جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاونت حمل و نقل

آیین نامه طراحی معابر شهری

سال ۱۳۹۹

بخش ۴

تندراه‌ها و تبادل‌های شهری

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

آیین‌نامه طراحی معابر شهری

بخش چهارم: تندراه‌ها و تبادل‌های شهری

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
حسین دشتستانی‌نژاد	دانشگاه تهران	دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
کیوان آقا بیک	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

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 عباس بابازاده، آقای دکتر نوید خادمی و خانم مهندس مهسیما مقدسی که با ارائه نقطه نظرات سازنده خود به قوام بخش چهارم آیین‌نامه کمک کرده‌اند، قدردانی می‌شود.

فهرست مطالب

۱- کلیات ۱

۱-۱- کنترل آلودگی صوتی ۲
۱-۲- کنترل آلودگی هوا ۳
۱-۳- تأسیسات جمع‌آوری آب‌های سطحی ۳

۲- انواع تندراه‌های شهری از نظر هندسی ۴

۲-۱- تعریف‌ها ۴
۲-۲- تندراه‌های پایین‌گذر ۵
۲-۳- تندراه‌های بالاگذر ۶
۲-۴- تندراه‌های همسطح ۷
۲-۵- تندراه‌های ترکیبی ۸

۳- آزادراه شهری ۹

۳-۱- سرعت ۱۰
۳-۲- حجم ترافیک طرح ۱۰
۳-۳- سطح خدمت ۱۰
۳-۴- شیب طولی ۱۱
۳-۵- شیب عرضی و بربلندی ۱۲
۳-۶- فاصله بین اتصال‌ها ۱۲
۳-۷- تعداد خطوط عبور ۱۴
۳-۸- عرض خطوط اصلی ۱۵
۳-۹- عرض خطوط کمکی ۱۵
۳-۱۰- عرض و شیب عرضی شانه ۱۵
۳-۱۱- عرض میانه ۱۶
۳-۱۲- عرض پوسته ۱۶
۳-۱۳- جدول‌ها ۱۷
۳-۱۴- ارتفاع آزاد ۱۷
۳-۱۵- طراحی حاشیه آزادراه ۱۸
۳-۱۶- جمع‌بندی مشخصات آزادراه شهری ۱۸
۳-۱۷- نیمرخ‌های عرضی نمونه ۲۰

۴- بزرگراه شهری ۲۷
۴-۱- سرعت ۲۷
۴-۲- حجم ترافیک طرح ۲۸
۴-۳- سطح خدمت ۲۸
۴-۴- شیب طولی ۲۸
۴-۵- شیب عرضی و بربلندی ۲۹
۴-۶- فاصله بین اتصال‌ها ۲۹
۴-۷- تعداد خطوط عبور ۳۱
۴-۸- عرض خطوط اصلی ۳۲
۴-۹- عرض خطوط کمکی ۳۲
۴-۱۰- عرض و شیب عرضی شانه ۳۲
۴-۱۱- عرض میانه ۳۳
۴-۱۲- عرض پوسته ۳۳
۴-۱۳- جدول‌ها ۳۴
۴-۱۴- ارتفاع آزاد ۳۴
۴-۱۵- طراحی حاشیه بزرگراه ۳۴
۴-۱۶- جمع‌بندی مشخصات بزرگراه شهری ۳۵
۴-۱۷- نیمرخ‌های عرضی نمونه ۳۷

۵- تبادل‌ها ۴۱
۵-۱- تعریف‌ها ۴۱
۵-۲- انواع الگوهای تبادل ۴۲
۵-۲-۱- سه‌راه سپری شکل شیپوری ۴۴
۵-۲-۲- سه‌راه سپری شکل شبدری ۴۵
۵-۲-۳- سه‌راه سپری شکل جهتی ۴۵
۵-۲-۴- سه‌راه قیفی شکل جهتی ۴۶
۵-۲-۵- چهارراه جهتی ۴۷
۵-۲-۶- چهارراه شبدری ۴۸
۵-۲-۷- چهارراه لوزی شکل ۴۹
۵-۲-۸- چهارراه تک‌نقطه‌ای ۵۱
۵-۲-۹- سایر الگوهای تبادل ۵۱
۵-۳- فاصله بین تبادل‌ها ۵۲
۵-۴- موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها ۵۳
۵-۵- قطعه تداخلی ۵۴
۵-۶- یکنواختی در الگوی تبادل‌های متوالی ۵۵
۵-۷- تداوم مسیر ۵۶

۶- رابط‌ها ۵۷
۶-۱- سرعت طرح ۵۸
۶-۲- شیب طولی ۵۸
۶-۳- شیب عرضی و بربلندی ۶۰
۶-۴- شعاع قوس افقی ۶۲
۶-۵- اجزای مقطع عرضی ۶۲
۶-۶- فاصله دید ۶۴
۶-۷- دماغه ۶۵
۶-۸- محدوده نجات ۶۷
۶-۹- کنترل حجم ۶۸
۶-۱۰- خطوط کندرو ۶۸
۷- محل اتصال رابط‌ها ۷۰
۷-۱- ورود و خروج از سمت چپ ۷۰
۷-۲- فاصله دید ۷۰
۷-۳- فاصله از موانع کناری ۷۱
۷-۴- خطوط کاهش و افزایش سرعت ۷۲
۷-۵- رابط ورودی یک‌خطه ۷۲
۷-۵-۱- با استفاده از لچکی ۷۲
۷-۵-۲- با استفاده از خط افزایش سرعت ۷۳
۷-۶- رابط خروجی یک‌خطه ۷۵
۷-۶-۱- با استفاده از لچکی ۷۵
۷-۶-۲- با استفاده از خط کاهش سرعت ۷۵
۷-۷- محل اتصال رابط در قوس‌های افقی ۷۶
۷-۸- رابط ورودی دوخطه ۷۹
۷-۹- رابط خروجی دوخطه ۸۰
۷-۱۰- اتصال‌های دو شاخه ورودی و خروجی ۸۱
۸- توازن خطوط عبور ۸۳
۸-۱- حفظ تعداد خطوط عبور پایه ۸۳
۸-۲- اصول رعایت توازن خطوط عبور ۸۳
۸-۳- ایجاد و حذف خطوط کمکی ۸۶
۹- تحلیل سطح خدمت ۸۸
منابع و مراجع ۹۱

واژگان فارسی به انگلیسی ۹۲
واژگان انگلیسی به فارسی ۹۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱- حداکثر شیب طولی برای آزادراه‌های شهری (بر حسب درصد)..... ۱۱
جدول ۳-۲- حداکثر طول مجاز برای شیب‌های طولی تند آزادراه در صورت وجود محدودیت‌های اجرایی (بر حسب متر)..... ۱۱
جدول ۳-۳- حداقل فاصله بین انواع اتصال‌ها در آزادراه‌های شهری..... ۱۴
جدول ۳-۴- خلاصه مشخصات آزادراه شهری..... ۱۹
جدول ۴-۱- حداکثر شیب طولی برای بزرگراه‌های شهری (بر حسب درصد)..... ۲۸
جدول ۴-۲- حداکثر طول مجاز برای شیب‌های طولی تند بزرگراه در صورت وجود محدودیت‌های اجرایی (بر حسب متر) ۲۹
جدول ۴-۳- حداقل فاصله بین اتصال‌ها در بزرگراه‌های شهری..... ۳۱
جدول ۴-۴– خلاصه مشخصات بزرگراه شهری..... ۳۶
جدول ۶-۱- سرعت طرح رابط‌ها بر اساس نوع عملکرد..... ۵۸
جدول ۶-۲- شیب طولی رابط‌ها بر اساس سرعت طرح..... ۵۹
جدول ۶-۳- حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی در محل اتصال رابط..... ۶۰
جدول ۶-۴- حداقل شعاع قوس افقی رابط‌ها (متر)..... ۶۲
جدول ۶-۵- حداقل عرض سواره‌رو در رابط‌ها (بر حسب متر)..... ۶۳
جدول ۶-۶- حداقل طول لچکی دماغه رابط از ابتدا تا لبه خارجی خطوط عبور..... ۶۷
جدول ۷-۱- حداقل طول لازم برای افزایش سرعت در محل اتصال رابط ورودی با شیب طولی کمتر از ۳ درصد (متر)..... ۷۴
جدول ۷-۲– ضریب تعدیل طول لازم برای افزایش سرعت در محل رابط ورودی بر اساس شیب طولی..... ۷۴
جدول ۷-۳- حداقل طول لازم برای کاهش سرعت در محل اتصال رابط خروجی با شیب طولی کمتر از ۳ درصد (متر)..... ۷۵
جدول ۷-۴- ضریب تعدیل طول لازم برای کاهش سرعت در محل رابط خروجی بر اساس شیب طولی..... ۷۶
جدول ۹-۱- سطح خدمت قطعات تندراهی بر اساس چگالی (سواری بر کیلومتر بر خط) و نوع قطعه..... ۸۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- نمونه یک تنداره پایین‌گذر (نیواورلئان، آمریکا)..... ۵
شکل ۲-۲- نمونه یک تنداره بالاگذر (بزرگراه صدر، تهران)..... ۶
شکل ۲-۳- نمونه یک تنداره همسطح (بزرگراه مدرس، تهران)..... ۷
شکل ۲-۴- نمونه یک تنداره ترکیبی (نیواینگلند، آمریکا)..... ۸
شکل ۳-۱– نمونه یک آزادراه شهری (آزادراه آزادگان، تهران)..... ۹
شکل ۳-۲– نحوه تعیین فاصله بین اتصال‌ها و تبادل‌ها در آزادراه‌های شهری..... ۱۳
شکل ۳-۳– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون کندرو با میانه انعطاف‌پذیر..... ۲۱
شکل ۳-۴– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای کندرو با میانه انعطاف‌پذیر..... ۲۱
شکل ۳-۵– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه انعطاف‌پذیر با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی..... ۲۲
شکل ۳-۶– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون میانه با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی..... ۲۲
شکل ۳-۷– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه صلب با خط ویژه کناری برای سیستم همگانی..... ۲۳
شکل ۳-۸– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون کندرو با میانه صلب..... ۲۳
شکل ۳-۹– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه انعطاف‌پذیر با خط ویژه کناری برای سیستم همگانی..... ۲۴
شکل ۳-۱۰– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای کندرو با میانه و جداکننده صلب..... ۲۴
شکل ۳-۱۱– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه پایین‌گذر..... ۲۵
شکل ۳-۱۲– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بالاگذر..... ۲۶
شکل ۴-۱– نحوه تعیین فاصله بین اتصال‌ها و تبادل‌ها در بزرگراه‌های شهری..... ۳۰
شکل ۴-۲- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر..... ۳۷
شکل ۴-۳- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه صلب..... ۳۷
شکل ۴-۴- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر و خط ویژه میانی برای سیستم همگانی..... ۳۸
شکل ۴-۵- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی..... ۳۸
شکل ۴-۶- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه صلب و خط ویژه کناری برای سیستم همگانی..... ۳۹
شکل ۴-۷- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر و خط ویژه کناری برای سیستم همگانی..... ۳۹
شکل ۴-۸- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری پایین‌گذر..... ۴۰
شکل ۴-۹- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری بالاگذر..... ۴۰
شکل ۵-۱- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل شیپوری (تهران)..... ۴۴
شکل ۵-۲- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل شبدری (تهران)..... ۴۵
شکل ۵-۳- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل جهتی (تهران)..... ۴۶
شکل ۵-۴- نمونه‌ای از یک تبادل قیفی شکل جهتی (تهران)..... ۴۷
شکل ۵-۵- نمونه‌ای از یک تبادل جهتی (تهران)..... ۴۸
شکل ۵-۶- نمونه‌ای از یک تبادل شبدری (تهران)..... ۴۹
شکل ۵-۷- نمونه‌ای از یک تبادل لوزی شکل (ماساچوست، آمریکا)..... ۵۰

شکل ۵-۸- نمونه تبادل لوزی شکل با حذف تقاطع‌های انتهای رابط (تهران)..... ۵۰
شکل ۵-۹- نمونه‌ای از یک تبادل تک‌نقطه‌ای (اصفهان)..... ۵۱
شکل ۵-۱۰- نمونه‌ای از یک تبادل مختلط (تهران)..... ۵۲
شکل ۵-۱۱- رعایت یکنواختی در الگوی تبادل‌های متوالی..... ۵۵
شکل ۵-۱۲- فرم تبادل‌ها به منظور رعایت تداوم مسیر اصلی..... ۵۶
شکل ۶-۱- انواع رابط‌ها از نظر نوع عملکرد..... ۵۷
شکل ۶-۲- تعمیم شیب عرضی در محل اتصال رابط..... ۶۱
شکل ۶-۳- اجزای دماغه رابط خروجی یک‌خطه بدون تغییر تعداد خطوط عبور..... ۶۵
شکل ۶-۴- جزئیات طراحی دماغه رابط..... ۶۶
شکل ۶-۵- تعریف محدوده نجات در محل اتصال رابط خروجی..... ۶۸
شکل ۶-۶– مشخصات هندسی جداکننده خطوط کندرو با حفاظ طولی صلب..... ۶۹
شکل ۶-۷– مشخصات هندسی جداکننده خطوط کندرو با حفاظ طولی انعطاف‌پذیر..... ۶۹
شکل ۷-۱– محل اتصال رابط ورودی یک‌خطه..... ۷۳
شکل ۷-۲– نحوه کنترل حداقل طول مورد نیاز برای ایجاد فرصت و تغییر خط وسایل نقلیه ورودی..... ۷۳
شکل ۷-۳– محل اتصال یک رابط خروجی یک‌خطه..... ۷۶
شکل ۷-۴- نمونه طراحی محل اتصال رابط با استفاده از لچکی در قوس افقی..... ۷۸
شکل ۷-۵- نمونه‌های نحوه اتصال رابط با استفاده از خط تغییر سرعت در قوس افقی..... ۷۹
شکل ۷-۶– محل اتصال یک رابط ورودی دوخطه..... ۸۰
شکل ۷-۷- محل اتصال یک رابط خروجی دوخطه..... ۸۱
شکل ۷-۸– نمونه حالت‌های اتصال خروجی دو شاخه..... ۸۲
شکل ۷-۹- نمونه حالت‌های اتصال ورودی دو شاخه..... ۸۲
شکل ۸-۱- ایجاد خط کمکی پیوسته در حد فاصل دو رابط ورودی و خروجی متوالی..... ۸۴
شکل ۸-۲- نمونه‌های متداول حفظ توازن خطوط عبور در قطعات همگرایی و واگرایی..... ۸۵
شکل ۸-۳- نمونه هماهنگی حفظ تعداد خطوط پایه و اصول توازن در قطعات تداخلی..... ۸۶
شکل ۸-۴- روش‌های مختلف اضافه و کم کردن خطوط کمکی..... ۸۷
شکل ۹-۱- انواع قطعات تندراهی به منظور تحلیل سطح خدمت..... ۸۹
شکل ۹-۲- فرآیند تحلیل سطح خدمت قطعات مختلف تندراهی..... ۹۰

۱– کلیات

تندراه‌های شهری معابری هستند که تردد و حضور کاربران شیوه‌های غیر موتوری در آنها ممنوع و کنترل شده است. از آنجا که در شهرهای کشور، معابری وجود دارد که به هدف ایجاد سرعت و حجم تردد بالای وسایل نقلیه موتوری شکل گرفته و در حال بهره‌برداری هستند، نمی‌توان این دسته از معابر را از دسته‌بندی آیین‌نامه طراحی معابر شهری حذف کرد. هدف اصلی از احداث این دسته از معابر در شهرها، فراهم کردن جابجایی‌های طولانی و سفرهای بلند شهری است که معمولاً به دلیل توزیع نامتوازن کاربری‌های مولد و جاذب سفر در سطح شهر پدید آمده‌اند. کارکرد صحیحی که می‌توان برای این دسته از معابر متصور شد، این است که در کلان‌شهرها، ارتباط بین خیابان‌های شهری و راه‌های برون‌شهری را فراهم آورند. به این ترتیب به صورت یک معبر در حد واسط خیابان‌های شهری و تندراه‌های برون‌شهری عمل می‌کنند. خارج از این عملکرد، اکیداً توصیه می‌شود که نه تنها از ایجاد و توسعه چنین تسهیلاتی در شبکه معابر شهری جدید اجتناب شود، بلکه راهکارهایی جهت بازطراحی تندراه‌های شهری موجود در راستای تبدیل شدن به خیابان‌های کامل مد نظر قرار گیرد.

با توجه به تعاریف و مفاهیم شهرسازی، معابر شهری نقش‌های مختلفی دارند که مهم‌ترین آنها دو نقش دسترسی و جابجایی معرفی می‌شود. نقش دسترسی معابر، به پاسخ‌گویی هر معبر در مقابل نیازهای دسترسی مستقیم کاربران به کاربری‌ها و نقش جابجایی، به میزان تردد و عبور وسایل نقلیه مختلف از معبر و انتقال سریع جریان‌های ترافیکی اشاره دارد. واضح است که تعداد و کیفیت اتصال‌های معابر مختلف به یکدیگر به نقش جابجایی آنها مربوط بوده و با نقش دسترسی به کاربری‌های پیرامونی متفاوت است.

از بین دو نقش دسترسی و جابجایی، نقش اصلی تندراه‌های شهری، جابجایی است. امکان دسترسی مستقیم به کاربری‌ها از طریق این دسته از معابر وجود ندارد. به این ترتیب، حاشیه این معابر معمولاً فاقد کاربری است. با توجه به سطح تداخلی که برای عبور وسایل نقلیه در این معابر ایجاد می‌شود، تندراه‌های شهری به دو دسته آزادراه‌ها و بزرگراه‌های شهری تقسیم شده‌اند.

تندراه‌ها بر اساس ساختار فیزیکی و هندسی نیز به انواع مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند که شامل، تندراه‌های پایین‌گذر، بالاگذر، همسطح و ترکیبی است. محل تقاطع معابر تندراهی با یکدیگر (و گاهی با خیابان‌های شهری) معمولاً به صورت غیر همسطح (تبادل) طراحی می‌شود.

توجه به ضوابط پدافند غیر عامل در طراحی و احداث تندراه‌ها و تبادل‌های شهری ضروری است. در رابطه با این ضوابط در هر قسمت توضیحات مرتبط ارائه شده است. علاوه بر آن، رعایت توصیه‌های زیر در انواع تندراه‌ها و تبادل‌ها به منظور کاهش مخاطرات امنیتی و دفاعی در شرایط بحران الزامی است:

- مجهز کردن مناطق حساس آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به دوربین‌های نظارتی پلیس و شهرداری
- دسترسی آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به سیستم‌های اطلاع‌رسانی رادیویی جهت ارائه اطلاعات ضروری همچون وضعیت ترافیک به شهروندان در شرایط بحران (عدم قرارگیری در نقاط کور)
- دسترسی به سیستم‌های اطلاع‌رسانی ویدئویی جهت ارائه اطلاعات بین مراکز مدیریتی، عملیاتی و امدادی از طریق فیبر نوری و شبکه بی‌سیم
- دسترسی به سیستم‌های اطلاع‌رسانی ماهواره‌ای جهت ارتباط و رساندن اطلاعات اضطراری به ستاد مرکزی و مناطق مجاور در شرایط بحران

برای اطلاعات بیشتر در زمینه کاهش مخاطرات به «دستورالعمل الزامات و ملاحظات دفاعی و پدافند غیر عامل در طرح‌های توسعه و عمران شهری»، مصوب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران مراجعه شود.

۱-۱- کنترل آلودگی صوتی

مؤثرترین روش برای تنظیم سروصدای ناشی از حجم تردد زیاد و پر سرعت وسایل نقلیه در تندراه‌های شهری، طرح‌ریزی شهر به صورتی است که مناطق زیستی و کاربری‌های حساس نسبت به سروصدا، دورتر از تندراه‌ها و معابر پر ترافیک قرار گیرند. بین مناطق مسکونی و تندراه‌های شهری، باید فاصله‌ای برای کاهش میزان سروصدا در نظر گرفته شود. این فاصله را می‌توان به فضای سبز یا به بناهایی اختصاص داد که نسبت به سروصدا حساسیت کمتری دارند.

یکی از روش‌های مؤثر در تنظیم سروصدای تندراه‌های شهری، پایین‌گذر ساختن این معابر است. معبر پایین‌گذر، معبری است که سطح آن در سرتاسر طول معبر از سطح خیابان‌های مجاور و یا متقاطع، پایین‌تر است. به این ترتیب، دیوارهای دو طرف به عنوان صداگیر عمل می‌کنند. گاهی برای کنترل اثرات زیست محیطی در مراکز شهرها، قسمت‌هایی از معابر پایین‌گذر را می‌پوشانند. در این موارد از سطح قسمت پوشیده شده به عنوان فضاهای باز و محیط‌های شهری استفاده می‌شود.

طراحی معابر تندراهی در کنار صداگیرهای طبیعی و موجود (نظیر تپه، فضای سبز و بناهای غیر حساس نسبت به سروصدا)، یکی دیگر از روش‌های تنظیم سروصدا در شهرهاست. استفاده از دیواره‌های عایق صوتی در مواردی که روش‌های دیگر کنترل سروصدا کارساز نباشد، توصیه می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به نشریه شماره ۳۴۲، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان «راهکار کاهش نوفه ترافیک برای ساختمان‌های حواشی بزرگراه‌های شهری» مراجعه شود.

۱-۲- کنترل آلودگی هوا

ابزارهای مؤثر برای کنترل آلودگی‌های هوا ناشی از ترافیک، معمولاً خارج از حیطه طراحی معابر و در حوزه برنامه‌ریزی‌های راهبردی حمل‌ونقل کشوری و شهری است. با این حال، طراحی و احداث تندراه‌ها به علت تشویق استفاده از خودروی شخصی، ایجاد کریدورهای پر ترافیک و پر سرعت در محدوده شهری، بریده شدن بافت متراکم محله‌ها و قطع شدن مسیرهای پیاده و دوچرخه، توصیه نمی‌شود. البته می‌توان با به کارگیری اصولی از قبیل، قرار دادن فضای سبز و باز در اطراف معابر پر تردد و مکان‌یابی ایجاد کاربری‌های مسکونی با فاصله قابل قبول تندراه‌های شهری، از میزان اثرات نامطلوب آلودگی ترافیک آنها کم کرد.

۱-۳- تأسیسات جمع‌آوری آب‌های سطحی

ضروری است در تعیین موقعیت و طراحی کریدورهای تندراهی و تبادل‌ها، از قرار دادن آنها در مسیرهای هدایت آب‌های سطحی و مسیرهای عبور سیلاب اجتناب شود. در غیر این صورت طراحی و ساخت تأسیسات هیدرولیکی پیچیده و پر هزینه برای عبور مسیرهای سیلابی اجتناب ناپذیر است. البته استفاده از فضاهای باز ایجاد شده در محدوده تبادل‌ها جهت عبور مسیرهای سیلابی بلامانع است.

۲- انواع تندراه‌های شهری از نظر هندسی

۲-۱- تعریف‌ها

تندراه: معبری که تردد و حضور کاربران شیوه‌های غیر موتوری در آن ممنوع و کاملاً کنترل شده است.

تندراه پایین‌گذر: تندراهی که سطح روسازی آن در طول قابل توجهی پایین‌تر از خیابان‌های موازی و اتصال‌ها طراحی شده است.

تندراه بالاگذر: تندراهی که سطح روسازی آن در طول قابل توجهی بالاتر از سطح زمین و روی پل، طراحی شده است.

تندراه همسطح: تندراهی که سطح روسازی آن در طول قابل توجهی همسطح با زمین‌ها و معابر اطراف طراحی شده است.

تندراه ترکیبی: تندراهی شامل مجموعه‌ای از تندراه‌های همسطح، بالاگذر و پایین‌گذر.

شانه: قسمتی از تندراه که به منظور ایجاد فاصله ایمن از لبه، پشتیبانی از روسازی و فراهم کردن فضای فرار و توقف اضطراری وسایل نقلیه در شرایط خطر یا وقوع تصادف، در نظر گرفته می‌شود.

میانه: نوعی جداکننده بین دو سواره‌روی مجزا و خلاف جهت.

آزادراه: دسته‌ای از تندراه‌های شهری که تمامی دسترسی‌ها و اتصال‌های آن کاملاً کنترل شده است.

بزرگراه: دسته‌ای از تندراه‌های شهری که اتصال‌های آن نسبتاً کنترل شده و با تداخل محدود است.

ناحیه عاری از مانع: ناحیه‌ای بدون مانع و قابل عبور در کناره تندراه که از لبه سواره‌رو شروع و در جهت عمود بر آن تا عرض مشخصی (بر اساس حجم ترافیک، سرعت طرح و شیب شیروانی) ادامه می‌یابد.

روگذر: قسمتی از یک معبر که در محل تقاطع با یک معبر دیگر، از روی آن می‌گذرد.

زیرگذر: قسمتی از یک معبر که در محل تقاطع با یک معبر دیگر، از زیر آن می‌گذرد.

