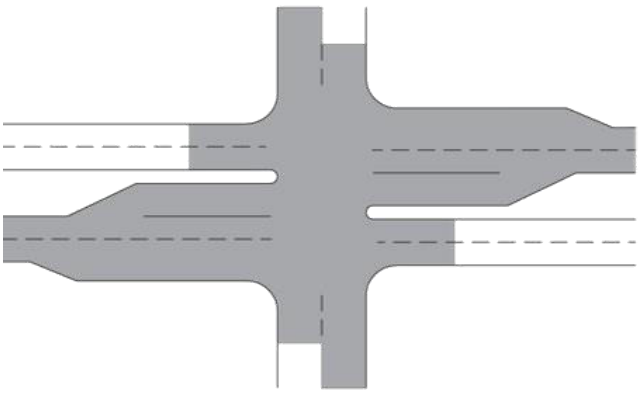
۲- فاصله مانور

۳- فضای توقف یا طول انباره

فاصله تصمیم‌گیری به سرعت وسیله نقلیه، هوشیاری راننده و آشنایی او با محدوده بستگی دارد. فاصله مانور، در صورت وجود خطوط گردش به راست و چپ، به فاصله ترمزگیری و جابجایی بین خطوط بستگی دارد. فضای توقف یا طول انباره، باید بر اساس طولانی‌ترین صف وسایل نقلیه که در اغلب موارد در ورودی تقاطع تشکیل می‌شود، محاسبه شود.

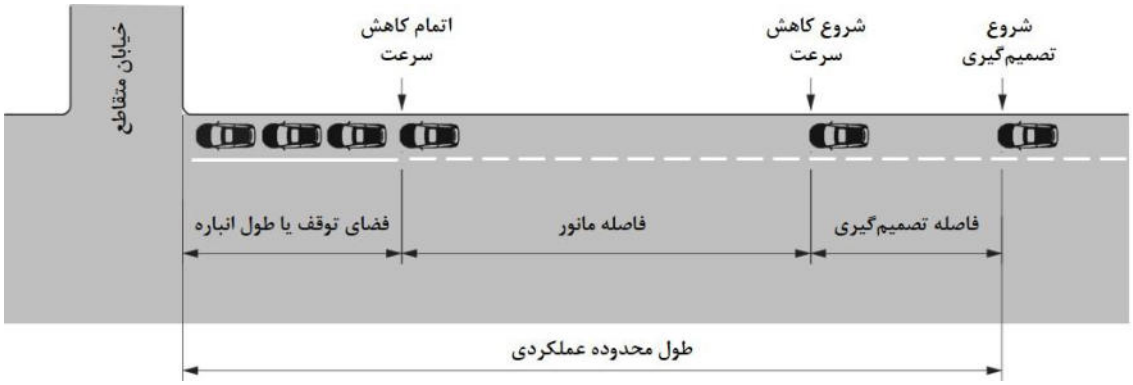


الف- محدوده فیزیکی (سطح تقاطع)



ب- محدوده عملکردی

شکل ۱-۲- تعریف محدوده‌های فیزیکی و عملکردی تقاطع



شکل ۱-۳- اجزای تشکیل‌دهنده محدوده عملکردی در ورودی تقاطع

۱-۳- عوامل مؤثر در طراحی

طراحی تقاطع‌ها بر اساس فراهم کردن ایمنی، راحتی و آسایش برای همه استفاده‌کنندگان شامل عابران پیاده، دوچرخه‌سواران، خودروهای شخصی، اتوبوس‌ها و وسایل نقلیه سنگین بدون ایجاد تداخل برای یکدیگر انجام می‌شود. طراحی تقاطع‌ها باید به گونه‌ای باشد که با مسیر عبور مطلوب برای هر یک از شیوه‌های سفر، بیشترین تطابق را داشته باشد. به همین دلیل، توجه به عوامل اصلی مؤثر در طراحی تقاطع‌ها، شامل عوامل اجتماعی، انسانی، فیزیکی، ترافیکی و اقتصادی، ضروری است.

۱-۳-۱- عوامل اجتماعی و انسانی

عوامل اجتماعی و انسانی مؤثر در طراحی تقاطع‌ها شامل موارد زیر هستند:

- عادت‌های رانندگی و میزان توجه به حق تقدم
- مدت زمان مورد نیاز و توانایی رانندگان برای تصمیم‌گیری و عکس‌العمل
- میزان توجه به علائم و خط‌کشی و رانندگی بین خطوط
- میزان تبعیت از مسیرهای پیاده طراحی شده
- میزان و نحوه استفاده از دوچرخه
- رفتار و عادت‌های مسافران وسایل حمل‌ونقل همگانی
- رفتار و عادت‌های مسافربرهای شخصی

۱-۳-۲- عوامل فیزیکی و هندسی

اجزا و خصوصیات فیزیکی مؤثر در طراحی تقاطع‌ها شامل موارد زیر هستند:

- تعداد و طبقه‌بندی معابر متقاطع
- زاویه تقاطع
- مشخصات نیمرخ عرضی معابر متقاطع
- مشخصات نیمرخ طولی معابر متقاطع
- نوع کاربری‌های موجود در مجاورت تقاطع و میزان تأثیر آنها
- نوع کاربری‌های پیش‌بینی شده در مجاورت تقاطع و میزان تأثیر آنها
- فاصله دید و عوامل محدودکننده آن
- وضعیت و چگونگی تخلیه آب‌های سطحی
- موقعیت و مشخصات تأسیسات شهری زیرزمینی
- موقعیت و مشخصات تأسیسات شهری هوایی
- موقعیت و مشخصات تجهیزات ایمنی و تجهیزات کنترل ترافیک
- موقعیت و مشخصات تجهیزات روشنایی
- نوع و کیفیت روسازی
- موقعیت و مشخصات مبلمان شهری
- موقعیت و مشخصات فضای سبز و پوشش گیاهی
- ویژگی‌های هندسی ناحیه تداخل
- ویژگی‌های هندسی خطوط تغییر سرعت
- موقعیت و مشخصات ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی

- ویژگی‌های هندسی انواع مسیرهای پیاده و دوچرخه
- ویژگی‌های هندسی و فاصله تقاطع‌های مجاور

۱-۳-۳- عوامل ترافیکی

غالباً عوامل ترافیکی زیر در طراحی تقاطع‌ها مؤثر هستند:

- حجم ترافیک موجود برای همه حرکت‌ها در ساعت اوج یک روز معمول به تفکیک پیاده، دوچرخه و وسایل نقلیه موتوری به تفکیک نوع وسیله (سواری، تاکسی، کامیون و اتوبوس)
- پیش‌بینی حجم ترافیک در ساعت اوج افق طرح بر اساس اطلاعات کاربری‌های پیرامونی و میزان رشد ترافیک عبوری بر اساس طرح‌های بالادست
- ظرفیت و سطح خدمت معابر متقاطع
- ظرفیت و سطح خدمت مورد نیاز و مطلوب برای تقاطع به تفکیک حرکت‌ها
- زمان تأخیر و طول صف وسایل نقلیه در ورودی‌های تقاطع
- نحوه کنترل تقاطع و زمان‌بندی و فازبندی در تقاطع‌های چراغ‌دار
- مسیر و مشخصات عملکردی خطوط حمل‌ونقل همگانی
- مشخصات عملکردی انواع وسایل نقلیه عبوری
- حجم تردد و سهم جریان‌های مختلف همگرایی، واگرایی و تقاطعی
- سرعت وسایل نقلیه مختلف به تفکیک ساعات اوج و غیر اوج
- سابقه تعداد و شدت تصادفات
- وضعیت اعمال مقررات در تقاطع‌ها
- نحوه کنترل تقاطع‌های مجاور و تأثیر آنها

۱-۳-۴- عوامل اقتصادی

عوامل اقتصادی مؤثر در طراحی تقاطع‌ها شامل موارد زیر هستند:

- امکانات مالی و بودجه در نظر گرفته شده
- اثرات اقتصادی بر کاربری‌های مجاور تقاطع
- هزینه‌های اجرایی
- هزینه‌های تهیه و نصب تجهیزات کنترل ترافیک
- قیمت زمین یا بناهای مورد نیاز برای تملک
- هزینه‌های زیست محیطی (تأثیر آلودگی هوا و صوت)
- هزینه‌های مصرف منابع محدود (سوخت)

۱-۴- ملاحظات طراحی مربوط به انواع کاربران تقاطع

طراحی تقاطع‌ها باید به گونه‌ای باشد که بین نیازهای گروه‌های مختلف استفاده‌کننده از تقاطع، تعادل برقرار کند. با توجه به شرایط و ویژگی‌های موجود در محل تقاطع می‌توان گروه‌های مختلف استفاده‌کننده از تقاطع را اولویت‌بندی کرد. به طور مثال، در مناطق متراکم شهری بهتر است در درجه اول، ملاحظات طراحی بر اساس نیازهای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران در نظر گرفته شود. سپس، جزئیات مربوط به طراحی وسایل نقلیه همگانی و خودروهای شخصی اعمال شده و در نهایت، ویژگی‌های پایه طراحی برای وسایل نقلیه سنگین کنترل شود. در ادامه، ملاحظات اصلی طراحی برای هر یک از گروه‌های مختلف استفاده‌کننده از تقاطع تبیین شده است.

۱-۴-۱- کاربران غیر موتوری

ملاحظات مربوط به عابران پیاده و دوچرخه‌سواران در طراحی تقاطع، شامل موارد زیر است:

- سطح و سهم اختصاص یافته به انواع مسیرهای پیاده و دوچرخه

- مدت زمان مورد نیاز برای عبور پیاده و دوچرخه و مواجهه با سایر استفاده‌کنندگان از تقاطع
- حجم ترافیک تداخلی و تعداد نقاط برخورد عابران پیاده و دوچرخه‌سواران با سایر استفاده‌کنندگان
- قابلیت یا محدودیت رؤیت جریان‌های تقاطع
- سرعت حرکت‌های گردشی متداخل با عابران پیاده و دوچرخه‌سواران
- وجود یا عدم وجود حرکت راستگرد در زمان قرمز چراغ راهنمایی
- وجود یا عدم وجود حرکت چپگرد مجزا و زمان‌بندی شده
- میزان روشنایی انواع مسیرهای پیاده و دوچرخه
- شرایط و کیفیت دسترسی افراد دارای معلولیت
- نحوه کنترل ترافیک دوچرخه‌سواران در تقاطع
- اختلاف سرعت وسایل نقلیه موتوری و دوچرخه و پیاده
- میزان تداخل دوچرخه‌سواران با عابران پیاده

جدول ۱-۱- مشخصات تأثیرگذار استفاده‌کنندگان غیر موتوری در طراحی تقاطع

استفاده‌کننده	مشخصات تأثیرگذار	حداقل ابعاد (متر)	ویژگی‌های هندسی تحت تأثیر در تقاطع
دوچرخه	طول	۱/۸۰	عرض جزیره جداکننده در گذرگاه عابر پیاده
	عرض	۱/۲۰	عرض خط دوچرخه و مسیر اشتراکی دوچرخه
پیاده	طول	۰/۴۵	عرض جزیره جداکننده در گذرگاه عابر پیاده
	عرض	۰/۶۰	عرض پیاده‌رو و پیاده‌گذر
صندلی چرخ‌دار	طول	۱/۳۰	عرض جزیره جداکننده در گذرگاه عابر پیاده
	عرض	۰/۸۰	عرض پیاده‌رو و پیاده‌گذر
کالسکه	طول	۱/۷	عرض جزیره جداکننده در گذرگاه عابر پیاده
	عرض	۰/۶۰	عرض پیاده‌رو و پیاده‌گذر

۱-۴-۲- وسایل نقلیه موتوری

موارد زیر ملاحظات مربوط به وسایل نقلیه موتوری در طراحی تقاطع هستند:

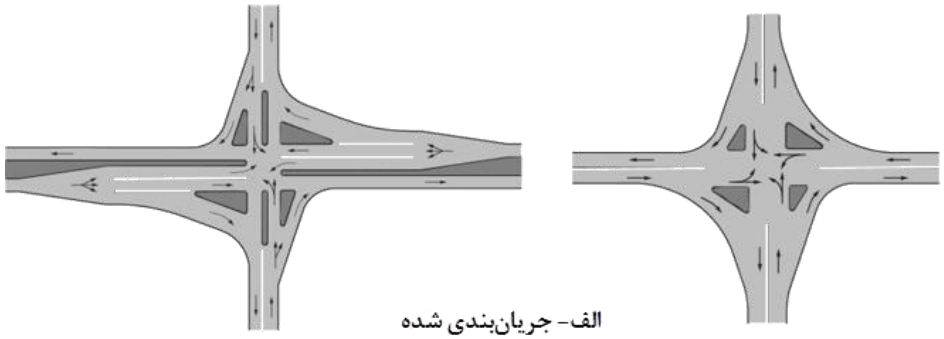
- سطح و سهم اختصاص یافته به هر یک از حرکت‌های گردشی
- مدت زمان مورد نیاز برای عبور وسایل نقلیه و مواجهه با سایر استفاده‌کنندگان از تقاطع
- حجم ترافیک تداخلی و تعداد نقاط برخورد وسایل نقلیه با یکدیگر و با سایر استفاده‌کنندگان
- قابلیت یا محدودیت رؤیت عابران پیاده و دوچرخه‌سواران
- میزان روشنایی سطح تقاطع و خطوط گردشی
- نحوه کنترل ترافیک تقاطع
- ظرفیت و سطح خدمت تقاطع برای حرکت‌های مختلف
- سرعت انواع حرکت‌های گردشی وسایل نقلیه در تقاطع

معیارهای اصلی طراحی تقاطع‌ها برای عملکرد مطلوب وسایل نقلیه همگانی معمولاً شامل ملاحظات طراحی برای اتوبوس‌ها است که غالباً با ویژگی‌های طراحی سایر وسایل نقلیه در تقاطع، یکسان است. طراحی برای حمل‌ونقل همگانی، ممکن است شامل طراحی ایستگاه در تقاطع باشد که می‌تواند منجر به افزایش تداخل جریان‌های عابر پیاده، دوچرخه و وسایل نقلیه موتوری شود. در صورت وجود قطار شهری در تقاطع به عنوان وسیله نقلیه همگانی، ملاحظات طراحی آن را نیز باید در نظر گرفت. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به بخش هشتم آیین‌نامه، «حمل‌ونقل همگانی» مراجعه شود.

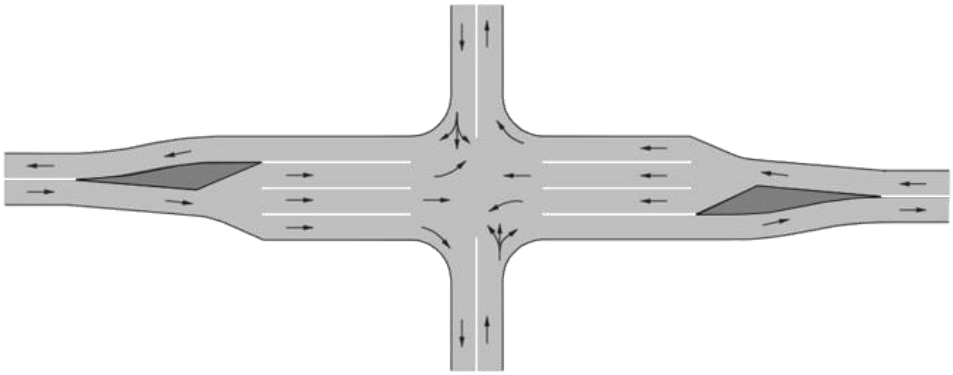
معیارهای کلیدی مربوط به وسایل نقلیه سنگین برای عملکرد مطلوب تقاطع‌ها، به طول و سرعت این وسایل مرتبط است. طول این گونه وسایل، سه تا چهار برابر طول سایر وسایل نقلیه بوده و سرعت آنها نیز کمتر است. از این رو به شعاع و فضای بیشتری برای حرکت‌های گردشی نیاز دارند. بنابراین، وجود وسایل نقلیه سنگین بر ظرفیت تقاطع، عرض اختصاص یافته به مسیرهای گردشی و حداقل شعاع گردش تأثیر می‌گذارد.

۱-۵- انواع تقاطع‌ها

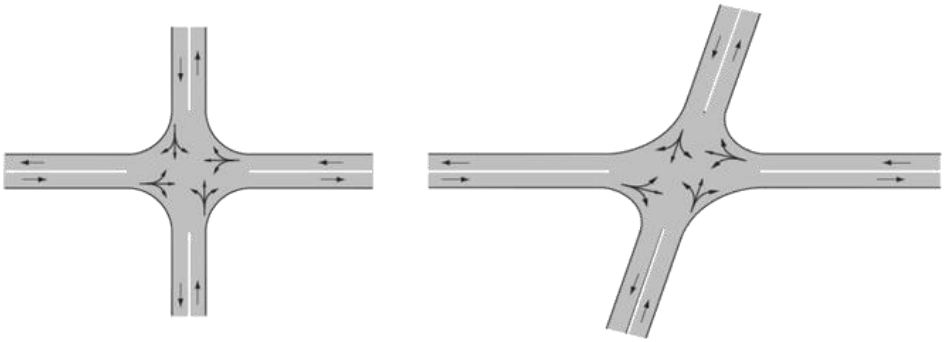
تقاطع‌ها را به لحاظ شکلی می‌توان به چهار دسته اصلی سه‌راه، چهارراه، چندراه و میدان تقسیم‌بندی کرد. همچنین تقاطع‌ها به لحاظ جریان‌بندی ترافیک به سه دسته جریان‌بندی شده، جریان‌بندی نشده پایه و جریان‌بندی نشده تعریض شده تقسیم می‌شوند (شکل ۱-۴). از تقاطع‌های جریان‌بندی شده برای جداسازی و تنظیم جریان ترافیک تداخلی به مسیرهای مشخص با استفاده از جزایر جداکننده و یا رنگ‌آمیزی روسازی، استفاده می‌شود.



الف- جریان‌بندی شده



ب- جریان‌بندی نشده تعریض شده



ج- جریان‌بندی نشده پایه

شکل ۱-۴- تقسیم‌بندی تقاطع‌ها به لحاظ جریان‌بندی ترافیک

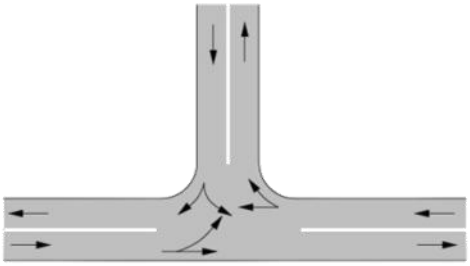
تعداد شاخه‌های تقاطع و نوع جریان‌بندی آن به عواملی همچون مشخصات معابر متقاطع، حجم و تفکیک نوع وسایل نقلیه، سرعت طرح و سطح خدمت مورد نظر بستگی دارد. به طور کلی با افزایش تعداد شاخه‌ها، تعداد نقاط برخورد و پیچیدگی تقاطع به شدت افزایش می‌یابد. بنابراین توصیه می‌شود، تقاطع‌های شهری، بیشتر از ۴ شاخه نداشته باشند.

۱-۵-۱- تقاطع‌های سه‌راه

متداول‌ترین نوع تقاطع‌های سه‌راه در حالت «الف» از شکل ۱-۵ نشان داده شده است. این نوع تقاطع‌ها برای خیابان‌های محلی و جمع‌وپخش کننده مناسب هستند. اما در محل تقاطع خیابان‌های محلی و جمع‌وپخش کننده با خیابان‌های طبقه عملکردی بالاتر، تنها در شرایطی که زاویه انحراف تقاطع از ۱۵ درجه بیشتر نباشد (زاویه تقاطع در حدود ۷۵ تا ۱۰۵ درجه)، می‌توان از تقاطع سه‌راه استفاده کرد.

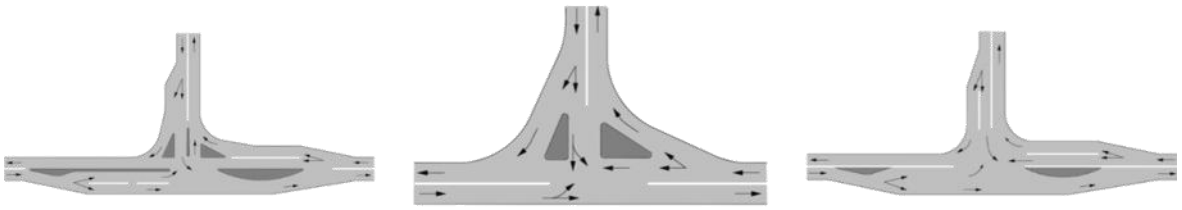
در صورتی که سرعت طرح و حجم حرکت‌های گردشی در تقاطع‌های سه‌راه زیاد باشد، توصیه می‌شود که از خطوط عبور کمکی به منظور افزایش ظرفیت و کاهش خطر برای وسایل نقلیه گردشی استفاده شود.

در مواردی که سهم حرکت‌های گردشی قابل توجه باشد، می‌توان از خط‌کشی و تعریض برای جداسازی، جلوگیری از تداخل حرکت‌های مختلف و افزایش قابلیت مانور وسایل نقلیه استفاده کرد (حالت «ب» از شکل ۱-۵). در شرایط پیچیده‌تر، برای جداسازی کامل حرکت‌ها و عملکرد بهتر تقاطع سه‌راه، می‌توان از جزایر جداکننده برای جداسازی حرکت‌های مهم و پر حجم استفاده کرد (حالت «ج» از شکل ۱-۵).



الف- حالت پایه و متداول

ب- تفکیک جریان‌ها به کمک خط‌کشی و تعریض



ج- تفکیک جریان‌ها به کمک جزایر جدا کننده

شکل ۱-۵- حالت‌های مختلف تقاطع‌های سه‌راه

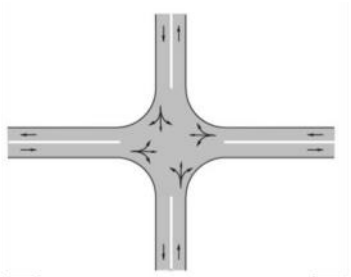
۱-۵-۲- تقاطع‌های چهارراه

به طور کلی، اصول و قواعد طراحی تقاطع‌های سه‌راه در رابطه با طراحی چهارراه نیز صادق است. ساده‌ترین و متداول‌ترین حالت چهارراه‌ها در حالت «الف» از شکل ۱-۶ نشان داده شده است. در این تقاطع‌ها زاویه تقاطع در حدود ۷۵ تا ۱۰۵ درجه (حداکثر زاویه انحراف ۱۵ درجه) است. مشخصات هندسی تقاطع‌های جریان‌بندی نشده پایه به گونه‌ای است که عرض سواره‌روی معابر متقاطع در سطح تقاطع ادامه می‌یابد و قوس گوشه تقاطع با توجه به شعاع گردش وسیله طرح، تعیین می‌شود.

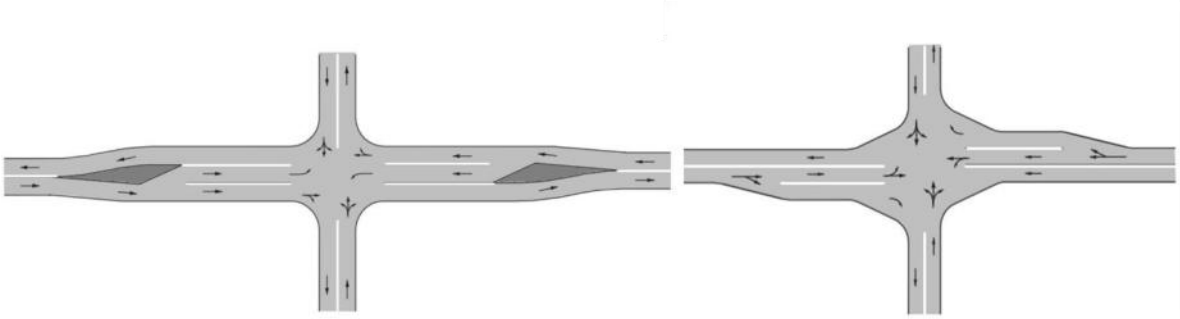
حالت «ب» از شکل ۱-۶، وضعیتی را نشان می‌دهد که در آن، ظرفیت حرکت‌های مستقیم و گردشی به کمک خط‌کشی و تعریض افزایش پیدا کرده و حرکت‌های گردشی باعث ایجاد اختلال در جریان ترافیک نمی‌شوند. با توجه به میزان حجم تردد و نوع کنترل تقاطع، می‌توان تعریض را توسط خطوط کمکی موازی و یا به وسیله لچکی به صورت تدریجی انجام داد. تعریض در این‌گونه تقاطع‌ها باید در هر دو شاخه‌های مقابل یکدیگر صورت گیرد.

حالت‌های معمول تقاطع‌های چهارراه جریان‌بندی شده در حالت «ج» از شکل ۱-۶ نشان داده شده است. این حالت‌ها معمولاً برای جدا کردن جریان‌های گردشی در تقاطع‌های مهم که پوسته موجود معبر کافی باشد، کاربرد دارند.

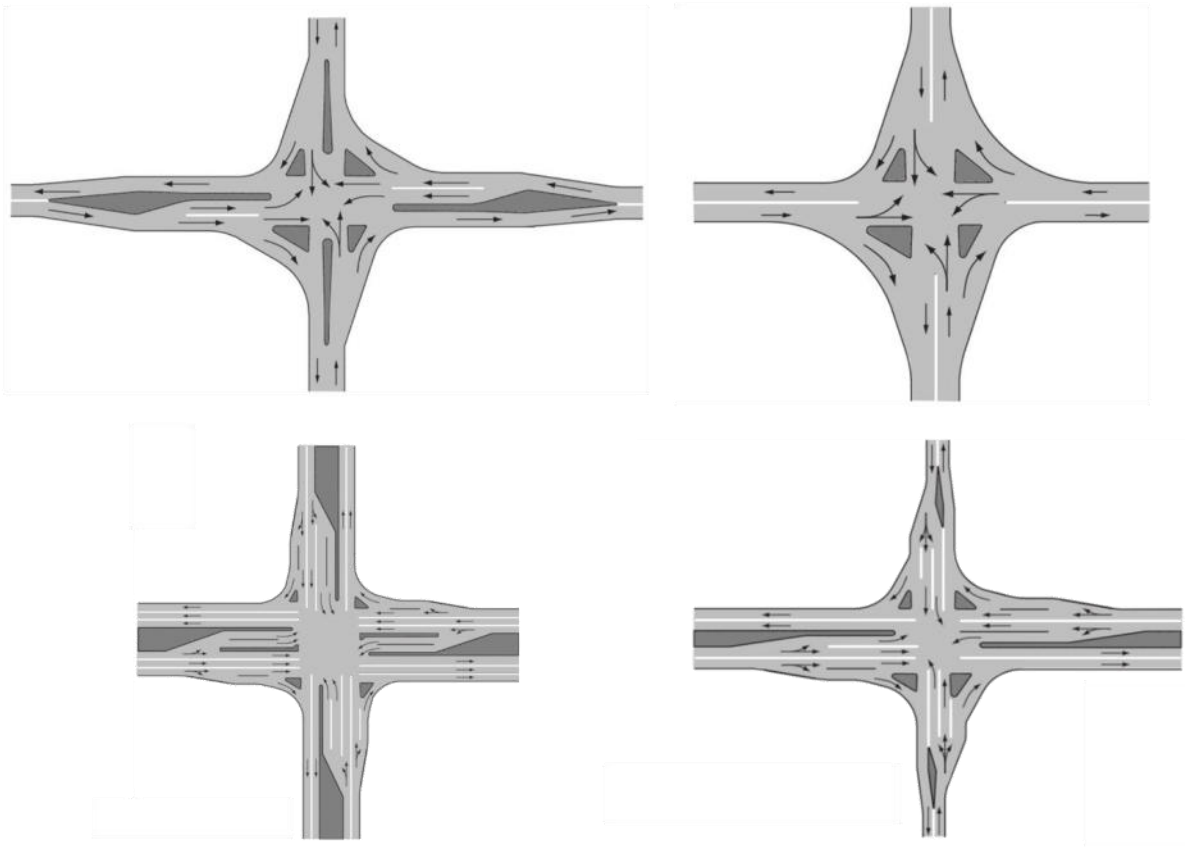
در تقاطع‌های چهارراه که زاویه تقاطع، کمی با ۹۰ درجه متفاوت باشد، با در نظر گرفتن خطوط گردش به راست، می‌توان تأثیرات مورب بودن تقاطع را تعدیل کرد (شکل ۱-۷). این امر منجر به افزایش قابلیت دید وسایل نقلیه راستگرد می‌شود. البته برای کاهش مساحت سواره‌رو در تقاطع و ارتقای ایمنی عابر پیاده، بهتر است در چنین شرایطی از جزایر جداکننده در محل خط گردش به راست استفاده شود. به طور کلی، بهتر است در حد امکان، راستای خیابان‌های متقاطع در نزدیکی تقاطع به صورتی اصلاح شود که زاویه تقاطع در حدود ۷۵ تا ۱۰۵ درجه باقی بماند (شکل ۱-۸).



الف- حالت پایه و متداول

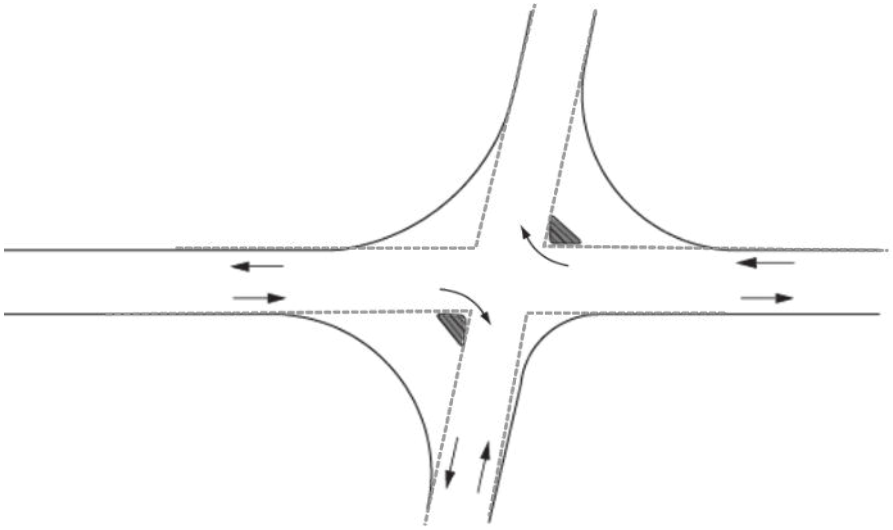


ب- تفکیک جریان‌ها به کمک خط‌کشی و تعریض

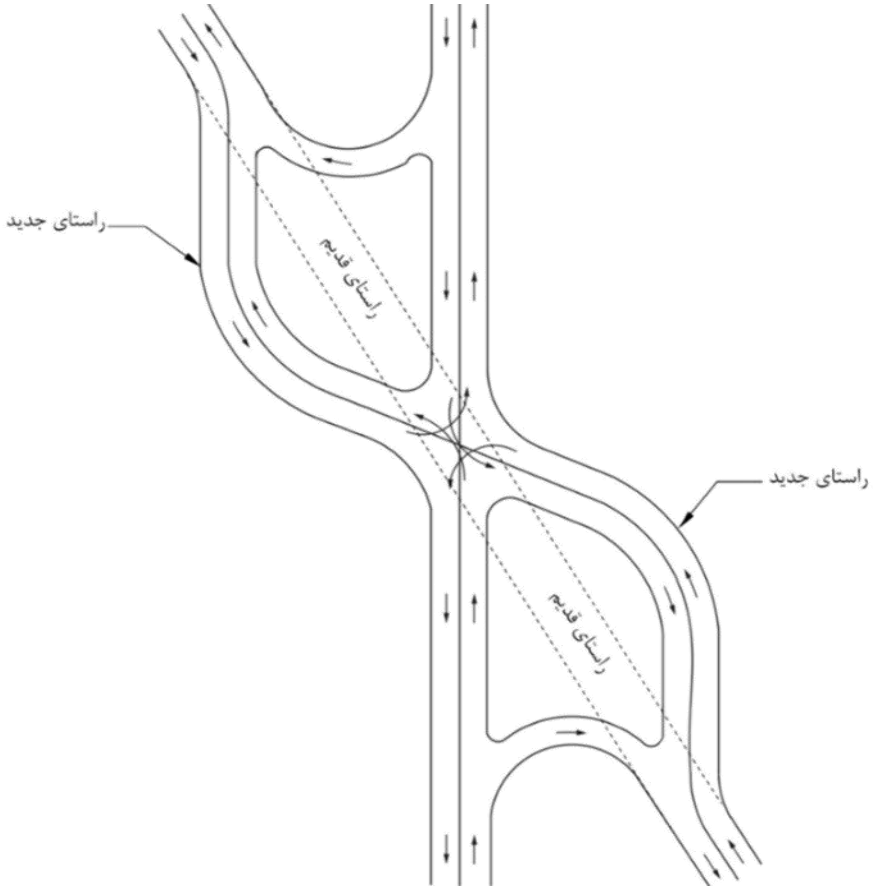


ج- تفکیک جریان‌ها به کمک جزایر جداکننده

شکل ۱-۶- حالت‌های مختلف تقاطع‌های چهارراه



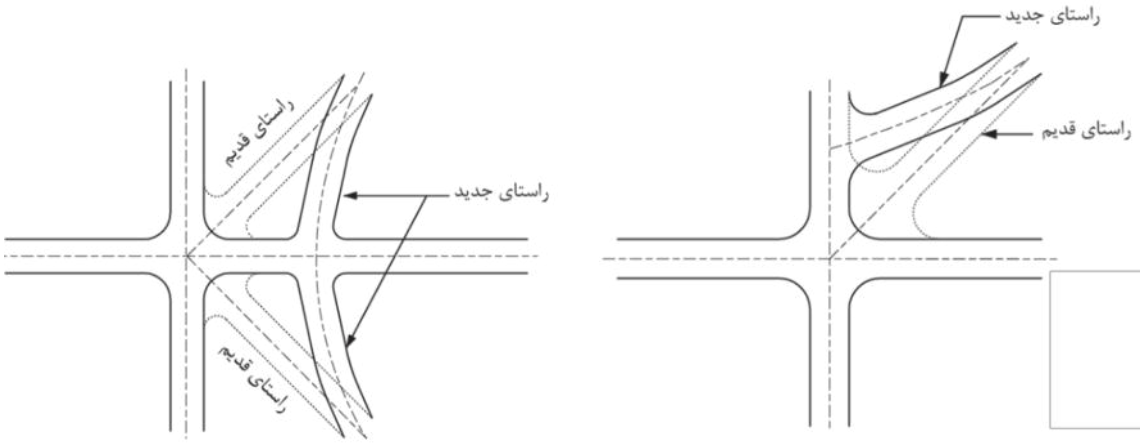
شکل ۱-۷- اصلاح تقاطع‌های چهارراه مایل از طریق خطوط گردش به راست



شکل ۱-۸- اصلاح تقاطع‌های چهارراه مایل از طریق تغییر راستای معابر متقاطع

۱-۵-۳- تقاطع‌های چندراه

وجود تقاطع‌های دارای بیشتر از ۴ شاخه در شبکه معابر شهری مناسب نیست. با این حال، در نظر گرفتن این نوع تقاطع‌ها در خیابان‌های کم حجم امکان‌پذیر است. البته در این گونه موارد نیز استفاده از میدان، مناسب‌تر از چندراه است. به طور کلی توصیه می‌شود، با ایجاد تغییراتی در طراحی تقاطع و راستای معابر متقاطع، از ایجاد تقاطع‌های چندراه پرهیز شده و حرکت‌های متداخل به تقاطع دیگری انتقال یابد (شکل ۱-۹). در این موارد لازم است با توجه به طبقه‌بندی معبر، حداقل فاصله تقاطع‌ها از یکدیگر رعایت شود.



شکل ۱-۹- نمونه‌های اصلاح تقاطع‌های چندراه

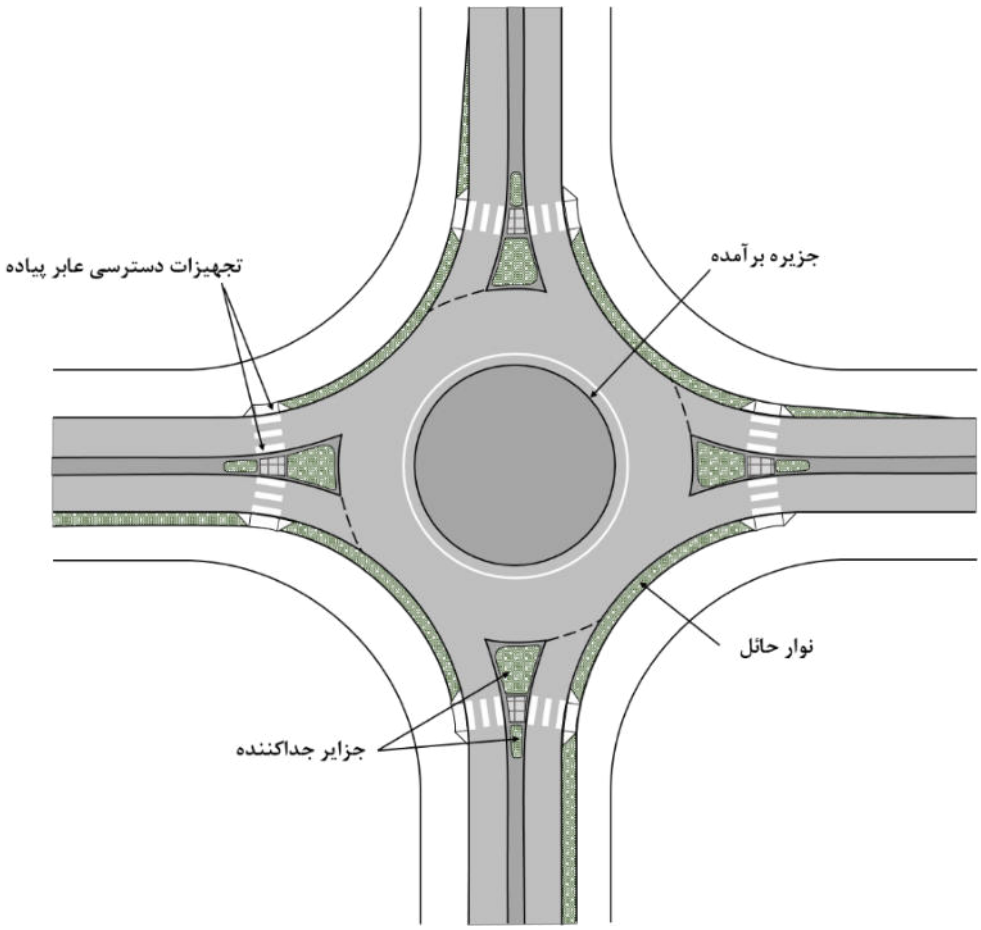
۱-۵-۴- میدان‌ها

میدان، نوعی تقاطع است که جریان ترافیک در آن حول یک جزیره میانی به صورت یک‌طرفه و پادساعتگرد می‌چرخد (شکل ۱-۱۰). کارایی میدان‌ها تابع سرعت عملکرد و حجم تردد است. به طوری که با افزایش سرعت و حجم تردد، کارایی میدان کم می‌شود. به علاوه به دلیل سطح وسیع، وجود مقاطع تداخلی و زوایای گردشی، میدان‌ها از نظر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران از ایمنی و راحتی کمتری برخوردارند.