حاشیه معبر: حد فاصل خط ممتد لبه سواره‌رو تا منتهی الیه عرض پوسته.

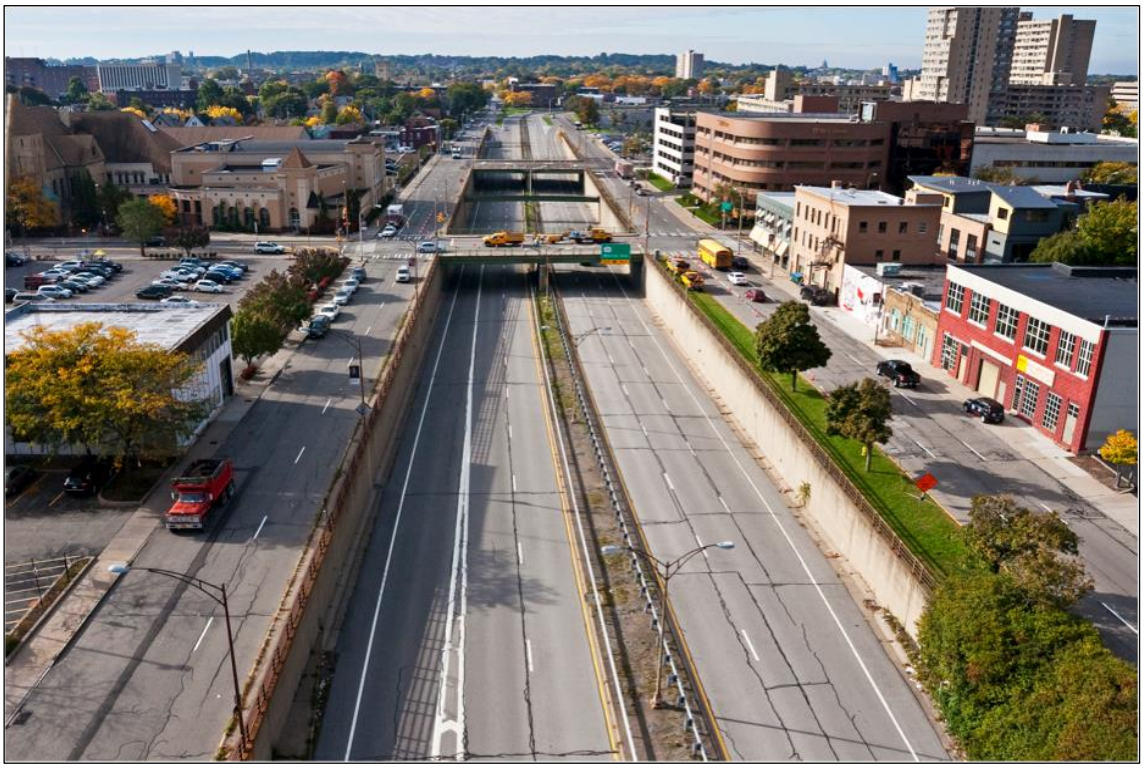
جدول آبرو: استفاده از جدول در ترکیب با آبرو به منظور تخلیه آب‌های سطحی.

۲-۲- تندراه‌های پایین‌گذر

تندراه پایین‌گذر معمولاً موازی با شبکه خیابان‌های اطراف، با حفظ حداقل ارتفاع آزاد و توجه به مشخصات سازه‌های روگذر، در عمق بیشتر از ۵ متر از سطح زمین طراحی می‌شود (شکل ۲-۱). اغلب در طرفین یک تندراه پایین‌گذر، کندروهایی همسطح با سایر خیابان‌ها قرار گرفته و اتصال با آنها را امکان‌پذیر می‌سازد. اتصال‌های تندراه پایین‌گذر به طور مستقیم به کمک رابط‌ها به کندرو و در صورت عدم وجود کندرو به بدنه اصلی تندراه صورت می‌گیرد.

از مزیت‌های اصلی تندراه‌های پایین‌گذر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بدنه تندراه، مخفی بوده و ساختار معماری و زیبایی بصری شهر را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.
- می‌توان خیابان‌های متقاطع را با حفظ وضعیت طبیعی از روی تندراه پایین‌گذر عبور داد.
- عبور مسیرهای پیاده و دوچرخه بدون نیاز به پله یا شیب‌راهه امکان‌پذیر خواهد بود.
- از نظر آلودگی‌های صوتی و کنترل سروصدا مطلوب به نظر می‌رسد.
- به عرض پوسته کمتری نیاز دارد.



شکل ۲-۱- نمونه یک تندراه پایین‌گذر (نیواورلئان، آمریکا)

۲-۳- تندراه‌های بالاگذر

در حالت کلی، طراحی تندراه‌ها به صورت بالاگذر توصیه نمی‌شود. مگر در مواقعی که به دلیل محدودیت‌های اقتصادی و شرایط توپوگرافی زمین، امکان ساخت تندراه پایین‌گذر میسر نبوده و تندراه به صورت یکپارچه با ساختمان‌های اطراف طراحی شود. محدودیت اصلی تندراه بالاگذر تأثیر نامطلوب آن در ساختار معماری شهری و زیبایی بصری محیط است (شکل ۲-۲).

فاصله ساختمان‌های اطراف از یک تندراه بالاگذر باید به اندازه‌ای باشد که در شرایط بحران نظیر آتش‌سوزی، فضای کافی برای عملیات آتشنشان‌ها وجود داشته و دسترسی به طبقات مختلف ساختمان‌ها امکان‌پذیر باشد. علاوه بر شرایط بحران، فاصله تندراه بالاگذر از بدنه ساختمان‌های مجاور باید به اندازه‌ای باشد که فاصله دید کافی در قوس‌ها را به وجود آورد. بنابراین قسمت بالاگذر تندراه‌ها باید حدود ۴/۵ تا ۶/۰ متر از ساختمان‌های مجاور فاصله داشته باشد.

شکل ۲-۲- نمونه یک تندراه بالاگذر (بزرگراه صدر، تهران)

نکته قابل توجه در طراحی تندراه‌های بالاگذر، امکان استفاده از فضای خالی ایجاد شده در مجاورت ستون‌های نگهدارنده تندراه بر روی زمین است. به طور مثال از فضای خالی ایجاد شده در زیر تندراه، می‌توان برای جابجایی جریان ترافیک همسطح، پارکینگ غیر حاشیه‌ای و یا مسیر ویژه همگانی استفاده کرد.

تندراه‌های بالاگذر باید در ارتفاع مناسبی از سطح زمین قرار گیرند تا امکان عبور آسان برای تقاطع‌های همسطح میسر باشد. البته طراحی تندراه‌ها به صورت بالاگذر معایبی از جمله هزینه‌های گزاف ساخت‌وساز، هزینه‌های زیاد تعمیر و نگهداری و ایجاد اخلال در تخلیه آب‌های سطحی به همراه دارد.

۲-۴- تندراه‌های همسطح

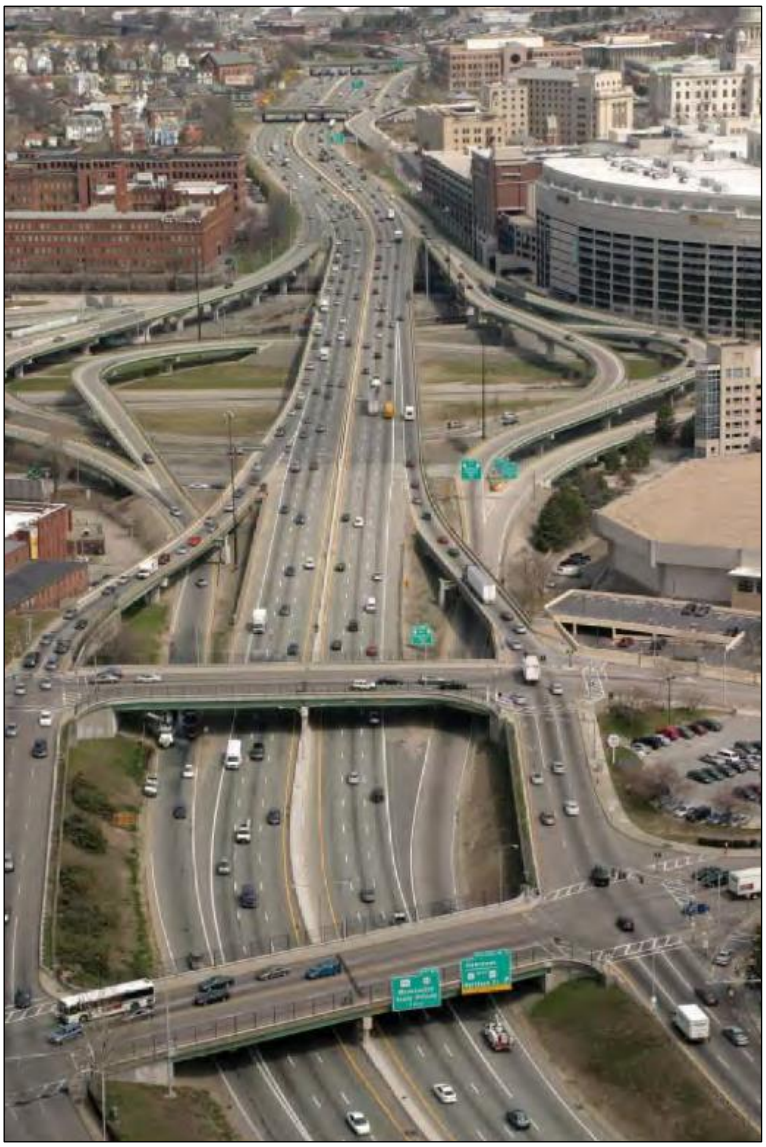
تندراه‌های شهری در بیشتر موارد به صورت همسطح ساخته می‌شوند (شکل ۲-۳). یکی از مشخصات اصلی تندراه‌های همسطح، تغییر نیمرخ طولی تندراه در تقاطع با سایر خیابان‌های شهری است. به منظور اتصال راحت و ایمن به یک تندراه شهری، توصیه می‌شود تا از کندروهای جانبی یک‌طرفه در طرفین تندراه استفاده شود.

شکل ۲-۳- نمونه یک تندراه همسطح (بزرگراه مدرس، تهران)

بریده شدن بافت شهری به دو بخش جدا از هم و در نتیجه، ایجاد مشکل در ارتباط سواره و به خصوص پیاده بین آنها، یکی از محدودیت‌های طراحی تندراه‌های همسطح به شمار می‌رود.

۲-۵- تندراه‌های ترکیبی

در حوزه طراحی معابر شهری، در بسیاری از موارد از تندراه‌های ترکیبی استفاده می‌شود، این تندراه‌های شهری شامل مجموعه‌ای از تندراه‌های همسطح، بالاگذر و پایین‌گذر هستند. تندراه‌های ترکیبی با تنوعی از مقاطع طولی و عرضی مواجه بوده که اتصال‌های آن بر اساس این مشخصات کنترل می‌شود (شکل ۲-۴). یکی از محدودیت‌های احداث تندراه‌های ترکیبی، مقرون به صرفه نبودن برای فواصل طولانی است. بنابراین توصیه می‌شود که از تندراه‌های ترکیبی فقط برای فواصل کوتاه استفاده شود.



شکل ۲-۴- نمونه یک تندراه ترکیبی (نیواینگلند، آمریکا)

۳– آزادراه شهری

آزادراه‌های شهری، دسته‌ای از تندراه‌های شهری هستند که اتصال‌ها و دسترسی‌های آن کاملاً کنترل شده است. به نحوی که ورود و خروج انواع وسایل نقلیه با استفاده از طراحی‌های سطح بالا، بدون تداخل با جریان اصلی عبوری از آزادراه انجام می‌شود. اتصال به یک آزادراه شهری از طریق یک تقاطع همسطح، غیر مجاز و ممنوع بوده و باید تمامی تقاطع‌ها در این دسته از تندراه‌های شهری به صورت غیر همسطح (تبادل) اجرا شوند. ارتباط بین معابر متقاطع با آزادراه از طریق رابط‌ها میسر می‌شود. در آزادراه‌های شهری حداقل فاصله بین دو اتصال متوالی و هم‌جهت ۳۰۰ متر بوده و به دلیل کاهش سطح تداخل جریان‌های اتصالی با ترافیک عبوری، در هر کیلومتر از طول آزادراه حداکثر تعداد ۲ اتصال، مجاز و ممکن است.

در شرایطی که یک آزادراه شهری بیشتر از ۴ خط عبور در هر جهت داشته باشد، لازم است تا ملاحظات طراحی ویژه‌ای برای آن در نظر گرفته شود. در این مواقع خطوط مازاد بر ۴ خط در هر جهت، به صورت کندروهای کاملاً جدا شده توسط جداکننده‌های کناری و حفاظ‌های طولی ایجاد می‌شوند. این خطوط علاوه بر پاسخ به تقاضای ترافیک، در راستای کاهش گلوگاه‌های ترافیکی و کاهش تعداد تداخل‌های ترافیکی در خطوط اصلی عمل خواهند کرد.

شکل ۳-۱– نمونه یک آزادراه شهری (آزادراه آزادگان، تهران)

در طراحی آزادراه‌های دارای کندروی جدا شده، سرعت طرح کندروها به میزان ۲۰ کیلومتر بر ساعت کمتر از سرعت طرح خطوط اصلی آزادراه تعیین می‌شود. ارتباط بین خطوط اصلی آزادراه با خطوط کندرو از طریق بازشدگی جداکننده و راه انتقالی صورت می‌گیرد که معمولاً یک یا دوخطه در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱- سرعت

سرعت طرح برای آزادراه‌های شهری برابر با ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت و سرعت مجاز آنها برابر با ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت است. با توجه به نوع توپوگرافی منطقه، خصوصاً ملاحظات مربوط به سرازیری‌ها، حد مجاز سرعت قابل تغییر است. لازم است تا برای یک تسهیلات آزادراهی طولانی، حداقل سرعت طراحی در طول مسیر به عنوان محدودیت سرعت در نظر گرفته شود.

۳-۲- حجم ترافیک طرح

حجم ترافیک در سال طرح از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز برای طراحی معابر شهری است. سال طرح برای تندراه‌های شهری معمولاً بر اساس افق ۲۰ ساله تعیین می‌شود. این در حالی است که برخی مراحل بازسازی آزادراه‌های شهری ممکن است، نیازمند افق طرح کوتاه‌تری باشد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه حجم ترافیک ساعتی طرح به بخش اول آیین‌نامه، «مبانی» مراجعه شود. گاهی از مقادیر حجم تردد به دست آمده از تحلیل ظرفیت در طراحی‌ها استفاده می‌شود. به این ترتیب که بر اساس تحلیل ظرفیت، مطلوبیت سطح خدمت حاصل از یک طراحی، بررسی شده و از حجم تردد متناظر با آن سطح خدمت به عنوان حجم ترافیک طرح استفاده می‌شود.

۳-۳- سطح خدمت

در طراحی آزادراه‌های شهری لازم است تا بالاترین سطح خدمت که با شرایط آتی سازگار باشد، انتخاب شود. زمانی که طراحی آزادراه‌ها و سایر تسهیلات آن (مانند رابط‌ها، کندروها و جریان‌های تداخلی) برای سال طرح انجام می‌گیرد، می‌توان طراحی را بر اساس سطح خدمت C انجام داد. در توسعه‌های متراکم کلان‌شهری، استفاده از سطح خدمت D نیز مجاز است، زیرا در این موارد، معمولاً دستیابی به سطح خدمت C عملی نیست.

همچنین در نواحی حومه‌ای، لازم است تا برای خطوط اصلی و کمکی، سطح خدمت طراحی B در نظر گرفته شود که برای دستیابی به آن، لازم است تا عرض کافی و سایر ملاحظات طراحی مد نظر قرار گیرد. برای اطلاعات بیشتر به بند «تحلیل سطح خدمت» در همین جلد مراجعه شود.

۳-۴- شیب طولی

شیب طولی آزادراه‌های شهری می‌تواند بر عملکرد آن تأثیر قابل توجهی داشته باشد. حداکثر شیب طولی توصیه شده برای آزادراه‌های شهری بر اساس سرعت طرح و نوع پستی و بلندی زمین در جدول ۳-۱ ارائه شده است. در صورت وجود جریان‌های ترافیک منقطع و تبادل‌های با فاصله نزدیک در محور آزادراه، بهتر است تا از شیب طولی نواحی هموار استفاده شود. در صورتی که به علت محدودیت‌های اجرایی، امکان رعایت حداکثر شیب طولی وجود نداشته باشد، در طول‌های محدود، مطابق با جدول ۳-۲، می‌توان از شیب‌های طولی تندتر نیز استفاده کرد.

جدول ۳-۱- حداکثر شیب طولی برای آزادراه‌های شهری (بر حسب درصد)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۱۰۰	۳	۴	۶
۱۱۰	۳	۴	۵
۱۲۰	۳	۴	-

جدول ۳-۲- حداکثر طول مجاز برای شیب‌های طولی تند آزادراه در صورت وجود محدودیت‌های اجرایی (بر حسب متر)

شیب طولی (درصد)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۴	۶۰۰	-	-
۵	۴۵۰	۴۵۰	-
۶	۳۵۰	۳۵۰	-
۷	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
۸	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰

۳-۵- شیب عرضی و بربلندی

وجود شیب عرضی در تندراه‌های شهری از اهمیت زیادی برخوردار است. شیب عرضی در مقاطع معمول و مستقیم آزادراه به منظور جمع‌آوری آب‌های سطحی باید بین ۱/۵ تا ۲/۵ درصد باشد. به علاوه، بربلندی در قوس‌های افقی آزادراه‌ها در اقلیم‌های معمول و معتدل ۶ تا ۱۰ درصد و در شرایط یخبندان ۶ تا ۸ درصد در نظر گرفته می‌شود. در مواردی که احتمال ازدحام و حرکت وسایل نقلیه با سرعت کم در آزادراه‌ها و رابط‌ها زیاد است، حداکثر میزان بربلندی برابر با ۶ درصد در نظر گرفته می‌شود.

مقدار بربلندی مجاز برای قوس‌های افقی همسطح و پایین‌تر از سطح زمین، با روگذرها و پل‌ها متفاوت است. در بخش‌هایی که به شکل پل (روگذر) طراحی شده‌اند، بربلندی مجاز برای قوس‌های افقی حداکثر برابر با ۸ درصد تعیین می‌شود. از آنجایی که در شرایط یخبندان، احتمال لغزندگی سطح روسازی شده پل بیشتر از سایر نقاط است، توصیه می‌شود که مقدار کمتری برای بربلندی پل‌ها در نظر گرفته شود.

برای کاهش مخاطرات دفاعی و امنیتی توصیه می‌شود که در حد امکان از در نظر گرفتن قوس‌های افقی تند که منجر به تغییر سرعت‌های ناگهانی در طول مسیر می‌شود، اجتناب شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه بربلندی و شعاع قوس افقی به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

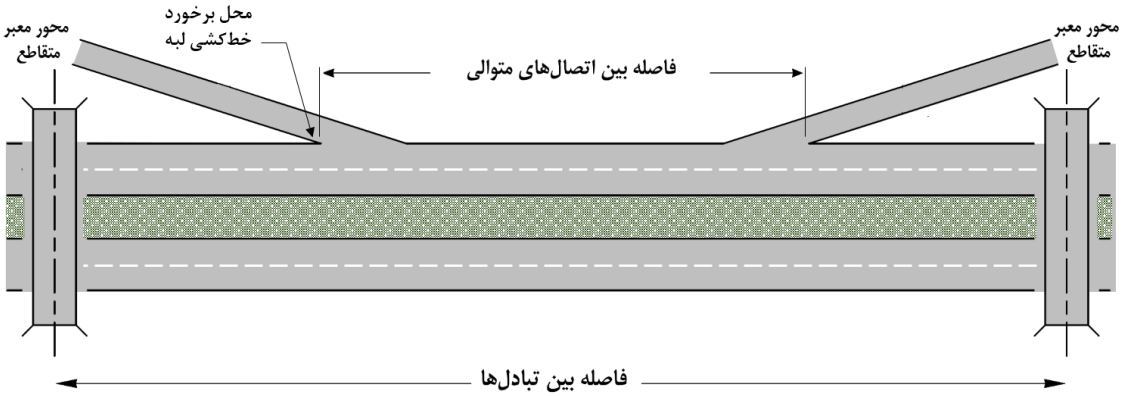
۳-۶- فاصله بین اتصال‌ها

به منظور حفظ پیوستگی جریان و کمتر شدن سطح تداخل در خطوط اصلی آزادراه‌های شهری، فاصله بین مراکز دو تبادل متوالی حداقل برابر با ۱/۵ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود. در غیر این صورت، جریان ترافیک، روانی و پیوستگی خود را از دست می‌دهد. همچنین، به منظور حفظ یکپارچگی و ارتباط بافت شهری در دو طرف آزادراه‌ها توصیه می‌شود که فاصله بین مرکز تبادل‌ها (یا هر نوع تلاقی با سایر معابر نظیر پل‌های روگذر و زیرگذر بدون دسترسی) در امتداد یک آزادراه شهری حداکثر برابر با ۳ کیلومتر در نظر گرفته شود تا میزان حرکت‌های گردشی برای ارتباط دو طرف آزادراه زیاد نشوند.

فاصله بین دو تبادل ممکن است از طریق فاصله بین رابط‌ها و اتصال‌ها نیز محدود شود. حداقل فاصله بین رابط‌ها و اتصال‌های مختلف که از محل تلاقی خط‌کشی‌های آنها سنجیده می‌شود، در جدول ۳-۳ ارائه شده است. مقادیر این جدول بر اساس تجربیات عملی از رفتار رانندگان، طول کافی برای تغییر خط و سرعت، فرصت مشاهده تابلوها و علائم و همچنین زمان مورد نیاز برای عکس‌العمل به دست آمده است.

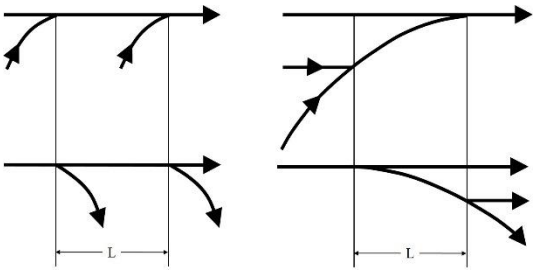
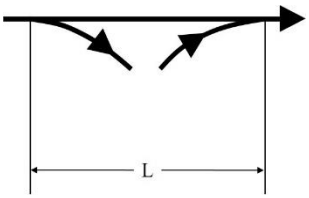
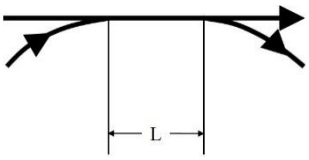
چنانچه در حالت‌های خاص، فاصله بین دو اتصال یا تبادل، کمتر از مقادیر یاد شده باشد، باید از کندرو استفاده شود. به علاوه، مقادیر موجود در جدول ۳-۳، مربوط به دو تبادل و اتصال متفاوت و متوالی بوده و برای رابط‌های موجود در یک تبادل خاص نظیر شبدری کاربرد ندارند.

علاوه بر رعایت حداقل فاصله بین تبادل‌ها، رابط‌ها و اتصال‌ها، باید توجه شود که به منظور کاهش سطح تداخل در خطوط اصلی آزادراه در هر کیلومتر از آزادراه، حداکثر تعداد اتصال‌های مجاز برابر با ۲ است (همه رابط‌های مربوط به یک تبادل مشخص، یک اتصال محسوب می‌شوند).



شکل ۳-۲– نحوه تعیین فاصله بین اتصال‌ها و تبادل‌ها در آزادراه‌های شهری

جدول ۳-۳- حداقل فاصله بین انواع اتصال‌ها در آزادراه‌های شهری

حالت	تصویر	فاصله در بدنه اصلی (متر)	فاصله در کندرو (متر)
دو رابط ورودی یا دو رابط خروجی		۳۰۰	۲۴۰
رابط خروجی ـ رابط ورودی		۱۵۰	۱۲۰
رابط ورودی ـ رابط خروجی		۶۰۰	۴۸۰

۳-۷- تعداد خطوط عبور

آزادراه‌ها باید دست کم دو سواره‌رو جهتی مجزا از هم و در هر سواره‌رو حداقل ۳ خط عبور داشته باشند. حداکثر تعداد خطوط آزادراه در هر سواره‌رو مجزا، برابر با ۴ خط عبور تعیین می‌شود. در صورتی که به بیشتر از ۴ خط در هر طرف نیاز باشد، لازم است تا خطوط اضافه به صورت کندرو طراحی شده و توسط یک جداکننده کناری مناسب از خطوط اصلی جدا شوند. تغییر تعداد خطوط اصلی در فواصل کوتاه و به تعداد زیاد، مجاز نیست.

در طراحی تعداد خطوط اصلی، لازم است تا خط افزایش و کاهش سرعت در دماغه رابط‌های ورودی و خروجی در نظر گرفته شود.