به طور کلی، میدان‌ها را می‌توان به دو نوع تداخلی و تقدمی تقسیم‌بندی کرد. میدان‌های تداخلی دارای سطح وسیع‌تری نسبت به میدان‌های تقدمی بوده و وسایل نقلیه با انجام حرکات تداخلی، مسیر مورد نظر خود را دنبال می‌کنند. در میدان‌های تقدمی، وسایل نقلیه ورودی به میدان باید حق تقدم وسایل نقلیه در حال گردش را رعایت کنند. از این رو، سطح این میدان‌ها کوچکتر بوده و ظرفیت آنها نسبت به میدان‌های تداخلی کمتر است.

استفاده از میدان‌های تداخلی در معابر شهری توصیه نمی‌شود. بهتر است میدان‌های تداخلی موجود نیز با انجام مطالعات امکان‌سنجی در حد امکان حذف شده یا به میدان‌های تقدمی تبدیل شوند. در صورت امکان‌پذیر نبودن حذف میدان‌های تداخلی موجود، می‌توان از چراغ راهنمایی برای کنترل ترافیک عبوری و کاهش تداخل‌ها استفاده کرد.

استفاده از میدان‌های تقدمی نیز در تقاطع خیابان‌های شریانی و پر تردد و همچنین تقاطع‌های دارای سهم قابل توجه تردد عابران پیاده و دوچرخه‌سواران توصیه نمی‌شود و نیاز به تمهیدات ایمنی و هندسی خاص و پر هزینه دارد. از این میدان‌ها می‌توان در محل برخورد خیابان‌های جمع‌وپخش کننده و محلی به منظور کاهش سرعت وسایل نقلیه موتوری و آرام‌سازی جریان ترافیک استفاده کرد. برای ایجاد میدان تقدمی، لازم است سرعت مجاز معابر متقاطع کمتر از ۵۰ کیلومتر بر ساعت باشد.



شکل ۱-۱۰- نمونه‌ای از میدان‌ها

میدان‌های تقدمی بر اساس ابعاد و عملکرد به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

میدانچه: این نوع میدان‌ها در تقاطع خیابان‌های جمع‌وپخش کننده و محلی و به منظور آرام‌سازی جریان ترافیک استفاده می‌شوند. این نوع میدان علاوه بر یک جزیره میانی کوچک و معمولاً قابل عبور، دارای جزایر جداکننده‌ای در ابتدای ورودی‌ها است. در برخی موارد، شعاع گردش برای حرکت چپگرد وسایل نقلیه سنگین مانند کامیون‌ها و اتوبوس‌ها و همچنین وسایل نقلیه اضطراری، بیشتر از فضای موجود در میدان بوده و این وسایل ممکن است بر خلاف جهت میدانچه حرکت کرده و یا از سطح برآمده جزیره میانی عبور کنند.

میدان تک‌خطه: در این نوع میدان‌ها همه ورودی‌ها و سواره‌روی دور جزیره میانی، دارای یک خط عبور هستند. ابعاد جزیره میانی میدان تک‌خطه از میدانچه بزرگ‌تر است و سرعت و ظرفیت بیشتری را در مقایسه با میدانچه فراهم می‌کند. همچنین، این میدان‌ها در طراحی هندسی، دارای جزیره میانی غیر قابل عبور و جزایر ایمنی برآمده در ورودی‌ها برای کنترل سرعت هستند.

میدان چندخطه: در این نوع میدان‌ها، حداقل یک ورودی میدان و سواره‌روی دور جزیره میانی، بیشتر از یک خط عبور دارد. در میدان‌های چندخطه به علت عریض بودن سواره‌روی دور جزیره میانی معمولاً امکان عبور دو یا چند وسیله در کنار هم فراهم است.

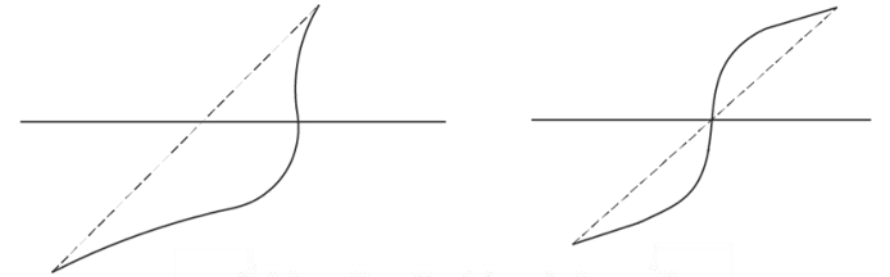
۱-۶- موقعیت و زاویه تقاطع

از آنجا که تقاطع‌ها محل برخورد شیوه‌های مختلف سفر هستند، مشخصات مربوط به پلان و نیمرخ‌های آنها باید به گونه‌ای باشد که برای کلیه این شیوه‌ها قابل شناسایی بوده و فضای لازم برای انواع حرکت‌ها در اختیار استفاده‌کنندگان مختلف قرار گیرد. به این منظور، تقاطع‌ها در حد امکان باید در قسمت‌های مستقیم و دارای شیب یکنواخت معابر واقع شوند. اگر واقع شدن تقاطع در قوس‌های افقی ناگزیر باشد، شعاع قوس افقی نباید از ۱۰۰۰ متر برای بزرگراه‌ها و از ۳۰۰ متر برای خیابان‌های شریانی کمتر باشد. در ضمن، هماهنگی نیمرخ‌های طولی و عرضی در محل تقاطع به منظور تخلیه آب‌های سطحی ضروری است.

توصیه می‌شود که مقدار زاویه تقاطع‌ها در طرح‌های جدید در حد امکان، نزدیک به ۹۰ درجه (بین ۷۵ تا ۱۰۵ درجه) در نظر گرفته شود. زوایای خیلی تند برای تقاطع‌ها، باعث ایجاد مشکلاتی در فراهم کردن دید کافی در تقاطع، حرکت گردشی وسایل نقلیه سنگین، کنترل سرعت در گردش به راست و تشخیص معبر اصلی و متقاطع برای رانندگان می‌شود.

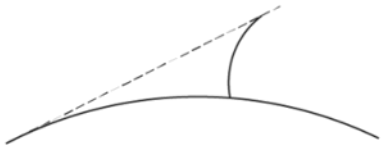
در صورتی که زاویه تقاطع در وضع موجود کمتر از ۷۵ درجه باشد، تقاطع باید در بازسازی شبکه معابر، در حد امکان اصلاح شود. این اصلاحات معمولاً در شرایطی امکان‌پذیر است که در اطراف تقاطع، زمین ساخته نشده وجود داشته و یا اصلاح تقاطع جزئی از بازسازی شهری باشد. شکل ۱-۱۱، شیوه‌های اصلاح زاویه تقاطع‌های مایل را نشان می‌دهد. در صورتی که زاویه راستای معابر متقاطع بیشتر از ۴۵ درجه باشد، با ایجاد قوس‌های افقی مناسب، می‌توان زاویه تقاطع را در همان موقعیت اصلاح کرد (حالت «الف»). ولی اگر این زاویه کمتر باشد، با تغییر راستا و شکستن معبر، دو تقاطع مجزا ایجاد شده که فاصله آنها باید در محدوده مجاز طبقه‌بندی معابر کنترل شود (حالت «ب»).

موقعیت تقاطع در پلان، باید از نظر فراهم بودن قابلیت دید کنترل شود. تقاطع باید در حد امکان در نقاطی قرار گیرد که موانع دید وجود نداشته و فواصل دید از حداقل‌های تعیین شده بیشتر باشد.



الف- تبدیل یک چهارراه مایل به یک چهارراه قائم

ب- تبدیل یک چهارراه مایل به دو سه‌راه قائم



ج- تبدیل یک سه‌راه مایل به یک سه‌راه قائم

-------- وضعیت موجود

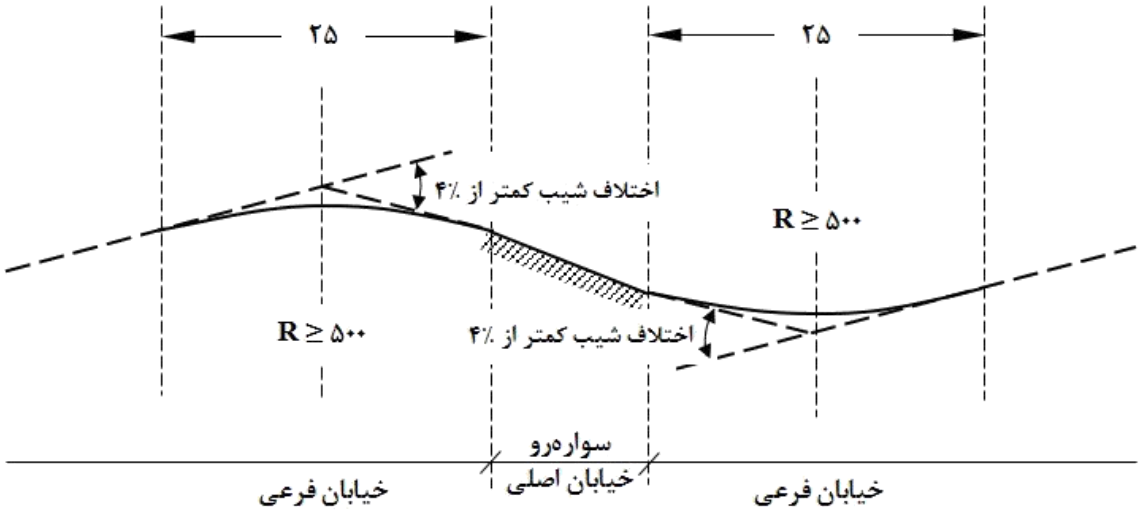
——— وضعیت اصلاح شده

شکل ۱-۱۱- روش‌های اصلاح زاویه تقاطع‌های مایل از طریق تغییر راستای معابر متقاطع

۱-۷- شیب‌بندی تقاطع

شیب طولی معابر در محدوده تقاطع باید در حد امکان هموار و حداکثر برابر با ۳ درصد در نظر گرفته شود. در شرایط خاص، اگر رعایت این شیب به دلیل شرایط توپوگرافی و اقتصادی امکان‌پذیر نباشد، این میزان را با در نظر گرفتن ملاحظات فاصله و مثلث دید و عملکرد وسایل نقلیه، می‌توان تا ۶ درصد افزایش داد. شیب طولی سطح تقاطع باید به منظور حفظ شرایط تخلیه آب‌های سطحی، حداقل در محدوده عملکردی تقاطع نیز امتداد داشته باشد.

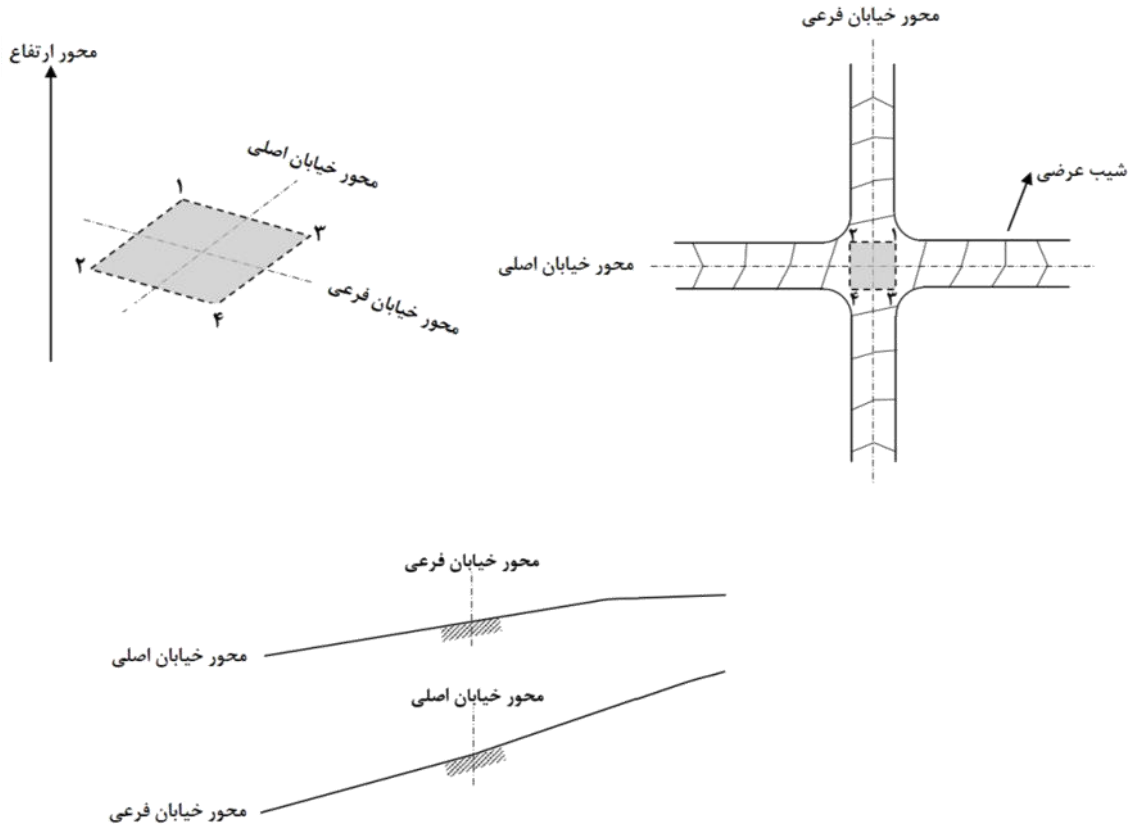
به طور کلی، معمولاً در تقاطع، خطوط شیب خیابان اصلی، بدون تغییر امتداد یافته و شیب خیابان فرعی با آن تنظیم و هماهنگ می‌شود. همچنین لازم است تا انطباق شیب طولی خیابان فرعی با شیب عرضی خیابان اصلی در محل تقاطع، مورد توجه قرار گیرد. البته این شیب‌ها می‌توانند متفاوت باشند، ولی این تفاوت باید در حدی باشد که لبه‌های سواره‌روی دو خیابان در محل تلاقی، بدون شکستگی به یکدیگر متصل شوند. در حالتی که این اختلاف شیب کمتر از ۴ درصد باشد، شکستگی ایجاد شده در محل اتصال، قابل قبول بوده و مطابق با شکل ۱-۱۲ اصلاح می‌شود. ولی اگر اختلاف شیب‌ها بیشتر از ۴ درصد باشد، طراحی قوس قائم در محل اتصال با توجه به شرایط و سرعت موجود، الزامی خواهد بود.



(کلیه مقادیر به متر است)

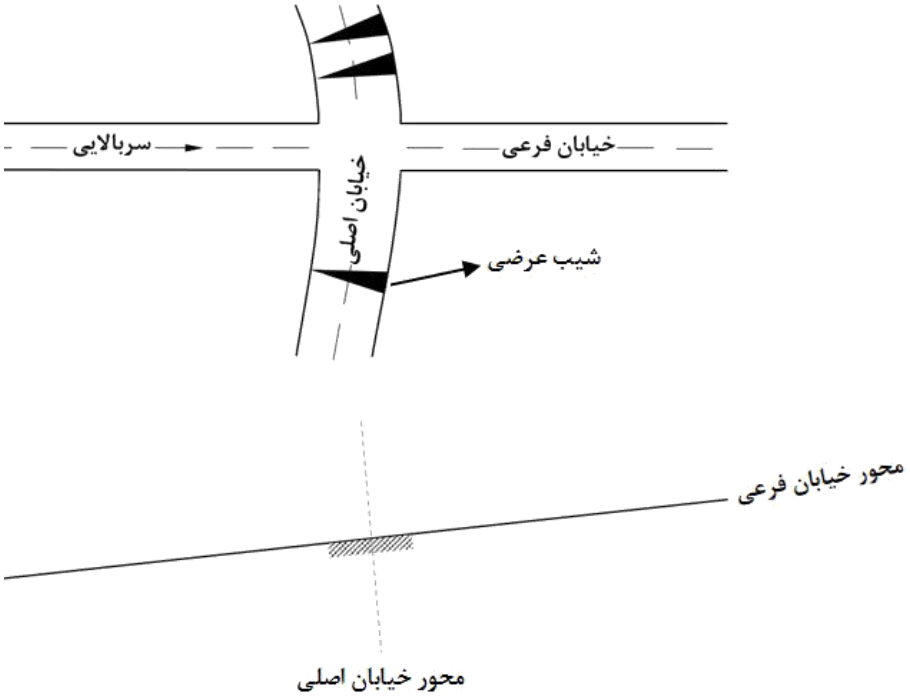
شکل ۱-۱۲- هماهنگی شیب طولی خیابان فرعی با شیب عرضی خیابان اصلی در تقاطع

در شرایط خاص و در صورت لزوم به تغییر، بهتر است نیمرخ‌های عرضی خیابان اصلی و فرعی به صورت توأمان و هماهنگ تغییر کنند (شکل ۱-۱۳).

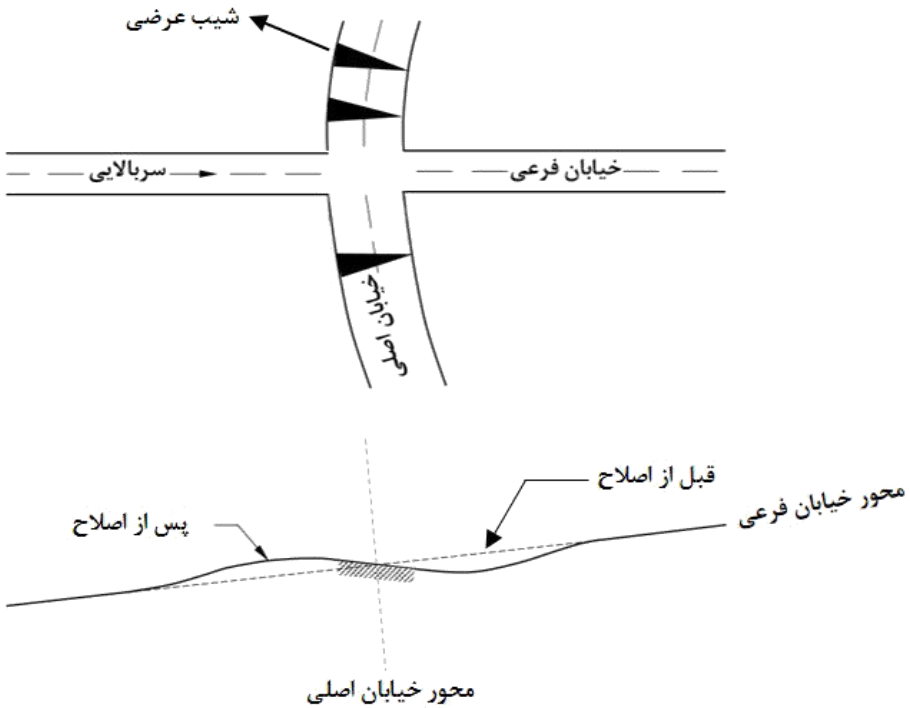


شکل ۱-۱۳- تغییر توأمان نیمرخ‌های عرضی و طولی خیابان‌های اصلی و فرعی در محل تقاطع

در حالتی که تقاطع در قوس افقی قرار دارد، اگر جهت بربلندی قوس خیابان اصلی هم‌جهت با شیب طولی خیابان فرعی باشد، به طور طبیعی شیب طولی خیابان فرعی با مقطع عرضی خیابان اصلی هماهنگ می‌شود (حالت «الف» از شکل ۱-۱۴). ولی اگر این دو شیب با یکدیگر هم‌جهت نباشند، نیمرخ طولی خیابان فرعی چنان تغییر می‌کند که جهت شیب طولی آن با جهت بربلندی قوس خیابان اصلی هماهنگ و یکسان شود (حالت «ب» از شکل ۱-۱۴). در چنین حالتی، به علت محدودیت دید، استفاده از جزیره‌های جداکننده برای کاهش احتمال برخورد در تقاطع توصیه می‌شود. همچنین، ضروری است تا شرایط جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی در این حالت مورد بررسی قرار گیرد.



الف- شیب طولی و بربلندی هم جهت



ب- شیب طولی و بربلندی غیر هم جهت

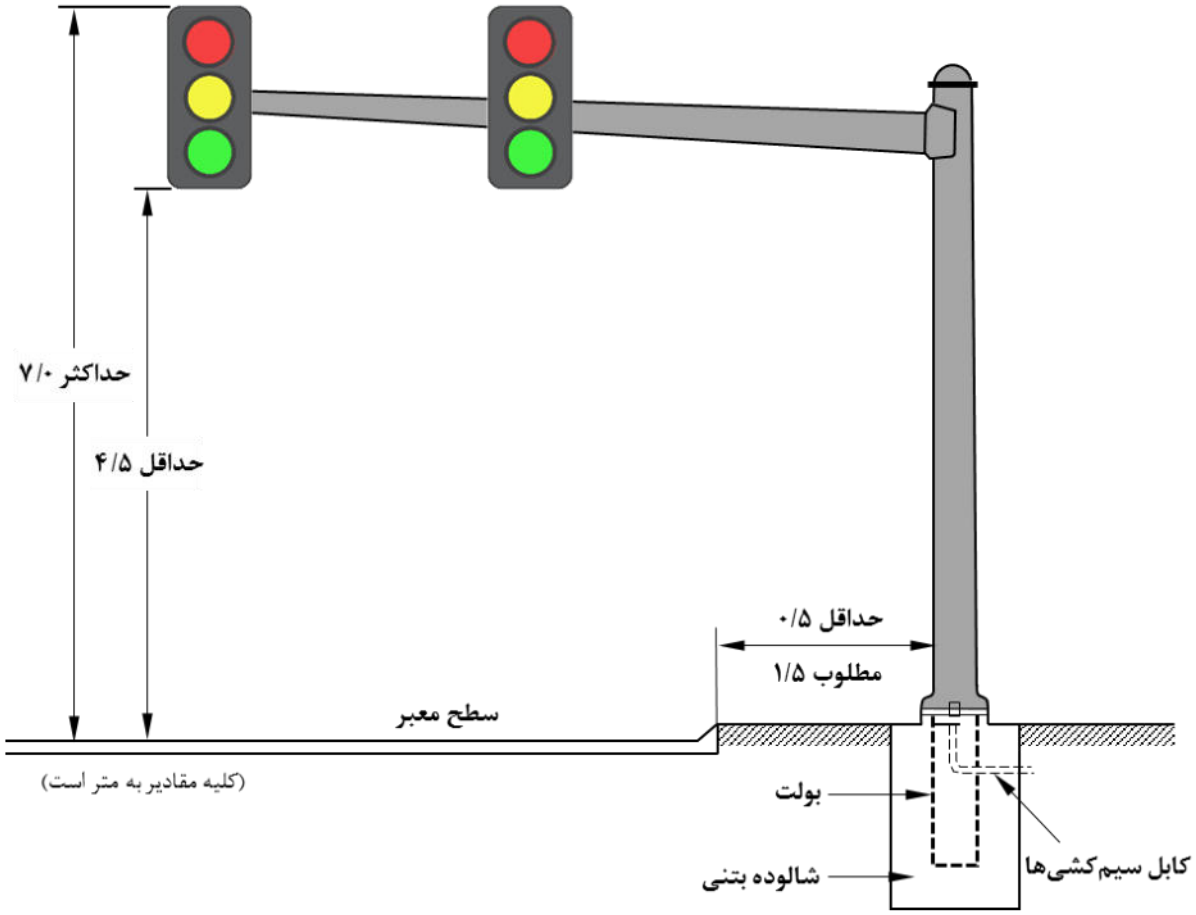
شکل ۱-۱۴- هماهنگی بربلندی خیابان اصلی با شیب طولی خیابان فرعی در تقاطع

۱-۸- محل نصب چراغ راهنمایی در تقاطع

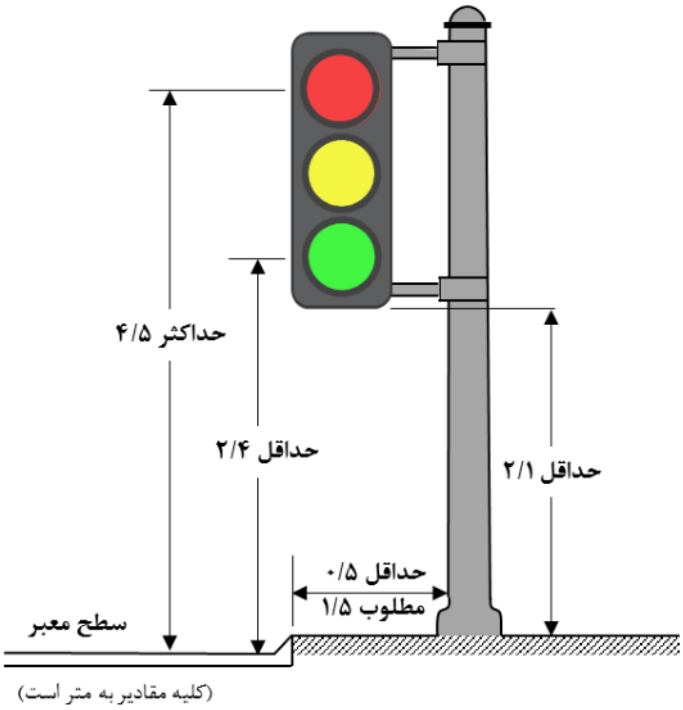
چراغ‌های راهنمایی به دو دسته بالاسری و جانبی تقسیم می‌شوند. حداقل ارتفاع نصب چراغ راهنمایی بالاسری از سطح معبر برابر با حداقل ارتفاع آزاد معبر بوده و در بازه ۴/۵ تا ۵/۵ متر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱-۱۵). برای اطلاعات بیشتر در مورد ارتفاع آزاد معابر مختلف به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

حداقل فاصله جانبی برای نصب پایه چراغ راهنمایی برابر ۰/۵ متر و در حالت مطلوب برابر با ۱/۵ متر است. برای اطلاعات بیشتر در مورد فاصله جانبی موانع عمودی به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود.

از چراغ‌های جانبی در تقاطع‌های پیچیده و عریض یا مواردی که ممکن است چراغ‌های راهنمایی بالاسری در مخروط دید رانندگان قرار نگیرند، استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۶).



شکل ۱-۱۵- مشخصات هندسی محل نصب چراغ راهنمایی بالاسری



شکل ۱-۱۶- مشخصات هندسی محل نصب چراغ راهنمایی جانبی

علاوه بر موارد اشاره شده در شکل ۱-۱۵ و شکل ۱-۱۶، برای جانمایی اجزای چراغ راهنمایی در محل گذرگاه عابر پیاده، در نظر گرفتن موارد زیر به منظور رعایت حال افراد دارای معلولیت ضروری است:

- چراغ راهنمایی باید در ابتدا و انتهای محل عبور عابر پیاده مجهز به هشداردهنده شنیداری باشد.
- دکمه‌های چراغ راهنمایی هوشمند عابر پیاده باید در ارتفاع ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری نصب شوند.
- دکمه‌های کنترل چراغ راهنمایی هوشمند عابر پیاده باید مجهز به خط بریل باشد.
- دکمه‌های کنترل چراغ راهنمایی هوشمند عابر پیاده باید به گونه‌ای باشند که با استفاده از هر قسمت از دست یا بازو فعال شوند.

در تقاطع‌های چراغ‌دار، نصب حداقل دو چراغ راهنمایی برای جریان مستقیم الزامی است. مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در محل استقرار چراغ راهنمایی، قابلیت رؤیت آن توسط رانندگان مسیر مربوطه است. از این رو، چراغ راهنمایی باید داخل مخروط دید افقی و قائم رانندگان واقع شود. به منظور دیده شدن چراغ راهنمایی قبل از تقاطع، حداقل فاصله افقی عاری از مانع در طول معبر منتهی به تقاطع بر اساس سرعت طرح آن معبر تعیین می‌شود (جدول ۱-۲).

جدول ۱-۲- حداقل فاصله افقی عاری از مانع در طول معبر برای دیده شدن چراغ راهنمایی

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**حداقل فاصله دیده شدن چراغ** (متر)
۳۰	۳۵
۴۰	۵۰
۵۰	۶۵
۶۰	۸۵
۷۰	۱۰۵
۸۰	۱۳۰
۹۰	۱۶۰
۱۰۰	۱۸۵

در تقاطع‌هایی که دارای زمان‌بندی جداگانه برای حرکت‌های گردشی هستند، نصب یک چراغ راهنمایی اضافی برای کنترل این حرکت‌ها الزامی است.

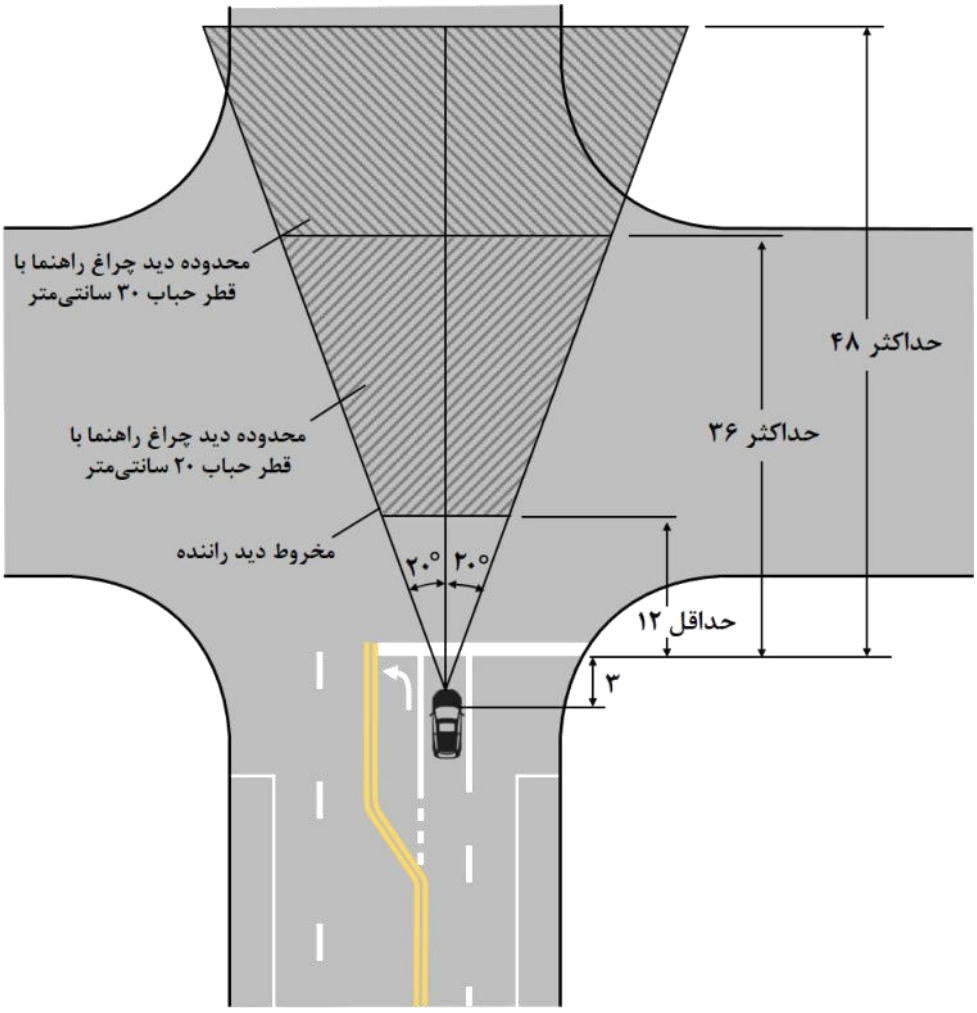
چراغ راهنمایی بالاسری، بهتر است در فاصله ۱۲ تا ۳۶ متری جلوتر از خط ایست تقاطع و با قطر حباب ۲۰ سانتی‌متر نصب شود. در تقاطع‌های بزرگ که نصب چراغ در این فاصله ممکن نیست، با افزایش قطر حباب به ۳۰ سانتی‌متر، می‌توان چراغ را در فاصله ۳۶ تا ۴۸ متر نصب کرد. علاوه بر رعایت فاصله طولی با خط ایست، قرار گرفتن چراغ راهنمایی در داخل مخروط دید رانندگان (زاویه ۲۰ درجه از راست و چپ) از نظر رعایت فاصله عرضی، حائز اهمیت است (شکل ۱-۱۷).

در تعیین محل نصب چراغ‌های راهنمایی در تقاطع، در نظر گرفتن موارد زیر ضروری است:

- در تقاطع‌های ساده و کم عرض، برای هر یک از شاخه‌های تقاطع دو چراغ راهنمایی در نظر گرفته می‌شود. یک چراغ درست در جلوی خط ایست و چراغ دیگر در طرف مقابل و پس از سطح تقاطع نصب می‌شود.

- در تقاطع‌های پیچیده و عریض، ممکن است رعایت ضوابط قرارگیری چراغ راهنمایی در مخروط دید رانندگان، نیاز به نصب چراغ‌های راهنمایی جانبی و بالاسری بیشتری داشته باشد.

- قرار گرفتن تقاطع‌ها در قوس‌های قائم و افقی ممکن است مانع دیده شدن چراغ‌های راهنمایی در فاصله کافی قبل از تقاطع شود. در شرایطی که نتوان چراغ‌های راهمنایی را در مخروط دید رانندگان ورودی به تقاطع قرار داد، باید با استفاده از تابلوهای مناسب، رانندگان را از وجود چراغ راهنمایی آگاه کرد.



شکل ۱-۱۷- محدوده نصب چراغ راهنمایی و مخروط دید رانندگان در تقاطع

۲– فاصله و مثلث دید در انواع تقاطع‌ها

در تقاطع‌ها به سبب انجام حرکت‌های گردشی، انتخاب مسیر و تغییر خط، امکان تداخل جریان‌های ترافیکی مختلف وجود دارد. علاوه بر این، حضور عابران پیاده و دوچرخه‌سوارن در محل تقاطع، احتمال برخوردها را افزایش می‌دهد. با رعایت فاصله دید و جانمایی درست تابلوها و علائم راهنمایی و رانندگی در معابر متقاطع می‌توان شاخص ایمنی تقاطع را افزایش داد. از این رو، تقاطع باید از فاصله‌ای مشخص قابل رؤیت باشد.

رعایت موارد زیر برای قابل رؤیت شدن تقاطع‌ها ضروری است:

- قرار دادن تقاطع در قوس‌های قائم مقعر مجاز بوده و مشکلی ایجاد نمی‌کند. اما، باید در حد امکان از قرار دادن تقاطع در قوس‌های قائم محدب خودداری شود. در شرایط خاص، مقادیر فاصله دید باید بیشتر از مقادیر حداقلی ارائه شده در بخش دوم، «پلان و نیمرخ‌های طولی» در نظر گرفته شود.

- باید در حد امکان از قرار دادن تقاطع در قوس‌های افقی با شعاع کم خودداری شود. در موارد خاص، مقادیر فاصله دید و مثلث دید باید بیشتر از مقادیر حداقلی در نظر گرفته شود.

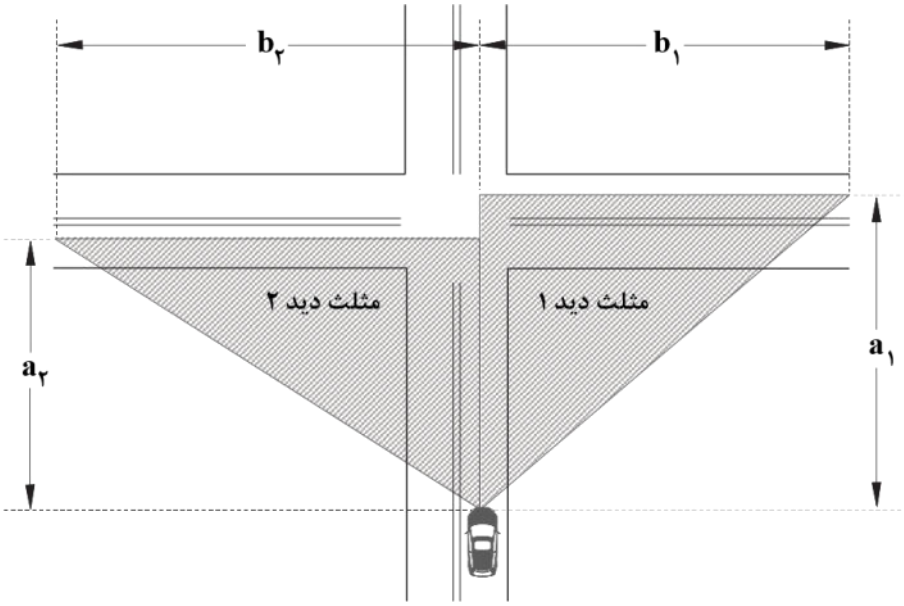
- اگر محل تلاقی یک معبر فرعی با معبر اصلی، از حداقل فاصله دید توقف، قابل رؤیت نبوده و قابل اصلاح نباشد، رانندگان باید به کمک تابلوها و علائم راهنمایی و رانندگی از وجود تقاطع آگاه شوند.

- در تقاطع‌های چراغ‌دار، باید حداقل دو چراغ راهنمایی از فاصله دید مناسب (با توجه به سرعت)، قابل رؤیت باشند.

- چنانچه گوشه ساختمان‌ها در مثلث دید تقاطع قرار می‌گیرند، باید در مرحله طراحی یا اولین بازسازی با استفاده از ایجاد پخی گوشه، دید مناسب برای وسایل نقلیه تأمین شود. تا آن زمان باید با استفاده از تجهیزات آرام‌سازی، تابلو و علائم راهنمایی و رانندگی سرعت ورود وسایل نقلیه به تقاطع کنترل شده و محل تقاطع اطلاع‌رسانی شود.

وسایل نقلیه ورودی به تقاطع باید بتوانند وسایل نقلیه موجود در سایر ورودی‌ها را از فاصله مناسب تشخیص دهند. به همین دلیل لازم است تا در دو سمت چپ و راست ورودی‌های تقاطع، یک محدوده به شکل مثلث قائم‌الزاویه، عاری از مانع وجود داشته باشد (شکل ۲-۱). وجود گوشه ساختمان‌های مجاور تقاطع، درخت‌های قطور، پایه تجهیزات ترافیکی و تأسیسات هوایی، دکه‌ها، جان‌پناه و پلکان پل‌های عابر پیاده و نظیر آنها در محدوده مثلث دید، سبب ایجاد محدودیت برای دید رانندگان می‌شود.

ابعاد دو مثلث دید چپ و راست برای هر ورودی تقاطع با توجه به سرعت تعیین می‌شوند (a و b در شکل ۲-۱). در این شکل مقادیر a_2 و b_1 تعیین‌کننده بوده و مقادیر a_1 و b_2 از حاصل جمع عرض خیابان و میانه با آنها به دست می‌آیند.



شکل ۲-۱- تعریف مثلث دید و ابعاد آن در معابر متقاطع

در صورتی که عرض میانه به اندازه‌ای زیاد باشد که وسایل نقلیه در دو مرحله از تقاطع عبور کنند و فرصت توقف داشته باشند (میانه عریض‌تر از ۵ متر)، در عمل، دو تقاطع مجزا وجود داشته و محاسبات مربوط به مثلث دید باید برای هر تقاطع به صورت جداگانه انجام شود.

تعیین ابعاد مثلث دید در تقاطع‌ها، تابع نحوه کنترل ترافیک تقاطع و سرعت طرح خیابان‌های متقاطع است. این موضوع باعث ایجاد حالت‌های مختلف زیر می‌شود:

- تقاطع کنترل نشده
- تقاطع دارای تابلوی «ایست»
- تقاطع دارای تابلوی «رعایت حق تقدم»
- تقاطع چراغ‌دار
- گردش به چپ از خیابان اصلی به خیابان فرعی

۲-۱- تقاطع کنترل نشده

مثلث دید در تقاطع‌هایی که با تابلوی «ایست»، تابلوی «رعایت حق تقدم» و یا چراغ راهنمایی کنترل نشده‌اند، وسیع بوده و تأمین چنین سطحی در شهرها معمولاً عملی نیست. بنابراین، توصیه می‌شود از ایجاد چنین تقاطع‌هایی در شهر خودداری شود.

حداقل طول اضلاع مثلث دید در این گونه تقاطع‌ها با در نظر گرفتن زمان درک، تصمیم‌گیری و ترمزگیری، با توجه به سرعت و با فرض شیب طولی کمتر از ۳ درصد برای ورودی‌ها، مطابق با مقادیر موجود در جدول ۲-۱ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۲-۱- حداقل طول اضلاع مثلث دید در تقاطع‌های کنترل نشده با شیب طولی کمتر از ۳ درصد

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	**حداقل طول ضلع مثلث دید** (متر)
۲۰	۲۰
۳۰	۲۵
۴۰	۳۵
۵۰	۴۵
۶۰	۵۵
۷۰	۶۵
۸۰	۷۵
۹۰	۹۰
۱۰۰	۱۰۵
۱۱۰	۱۲۰

مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۱ معمولاً کمتر از فواصل دید توقف برای سرعت‌های مختلف است. چرا که این تقاطع‌ها به دلیل واقع شدن در شیب‌های کمتر از ۳ درصد به راحتی قابل رؤیت هستند. از سوی دیگر، به دلیل عدم وجود چراغ، علائم و تابلوهای راهنمایی و رانندگی برای آگاه‌سازی، رانندگان وسایل نقلیه با دیدن تقاطع جانب احتیاط را رعایت کرده و از سرعت خود می‌کاهند.

برای تقاطع‌هایی که شیب ورودی خیابان‌های متقاطع در آنها بیشتر از ۳ درصد است، فواصل دید ارائه شده در جدول ۲-۱، مطابق با ضرایب ارائه شده در جدول ۲-۲ اصلاح می‌شوند.

جدول ۲-۲- ضرایب اصلاح اضلاع مثلث دید در تقاطع‌های کنترل نشده با شیب طولی بیشتر از ۳ درصد

سرعت (km/h) / شیب طولی (٪)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
-۶	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
-۵	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۲
-۴	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
۳- تا ۳+	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
+۴	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
+۵	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹
+۶	۱/۰	۱/۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹

۲-۲- تقاطع دارای تابلوی «ایست»

تقاطع کنترل شده با تابلوی «ایست»، تقاطعی است که وسایل نقلیه معبر فرعی برای پیوستن به جریان ترافیک معبر اصلی و یا عبور از آن کاملاً متوقف شده و پس از اطمینان از عدم برخورد با وسایل نقلیه معبر اصلی به مسیر خود ادامه می‌دهند. به همین دلیل، وسایل نقلیه خیابان اصلی نسبت به فرعی اولویت داشته و نیازی به تأمین مثلث دید برای آنها نیست. در نتیجه، محاسبات مثلث دید تنها در مسیر خیابان فرعی مطرح است.

در این تقاطع‌ها، مقدار فاصله a_2 در خیابان فرعی با فرض رعایت فاصله ۳ متری بین لبه جلویی وسیله نقلیه کنترل شده تا لبه خیابان اصلی، محاسبه می‌شود. برای تأمین فاصله b_1 در خیابان اصلی نیز سه وضعیت مختلف قابل بررسی است:

۱) گردش به چپ از خیابان فرعی به خیابان اصلی

۲) گردش به راست از خیابان فرعی به خیابان اصلی

۳) عبور مستقیم از تقاطع

۲-۲-۱- گردش به چپ از خیابان فرعی به خیابان اصلی

در این حالت، وسیله نقلیه برای گردش به چپ، جریان ترافیک در معبر اصلی را در بخشی از عرض معبر قطع می‌کند. به این ترتیب فاصله دید توقف در معبر اصلی ($b_۱$) مطابق با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

رابطه ۲-۱	$b_۱ = ۰/۲۷۸\ V_m\ t_g$
$b_۱$ = فاصله دید توقف در معبر اصلی (متر) V_m = سرعت در معبر اصلی (کیلومتر بر ساعت) t_g = مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت مورد نظر و عبور از تقاطع (ثانیه)	

در رابطه فوق، t_g با توجه به نوع وسیله نقلیه مطابق با جدول ۲-۳ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۲-۳- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت چپگرد از خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه

نوع وسیله نقلیه	مدت زمان مورد نیاز (ثانیه)
سواری	۷/۵
وسیله نقلیه سنگین	۹/۵

مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۳، مربوط به حرکت گردش به چپ وسایل نقلیه در معابر دارای یک خط عبور در هر جهت، بدون میانه و با حداکثر شیب طولی سربالایی برابر با ۳ درصد، به عنوان شرایط پایه تقاطع است. در سایر شرایط، مقادیر ارائه شده در این جدول باید مطابق با موارد زیر اصلاح شود:

معابر چندخطه: به ازای هر خط عبور بیشتر از شرایط پایه برای حرکت مورد نظر، برای سواری به میزان ۰/۵ ثانیه و برای وسایل نقلیه سنگین به میزان ۰/۷ ثانیه به مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۳ اضافه می‌شود. به عنوان مثال، در یک تقاطع چهارخطه، حرکت چپگرد یک خط اضافه نسبت به شرایط پایه خواهد داشت و مدت زمان مورد نیاز برای چپگرد سواری برابر با ۸/۰ ثانیه (۷/۵+۰/۵×۱) در نظر گرفته خواهد شد.

وجود میانه کم عرض و غیر قابل توقف: عرض میانه بر اساس عرض خطوط عبور، معادل‌سازی شده و به ازای هر خط عبور بیشتر از شرایط پایه، برای سواری به میزان ۰/۵ ثانیه و برای وسایل نقلیه سنگین به میزان ۰/۷ ثانیه به مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۳ اضافه می‌شود. به عنوان مثال، در صورت وجود خطوط عبور ۳/۰ متری و یک میانه ۴/۵ متری (معادل ۱/۵ خط عبور)، مدت زمان مورد نیاز برای چپگرد سواری برابر با ۸/۲۵ ثانیه (۱/۵×۰/۵+۷/۵) و برای چپگرد وسایل نقلیه سنگین برابر با ۱۰/۵۵ ثانیه (۱/۵×۰/۷+۹/۵) در نظر گرفته خواهد شد.

شیب طولی بیشتر از ۳ درصد: برای سربالایی‌های دارای شیب طولی بیشتر از ۳ درصد، باید به میزان ۰/۲ ثانیه به ازای هر درصد شیب طولی، به مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۳ اضافه شود. به عنوان مثال، در شیب سربالایی ۶ درصد، مدت زمان مورد نیاز برای چپگرد سواری برابر با ۸/۷ ثانیه (۶×۰/۲+۷/۵) در نظر گرفته خواهد شد.

در جدول ۲-۴، فاصله دید توقف در معبر اصلی (b_1) برای گردش به چپ سواری کنترل شده به تفکیک سرعت‌های مختلف به عنوان نمونه ارائه شده است. مقادیر ارائه شده در این جدول، برای تقاطع‌هایی با معابر دوخطه، بدون میانه و حداکثر شیب طولی ۳ درصد (شرایط پایه) است. در سایر شرایط، این فاصله با استفاده از رابطه ۲-۱ و جدول ۲-۳ با در نظر گرفتن اصلاحات مورد نیاز محاسبه می‌شود.

جدول ۲-۴- فاصله دید توقف در معبر اصلی برای انجام حرکت چپگرد در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «ایست»

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	فاصله دید توقف (متر)
۲۰	۴۵
۳۰	۶۵
۴۰	۸۵
۵۰	۱۰۵
۶۰	۱۳۰
۷۰	۱۵۰
۸۰	۱۷۰
۹۰	۱۹۰
۱۰۰	۲۱۰
۱۱۰	۲۳۰

تقاطع‌هایی که معبر اصلی در آنها دارای میانه عریض به اندازه طول وسایل نقلیه طرح (حداقل ۵ متر) به اضافه حداقل ۱ متر به عنوان فاصله ایمنی باشد، فرصت کافی را برای توقف وسایل نقلیه در میانه به منظور بررسی جریان متقاطع و یافتن فرصت مناسب برای گردش به چپ فراهم می‌کنند. از این رو، محاسبات مربوط به مثلث دید در این تقاطع‌ها، باید در محل توقف جدید وسایل نقلیه در میانه مجدداً در نظر گرفته شود.

۲-۲-۲- گردش به راست از خیابان فرعی به خیابان اصلی

به طور کلی ملاحظاتی که به منظور تأمین فاصله دید در حالت گردش به چپ از خیابان فرعی به اصلی در نظر گرفته می‌شود، در حالت گردش به راست نیز باید رعایت شود. با این تفاوت که رانندگان غالباً برای گردش به راست به زمان کمتری نسبت به گردش به چپ نیاز دارند. از این رو، در این حالت از مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۵ به عنوان فاصله‌های زمانی خروج از محدوده تقاطع پایه (معابر دوخطه، بدون میانه و شیب طولی تا ۳ درصد) در حالت راستگرد استفاده می‌شود. از شرایط پایه، تنها شیب طولی بر حرکت راستگرد اثرگذار است و در صورت وجود شرایط متفاوت با شرایط پایه، مقادیر جدول باید مطابق با بند قبل اصلاح شوند.

جدول ۲-۵- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت راستگرد از خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه

نوع وسیله نقلیه	مدت زمان مورد نیاز (ثانیه)
سواری	۶/۵
وسیله نقلیه سنگین	۸/۵

با در نظر گرفتن فاصله زمانی برای گردش به راست، مقدار فاصله دید در معبر اصلی (b_1)، به عنوان نمونه برای راستگرد سواری در تقاطع‌های دوخطه، بدون میانه و حداکثر شیب طولی ۳ درصد مطابق با مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۶ است.

جدول ۲-۶- فاصله دید توقف در معبر اصلی برای انجام حرکت راستگرد در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «ایست»

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	فاصله دید توقف (متر)
۲۰	۴۰
۳۰	۵۵
۴۰	۷۵
۵۰	۹۵
۶۰	۱۱۰
۷۰	۱۳۰
۸۰	۱۴۵
۹۰	۱۶۵
۱۰۰	۱۸۵
۱۱۰	۲۰۰

۲-۲-۳- عبور مستقیم در خیابان فرعی

در اغلب موارد، با تأمین فاصله دید در حالت گردش به چپ و گردش به راست، فاصله دید لازم برای عبور مستقیم از تقاطع نیز فراهم می‌شود. با این حال، توصیه می‌شود در موارد زیر تأمین فاصله دید برای حرکت مستقیم نیز کنترل شود:

- گردش به چپ یا به راست و یا هر دو، برای ورودی خاصی از تقاطع در نظر گرفته نشده باشد. به این ترتیب حداقل یکی از حالت‌های گردش به راست یا چپ در تقاطع وجود نداشته و کنترل نشده است. بنابراین لازم است مثلث دید برای حرکت مستقیم به صورت مستقل تأمین شود.

- وسیله نقلیه برای انجام حرکت مستقیم، عرضی معادل با ۶ خط عبور را طی کند. بنابراین طول مسیر وسایل نقلیه، ۴خط عبور بیشتر از شرایط پایه خواهد بود و مدت زمان عبور باید اصلاح شود.

- زیاد بودن حجم تردد وسایل نقلیه سنگین و تند بودن شیب طولی سربالایی در ورودی‌های تقاطع که باعث کاهش سرعت عملکردی می‌شود.

در موارد فوق برای محاسبه فاصله دید در تقاطع، مطابق با روش ارائه شده در حالت گردش به چپ و راست و با در نظر گرفتن مقادیر جدول ۲-۷ به عنوان مدت زمان مورد نیاز برای عبور از تقاطع و اصلاح آنها برای شرایط متفاوت با شرایط پایه (تعداد خط، وجود میانه یا شیب طولی)، عمل می‌شود.

جدول ۲-۷- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت مستقیم در خیابان فرعی و عبور از تقاطع در شرایط پایه

نوع وسیله نقلیه	مدت زمان مورد نیاز (ثانیه)
سواری	۶/۵
وسیله نقلیه سنگین	۸/۵

۲-۳- تقاطع دارای تابلوی «رعایت حق تقدم»

در این تقاطع‌ها، رانندگان می‌توانند بدون توقف کامل وارد تقاطع شده و از آن عبور کنند. بنابراین به منظور رعایت ایمنی، فاصله دید و مدت زمان عبور از تقاطع در این حالت، بیشتر از فاصله دید مورد نیاز در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در نظر گرفته می‌شود.

بهتر است از این تقاطع‌ها در محل برخورد خیابان‌های محلی و جمع‌وپخش کننده با سرعت کم استفاده شود. استفاده از این تقاطع‌ها در مناطق شلوغ و پر رفت‌وآمد شهری که اولویت حرکت با عابران پیاده و دوچرخه سواران است، توصیه نمی‌شود.

برای تأمین مثلث دید در تقاطع‌های چهارراه که با این روش کنترل شده‌اند، فاصله‌های دید برای گردش به چپ، گردش به راست و عبور مستقیم و برای تقاطع‌های سه‌راه، برای گردش به چپ و گردش به راست، باید فراهم و کنترل شود.

۲-۳-۱- حرکت مستقیم در خیابان فرعی

در این حالت، طول ضلع مثلث دید در معبر فرعی (a_2 در شکل ۲-۱) برای سرعت‌های مختلف در جدول ۲-۸ ارائه شده است. فاصله دید مورد نیاز در خیابان اصلی (b_1 در شکل ۲-۱) نیز با احتساب فاصله زمانی مورد نیاز برای عبور از تقاطع (جدول ۲-۸) و با استفاده از رابطه ۲-۱ محاسبه می‌شود.

جدول ۲-۸- فاصله دید و مدت زمان مورد نیاز برای حرکت مستقیم در شرایط پایه تقاطع دارای تابلوی «رعایت حق تقدم»

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	**فاصله دید توقف در معبر فرعی (a_2)** (متر)	**مدت زمان مورد نیاز (t_g) در محاسبه b_1** (ثانیه)
۲۰	۲۰	۷/۱
۳۰	۳۰	۶/۵
۴۰	۴۰	۶/۵
۵۰	۵۵	۶/۵
۶۰	۶۵	۶/۵
۷۰	۸۰	۶/۵
۸۰	۱۰۰	۶/۵
۹۰	۱۱۵	۶/۸
۱۰۰	۱۳۵	۷/۱
۱۱۰	۱۵۵	۷/۴

مقادیر موجود در جدول ۲-۸ مربوط به شرایط پایه تقاطع (معابر دوخطه، بدون میانه با شیب حداکثر ۳ درصد) است. در صورت تفاوت شرایط تقاطع مورد نظر با شرایط پایه، مقادیر فاصله دید در معبر فرعی (a_2) بر اساس ضرایب موجود در جدول ۲-۲ و مقادیر زمان مورد نیاز برای عبور از تقاطع، مطابق با موارد بیان شده در بند قبل، اصلاح می‌شوند.

اگر معبر اصلی در این تقاطع‌ها، دارای میانه وسیع (عریض‌تر از ۶ متر) با فرصت توقف برای وسایل نقلیه باشد، حرکت مستقیم وسایل نقلیه در خیابان فرعی در دو مرحله انجام شده و محاسبات مربوط به مثلث دید در مرحله دوم، مطابق با حالت «عبور مستقیم» در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» صورت می‌گیرد.

۲-۳-۲- گردش به راست و چپ

در این حالت فاصله دید در معبر فرعی (a_2 در شکل ۲-۱) برابر با ۲۵ متر در نظر گرفته شده و فاصله دید در معبر اصلی (b_1 در شکل ۲-۱)، مطابق با حالت‌های «گردش به چپ» و «گردش به راست» در تقاطع دارای تابلوی «ایست» محاسبه خواهد شد. با این تفاوت که در این حالت فاصله زمانی لازم برای عبور از تقاطع به میزان ۰/۵ ثانیه بیشتر از فواصل زمانی ارائه شده در جدول ۲-۳ برای چپگرد و جدول ۲-۵ برای راستگرد در نظر گرفته می‌شود.

در صورتی که فراهم کردن مثلث دید لازم برای تقاطع‌های کنترل شده با تابلوی «رعایت حق تقدم» میسر نباشد، این تقاطع‌ها را می‌توان با تابلوی «ایست» کنترل کرد.

۲-۴- تقاطع کنترل شده با چراغ راهنمایی

در تقاطع‌های کنترل‌شده با چراغ راهنمایی، اولین وسیله نقلیه توقف‌کننده در یک ورودی تقاطع باید توسط اولین وسایل نقلیه توقف‌کننده در سایر ورودی‌ها قابل رؤیت باشد. همچنین وسایل نقلیه‌ای که قصد گردش به چپ در تقاطع را دارند، باید فاصله دید کافی برای شناسایی فضاهای خالی در ترافیک برای ورود به خطوط چپگرد را داشته باشند. به غیر از موارد گفته شده، نیاز به رعایت ملاحظات دیگری برای تأمین فاصله دید در تقاطع‌های کنترل شده با چراغ راهنمایی نیست.

توصیه می‌شود از این شیوه کنترل ترافیک برای تقاطع‌هایی که دارای حجم ترافیک بالا با محدودیت دید و سوابق تصادفات ناشی از محدودیت دید هستند، استفاده شود. در صورتی که چراغ راهنمایی کنترل‌کننده این تقاطع‌ها در ساعات غیر اوج و یا ساعات شب به صورت چشمک‌زن باشد، باید ملاحظات مثلث دید مشابه با تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» رعایت شود.

۲-۵- گردش به چپ از خیابان اصلی به فرعی

غالباً اگر فواصل دید لازم در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» یا تابلوی «رعایت حق تقدم» رعایت شده باشد، فاصله دید برای گردش به چپ وسایل نقلیه از خیابان اصلی به فرعی نیز تأمین شده است. با این حال، تأمین فاصله دید برای این حرکت، در تقاطع‌های سه‌راه، تقاطع‌های دارای میانه در خیابان اصلی و تقاطع‌هایی که در نزدیکی قوس‌های افقی و قائم واقع شده‌اند، باید کنترل شود.

مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت گردش به چپ از یک خیابان اصلی دوخطه به یک خیابان فرعی دوخطه به تفکیک برای وسایل نقلیه سواری و سنگین در جدول ۲-۹ ارائه شده است. برای معابر چندخطه به ازای هر خط عبور بیشتر از ۲ خط به میزان ۰/۵ ثانیه برای سواری و ۰/۷ ثانیه برای وسایل نقلیه سنگین به مقادیر ارائه شده در جدول اضافه می‌شود.

جدول ۲-۹- مدت زمان مورد نیاز برای انجام حرکت چپگرد از خیابان اصلی و عبور از تقاطع در شرایط پایه

نوع وسیله نقلیه	مدت زمان مورد نیاز (ثانیه)
سواری	۵/۵
وسیله نقلیه سنگین	۶/۵

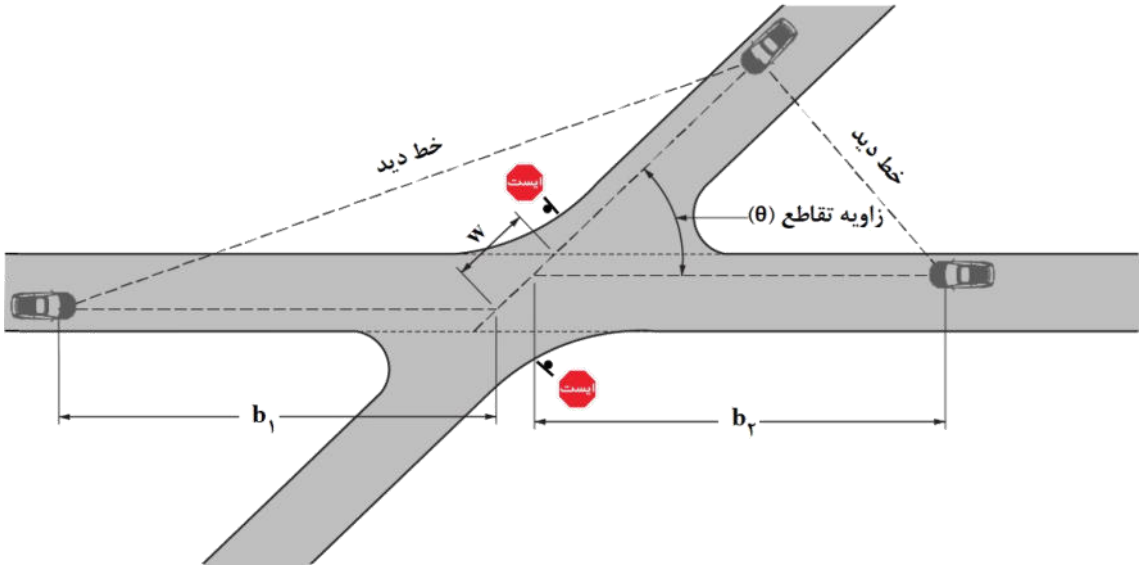
با استفاده از مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۹ و رابطه ۲-۱، فاصله دید برای گردش به چپ از معابر اصلی به فرعی محاسبه می‌شود. به عنوان نمونه، مقادیر فاصله دید برای وسیله نقلیه سواری در شرایط پایه (معابر دوخطه، بدون میانه با شیب طولی تا ۳ درصد) در جدول ۲-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۲-۱۰- فاصله دید توقف در معبر فرعی برای انجام حرکت چپگرد اصلی به فرعی در شرایط پایه

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	فاصله دید توقف (متر)
۲۰	۳۵
۳۰	۵۰
۴۰	۶۵
۵۰	۸۰
۶۰	۹۵
۷۰	۱۱۰
۸۰	۱۲۵
۹۰	۱۴۰
۱۰۰	۱۵۵
۱۱۰	۱۷۰

۲-۶- تأثیر زاویه تقاطع در فاصله و مثلث دید

در شرایطی که زاویه دو معبر متقاطع کمتر از ۷۵ درجه بوده و اصلاح آن نیز امکان‌پذیر نباشد، فواصل دید در امتداد هر یک از خطوط متقاطع و شرایط تأمین مثلث دید در تقاطع باید بیشتر بررسی شود. شکل ۲-۲، مثلث‌های دید در تقاطع‌های مایل را نشان می‌دهد. در قسمت زاویه تند تقاطع مایل، راننده وسیله نقلیه، جهت رؤیت کامل مثلث دید، مجبور است سر خود را کامل بچرخاند.



شکل ۲-۲- تعریف مثلث‌های دید در تقاطع مایل

در تقاطع‌های مایل، طولی که توسط وسایل نقلیه برای گردش و عبور مستقیم طی می‌شود، بیشتر شده و مدت زمان عبور از تقاطع نیز افزایش می‌یابد. برای به دست آوردن مدت زمان مورد نیاز برای عبور از تقاطع (t_g) در این حالت، ابتدا اضافه طول طی شده توسط وسایل نقلیه (w در شکل ۲-۲) محاسبه می‌شود. در صورتی که این طول بیشتر از عرض یک خط عبور باشد، به ازای اضافه شدن عرضی معادل یک خط عبور، به میزان ۰/۵ ثانیه برای سواری و ۰/۷ ثانیه برای وسایل نقلیه سنگین به فواصل زمانی ارائه شده در جدول ۲-۳ برای چپگرد و جدول ۲-۵ برای راستگرد اضافه می‌شود. اضافه طول طی شده توسط وسایل نقلیه در تقاطع مایل (w در شکل ۲-۲) از تقسیم مجموع عرض خطوط طی شده در سطح تقاطع (با در نظر گرفتن عرض میانه) بر سینوس زاویه تقاطع (θ در شکل ۲-۲) به دست می‌آید.

۳- خطوط گردشی و قوس گوشه تقاطع

عرض خطوط گردش در تقاطع‌ها تابعی از حجم ترافیک جریان گردشی و نوع وسیله نقلیه طرح است. طراحی خطوط گردش در تقاطع‌ها با توجه به جریان‌های راستگرد صورت می‌گیرد و ضوابط در نظر گرفته شده برای آن، در سایر خطوط موجود در تقاطع نیز قابل اجرا است. برای طراحی خطوط راستگرد در تقاطع‌ها، سه روش معمول در نظر گرفته شده است:

بر اساس حداقل شعاع گردش: مربوط به تقاطع‌های جریان‌بندی نشده کم سرعت با محدودیت فضا

با استفاده از جزیره جداکننده: مربوط به تقاطع‌های متوسط دارای سرعت بیشتر از ۱۵ کیلومتر بر ساعت، سهم قابل توجه وسایل نقلیه سنگین و با هدف افزایش ایمنی عابران پیاده

بر اساس جریان آزاد ترافیک: مربوط به رابط تبادل‌ها و تقاطع‌های بزرگراهی و پر سرعت

لازم به ذکر است که مطالب موجود در این فصل برای طراحی خطوط گردش و قوس گوشه در تقاطع‌ها کاربرد داشته و ضوابط هندسی مورد نیاز برای طراحی میدان‌ها در فصل ششم از همین جلد ارائه شده است.

۳-۱- طراحی بر اساس حداقل شعاع گردش

برای تأمین حداقل شعاع گردش انواع وسایل نقلیه و گرد کردن گوشه تقاطع‌ها می‌توان از سه روش استفاده کرد.

- قوس دایره‌ای ساده
- قوس دایره‌ای ساده به همراه لچکی
- قوس سه مرکزی

قوس‌های دایره‌ای ساده برای وسایل نقلیه کوچک و سرعت‌های کم مناسب هستند. در حالی که برای سرعت‌های بیشتر و وسایل نقلیه بزرگ‌تر، استفاده از قوس‌های سه مرکزی، مزایای بیشتری دارند.

حداقل شعاع قوس‌های ساده در جدول ۳-۱ و حداقل شعاع قوس‌های سه مرکزی در جدول ۳-۲ ارائه شده است.

وسایل نقلیه طرحی که در این بخش برای طراحی شعاع گردش تقاطع‌ها در نظر گرفته شده شامل سواری، کامیونت، کامیون، اتوبوس و تریلی است. برای هر یک از انواع وسایل نقلیه طرح با در نظر گرفتن سرعت ۱۵ کیلومتر بر ساعت، حداقل شعاع گردش تعیین شده است. در این سرعت، اختلاف بین شعاع گردش به راست و گردش به چپ به منظور طراحی، ناچیز و قابل اغماض است. بنابراین از این مقادیر می‌توان برای طراحی خطوط گردش به چپ در تقاطع‌ها نیز استفاده کرد.

جدول ۳-۱- حداقل شعاع قوس ساده بر اساس زاویه گوشه تقاطع و نوع وسیله نقلیه طرح

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه طرح	شعاع قوس ساده (متر)	مشخصات قوس ساده به همراه لچکی		
			شعاع (متر)	فاصله از لبه (متر)	لچکی (نسبت عرض به طول)
۱۵۰	سواری	۱۸	-	-	-
	کامیونت	۳۰	-	-	-
	کامیون	۳۰	-	-	-
	اتوبوس	۴۵	-	-	-
	تریلی	۶۰	-	-	-
۱۳۵	سواری	۱۵	-	-	-
	کامیونت	۲۳	-	-	-
	کامیون	۳۵	-	-	-
	اتوبوس	۳۶	-	-	-
	تریلی	۵۳	۳۶	۰/۶	۱ به ۱۵
۱۲۰	سواری	۱۲	-	-	-
	کامیونت	۱۸	-	-	-
	کامیون	۳۰	-	-	-
	اتوبوس	۲۸	-	-	-
	تریلی	۴۵	۲۹	۱/۰	۱ به ۱۵
۱۰۵	سواری	۱۱	۸	۰/۶	۱ به ۱۰
	کامیونت	۱۸	۱۴	۰/۶	۱ به ۱۰
	کامیون	۲۷	۱۸	۰/۶	۱ به ۱۰
	اتوبوس	-	۱۸	۰/۶	۱ به ۱۵
	تریلی	-	۲۰	۱/۰	۱ به ۱۵

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه طرح	شعاع قوس ساده (متر)	مشخصات قوس ساده به همراه لچکی		
			شعاع (متر)	فاصله از لبه (متر)	لچکی (نسبت عرض به طول)
۹۰	سواری	۹	۶	۰/۸	۱ به ۱۰
	کامیونت	۱۵	۱۲	۰/۶	۱ به ۱۰
	کامیون	۲۴	۱۴	۱/۲	۱ به ۱۰
	اتوبوس	-	۱۴	۱/۲	۱ به ۱۰
	تریلی	-	۱۸	۱/۲	۱ به ۱۵
۷۵	سواری	-	۶	۰/۸	۱ به ۸
	کامیونت	-	۱۱	۱/۰	۱ به ۸
	کامیون	-	۱۴	۱/۲	۱ به ۱۰
	اتوبوس	-	۱۲	۱/۲	۱ به ۱۰
	تریلی	-	۱۷	۱/۲	۱ به ۱۵
۶۰	سواری	-	۶	۰/۶	۱ به ۱۰
	کامیونت	-	۹	۱/۰	۱ به ۱۰
	کامیون	-	۱۱	۱/۸	۱ به ۸
	اتوبوس	-	۱۱	۱/۵	۱ به ۸
	تریلی	-	۱۴	۱/۲	۱ به ۱۵
۴۵	سواری	-	۶	۰/۵	۱ به ۱۰
	کامیونت	-	۹	۱/۲	۱ به ۱۰
	کامیون	-	۱۲	۱/۲	۱ به ۱۰
	اتوبوس	-	۹	۱/۲	۱ به ۸
	تریلی	-	۱۲	۲/۰	۱ به ۱۵
۳۰	سواری	-	۶	۰/۶	۱ به ۱۰
	کامیونت	-	۹	۲/۰	۱ به ۸
	کامیون	-	۱۱	۲/۱	۱ به ۸
	اتوبوس	-	۹	۲/۰	۱ به ۸
	تریلی	-	۱۱	۲/۱	۱ به ۶
صفر (دوربرگردان)	سواری	-	۵	۲/۰	۱ به ۲۰
	کامیونت	-	۹	۰/۵	۱ به ۱۰
	کامیون	-	۱۱	۲/۰	۱ به ۱۰
	اتوبوس	-	۶	۳/۰	۱ به ۵
	تریلی	-	۸	۳/۰	۱ به ۵

«-»: امکان‌ناپذیر و یا بدون توجیه اقتصادی

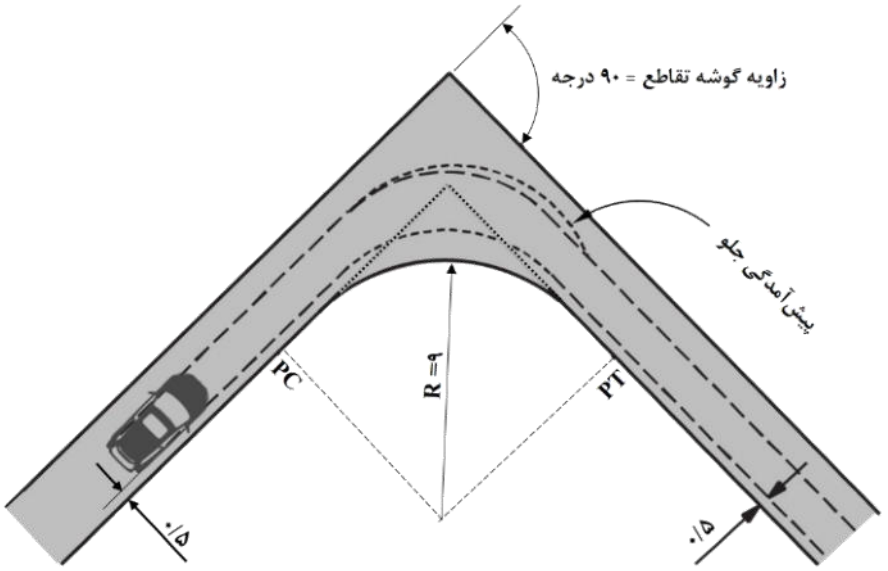
جدول ۳-۲- حداقل شعاع قوس‌های سه مرکزی بر اساس زاویه گوشه تقاطع و نوع وسیله نقلیه طرح

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه طرح	قوس سه مرکزی متقارن		قوس سه مرکزی نامتقارن	
		شعاع‌ها (متر)	فاصله از لبه (متر)	شعاع‌ها (متر)	فاصله از لبه (متر)
۱۵۰	سواری	–	–	–	–
	کامیونت	–	–	–	–
	کامیون	–	–	–	–
	اتوبوس	–	–	–	–
	تریلی	–	–	–	–
۱۳۵	سواری	–	–	–	–
	کامیونت	–	–	–	–
	کامیون	–	–	–	–
	اتوبوس	–	–	–	–
	تریلی	۶۰، ۳۰ و ۶۰	۱/۰	–	–
۱۲۰	سواری	–	–	–	–
	کامیونت	–	–	–	–
	کامیون	–	–	–	–
	اتوبوس	–	–	–	–
	تریلی	۶۰، ۲۳ و ۶۰	۱/۷	۸۴، ۲۳ و ۶۰	۲/۰ و ۰/۶
۱۰۵	سواری	۳۰، ۸ و۳۰	۰/۶	–	–
	کامیونت	۳۶، ۱۴ و ۳۶	۰/۶	–	–
	کامیون	۶۱، ۱۱ و ۶۱	۱/۵	۶۱، ۱۴ و ۱۸	۱/۴ و ۰/۳
	اتوبوس	۳۶، ۱۴ و ۳۶	۱/۵	۶۰، ۱۴ و ۳۶	۲/۰ و ۶/۰
	تریلی	۴۵، ۱۵و ۴۵	۲/۰	۶۹، ۱۵ و ۴۵	۳/۰ و ۰/۶
۹۰	سواری	۳۰، ۶ و ۳۰	۰/۸	–	–
	کامیونت	۳۶، ۱۲ و ۳۶	۰/۶	–	–
	کامیون	۶۱، ۹ و ۶۱	۲/۱	۶۱، ۱۴ و ۱۸	۱/۴ و ۰/۳
	اتوبوس	۳۶، ۱۲ و ۳۶	۱/۵	۶۰، ۱۲ و ۳۶	۲/۰ و ۰/۶
	تریلی	۵۵، ۱۸ و ۵۵	۲/۰	۶۰، ۱۲ و ۳۶	۳/۰ و ۰/۶

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه طرح	قوس سه مرکزی متقارن		قوس سه مرکزی نامتقارن	
		شعاع‌ها (متر)	فاصله از لبه (متر)	شعاع‌ها (متر)	فاصله از لبه (متر)
۷۵	سواری	۳۰، ۶ و ۳۰	۰/۸	–	–
	کامیونت	۳۰، ۱۱ و ۳۰	۱/۰	–	–
	کامیون	۶۱، ۱۱ و ۶۱	۱/۸	۵۸، ۱۲ و ۱۸	۱/۸ و ۰/۵
	اتوبوس	۳۰، ۱۱ و ۳۰	۱/۵	۶۰، ۱۷ و ۳۰	۲/۵ و ۰/۶
	تریلی	۵۵، ۱۴ و ۵۵	۲/۵	۶۴، ۱۲ و ۴۵	۳/۰ و ۰/۶
۶۰	سواری	۳۰، ۶ و ۳۰	۰/۶	–	–
	کامیونت	۳۰، ۹ و ۳۰	۱/۰	–	–
	کامیون	۶۱، ۱۱ و ۶۱	۱/۸	۵۸، ۱۲ و ۱۸	۱/۵ و ۰/۵
	اتوبوس	۳۶، ۹ و ۳۶	۲/۰	۵۵، ۹ و ۳۰	۲/۷ و ۰/۶
	تریلی	۵۵، ۱۲ و ۵۵	۲/۶	۶۷، ۱۱ و ۴۵	۳/۶ و ۰/۶
۴۵	سواری	۳۰، ۶ و ۳۰	۰/۵	–	–
	کامیونت	۳۰، ۹ و ۳۰	۱/۲	–	–
	کامیون	۶۱، ۱۲ و ۶۱	۱/۲	۵۵، ۱۲ و ۱۸	۱/۵ و ۰/۵
	اتوبوس	۳۶، ۹ و ۳۶	۲/۰	۵۵، ۸ و ۳۰	۴/۰ و ۱/۰
	تریلی	۴۸، ۱۱ و ۴۸	۲/۷	۵۶، ۹ و ۴۰	۴/۳ و ۱/۰
۳۰	سواری	۲۳، ۶ و ۲۳	۰/۶	–	–
	کامیونت	۳۰، ۹ و ۳۰	۱/۲	–	–
	کامیون	۶۱، ۱۱ و ۶۱	۲/۰	۶۱، ۱۲ و ۱۸	۱/۴ و ۰/۳
	اتوبوس	۳۰، ۹ و ۳۰	۲/۰	۴۸، ۸ و ۲۸	۳/۶ و ۰/۳
	تریلی	۴۸، ۱۱ و ۴۸	۲/۱	۵۵، ۹ و ۳۶	۴/۳ و ۱/۰
صفر (دوربرگردان)	سواری	۱۵، ۵ و ۱۵	۰/۲	–	–
	کامیونت	۳۰، ۹ و ۳۰	۰/۵	–	–
	کامیون	۴۶، ۱۱ و ۴۶	۱/۹	۱۵، ۱۱ و ۴۰	۲/۱ و ۱/۷
	اتوبوس	۳۰، ۶ و ۳۰	۳/۰	۲۶، ۶ و ۴۵	۴/۰ و ۲/۰
	تریلی	۴۰، ۸۰ و ۴۰	۳/۰	۵۵، ۸ و ۳۰	۴/۰ و ۲/۰

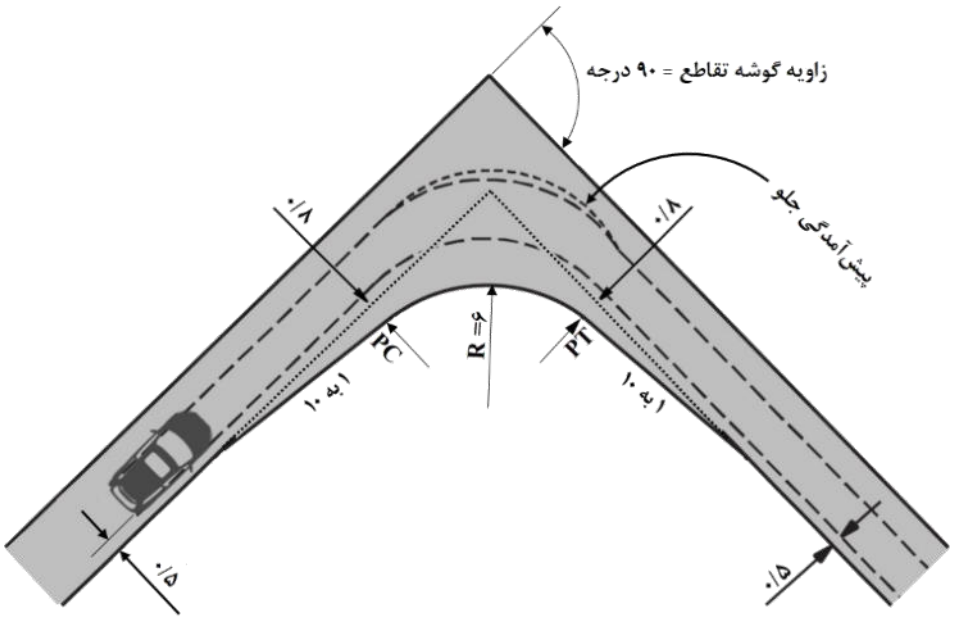
«–»: امکان‌ناپذیر و یا بدون توجیه اقتصادی

شکل ۳-۱ تا شکل ۳-۳، نمونه‌های استفاده از انواع روش‌های طراحی خطوط گردشی گوشه تقاطع برای سواری طرح را نشان می‌دهند.