در آزادراه‌هایی که دارای ظرفیت زیادی برای امدادرسانی هستند، باید یک خط ویژه برای عبور وسایل نقلیه اضطراری در نظر گرفته شود. همچنین در صورت نیاز به امدادرسانی هوایی در شرایط بحران، باید فضای کافی برای فرود بالگردهای امدادرسان پیش‌بینی شود.

۳-۸- عرض خطوط اصلی

عرض مطلوب برای خطوط اصلی آزادراه برابر با ۳/۵ متر، حداقل این عرض برابر با ۳/۴ متر و حداکثر آن برابر با ۳/۶ متر در نظر گرفته می‌شود. در آزادراه‌هایی که حداکثر سرعت طرح آنها ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شده است، عرض مطلوب خط عبور برابر با ۳/۴ متر خواهد بود.

۳-۹- عرض خطوط کمکی

عرض خط‌های کمکی در آزادراه‌ها بهتر است برابر با عرض خطوط اصلی در نظر گرفته شود و کاهش عرض خطوط کمکی توصیه نمی‌شود.

۳-۱۰- عرض و شیب عرضی شانه

در طراحی آزادراه‌ها باید در هر دو طرف سواره‌رو، یک محدوده روسازی شده به عنوان شانه، پیش‌بینی شود و لبه داخلی آن با خط سفید ممتد قابل تشخیص باشد. روسازی شانه باید در مقابل تغییرات جوی مقاوم بوده و بهتر است که از مصالح مناسب (به عنوان مثال آسفالت سطحی) برای آن استفاده شود. بافت و ظاهر روسازی شانه باید متفاوت از روسازی سواره‌رو (آسفالت بتنی) باشد. شیب عرضی شانه با توجه به نوع روسازی، نحوه تخلیه آب‌های سطحی و اقلیم منطقه برابر با ۲ تا ۶ درصد و معمولاً حداقل به میزان ۱ درصد بیشتر از خط عبور مجاور در نظر گرفته می‌شود. البته باید توجه شود که تفاوت جبری شیب عرضی شانه و خط عبور مجاور نباید از ۸ درصد بیشتر شود. عرض شانه راست آزادراه برابر با ۲/۰ تا ۳/۰ متر و عرض شانه چپ آن برابر با ۱/۰ تا ۱/۵ متر در نظر گرفته می‌شود. بهتر است با افزایش تعداد خطوط عبور، عرض شانه بیشتر در نظر گرفته شود. شانه راست با عرض و خط کشی مناسب می‌تواند به عنوان خط عبور یا توقف اضطراری استفاده شود.

در آزادراه‌های پایین‌گذر و بالاگذر، باید بین دیواره و سواره‌رو حداقل به اندازه عرض شانه فاصله وجود داشته و ترجیحاً این فاصله ۰/۵ متر بیشتر از عرض شانه باشد. در صورتی که دیواره در لبه شانه قرار داشته باشد، ستون‌ها، تابلوها و چراغ‌ها نباید به سمت سواره‌رو پیش‌آمدگی داشته باشند. در خیابان‌های دسترسی موجود در حاشیه آزادراه‌های پایین‌گذر و بالاگذر، عرض شانه سمت چپ باید برابر با ۱/۲ تا ۲/۰ متر در نظر گرفته شود.

۳-۱۱- عرض میانه

به منظور جدا کردن حرکت‌های ترافیکی در جهات مخالف (رفت و برگشت معابر) از میانه استفاده می‌شود. میانه فاصله بین خطوط ممتد لبه سمت چپ سواره‌روهای دو جهت معبر است و شامل دو شانه سمت چپ نیز می‌شود. عرض میانه بهتر است به اندازه‌ای باشد که بتواند علاوه بر تفکیک ایمن دو جریان ترافیک، به منظور توسعه‌های آتی آزادراه نیز استفاده شود. عرض مناسب میانه در آزادراه‌های شهری به نوع حفاظ طولی و میزان تغییر شکل آن، موانع فیزیکی موجود در میانه و فواصل ایمن مورد نیاز بستگی دارد. حداقل عرض میانه‌های بدون حفاظ طولی برابر با ۹/۰ متر، دارای حفاظ طولی صلب برابر با ۳/۰ متر، نیمه صلب برابر با ۴/۰ متر و میانه‌های دارای حفاظ طولی انعطاف‌پذیر برابر با ۴/۵ متر است. در صورت وجود تجهیزات ترافیکی و پایه پل در میانه، لازم است تا عرض و فواصل ایمن مورد نیاز آن در طراحی میانه در نظر گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر به بخش سوم «اجزای نیمرخ‌های عرضی» و بخش دوازدهم «تجهیزات ایمنی» مراجعه شود.

به منظور تسهیل امدادرسانی در شرایط بحران، توصیه می‌شود که دوربرگردان‌های اضطراری در طول مسیر آزادراه‌ها برای هدایت به سمت خروجی‌های اضطراری در نظر گرفته شود. به این منظور می‌توان از حفاظ‌های دارای قابلیت خم شدن به عنوان حفاظ طولی در میانه استفاده کرد.

۳-۱۲- عرض پوسته

عرض پوسته یک آزادراه شهری تحت تأثیر عوامل متعددی مانند تقاضای ترافیک، نوع پستی و بلندی زمین، هزینه، طرح تبادل‌ها، تعداد خطوط عبور اصلی، کمکی و کندرو، عرض خطوط عبور و میزان توسعه نهایی آزادراه قرار دارد. عرض پوسته، برابر با مجموع اجزای نیمرخ عرضی آزادراه (خطوط اصلی، جداکننده‌ها و میانه، خطوط کمکی، حاشیه‌ها، خطوط کندرو، تسهیلات جمع‌آوری آب سطحی و دیوارهای حائل) است.

عرض پوسته آزادراه باید بر اساس ابعاد مطلوب و اجرایی هر کدام از این اجزا تعیین شود. حداقل عرض پوسته برای آزادراه‌های شهری برابر با ۷۵ متر در نظر گرفته می‌شود (مگر در قسمت‌های پایین‌گذر و بالاگذر). برای اطلاعات بیشتر در زمینه ابعاد اجزای نیمرخ عرضی آزادراه‌های شهری به بند «نیمرخ‌های عرضی نمونه» در همین جلد مراجعه شود.

۳-۱۳- جدول‌ها

در استفاده از جدول برای حاشیه آزادراه‌های شهری باید احتیاط شود. در شرایط خاصی که از جدول در حاشیه آزادراه استفاده می‌شود، جدول‌ها نباید از لبه شانه به خطوط عبور نزدیک‌تر بوده و همچنین نباید به آسانی قابل عبور باشند. یک مثال برای موارد خاصی که از جدول در حاشیه آزادراه شهری استفاده می‌شود، هدایت آب‌های سطحی حاصل از بارش باران و برف و کاهش فرسایش روسازی است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه جزئیات هندسی جدول به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود.

۳-۱۴- ارتفاع آزاد

سازه‌های جدید یا بازسازی شده روی آزادراه‌های شهری باید حداقل برابر با ۵/۰ متر ارتفاع آزاد در تمامی عرض مسیر، شامل خطوط کمکی و عرض مفید شانه داشته باشند. در توسعه‌های متراکم نواحی کلان‌شهری، در صورتی که مسیر جایگزینی با ارتفاع آزاد حداقل ۵/۰ متری وجود داشته باشد، به منظور مقرون به صرفه بودن اجرای تسهیلات آزادراهی، می‌توان حداقل ارتفاع آزاد را برابر با ۴/۵ متر در نظر گرفت.

به دلیل مقاومت کمتر خرپاهای نگهدارنده تابلوها و پل‌های عابر پیاده، باید ارتفاع آزاد بیشتری برای آنها در نظر گرفته شود (حدود ۰/۵ متر). به طور مشابه، فاصله عمودی بین کف تا سقف پل‌های خرپایی باید بیشتر از سایر سازه‌ها بوده و امکان روسازی‌های آتی پل در نظر گرفته شده باشد.

در آزادراه‌های پایین‌گذر، لازم است علاوه بر ارتفاع آزاد، ضخامت سازه‌ها و امکان تجدید روسازی در آینده در نظر گرفته شود.

۳-۱۵- طراحی حاشیه آزادراه

در طراحی آزادراه‌های شهری همسطح، لازم است تا عرض کافی برای ناحیه عاری از مانع در نظر گرفته شود. این عرض بر اساس سرعت عملکردی، حجم ترافیک و شیب عرضی تعیین می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه عرض ناحیه عاری از مانع به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود. در صورتی که به علت کمبود عرض، تأمین ناحیه عاری از مانع امکان‌پذیر نباشد، استفاده از حفاظ‌های طولی مناسب و رعایت فاصله جانبی ایمن (حداقل ۰/۵ متر) الزامی است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه انواع حفاظ‌های طولی و نحوه انتخاب آنها به بخش دوازدهم آیین‌نامه، «تجهیزات ایمنی» مراجعه شود.

در قسمت‌های پایین‌گذر آزادراه‌ها که دسترسی محدودتری دارند، لازم است تا دیواره‌ها و ستون‌ها، خارج از شانه و در فاصله حداقل ۰/۵ متری از لبه بیرونی آن قرار گیرند. در آزادراه‌های بالاگذر، باید فاصله ۴/۵ تا ۶/۰ متری بین ساختمان‌های اطراف و سازه آزادراه در نظر گرفته شود تا فضای کافی برای تأمین فاصله دید، فعالیت‌های مربوط به نگهداری و ایمنی ساختمان‌ها و سازه وجود داشته باشد.

توصیه می‌شود که به منظور کاهش مخاطرات دفاعی و امنیتی، در حاشیه آزادراه‌های شهری، پناهگاه‌هایی جهت استفاده در شرایط بحران در نظر گرفته شود. محل این پناهگاه‌ها باید به وسیله تابلوها و علائم خوانا و قابل رؤیت مشخص شده و فضای کافی برای استقرار تجهیزات امدادرسان در شرایط بحران در نظر گرفته شود.

۳-۱۶- جمع‌بندی مشخصات آزادراه شهری

در این بخش مشخصات هندسی و عملکردی آزادراه‌های شهری ارائه شد. خلاصه‌ای از این مشخصات در جدول ۳-۴ آورده شده است.

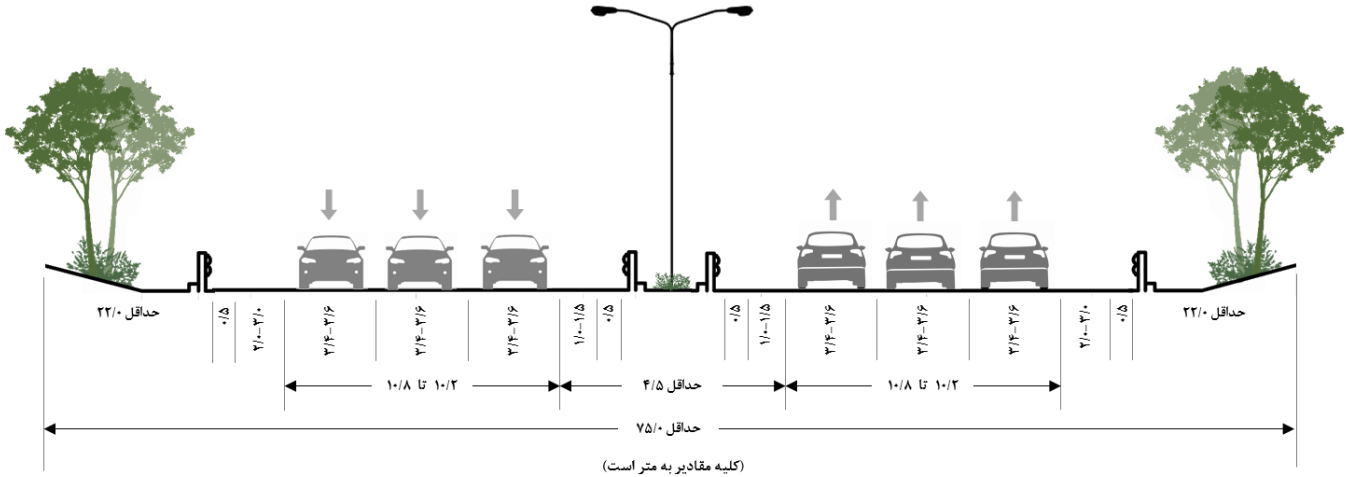
جدول ۳-۴- خلاصه مشخصات آزادراه شهری

مشخصه	توضیحات
عرض پوسته	حداقل ۷۵ متر
تعداد خطوط عبور	حداقل ۳ خط در هر جهت
عرض خطوط عبور	۳/۴ تا ۳/۶ متر
ایجاد کندرو	مجاز
عرض میانه	بدون حفاظ طولی: حداقل ۹/۰ متر دارای حفاظ طولی صلب: حداقل ۳/۰ متر دارای حفاظ طولی نیمه صلب: حداقل ۴/۰ متر دارای حفاظ طولی انعطاف‌پذیر: حداقل ۴/۵ متر
عرض شانه	ـ شانه راست: ۲/۰ تا ۳/۰ متر ـ شانه چپ: ۱/۰ تا ۱/۵ متر
شیب عرضی	۱/۵ تا ۲/۵ درصد
بربلندی	حداکثر ۱۰ درصد
شیب طولی	حداکثر ۳ تا ۶ درصد
ارتفاع آزاد	حداقل ۵ متر
سرعت مجاز	۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت
سرعت طرح	۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت
فاصله تقاطع‌های همسطح	تقاطع همسطح مجاز نیست
فاصله تبادل‌ها (تلاقی با سایر معابر)	حداقل ۱/۵ و حداکثر ۳/۰ کیلومتر
فاصله اتصال‌های هم‌جهت	حداقل ۳۰۰ متر
طول قطعه تداخلی	حداقل ۶۰۰ متر
چگالی اتصال‌ها	حداکثر ۲ اتصال در هر کیلومتر
دسترسی مستقیم به کاربری	غیر مجاز
پارک حاشیه‌ای	غیر مجاز
تردد مختلط موتورسیکلت با سایر وسایل نقلیه	غیر مجاز
تردد مختلط دوچرخه با سایر وسایل نقلیه	غیر مجاز
تردد وسایل نقلیه همگانی	مجاز
تردد وسایل نقلیه سنگین	مجاز

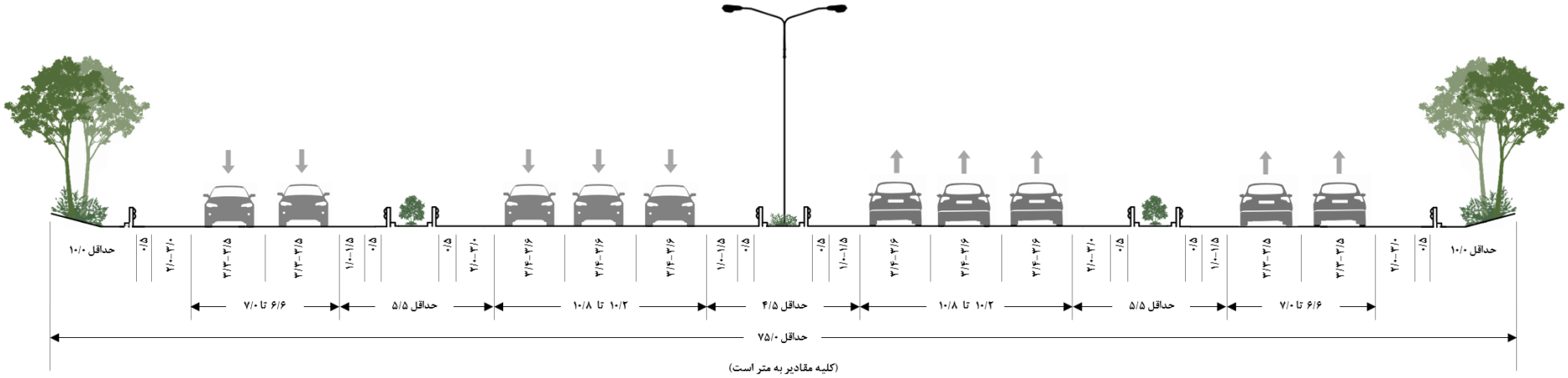
۳-۱۷- نیمرخ‌های عرضی نمونه

به طور کلی انتخاب اجزای نیمرخ‌های عرضی در آزادراه شهری به دلیل محدودیت دسترسی برای شیوه‌های حمل‌ونقل غیر موتوری و همچنین وجود محدودیت برای دسترسی به کاربری‌های اطراف از پیچیدگی زیادی برخوردار نیست. در شکل ۳-۳ تا شکل ۳-۱۲ نمونه‌هایی از نیمرخ عرضی آزادراه شهری در حالت‌های مختلف بدون کندرو، دارای کندرو، بدون خط ویژه همگانی، دارای خط ویژه همگانی، دارای حفاظ طولی صلب و انعطاف‌پذیر، پایین‌گذر و بالاگذر ارائه شده است. با توجه به مقادیر ارائه شده در نیمرخ‌های عرضی نمونه و همچنین بندهای گذشته، حداقل عرض پوسته در آزادراه‌های شهری همسطح برابر با ۷۵ متر خواهد بود.

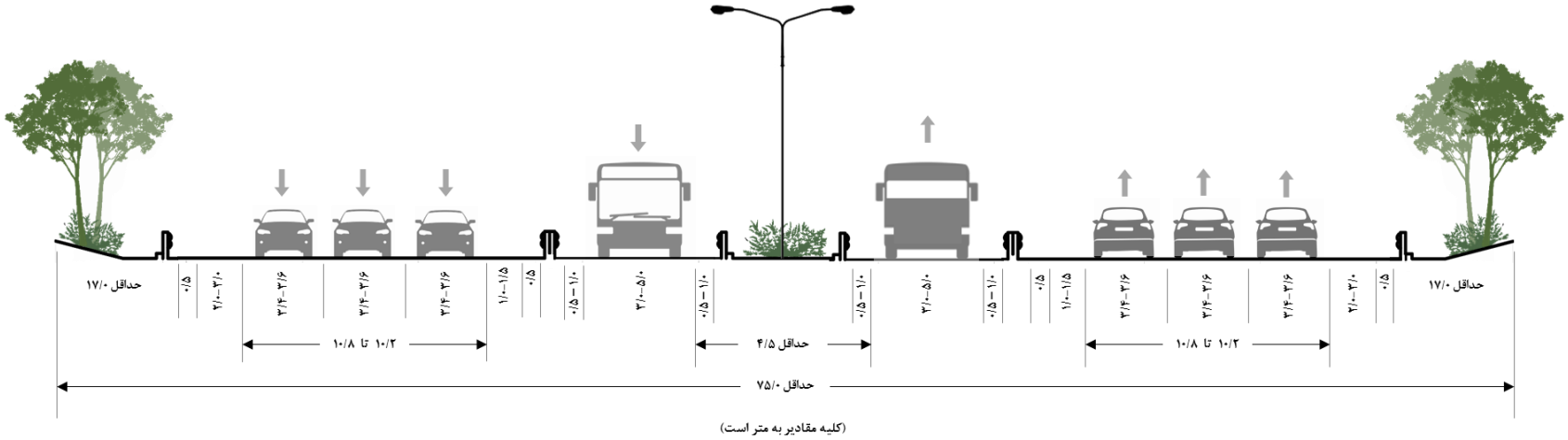
در نیمرخ‌های عرضی آزادراه‌های همسطح، باید به تخصیص بخشی از عرض به عنوان فضای سبز و پوشش گیاهی نیز توجه شود. پوشش گیاهی که غالباً در حاشیه آزادراه و در برخی مواقع در میانه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید متناسب با وضعیت آب‌وهوایی و اقلیمی شهر مورد نظر باشد.



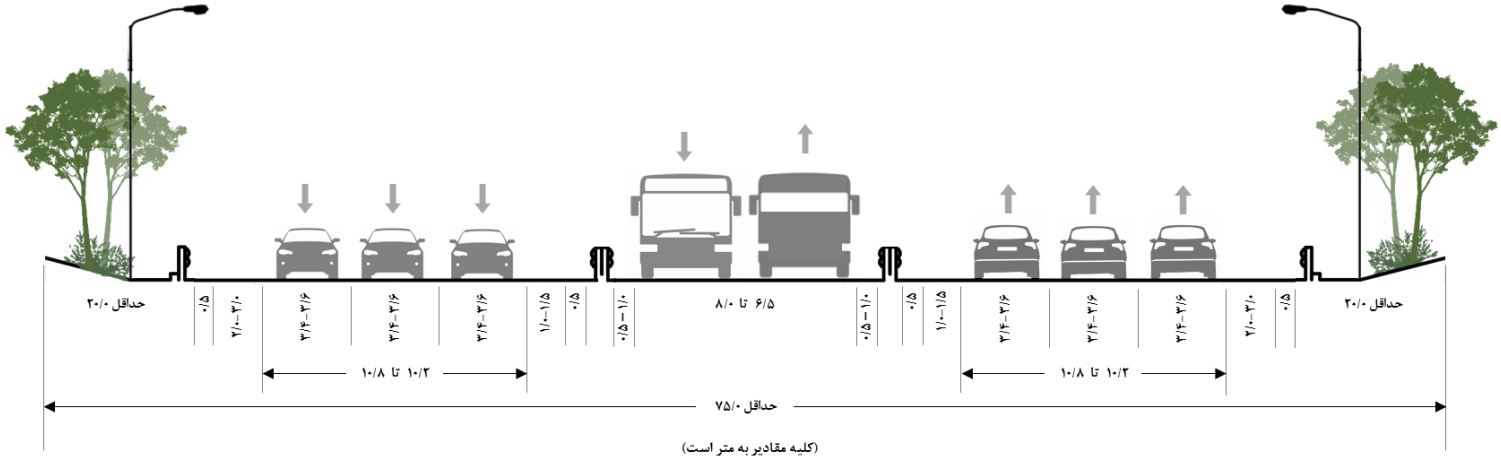
شکل ۳-۳– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون کندرو با میانه انعطاف‌پذیر



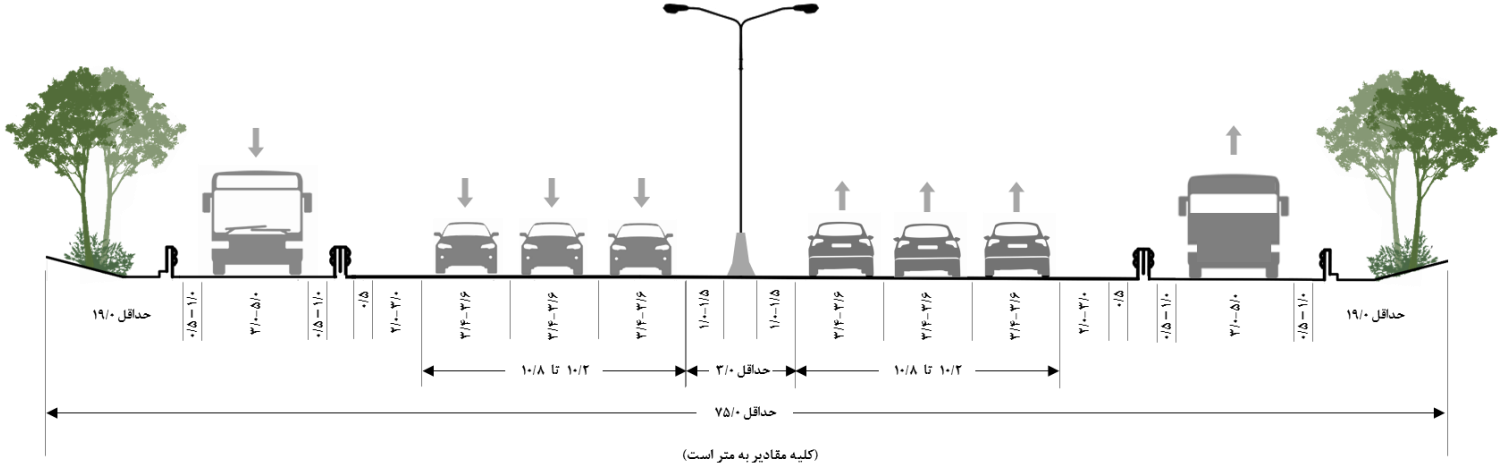
شکل ۳-۴– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای کندرو با میانه انعطاف‌پذیر