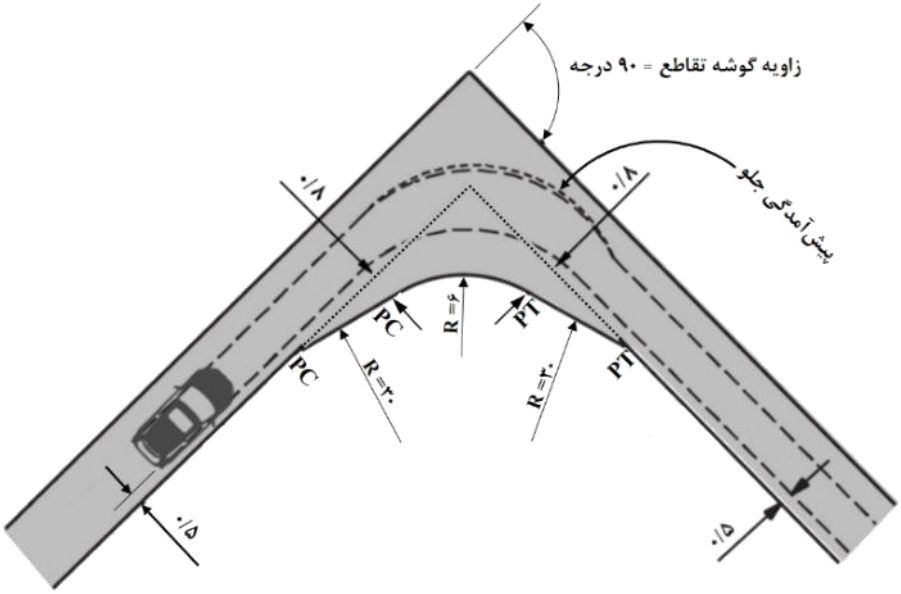
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۳-۱- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس ساده



(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۳-۲- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس ساده و لچکی



(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۳-۳- نمونه طراحی گوشه تقاطع با زاویه ۹۰ درجه برای عبور سواری طرح با استفاده از قوس سه مرکزی متقارن

مقادیر بیان شده در جدول ۳-۱ و جدول ۳-۲، حداقل مقادیر ممکن برای گردش در تقاطع‌ها با توجه به نوع وسیله نقلیه و بدون تجاوز به سایر خطوط عبور است. علاوه بر نوع وسیله نقلیه، متغیرهای دیگری نظیر ایمنی عابران پیاده، طبقه عملکردی و موقعیت نسبی معابر متقاطع، حجم تردد عابران پیاده و وسایل نقلیه، تعداد و تواتر وسایل نقلیه سنگین، هزینه اجرا و شرایط تقاطع‌های مجاور نیز در طراحی قوس گوشه مؤثر هستند.

بدیهی است که طراحی قوس گوشه باید با توجه به شعاع گردش بزرگ‌ترین وسیله نقلیه عبوری از تقاطع و سایر شرایط محلی انجام شود. اما تأمین این فضا اغلب پر هزینه و غیر ضروری است. از این رو، طراحی قوس گوشه تقاطع بر مبنای وسیله نقلیه طرح انجام می‌شود. به طور کلی، می‌توان دو وسیله نقلیه طرح زیر را برای طراحی تقاطع‌ها در نظر گرفت:

سواری: ملاحظات طراحی مربوط به این نوع وسیله نقلیه، غالباً در تقاطع خیابان‌های محلی، جمع‌وپخش کننده و خیابان‌های شریانی که تعداد جریان‌های گردشی در آنها کم است، رعایت می‌شود. در صورت مهیا بودن فضا و شرایط محلی، بهتر است ملاحظات طراحی مربوط به کامیونت نیز در این تقاطع‌ها در نظر گرفته شود. در این موارد، باید امکان عبور وسایل نقلیه غیر از سواری یا کامیونت که مجاز به تردد در معابر شهری هستند نیز کنترل شود. بدیهی است، برای این وسایل، امکان عبور با کمی انحراف به سایر خطوط تأمین می‌شود.

وسیله نقلیه سنگین: ملاحظات طراحی مربوط به این نوع وسیله نقلیه برای خیابان‌های شریانی با جریان‌های مهم گردشی و حجم بالای تردد وسایل نقلیه سنگین یا خیابان‌های محلی و جمع‌وپخش کننده واقع در مناطق صنعتی که وسایل نقلیه طرح برای آنها غیر از سواری (کامیونت، کامیون، اتوبوس و تریلی) است، رعایت می‌شود.

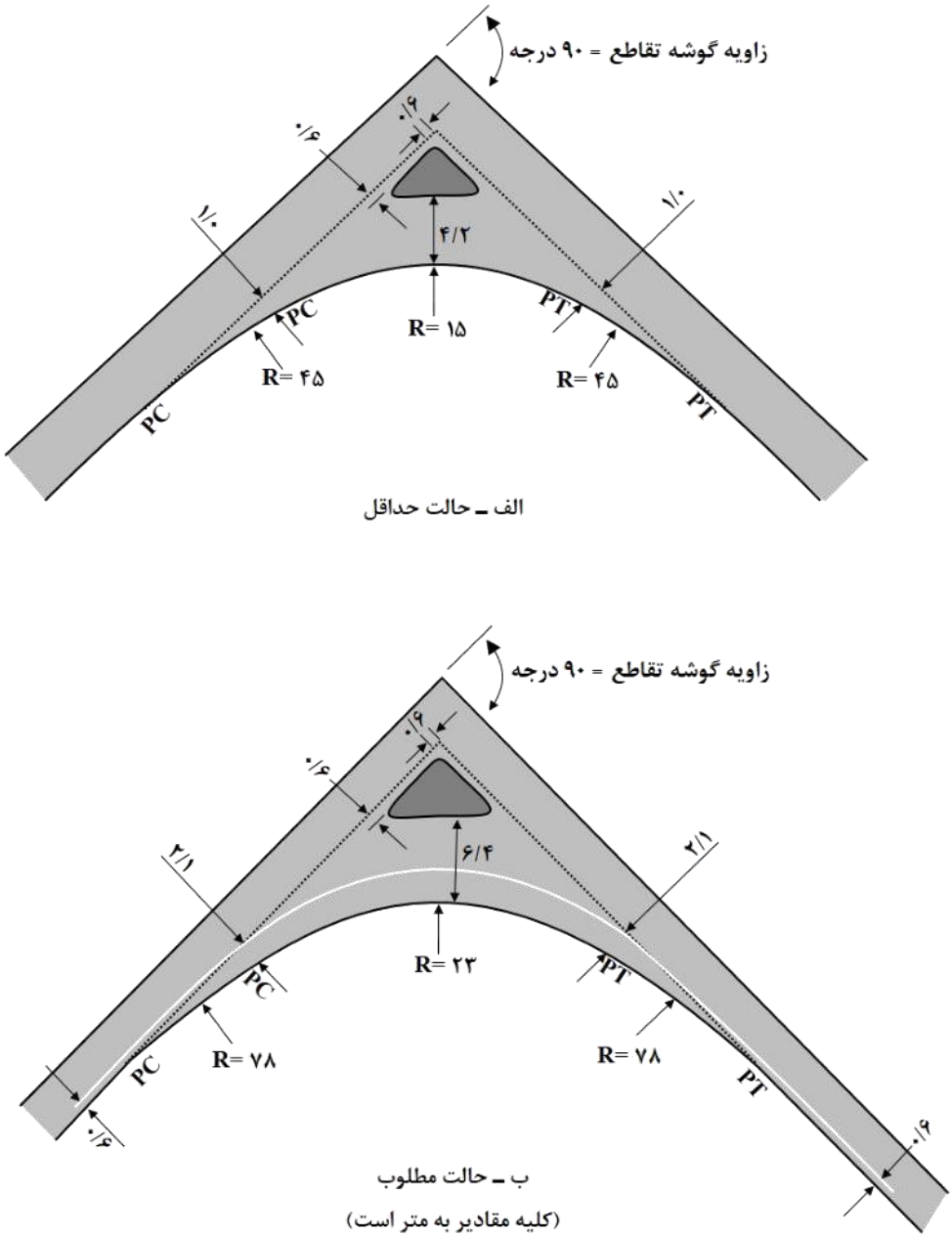
۳-۲- طراحی با استفاده از جزیره جداکننده

در شرایطی که شعاع قوس گوشه در تقاطع، بزرگ در نظر گرفته شود، به گونه‌ای که وسایل نقلیه سنگین قادر به گردش باشند و یا وسایل نقلیه سواری با سرعتی بیشتر از ۱۵ کیلومتر بر ساعت گردش کنند، از جزایر جداکننده در گوشه‌های تقاطع استفاده می‌شود. این جزایر از تداخل ترافیکی وسایل نقلیه جلوگیری کرده و ایمنی عابران پیاده را بهبود می‌بخشند. همچنین استفاده از این جزایر در تقاطع‌های مایل، علاوه بر جریان‌بندی ترافیک، سطح اختصاص داده شده به سواره‌رو را کاهش داده و به اصلاح زاویه تقاطع کمک می‌کند.

طراحی خطوط گردش به راست با استفاده از جزایر جداکننده، منجر به تفکیک جریان‌های گردشی از جریان ترافیک مستقیم شده و در نتیجه ضمن کاهش تداخل ترافیکی، ظرفیت تقاطع را افزایش می‌دهد. استفاده از این جزایر فضایی را برای استقرار علائم و تابلوهای راهنما فراهم کرده و ناحیه‌ای ایمن برای عبور عابران پیاده و دوچرخه‌سواران مهیا می‌کند.

طراحی خطوط راستگرد با استفاده از این جزایر باید با توجه به شعاع گردش بزرگ‌ترین وسیله نقلیه عبوری و در نظر گرفتن فاصله ۰/۵ متری از لبه جزیره صورت گیرد. به طور کلی، توصیه می‌شود عرض این خطوط از ۴/۲ متر کمتر نباشد. در صورتی که حجم تردد وسایل نقلیه سنگین در تقاطع بالا بوده و عرض پوسته خیابان نیز کافی باشد، این عرض را می‌توان برابر ۶/۴ متر در نظر گرفت.

شکل ۳-۴، جزئیات مربوط به طراحی این خطوط در تقاطع‌های قائم را نشان می‌دهد. توصیه می‌شود از حالت «الف» در خیابان‌های کم سرعت با حجم تردد کم وسایل نقلیه سنگین و از حالت «ب» در معابر با حجم تردد زیاد وسایل نقلیه سنگین استفاده شود. در طراحی قوس گوشه این خطوط از قوس‌های سه مرکزی استفاده می‌شود. در صورت استفاده از حالت «ب» در شکل ۳-۴، برای جلوگیری از سرعت وسایل نقلیه سواری، می‌توان از خط‌کشی یا رنگ کردن روسازی، برای محدود کردن عرض سواره‌رو استفاده کرد. استفاده از خط‌کشی و رنگ کردن روسازی به همراه سکو، برای جزیره‌های بزرگ‌تر از ۷ مترمربع توصیه می‌شود.



شکل ۳-۴- طراحی خطوط گردش با استفاده از جزیره جداکننده برای گوشه تقاطع‌های قائم

در جدول ۳-۳، مشخصات هندسی خطوط گردش و مساحت جزیره جداکننده مورد نیاز بر اساس زاویه گوشه تقاطع و نوع وسیله نقلیه بیان شده است. وسایل نقلیه طرح در این جدول به دو دسته تقسیم می‌شوند:

دسته الف: وسایل نقلیه سواری

دسته ب: وسایل نقلیه سنگین

جدول ۳-۳- جزئیات هندسی طراحی خطوط گردش با استفاده از جزیره جداکننده

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه طرح	شعاع قوس‌ها (متر)	فاصله از لبه (متر)	عرض خط (متر)	مساحت جزیره (متر مربع)
۱۰۵	دسته الف	۴۵، ۲۳ و ۴۵	۱/۰	۴/۲	۵/۵
	دسته ب	۴۵، ۲۳ و ۴۵	۱/۵	۵/۴	۵/۰
۹۰	دسته الف	۴۵، ۱۵ و ۴۵	۱/۰	۴/۲	۵/۰
	دسته ب	۴۵، ۱۵ و ۴۵	۳/۴	۶/۴	۱۴/۰
۷۵	دسته الف	۳۶، ۱۲ و ۳۶	۰/۵	۴/۵	۶/۵
	دسته ب	۴۶، ۱۱ و ۴۶	۳/۵	۸/۸	۶/۰
۶۰	دسته الف	۳۰، ۹ و ۳۰	۰/۸	۴/۸	۱۱/۰
	دسته ب	۴۶، ۹ و ۴۶	۳/۲	۱۰/۰	۱۲/۰
۴۵	دسته الف	۳۰، ۹ و ۳۰	۰/۸	۴/۸	۴۳/۰
	دسته ب	۴۶، ۹ و ۴۶	۳/۰	۱۱/۶	۳۷/۰
۳۰	دسته الف	۳۰، ۹ و ۳۰	۰/۸	۴/۸	۱۳۰/۰
	دسته ب	۴۶، ۹ و ۴۶	۲/۷	۱۲/۸	۱۲۵/۰

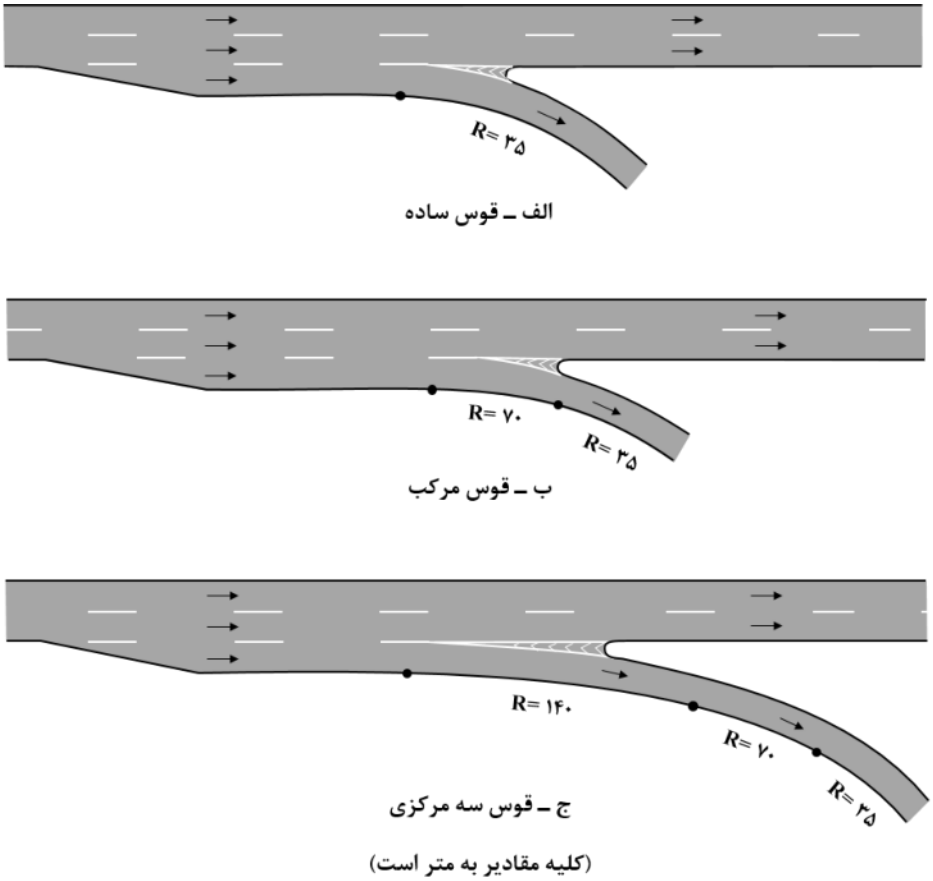
۳-۳- طراحی بر اساس جریان آزاد ترافیک

از این روش برای طراحی انواع رابطهای تندراه‌ها، با جریان آزاد ترافیک و به کمک قوس‌های ساده و ترکیبی استفاده می‌شود. شکل ۳-۵، نمونه‌هایی از کاربرد قوس‌های ساده و ترکیبی را برای طراحی بر اساس جریان آزاد ترافیک نشان می‌دهد. هندسه کلی و طول مورد نیاز باید به گونه‌ای باشد که موارد زیر رعایت شود:

۱- رانندگان مجبور به کاهش سرعت ناگهانی نشوند.

۲- فرصت تغییر شیب عرضی تا قبل از رسیدن به نقطه رأس قوس فراهم باشد.

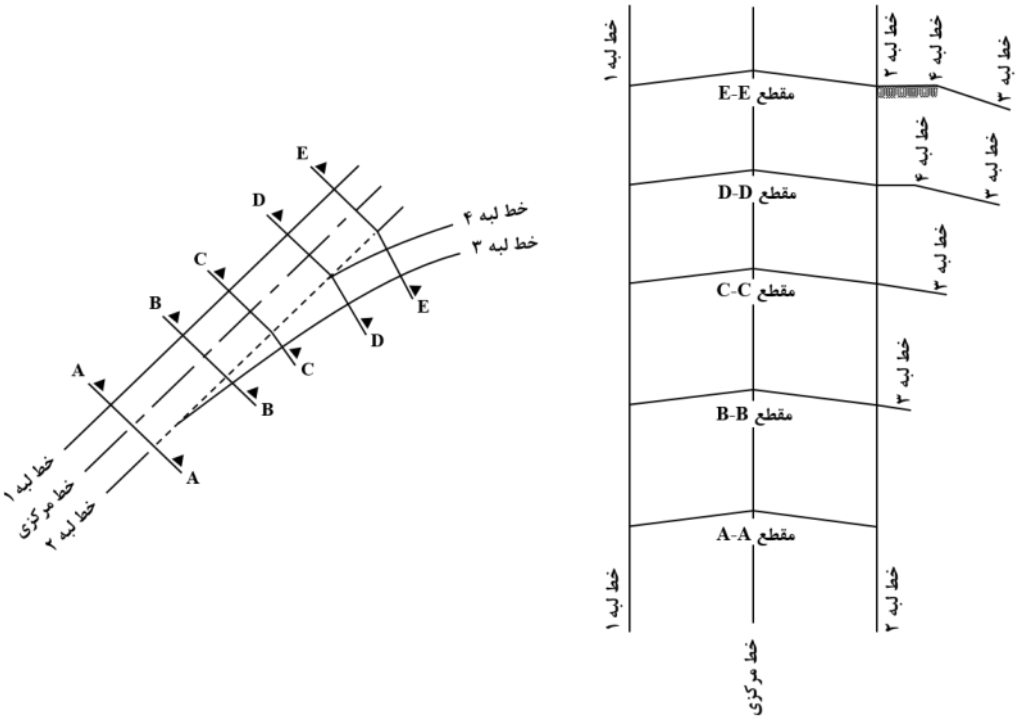
سرعت طرح در این روش برای رابط گردش به راست، معمولاً ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر بر ساعت کمتر از سرعت طرح در خطوط اصلی در نظر گرفته می‌شود. حداقل شعاع قوس در این روش بر اساس سرعت طرح و میزان بربلندی محاسبه می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه طراحی رابطها به بخش چهارم آیین‌نامه، «تندراه‌ها و تبادل‌های شهری» مراجعه شود.



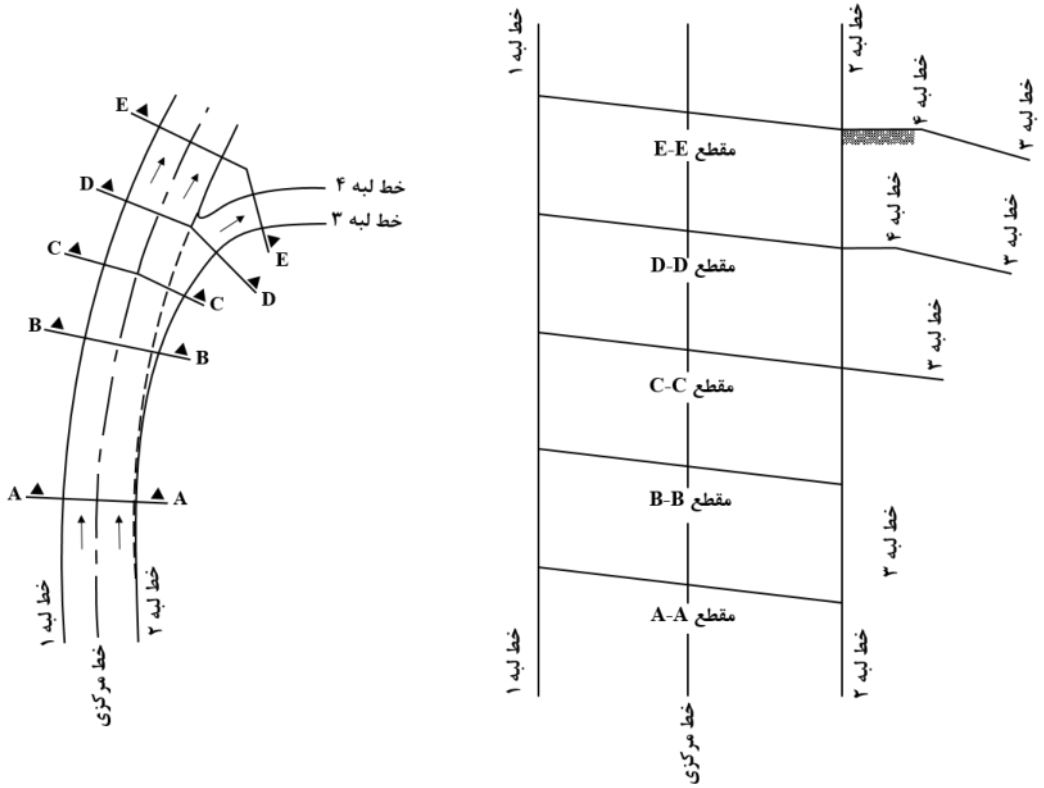
شکل ۳-۵- نمونه‌های استفاده از قوس‌های ساده و ترکیبی برای طراحی بر اساس جریان آزاد ترافیک

۳-۴- بربلندی

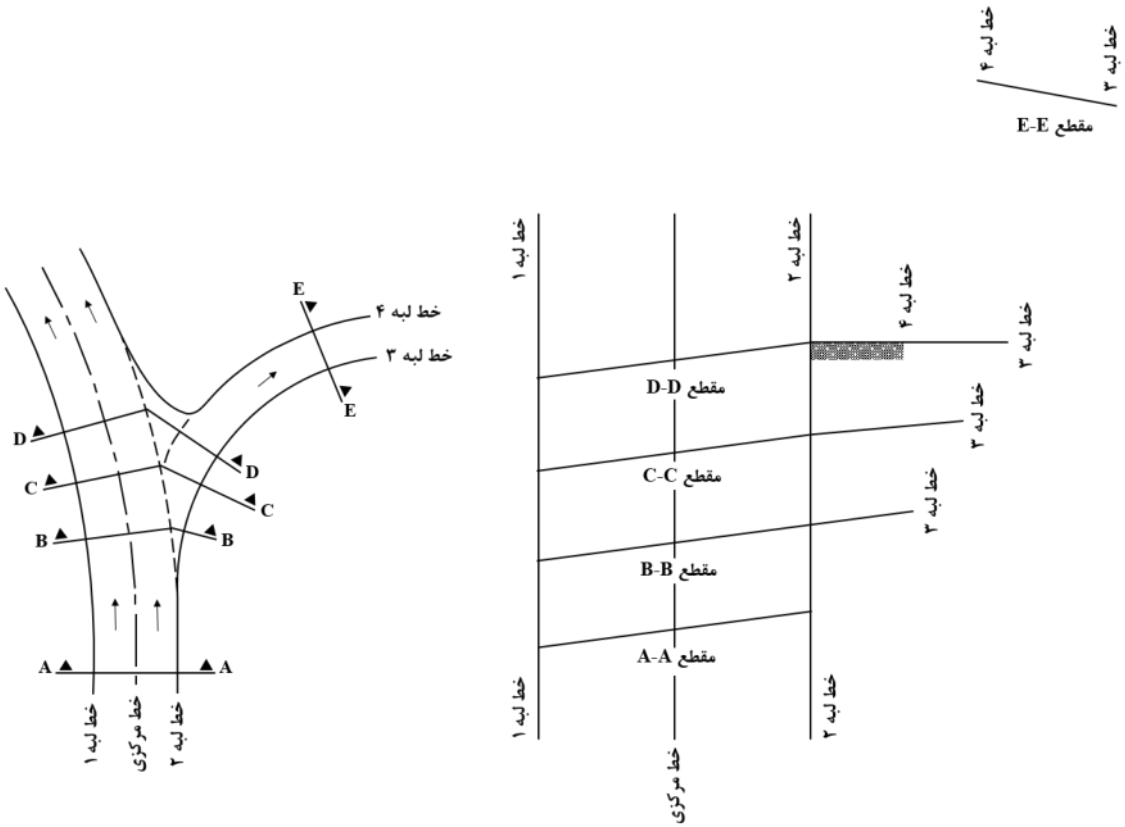
توصیه می‌شود که حداکثر بربلندی برای خطوط گردشی، بر اساس جریان آزاد (رابط‌ها) برابر با ۱۰ درصد در نظر گرفته شود. نحوه اعمال بربلندی در طراحی خطوط گردش در شکل ۳-۶ تا شکل ۳-۹ نشان داده شده است. شکل ۳-۶، حالتی را نشان می‌دهد که در آن شیب خط اصلی ثابت بوده و شیب خط گردش مماس بر آن، از مقطع D شروع به تغییر می‌کند. در شکل ۳-۷، خط اصلی و گردشی هم‌جهت با یکدیگر بوده و شیب عرضی خط گردشی تا نقطه C هم‌جهت با خط اصلی است و از مقطع D شروع به تغییر می‌کند. در شکل ۳-۸، خط گردش در جهتی متفاوت از خط اصلی جدا شده و در مقطع D، شیب عرضی شروع به تغییر می‌کند. شکل ۳-۹، حالتی را نشان می‌دهد که بخشی از خط گردش، به خط تغییر سرعت اختصاص پیدا کرده است. شیب خط تغییر سرعت هم‌جهت با خط اصلی بوده و از نقطه D با شروع خط گردش، شیب عرضی نیز شروع به تغییر می‌کند.



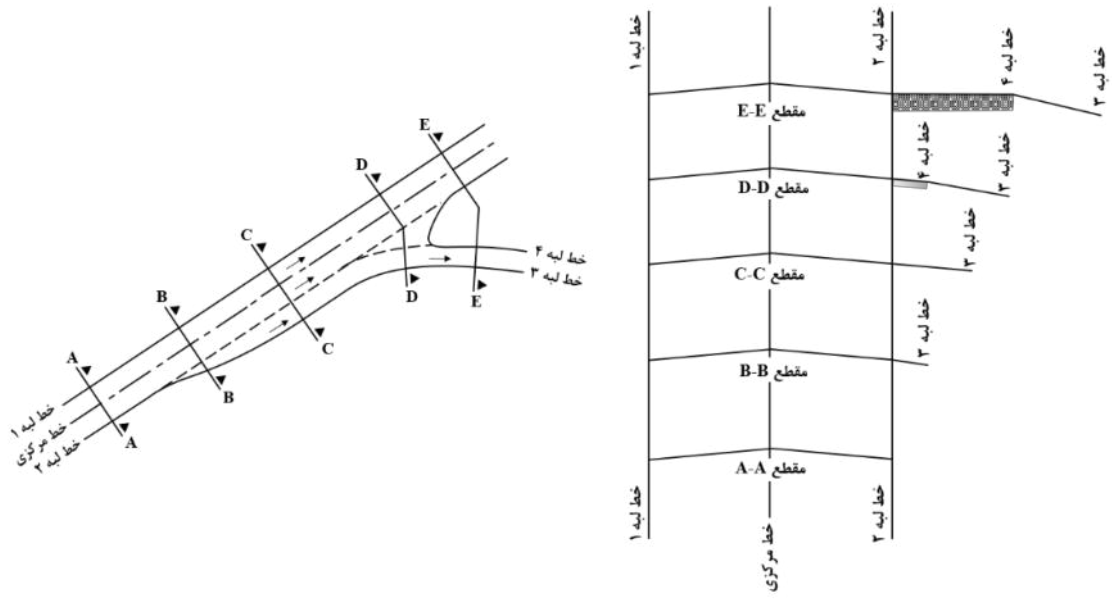
شکل ۳-۶- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش مماس بر خط اصلی مستقیم



شکل ۳-۷- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش هم‌جهت با شیب خط اصلی در قوس افقی



شکل ۳-۸- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش غیر هم‌جهت با شیب خط اصلی در قوس افقی



شکل ۳-۹- نحوه اعمال بربلندی در خط گردش در حالت وجود خط تغییر سرعت

اختلاف جبری شیب عرضی خط اصلی و خط گردشی، حداکثر برابر با ۸ درصد و در حالت مطلوب برابر با ۴ درصد است. این میزان بسته به سرعت وسیله نقلیه به هنگام ورود یا خروج از خط گردش تغییر می‌کند (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۴- حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی خط اصلی و خط گردش بر اساس سرعت طرح

سرعت طرح در محل اتصال رابط (کیلومتر بر ساعت)	**حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی** (درصد)
۳۰ و کمتر	۸
۴۰ و ۵۰	۶
۶۰ و بیشتر	۵

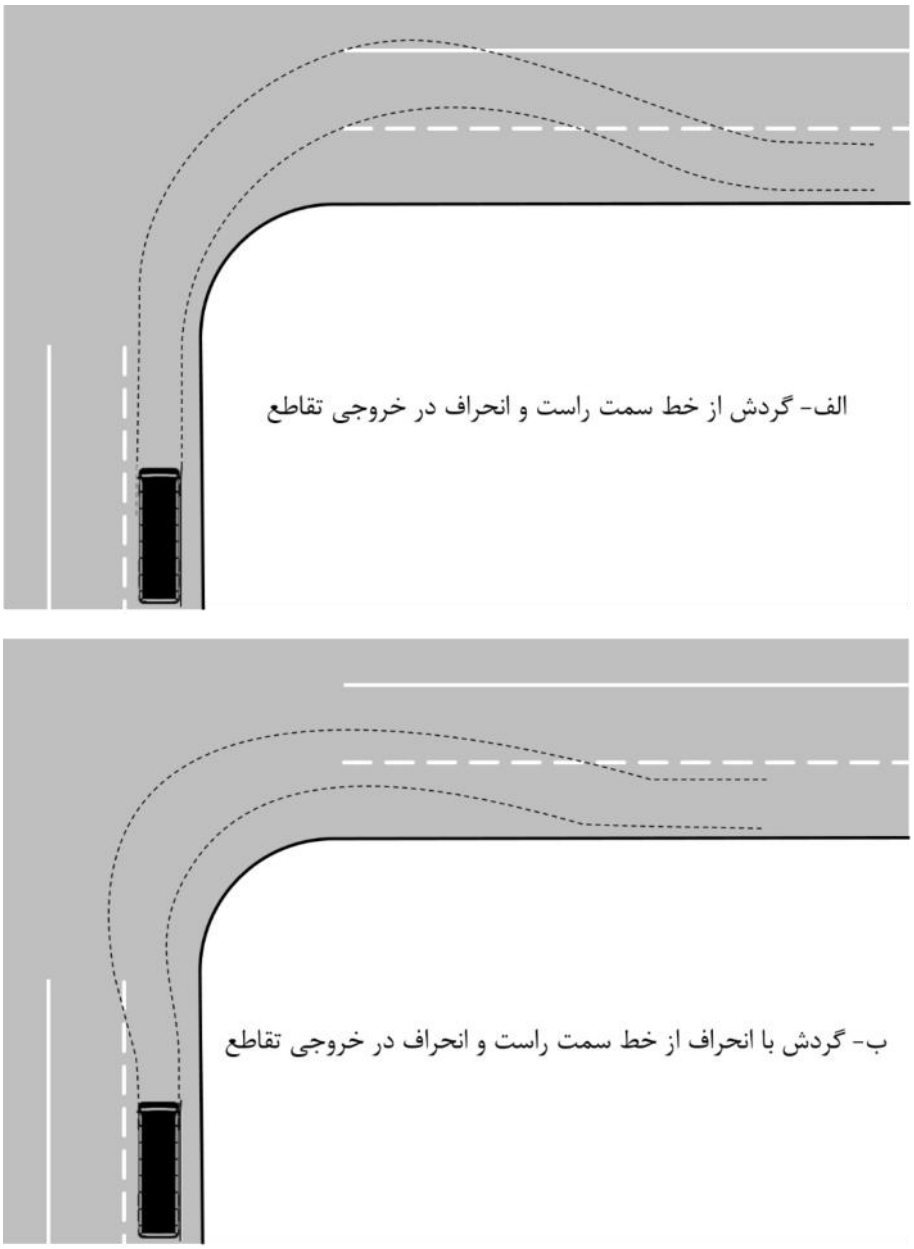
۳-۵- ملاحظات کلی

به دلیل زیاد بودن ارزش زمین، محدودیت فضا و عرض پوسته معابر در بافت‌های شهری، تأمین شعاع گردش برای انواع وسایل نقلیه در همه موارد، امکان‌پذیر و به صرفه نیست. در اغلب خیابان‌های شهری، شعاع ۳/۰ تا ۴/۵ متر برای گوشه تقاطع و گردش وسیله نقلیه سواری به خیابان‌های فرعی در صورتی که پارک حاشیه‌ای وجود نداشته باشد، کافی است. در خیابان‌های شریانی که حجم تردد وسایل نقلیه و سرعت عملکرد در آنها بالاتر است، شعاع گردش باید برابر با ۴/۵ تا ۷/۵ متر برای وسیله نقلیه سواری و ۹/۰ تا ۱۵/۰ متر برای وسایل نقلیه سنگین در نظر گرفته شود.

در صورت وجود حداقل قوس گوشه ۴/۵ متر برای تقاطع، گردش وسیله نقلیه سواری بدون هیچ گونه انحرافی به سایر خطوط انجام می‌شود، ولی وسایل نقلیه سنگین به هنگام گردش، دو خط عبور را اشغال کرده و وارد خط سوم نیز می‌شوند. اگر گوشه تقاطع با شعاع ۱۲/۰ متر طراحی شود، گردش وسایل نقلیه سنگین با انحراف کمی نسبت به سایر خطوط انجام خواهد شد.

در صورت طراحی قوس گوشه تقاطع‌های شهری با شعاع‌های مرسوم (۴/۵ تا ۱۲/۰ متر)، بدون وجود پارک حاشیه‌ای، وسایل نقلیه سنگین از مسیر خود و خط گردشی مربوطه منحرف شده و به سایر خطوط تجاوز خواهند کرد. عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین در شعاع‌های کم، بر اساس زاویه و شعاع گوشه تقاطع، نوع وسیله نقلیه و حالت گردش، در جدول ۳-۵ و جدول ۳-۶ ارائه شده است. مقادیر این جداول و میزان انحراف وسایل به منظور خط‌کشی، نصب علائم و تعیین موقعیت میانه اهمیت دارد.

جدول ۳-۵ و جدول ۳-۶ مربوط به دو حالت مختلف برای گردش وسایل نقلیه سنگین در قوس تند گوشه تقاطع‌های شهری است (شکل ۳-۱۰). در حالت «الف»، شروع گردش در خط سمت راست بوده، به سایر خطوط تجاوز نمی‌کند و انحراف، تنها در انتهای گردش اتفاق می‌افتد. در حالت «ب»، فرض می‌شود که هم در شروع و هم در پایان گردش، وسایل نقلیه از مسیر خود منحرف شده و به خطوط مجاور تجاوز می‌کنند. به این ترتیب در حالت «ب» میزان عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین کاهش می‌یابد.



شکل ۳-۱۰- حالت‌های گردش وسایل نقلیه سنگین در قوس تند گوشه تقاطع‌های شهری

جدول ۳-۵- عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین در حالت گردش «الف»

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه	شعاع قوس گوشه تقاطع (متر)				
		۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۲/۰
۱۵۰	کامیونت	۴/۳	۴/۳	۴/۰	۴/۰	۴/۰
	کامیون	۴/۹	۴/۶	۴/۶	۴/۶	۴/۳
	اتوبوس	۶/۷	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۵
	تریلی	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۳
۱۲۰	کامیونت	۵/۸	۵/۸	۵/۲	۴/۹	۴/۳
	کامیون	۷/۳	۵/۸	۵/۸	۵/۵	۵/۲
	اتوبوس	۸/۵	۷/۹	۷/۳	۷/۰	۶/۷
	تریلی	۷/۳	۶/۷	۶/۴	۵/۸	۵/۲
۹۰	کامیونت	۷/۹	۷/۰	۵/۸	۵/۲	۴/۰
	کامیون	۸/۸	۷/۹	۶/۷	۵/۸	۴/۶
	اتوبوس	۱۱/۶	۱۰/۰	۹/۱	۷/۶	۶/۷
	تریلی	۹/۴	۸/۲	۷/۰	۵/۸	۵/۲
۶۰	کامیونت	۱۰/۴	۸/۲	۶/۴	۵/۲	۴/۰
	کامیون	۱۲/۲	۱۰/۴	۸/۲	۶/۷	۴/۹
	اتوبوس	۱۴/۰	۱۲/۲	۹/۸	۷/۹	۵/۸
	تریلی	۱۱/۳	۸/۸	۷/۳	۵/۸	۵/۲
۳۰	کامیونت	۱۲/۲	۹/۸	۶/۷	۵/۲	۳/۶
	کامیون	۱۵/۲	۱۲/۵	۱۰/۱	۷/۶	۲/۹
	اتوبوس	۱۴/۶	۱۲/۲	۹/۸	۵/۷	۵/۲
	تریلی	۱۱/۹	۸/۸	۷/۰	۵/۸	۵/۲

جدول ۳-۶- عرض مورد نیاز برای گردش وسایل نقلیه سنگین در حالت گردش «ب»

زاویه گوشه تقاطع (درجه)	وسیله نقلیه	شعاع قوس گوشه تقاطع (متر)				
		۴/۵	۶/۰	۷/۵	۹/۰	۱۲/۰
۱۵۰	کامیونت	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰	۴/۰
	کامیون	۴/۶	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۰
	اتوبوس	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲
	تریلی	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۳	۴/۳
۱۲۰	کامیونت	۴/۹	۴/۹	۴/۶	۴/۶	۴/۳
	کامیون	۵/۸	۵/۵	۵/۲	۴/۹	۴/۶
	اتوبوس	۶/۴	۶/۱	۶/۱	۵/۸	۵/۵
	تریلی	۵/۸	۵/۸	۵/۸	۵/۵	۴/۹
۹۰	کامیونت	۶/۱	۵/۵	۴/۹	۴/۶	۴/۰
	کامیون	۶/۴	۵/۸	۵/۸	۵/۲	۴/۶
	اتوبوس	۷/۰	۶/۷	۶/۷	۶/۴	۵/۵
	تریلی	۶/۷	۶/۴	۶/۴	۵/۵	۴/۹
۶۰	کامیونت	۶/۷	۵/۸	۵/۵	۴/۹	۴/۰
	کامیون	۷/۶	۷/۰	۶/۱	۵/۵	۴/۶
	اتوبوس	۸/۵	۷/۶	۷/۰	۵/۸	۵/۵
	تریلی	۷/۰	۶/۷	۶/۷	۵/۵	۴/۹
۳۰	کامیونت	۷/۶	۶/۴	۵/۸	۴/۹	۳/۶
	کامیون	۹/۱	۷/۹	۷/۰	۵/۸	۴/۶
	اتوبوس	۸/۵	۷/۶	۷/۰	۵/۵	۴/۹
	تریلی	۷/۳	۶/۷	۶/۷	۵/۵	۵/۹

اگر در خیابان‌های متقاطع، پارکینگ حاشیه‌ای در نظر گرفته شده باشد، وسایل نقلیه می‌توانند به راحتی و بدون انحراف به سایر خطوط، حتی در شعاع‌های کم نیز گردش کنند. سواری، کامیونت، کامیون و اتوبوس‌ها می‌توانند در شعاع قوس گوشه ۴/۵ متر و با انحراف بسیار کم گردش کنند. در این حالت، پارکینگ حاشیه‌ای باید حداقل در فاصله ۴/۵ متر قبل از شروع قوس گوشه تقاطع، ممنوع شده باشد. فاصله ممنوعیت پارکینگ حاشیه‌ای به میزان حداقل ۴/۵ متر بعد از تقاطع برای سواری و کامیونت و به میزان حداقل ۷/۵ متر برای کامیون، اتوبوس و تریلی، باید رعایت شود. برای جلوگیری از انحراف وسایل نقلیه سنگین به سایر خطوط، توصیه می‌شود شعاع قوس گوشه برابر با ۷/۵ متر در نظر گرفته شود. در این حالت، پارکینگ حاشیه‌ای باید در فاصله حداقل ۱۱/۰ متر بعد از تقاطع برای گردش اتوبوس و تریلی محدود شده باشد (شکل ۳-۱۱).

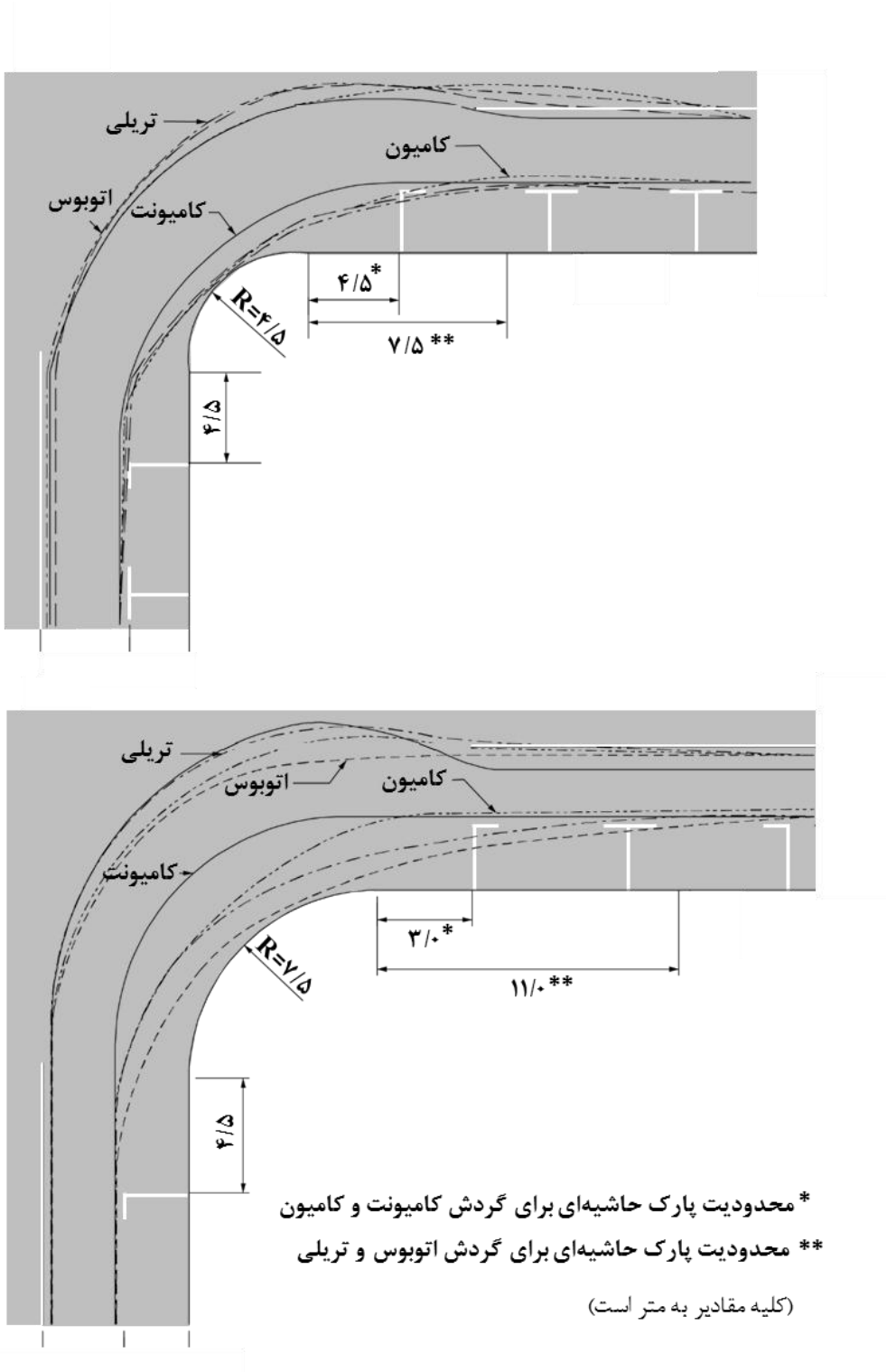
به طور کلی، توصیه می‌شود که به منظور ساده و یکنواخت شدن طراحی تقاطع‌های شهری به موارد زیر توجه شود:

- گوشه تقاطع‌های استاندارد (زاویه ۷۵ تا ۱۰۵ درجه) در خیابان‌های محلی با شعاع ۵ متر و به صورت یک قوس ساده طراحی شود. در این خیابان‌ها در صورت وجود پارک حاشیه‌ای و تأمین شعاع عملکردی ۵/۰ متر، می‌توان شعاع قوس گوشه را تا ۱/۵ متر کاهش داد.

- گوشه تقاطع‌های استاندارد (زاویه ۷۵ تا ۱۰۵ درجه) در خیابان‌های جمع‌وپخش کننده و شریانی با سهم وسایل نقلیه سنگین کمتر از ۱۰ درصد، با شعاع ۹/۰ متر و به صورت یک قوس ساده به همراه لچکی طراحی شود. در خیابان‌های جمع‌وپخش کننده در صورت وجود پارک حاشیه‌ای یا مسیر دوچرخه و تأمین شعاع عملکردی ۹/۰ متر، می‌توان شعاع قوس گوشه را تا ۵/۰ متر کاهش داد.

- گوشه تقاطع‌های استاندارد (زاویه ۷۵ تا ۱۰۵ درجه) در خیابان‌های شریانی با سهم وسایل نقلیه سنگین ۱۰ درصد و بیشتر، به صورت قوس‌های سه مرکزی با شعاع‌های ۳۶، ۱۲ و ۳۶ متر (با رعایت ۱/۵ متر فاصله از لبه) و یا در ترکیب با لچکی طراحی شود.

- در تقاطع‌هایی که عرض رویکرد خروجی برای گردش انواع وسایل نقلیه و انحراف احتمالی از مسیر اصلی مناسب باشد، بنا بر نظر طراح، شعاع قوس گوشه می‌تواند از موارد ذکر شده قبل، کمتر در نظر گرفته شود.



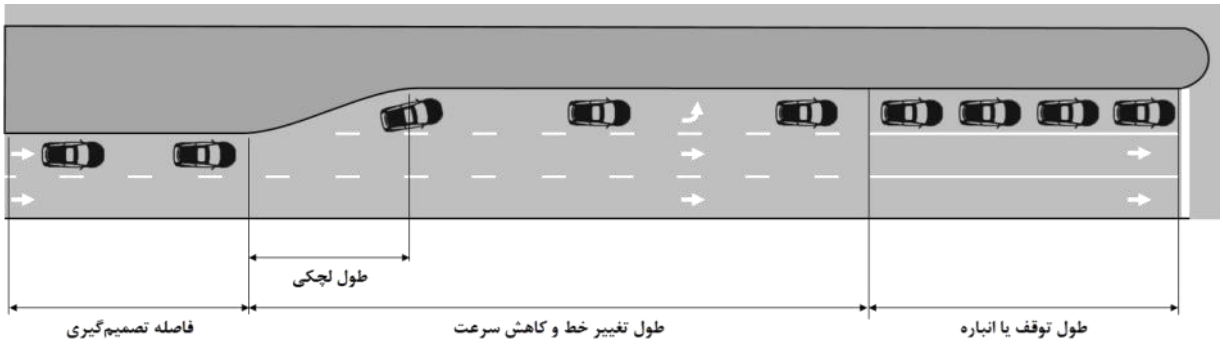
شکل ۳-۱۱- تأثیر وجود پارکینگ حاشیه‌ای بر مسیر گردش وسایل نقلیه و طراحی قوس گوشه تقاطع

۴– خطوط کمکی

خطوط کمکی معمولاً قبل از بازشدگی‌های میانه، قبل از خطوط گردش به راست و گردش به چپ و بعد از خطوط گردش به راست، به منظور افزایش ظرفیت، کاهش تداخل و کاهش احتمال وقوع تصادف استفاده می‌شوند. در حالت مطلوب، عرض خطوط کمکی برابر با عرض خطوط اصلی در نظر گرفته می‌شود.

۴–۱– خطوط کاهش سرعت

شکل ۴-۱، محدوده عملکردی خط کاهش سرعت را نشان می‌دهد. این محدوده شامل چهار قسمت اصلی با عنوان فاصله تصمیم‌گیری، طول لچکی، طول تغییر خط و کاهش سرعت و طول توقف یا انباره است.



شکل ۴-۱- اجزای محدوده عملکردی خط کاهش سرعت

۴–۱–۱– تعیین طول تغییر خط و کاهش سرعت

در جدول ۴-۱ طول لازم برای تغییر خط و کاهش سرعت در خط کمکی با فرض شتاب کاهنده معادل ۲ متر بر مجذور ثانیه ارائه شده است.

غالباً در خیابان‌های شهری، به دلیل محدودیت زمین و پوسته خیابان، تأمین مقادیر بیان شده در جدول ۴-۱ امکان‌پذیر نیست. در چنین شرایطی، بخشی از سرعت وسایل نقلیه باید قبل از ورود به خط کاهش سرعت کم شود.

جدول ۴-۱- حداقل طول مورد نیاز برای تغییر خط و کاهش سرعت در خطوط کمکی

سرعت (کیلومتر بر ساعت)	طول تغییر خط و کاهش سرعت (متر)
۳۰	۲۵
۴۰	۳۵
۵۰	۵۰
۵۵	۶۵
۶۵	۸۵
۷۰	۱۰۵
۸۰	۱۳۰
۹۰	۱۵۵
۹۵	۱۸۵
۱۰۵	۲۱۵
۱۱۰	۲۵۰

۴-۱-۲- تعیین طول توقف یا انباره

این طول برای توقف و انتظار وسایل نقلیه‌ای که قصد گردش به چپ دارند، در نظر گرفته می‌شود. در تقاطع‌های بدون چراغ، این طول بر اساس تعداد وسایل نقلیه‌ای که در مدت ۲ دقیقه در ساعت اوج در آن متوقف می‌شوند، محاسبه می‌شود.

طول انباره مورد نیاز برای تقاطع‌های چراغ‌دار به طول چرخه، فازبندی، زمان‌بندی و نرخ ورود و خروج وسایل گردشی بستگی دارد. از آنجا که این طول یک متغیر تصادفی بوده و به احتمال وقوع حوادث نیز وابسته است، معمولاً بر اساس ۱/۵ تا ۲/۰ برابر تعداد وسایل نقلیه موجود در صف برای هر چرخه از ساعت اوج، برآورد می‌شود.

طول توقف یا انباره مورد نیاز برای خطوط گردش به چپ با توجه به حجم ترافیک گردش به چپ و حجم ترافیک جهت مقابل، با استفاده از رابطه ۴-۱ و ظرفیت حرکت گردش به چپ با استفاده از رابطه ۴-۲ محاسبه می‌شود.

رابطه ۴-۱	$SL = \left(\frac{\ln(P(n > N))}{\ln\left(\frac{V}{C}\right)} - ۱ \right) \times VL$
SL = طول توقف یا انباره (متر) P(n > N) = احتمال سرریز خط گردش به چپ V = حجم تردد گردش به چپ (وسیله بر ساعت) C = ظرفیت حرکت گردش به چپ (وسیله بر ساعت) VL = میانگین طول انباره مورد نیاز برای هر وسیله نقلیه (متر)	

رابطه ۴-۲	$C = \frac{V_0 \times e^{-V_0 \times \frac{t_c}{۳۶۰۰}}}{۱ - e^{-V_0 \times \frac{t_f}{۳۶۰۰}}}$
C = ظرفیت حرکت گردش به چپ (وسیله بر ساعت) V_o = حجمی از معبر اصلی که با حرکت گردش به چپ تداخل دارد (وسیله بر ساعت) t_c = سرفاصله بحرانی (ثانیه) t_f = سرفاصله دنباله‌روی (ثانیه)	

در روابط بالا، احتمال بیشتر شدن وسایل نقلیه در صف از طول و ظرفیت ایجاد شده، معمولاً برابر با ۰/۰۰۵ در نظر گرفته می‌شود (فرض می‌شود که در ۹۹/۵ درصد اوقات، طول انباره برای تقاضای حرکت گردش به چپ مناسب و کافی باشد). سرفاصله بحرانی معمولاً بر اساس مقدار ۵۰ درصدی مشاهدات میدانی و برابر با ۵/۰۰ ثانیه و یا در حالت مطلوب، بر اساس مقدار ۸۵ درصدی و برابر با ۶/۲۵ ثانیه فرض می‌شود. به صورت پیش فرض، سرفاصله دنباله‌روی برابر با ۲/۵ ثانیه و میانگین طول انباره مورد نیاز برای هر وسیله نقلیه برابر با ۷/۶ متر در نظر گرفته می‌شود.

در صورت در دسترس نبودن اطلاعات کافی برای محاسبه طول انباره، این طول در خیابان‌های شهری حداقل برابر با ۱۶ متر (معمولاً ۵۰ متر) و در بزرگراه‌ها حداقل برابر با ۳۰ متر (معمولاً ۸۰ متر) در نظر گرفته می‌شود.

در جدول ۴-۲ و جدول ۴-۳ طول توقف یا انباره برای مقادیر مختلف حجم گردش به چپ و ترافیک جهت مقابل، بر اساس روابط و مقادیر پیش فرض مذکور ارائه شده است. در صورت وجود اطلاعات سهم وسایل نقلیه سنگین، میانگین طول انباره مورد نیاز برای هر وسیله نقلیه مطابق با جدول ۴-۴ برآورد شده و سپس مقادیر طول توقف در خط گردش به چپ، اصلاح خواهد شد.

جدول ۴-۲- طول توقف یا انباره خطوط کمکی بر حسب مقدار ۵۰ درصدی سرفاصله بحرانی (بر حسب متر)

حجم تردد گردش به چپ (وسیله بر ساعت)	**حجم تردد جهت مقابل** (وسیله بر ساعت)				
	۲۰۰	**۴۰۰**	**۶۰۰**	**۸۰۰**	**۱۰۰۰**
۴۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۶۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۸۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۱۰۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۲۳
۱۲۰	۱۶	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳
۱۴۰	۱۶	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳
۱۶۰	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱
۱۸۰	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱
۲۰۰	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱	۳۹
۲۲۰	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱	۳۹
۲۴۰	۲۳	۲۳	۳۱	۳۹	۴۶
۲۶۰	۲۳	۲۳	۳۱	۳۹	۵۴
۲۸۰	۲۳	۲۳	۳۱	۳۹	۵۴
۳۰۰	۲۳	۳۱	۳۹	۴۶	۶۱

جدول ۴-۳- طول توقف یا انباره خطوط کمکی بر حسب مقدار ۸۵ درصدی سرفاصله بحرانی (بر حسب متر)

حجم تردد گردش به چپ (وسیله بر ساعت)	**حجم تردد جهت مقابل** (وسیله بر ساعت)				
	۲۰۰	**۴۰۰**	**۶۰۰**	**۸۰۰**	**۱۰۰۰**
۴۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۶۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۸۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۲۳
۱۰۰	۱۶	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳
۱۲۰	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱
۱۴۰	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳	۳۹
۱۶۰	۱۶	۲۳	۲۳	۳۱	۴۶
۱۸۰	۱۶	۲۳	۲۳	۳۹	۴۶
۲۰۰	۱۶	۲۳	۳۱	۳۹	۶۱
۲۲۰	۲۳	۲۳	۳۱	۴۶	۶۹
۲۴۰	۲۳	۲۳	۳۹	۴۶	۸۴
۲۶۰	۲۳	۳۱	۳۹	۵۴	۱۰۰
۲۸۰	۲۳	۳۱	۳۹	۶۱	۱۲۲
۳۰۰	۲۳	۳۱	۴۶	۶۹	۱۶۱

جدول ۴-۴- میانگین طول انباره مورد نیاز برای هر وسیله نقلیه با توجه به سهم وسایل نقلیه سنگین

سهم وسایل نقلیه سنگین (درصد)	**میانگین طول انباره مورد نیاز** (متر)
۲ و کمتر	۷/۶
۵	۸/۵
۱۰	۹/۸
۱۵	۱۰/۷
۲۰	۱۱/۶
۲۵ و بیشتر	۱۲/۵

۴-۱-۳- تعیین طول لچکی

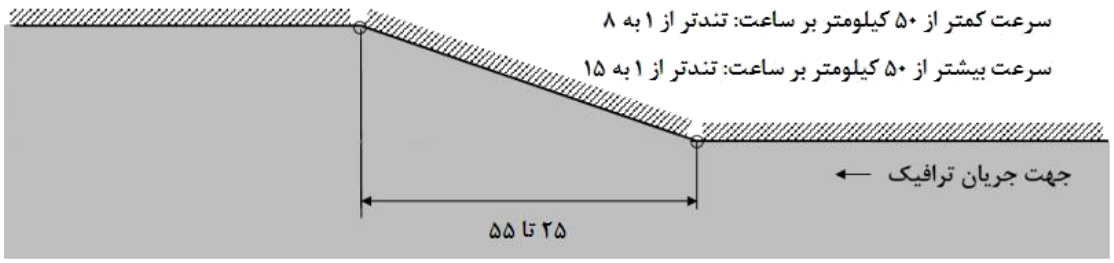
معمولاً در خیابان‌های شهری، از لچکی‌های با نسبت تندتر از ۱ به ۸ (عرض به طول) و در تندراه‌ها، از لچکی‌های با نسبت تندتر از ۱ به ۱۵ استفاده می‌شود. در خیابان‌های شهری به دلیل کم بودن سرعت طرح، استفاده از لچکی‌های کوتاه توصیه می‌شود. به این ترتیب در خیابان‌های شهری، طول لچکی برای خطوط گردشی یک‌خطه و دوخطه به ترتیب برابر با ۱۵ متر و ۳۰ متر پیشنهاد شده است.

از آنجا که لچکی به عنوان بخشی از طول مورد نیاز برای تغییر خط و کاهش سرعت در نظر گرفته می‌شود، به دو روش می‌توان طول آن را تعیین کرد. در روش اول با فرض یک نسبت مناسب برای لچکی و مشخص بودن عرض خط کمکی، مقدار طول لچکی محاسبه شده و به عنوان بخشی از طول تعیین شده در جدول ۴-۱ در نظر گرفته می‌شود. در روش دوم با فرض یک طول مناسب برای قسمت کاهش سرعت و کم کردن آن از مقادیر موجود در جدول ۴-۱، طول لچکی محاسبه شده و نسبت آن با مقادیر محدوده مجاز (۱ به ۸ و ۱ به ۱۵) کنترل خواهد شد.

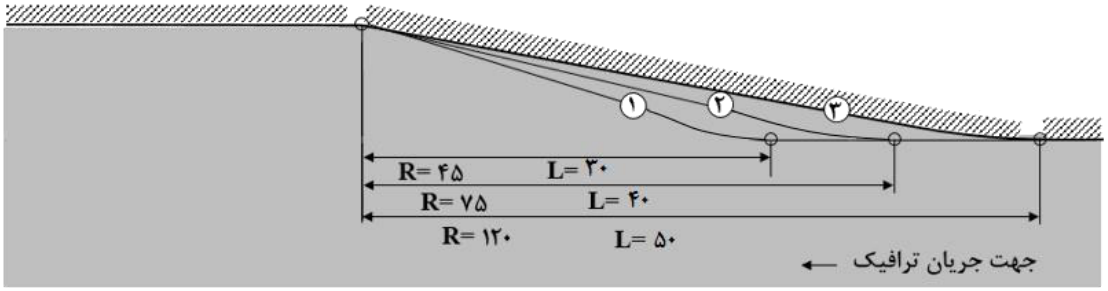
شکل ۴-۲، مشخصات هندسی مربوط به انواع لچکی‌های مورد استفاده در معابر شهری را نشان می‌دهد. لچکی‌های نشان داده شده در این شکل مربوط به خطوط گردش به راست هستند، با این حال از مشخصات و ابعاد آنها می‌توان برای خطوط گردش به چپ نیز استفاده کرد.

از آنجا که، هر چه طول لچکی بیشتر باشد، سرعت ورود وسایل نقلیه به خط تغییر سرعت نیز بیشتر است، استفاده از حالت سوم لچکی‌های نمایش داده شده در شکل، در خیابان‌های شهری توصیه نمی‌شود. از حالت‌های اول و دوم می‌توان در معابر کم سرعت و خیابان‌های شهری استفاده کرد.

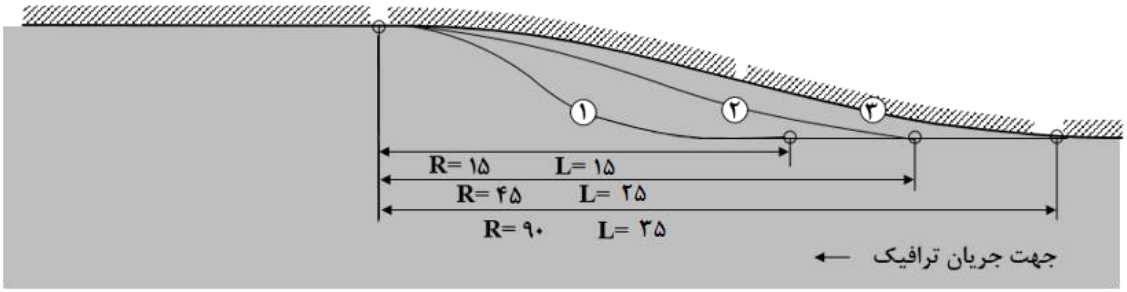
استفاده از حالت «الف» در این شکل در خیابان‌های شهری و معابر کم سرعت توصیه نمی‌شود. بهتر است در خیابان‌های شهری به دلیل احتمال برخورد وسایل نقلیه با گوشه‌ها از حالت «ب» به همراه جدول کناری استفاده نشود. در این خیابان‌ها می‌توان از حالت‌های «ج» و «د» استفاده کرد.



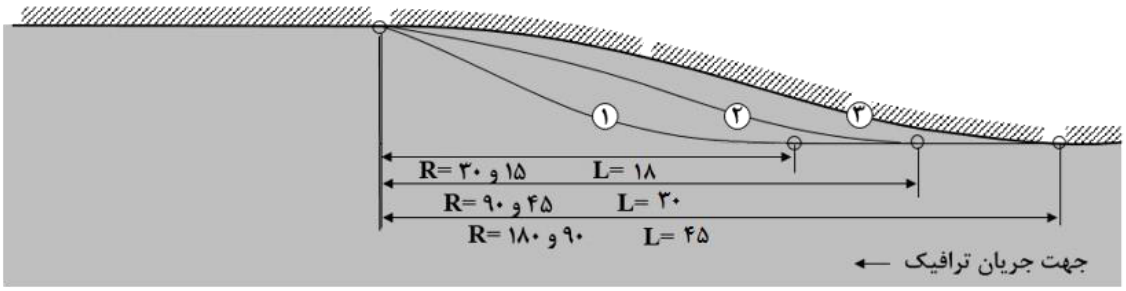
الف ـ لچکی با خط مستقیم



ب ـ لچکی با دو قوس در ابتدا و انتها



ج ـ لچکی با قوس معکوس متقارن



د ـ لچکی با قوس معکوس نامتقارن

(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۲- مشخصات هندسی انواع لچکی‌ها برای خطوط کمکی

۴-۲- ملاحظات طراحی خطوط گردش به چپ

جدا کردن جریان گردش به چپ در تقاطع‌های با حجم تردد قابل توجه، منجر به بهبود عملکرد تقاطع و ارتقای ایمنی آنها خواهد شد. به صورت ایده‌آل، باید در همه تقاطع‌های خیابان‌های شریانی و جمع‌وپخش کننده که حرکت گردش به چپ در آنها مجاز است، خط اختصاصی گردش به چپ ایجاد شود. ولی در عمل، ایجاد خطوط گردش به چپ در معابر شهری به عوامل زیر بستگی دارد:

- تعداد خطوط اصلی
- سرعت طراحی و عملکردی
- حجم تردد جریان گردش به چپ
- حجم تردد جریان تداخلی با حرکت گردش به چپ
- نحوه کنترل تقاطع

شرایط موجود در جدول ۴-۵ می‌تواند به عنوان یک راهنما برای ایجاد خط گردش به چپ در تقاطع‌های بدون چراغ استفاده شود. در این جدول مقادیر حجم تردد بحرانی برای حرکت گردش به چپ و جریان‌های تداخلی با آن ارائه شده است. توصیه می‌شود که برای احجام تردد بیشتر از مقادیر موجود در این جدول، خط اختصاصی گردش به چپ ایجاد شود.

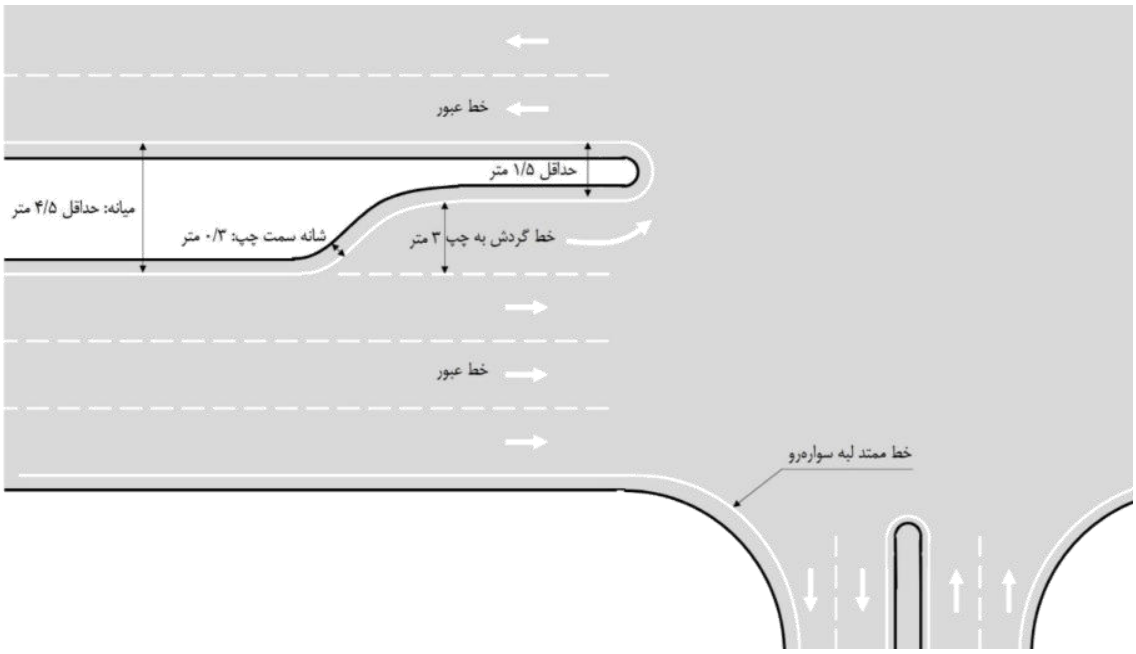
جدول ۴-۵- شرایط پیشنهادی برای ایجاد خط اختصاصی گردش به چپ در تقاطع‌های بدون چراغ

حجم تردد گردش به چپ (وسیله بر ساعت)	**حجم تردد مسیر مقابل در تقاطع سه‌راه** (وسیله بر ساعت بر خط)	**حجم تردد مسیر مقابل در تقاطع چهارراه** (وسیله بر ساعت بر خط)
۵	۴۵۰	۵۰
۱۰	۳۰۰	۵۰
۱۵	۲۵۰	۵۰
۲۰	۲۰۰	۵۰
۲۵	۲۰۰	۵۰
۳۰	۱۵۰	۵۰
۳۵	۱۵۰	۵۰
۴۰	۱۵۰	۵۰
۴۵	۱۵۰	۵۰ و کمتر
۵۰ و بیشتر	۱۰۰	۵۰ و کمتر

توصیه می‌شود که در موارد زیر برای تقاطع‌های چراغ‌دار، خط اختصاصی گردش به چپ ایجاد شود:

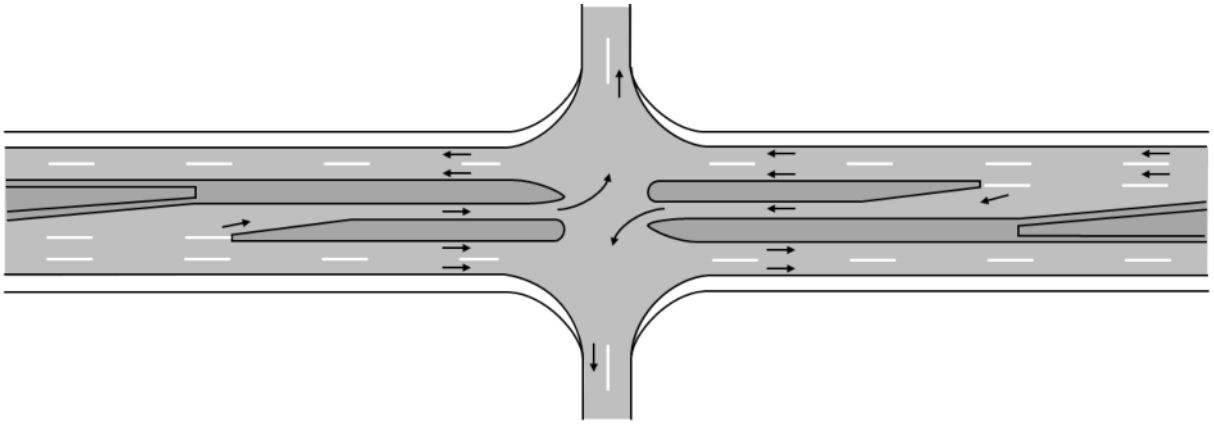
- در صورت وجود فاز مجزا برای حرکت گردش به چپ
- در صورت وجود حجم تردد گردش به چپ بیشتر از ۱۰۰ وسیله بر ساعت

حداقل عرض میانه به منظور ایجاد خط اختصاصی گردش به چپ با استفاده از خط‌کشی و حذف کامل میانه برابر با ۳/۰ متر است. در صورتی که لازم باشد پس از ایجاد خط گردش به چپ (۳/۰ متر)، قسمتی از میانه به منظور ایمنی گردش وسایل نقلیه (حداقل ۱/۵ متر) و عبور عرضی عابران پیاده (حداقل ۲/۰ متر)، حفظ شود، حداقل عرض مورد نیاز برای میانه به ترتیب برابر با ۴/۵ متر و ۵/۰ متر خواهد بود (شکل ۴-۳).

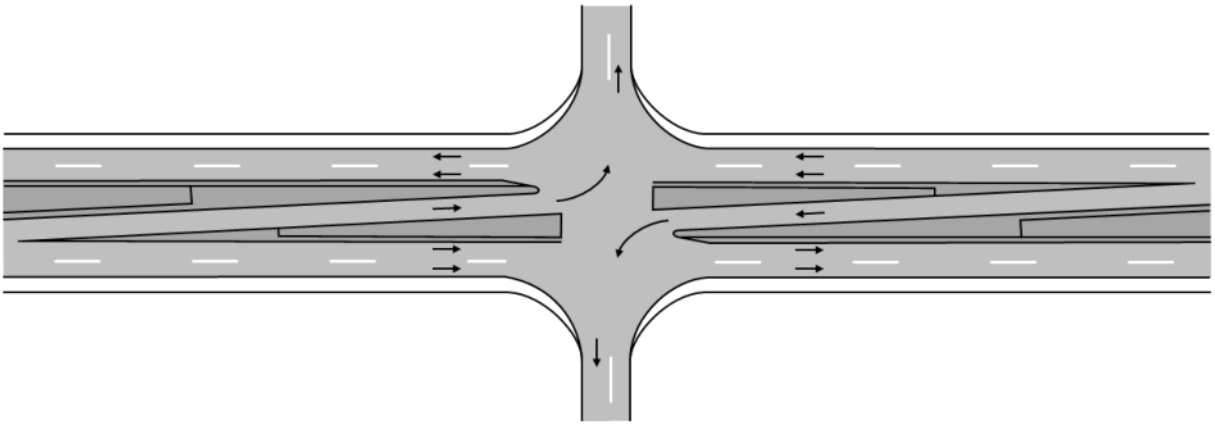


شکل ۴-۳- مشخصات هندسی میانه به منظور اضافه کردن خط گردش به چپ در تقاطع

در صورت وجود میانه‌های عریض‌تر از ۵/۵ متر می‌توان خطوط اختصاصی گردش به چپ را از سایر خطوط موازی نیز تفکیک کرد. علاوه بر آن به منظور دید بهتر رانندگان، افزایش ایمنی و کاهش تداخل، می‌توان راستای دو خط گردش به چپ را در دو شاخه مقابل از یک تقاطع تغییر داده و از یکدیگر دور کرد (شکل ۴-۴).



الف- به صورت موازی



ب- با استفاده از لچکی

شکل ۴-۴- جداسازی و تغییر راستای خطوط اختصاصی گردش به چپ در صورت وجود میانه‌های عریض

۵- جریان‌بندی تقاطع

منظور از جریان‌بندی، جدا کردن و راهنمایی جریان ترافیک متداخل به مسیرهای مشخص به وسیله جزایر جداکننده یا خط‌کشی است. جریان‌بندی در تسهیل حرکت وسایل نقلیه موتوری و عابران پیاده مؤثر بوده و در موارد زیر منجر به بهبود عملکرد تقاطع خواهد شد:

ـ محدود کردن تعداد جریان‌های متداخل به حداکثر دو جریان در یک نقطه

- محدود کردن تعداد خطوط عبور مربوط به هر حرکت در تقاطع به حداکثر دو خط
- کاهش سطح تقاطع و در نتیجه، کاهش احتمال تداخل وسایل نقلیه
- اولویت دادن به جریان‌های غالب و مهم در تقاطع
- فراهم شدن فضای لازم برای استقرار جزایر ایمنی ویژه عابر پیاده و دوچرخه
- ایجاد فضای انتظار مناسب برای حرکت‌های گردشی مجزا
- ایجاد فضای مناسب برای استقرار چراغ راهنمایی و افزایش قابلیت رؤیت آن
- کنترل گردش‌های غیر مجاز
- کنترل سرعت وسایل نقلیه

شکل جریان‌بندی در تقاطع‌ها به سهم انواع وسایل نقلیه، حجم تردد وسایل نقلیه نسبت به ظرفیت تقاطع، حجم تردد عابران پیاده، سرعت وسایل نقلیه، موقعیت ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی و موقعیت علائم و تابلوهای کنترل ترافیک بستگی دارد. ولی اصول کلی جریان‌بندی تقاطع‌ها شامل موارد زیر است:

- ساده و واضح بودن نقاط انتخاب مسیر و انطباق آنها بر انتظارات رانندگان
- پرهیز از مسیرهای غیر معمول، زوایای کوچک‌تر از ۷۵ درجه و قوس‌های افقی تند
- کاهش تعداد نقاط برخورد جریان‌های ترافیکی
- کنترل حرکت‌های گردشی با استفاده از تابلوهای «رعایت حق تقدم»، «ایست» و چراغ راهنمایی در صورت عدم وجود فاصله مناسب برای همگرایی یا تداخل جریان‌ها

- تأمین فاصله دید و زاویه مناسب در نقاط همگرایی جریان‌های ترافیکی
- بررسی نقاط برخورد جریان‌ها به منظور تعیین میزان بهبود عملکرد ناشی از جداسازی یا تلفیق آنها
- جداسازی خطوط انباره حرکت‌های گردشی پر حجم یا پر حادثه
- عدم ایجاد مزاحمت و تداخل جزایر جداکننده با مسیرهای دوچرخه و پیاده
- انسداد حرکت‌های گردشی غیر مجاز
- توجه به موقعیت علائم و تابلوهای راهنما به عنوان بخشی از طرح جریان‌بندی تقاطع

۵-۱- انواع جزیره‌ها

جزیره‌های ترافیکی، نواحی تعریف شده بین خطوط عبور هستند که برای کنترل جریان ترافیک استفاده می‌شوند. از این نواحی می‌توان به عنوان جزیره ایمنی برای عبور پیاده‌ها از عرض تقاطع و استقرار علائم و تابلوهای راهنمایی و رانندگی استفاده کرد.

جزیره‌ها می‌توانند به وسیله خط‌کشی، تغییر رنگ، تغییر جنس روسازی و یا با استفاده از جدول تعریف شوند. بهترین روش تعریف جزیره‌ها استفاده از جداولی به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتی‌متر است.