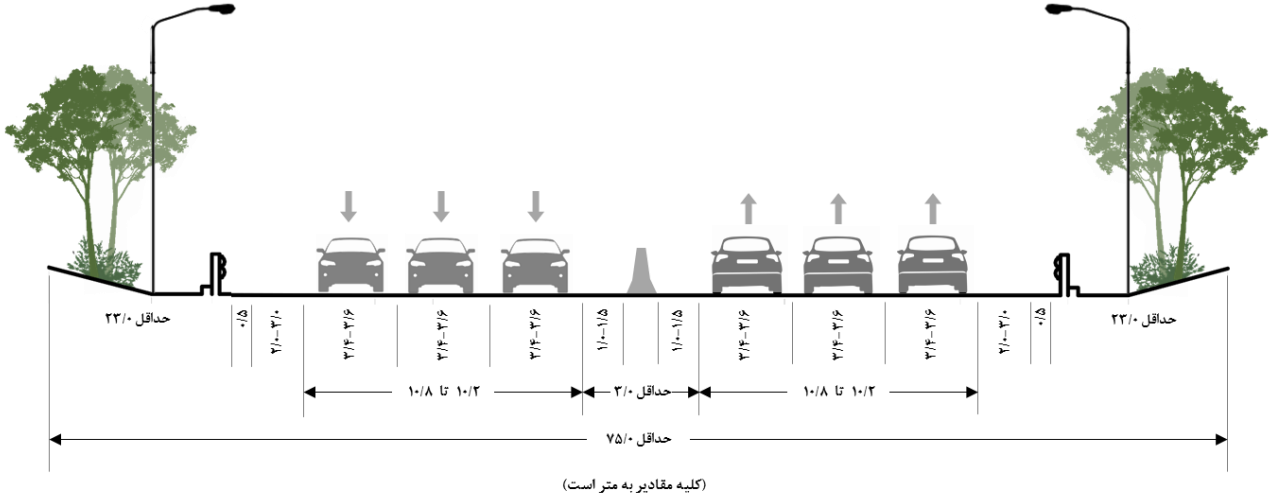
شکل ۳-۵– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه انعطاف‌پذیر با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی



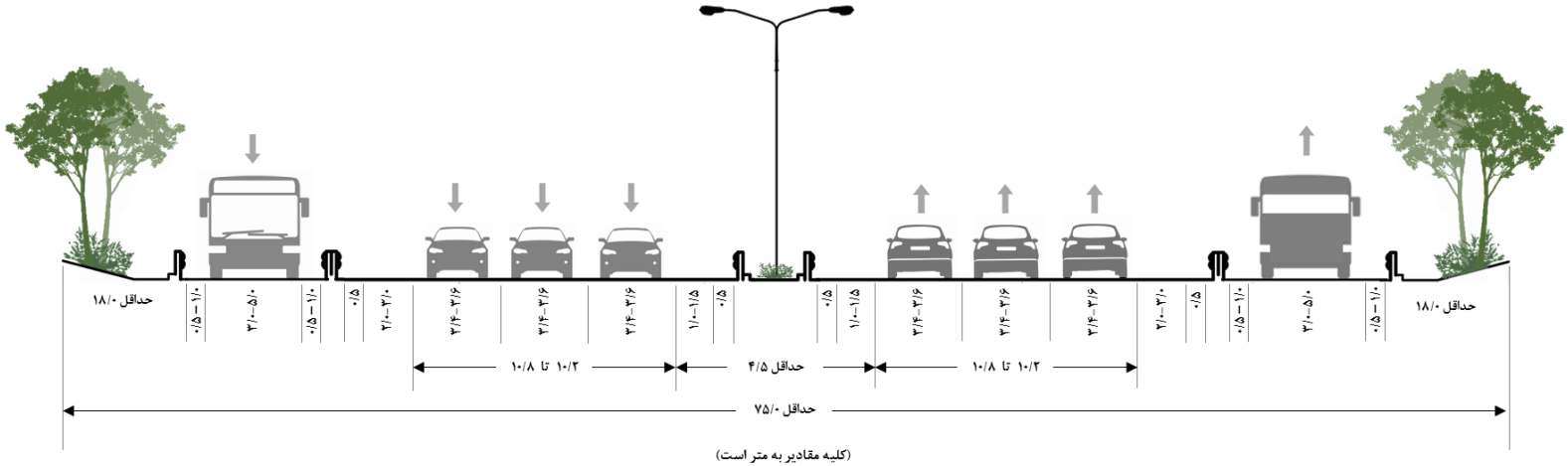
شکل ۳-۶– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون میانه با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی



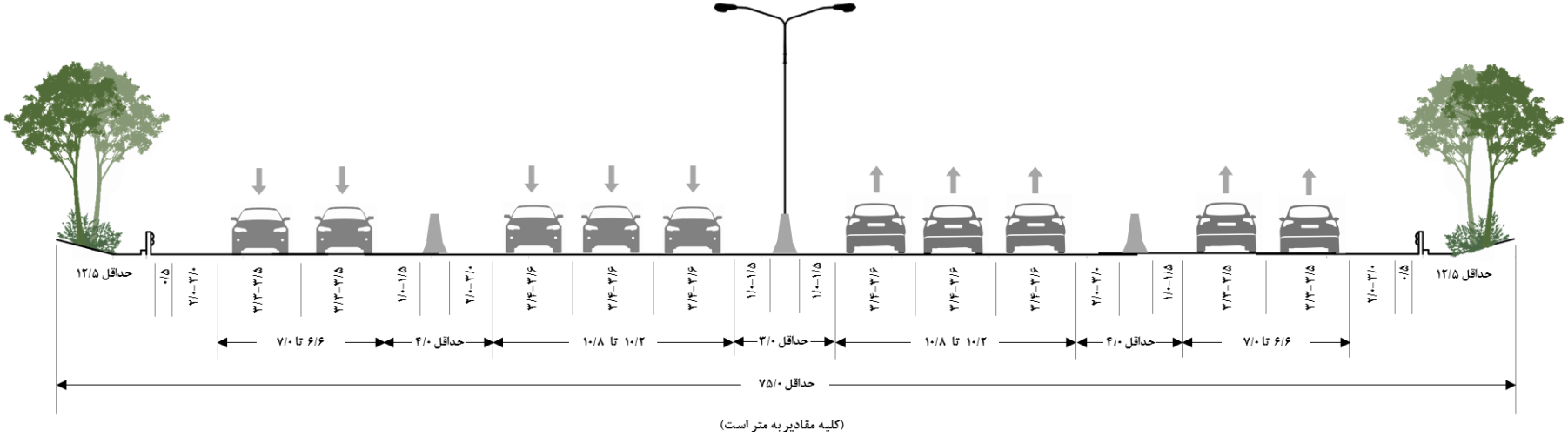
شکل ۳-۷– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه صلب با خط ویژه کناری برای سیستم همگانی



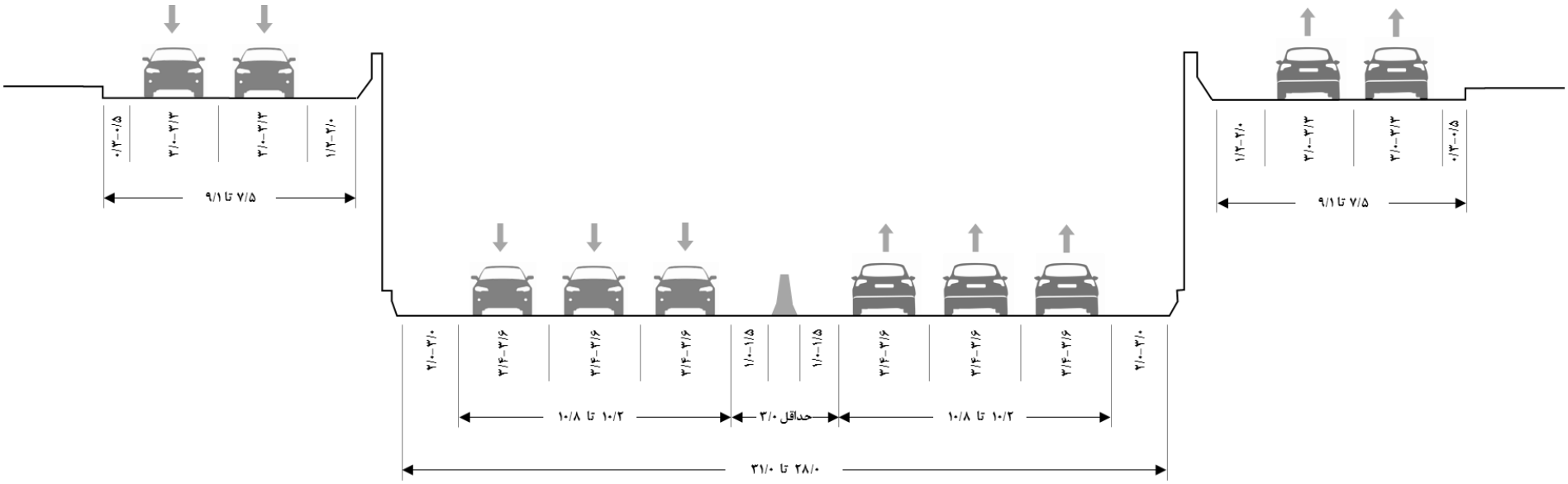
شکل ۳-۸– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بدون کندرو با میانه صلب



شکل ۳-۹– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای میانه انعطاف‌پذیر با خط ویژه کناری برای سیستم همگانی

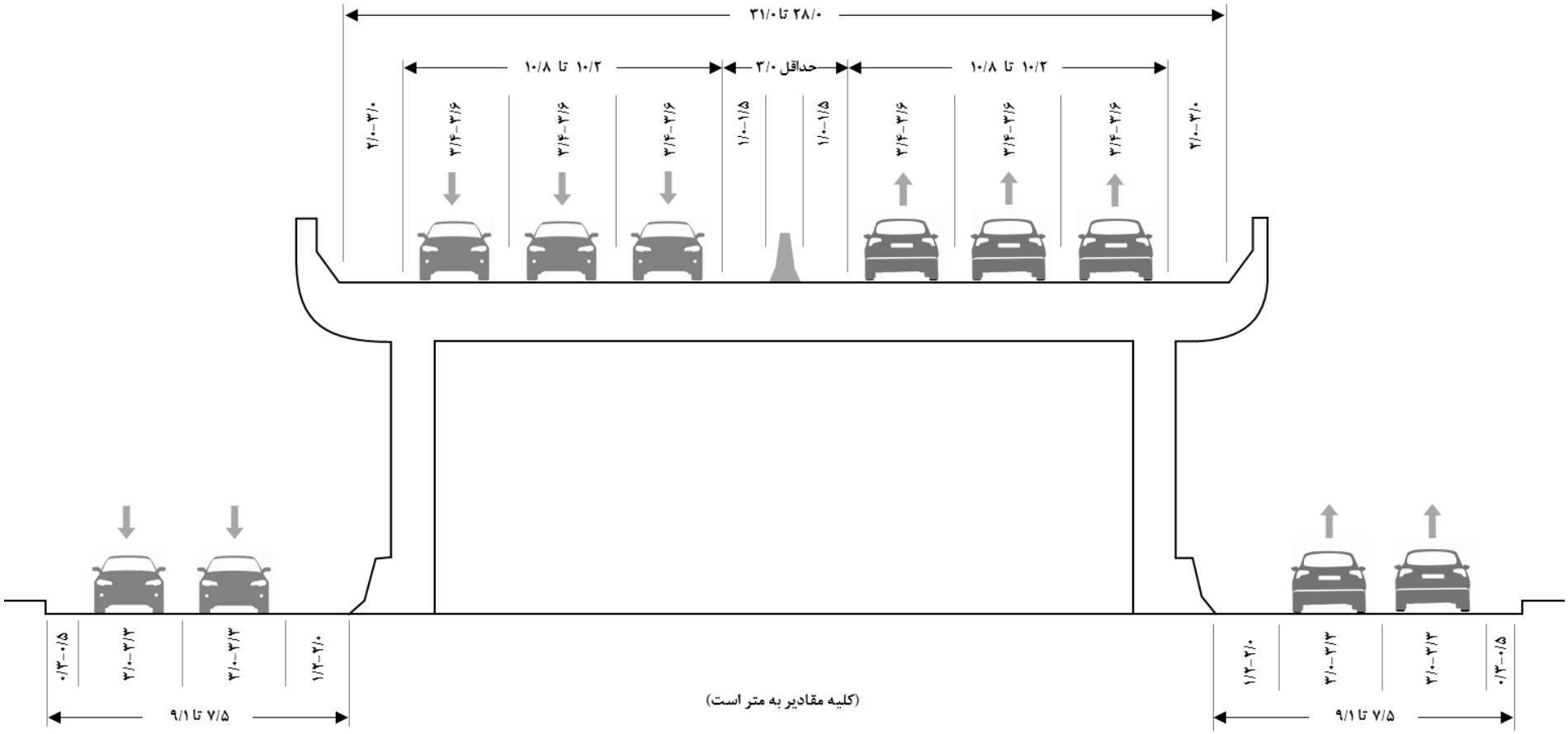


شکل ۳-۱۰– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه دارای کندرو با میانه و جداکننده صلب



(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۳-۱۱– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه پایین‌گذر



شکل ۳-۱۲– نمونه نیمرخ عرضی یک آزادراه بالاگذر

۴- بزرگراه شهری

مشابه آنچه در مورد آزادراه‌های شهری بیان شد، نقش اصلی بزرگراه‌های شهری نیز جابجایی است. امکان دسترسی مستقیم به کاربری‌ها از طریق این دسته از معابر وجود ندارد. در بزرگراه‌های شهری، بر خلاف خیابان‌های کامل شهری، پیاده‌ها نمی‌توانند به صورت همسطح از عرض معبر عبور کنند. توصیه می‌شود این دسته از معابر، به صورت پایین‌گذر (پایین‌تر از خیابان‌های شهری پیرامونی) ساخته شوند تا ارتباط عابران پیاده دو سوی این معابر، از طریق گذرهایی همسطح با پیاده‌روهای خیابان‌های پیرامونی انجام شود. در صورت فراهم نشدن این وضعیت، در نظر گرفتن زیرگذر یا روگذر مخصوص پیاده‌ها در بزرگراه‌ها، با فواصلی متناسب با کاربری‌ها و تقاضای تردد عرضی الزامی است.

مشخصات و کارکرد بزرگراه‌های شهری بسیار مشابه آزادراه‌های شهری است. تفاوت بارز بین این دو دسته از تندراه‌ها، سطح تداخل ایجاد شده به دلیل تردد وسایل نقلیه ورودی و خروجی معبر است. در آزادراه‌ها، سعی بر آن است که وسایل نقلیه عبوری در خطوط اصلی با حرکت‌های ورودی و خروجی از آزادراه، تداخل نداشته باشند، ولی در بزرگراه‌های شهری، تداخل در سطح محدود، مجاز بوده و وجود خواهد داشت. در بزرگراه‌های شهری لزوماً تمامی تقاطع‌ها از نوع غیر همسطح نیستند، بلکه با در نظر گرفتن حداقل فاصله ۳ کیلومتری، امکان ایجاد تقاطع‌های همسطح نیز وجود دارد. در بزرگراه‌های شهری حداقل فاصله بین دو اتصال متوالی و هم‌جهت ۲۵۰ متر بوده ولی به دلیل محدود کردن سطح تداخل جریان‌های اتصالی با ترافیک عبوری، در هر کیلومتر از طول بزرگراه حداکثر تعداد ۳ اتصال، مجاز و ممکن است.

۴-۱- سرعت

سرعت مجاز در بزرگراه‌های شهری برابر با ۶۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت است. سرعت طرح نیز باید همیشه حداقل ۱۰ کیلومتر بر ساعت بیشتر از سرعت مجاز باشد. از این رو، لازم است تا سرعت طرح برای بزرگراه‌های شهری برابر با ۷۰ تا ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت در نظر گرفته شود. با توجه به نوع تداخل ایجاد شده در جریان اصلی تردد، حدود سرعت در بازه یاد شده قابل تغییر است. هر چه فاصله بین اتصال‌ها به حدود مجاز تعیین شده، نزدیک شود، سرعت طرح و سرعت مجاز کاهش خواهد یافت.

۴-۲- حجم ترافیک طرح

حجم ترافیک، عامل مهمی در طراحی بزرگراه‌های شهری است. حجم ترافیک طرح برای بزرگراه‌های شهری، مشابه با آزادراه‌ها، بر اساس افق طرح ۲۰ ساله و مقادیر حجم‌های تردد قابل انتظاری که از تحلیل ظرفیت بزرگراه‌های شهری در یک سطح خدمت مشخص به دست آمده است، تعیین می‌شود.

۴-۳- سطح خدمت

در طراحی بزرگراه‌های شهری لازم است تا طراحان بالاترین سطح خدمت را در نظر بگیرند. زمانی که طراحی بزرگراه‌ها و سایر تسهیلات آن (مانند رابط‌ها، کندروها و جریان‌های تداخلی) برای سال طرح انجام می‌گیرد، می‌توان طراحی را بر اساس سطح خدمت C انجام داد ولی در توسعه‌های متراکم نواحی کلان‌شهری، استفاده از سطح خدمت D مناسب‌تر است. برای اطلاعات بیشتر به بند «تحلیل سطح خدمت» مراجعه شود.

۴-۴- شیب طولی

حداکثر شیب طولی توصیه شده برای بزرگراه‌های شهری بر اساس سرعت طرح و نوع پستی و بلندی زمین در جدول ۴-۱ ارائه شده است. به علت وجود جریان‌های منقطع و فواصل نزدیک‌تر اتصال‌ها در محور بزرگراه‌ها در مقایسه با آزادراه‌ها، بهتر است از حداکثر شیب طولی مربوط به نواحی هموار استفاده شود. در صورتی که به علت محدودیت‌های اجرایی، امکان رعایت حداکثر شیب طولی وجود نداشته باشد، در طول‌های محدود، مطابق با جدول ۴-۲، می‌توان از شیب‌های طولی تندتر نیز استفاده کرد.

جدول ۴-۱- حداکثر شیب طولی برای بزرگراه‌های شهری (بر حسب درصد)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۷۰	۴	۵	۶
۸۰	۴	۵	۶
۹۰	۴	۵	۶
۱۰۰	۳	۴	۶
۱۱۰	۳	۴	۵

جدول ۴-۲- حداکثر طول مجاز برای شیب‌های طولی تند بزرگراه در صورت وجود محدودیت‌های اجرایی (بر حسب متر)

شیب طولی (درصد)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۵	۴۵۰	-	-
۶	۳۵۰	۳۵۰	-
۷	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
۸	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰

۴-۵- شیب عرضی و بربلندی

شیب عرضی در مقاطع مربوط به بخش‌های مستقیم بزرگراه‌های شهری به منظور جمع‌آوری آب سطحی باید بین ۱/۵ تا ۲/۵ درصد باشد. حداکثر بربلندی برای حفظ ایمنی گردش در قوس‌های افقی بزرگراه‌های شهری نیز ۶ تا ۸ درصد در نظر گرفته می‌شود. در مواردی که احتمال ازدحام و حرکت وسایل نقلیه با سرعت کم در بزرگراه‌ها و رابط‌ها زیاد است، حداکثر میزان بربلندی برابر با ۶ درصد در نظر گرفته می‌شود.

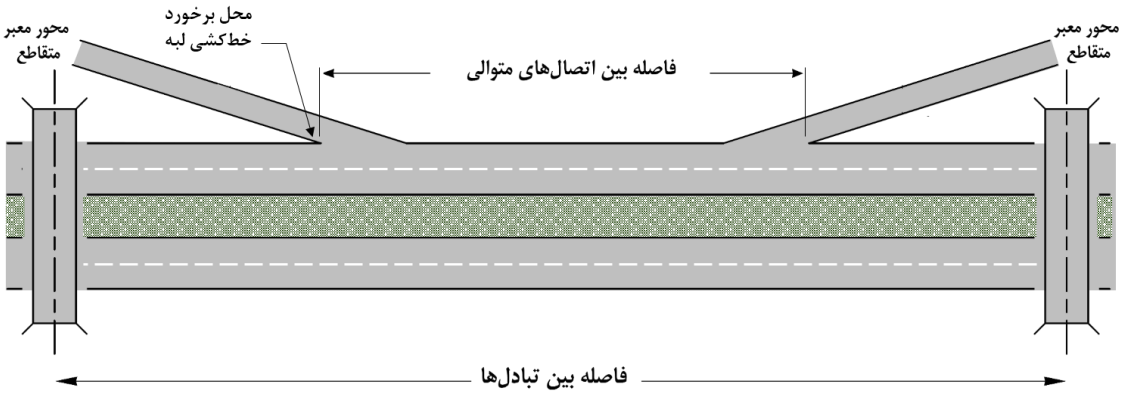
مقدار بربلندی برای بزرگراه‌هایی که به صورت همسطح و یا پایین‌گذر طراحی می‌شوند، با مقدار بربلندی برای بزرگراه‌های بالاگذر متفاوت است. در بخش‌هایی که به شکل پل (بالاگذر) طراحی شده‌اند و احتمال لغزندگی سطح روسازی بیشتر از سایر نقاط است، ضروری است تا مقدار کمتری برای بربلندی در نظر گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه بربلندی و شعاع قوس افقی به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

۴-۶- فاصله بین اتصال‌ها

به منظور حفظ پیوستگی جریان و کمتر شدن سطح تداخل در خطوط اصلی بزرگراه‌های شهری، فاصله بین مراکز دو تبادل متوالی حداقل برابر با ۱/۲ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود. در غیر این صورت، جریان ترافیک، روانی و پیوستگی خود را از دست می‌دهد. همچنین، به منظور حفظ یکپارچگی و ارتباط بافت شهری در دو طرف بزرگراه‌ها توصیه می‌شود که فاصله بین مرکز تبادل‌ها (یا هر نوع تلاقی با سایر معابر نظیر تقاطع همسطح یا پل‌های روگذر و زیرگذر بدون دسترسی) در امتداد یک بزرگراه شهری حداکثر برابر با ۲/۵ کیلومتر در نظر گرفته شود تا میزان حرکت‌های گردشی برای ارتباط دو طرف بزرگراه زیاد نشوند.

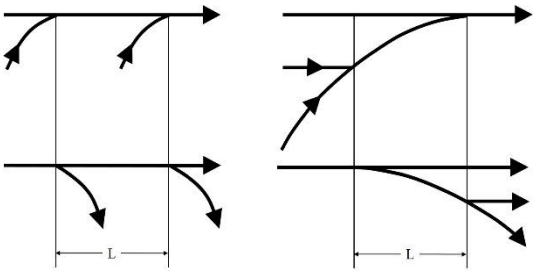
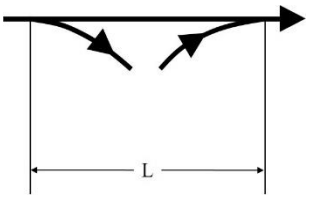
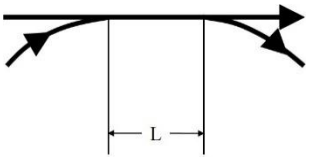
فاصله بین دو تبادل ممکن است از طریق فاصله بین رابط‌ها و اتصال‌ها نیز محدود شود. حداقل فاصله بین رابط‌ها و اتصال‌های مختلف که از محل تلاقی خط‌کشی‌های آنها سنجیده می‌شود، در جدول ۴-۳ ارائه شده است. مقادیر این جدول بر اساس تجربیات عملی از رفتار رانندگان، طول کافی برای تغییر خط و سرعت، فرصت مشاهده تابلوها و علائم و همچنین زمان مورد نیاز برای عکس‌العمل به دست آمده است. چنانچه در حالت‌های خاص، فاصله بین دو اتصال یا تبادل کمتر از مقادیر یاد شده باشد، باید از کندرو استفاده شود. به علاوه، مقادیر موجود در جدول ۴-۳، مربوط به دو تبادل و اتصال متفاوت و متوالی بوده و برای رابط‌های موجود در یک تبادل خاص نظیر شبدری کاربرد ندارند.

علاوه بر رعایت حداقل فاصله بین تبادل‌ها، رابط‌ها و اتصال‌ها، باید توجه شود که به منظور کاهش سطح تداخل در خطوط اصلی در هر کیلومتر از بزرگراه، حداکثر تعداد اتصال مجاز برابر با ۳ است (همه رابط‌های مربوط به یک تبادل مشخص، یک اتصال محسوب می‌شوند).



شکل ۴-۱– نحوه تعیین فاصله بین اتصال‌ها و تبادل‌ها در بزرگراه‌های شهری

جدول ۴-۳- حداقل فاصله بین اتصال‌ها در بزرگراه‌های شهری

حالت	تصویر	فاصله در بدنه **اصلی** (متر)	فاصله در **کندرو** (متر)
دو رابط ورودی یا دو رابط خروجی		۲۵۰	۲۰۰
رابط خروجی ـ رابط ورودی		۱۲۰	۱۰۰
رابط ورودی ـ رابط خروجی		۵۰۰	۴۰۰

۴-۷- تعداد خطوط عبور

بزرگراه‌های شهری باید دست کم دو سواره‌روی مجزا و در هر سواره‌رو حداقل ۲ خط عبور داشته باشند. حداکثر تعداد خطوط هر سواره‌رو برابر با ۴ خط تعیین شده و خطوط مازاد بر ۴ خط به صورت کندرو طراحی می‌شوند. تعداد خطوط اصلی بزرگراه، بر اساس حجم ترافیک ساعت اوج و ظرفیت طراحی هر خط تعیین می‌شود. این نکته حائز اهمیت است که کم و زیاد کردن تعداد خطوط اصلی در فواصل کوتاه مجاز نیست.

در طراحی خطوط اصلی، لازم است تا خطوط افزایش و کاهش سرعت در دماغه ورودی‌ها و خروجی‌ها در نظر گرفته شوند. همچنین در تقاطع‌های همسطح و چراغ‌دار در صورتی که حرکت گردش به راست یا گردش به چپ مجاز باشد، لازم است تا خط (و فاز) جداشده‌ای برای حرکت‌های گردشی تعیین شود.