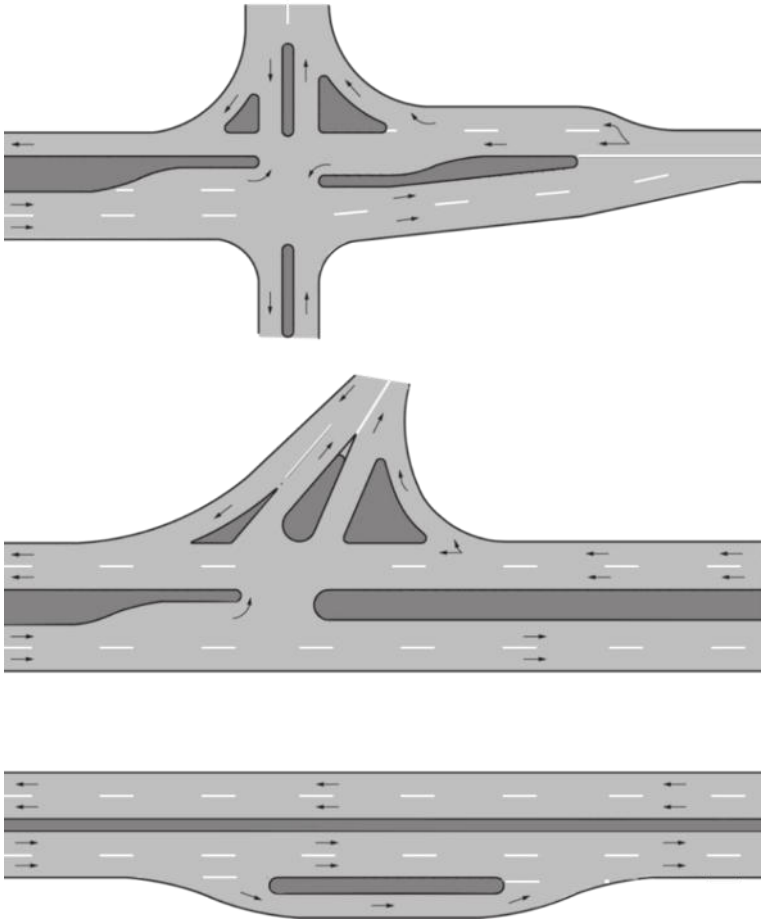
جزیره‌ها در تقاطع‌ها دارای سه عملکرد اصلی هستند:

- جریان‌بندی: کنترل و هدایت جریان ترافیک (غالباً حرکت‌های گردشی)
- جداسازی: جدا کردن جریان‌های ترافیک موافق و مخالف
- ایمنی: تأمین ناحیه ایمن برای عبور عابران پیاده

۵-۱-۱- جزیره‌های جریان‌بندی

جزیره‌هایی که برای جریان‌بندی در تقاطع‌ها استفاده می‌شوند دارای ابعاد و فرم‌های مختلفی هستند که بر اساس شرایط محل مورد استفاده و ابعاد تقاطع به کار گرفته می‌شوند. برخی از فرم‌های این نوع از جزایر با توجه به نوع تقاطع در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. متداول‌ترین نوع این جزیره‌ها، جزایر گوشه‌ای مثلثی شکل هستند که جریان گردش به راست را از جریان اصلی ترافیک جدا می‌کنند.

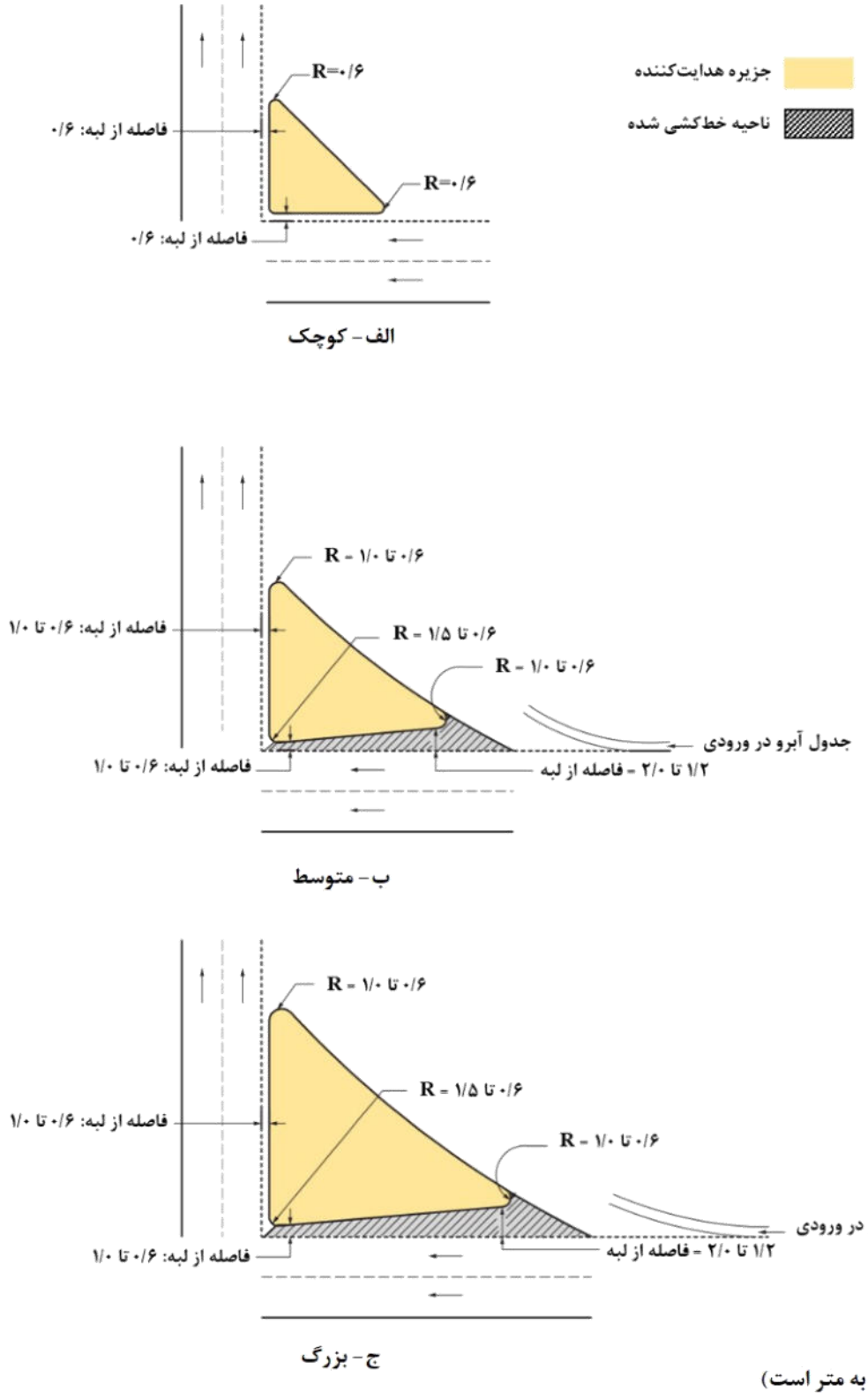
از جزایر جریان‌بندی در مواردی که طراحی بر اساس شعاع‌های بزرگ قوس گوشه، موجب افزایش سطح سواره‌رو، سردرگمی رانندگان و کاهش ایمنی عابران پیاده شده است، استفاده می‌شود. شروع این جزایر باید با خط‌کشی، نوار لرزاننده و سایر علائم هشداردهنده کاملاً مشخص شود.



شکل ۵-۱- نمونه‌هایی از جزایر جریان‌بندی در معابر و تقاطع‌ها

مساحت و ابعاد جزایر جریان‌بندی (که با نام جزایر هدایت‌کننده نیز شناخته می‌شوند) تا حد زیادی به نحوه کاربرد و سرعت عملکرد معابر بستگی دارد. این جزایر به سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم شده‌اند (شکل ۵-۲). به طور معمول حداقل مساحت جزیره‌های هدایت‌کننده مثلثی شکل که برای جریان‌بندی ترافیک استفاده می‌شوند، برابر با ۵ متر مربع و در حالت مطلوب برابر با ۹ متر مربع است.

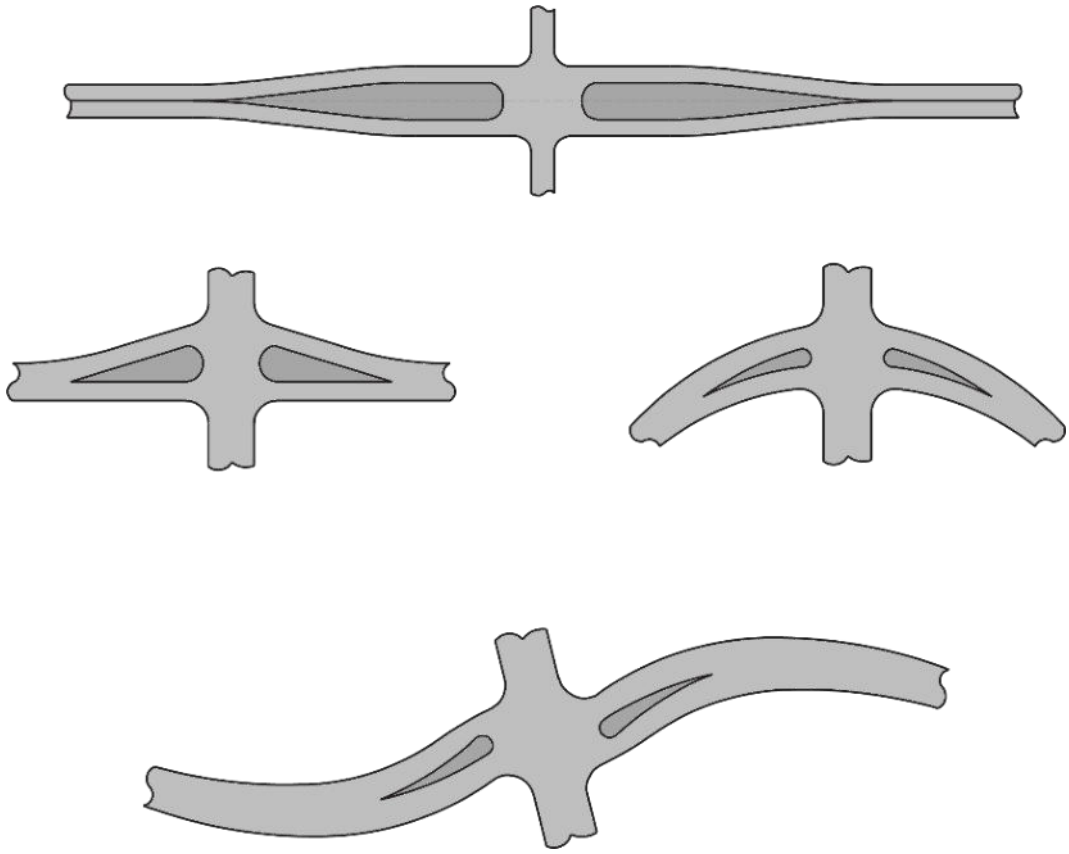
جزیره‌های هدایت‌کننده کوچک (حالت «الف» در شکل ۵-۲) بدون جدول آبرو بوده و غالباً در خیابان‌های کم سرعت قابل استفاده هستند. جزیره‌های متوسط و بزرگ (حالت «ب» و «ج» در شکل ۵-۲)، دارای جدول آبرو بوده و در خیابان‌هایی با سرعت عملکردی بالاتر قابل استفاده هستند.



شکل ۵-۲- مشخصات هندسی جزیره‌های هدایت‌کننده مثلثی شکل

۵-۱-۲- جزیره‌های جداکننده میانی

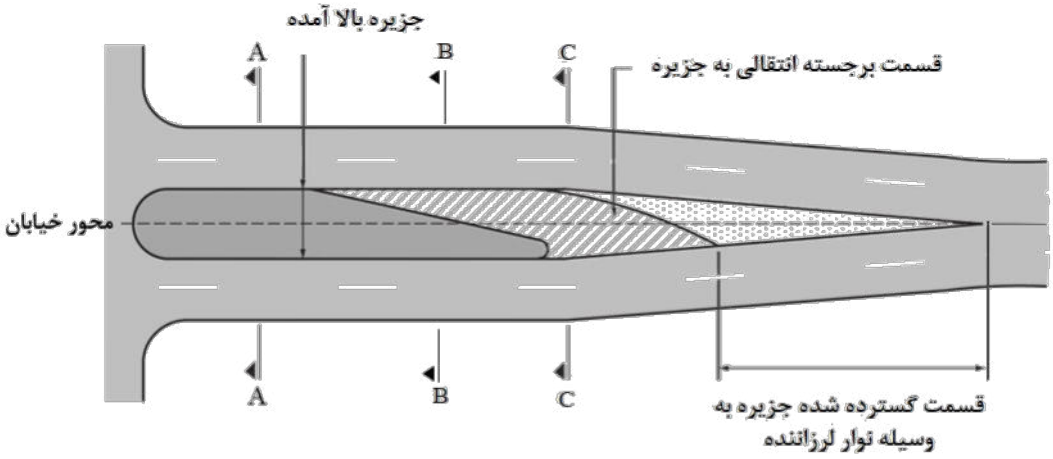
عملکرد اصلی این جزیره‌ها، جدا کردن ترافیک دو طرف در محل تقاطع بوده و از آنها در محل برخورد معابری که توسط میانه جدا نشده‌اند، استفاده می‌شود (شکل ۵-۳).

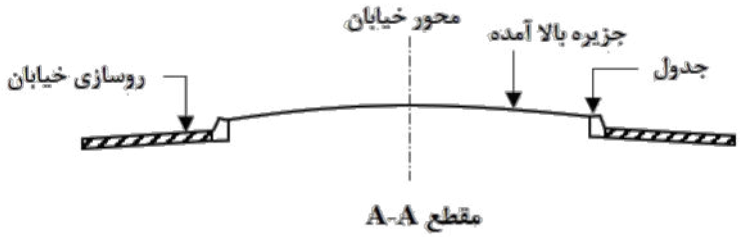


شکل ۵-۳- نمونه‌هایی از فرم و نحوه استفاده از جزایر جداکننده میانی

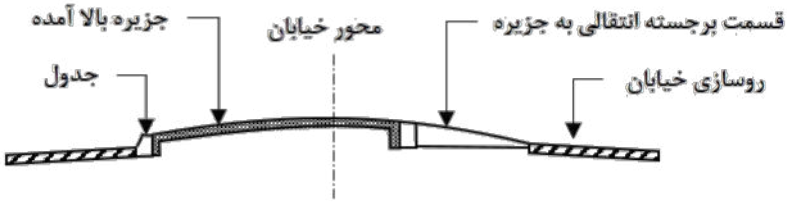
توصیه می‌شود که حداقل طول این جزایر برابر با ۶/۰ متر و عرض آن حداقل برابر با ۱/۰ متر در نظر گرفته شود. در صورت وجود محدودیت، عرض این جزایر را می‌توان برابر با ۰/۵ متر در نظر گرفت. اگر از این جزایر برای تأمین ایمنی عابران پیاده به منظور عبور از عرض خیابان‌ها استفاده می‌شود، عرض آنها نباید کمتر از ۱/۵ متر در نظر گرفته شود.

در صورت استفاده از این جزایر در معابر پر سرعت، طول آنها نباید کمتر از ۳۰ متر بوده و باید به طور کامل نیز قابل رؤیت باشند. شروع این جزایر باید با خط‌کشی، نوار لرزاننده و سایر علائم هشداردهنده کاملاً مشخص شود. عرض و ارتفاع این جزیره‌ها با نزدیک شدن به سطح تقاطع به تدریج افزایش می‌یابد. شکل ۵-۴ جزئیات هندسی مربوط به طراحی این جزیره‌ها را نشان می‌دهد.

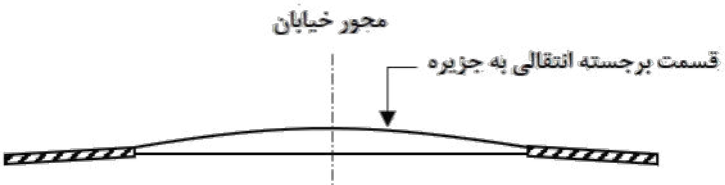




مقطع A-A



مقطع B-B



مقطع C-C

شکل ۵-۴- مشخصات هندسی جزیره‌های جداکننده میانی

۵-۱-۳- جزیره‌های ایمنی

جزیره ایمنی برای حفاظت و توقف عابران پیاده و دوچرخه‌سواران در میانه گذرگاه عرضی عابر پیاده در نظر گرفته می‌شود. جزایر جداکننده و جریان‌بندی نیز در صورت قرار گرفتن در مرکز تقاطع و ایجاد ناحیه‌ای ایمن برای عبور عابران پیاده و دوچرخه‌سواران، جزیره ایمنی محسوب می‌شوند.

عرض این جزایر در صورتی که برای گذر عرضی دوچرخه نیز در نظر گرفته شده باشند، حداقل برابر با ۲/۰ متر است. بهتر است مسیر عبور عابران پیاده و دوچرخه‌سواران روی سکوی جزیره مشخص بوده و در حد امکان، همسطح با خیابان در نظر گرفته شود.

در هیچ حالتی عرض این جزایر نباید کمتر از ۱/۵ متر باشد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه مشخصات هندسی جزایر ایمنی به بخش دهم آیین‌نامه، «مسیرهای پیاده» مراجعه شود.

۵-۲- بازشدگی میانه

از بازشدگی میانه در محل تلاقی یک خیابان دارای میانه با خیابانی دیگر و به شرط وجود گردش به چپ و یا حرکت مستقیم وسایل نقلیه از عرض خیابان، استفاده می‌شود. در طراحی این بازشدگی‌ها، عوامل مختلفی همچون عرض میانه خیابان، حجم ترافیک مستقیم و گردشی، سهم انواع وسایل نقلیه و نحوه کنترل تقاطع، اثرگذار هستند. طراحی طول بازشدگی میانه و شکل انتهای آن با توجه به ترکیب حجم‌های مستقیم و گردشی در ساعات طرح انجام می‌شود.

در تقاطع‌هایی که بخش قابل توجهی از ترافیک عبوری در خیابان دارای میانه مربوط به حرکت مستقیم بوده و این حجم به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از ظرفیت معبر است، استفاده از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین طراحی برای بازشدگی میانه پیشنهاد می‌شود. البته در این حالت، احتمال تداخل جریان گردشی با جریان خطوط مجاور وجود داشته و همچنین وسایل نقلیه از فضای محافظت شده‌ای در برابر سایر جریان‌ها برخوردار نیستند.

در محل تقاطع‌هایی با حجم ترافیک گردشی قابل ملاحظه و یا حجم بالایی از جریان مستقیم با سرعت بالا، طراحی شکل و عرض بازشدگی میانه باید به نحوی صورت گیرد که کمترین تداخل جریان‌ها با خطوط مجاور و مقابل ایجاد شود. علاوه بر این، در صورتی که تقاضای ترافیک عبوری از تقاطع از ظرفیت آن بیشتر باشد، اتخاذ تدابیری خاص از جمله تعریض سواره‌رو ضروری است.

در طراحی بازشدگی میانه، می‌توان از فرم‌های نیم‌دایره‌ای و دماغه‌ای برای انتهای میانه استفاده کرد (شکل ۵-۵). شکل نیم‌دایره‌ای، غالباً برای میانه‌های باریک در نظر گرفته شده و برای میانه‌های عریض‌تر، می‌توان از شکل‌های دماغه‌ای استفاده کرد. در شکل دماغه‌ای، قوس مرکب انتهای میانه متشکل از دو کمان متقارن یا نامتقارن بوده که توسط یک منحنی به شعاع ۰/۶ متر در نوک دماغه به یکدیگر متصل می‌شوند. معمولاً شکل دماغه‌ای نامتقارن برای انجام مانور گردش به چپ در محل بازشدگی میانه مناسب‌تر است. ولی استفاده از شکل دماغه‌ای متقارن به واسطه سهولت در اجرا توصیه می‌شود.

حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ بر اساس شعاع‌های کنترلی، با توجه به عرض میانه و شکل انتهای آن تعیین می‌شود. طول بازشدگی میانه یک خیابان باید حداقل ۱/۵ متر از عرض سواره‌روی خیابان متقاطع بیشتر باشد. به طور کلی، طراحی بازشدگی میانه با طول‌های بیشتر از ۲۵ متر توصیه نمی‌شود. در صورت لزوم، اتخاذ تدابیری از جمله جریان‌بندی تقاطع، اختصاص خط ویژه گردش به چپ و اصلاح هندسی زاویه تقاطع، پیشنهاد شده و بهتر است طراحی‌ها بر اساس مقادیر مطلوب (و نه حداقلی) انجام شود.

الف- بازشدگی میانه با انتهای نیم دایره‌ای

ب- بازشدگی میانه با انتهای دماغه‌ای

شکل ۵-۵- انواع شکل‌های انتهای میانه در محل بازشدگی

۵-۲-۱- طراحی بر اساس شعاع کنترلی گردش به چپ

یکی از عوامل مهم در طراحی بازشدگی‌های میانه، مسیری است که هر یک از وسایل نقلیه طرح در طول مانور گردش به چپ خود با سرعت ۱۵ تا ۲۵ کیلومتر بر ساعت طی می‌کنند. در هنگام گردش به چپ، معمولاً یک حاشیه ۰/۵ متری بین لبه چرخ داخلی وسیله نقلیه طرح با خط ممتد لبه سواره‌رو در شروع و پایان مانور، در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که مسیر گردش به چپ طراحی شده برای وسیله نقلیه طرح، پاسخگوی شعاع گردش وسایل نقلیه بزرگ نباشد، این وسایل نقلیه می‌توانند با انجام یک مانور S شکل، گردش به چپ خود را انجام دهند.

حداقل طول بازشدگی میانه با توجه به عرض و شکل انتهای آن، با در نظر گرفتن شعاع کنترلی ۱۲ متر برای سواری طرح در جدول ۵-۱ ارائه شده است. برای میانه‌هایی با عرض کمتر از ۱/۲ متر، شکل انتهای میانه تفاوت چندانی در طراحی بازشدگی ایجاد نمی‌کند. در حالت‌هایی که انتهای میانه در محل بازشدگی به شکل دماغه‌ای باشد، مسیر گردش به چپ وسایل نقلیه به لبه میانه نزدیک شده و ضمن هدایت بهتر راننده برای گردش، مقادیر کمتری از طول بازشدگی مورد نیاز خواهد بود. به علاوه، با استفاده از شکل دماغه‌ای برای انتهای میانه (معمولاً برای میانه‌های عریض‌تر از ۳ متر)، فضای مناسب برای توقف عابران پیاده تأمین شده و سطح کمتری از تقاطع به روسازی نیاز خواهد داشت.

جدول ۵-۱- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ سواری با شعاع کنترلی ۱۲ متر

عرض میانه (متر)	حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دایره‌ای شکل (متر)	حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دماغه‌ای شکل (متر)
۱/۲	۲۲/۸	۲۲/۸
۱/۸	۲۲/۲	۱۸/۰
۲/۴	۲۱/۶	۱۶/۸
۳/۰	۲۱/۰	۱۶/۸
۳/۶	۲۰/۴	۱۶/۸
۴/۲	۱۹/۸	۱۶/۸
۴/۸	۱۹/۲	۱۶/۸
۶/۰	۱۸/۰	۱۶/۸
۷/۲	۱۶/۸	۱۶/۸

در صورتی که طراحی بازشدگی میانه بر اساس شعاع کنترلی سواری باشد، وسایل نقلیه بزرگ‌تر، برای انجام گردش به چپ، مجبور به تجاوز به خطوط مجاور و انجام مانور S شکل هستند. به عنوان نمونه، در گردش به چپ از یک خیابان دارای میانه به یک خیابان دوخطه، میزان انحراف کامیونت‌ها، کامیون‌ها و تریلی‌ها به ترتیب برابر با ۰/۹ متر، ۱/۵ متر و ۱/۴ متر خواهد بود. به همین صورت در گردش به چپ از یک خیابان دوخطه به یک خیابان دارای میانه، میزان انحراف کامیونت‌ها، کامیون‌ها و تریلی‌ها به ترتیب برابر با ۰/۹، ۲/۰ و ۱/۲ متر است. بر این اساس، در صورتی که عرض خیابان بدون میانه کم بوده و امکان انحراف وسایل نقلیه سنگین وجود نداشته باشد، استفاده از شعاع‌های کنترلی بیشتر از ۱۲ متر به منظور تسهیل مانور گردش به چپ برای کامیون‌ها و تریلی‌ها ضروری خواهد بود.

حداقل طول بازشدگی میانه با توجه به عرض و شکل انتهای آن، با در نظر گرفتن شعاع کنترلی ۱۵ متر برای کامیونت طرح در جدول ۵-۲ ارائه شده است.

جدول ۵-۲- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ کامیونت با شعاع کنترلی ۱۵ متر

عرض میانه (متر)	**حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دایره‌ای شکل** (متر)	**حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دماغه‌ای شکل** (متر)
۱/۲	۲۸/۸	۲۸/۸
۱/۸	۲۸/۲	۲۲/۸
۲/۴	۲۷/۶	۲۰/۴
۳/۰	۲۷/۰	۱۸/۶
۳/۶	۲۶/۴	۱۷/۴
۴/۲	۲۵/۸	۱۶/۸
۴/۸	۲۵/۲	۱۶/۸
۶/۰	۲۴/۰	۱۶/۸
۷/۲	۲۲/۸	۱۶/۸
۸/۴	۲۱/۶	۱۶/۸
۹/۶	۲۰/۴	۱۶/۸
۱۰/۸	۱۹/۲	۱۶/۸
۱۲/۰	۱۸/۰	۱۶/۸

در صورتی که کامیون‌ها و تریلی‌ها به عنوان وسیله نقلیه طرح در نظر گرفته شوند، طراحی بازشدگی میانه با استفاده از شعاع کنترلی ۲۳ متر صورت می‌گیرد (جدول ۵-۳).

جدول ۵-۳- حداقل طول بازشدگی میانه برای گردش به چپ کامیون و تریلی با شعاع کنترلی ۲۳ متر

عرض میانه (متر)	حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دایره‌ای شکل (متر)	حداقل طول بازشدگی میانه با انتهای دماغه‌ای شکل (متر)
۱/۲	۴۳/۸	۳۶/۶
۱/۸	۴۳/۲	۳۶/۳
۲/۴	۴۲/۶	۳۳/۶
۳/۰	۴۲/۰	۳۱/۲
۳/۶	۴۱/۴	۲۹/۴
۴/۲	۴۰/۸	۲۷/۶
۴/۸	۴۰/۲	۲۶/۴
۶/۰	۳۹/۰	۲۳/۴
۷/۲	۳۷/۸	۲۱/۶
۸/۴	۳۶/۶	۱۹/۵
۹/۶	۳۵/۴	۱۸/۰
۱۰/۸	۳۴/۲	۱۶/۲
۱۲/۰	۳۰/۰	۱۴/۷
۱۸/۰	۲۷/۰	۱۳/۳
۲۴/۰	۲۱/۰	۱۳/۲
۳۰/۰	۱۵/۰	۱۳/۲

۵-۲-۲- تأثیر زاویه تقاطع در بازشدگی میانه

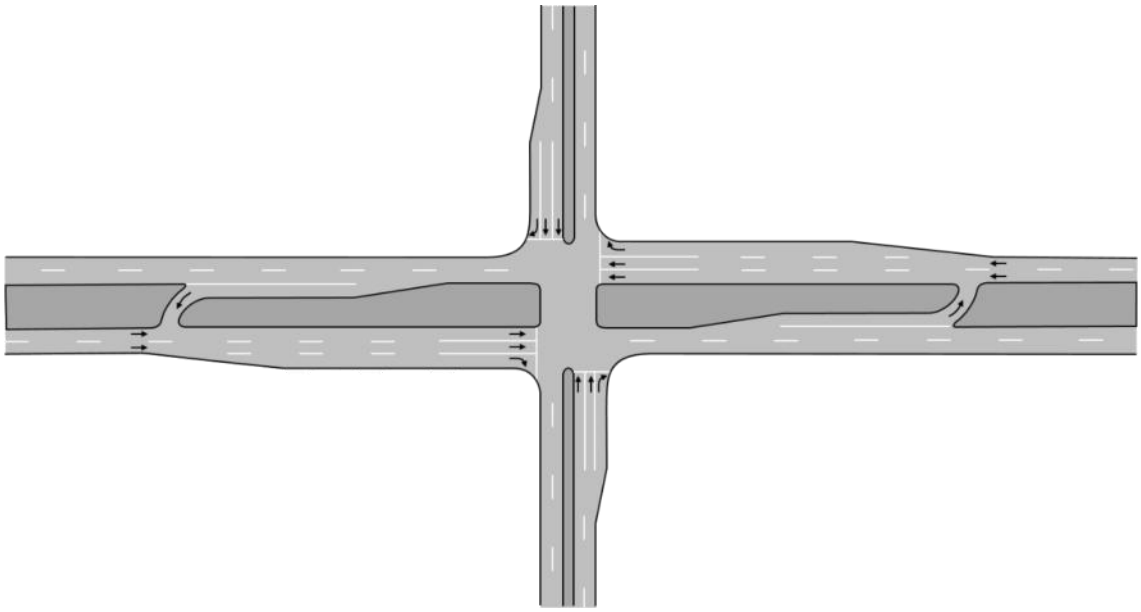
شعاع‌های کنترلی در نظر گرفته شده برای انواع وسایل نقلیه طرح، تحت تأثیر مایل بودن زاویه معابر متقاطع، افزایش یافته و در نتیجه، میزان حداقل بازشدگی میانه برای انجام حرکت چپگرد زیاد خواهد شد. در جدول ۵-۴، مقادیر حداقل طول بازشدگی میانه بر اساس زاویه تقاطع، عرض میانه و شکل انتهای آن برای شعاع کنترلی ۱۵ متر ارائه شده است. در تقاطع‌های مایل نیز در صورت نیم‌دایره‌ای بودن شکل انتهای میانه در محل بازشدگی، طول بیشتری برای بازشدگی لازم خواهد بود. به همین جهت، استفاده از شکل دماغه‌ای برای انتهای میانه مناسب‌تر است.

جدول ۵-۴- حداقل طول بازشدگی میانه برای شعاع کنترلی ۱۵ متر بر اساس زاویه تقاطع

زاویه تقاطع (درجه)	عرض میانه (متر)	طول بازشدگی نیم‌دایره‌ای (متر)	طول بازشدگی دماغه‌ای متقارن (متر)	طول بازشدگی دماغه‌ای نامتقارن (متر)	شعاع دماغه‌ای نامتقارن (متر)
۹۰	۳	۲۷	۱۹	-	-
	۶	۲۴	۱۷	-	-
	۹	۲۱	۱۷	-	-
	۱۲	۱۸	۱۷	-	-
۸۰	۳	۳۲	۲۴	۲۳	۲۱
	۶	۲۸	۱۷	۱۷	۲۰
	۹	۲۵	۱۷	۱۷	۲۰
	۱۲	۲۱	۱۷	۱۷	۱۹
	۱۵	۱۸	-	-	-
۷۰	۳	۳۹	۳۰	-	۲۹
	۶	۳۵	۲۴	۲۰	۲۸
	۹	۳۱	۱۹	۱۴	۲۶
	۱۲	۲۶	۱۷	۱۲	۲۵
	۱۵	۲۳	۱۷	۱۲	۲۳
	۱۸	۱۸	-	-	-
۶۰	۳	۴۸	۴۰	۳۲	۴۲
	۶	۴۳	۳۲	۲۳	۳۹
	۹	۳۸	۲۶	۱۷	۳۶
	۱۲	۳۴	۲۲	۱۳	۳۳
	۱۵	۲۷	۱۸	۱۲	۳۰
	۱۸	۲۴	۱۵	۱۲	۲۷
۵۰	۳	۶۰	۵۲	۳۵	۶۳
	۶	۵۵	۴۳	۲۷	۵۸
	۹	۴۹	۳۷	۲۰	۵۳
	۱۲	۴۳	۳۰	۱۵	۴۷
	۱۵	۳۷	۲۶	۱۲	۴۲
	۱۸	۳۲	۲۳	۱۲	۳۶

۵-۳- چپگرد غیر مستقیم و دوربرگردان

یکی از روش‌های قابل استفاده به منظور تأمین گردش به چپ، طراحی چپگرد به طور غیر مستقیم است. طراحی دوربرگردان‌ها می‌تواند علاوه بر تأمین دسترسی به جهت مقابل، امکان انجام گردش به چپ را نیز به طور غیر مستقیم فراهم کند (شکل ۵-۶). البته توصیه می‌شود در حد امکان همه حرکت‌های گردشی در محل تقاطع انجام شوند و از طراحی دوربرگردان و چپگرد غیر مستقیم خودداری شود.



شکل ۵-۶- چپگرد غیر مستقیم از طریق دوربرگردان در خیابان دارای میانه عریض

طراحی دوربرگردان‌های مناسب، نیازمند عرض میانه قابل توجه است. ایجاد چپگردهای غیر مستقیم برای تقاطع‌هایی قابل استفاده است که دارای حجم زیاد حرکت مستقیم، حجم کم چپگرد در خیابان اصلی و حجم کم در خیابان متقاطع فرعی هستند. چپگرد غیر مستقیم با استفاده از دوربرگردان‌های حول میانه، تعداد نقاط برخورد تقاطع را از ۳۲ نقطه به ۱۶ نقطه کاهش می‌دهد.

در طراحی دوربرگردان حول میانه، توجه به موارد زیر ضروری است:

- شعاع و عرض دوربرگردان بر اساس مشخصات وسیله نقلیه طرح تعیین می‌شود.
- طول مناسبی به منظور خطوط تغییر سرعت و انباره وسایل نقلیه در صف بر اساس حجم ترافیک و نحوه کنترل دوربرگردان در نظر گرفته می‌شود.

- حداقل فاصله دوربرگردان نسبت به تقاطع مجاور برابر با ۲۰۰ متر و نسبت به خط اختصاصی گردش به چپ برابر با ۳۰ متر است.

- در صورتی که عرض میانه و سواره‌رو برای تأمین فضای گردش وسایل نقلیه سنگین کافی نباشد، تعریض سواره‌روی جهت مقابل در سمت راست محل دور زدن ضروری است.

- استفاده از تابلوهای راهنما جهت اعلام وجود دوربرگردان و ممنوعیت چپگرد در تقاطع ضروری است.

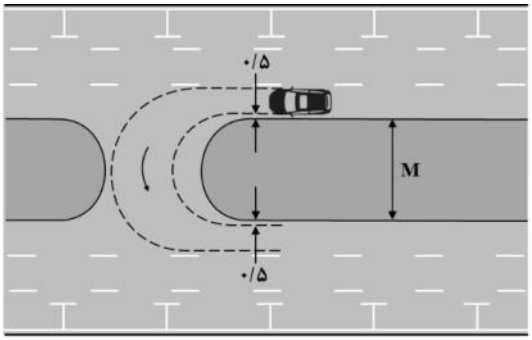
- در صورت کنترل دوربرگردان توسط چراغ راهنمایی، تأمین طول انباره مورد نیاز و هماهنگی زمان‌بندی آن با تقاطع‌های چراغ‌دار مجاور، ضروری است.

- توجه به مسیر و اولویت تردد عابران پیاده و عدم تداخل با جریان‌های گردشی در طراحی دوربرگردان ضروری است.

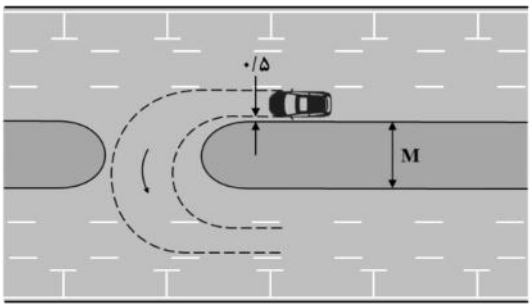
- در نظر گرفتن عرض مناسب برای معبر و میانه به منظور تأمین فضای مانور دور زدن وسیله نقلیه طرح ضروری است.

در یک خیابان چهارخطه دارای میانه با عرض حداقل ۹ متر، وسایل نقلیه سواری می‌توانند در محل دوربرگردان، بدون تجاوز به سایر خطوط، از خط مجاور میانه گردش کرده و به خط مجاور میانه در جهت مقابل وارد شوند (حالت «الف» در شکل ۵-۷). در صورت وجود میانه کم عرض‌تر (۵ تا ۹ متر)، وسایل نقلیه سواری پس از دور زدن، از خط مجاور میانه خارج شده و به خط سمت راست تجاوز خواهند کرد (حالت «ب» در شکل ۵-۷). اگر عرض میانه از ۵ متر هم کمتر باشد، وسایل نقلیه سواری پس از دوربرگردان، مجبور به عبور از خط پارک حاشیه‌ای یا شانه معبر خواهند شد (حالت «ج» در شکل ۵-۷).

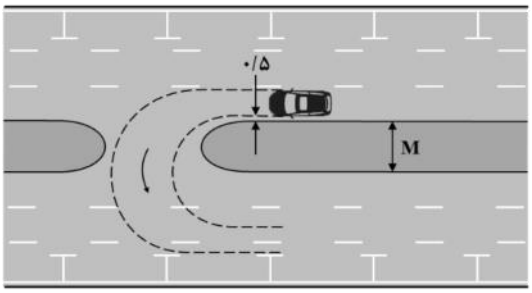
حالت‌های «ب» و «ج» در شکل ۵-۷ به دلیل تداخل حرکت گردشی با خطوط مستقیم جریان ترافیک در خیابان اصلی، می‌تواند باعث کاهش ظرفیت یا افزایش احتمال بروز انواع تصادف‌ها شود. به همین دلیل طراحی دوربرگردان‌ها با عرض میانه کمتر از ۹ متر در خیابان‌های شهری توصیه نمی‌شود. در جدول ۵-۵ حداقل عرض میانه مورد نیاز برای طراحی دوربرگردان در هر یک از حالت‌های سه‌گانه موجود در شکل ۵-۷، ارائه شده است.



الف ـ دور زدن از خط مجاور میانه به خط مجاور میانه



ب ـ دور زدن از خط مجاور میانه به خط سمت راست



ج ـ دور زدن از خط مجاور میانه به شانه سمت راست

(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۵-۷- حالت‌های مختلف دور زدن وسایل نقلیه از محل دوربرگردان بر اساس عرض میانه

جدول ۵-۵- حداقل عرض میانه مورد نیاز (M) برای دور زدن انواع وسایل نقلیه

وسیله نقلیه	حداقل عرض میانه برای گردش بدون تداخل (متر)	حداقل عرض میانه برای گردش با تجاوز به خط مجاور (متر)	حداقل عرض میانه برای گردش با تجاوز به دو خط مجاور (متر)
سواری	۹	۵	۲
تریلی	۱۸	۱۵	۱۲
کامیونت	۱۹	۱۵	۱۲
اتوبوس	۱۹	۱۶	۱۲
کامیون	۲۳	۱۹	۱۶

۶- میدان

ضوابط طراحی میدان‌ها به عواملی نظیر موقعیت میدان، سرعت طرح در خیابان‌های متقاطع، ظرفیت مورد نیاز، فضای در دسترس، تعداد و ترکیب خطوط عبور، مشخصات وسایل نقلیه طرح و سایر ویژگی‌های مربوط به محدوده مورد مطالعه بستگی دارد.

میدان‌ها معمولاً طوری طراحی می‌شوند که سرعت وسایل نقلیه را در خیابان‌های شهری کاهش دهند. با این حال، حداقل‌های لازم برای شعاع گردش وسایل نقلیه سنگین باید در صورت لزوم رعایت شود.

طراحی میدان دارای بیشتر از ۴ شاخه از کارایی آن می‌کاهد. توصیه می‌شود که در صورت امکان، حداکثر ۳ ورودی برای میدان در نظر گرفته شود.

میدان‌ها در حد امکان نباید با چراغ راهنمایی کنترل شوند. در صورتی که میدان‌های موجود، کارایی خود را به دلیل افزایش حجم تردد از دست بدهند، با تغییر طرح تقاطع می‌توان آن را برای استفاده از چراغ راهنمایی مناسب‌سازی کرد.