در صورت نیاز به امدادرسانی هوایی در شرایط بحران، لازم است تا فضای کافی برای فرود بالگردهای امدادرسان پیش‌بینی شود.

۴-۸- عرض خطوط اصلی

عرض مطلوب برای خطوط اصلی بزرگراه، برابر با ۳/۴ متر، عرض حداقلی، برابر با ۳/۳ متر و حداکثر عرض برابر با ۳/۵ متر در نظر گرفته می‌شود. در بزرگراهی که سرعت طرح آن کمتر از ۹۰ کیلومتر بر ساعت است، عرض مطلوب خط عبور برابر با ۳/۳ متر خواهد بود.

۴-۹- عرض خطوط کمکی

عرض خط‌های کمکی در بزرگراه، بهتر است برابر با عرض خطوط اصلی در نظر گرفته شود و کاهش عرض خطوط کمکی توصیه نمی‌شود. در صورتی که محدودیت‌های تأمین پوسته ایجاب کند، می‌توان عرض خط کمکی را تا ۰/۲ متر کمتر از عرض خطوط اصلی بزرگراه در نظر گرفت.

۴-۱۰- عرض و شیب عرضی شانه

در بزرگراه‌های شهری، بهتر است یک محدوده روسازی شده به عنوان شانه در هر دو طرف، پیش‌بینی شود و لبه داخلی آن با خط سفید ممتد قابل تشخیص باشد. روسازی شانه باید در مقابل تغییرات جوی مقاوم بوده و بهتر است که از مصالح مناسب (به عنوان مثال آسفالت سطحی) برای آن استفاده شود. بافت و ظاهر روسازی شانه باید متفاوت از روسازی سواره‌رو (آسفالت بتنی) باشد. شیب عرضی شانه با توجه به نوع روسازی، نحوه تخلیه آب‌های سطحی و اقلیم منطقه در حدود ۲ تا ۶ درصد و معمولاً حداقل ۱ درصد بیشتر از خط عبور مجاور در نظر گرفته می‌شود. البته باید توجه شود که تفاوت جبری شیب عرضی شانه و خط عبور مجاور نباید از ۸ درصد بیشتر شود. عرض شانه راست بزرگراه برابر با ۱/۰ تا ۲/۰ متر و عرض شانه چپ برابر با ۰/۵ تا ۱/۰ متر در نظر گرفته می‌شود. در قسمت‌های پایین‌گذر و بالاگذر، عرض شانه سمت راست برابر با ۲/۰ تا ۳/۰ متر در نظر گرفته می‌شود. همچنین در صورت وجود ستون، تابلو و چراغ روشنایی، بهتر است فاصله دیواره تا سواره‌رو ۰/۵ متر بیشتر از عرض شانه در نظر گرفته شود. بهتر است با افزایش تعداد خطوط عبور، عرض شانه‌ها نیز افزایش یابد. شانه راست در بزرگراه‌ها نباید به گونه‌ای طراحی شود که به عنوان خط عبور یا محل توقف وسایل نقلیه استفاده شود. در خیابان‌های دسترسی موجود در حاشیه بزرگراه‌های پایین‌گذر و بالاگذر، عرض شانه سمت چپ باید برابر با ۱/۲ تا ۲/۰ متر بین دیواره و سواره‌رو در نظر گرفته شود.

۴-۱۱- عرض میانه

به منظور جدا کردن حرکت‌های ترافیکی در جهات مخالف (رفت و برگشت معابر) از میانه استفاده می‌شود. میانه فاصله بین خطوط ممتد لبه سمت چپ سواره‌روهای دو جهت معبر است و شامل دو شانه سمت چپ نیز می‌شود. عرض میانه بهتر است به اندازه‌ای باشد که علاوه بر تفکیک ایمن دو جریان ترافیک، به منظور توسعه‌های آتی بزرگراه نیز مورد استفاده قرار گیرد.

عرض مناسب میانه در بزرگراه‌های شهری به نوع حفاظ طولی و میزان تغییر شکل آن، موانع فیزیکی موجود در میانه و فواصل ایمن مورد نیاز بستگی دارد. حداقل عرض میانه‌های بدون حفاظ طولی برابر با ۹/۰ متر، دارای حفاظ طولی صلب برابر با ۲/۰ متر، نیمه صلب برابر با ۳/۰ متر و میانه‌های دارای حفاظ طولی انعطاف‌پذیر برابر با ۳/۵ متر است. در صورت وجود تجهیزات ترافیکی و پایه پل در میانه، لازم است تا عرض و فواصل ایمن مورد نیاز آن در طراحی میانه در نظر گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» و بخش دوازدهم آیین‌نامه، «تجهیزات ایمنی» مراجعه شود.

بهتر است عرض میانه در تقاطع‌های همسطح و چراغ‌دار در بزرگراه‌ها محدود شود، به شرط آن که حرکت گردش به چپ (در شرایط موجود و آتی) دچار اخلال نشود. در تقاطع‌هایی که تقاضای حرکت چپگرد قابل توجه است، ایجاد خط گردش به چپ و فازبندی مجزا به منظور افزایش ظرفیت و ایمنی الزامی است.

۴-۱۲- عرض پوسته

عرض پوسته، برابر با مجموع اجزای نیمرخ عرضی بزرگراه (خطوط اصلی، جداکننده‌ها و میانه، خطوط کمکی، حاشیه‌ها، خطوط کندرو، تسهیلات جمع‌آوری آب سطحی و دیوارهای حائل) است. عرض پوسته بزرگراه باید بر اساس ابعاد مطلوب و اجرایی هر کدام از این اجزا تعیین شود. حداقل عرض مورد نیاز برای یک پوسته بزرگراهی برابر با ۴۵ متر در نظر گرفته می‌شود (مگر در قسمت‌های پایین‌گذر و بالاگذر). برای اطلاعات بیشتر در زمینه ابعاد اجزای نیمرخ عرضی بزرگراه به بند «نیمرخ‌های عرضی نمونه» در همین جلد مراجعه شود.

۴-۱۳- جدول‌ها

استفاده از جدول برای حاشیه بزرگراه‌های شهری توصیه می‌شود. جدول‌ها نباید از لبه شانه به خطوط عبور نزدیک‌تر بوده و همچنین نباید به آسانی قابل عبور باشند. یکی از موارد خاص برای اجرای جدول در حاشیه بزرگراه‌های شهری، هدایت آب‌های سطحی حاصل از بارش است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه جزئیات هندسی جدول به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود.

۴-۱۴- ارتفاع آزاد

سازه‌های جدید یا بازسازی شده بر روی بزرگراه‌های شهری باید حداقل ۵/۰ متر ارتفاع آزاد در تمامی عرض مسیر، شامل خطوط کمکی و عرض مفید شانه داشته باشند. در توسعه‌های متراکم نواحی کلان‌شهری، در صورتی که مسیر جایگزینی با ارتفاع آزاد حداقل ۵/۰ متری وجود داشته باشد، به منظور مقرون به صرفه بودن اجرای تسهیلات بزرگراهی، می‌توان حداقل ارتفاع آزاد را برابر با ۴/۵ متر در نظر گرفت.

به دلیل مقاومت کمتر خرپاهای نگهدارنده تابلوها و پل‌های عابر پیاده، باید ارتفاع آزاد بیشتری برای آنها در نظر گرفته شود (حدود ۰/۵ متر). به طور مشابه، فاصله عمودی بین کف تا سقف پل‌های خرپایی باید بیشتر از سایر سازه‌ها بوده و امکان روسازی‌های آتی پل در نظر گرفته شده باشد.

در بزرگراه‌های پایین‌گذر، لازم است علاوه بر ارتفاع آزاد، ضخامت سازه‌ها و امکان تجدید روسازی در آینده نیز در نظر گرفته شود.

۴-۱۵- طراحی حاشیه بزرگراه

در طراحی بزرگراه‌های شهری همسطح، لازم است تا عرض کافی برای ناحیه عاری از مانع در نظر گرفته شود. این عرض بر اساس سرعت عملکردی، حجم ترافیک و شیب عرضی تعیین می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه عرض ناحیه عاری از مانع به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود. در صورتی که به علت کمبود عرض، تأمین ناحیه عاری از مانع، امکان‌پذیر نباشد، استفاده از حفاظ‌های طولی مناسب و رعایت فاصله جانبی ایمن (حداقل ۰/۵ متر)، الزامی است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه انواع حفاظ‌های طولی و نحوه انتخاب آنها به بخش دوازدهم آیین‌نامه، «تجهیزات ایمنی» مراجعه شود.

در قسمت‌های پایین‌گذر بزرگراه‌ها که دسترسی محدودتری دارند، لازم است تا دیواره‌ها و ستون‌ها، خارج از شانه و در فاصله حداقل ۰/۵ متری از لبه بیرونی آن قرار گیرند.

باید توجه داشت که موانع موجود در حاشیه بزرگراه باید در روز و شب به خوبی توسط رانندگان، قابل رؤیت و شناسایی باشند.

در بزرگراه‌های بالاگذر، باید فاصله ۴/۵ تا ۶/۰ متری بین ساختمان‌های اطراف و سازه بزرگراه در نظر گرفته شود تا فضای کافی برای تأمین فاصله دید، فعالیت‌های مربوط به نگهداری و ایمنی ساختمان‌ها و سازه وجود داشته باشد.

۴-۱۶- جمع‌بندی مشخصات بزرگراه شهری

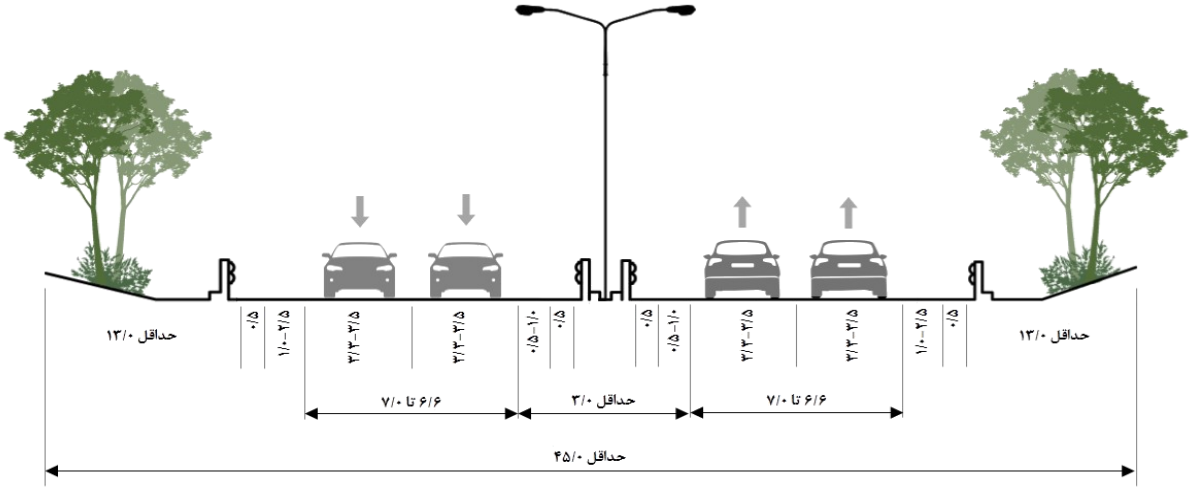
در این بخش مشخصات هندسی و عملکردی بزرگراه‌های شهری ارائه شد. خلاصه‌ای از این مشخصات در جدول ۴-۴ آورده شده است.

جدول ۴-۴– خلاصه مشخصات بزرگراه شهری

مشخصه	توضیحات
عرض پوسته	حداقل ۴۵ متر
تعداد خطوط عبور	حداقل ۲ خط در هر جهت
عرض خطوط عبور	۳/۳ تا ۳/۵ متر
ایجاد کندرو	مجاز
عرض میانه	بدون حفاظ طولی: حداقل ۹/۰ متر دارای حفاظ طولی صلب: حداقل ۲/۰ متر دارای حفاظ طولی نیمه صلب: حداقل ۳/۰ متر دارای حفاظ طولی انعطاف‌پذیر: حداقل ۳/۵ متر
عرض شانه	ـ شانه راست: ۱/۰ تا ۲/۰ متر ـ شانه چپ: ۰/۵ تا ۱/۰ متر
شیب طولی	حداکثر ۳ تا ۶ درصد
شیب عرضی	۱/۵ تا ۲/۵ درصد
بربلندی	حداکثر ۸ درصد
ارتفاع آزاد	حداقل ۵ متر
سرعت مجاز	۶۰ تا ۹۰ کیلومتر بر ساعت
سرعت طرح	۷۰ تا ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت
فاصله تقاطع‌های همسطح	حداقل ۳ کیلومتر و به صورت چراغ‌دار
فاصله تلاقی با سایر معابر	حداقل ۱/۲ و حداکثر ۲/۵ کیلومتر
فاصله اتصال‌های هم‌جهت	حداقل ۲۵۰ متر
طول قطعه تداخلی	حداقل ۵۰۰ متر
چگالی اتصال‌ها	حداکثر ۳ اتصال در هر کیلومتر
دسترسی مستقیم به کاربری	غیر مجاز
پارک حاشیه‌ای	غیر مجاز
تردد مختلط موتورسیکلت با سایر وسایل نقلیه	غیر مجاز
تردد مختلط دوچرخه با سایر وسایل نقلیه	غیر مجاز
تردد وسایل نقلیه همگانی	مجاز
تردد وسایل نقلیه سنگین	مجاز

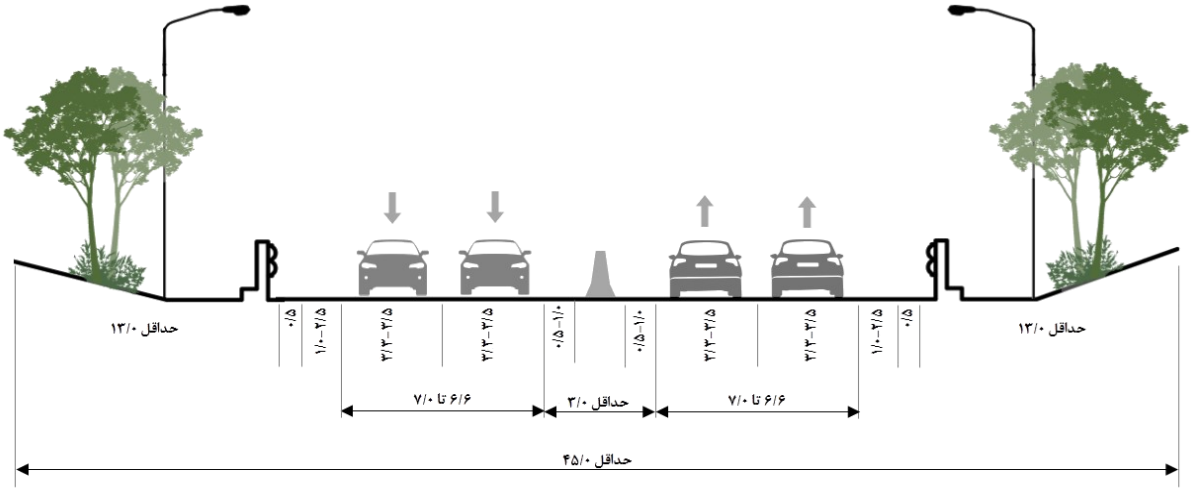
۴-۱۷- نیمرخ‌های عرضی نمونه

به طور کلی انتخاب اجزای نیمرخ‌های عرضی در بزرگراه‌های شهری به دلیل محدودیت دسترسی برای شیوه‌های حمل‌ونقل غیر موتوری و همچنین وجود محدودیت برای دسترسی به کاربری‌های اطراف، از پیچیدگی زیادی برخوردار نیست. با توجه به مقادیر ارائه شده در بندهای گذشته، حداقل عرض پوسته در بزرگراه‌های شهری همسطح برابر با ۴۵ متر است. در شکل ۴-۲ تا شکل ۴-۹، نمونه‌هایی از نیمرخ عرضی بزرگراه‌های شهری ارائه شده است.



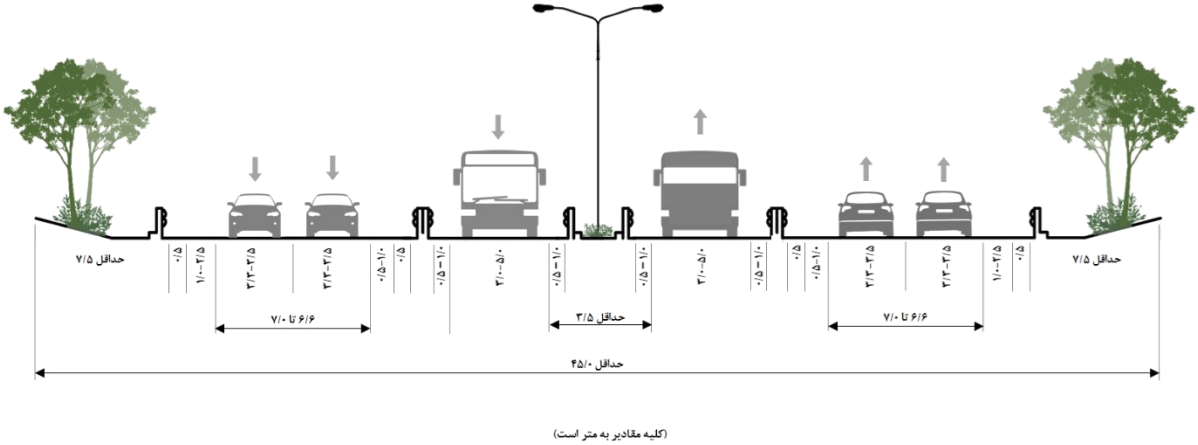
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۲- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر



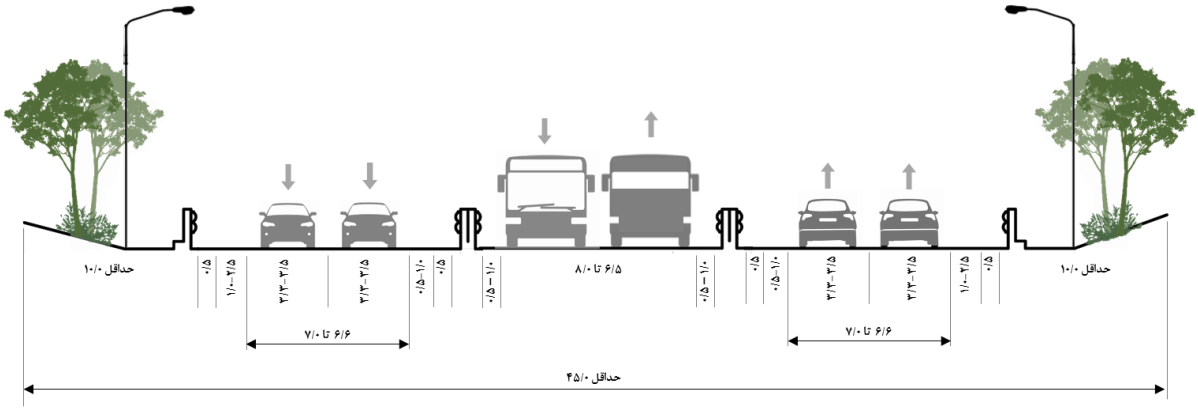
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۳- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه صلب



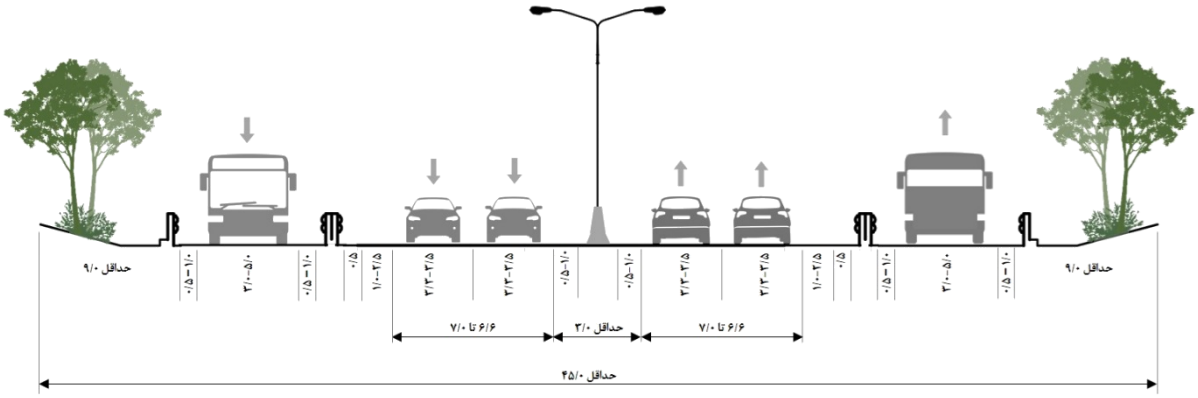
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۴- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر و خط ویژه میانی برای سیستم همگانی



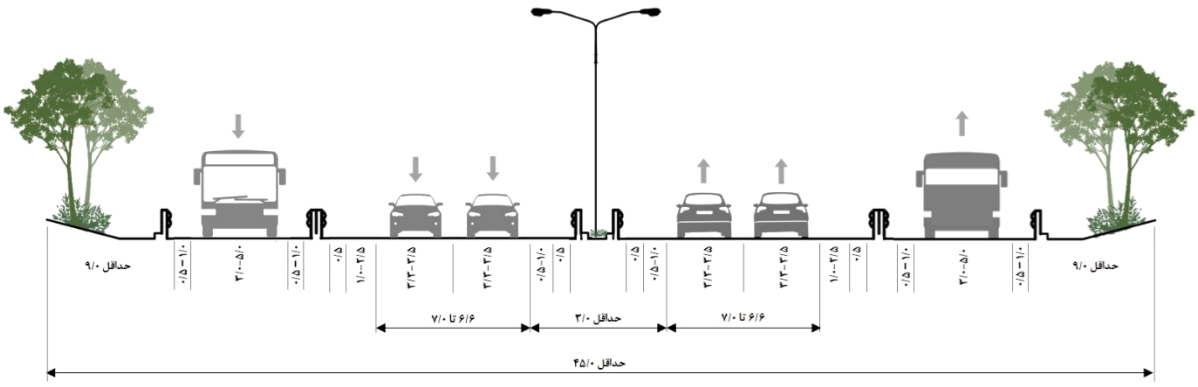
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۵- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با خط ویژه میانی برای سیستم همگانی



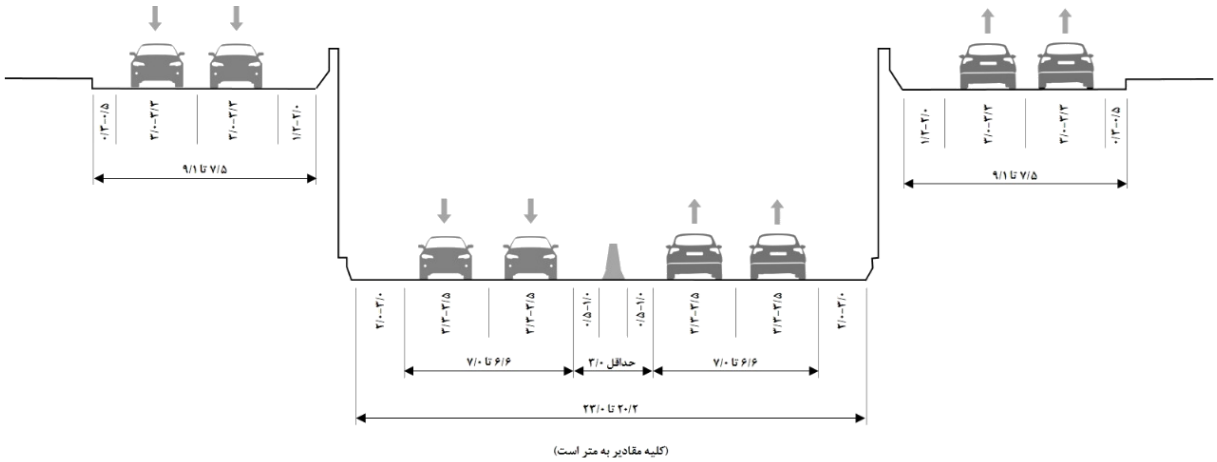
(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۶- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه صلب و خط ویژه کناری برای سیستم همگانی

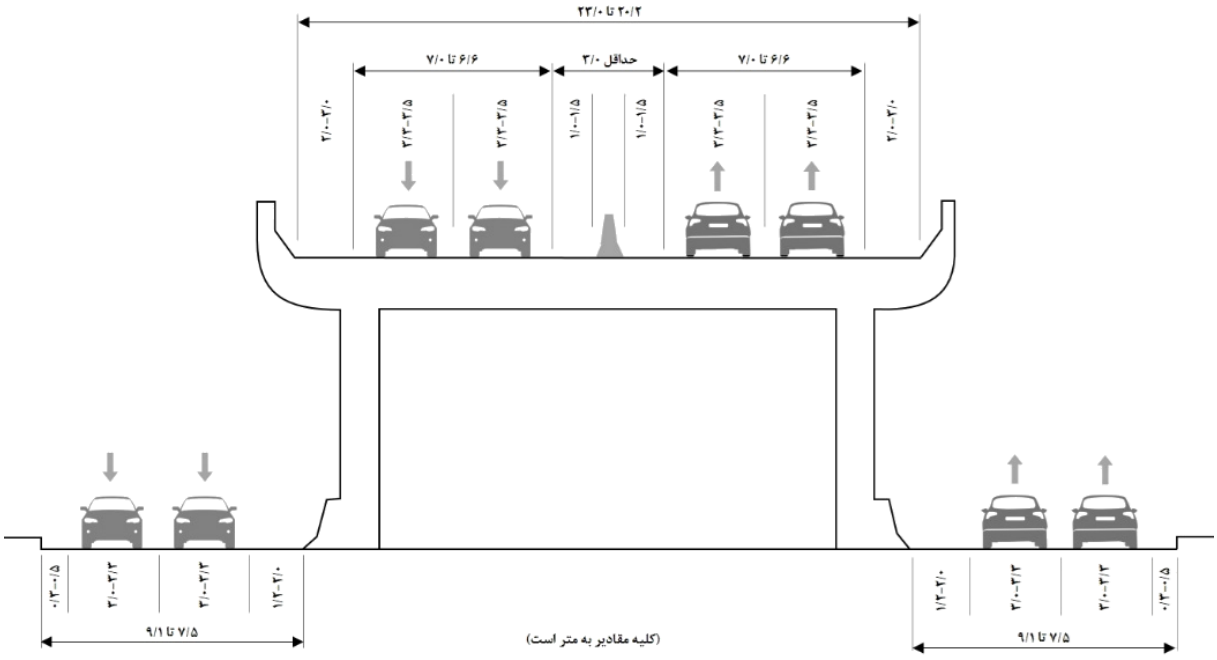


(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۴-۷- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری با میانه انعطاف‌پذیر و خط ویژه کناری برای سیستم همگانی



شکل ۴-۸- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری پایین‌گذر



شکل ۴-۹- نمونه نیمرخ عرضی یک بزرگراه شهری بالاگذر

۵- تبادل‌ها

۵-۱- تعریف‌ها

رابط (رمپ): یک معبر یک‌طرفه که دو معبر متقاطع را به هم متصل می‌کند.

رابط ورودی: رابطی که ترافیک آن به معبر مورد نظر وارد می‌شود.

رابط خروجی: رابطی که ترافیک آن از معبر مورد نظر خارج می‌شود.

رابط راستگرد: رابطی که امکان حرکت‌های راستگرد را فراهم می‌کند.

رابط گردراهه (لوپ): رابط یک‌خطه‌ای که امکان حرکت‌های چپگرد را با شعاع، سرعت و ظرفیت کم فراهم می‌کند.

رابط جهتی: رابطی که امکان حرکت‌های چپگرد را با شعاع، سرعت و ظرفیت بالا فراهم می‌کند.

دماغه فیزیکی: محدوده تلاقی لبه شانه راست سواره‌روی معبر اصلی و لبه شانه چپ سواره‌روی رابط.

خط کمکی: نوعی خط عبور وسایل نقلیه موتوری که به طور موضعی و کوتاه به خطوط اصلی اضافه می‌شود.

خط تغییر سرعت: خطی که به منظور ایجاد فرصت برای افزایش یا کاهش سرعت وسایل نقلیه به هنگام ورود به خطوط اصلی یا خروج از آن در نظر گرفته می‌شود.

خط سربالایی: خط کمکی اضافه شده به منظور سبقت سایر وسایل نقلیه از وسایل نقلیه سنگینی که سرعتشان به علت حرکت در سربالایی کاهش یافته است.

خط کندرو: نوعی خط عبور وسایل نقلیه موتوری که به منظور افزایش ظرفیت و اتصال به خیابان‌های شهری و رابط‌ها به خطوط اصلی اضافه می‌شود.

لچکی: قسمتی از معبر که در طول آن، عرض سواره‌رو تغییر می‌کند.

تقاطع: محل برخورد همسطح دو یا چند معبر.

تبادل: محل برخورد غیر همسطح دو یا چند معبر به همراه حداقل یک رابط.

تبادل جهتی: تبادلی که تمامی حرکت‌های گردش به چپ آن توسط رابط‌های جهتی صورت می‌گیرد.

تبادل شبدری: تبادلی که تمامی حرکت‌های گردش به چپ آن توسط رابط‌های گردراهه صورت می‌گیرد.

تبادل لوزی شکل: تبادلی متشکل از چهار رابط راستگرد در چهار گوشه و دو تقاطع در محل تلاقی رابط‌ها.

تبادل تک‌نقطه‌ای: فرم اصلاح شده تبادل لوزی شکل با یک تقاطع در محل تلاقی رابط‌ها.

۵-۲- انواع الگوهای تبادل

هدف اصلی طراحی تبادل‌های شهری، کاهش تداخل وسایل نقلیه و به حداقل رساندن حرکت‌های گردشی متقاطع در تقاطع‌های تندراه‌های شهری است. طراحی تبادل بیشتر در محل تلاقی تندراه‌های شهری و گاهی در نقاطی که کنترل ترافیک به کمک تقاطع‌های همسطح امکان‌پذیر نباشد، پیشنهاد می‌شود. تبادل‌ها (تقاطع‌های غیر همسطح) با اهداف زیر احداث می‌شوند:

- کنترل اتصال‌های تندراه‌ها
- اصلاح گلوگاه‌های ترافیکی
- اصلاح نقاط حادثه خیز، پر تصادف و ناایمن
- کاهش هزینه‌های ناشی از تأخیر در تقاطع‌های پر تراکم
- استفاده از شرایط توپوگرافی زمین
- ایجاد اولویت برای وسایل نقلیه همگانی، پیاده و دوچرخه

اگر چه احداث تبادل، راهکار مناسبی برای حل مشکلات یک تقاطع همسطح است، اما به دلیل بالا بودن هزینه‌ها، ایجاد اولویت برای سواری شخصی و بروز مشکل برای عابران پیاده، دوچرخه‌سواران و مسافران سیستم‌های همگانی، استفاده از آن محدود به مواقعی خواهد بود که صرف هزینه برای غیر همسطح سازی تقاطع، توجیه فنی، اقتصادی و اجتماعی داشته باشد. بنابراین انجام مطالعه توجیهی برای احداث کلیه تقاطع‌های غیر همسطح الزامی است.

تبادل‌ها معمولاً به منظور بهبود گلوگاه‌های ترافیکی، ارتقای سطح ایمنی، کاهش تأخیر و افزایش ظرفیت احداث می‌شوند. در طراحی تبادل‌ها تمامی خروجی‌ها و ورودی‌ها از سمت راست متصل می‌شوند.

به طور کلی در مواردی که نقش اصلی یک معبر، انتقال سریع جریان ترافیک باشد، اتصال خیابان‌های محلی، محدود و کنترل شده است. با توجه به این که انتقال سریع جریان ترافیک در طراحی تبادل‌ها مورد توجه است، تأمین سایر اتصال‌ها در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در تبادل‌هایی که در محل تقاطع دو تندراه قرار دارند، نباید برای اتصال خیابان‌های محلی رابطی در نظر گرفت. در مواردی که امکان تأمین اتصال خیابان محلی خارج از محدوده تبادل وجود نداشته باشد، طراحی تبادل جداگانه‌ای برای تأمین آن اتصال ضروری است.

هر یک از الگوهای ارائه شده در این بخش می‌توانند با توجه به شرایط خاص موقعیت مورد نظر، اصلاح شده و یا با الگوهای دیگر ترکیب شوند. پس از مطالعه اجزای مسئله، برای هر یک از اجزا گزینه‌های مختلفی در نظر گرفته می‌شود. سپس از ترکیب اجزای مورد قبول، چند گزینه کلی ایجاد شده و با توجه به معیارهای مختلف فنی، اقتصادی و زیست محیطی ارزیابی می‌شوند. برای انتخاب الگوی نهایی تبادل، عوامل زیر باید در نظر گرفته شود:

- طبقه‌بندی و نوع معابر متقاطع
- تعداد و موقعیت نسبی معابر متقاطع (زاویه، قوس و ارتفاع)
- پیش‌بینی تقاضای تردد به تفکیک حرکت‌های گردشی
- پیش‌بینی توسعه‌های آتی در محدوده مورد مطالعه
- شرایط مکانی و موقعیت جغرافیایی تقاطع
- ویژگی‌های توپوگرافی زمین
- وضعیت کاربری‌های اطراف
- مشکلات اجرایی
- هزینه ساخت
- وضعیت تأسیسات زیربنایی در محدوده تقاطع

انواع الگوهای تبادل از نظر تعداد معابر متقاطع، دارای دو نوع سه‌راه و چهارراه بوده و تبادل‌های سه‌راه بر اساس زاویه برخورد معابر و شکل تبادل، دارای دو نوع کلی سپری (T شکل) و قیفی (Y شکل) هستند. تبادل‌های سه‌راه سپری شکل می‌توانند به صورت شیپوری، شبدری یا جهتی طراحی شوند. الگوهای متداولی که غالباً در طراحی تبادل‌های چهارراه مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز عبارتند از: تبادل جهتی، تبادل شبدری، تبادل لوزی شکل و تبادل تک‌نقطه‌ای.

طرح تبادل‌های سه‌راه و چهارراه، منحصر به الگوهای کلی ذکر شده نیست. در هر مورد، متناسب با شرایط خاص موجود، ترکیب‌های مختلفی از حالت‌ها و الگوها بررسی شده و بهترین گزینه انتخاب می‌شود.

۵-۲-۱- سه‌راه سپری شکل شیپوری

جهت قرار گیری شکل شیپور در تبادل سپری شکل شیپوری به میزان نسبی حجم ترافیک گردش به چپ وابسته است. بدیهی است، حرکتی که تقاضای تردد و اولویت بالاتری دارد، بهتر است ارتباط سریع‌تر و پر ظرفیت‌تری داشته باشد. در شرایطی که به دلیل محدودیت فضا، استفاده از قوس‌های افقی تند برای رابط گردراهه اجتناب ناپذیر باشد، تأمین لچکی‌های لازم و تعریض مسیر در فاصله مناسبی قبل از رسیدن به محل گردش، مفید و مؤثر است.

شکل ۵-۱- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل شیپوری (تهران)

۵-۲-۲- سه‌راه سپری شکل شبدری

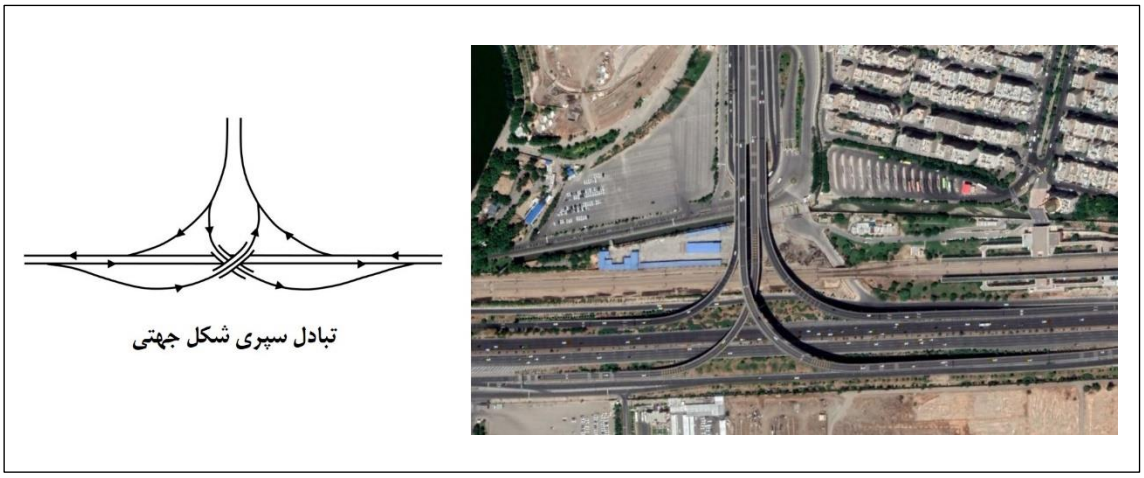
تبادل سپری شکل شبدری، در مقایسه با حالت‌های دیگر تبادل‌های سپری شکل، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا این حالت سبب ایجاد جریان‌های تداخلی در حد فاصل رابط‌های گردراهه ورودی و خروجی می‌شود. البته استفاده از خطوط کندرو در این فاصله تا حدودی از این مشکل می‌کاهد. این الگوی تبادل معمولاً در شرایطی مناسب است که امکان تبدیل سه‌راه به چهارراه در آینده وجود داشته و حجم گردش به چپ، قابل توجه نباشد.

شکل ۵-۲- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل شبدری (تهران)

۵-۲-۳- سه‌راه سپری شکل جهتی

در الگوی تبادل سپری شکل جهتی، همه حرکت‌های گردشی از طریق رابط‌های جهتی انجام می‌شوند. استفاده از این الگو در شرایطی توصیه می‌شود که معبر متقاطع دارای حجم ترافیک قابل توجه بوده و لازم باشد جریان ترافیک تندراه، با حداقل انحراف و تداخل هدایت شود. چنین الگویی مستلزم استفاده از چند سازه برای جداسازی حرکت‌های مختلف است. سازه‌های مختص حرکت‌های گردشی مختلف می‌توانند در نقاط متفاوت یا در یک نقطه خاص از روی یکدیگر عبور کنند و این موضوع باعث به وجود آمدن حالت‌های مختلف در الگوی تبادل خواهد شد.

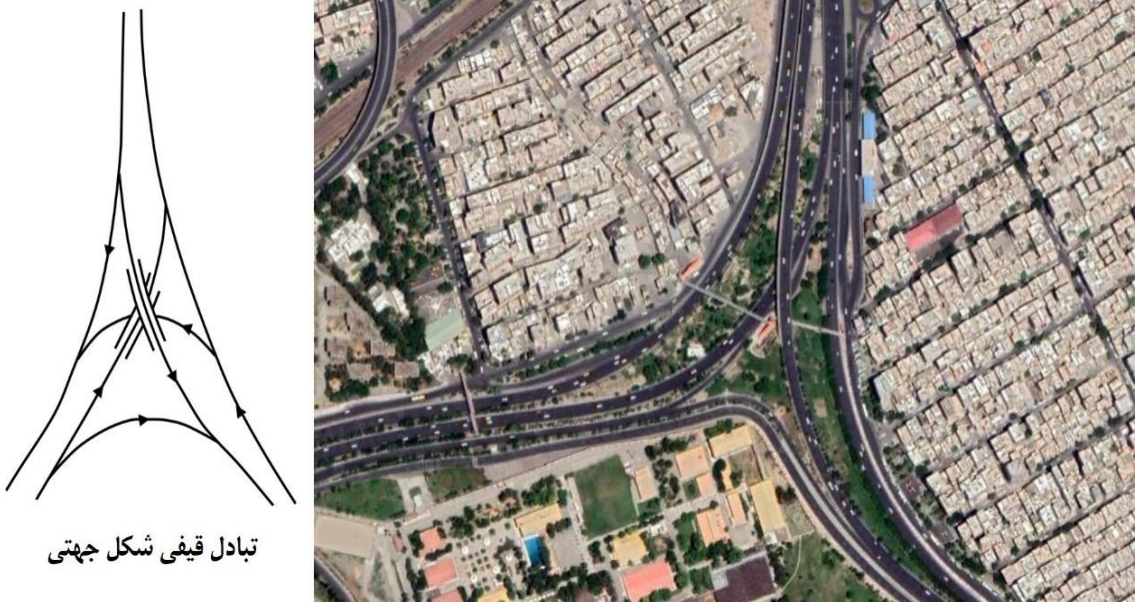
در صورتی که رابط‌های گردش به چپ و جریان ترافیک مستقیم، همگی در یک نقطه، ولی در سطوح مختلف، از هم عبور کنند، یک تبادل سه طبقه شکل می‌گیرد. از جمله مهم‌ترین نیازمندی‌های این طرح، ایجاد اختلاف سطح لازم در فاصله کافی قبل از رسیدن به محل تبادل برای مسیرهای گردشی است.



شکل ۵-۳- نمونه‌ای از یک تبادل سپری شکل جهتی (تهران)

۵-۲-۴- سه‌راه قیفی شکل جهتی

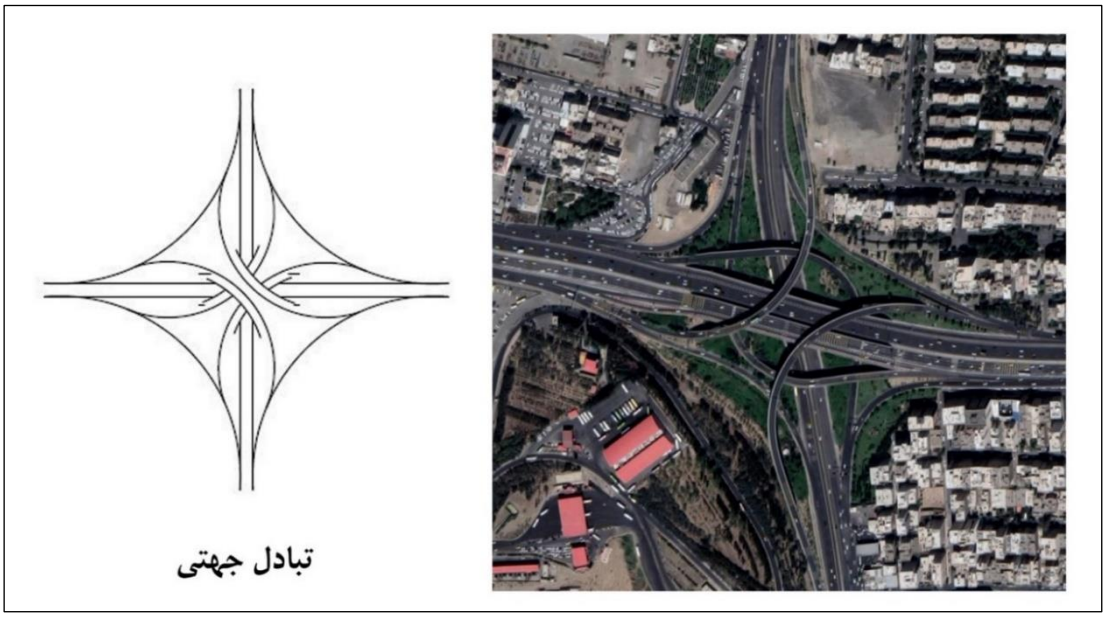
الگوی تبادل قیفی شکل جهتی، حالت خاصی از الگوی سپری شکل جهتی است که در آن زاویه برخورد معابر متقاطع کمتر از ۹۰ درجه بوده است. به دلیل همین زاویه تند، شکل و نحوه اتصال رابط‌ها کمی تغییر کرده و الگوی جدیدی حاصل شده است. از این الگو معمولاً در شرایطی استفاده می‌شود که تلاقی دو تندراه در محل قوس افقی واقع شود.



شکل ۵-۴- نمونه‌ای از یک تبادل قیفی شکل جهتی (تهران)

۵-۲-۵- چهارراه جهتی

در تبادل جهتی همه گردش به چپ‌ها سریع، روان و با بیشترین شعاع قوس انجام می‌شوند. در صورتی که حرکت‌های گردش به چپ دارای تقاضای قابل توجه بوده و کاهش طول، افزایش سرعت و اتصال مستقیم آنها مد نظر باشد، این نوع تبادل مورد استفاده قرار می‌گیرد. احداث این الگوی تبادل به مساحت نسبتاً کمی نیاز دارد ولی به علت وجود اختلاف ارتفاع و تعداد سطوح ارتفاعی زیاد، هزینه قابل توجهی خواهد داشت. از طرف دیگر، ساده بودن انتخاب مسیر در این نوع تبادل‌ها مزیت به حساب می‌آید.



شکل ۵-۵- نمونه‌ای از یک تبادل جهتی (تهران)

۵-۲-۶- چهارراه شبدری

در تبادل شبدری حرکت‌های گردش به چپ توسط چهار گردراهه فراهم می‌شوند. این الگوی تبادل، الگوی متداولی است که معمولاً برای ارتباط دو تندراه مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که در طراحی تبادل شبدری، با هدف به حداقل رساندن برخوردها، حذف تداخل‌ها و افزایش ایمنی، معمولاً از خطوط کندرو استفاده می‌شود.

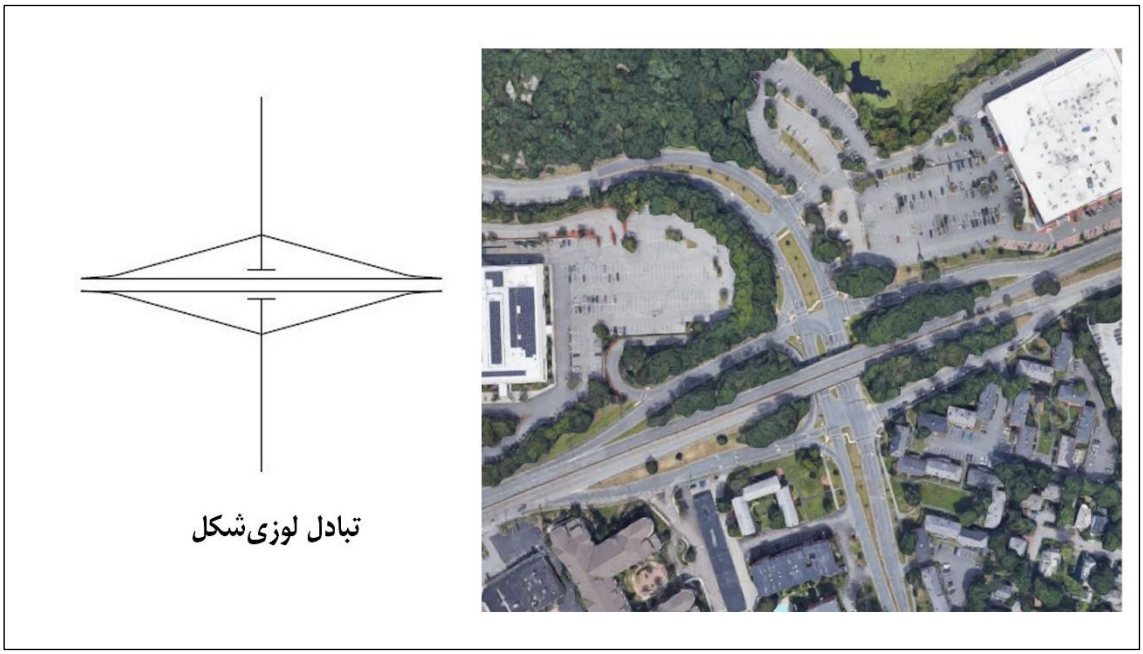
مزیت اصلی الگوی شبدری حذف همه برخوردهای تداخلی گردش به چپ در یک ساختار یک سطحی است. در کنار مزایای ذکر شده، تبادل شبدری دارای معایبی بوده که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مساحت زمین نسبتاً زیاد و قابل توجه
- ظرفیت و سرعت نسبتاً کم در طراحی گردراهه
- ایجاد یک قطعه تداخلی کوتاه بین گردراهه‌های ورودی و خروجی در یک جهت
- ایجاد قطعه تداخلی در خطوط اصلی در صورت عدم طراحی خطوط کندرو
- فاصله کم رابط‌های خروجی و ورودی و کاهش طول ناحیه تداخلی
- عدم وجود فرصت کافی برای آدرس‌دهی حرکت‌های گردش به چپ پس از رابط‌های راستگرد

شکل ۵-۶- نمونه‌ای از یک تبادل شبدری (تهران)

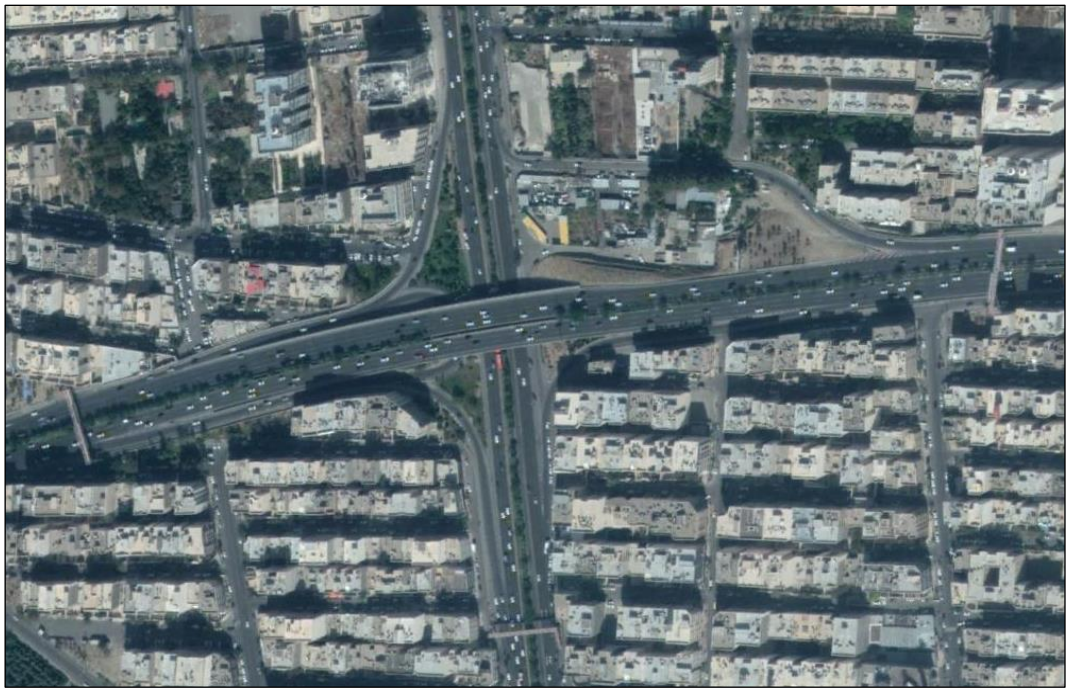
۵-۲-۷- چهارراه لوزی شکل

تبادل لوزی شکل که دارای چهار رابط یک‌طرفه و موازی با جریان ترافیک اصلی در چهار گوشه خود است، معمولاً در تقاطع دو معبر از دو رده متفاوت و در راستای معبر اصلی طراحی می‌شود. از هر رابط، یک جریان گردش به راست بدون تداخل و یک جریان گردش به چپ با تداخل با جریان ترافیک فرعی (معمولاً به صورت چراغ‌دار) عبور می‌کند. از آنجایی که حرکت جریان‌های گردش به چپ به طور همسطح و در تداخل با جریان ترافیک فرعی صورت می‌گیرد، تأمین فاصله دید مورد نیاز در تقاطع‌های انتهای رابط‌ها از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. تبادل لوزی دارای ساده‌ترین شکل بوده و به مساحت نسبتاً کمی نیاز دارد (شکل ۵-۷). در صورت استفاده از کندرو در این نوع تبادل، باید رابط‌ها با فاصله حداقل ۱۰۰ متر از تقاطع چراغ‌دار به کندرو متصل شوند.