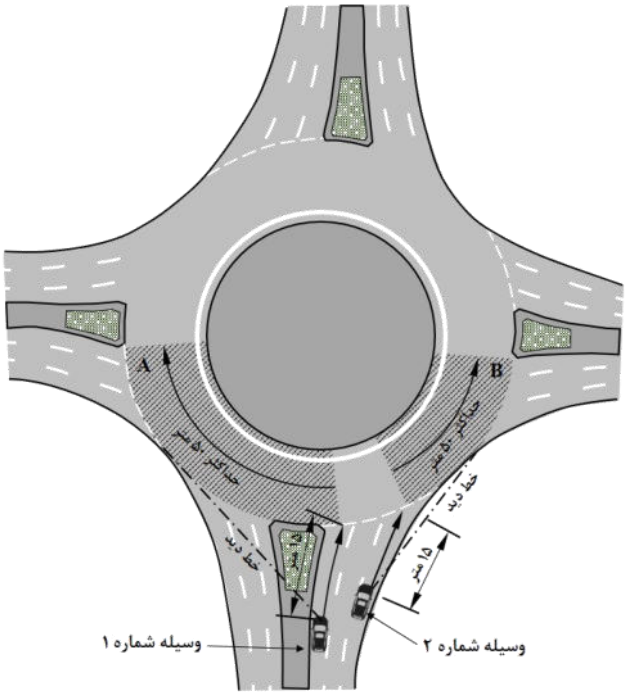
۶-۱- قابلیت دید

رانندگان وسایل نقلیه، باید قابلیت تشخیص نزدیک شدن به میدان را از فاصله کافی داشته باشند. از این رو، باید حداقل‌های فواصل دید در تقاطع‌ها، برای میدان‌ها نیز رعایت شود. توصیه می‌شود برای محاسبه فاصله دید در میدان از سرعت‌های کم استفاده شود، چرا که در نظر گرفتن فاصله دید زیاد، منجر به بالا رفتن سرعت ورودی وسایل نقلیه به میدان خواهد شد. علاوه بر این، باید در هر دو سمت چپ و راست دهانه ورودی میدان تا فواصل کافی، عاری از مانع و قابل رؤیت باشد.

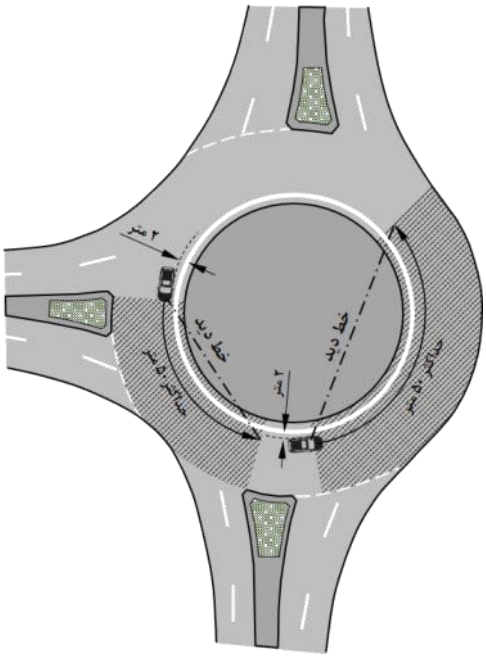
نقاط زیر باید از فاصله ۱۵ متری قبل از ورود به محدوده سواره‌روی دور میدان قابل رؤیت باشد:

- انتهای سواره‌روی نزدیک‌ترین شاخه ورودی در سمت چپ راننده (محدوده A برای وسیله شماره ۱ در شکل ۶-۱).
- انتهای سواره‌روی نزدیک‌ترین شاخه خروجی در سمت راست راننده (محدوده B برای وسیله شماره ۲ در شکل ۶-۱).

به علاوه، برای وسایلی که با فاصله حداقل ۲ متر از خط ممتد لبه جزیره میانی، دور میدان حرکت می‌کنند، باید انتهای سواره‌روی نزدیک‌ترین شاخه خروجی در مسیر حرکت‌شان قابل رؤیت باشد (شکل ۶-۲). اگر فواصل مذکور در امتداد محور سواره‌رو از ۵۰ متر بیشتر بود، تأمین فاصله دید تا ۵۰ متر کافی است.



شکل ۶-۱- تأمین فاصله دید برای رانندگان ورودی به میدان



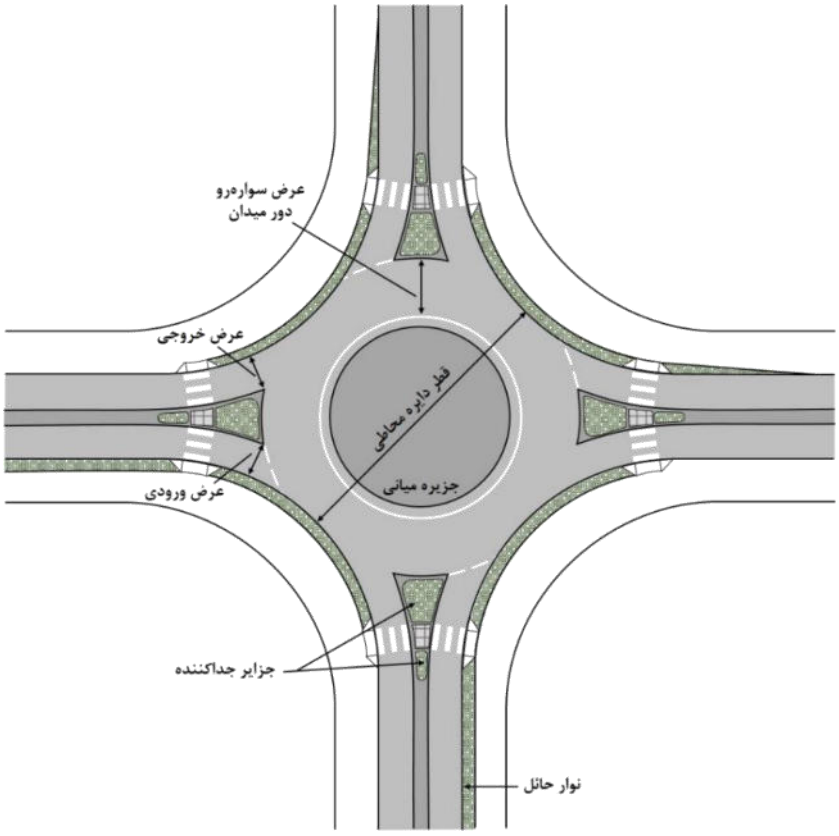
شکل ۶-۲- تأمین فاصله دید برای رانندگان داخل میدان

۶-۲- مشخصات هندسی

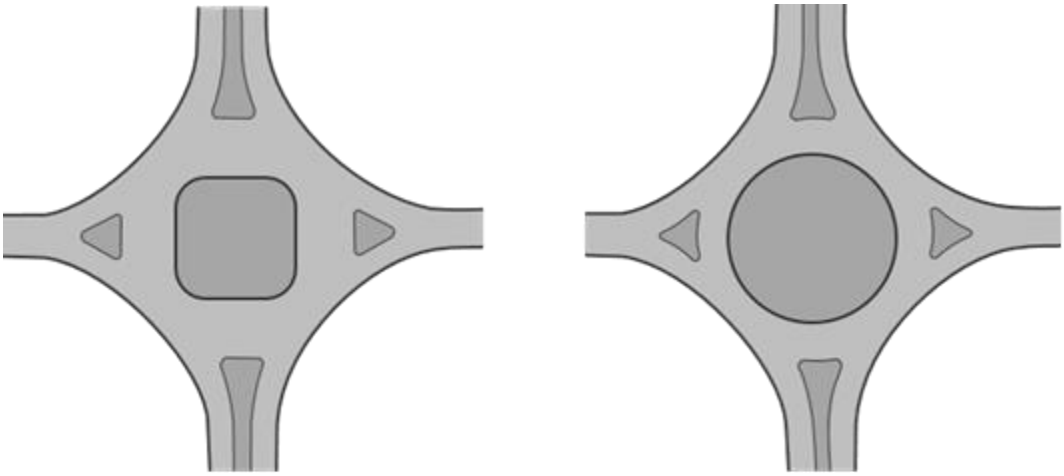
شکل ۶-۳، اجزای هندسی میدان‌ها را نشان می‌دهد. شکل جزیره میانی میدان با توجه به نحوه استقرار مسیرهای منتهی به آن و الگوی جریان ترافیک تعیین می‌شود. علاوه بر دایره، می‌توان از بیضی، مربع، مستطیل گردگوشه و یا انواع شکل‌های نامتقارن برای جزیره میانی استفاده کرد (شکل ۶-۴ و شکل ۶-۵).

در شرایطی که دو خیابان، با حجم ترافیک تقریباً معادل، یکدیگر را با زوایای تقریباً مساوی قطع کنند، از جزیره میانی دایره‌ای، مطابق با حالت «الف» در شکل ۶-۴ استفاده می‌شود. ولی در صورتی که در تقاطع این خیابان‌ها، تردد در یکی از جهات مستقیم بیشتر باشد، از جزیره مربعی گردگوشه استفاده خواهد شد (حالت «ب» در شکل ۶-۴).

از جزایر میانی بیضوی و یا مستطیلی گردگوشه (حالت‌های «ج» و «د» در شکل ۶-۴) در تقاطع‌های مایل استفاده شده و این نوع طراحی، طول زیادی را برای حرکات تداخلی اصلی به وجود می‌آورد. در بعضی تقاطع‌ها به ویژه در شرایطی که بیشتر از ۴ ورودی به تقاطع می‌رسند، از شکل‌های نامتقارن برای جزیره میانی استفاده می‌شود (حالت «هـ» در شکل ۶-۴).

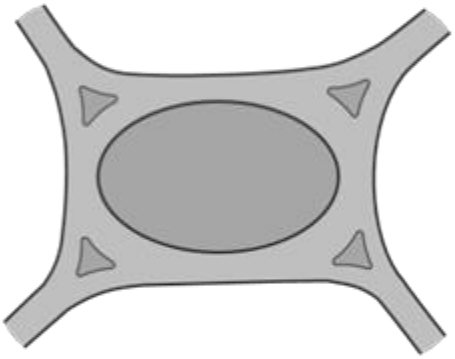


شکل ۶-۳- اجزای هندسی میدان

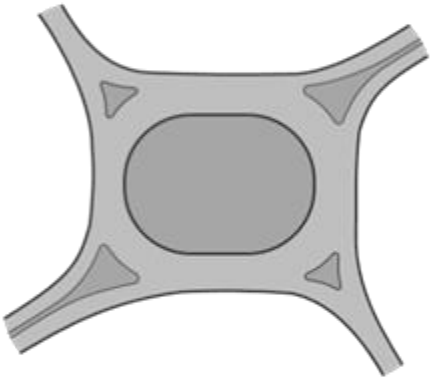


الف ـ دایره‌ای

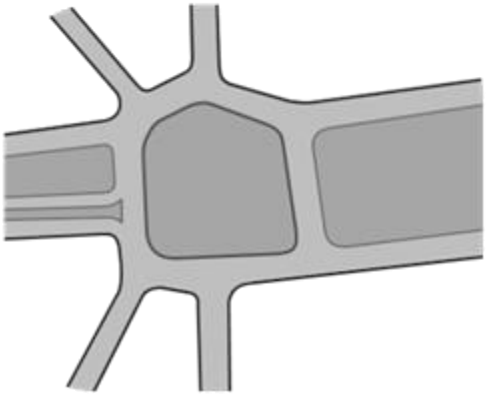
ب ـ مربعی با گوشه‌های گرد شده



ج ـ بیضی



د ـ مستطیلی با گوشه‌های گرد شده



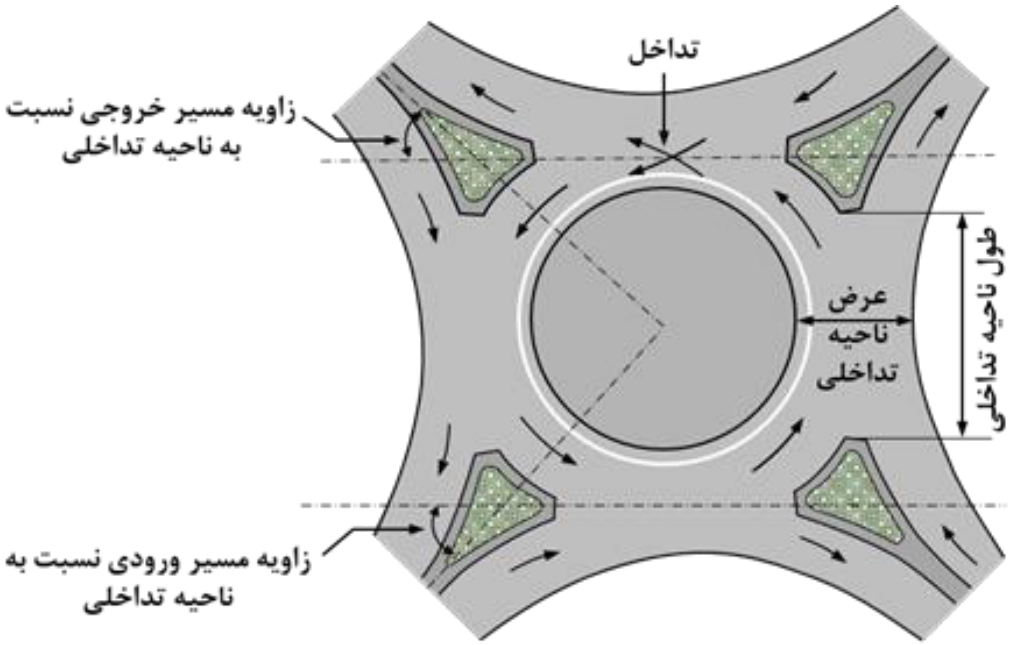
هـ ـ نامتقارن

شکل ۶-۴- انواع شکل‌های جزیره میانی در میدان‌ها

شکل ۶-۵- نمونه‌های واقعی از جزایر میانی غیر دایره‌ای در میدان‌ها

۶-۲-۱- میدان‌های تداخلی

شکل ۶-۶، اجزای هندسی میدان‌های تداخلی را نشان می‌دهد. طراحی برخی از اجزای هندسی این گونه میدان‌ها به سرعت طرح بستگی دارد. به منظور کنترل ابعاد طراحی میدان تداخلی، باید سرعت آن در مقایسه با سرعت طرح خیابان‌های متقاطع کمتر باشد. توصیه می‌شود که این سرعت برابر با ۳۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شود.



شکل ۶-۶- اجزای هندسی میدان‌های تداخلی

شعاع مسیر ورودی به یک میدان تداخلی، به منظور تأمین ایمنی، باید باعث کاهش ایمن سرعت وسایل نقلیه شود. بنابراین، توصیه می‌شود که این شعاع برابر با ۱۵ تا ۲۰ متر در نظر گرفته شود. بهتر است شعاع قوس خروجی به منظور تخلیه سریع‌تر میدان‌های تداخلی ۱/۵ تا ۲/۰ برابر شعاع قوس ورودی باشد. همچنین، برای اولویت دادن به جریان در حال گردش و کاهش سرعت وسایل نقلیه ورودی، توصیه می‌شود که شعاع جزیره میانی میدان تداخلی ۱/۳ برابر شعاع مسیرهای ورودی به آن در نظر گرفته شود.

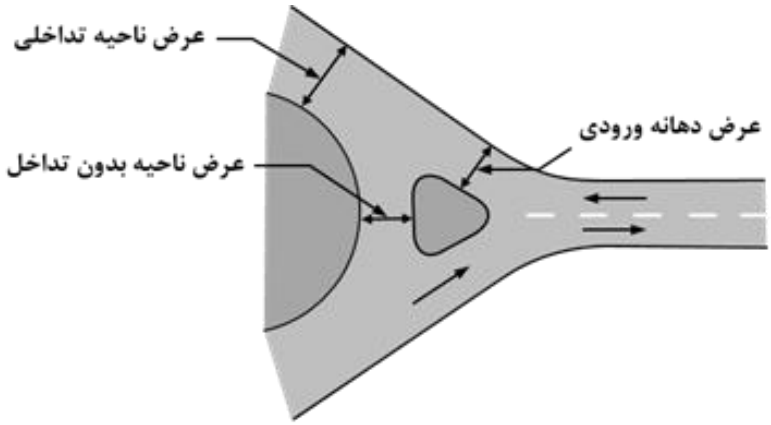
حداقل طول ناحیه تداخلی بر حسب سرعت طرح در جدول ۶-۱ ارائه شده است. نسبت طول به عرض ناحیه تداخلی در میدان‌های تداخلی باید حداقل برابر با ۴ به ۱ در نظر گرفته شود.

جدول ۶-۱- حداقل طول ناحیه تداخلی میدان

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**حداقل طول ناحیه تداخلی** (متر)
۳۰	۳۰
۴۰	۴۵

مطابق با شکل ۶-۷، عرض قسمت‌هایی از مسیر گردشی دور میدان که فاقد جریان تداخلی است، باید برابر با عریض‌ترین دهانه ورودی میدان و به طور کلی کم عرض‌تر از قسمت‌های تداخلی باشد. توصیه می‌شود که عرض قسمت‌های دارای جریان تداخلی به میزان یک خط عبور بیشتر از عرض دهانه ورودی میدان باشد.

توصیه می‌شود، زاویه ورود به میدان از زاویه خروج از آن بیشتر باشد. زاویه ورودی را می‌توان حدود ۶۰ درجه در نظر گرفت.



شکل ۶-۷- معرفی دهانه ورودی، ناحیه تداخلی و ناحیه بدون تداخل در میدان‌های تداخلی

۶-۲-۲- میدان‌های تقدمی

میدان‌های تقدمی را می‌توان بر اساس ابعاد و عملکرد به سه دسته میدانچه، میدان تک‌خطه و میدان چندخطه تقسیم کرد. مشخصات کلی هر یک از این میدان‌ها در جدول ۶-۲ ارائه شده است.

جدول ۶-۲- مشخصات کلی انواع میدان‌های تقدمی

مشخصات	میدانچه	میدان تک‌خطه	میدان چندخطه
سرعت طرح ورودی (کیلومتر بر ساعت)	۲۵ تا ۳۰	۳۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۵۰
قطر دایره محاطی (متر)	۱۵ تا ۲۵	۲۵ تا ۴۵	۴۰ تا ۷۵
نوع جزیره میانی	قابل عبور	برآمده غیر قابل عبور	برآمده غیر قابل عبور
قطر جزیره میانی (متر)	۳ تا ۱۰	۱۵ تا ۳۰	۲۵ تا ۶۰
تعداد خطوط شاخه‌های ورودی	حداکثر ۱	حداکثر ۱	حداقل ۲

عامل تعیین‌کننده در تعیین تعداد خطوط عبور این گونه میدان‌ها، حجم تردد وسایل نقلیه است. به گونه‌ای که جریان ترافیک ورودی به میدان روان بوده ولی سرعت وسایل نقلیه همچنان کم باشد.

در صورتی که مجموع ترافیک ورودی و تداخلی در میدان حداکثر برابر با ۱۳۰۰ وسیله بر ساعت باشد، میدان به صورت تک‌خطه و در شرایطی که این مقدار حداکثر برابر با ۱۸۰۰ وسیله بر ساعت باشد، میدان به صورت چندخطه طراحی می‌شود. در میدان‌های چندخطه، برای جلوگیری از تداخل، توصیه می‌شود مسیر عبور هر یک از جریان‌های ترافیکی، حداقل به وسیله خط‌کشی تفکیک شود.

حداقل عرض سواره‌روی اطراف جزیره میانی میدان با توجه به قطر جزیره و بر اساس محدودیت‌های هندسی گردش وسایل نقلیه (بدون در نظر گرفتن حجم تردد) مطابق با جدول ۶-۳ تعیین می‌شود. مقادیر ارائه شده در این جدول با فرض وجود ۰/۵ متر فاصله جانبی خنثی در هر دو طرف سواره‌رو به منظور حفظ ایمنی وسایل نقلیه در حال گردش است.

به منظور حفظ عملکرد ایمن و مناسب، عرض سواره‌روی دور میدان تقدمی نباید از ۱/۲ برابر عرض عریض‌ترین دهانه ورودی بیشتر و از عرض دهانه هیچ یک از ورودی‌ها کمتر باشد. همچنین عرض خطوط عبور ورودی به میدان باید برابر با مقادیر حداقل مجاز در نظر گرفته شود تا سرعت وسایل نقلیه در محدوده میدان کنترل شود.

به منظور جریان‌بندی ترافیک میدان‌های تقدمی، جلوگیری از تداخل جریان‌ها و تأمین ایمنی عابران پیاده و دوچرخه‌سواران، می‌توان از جزیره‌های جداکننده در ابتدای شاخه‌های ورودی به میدان استفاده کرد. در این صورت عرض این جزایر باید حداقل برابر با ۲/۰ متر در محل پیاده‌گذر و مساحت آنها باید حداقل برابر با ۵ متر مربع باشد.

جدول ۶-۳- حداقل عرض سواره‌روی دور میدان‌های تقدمی بر اساس ملاحظات هندسی گردش وسایل نقلیه

قطر جزیره میانی (متر)	حداقل عرض سواره‌روی مورد نیاز (متر)
۱۵	۶/۷
۲۰	۶/۳
۲۵	۵/۹
۳۰	۵/۸
۳۵	۵/۶
۴۰	۵/۴
۴۵	۵/۲
۵۰	۵/۱
۵۵	۴/۹
۶۰	۴/۸

۶-۳- ملاحظات مربوط به استفاده‌کنندگان غیر موتوری

یکی از مهم‌ترین اقدامات در میدان، فراهم کردن تسهیلات ویژه برای تردد افراد دارای اختلالات بینایی است. این افراد چون به اطلاعات شنیداری و نشانه‌ها وابسته هستند، ممکن است با چالش‌های زیادی در میدان مواجه شوند. بنابراین پایین نگه‌داشتن سرعت وسایل نقلیه در محدوده پیاده‌گذر و استفاده از تجهیزات و علائم هشداردهنده در مسیر افراد پیاده در ایمنی این افراد مؤثر است.

با توجه به محدود بودن سرعت حرکت وسایل نقلیه در میدان‌های تک‌خطه (۳۰ تا ۴۰ کیلومتر بر ساعت) و نزدیک بودن این سرعت به سرعت دوچرخه، این میدان‌ها می‌توانند به صورت مسیر درجه ۳ با اولویت بالاتر دوچرخه نسبت به سایر وسایل نقلیه استفاده شوند. اما در میدان‌های چندخطه، مسیرهای دوچرخه نباید بدون جداکننده فیزیکی از داخل محدوده سواره‌روی میدان عبور کنند. برای اطلاعات بیشتر در زمینه طراحی مسیرهای دوچرخه در میدان‌ها به بخش یازدهم آیین‌نامه، «مسیرهای دوچرخه» مراجعه شود.

۷- کنترل تقاطع‌ها

تقاطع‌ها معمولاً بر اساس شرایط هندسی، تعداد معابر متقاطع، حجم تردد جریان‌های مختلف، سهم وسایل نقلیه مختلف، تاریخچه تصادفات، تأخیر، فاصله دید و ایمنی، با استفاده از روش‌های مختلفی نظیر چراغ زمان‌دار مجزا یا هماهنگ (با زمان‌بندی هوشمند یا ثابت)، چراغ چشمک‌زن، تابلوی «ایست» یا تابلوی «رعایت حق تقدم» کنترل می‌شوند.

کنترل تقاطع با استفاده از چراغ‌های زمان‌دار مجزا به حالتی اطلاق می‌شود که هر تقاطع بدون توجه به نحوه کنترل تقاطع‌های مجاور و فقط بر مبنای پارامترهای اندازه‌گیری شده در همان تقاطع کنترل می‌شود. از این شیوه در شرایطی استفاده می‌شود که فاصله تقاطع مورد نظر از تقاطع‌های مجاور، زیاد باشد و یا عوامل ایجاد پراکندگی در جریان ترافیک آنقدر قوی باشند که عملکرد چراغ راهنمایی تقاطع‌های مجاور، تأثیر محسوسی بر عملکرد تقاطع مورد نظر نداشته باشند.

در صورتی که فاصله تقاطع‌های مجاور به اندازه‌ای باشد که عملکرد آنها بر یکدیگر تأثیر قابل توجهی داشته باشد، جریان ورودی تقاطع‌ها حالت نوسانی پیدا می‌کند. با سبز شدن چراغ در تقاطع بالادست، یک دسته از وسایل نقلیه با یکدیگر به حرکت درآمده و تقریباً به صورت گروهی به تقاطع بعدی می‌رسند. اگر همزمان با رسیدن این گروه، چراغ مسیر مربوطه در این تقاطع سبز باشد، مجموع تأخیرها و توقف‌ها کاهش چشمگیری یافته و کارایی تقاطع افزایش می‌یابد. برای دستیابی به این هدف، از روش چراغ زمان‌دار با کنترل هماهنگ استفاده می‌شود.

در هر دو حالت چراغ‌های زمان‌دار مجزا یا هماهنگ، برنامه زمانی چراغ می‌تواند بر اساس یک تقاضای پیش فرض، به صورت از پیش تعیین شده و ثابت باشد و یا در هر بازه زمانی با توجه به تقاضای موجود در آن بازه که از طریق تعدادی شناسگر تشخیص داده می‌شود، به صورت هوشمند تغییر یابد. چراغ‌های زمان‌دار هوشمند به دلیل در نظر گرفتن تقاضا و طول چرخه متغیر، کارایی بیشتری داشته و عملکرد شبکه معابر را تقویت می‌کنند. به همین دلیل توصیه می‌شود که در حد امکان در تقاطع‌های چراغ‌دار غیر اشباع در شبکه معابر شهری از چراغ هوشمند استفاده شود.

تقاطع‌های بدون چراغ بخش عمده‌ای از تقاطع‌های شهری هستند که عبور و مرور در آنها توسط چراغ‌های چشمک‌زن، تابلوی «ایست» و تابلوی «رعایت حق تقدم» کنترل می‌شوند.

جدول ۷-۱ به عنوان یک راهنمای کلی برای انتخاب نحوه کنترل تقاطع‌ها بر اساس نوع معابر متقاطع پیشنهاد می‌شود.

جدول ۷-۱- راهنمای نحوه کنترل تقاطع‌ها بر اساس نوع معابر متقاطع

نوع معبر	محلی	جمع‌وپخش کننده	شریانی	بزرگراه
محلی	بدون کنترل	تابلو	تابلو	غیر مجاز
جمع‌وپخش کننده	تابلو	چراغ چشمک‌زن	چراغ زمان‌دار	غیر مجاز
شریانی	تابلو	چراغ زمان‌دار	چراغ زمان‌دار	چراغ زمان‌دار
بزرگراه	غیر مجاز	غیر مجاز	چراغ زمان‌دار	چراغ زمان‌دار

علاوه بر جدول بالا، معیارهای زیر در تعیین نحوه کنترل یک تقاطع اهمیت داشته و باید مورد توجه قرار گیرند:

- شکل و مشخصات هندسی تقاطع
- جهت‌بندی شاخه‌ها و تعداد نقاط برخورد در تقاطع
- تعداد خطوط عبور شاخه‌ها
- سابقه تصادفات
- حجم ترافیک ساعت اوج جریان‌های ترافیکی
- نسبت حجم ترافیک خیابان اصلی به خیابان فرعی
- سهم وسایل نقلیه سنگین
- سرعت ورودی وسایل نقلیه
- سرفاصله زمانی بین وسایل نقلیه عبوری و فرصت عبور عرضی
- حجم تردد عابران پیاده به ویژه دانش‌آموزان، افراد دارای معلولیت و سالخوردگان

- فاصله دید، مثلث دید و قابلیت رؤیت علائم
- موقعیت و تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی
- موقعیت خطوط ویژه حمل‌ونقل همگانی
- توقف وسایل نقلیه در محدوده تقاطع و ایجاد محدودیت دید
- فاصله تا تقاطع‌های مجاور

در «پیوست الف» معیارهای کمی تعیین نحوه کنترل تقاطع به عنوان راهنما و پیشنهاد ارائه شده است.

۸- تحلیل سطح خدمت تقاطع‌ها

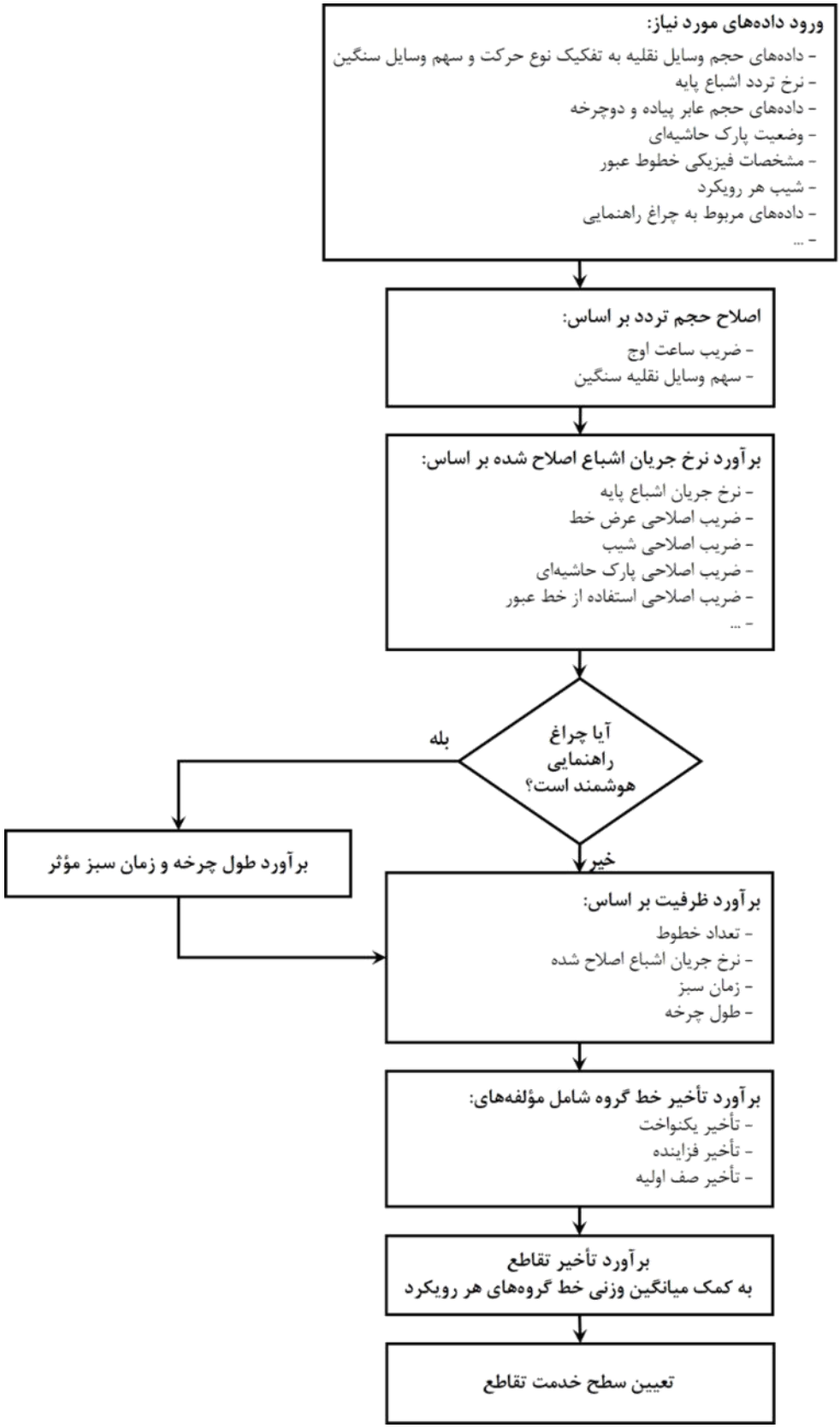
معیار تأخیر تقاطع، مهم‌ترین معیار در تعیین «سطح خدمت» برای تحلیل عملکرد تقاطع‌های شهری شناخته می‌شود. سطح خدمت به کمک حروف انگلیسی A تا F بیان می‌شود. سطح خدمت A معرف بهترین وضعیت و سطح خدمت F معرف بدترین وضعیت عملکردی تسهیلات است. در این فصل گام‌های اصلی برای تعیین سطح خدمت تقاطع‌های شهری به تفکیک شکل و نحوه کنترل آنها ارائه شده است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه تعیین سطح خدمت تقاطع‌ها، به جلد سوم از کتاب راهنمای تعیین ظرفیت معابر، «تسهیلات منقطع»، مراجعه شود.

۸-۱- تقاطع‌های چراغ‌دار

گام‌های روش تحلیل سطح خدمت تقاطع‌های چراغ‌دار در شکل ۸-۱ نشان داده شده است. در این روش با محاسبه مقدار تأخیر حرکت‌های هر شاخه از تقاطع و تعیین مقدار میانگین وزنی تأخیر تقاطع بر اساس حجم تردد هر حرکت، مقدار تأخیر کل تقاطع برآورد می‌شود. پس از تعیین مقدار تأخیر کل، از جدول ۸-۱ به منظور تعیین سطح خدمت استفاده می‌شود.

جدول ۸-۱- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های چراغ‌دار

تأخیر تقاطع (ثانیه بر وسیله)	**سطح خدمت**
۱۰ یا کمتر	A
۱۰ تا ۲۰	B
۲۰ تا ۳۵	C
۳۵ تا ۵۵	D
۵۵ تا ۸۰	E
بیشتر از ۸۰	F



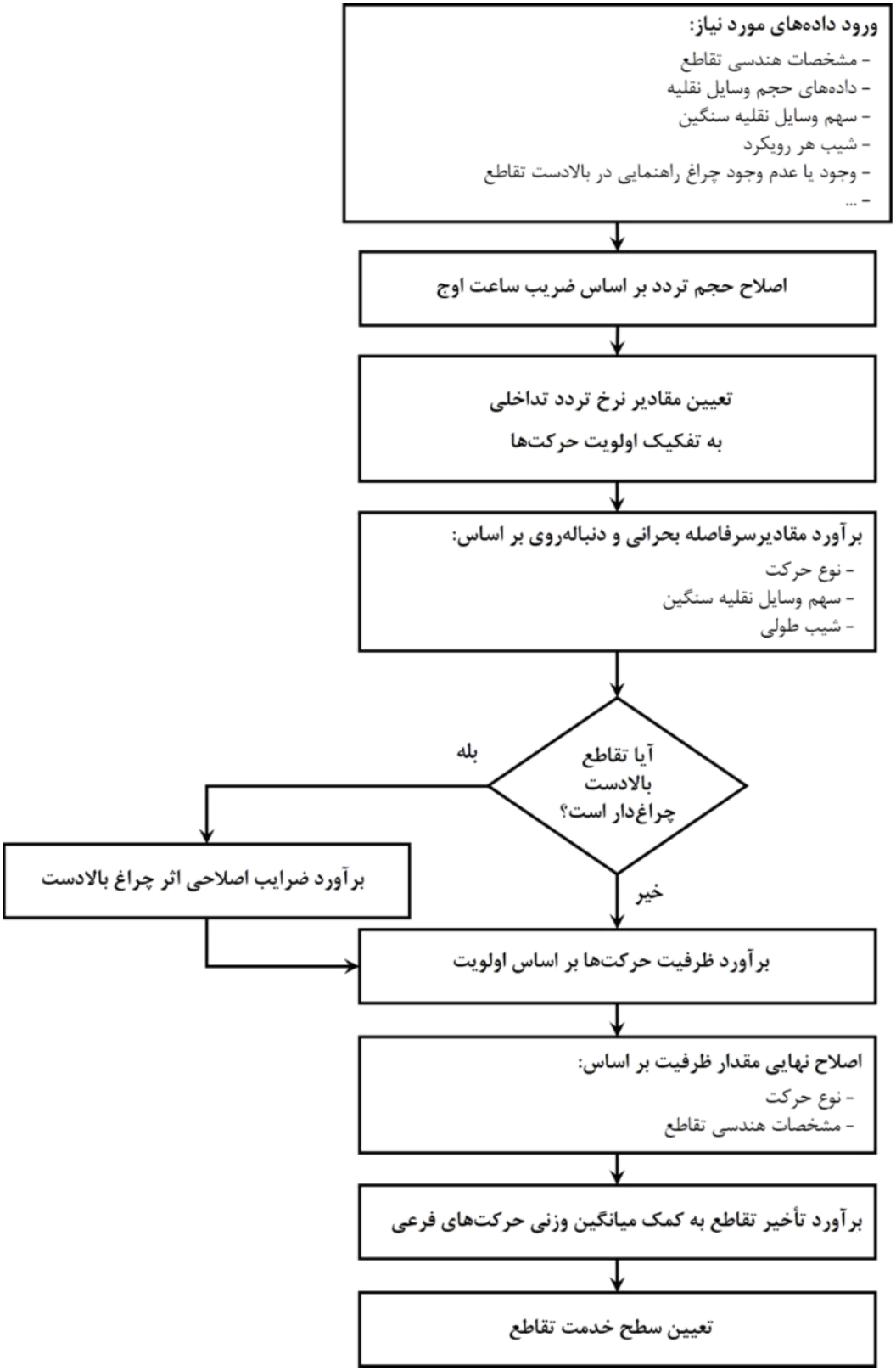
شکل ۸-۱- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های چراغ‌دار

۸-۲- تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت

گام‌های روش تحلیل سطح خدمت تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت در شکل ۸-۲ نشان داده شده است. در این روش با محاسبه مقدار تأخیر حرکت‌های خیابان فرعی و تعیین مقدار میانگین وزنی تأخیر تقاطع بر اساس حجم تردد حرکت‌ها، مقدار تأخیر تقاطع برآورد می‌شود. پس از تعیین مقدار تأخیر، از جدول ۸-۲ به منظور تعیین سطح خدمت استفاده می‌شود.

جدول ۸-۲- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت

تأخیر تقاطع (ثانیه بر وسیله)	**سطح خدمت**
۱۰ یا کمتر	A
۱۰ تا ۱۵	B
۱۵ تا ۲۵	C
۲۵ تا ۳۵	D
۳۵ تا ۵۰	E
بیشتر از ۵۰	F



شکل ۸-۲- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در دو جهت

۸-۳- تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات

گام‌های روش تحلیل سطح خدمت تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات در شکل ۸-۳ نشان داده شده است. در این روش با محاسبه مقدار تأخیر خطوط عبور در هر شاخه از تقاطع و تعیین مقدار میانگین وزنی تأخیر تقاطع بر اساس حجم تردد خطوط، مقدار تأخیر کل تقاطع برآورد می‌شود. پس از تعیین مقدار تأخیر، از جدول ۸-۳ به منظور تعیین سطح خدمت استفاده می‌شود.

شکل ۸-۳- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات

جدول ۸-۳- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در تقاطع‌های دارای تابلوی «ایست» در همه جهات

تأخیر تقاطع (ثانیه بر وسیله)	سطح خدمت
۱۰ یا کمتر	A
۱۰ تا ۱۵	B
۱۵ تا ۲۵	C
۲۵ تا ۳۵	D
۳۵ تا ۵۰	E
بیشتر از ۵۰	F

۸-۴- میدان‌ها

گام‌های روش تحلیل سطح خدمت میدان در شکل ۸-۴ نشان داده شده است. در این روش با محاسبه مقدار تأخیر خطوط عبور هر شاخه از میدان و تعیین مقدار میانگین وزنی تأخیر میدان بر اساس حجم تردد خطوط، مقدار کل تأخیر در میدان برآورد می‌شود. پس از تعیین مقدار تأخیر، از جدول ۸-۴ به منظور تعیین سطح خدمت استفاده می‌شود.