شکل ۵-۷- نمونه‌ای از یک تبادل لوزی شکل (ماساچوست، آمریکا)

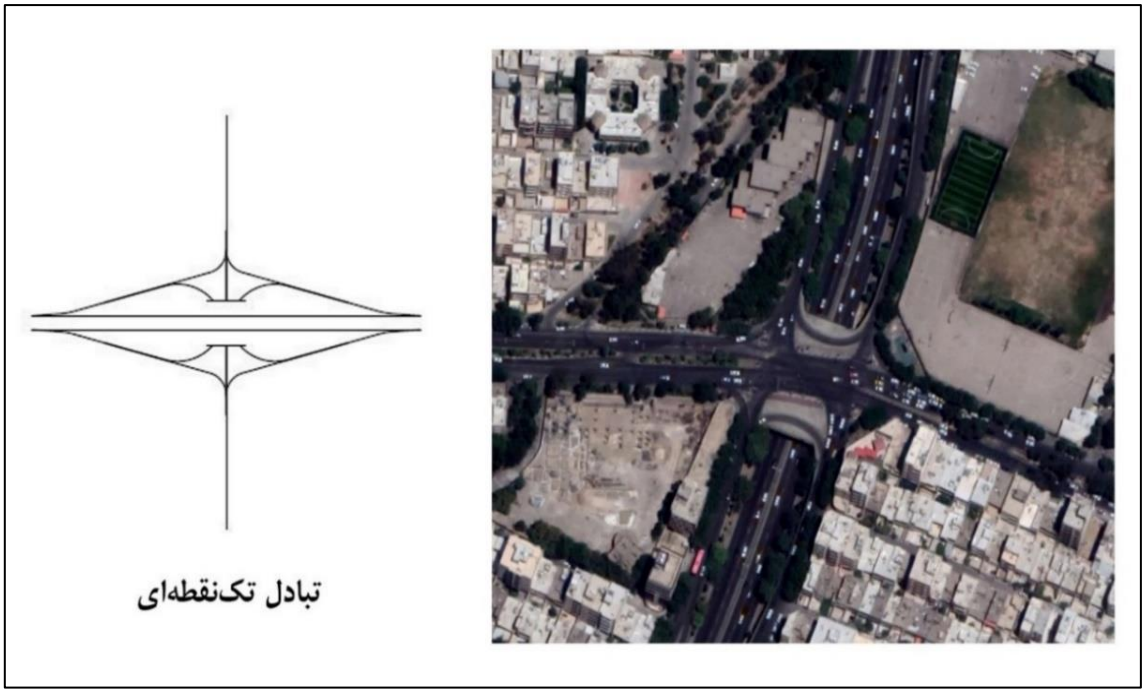
در طراحی تبادل‌های لوزی شکل، به علت کاهش تلاقی جریان‌های ترافیک گردشی، می‌توان تقاطع‌های انتهای رابط‌ها را به کمک جزیره‌های میانی، جریان‌بندی کرده و حرکت‌های چپگرد را از آنها حذف کرد (شکل ۵-۸). به این ترتیب از رابط‌ها تنها به منظور انجام حرکت گردش به راست استفاده می‌شود.



شکل ۵-۸- نمونه تبادل لوزی شکل با حذف تقاطع‌های انتهای رابط (تهران)

۵-۲-۸- چهارراه تک‌نقطه‌ای

تبادل تک‌نقطه‌ای، در واقع یک تبادل لوزی شکل اصلاح شده است که دو تقاطع انتهای رابط‌های آن کاهش یافته و تمامی حرکت‌های گردش به چپ در یک تقاطع منفرد انجام می‌شوند. سطح اشغال یک تبادل تک‌نقطه‌ای کمتر از یک تبادل لوزی شکل است، اما تقاطع ایجاد شده در آن، در مقایسه با تقاطع‌های همسطح ایجاد شده در انتهای رابط‌های تبادل لوزی شکل، بزرگ‌تر و پیچیده‌تر خواهد بود (شکل ۵-۹).



شکل ۵-۹- نمونه‌ای از یک تبادل تک‌نقطه‌ای (اصفهان)

۵-۲-۹- سایر الگوهای تبادل

در صورتی که هر یک از الگوهای تبادل معرفی شده از طریق کاهش یا افزایش رابط‌ها تغییر یابد یا با الگوی دیگری ترکیب شود، الگوی جدید و قابل قبول دیگری با عنوان «تبادل مختلط» حاصل خواهد شد. شکل ۵-۱۰، نمونه یک تبادل مختلط را نشان می‌دهد که گردش به چپ‌های آن توسط ترکیبی از رابط‌های گردراهه و جهتی صورت می‌گیرد.

شکل ۵-۱۰- نمونه‌ای از یک تبادل مختلط (تهران)

۵-۳- فاصله بین تبادل‌ها

به منظور جلوگیری از وقفه بیش از حد در جریان‌های اصلی و عبوری ترافیک از یک طرف و بزرگ شدن بلوک‌های شهری محصور بین تندراه‌ها و دشواری دسترسی و اتصال آنها از طرف دیگر، ضرورت دارد تا فاصله مناسب بین تبادل‌ها رعایت شود. این فاصله تابعی از فاصله تندراه‌ها و معابر شریانی موازی با یکدیگر و فاصله مجاز بین اتصال‌ها و ورودی و خروجی‌های متوالی در طول یک تندراه است. در این راستا به منظور حفظ پیوستگی جریان اصلی، حداقل فاصله بین دو تبادل متوالی در آزادراه برابر با ۱/۵ و در بزرگراه برابر با ۱/۲ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود. به منظور جلوگیری از شکل گرفتن بلوک‌های بسیار بزرگ و افزایش حرکت‌های گردشی دوربرگردان و چپگرد، حداکثر فاصله بین دو تبادل متوالی (یا هر نوع تلاقی با سایر معابر نظیر تقاطع همسطح یا پل‌های روگذر و زیرگذر بدون دسترسی) در آزادراه برابر با ۳/۰ و در بزرگراه برابر با ۲/۵ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود. در مواردی که رعایت این ضابطه منجر به قطع بلوک‌های غیر شهری همچون فضاهای سبز بزرگ مقیاس، پادگان‌ها، کارخانه‌ها و استادیوم‌ها شود، می‌توان فاصله بین دو تبادل را بیشتر در نظر گرفت. در موارد خاصی که فاصله بین تبادل‌ها بیشتر از ۵/۰ کیلومتر است، به منظور امدادرسانی مناسب در شرایط بحران باید در فواصل ۳/۰ کیلومتری، بازشوهای اضطراری در میانه در نظر گرفته شود. حداقل عرض میانه در محل این بازشوها باید برابر با ۷/۵ متر باشد.

مقادیر فواصل بین تبادل‌ها و تقاطع‌های متوالی به طبقه‌بندی معابر نیز وابسته است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به بند «فاصله اتصال‌ها» در همین جلد مراجعه شود.

۵-۴- موقعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها

بهتر است دماغه ورودی‌ها و خروجی‌های تبادل در قوس طراحی نشود. طراحی ورودی‌ها و خروجی‌ها در قوس از روانی حرکت وسایل نقلیه در هنگام تغییر خط کاسته و فاصله دید در این نقاط را کاهش می‌دهد. طراحی دماغه رابط در قوس‌های افقی باعث می‌شود که رانندگان وسایل نقلیه نتوانند موقعیت رابط خروجی را به درستی و به موقع تشخیص دهند. همچنین، به علت کاهش فاصله دید وسایل نقلیه در قسمت گنبدی شکل قوس‌های قائم لازم است تا دماغه رابط‌های ورودی و خروجی در این محدوده‌ها قرار نگیرد. برای اطمینان از تأمین فاصله دید کافی، توصیه می‌شود که دماغه رابط‌های ورودی و خروجی در شیب طولی یکنواخت طراحی شود.

فاصله بین رابط‌های خروجی و ورودی از دماغه‌های آنها اندازه‌گیری می‌شود. گاهی فاصله بین تبادل‌ها از طریق فاصله بین رابط‌های آنها محدود می‌شود. فاصله بین رابط‌های خروجی و ورودی به نوع دو رابط متوالی، وجود یا عدم وجود خطوط کندرو، ظرفیت مورد نیاز و طبقه‌بندی معبر مورد نظر بستگی دارد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه حداقل فاصله بین رابط‌ها به بند «فاصله اتصال‌ها» در همین جلد مراجعه شود.

در صورتی که یک اتصال خروجی در فاصله‌ای کمتر از ۱/۵ کیلومتر بعد از یک اتصال ورودی قرار گیرد، جریان‌های عبوری، ورودی و خروجی برای تغییر خط عبور، تلاقی و تداخل خواهند داشت. از این رو به این فاصله، «قطعه تداخلی» گفته می‌شود.

به منظور کاهش مخاطرات امنیتی و دفاعی، لازم است تا محل اتصال ورودی‌ها و خروجی‌ها به شیوه مناسب مشخص شوند. همچنین توصیه می‌شود که از خروجی‌های اضطراری در طول مسیر آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها به منظور استفاده در شرایط بحران و هدایت ترافیک استفاده شود.

موقعیت مناسب برای تقاطع چراغ‌دار انتهای رابط‌های تبادل لوزی شکل و تک‌نقطه‌ای به فراهم بودن فاصله دید کافی برای حرکت‌های گردش به چپ وابسته است. این تقاطع باید مطابق با ضوابط تعیین شده در بخش هفتم از آیین‌نامه، «تقاطع‌ها»، طراحی شده و در انتخاب محل آن موارد زیر رعایت شود:

- بهتر است که شیب طولی در انتهای رابط از ۴ درصد بیشتر نباشد.
- بهتر است که تقاطع انتهای رابط در قسمت مستقیم رابط قرار گیرد.
- فاصله دید کافی برای گردش به چپ از رابط به خیابان شهری تأمین شود. (تقاطع واقع در انتهای رابط در حد امکان با نقطه شروع و خاتمه قوس قائم گنبدی فاصله داشته باشد.)
- فاصله بین تقاطع واقع در انتهای رابط و تقاطع بعدی، حداقل برابر با ۲۰۰ متر باشد.

۵-۵- قطعه تداخلی

قطعه تداخلی بخشی از معبر است که مسیر حرکت جریان ترافیک ورودی و خروجی همدیگر را قطع کرده و با یکدیگر تداخل دارند. یک قطعه تداخلی معمولاً بین یک رابط ورودی و یک رابط خروجی بعد از آن به وجود می‌آید.

از آنجایی که بخش‌های تداخلی، اغتشاش قابل توجهی را در جریان ترافیک عبوری ایجاد می‌کنند، توصیه می‌شود که در طراحی تندراه‌های شهری تعداد این بخش‌ها به حداقل ممکن رسیده و یا با استفاده از طراحی خطوط کندرو و کمکی از اثر آنها کاسته شود. به عنوان مثال در صورتی که جریان خروجی تبادل قبل از جریان ورودی قرار داشته باشد، تداخل حذف خواهد شد.

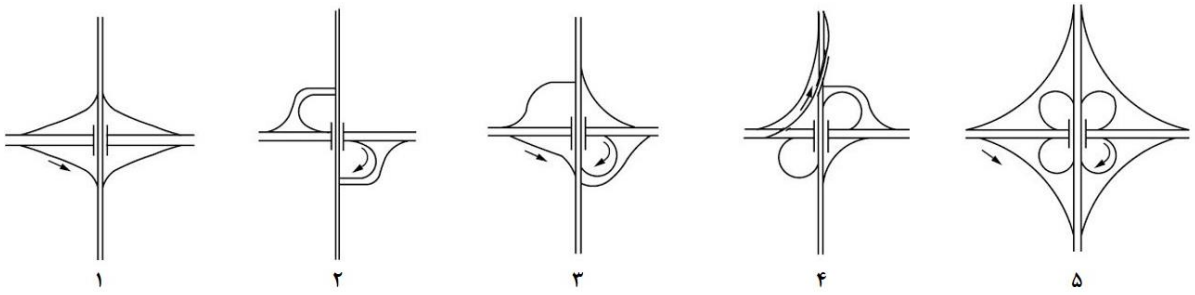
با وجود این که عملکرد تبادل‌های بدون قطعه تداخلی بهتر از تبادل‌های دارای تداخل است، اما هزینه ساخت آنها بیشتر بوده و به سازه‌های بیشتر، بزرگ‌تر و پیچیده‌تری نیاز دارند. قطعات تداخلی باید طول، عرض و تعداد خطوط کافی داشته باشند تا ظرفیت آنها محدودکننده نشود. در غیر این صورت، سرعت وسایل نقلیه کاهش یافته، صف تشکیل شده و باعث افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا می‌شوند. از این رو، طراحی بخش‌های تداخلی بر اساس حجم تردد پیش‌بینی شده، سرعت و سطح خدمت مطلوب و مورد نظر انجام می‌شود.

۵-۶- یکنواختی در الگوی تبادل‌های متوالی

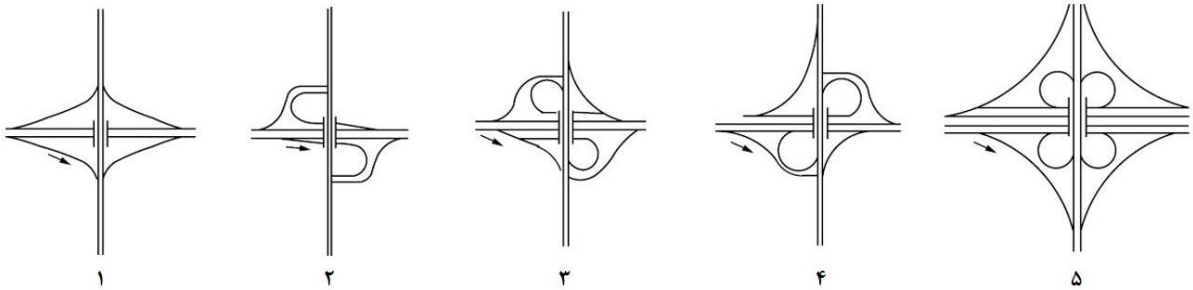
در صورتی که مجموعه‌ای از تبادل‌ها در یک مسیر و به صورت متوالی وجود داشته باشند، باید علاوه بر طراحی مناسب هر یک از آنها به طراحی مجموعه آنها در کنار یکدیگر نیز توجه شود. با طراحی مناسب می‌توان به هر دو موضوع یکنواختی تبادل‌ها و پیوستگی مسیر دست یافت. برای دستیابی به ظرفیت و سطح خدمت مناسب و کاهش تعداد تصادفات، بهتر است که یکنواختی بین الگوی ورودی‌ها و خروجی‌های متوالی در طول تندراه رعایت شود.

با توجه به این که در محیط‌های شهری فاصله بین تبادل‌ها محدود است، فضا و فرصت کمتری برای خروج رانندگان از تندراه‌ها وجود دارد. در این صورت، ناهماهنگی بین تبادل‌های پی‌درپی می‌تواند باعث سردرگمی رانندگان، کاهش سرعت آنها در خطوط عبور پر سرعت و مانورهای غیر قابل پیش‌بینی شود.

مثال‌هایی از ناهماهنگی بین تبادل‌ها در حالت الف از شکل ۵-۱۱ نشان داده شده است. به استثنای شرایط خاص، تمام رابط‌های ورودی و خروجی باید در سمت راست معبر قرار داشته باشند. تمام تبادل‌های تندراه‌ها باید در حد امکان از نظر طرح هندسی یکنواخت باشند (حالت ب از شکل ۵-۱۱).



الف ـ عدم یکنواختی در الگوی تبادل‌های خروجی



ب ـ یکنواختی در الگوی تبادل‌های خروجی

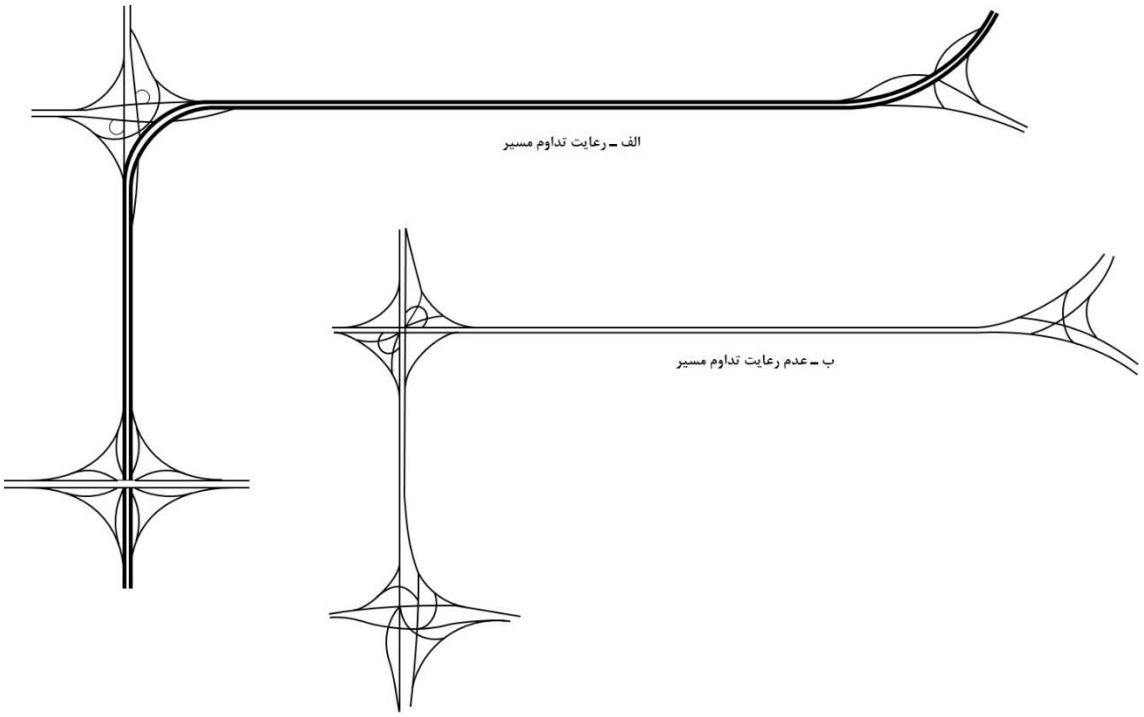
شکل ۵-۱۱- رعایت یکنواختی در الگوی تبادل‌های متوالی

۵-۷- تداوم مسیر

رعایت تداوم مسیر به معنای ایجاد یک مسیر ممتد، توجه به اصول عملکرد یکنواخت و حفظ تعداد مشخصی از خطوط عبور در طول مسیر است. از نتایج رعایت تداوم مسیر می‌توان به تسهیل رانندگی از طریق کم شدن دفعات تغییر تعداد خطوط عبور، ساده‌تر شدن استفاده از تابلوها، مشخص بودن مسیر مستقیم و کاهش نیاز به تابلوهای جهتی اشاره کرد.

در راستای رعایت تداوم مسیر، بهتر است فرم تبادل‌ها به نحوی باشد که به حرکت مستقیم اولویت داده شود. در این حالت، امکان عبور جریان‌های غیر مستقیم و پر تقاضا از طریق قوس‌های همسطح، اتصالات مستقیم و خطوط کمکی وجود دارد. در صورت بیشتر بودن حجم حرکت‌های خروجی نسبت به جریان مستقیم، تداوم مسیر اصلی باید از طریق ایجاد برتری هندسی و حفظ مسیر اصلی در سمت چپ خروجی، کاملاً برای رانندگان قابل تشخیص باشد.

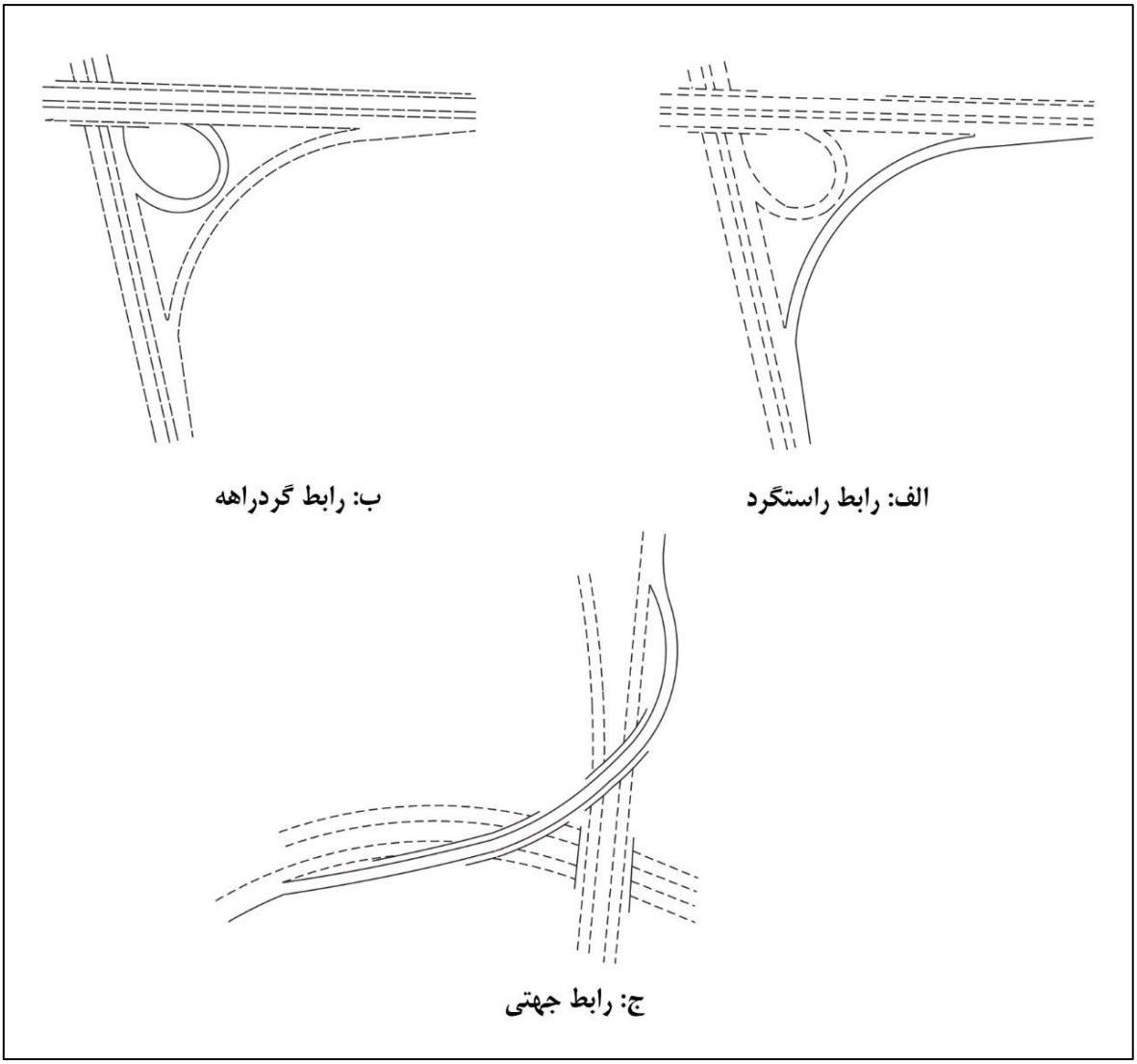
در شکل ۵-۱۲ نمونه‌ای از رعایت تداوم مسیر نشان داده شده است. در حالت الف، تداوم مسیر از طریق نگه داشتن مسیر مستقیم در سمت چپ تمام جریان‌های ورودی و خروجی به دست آمده است. در حالت ب، تدوام مسیر به علت وجود جریان‌های ورودی و خروجی در سمت چپ از بین رفته است.