جدول ۸-۴- سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در میدان‌ها

تأخیر میدان (ثانیه بر وسیله)	سطح خدمت
۱۰ یا کمتر	A
۱۰ تا ۱۵	B
۱۵ تا ۲۵	C
۲۵ تا ۳۵	D
۳۵ تا ۵۰	E
بیشتر از ۵۰	F

شکل ۸-۴- روش تحلیل سطح خدمت شیوه سفر وسیله شخصی در میدان‌ها

منابع و مراجع

۱. وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۷۵). آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، "بخش ۷: تقاطع‌ها".

۲. سازمان برنامه و بودجه جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۷۶). توصیه‌ها و معیارهای فنی، نشریه شماره ۱۴۵، "تقاطع‌های همسطح شهری".

۳. معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، (۱۳۹۳). گزارش مدیریتی، "تهیه و تدوین ضوابط مربوط به میادین در سطح شهر تهران و امکان‌سنجی حذف یا ایجاد میادین در ۵ تقاطع نمونه با استفاده از ضوابط مذکور".

۴. مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، (۱۳۹۸). راهنمای تعیین ظرفیت معابر، "جلد سوم: جریان ترافیک منقطع".

5. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), (2018). “Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, 7th Edition, Washington D.C.

6. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), (2011). “Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, 6th Edition, Washington D.C.

7. Austroad, (2016). “Guide to Road Design: Geometric Design”, Australia.

8. U.S. Department of Transportation, (2009). “Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD)”, Federal Highway Administration.

9. Transportation Association of Canada (TAC), (2018). “Canadian Guide to Traffic Calming”. Transportation Association of Canada & Canadian Institute of Transportation Engineers (ITE).

10. Washington State Department of Transportation, (2018). “Design Manual”, Washington State.

11. Transportation Research Board (TRB), (2016). “Highway Capacity Manual (HCM)”, 6th Edition, Washington D.C.

پیوست الف: معیارهای تعیین نحوه کنترل تقاطع با چراغ راهنمایی

در این بخش نحوه کنترل تقاطع‌ها بر اساس دستورالعمل MUTCD بررسی شده است. در این دستورالعمل، انتخاب نحوه کنترل تقاطع نیازمند بررسی مواردی مانند ویژگی‌های معابر متقاطع و جریان ترافیک است. با بررسی حجم تردد و نیازهای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران در تعداد زیادی از تقاطع‌های دارای چراغ و بدون چراغ، ۹ معیار زیر برای تعیین نحوه کنترل تقاطع تعیین شده است:

۱- حجم تردد ۸ ساعته

۲- حجم تردد ۴ ساعته

۳- حجم تردد ساعت اوج

۴- حجم تردد عابر پیاده

۵- عبور عرضی دانش‌آموزان

۶- سیستم هماهنگ چراغ‌های راهنمایی

۷- آمار تصادفات

۸- شبکه معابر

۹- نزدیک بودن به تقاطع همسطح ریلی

در صورتی که شرایط در حداقل یکی از ۹ معیار فوق برقرار باشد، پیشنهاد می‌شود که تقاطع با استفاده از چراغ راهنمایی زمان‌دار کنترل شود. در ادامه، نحوه محاسبه و بررسی هر معیار ارائه شده است.

الف–۱– حجم تردد ۸ ساعته

در صورتی که حجم زیاد وسایل نقلیه در تقاطع دلیل بررسی امکان استفاده از چراغ راهنمایی در آن تقاطع باشد، حجم تردد ۸ ساعته در خیابان‌های اصلی و فرعی تقاطع بررسی شده و در صورتی که بیشتر از مقادیر ارائه شده در جدول الف-۱ باشد، از چراغ راهنمایی در این تقاطع استفاده می‌شود.

جدول الف-۱- حداقل حجم تردد ۸ ساعته برای در نظر گرفتن چراغ راهنمایی در تقاطع‌های با حجم تردد زیاد

تعداد خطوط عبور در خیابان اصلی	تعداد خطوط عبور در خیابان فرعی	حداقل مجموع حجم تردد در دو جهت **خیابان اصلی** (وسیله بر ساعت)	حداقل حجم تردد در جهت شلوغ **خیابان فرعی** (وسیله بر ساعت)
۱	۱	۵۰۰	۱۵۰
۲ یا بیشتر	۱	۶۰۰	۱۵۰
۲ یا بیشتر	۲ یا بیشتر	۶۰۰	۲۰۰
۱	۲ یا بیشتر	۵۰۰	۲۰۰

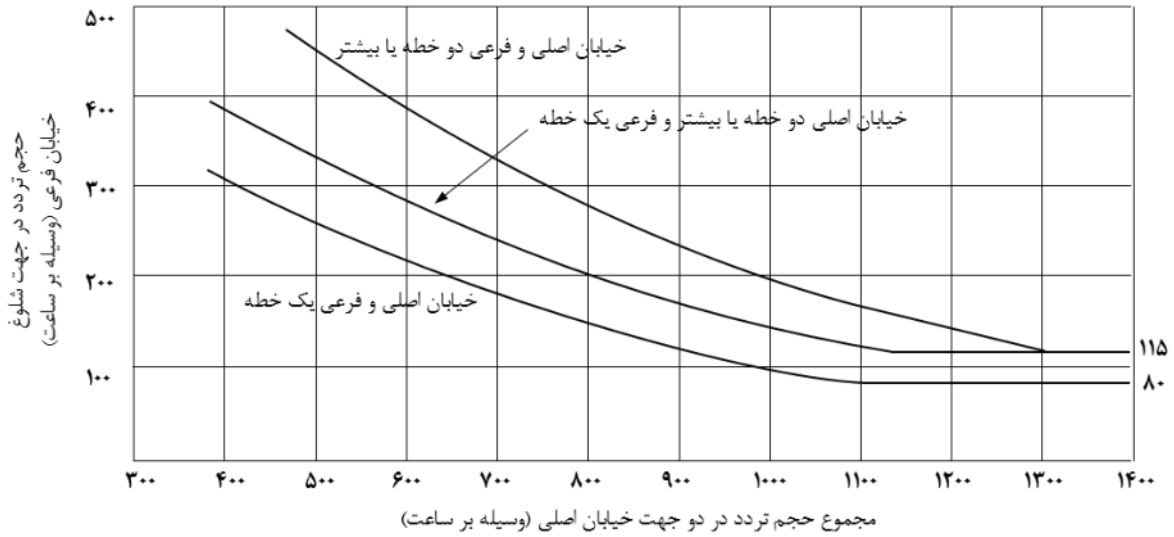
در صورتی که حجم تردد زیاد در خیابان اصلی و تأخیر زیاد در خیابان فرعی دلیل بررسی امکان استفاده از چراغ راهنمایی در تقاطع باشد، حجم تردد ۸ ساعته در این دو خیابان تعیین شده و در صورتی که بیشتر از مقادیر جدول الف-۲ باشد، لازم است از چراغ راهنمایی استفاده شود.

جدول الف-۲- حداقل حجم تردد ۸ ساعته برای در نظر گرفتن چراغ راهنمایی در تقاطع‌های با تأخیر زیاد

تعداد خطوط عبور در خیابان اصلی	تعداد خطوط عبور در خیابان فرعی	حداقل مجموع حجم تردد در دو جهت **خیابان اصلی** (وسیله بر ساعت)	حداقل حجم تردد در جهت شلوغ **خیابان فرعی** (وسیله بر ساعت)
۱	۱	۷۵۰	۷۵
۲ یا بیشتر	۱	۹۰۰	۷۵
۲ یا بیشتر	۲ یا بیشتر	۹۰۰	۱۰۰
۱	۲ یا بیشتر	۷۵۰	۱۰۰

الف-۲- حجم تردد ۴ ساعته

در صورتی که حجم تردد خیابان‌های متقاطع دلیل اصلی بررسی امکان استفاده از چراغ راهنمایی در تقاطع باشد، می‌توان حجم تردد ۴ ساعته را در خیابان‌های اصلی و فرعی در نظر گرفت. در صورتی که نقطه تلاقی حجم تردد خیابان اصلی (مجموع دو جهت) و خیابان فرعی (در جهت شلوغ‌تر)، بالاتر از نمودار موجود در شکل الف-۱ قرار بگیرد، لازم است تا در تقاطع، چراغ راهنمایی در نظر گرفته شود.



شکل الف-۱- معیار حجم تردد ۴ ساعته

الف-۳- حجم تردد ساعت اوج

در صورتی که برای مدت حداقل یک ساعت از یک روز عادی، در خیابان فرعی یک تقاطع، تأخیر قابل توجهی وجود داشته باشد، از معیار حجم تردد ساعت اوج استفاده می‌شود. این معیار معمولاً در صورت وجود کاربری‌های بزرگ مقیاس که در بازه زمانی مشخص و کوتاه، ترافیک قابل توجهی ایجاد می‌کنند، بررسی می‌شود. در صورتی که هر سه شرط زیر در تقاطع وجود داشته باشد، از چراغ راهنمایی استفاده می‌شود:

۱- مجموع تأخیر در جهت شلوغ خیابان فرعی برابر با ۴ وسیله ـ ساعت و بیشتر برای خیابان یک‌خطه و ۵ وسیله ـ ساعت و بیشتر برای خیابان دوخطه باشد.

۲- حجم تردد در جهت شلوغ خیابان فرعی برابر با ۱۰۰ وسیله بر ساعت و بیشتر برای خیابان یک‌خطه و ۱۵۰ وسیله بر ساعت و بیشتر برای خیابان دوخطه باشد.

۳- کل حجم تردد تقاطع برابر با ۶۵۰ وسیله بر ساعت و بیشتر برای تقاطع‌های سه‌راه و ۸۰۰ وسیله بر ساعت و بیشتر برای تقاطع‌های چهارراه باشد.

در صورتی که هر سه شرط فوق در تقاطعی وجود نداشته باشند، می‌توان نمودار شکل الف-۲ را بررسی کرد. اگر حجم ترافیک خیابان‌های اصلی و فرعی بالای نمودار قرار گیرد، از چراغ راهنمایی در تقاطع استفاده می‌شود. می‌توان از حالت چشمک‌زن چراغ در ساعاتی از روز که شرایط فوق وجود ندارد، استفاده کرد.

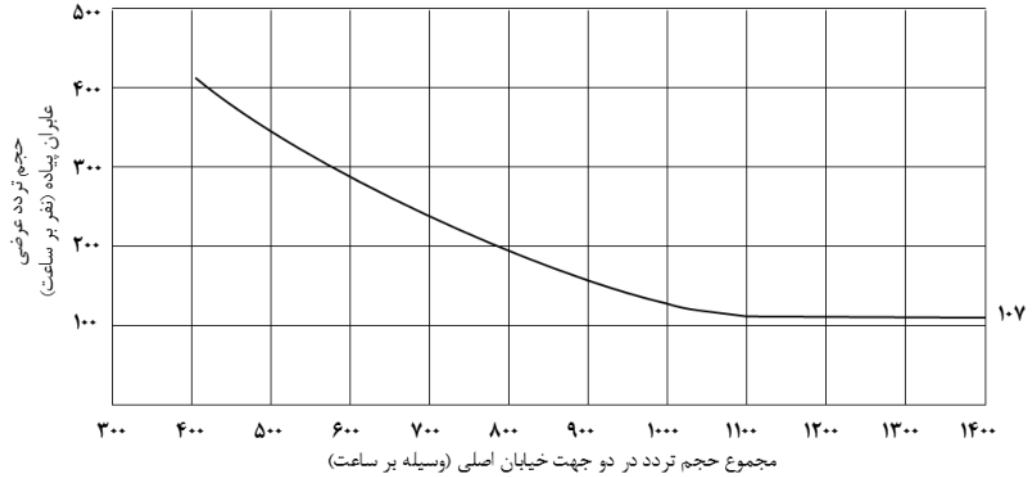
شکل الف-۲- معیار حجم تردد ساعت اوج

الف-۴- حجم تردد عابر پیاده

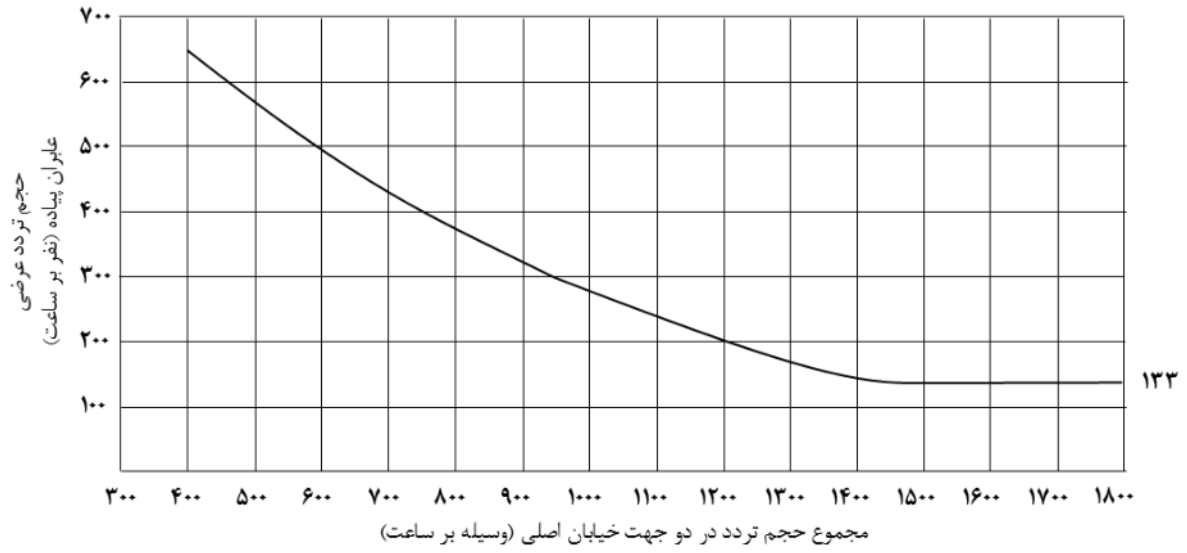
از این معیار در تقاطع‌هایی که حجم تردد خیابان اصلی زیاد بوده و تأخیر قابل توجهی در عبور عرضی عابران پیاده ایجاد می‌کند، استفاده می‌شود. در صورتی که یکی از دو حالت زیر در تقاطع وجود داشته باشد، لازم است از چراغ راهنمایی در آن تقاطع استفاده شود:

۱- در بازه ۴ ساعته از یک روز عادی، نقطه تلاقی حجم تردد خیابان اصلی (مجموع دو جهت) و حجم تردد عرضی عابران پیاده، بالاتر از نمودار شکل الف-۳ قرار گیرد.

۲- در بازه ۱ ساعته از یک روز عادی، نقطه تلاقی حجم تردد خیابان اصلی (مجموع دو جهت) و حجم تردد عرضی عابران پیاده، بالاتر از نمودار شکل الف-۴ قرار گیرد.



شکل الف-۳- معیار حجم تردد ۴ ساعته عابر پیاده



شکل الف-۴- معیار حجم تردد ساعت اوج عابر پیاده

الف-۵- عبور عرضی دانش‌آموزان

از این معیار در مکان‌هایی که لازم است، دانش‌آموزان از عرض خیابان اصلی عبور کنند، استفاده می‌شود. در صورتی که تعداد فاصله‌های مناسب ایجاد شده در جریان ترافیک خیابان اصلی برای عبور عرضی دانش آموزان در یک بازه زمانی، برابر با تعداد دقایق آن بازه باشد (به طور متوسط یک فاصله مناسب در هر دقیقه) و حداقل تقاضای عبور عرضی برابر با ۲۰ دانش‌آموز در ساعت باشد، از چراغ راهنمایی استفاده می‌شود.

لازم به ذکر است که در فاصله کمتر از ۹۰ متری از تقاطع‌های چراغ‌دار یا تقاطع‌هایی که با تابلوی ایست کنترل می‌شوند، چراغ راهنمایی مجدد لازم نخواهد بود.

الف-۶- سیستم هماهنگ چراغ‌های راهنمایی

گاهی اوقات به منظور ایجاد سیستم هماهنگ چراغ‌های راهنمایی در طول یک مسیر، لازم است تا در تقاطع‌های میانی خلوت نیز چراغ راهنمایی نصب شود تا حرکت دسته‌ای وسایل نقلیه ادامه یابد.

الف–۷– آمار تصادفات

در صورتی که در یک تقاطع آمار تصادفات و شدت آنها زیاد باشد، لزوم نصب چراغ راهنمایی بررسی می‌شود. وجود هر سه شرط زیر برای توجیه نصب چراغ راهنمایی لازم است:

۱- اقدامات نظارتی، تأثیری بر کاهش تعداد تصادفات نداشته باشد.

۲- در سوابق تصادفات یک سال گذشته، تعداد ۵ تصادف یا بیشتر وجود داشته باشد، به نحوی که ایجاد چراغ راهنمایی موجب کاهش احتمال وقوع آنها شود.

۳- حداقل ۸۰ درصد حجم تردد در معیار «حجم تردد ۸ ساعته» و یا حداقل۸۰ درصد حجم تردد عابران پیاده در معیار «حجم تردد عابر پیاده»، در تقاطع وجود داشته باشد.

الف–۸– شبکه معابر

این معیار تنها در صورتی بررسی می‌شود که خیابان اصلی دارای حداقل یک ویژگی از دو ویژگی زیر باشد:

۱- بخشی از معابر حومه‌ای یا معابر ورودی شهر باشد.

۲- در طرح‌های توسعه آینده به عنوان یکی از خیابان‌های اصلی شهر مشخص شده باشد.

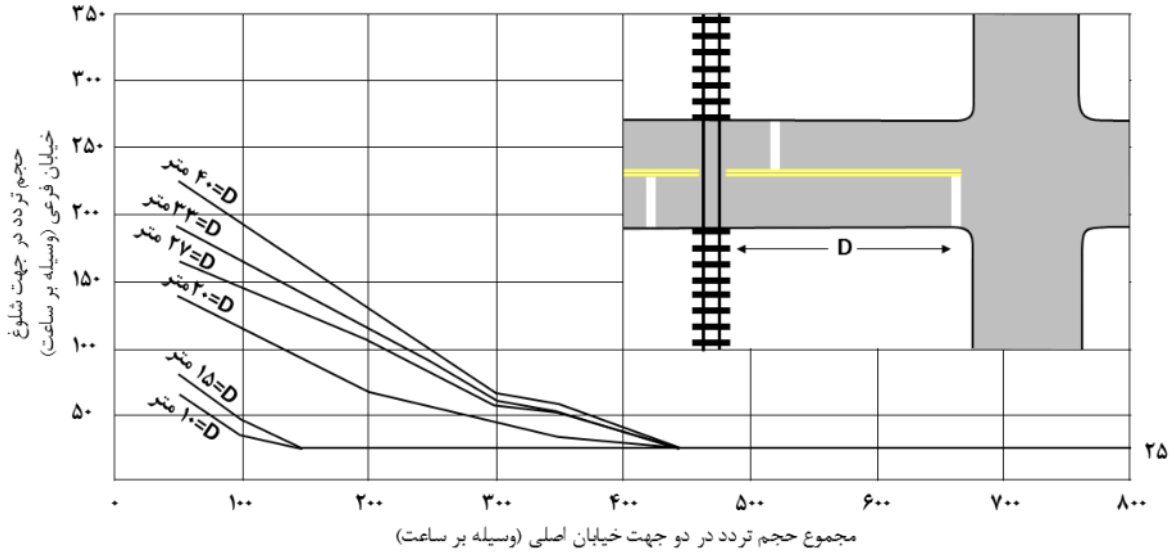
در خیابانی با ویژگی‌های فوق، در صورتی که یکی از شرایط زیر وجود داشته باشد، چراغ راهنمایی در نظر گرفته می‌شود:

۱- در یک روز عادی، کل حجم تردد تقاطع ۱۰۰۰ وسیله بر ساعت (ساعت اوج) بوده و تا ۵ سال آینده حداقل یکی از معیارهای «حجم تردد ۸ ساعته»، «حجم تردد ۴ ساعته» یا «حجم تردد ساعت اوج» برقرار شود.

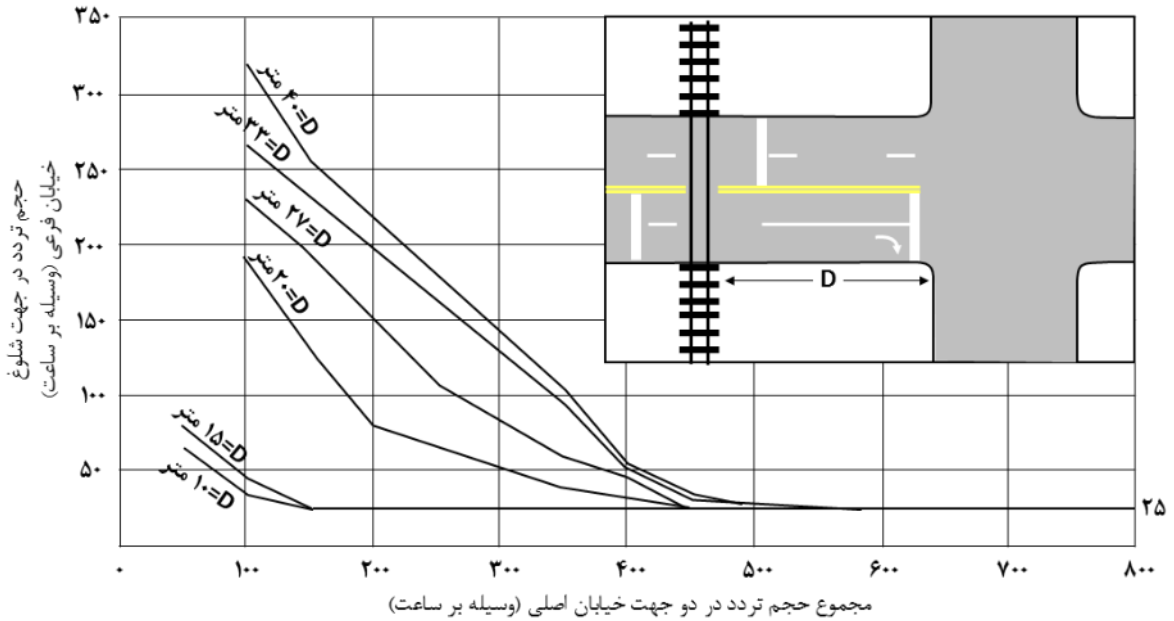
۲- حجم تردد تقاطع در ۵ ساعت از یک روز غیر کاری حداقل ۱۰۰۰ وسیله بر ساعت باشد.

الف–۹- نزدیک بودن به تقاطع همسطح ریلی

اگر در فاصله کمتر از ۴۰ متر از یک تقاطع، مسیر ریلی با خیابان فرعی تلاقی داشته باشد، لزوم نصب چراغ راهنمایی در تقاطع بررسی می‌شود. در صورتی که در ساعت اوج، حجم تردد خیابان‌های اصلی و فرعی بالاتر از نمودارهای شکل الف-۵ (برای خیابان فرعی یک‌خطه) و شکل الف-۶ (برای خیابان فرعی دوخطه و بیشتر) قرار گیرد، لازم است تا نسبت به نصب چراغ راهنمایی در تقاطع اقدام شود.



شکل الف-۵- معیار نزدیک بودن به تقاطع همسطح ریلی برای خیابان فرعی یک‌خطه



شکل الف-۶- معیار نزدیک بودن به تقاطع همسطح ریلی برای خیابان فرعی دوخطه و بیشتر

نمودارهای فوق با فرض عبور روزانه ۴ قطار ترسیم شده‌اند. در صورتی که تعداد قطارها بیشتر یا کمتر از این مقدار باشد، حجم تردد خیابان فرعی با استفاده از جدول الف-۳ اصلاح شده و سپس نمودارهای فوق بررسی می‌شوند.

جدول الف-۳- ضرایب اصلاح حجم تردد خیابان فرعی بر اساس تعداد قطار عبوری

تعداد قطار عبوری در روز	ضریب اصلاح حجم
۱	۰/۶۷
۲	۰/۹۱
۳ تا ۵	۱/۰۰
۶ تا ۸	۱/۱۸
۹ تا ۱۱	۱/۲۵
۱۲ و بیشتر	۱/۳۳

نمودارهای این معیار با فرض عدم عبور اتوبوس و سهم ۱۰ درصدی برای وسایل نقلیه سنگین در خیابان فرعی ترسیم شده‌اند. در صورت عبور وسایل نقلیه سنگین و اتوبوس از خیابان فرعی، حجم تردد در این خیابان با استفاده از ضرایب موجود در جدول الف-۴ و جدول الف-۵ اصلاح می‌شود.

جدول الف-۴- ضرایب اصلاح حجم تردد خیابان فرعی بر اساس سهم اتوبوس

سهم اتوبوس (درصد)	ضریب اصلاح حجم
کمتر از ۲	۱/۰۰
۲ تا ۴	۱/۰۹
۴ تا ۶	۱/۱۹
۶ و بیشتر	۱/۳۲

جدول الف-۵- ضرایب اصلاح حجم تردد خیابان فرعی بر اساس سهم وسایل نقلیه سنگین

سهم وسایل نقلیه سنگین (درصد)	فاصله تقاطع تا ریل (D)	
	کمتر از ۲۰ متر	۲۰ متر و بیشتر
۲/۵ و کمتر	۰/۵۰	۰/۵۰
۲/۵ تا ۷/۵	۰/۷۵	۰/۷۵
۷/۵ تا ۱۲/۵	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۲/۵ تا ۱۷/۵	۲/۳۰	۱/۱۵
۱۷/۵ تا ۲۲/۵	۲/۷۰	۱/۳۵
۲۲/۵ تا ۲۷/۵	۳/۲۸	۱/۶۴
بیشتر از ۲۷/۵	۴/۱۸	۲/۰۹

واژگان فارسی به انگلیسی

آرام‌سازی ترافیک	Traffic Calming	تقاطع چهارراه	Four- Leg Intersection
آزادراه	Freeway	تقاطع سه‌راه	Three- Leg Intersection
ایمنی	Safety	تقاطع شهری	Urban Intersection
بازشدگی میانه	Median Opening	تقاطع کنترل شده	Controlled Intersection
بزرگراه	Expressway	تقاطع مایل	Skewed Intersection
پارکینگ حاشیه‌ای	On-Street Parking	تقاطع همسطح	At-Grade Intersection
پوسته	Right-of-way	تک‌خطه	Single-Lane
پیاده‌گذر	Crosswalk	تندراه	Highway
تابلو	Sign	جدول	Curb
تابلوی ایست	Stop Sign	جدول آبرو	Curb and Gutter
تابلوی رعایت حق تقدم	Yield Sign	جدول قائم	vertical curb
تاخیر تقاطع	Intersection Delay	جریان آزاد	Free Flow
تاسیسات شهری	Urban Utilities	جریان ترافیک	Traffic Flow
تجهیزات کنترل ترافیک	Traffic Control Devices	جریان ترافیک گردشی	Turning Traffic Volume
تخطی و تجاوز	Encroachment	جریان ترافیک مستقیم	Through Traffic Volume
ترافیک مقابل	Opposing Traffic	جریان تقاطعی	Conflicting Movement
تریلی	Intermediate Semitrailer	جریان تقاطعی	Crossing Movement
تسهیلات پیاده	Pedestrian Facilities	جریان همگرایی	Merging Movement
تسهیلات دوچرخه	Bicycle Facilities	جریان واگرایی	Diverging Movement
تصادف فوتی	Fatal Crash	جزیره	Island
تقاطع تعریض شده	Flared Intersection	جزیره ایمنی	Safety Island
تقاطع جریان‌بندی شده	Channelized Intersection	جزیره برآمده	Raised Island
تقاطع چراغ‌دار	Signalized Intersection	جزیره جداکننده	Splitter Island
تقاطع چندراه	Multileg Intersection	جزیره جریان‌بندی	Channelizing Island

جزیره هدایت‌کننده/ جزیره جریان‌بندی	Directional Island
جزیره‌های قابل عبور	Traversable Island
جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی	Drainage
چراغ چشمک‌زن	Flashing Traffic Signal
چراغ راهنمایی	Traffic Signal
چراغ راهنمایی زمان ثابت	Fixed Time Traffic Signal
چراغ راهنمایی هوشمند	Smart Traffic Signal
چندخطه	Multi-Lane
حاشیه معبر	Roadside
حائل	Buffer
حجم ترافیک	Traffic Volume
حداقل شعاع گردش	Minimum Turning Radius
حرکت چپگرد	Left-Turn Maneuver
حرکت راستگرد	Right-Turn Maneuver
حرکت گردشی	Turning Movement
حرکت مستقیم	Through Movement
خط اصلی	Main Lane
خط افزایش سرعت	Acceleration Lane
خط تغییر سرعت	Speed Change Lane
خط عبور	Lane
خط کاهش سرعت	Deceleration Lane
خط کمکی	Auxiliary Lane
خط گردش	Turning Lane
خط گردش به چپ	Left-Turn Lane
خط گردش به راست	Right-Turn Lane
خط ویژه دوچرخه	Bike Lane
خط‌کشی	Marking
خطوط اختصاصی گردش	Exclusive Turn Lane
خیابان جمع‌وپخش کننده	Collector Street
خیابان دوطرفه	Two-Way Street
خیابان شریانی	Arterial Street
خیابان محلی	Local Street
دایره محاطی	Inscribed Circle
دوچرخه‌سوار	Bicyclist
دوربرگردان	U-Turn
روسازی	Pavement
روشنایی	Lighting
رویکرد	Approach
زاویه تقاطع	Angle of Intersection
زاویه گردش	Turn Angle
زمان تصمیم‌گیری	Decision Time
زمان درک	Perception Time
زمان عکس‌العمل	Reaction Time
زمان‌بندی چراغ راهنمایی	Traffic Signal Timing
ساعت اوج	Peak Hour
سرعت عملکردی	Operation Speed
سرعت مجاز	Speed Limit
سرفاصله دنباله‌روی	Follow-up Gap
سرفاصله زمانی	Time Gap
سطح خدمت	Level of Service

سواره‌رو	Roadway
شاخه تقاطع	Leg
شانه	Shoulder
شدت تصادف	Accident Severity
شعاع قوس گوشه	Corner Radius
شعاع کنترلی	Control Radius
شعاع گردش	Turning Radius
شیب طولی	Grade
شیب عرضی	Cross Slope
شیوه سفر	Travel Mode
صندلی چرخ‌دار	Wheelchair
طول چرخه	Cycle Length
ظرفیت	Capacity
ظرفیت واقعی	Actual Capacity
عابر پیاده	Pedestrian
عوامل اقتصادی	Economic Factors
عوامل انسانی	Human Factors
عوامل ترافیکی	Traffic Considerations
عوامل فیزیکی	Physical Elements
فاصله از لبه	Offset
فاصله بحرانی	Critical Gap
فاصله ترمزگیری	Braking Distance
فاصله جانبی	Lateral Offset
فاصله دید	Sight Distance
فاصله دید توقف	Stopping Sight Distance
فاصله مانور	Maneuver Distance
فضای توقف / طول انباره	Queue-Storage Distance
قطار شهری سبک	Light Rail Transit (LRT)
قوس افقی	Horizontal Curve
قوس ساده	Simple Curve
قوس سه مرکزی	Three Center Curve
قوس قائم محدب	Crest Vertical Curve
قوس قائم مقعر	Sag Vertical Curve
قوس مرکب	Compound Curve
کاربری	Land Use
کامیون	Single-Unit Truck (Three Axle)
کامیونت	Single-Unit Truck
گردش به چپ	Left Turn
گلوگاه	Bottleneck
لچکی	Taper
مبلمان شهری	Urban Furniture
مثلث دید	Sight Triangle
محدوده عملکردی تقاطع	Functional Intersection Area
محدوده فیزیکی تقاطع	Physical Area
مخروط دید	Cone of Vision
مسیر اشتراکی دوچرخه	Shared Use Bicycle Path
مناطق تجاری	Commercial Area
مناطق صنعتی	Industrial Area
میانه	Median
میانه بلوک یا قطعه	Mid-Block

میانه دماغه‌ای	Bullet Nose Median	نوارهای لرزاننده	Rumble strips
میانه نیم‌دایره‌ای	Semi-circular Median	نیمرخ طولی	Longitudinal Profile
میدان	Roundabout	نیمرخ عرضی	Cross Section
ناحیه تقاطعی	Conflict Area	وسایل نقلیه موتوری	Motor Vehicles
نرخ جریان اشباع	Saturation Flow Rate	وسیله نقلیه طرح	Design Vehicle

واژگان انگلیسی به فارسی

Acceleration Lane	خط افزایش سرعت	Control Radius	شعاع کنترلی
Accident Severity	شدت تصادف	Controlled Intersection	تقاطع کنترل شده
Actual Capacity	ظرفیت واقعی	Corner Radius	شعاع قوس گوشه
Angle of Intersection	زاویه تقاطع	Crest Vertical Curve	قوس قائم محدب
Approach	رویکرد	Critical Gap	فاصله بحرانی
Arterial Street	خیابان شریانی	Cross Section	نیمرخ عرضی
At-Grade Intersection	تقاطع همسطح	Cross Slope	شیب عرضی
Auxiliary Lane	خط کمکی	Crossing Movement	جریان تقاطعی
Bicycle Facilities	تسهیلات دوچرخه	Crosswalk	پیاده‌گذر
Bicyclist	دوچرخه‌سوار	Curb	جدول
Bike Lane	خط ویژه دوچرخه	Curb and Gutter	جدول آبرو
Bottleneck	گلوگاه	Cycle Length	طول چرخه
Braking Distance	فاصله ترمزگیری	Deceleration Lane	خط کاهش سرعت
Buffer	حائل	Decision Time	زمان تصمیم‌گیری
Bullet Nose Median	میانه دماغه‌ای	Design Vehicle	وسیله نقلیه طرح
Capacity	ظرفیت	Directional Island	جزیره هدایت‌کننده/ جزیره جریان‌بندی
Channelized Intersection	تقاطع جریان‌بندی شده	Diverging Movement	جریان واگرایی
Channelizing Island	جزیره جریان‌بندی	Drainage	جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی
Collector Street	خیابان جمع‌وپخش کننده	Economic Factors	عوامل اقتصادی
Commercial Area	مناطق تجاری	Encroachment	تخطی و تجاوز
Compound Curve	قوس مرکب	Exclusive Turn Lane	خطوط اختصاصی گردشی
Cone of Vision	مخروط دید	Expressway	بزرگراه
Conflict Area	ناحیه تقاطعی	Fatal Crash	تصادف فوتی
Conflicting Movement	جریان تقاطعی	Fixed Time Traffic Signal	چراغ راهنمایی زمان ثابت

Flared Intersection	تقاطع تعریض شده
Flashing Traffic Signal	چراغ چشمک‌زن
Follow-up Gap	سرفاصله دنباله‌روی
Four- Leg Intersection	تقاطع چهارراه
Free Flow	جریان آزاد
Freeway	آزادراه
Functional Intersection Area	محدوده عملکردی تقاطع
Grade	شیب طولی
Highway	تندراه
Horizontal Curve	قوس افقی
Human Factors	عوامل انسانی
Industrial Area	مناطق صنعتی
Inscribed Circle	دایره محاطی
Intermediate Semitrailer	تریلی
Intersection Delay	تاخیر تقاطع
Island	جزیره
Land Use	کاربری
Lane	خط عبور
Lateral Offset	فاصله جانبی
Left Turn	گردش به چپ
Left-Turn Lane	خط گردش به چپ
Left-Turn Maneuver	حرکت چپگرد
Leg	شاخه تقاطع
Level of Service	سطح خدمت
Light Rail Transit (LRT)	قطار شهری سبک
Lighting	روشنایی
Local Street	خیابان محلی
Longitudinal Profile	نیمرخ طولی
Main Lane	خط اصلی
Maneuver Distance	فاصله مانور
Marking	خط‌کشی
Median	میانه
Median Opening	بازشدگی میانه
Merging Movement	جریان همگرایی
Mid-Block	میانه بلوک یا قطعه
Minimum Turning Radius	حداقل شعاع گردش
Motor Vehicles	وسایل نقلیه موتوری
Multi-Lane	چندخطه
Multileg Intersection	تقاطع چندراه
Offset	فاصله از لبه
On-Street Parking	پارکینگ حاشیه‌ای
Operation Speed	سرعت عملکردی
Opposing Traffic	ترافیک مقابل
Pavement	روسازی
Peak Hour	ساعت اوج ترافیک
Pedestrian	عابر پیاده
Pedestrian Facilities	تسهیلات پیاده
Perception Time	زمان درک
Physical Area	محدوده فیزیکی تقاطع
Physical Elements	عوامل فیزیکی

Skewed Intersection	تقاطع مایل
Smart Traffic Signal	چراغ راهنمایی هوشمند
Speed Change Lane	خط تغییر سرعت
Speed Limit	سرعت مجاز
Splitter Island	جزیره جداکننده
Stop Sign	تابلوی ایست
Stopping Sight Distance	فاصله دید توقف
Taper	لچکی
Three Center Curve	قوس سه مرکزی
Three- Leg Intersection	تقاطع سه‌راه
Through Movement	حرکت مستقیم
Through Traffic Volume	جریان ترافیک مستقیم
Time Gap	سرفاصله زمانی
Traffic Calming	آرام‌سازی ترافیک
Traffic Considerations	عوامل ترافیکی
Traffic Control Devices	تجهیزات کنترل ترافیک
Traffic Flow	جریان ترافیک
Traffic Signal	چراغ راهنمایی
Traffic Signal Timing	زمان‌بندی چراغ راهنمایی
Traffic Volume	حجم ترافیک
Travel Mode	شیوه سفر
Traversable Island	جزیره‌های قابل عبور
Turn Angle	زاویه گردش
Turning Lane	خط گردش
Turning Movement	حرکت گردشی
Queue-Storage Distance	فضای توقف / طول انباره
Raised Island	جزیره برآمده
Reaction Time	زمان عکس‌العمل
Right-of-way	پوسته
Right-Turn Lane	خط گردش به راست
Right-Turn Maneuver	حرکت راستگرد
Roadside	حاشیه معبر
Roadway	سواره‌رو
Roundabout	میدان
Rumble strips	نوارهای لرزاننده
Safety	ایمنی
Safety Island	جزیره ایمنی
Sag Vertical Curve	قوس قائم مقعر
Saturation Flow Rate	نرخ جریان اشباع
Semi-circular Median	میانه نیم‌دایره‌ای
Shared Use Bicycle Path	مسیر اشتراکی دوچرخه
Shoulder	شانه
Sight Distance	فاصله دید
Sight Triangle	مثلث دید
Sign	تابلو
Signalized Intersection	تقاطع چراغ‌دار
Simple Curve	قوس ساده
Single-Lane	تک‌خطه
Single-Unit Truck	کامیونت
Single-Unit Truck (Three Axle)	کامیون

تاسیسات شهری	Urban Utilities	شعاع گردش	Turning Radius
دوربرگردان	U-Turn	جریان ترافیک گردشی	Turning Traffic Volume
جدول قائم	vertical curb	خیابان دوطرفه	Two-Way Street
صندلی چرخ‌دار	Wheelchair	مبلمان شهری	Urban Furniture
تابلوی رعایت حق تقدم	Yield Sign	تقاطع شهری	Urban Intersection

Deputy of Transportation
Ministry of Roads & Urban Development
Islamic Republic of Iran

Urban Highways and Streets Design Guide

Section 7: Intersections

2020