شکل ۵-۱۲- فرم تبادل‌ها به منظور رعایت تداوم مسیر اصلی

۶- رابط‌ها

رابط‌ها، کمان‌های یک‌طرفه‌ای هستند که به منظور ایجاد ارتباط بین معابر متقاطع در انواع تبادل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجزای هر رابط عبارتند از: محل‌های اتصال ورودی و خروجی رابط و بدنه رابط. بدنه رابط اغلب دارای قوس افقی، شیب طولی و بربلندی است. رابط‌ها با توجه به شکل و نوع اتصالی که ایجاد می‌کنند به سه دسته کلی راستگرد، گردراهه (برای حرکت چپگرد کم ظرفیت) و جهتی (برای حرکت چپگرد پر ظرفیت) تقسیم می‌شوند (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱- انواع رابط‌ها از نظر نوع عملکرد

۶-۱- سرعت طرح

سرعت طرح یک رابط، متناسب با سرعت طرح معبر اصلی مربوطه و نوع عملکرد رابط تعیین می‌شود. بهتر است که سرعت طرح رابط در نقطه تلاقی با معابر مختلف، نزدیک به سرعت طرح آن معابر در نظر گرفته شود (جدول ۶-۱).

جدول ۶-۱- سرعت طرح رابط‌ها بر اساس نوع عملکرد

سرعت طرح معبر اصلی (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت طرح ورودی و خروجی انواع رابط‌ها** (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت طرح بدنه رابط راستگرد** (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت طرح بدنه رابط گردراهه** (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت طرح بدنه رابط جهتی** (کیلومتر بر ساعت)
۶۰	۵۰	۴۰	۴۰	۴۰
۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۵۰
۸۰	۷۰	۵۰	۴۰	۵۰
۹۰	۸۰	۶۰	۴۰	۶۰
۱۰۰	۹۰	۷۰	۵۰	۷۰
۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۵۰	۷۰
۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۶۰	۸۰

۶-۲- شیب طولی

اغلب رابط‌ها به شکل منحنی بوده و قوس افقی و شیب طولی قابل توجهی دارند. میزان شیب طولی یک رابط به عوامل تأثیرگذار و منحصر به فرد موجود در موقعیت آن رابط، از جمله توپوگرافی، بستگی دارد. همزمانی شیب طولی و قوس افقی به خصوص در مسیرهای سربالایی، باعث کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه به ویژه وسایل نقلیه سنگین خواهد شد، ولی کاهش سرعت وسایل نقلیه در یک رابط سربالایی به اندازه خطوط اصلی معابر شهری، جدی و مهم نیست، به شرط آن که در ساعات اوج باعث پس زدن جریان و تأثیر بر ترافیک عبوری و اصلی نشود. اگر چه رابط‌های کم‌شیب‌تر دارای طول بیشتری خواهند بود، ولی تأثیر شیب طولی رابط بر طول آن در مقایسه با سرعت طرح، شعاع قوس و فاصله دید، قابل توجه نیست.

شیب طولی رابط‌ها با سرعت طرح آنها ارتباط مستقیم ندارد، ولی از آنجا که سرعت طرح، یک شاخص کلی برای کیفیت طراحی است، لازم است تا شیب طولی یک رابط با سرعت طرح بالاتر نسبت به شیب طولی یک رابط با سرعت طرح پایین‌تر، کمتر در نظر گرفته شود (جدول ۶-۲).

نیمرخ طولی رابط‌ها معمولاً به شکل حرف «S»، با یک قوس قائم مقعر در انتهای پایین‌تر و یک قوس قائم محدب در انتهای بالاتر طراحی می‌شود. به طور کلی در طراحی رابط‌ها، تأمین فاصله دید کافی مهم‌تر از کنترل شیب طولی بوده و معمولاً این دو پارامتر با یکدیگر سازگار هستند. با این حال، در رابط‌های سربالایی، شیب‌های طولی ۷ تا ۸ درصد، بدون کاهش سرعت قابل توجه برای سواری‌ها و شیب‌های ۵ درصد برای کامیون‌ها و اتوبوس‌ها، عملکرد مناسبی دارند. در رابط‌های سرپایینی، شیب‌های طولی تا ۸ درصد باعث شتاب گرفتن بیش از حد وسایل نقلیه سواری نمی‌شوند، ولی احتمال افزایش سرعت وسایل نقلیه سنگین در این شیب‌ها وجود دارد. بنابراین شیب سرپایینی برای رابط‌های دارای قوس افقی تند و حجم تردد قابل توجه کامیون و اتوبوس، باید در بازه ۳ تا ۴ درصد باشد.

جدول ۶-۲- شیب طولی رابط‌ها بر اساس سرعت طرح

سرعت طرح رابط (کیلومتر بر ساعت)	**شیب طولی رابط** (درصد)
۹۰ و ۸۰	۳ تا ۵
۷۰ و ۶۰	۴ تا ۶
۵۰	۵ تا ۷
۴۰	۶ تا ۸

در موارد زیر شیب طولی عامل تعیین‌کننده طول رابط بوده و طراحی موقعیت، شیب و قوس رابط به صورت همزمان انجام می‌شود:

- در صورتی که زاویه برخورد دو معبر متقاطع در تبادل کمتر از ۷۰ درجه باشد، لازم است به منظور حفظ رابط در محدوده شیب طولی مطلوب، رابط مربوطه از مرکز تبادل دورتر شده و با طول بیشتر طراحی شود.

- در صورتی که معبر دارای تراز بالاتر در تبادل، شیب طولی مثبت و معبر پایین‌تر، شیب طولی منفی قابل توجه داشته باشد، ابتدا و انتهای رابط اختلاف ارتفاع زیادی دارد. به همین دلیل با دورتر شدن از مرکز تبادل و افزایش طول، محدودیت شیب طولی حفظ خواهد شد.

- در صورتی که یک رابط، معبر سرپایینی دارای تراز پایین‌تر در تبادل را به معبر سرپایینی دارای تراز بالاتر در همان تبادل متصل کند، به منظور طراحی مناسب قوس‌های قائم در محل اتصال و حفظ محدودیت شیب طولی مطلوب، طول رابط بیشتر از حالت معمول در نظر گرفته می‌شود.

۶-۳- شیب عرضی و بربلندی

بربلندی رابط، متناسب با شعاع قوس و سرعت آن تعیین می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه بربلندی به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود. در تعیین شیب عرضی و بربلندی رابط‌ها باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

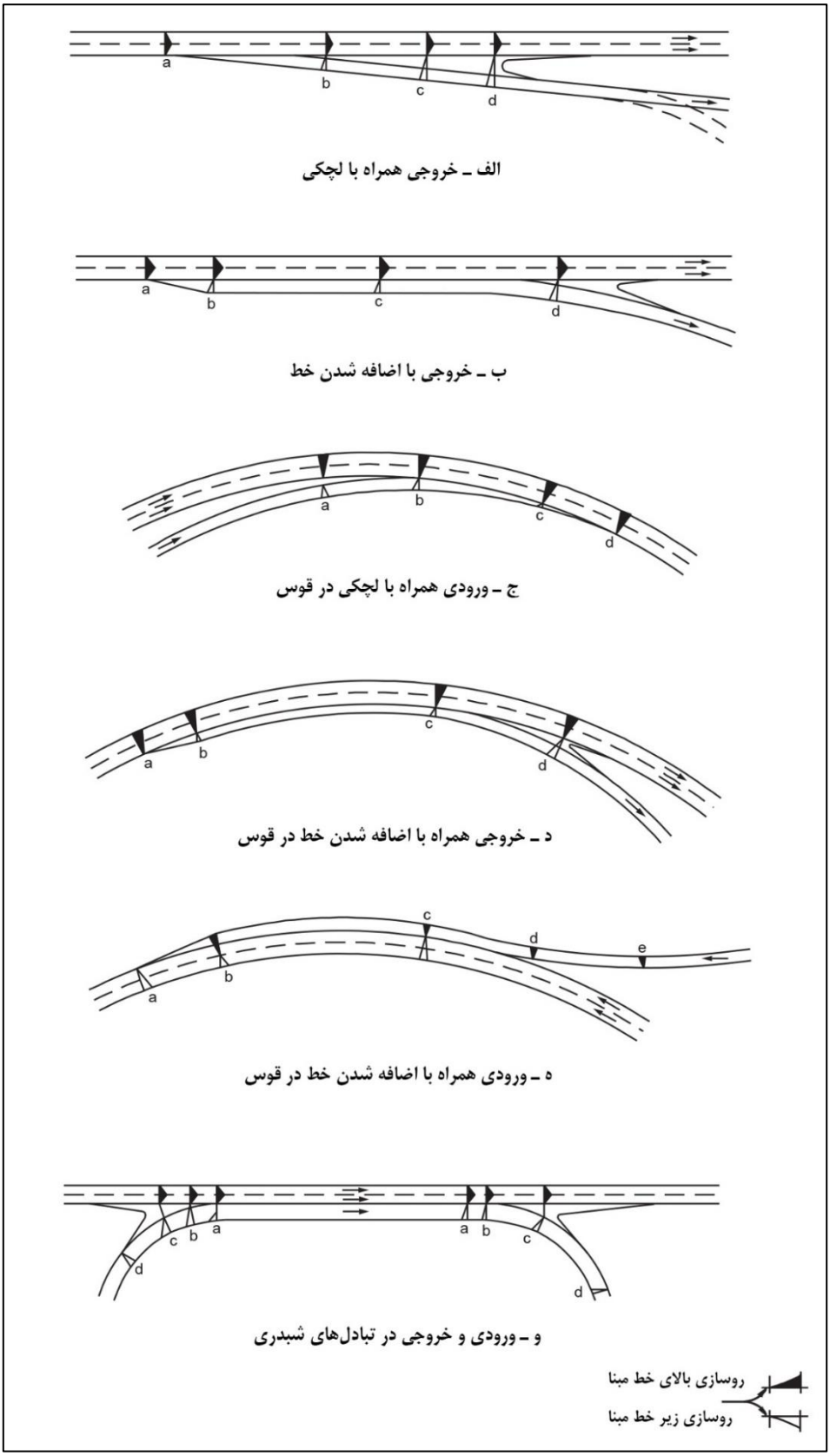
- بربلندی رابط در طول خطوط کمکی موجود در محل اتصال رابط، آغاز شده و پایان می‌یابد.
- شیب عرضی به منظور تخلیه آب‌های سطحی در محل اتصال رابط‌ها، باید به طور یکنواخت و در بازه ۱/۵ تا ۲/۰ درصد در نظر گرفته شود.
- حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی در محل اتصال رابط، بین خطوط کمکی و اصلی در جدول ۶-۳ ارائه شده و یکی از عوامل مؤثر بر تعیین شیب عرضی رابط‌ها به شمار می‌رود.

جدول ۶-۳- حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی در محل اتصال رابط

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 بالاتر	۵

شیب عرضی رابط، متناسب با عملکرد آن، می‌تواند در بخش‌های مختلف، متفاوت در نظر گرفته شود. به طور مثال در رابط‌های یک تبادل لوزی شکل که سرعت در رابط خروجی بالاست، و یا در شرایطی که رعایت حق تقدم و ایست کامل در رابط ورودی وجود دارد، شیب عرضی متفاوت خواهد بود.

روش‌های تعمیم شیب عرضی در محل اتصال رابط‌ها در شکل ۶-۲ ارائه شده است. قسمت «الف» از شکل ۶-۲، اتصال یک رابط خروجی در لچکی خط کاهش سرعت را نشان می‌دهد. مطابق با این شکل، شیب عرضی تا پیش از رسیدن به اولین قوس رابط افزایش نداشته و برابر با شیب عرضی خط کاهش سرعت در نظر گرفته می‌شود. در قسمت «ب» که رابط خروجی به یک خط جدید متصل می‌شود، بربلندی به تدریج از شیب معمول خط کمکی فاصله گرفته و متناسب با سرعت رابط تغییر می‌کند. همچنین در قسمت «و» تغییرات شیب عرضی به هنگام اتصال رابط‌های ورودی و خروجی یک تبادل شبدری به ویژه به هنگام شیب تند دماغه رابط، نشان داده شده است.



شکل ۶-۲- تعمیم شیب عرضی در محل اتصال رابط

۶-۴- شعاع قوس افقی

حداقل شعاع قوس افقی رابط‌ها بر اساس سرعت طرح و مقدار بربلندی در نظر گرفته شده، مطابق با جدول ۶-۴ تعیین می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه بربلندی و شعاع قوس افقی به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

جدول ۶-۴- حداقل شعاع قوس افقی رابط‌ها (متر)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت) / بربلندی (درصد)	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
۲	۵۱	۹۴	۱۵۰	۲۲۷	۳۱۵	۴۲۵
۳	۴۹	۹۰	۱۴۲	۲۱۵	۲۹۷	۳۹۹
۴	۴۷	۸۶	۱۳۵	۲۰۳	۲۸۰	۳۷۵
۵	۴۵	۸۲	۱۲۹	۱۹۳	۲۶۵	۳۵۴
۶	۴۴	۷۹	۱۲۴	۱۸۴	۲۵۲	۳۳۶
۷	۴۲	۷۶	۱۱۸	۱۷۶	۲۴۰	۳۱۹
۸	۴۱	۷۳	۱۱۴	۱۶۸	۲۲۹	۳۰۴
۹	-	۷۱	۱۰۹	۱۶۱	۲۱۹	۲۹۰
۱۰	-	۶۸	۱۰۵	۱۵۵	۲۱۰	۲۷۸

۶-۵- اجزای مقطع عرضی

عرض سواره‌روی رابط‌ها بر اساس عملکرد، شعاع قوس، سرعت طرح، حجم تردد و سهم انواع وسایل نقلیه عبوری تعیین می‌شود (جدول ۶-۵). مقادیر موجود در جدول ۶-۵ شامل شانه روسازی شده رابط بوده و به تفکیک سه حالت فیزیکی و سه حالت ترافیکی ارائه شده‌اند. حالت‌های فیزیکی شامل «رابط یک‌خطه بدون قابلیت سبقت»، «رابط یک‌خطه دارای قابلیت سبقت» و «رابط دوخطه» است. حالت‌های ترافیکی نیز وابسته به سهم وسایل نقلیه سنگین بوده و شامل سه حالت «کمتر از ۵ درصد»، «۵ تا ۱۰ درصد» و «بیشتر از ۱۰ درصد» است.

جدول ۶-۵- حداقل عرض سواره‌رو در رابط‌ها (بر حسب متر)

شرایط فیزیکی	شعاع لبه داخلی (متر)	سهم وسایل نقلیه سنگین (درصد)		
		کمتر از ۵	۵ تا ۱۰	بیشتر از ۱۰
یک خط بدون قابلیت سبقت	۱۵	۵/۴	۵/۵	۷/۰
	۲۵	۴/۸	۵/۰	۵/۸
	۳۰	۴/۵	۴/۹	۵/۵
	۵۰	۴/۲	۴/۶	۵/۰
	۷۵	۳/۹	۴/۵	۴/۸
	۱۰۰	۳/۹	۴/۵	۴/۸
	۱۲۵	۳/۹	۴/۵	۴/۸
	۱۵۰	۳/۶	۴/۵	۴/۵
	بیشتر از ۱۵۰	۳/۶	۴/۲	۴/۲
یک خط با قابلیت سبقت	۱۵	۶/۰	۷/۸	۹/۲
	۲۵	۵/۶	۶/۹	۷/۹
	۳۰	۵/۵	۶/۷	۷/۶
	۵۰	۵/۳	۶/۳	۷/۰
	۷۵	۵/۲	۶/۱	۶/۷
	۱۰۰	۵/۲	۵/۹	۶/۵
	۱۲۵	۵/۱	۵/۹	۶/۴
	۱۵۰	۵/۱	۵/۸	۶/۴
	بیشتر از ۱۵۰	۵/۰	۵/۵	۶/۱
دو خط	۱۵	۹/۴	۱۱/۰	۱۳/۶
	۲۵	۸/۶	۹/۷	۱۱/۱
	۳۰	۸/۴	۹/۴	۱۰/۶
	۵۰	۷/۹	۸/۸	۹/۵
	۷۵	۷/۷	۸/۵	۸/۹
	۱۰۰	۷/۶	۸/۳	۸/۷
	۱۲۵	۷/۶	۸/۲	۸/۵
	۱۵۰	۷/۵	۸/۲	۸/۴
	بیشتر از ۱۵۰	۷/۳	۷/۹	۷/۹

لازم است موارد زیر در طراحی مقطع عرضی و فاصله جانبی رابط‌ها در نظر گرفته شود:

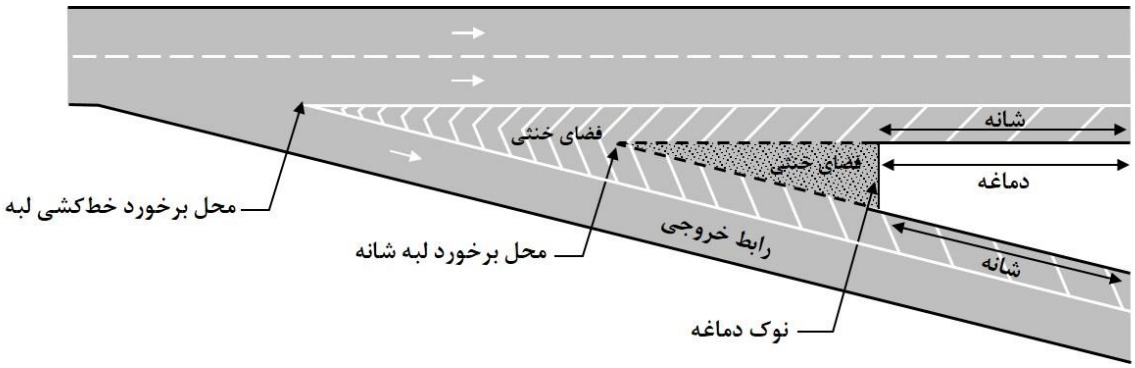
- در صورتی که حجم تردد رابط کمتر از ۹۰۰ وسیله بر ساعت برآورد شود، در نظر گرفتن یک خط عبور بدون قابلیت سبقت کافی خواهد بود.
- در صورتی که پیش‌بینی حجم تردد رابط بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ وسیله بر ساعت باشد، بهتر است رابط با یک خط عبور عریض دارای قابلیت سبقت طراحی شود.
- اگر حجم تردد رابط بیشتر از ۱۵۰۰ وسیله بر ساعت باشد، توصیه می‌شود که برای رابط، دو خط عبور مشخص شده با خط‌کشی در نظر گرفته شود.
- شانه رابط باید در تمام طول آن به صورت یکنواخت و با عرض ثابت باشد.
- توصیه می‌شود که عرض شانه راست برابر با ۲/۵ تا ۳/۰ متر و شانه چپ برابر با ۰/۵ تا ۱/۰ متر در نظر گرفته شود.
- عرض شانه راست و چپ رابط، به منظور تأمین فاصله دید، در مواردی می‌تواند جابجا شود.
- فاصله جانبی عاری از مانع از لبه سواره‌روی رابط‌ها در سمت راست، حداقل برابر با ۱/۸ متر، در سمت چپ، حداقل برابر با ۱/۲ متر و در حالت مطلوب برابر با ۲/۵ تا ۳/۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

۶-۶- فاصله دید

فاصله دید در امتداد یک رابط باید حداقل به اندازه فاصله دید توقف در نظر گرفته شود. تأمین فاصله دید سبقت در رابط‌ها الزامی نیست. هنگام خروج از رابط، رانندگان باید نمای واضحی از کل محل اتصال خروجی شامل دماغه و کمی پس از آن داشته باشند. فاصله دید تندراه‌های شهری در نزدیکی دماغه رابط‌های خروجی باید (حدود ۲۵ درصد) بیشتر از حداقل فاصله دید توقف در نظر گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه فاصله دید توقف در قوس‌های افقی و قائم به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

۶-۷- دماغه

دماغه رابط، فضای طراحی شده‌ای است که به منظور آگاهی رانندگان در محل اتصال رابط و تندراه قرار می‌گیرد. فرم فیزیکی، اندازه و فضاسازی دماغه‌ها باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که به راحتی برای وسایل نقلیه مختلف قابل تشخیص باشد. محوطه روسازی شده قبل از دماغه فیزیکی که تا محل برخورد خط‌کشی لبه سواره‌رو ادامه دارد، فضای خنثی نامیده شده و به منظور نصب تجهیزات ترافیکی استفاده می‌شود (شکل ۶-۳). حداقل طول فضای خنثی متناسب با سرعت طرح خطوط عبور اصلی تعیین می‌شود.

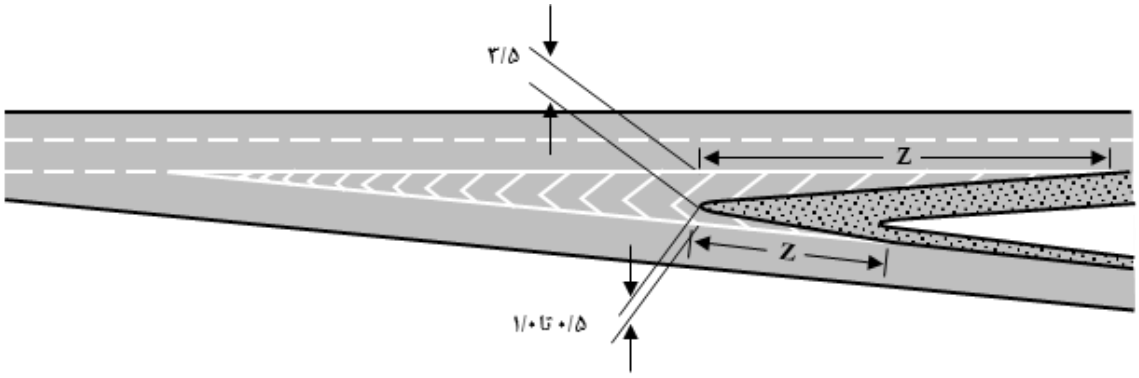


شکل ۶-۳- اجزای دماغه رابط خروجی یک‌خطه بدون تغییر تعداد خطوط عبور

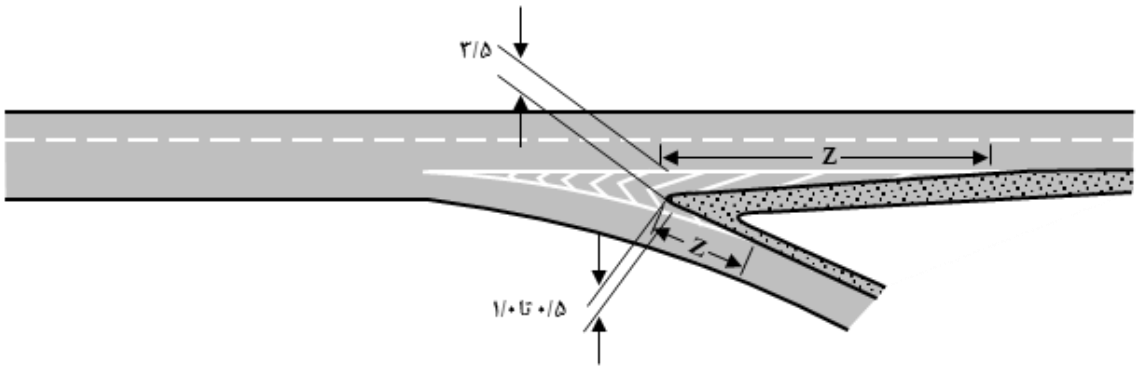
عرض مناسب برای ابتدای دماغه فیزیکی (شامل شانه‌ها) در بازه ۶ تا ۹ متر در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که قوس، شیب یا سرعت طرح رابط، زیاد باشد، لازم است که عرض دماغه بیشتر در نظر گرفته شود. به منظور آگاهی بخشی بهتر دماغه‌ها، استفاده از نوار لرزاننده نیز توصیه می‌شود.

به طور معمول، بیشتر تداخل‌های حرکتی و برخوردهای ترافیکی در دماغه‌ها رخ می‌دهد. به همین دلیل لازم است که دماغه و فضای خنثی، عاری از هرگونه انسداد طراحی شود. فضای روسازی نشده نوک دماغه فیزیکی باید همسطح با خط مبنا در نظر گرفته شود، تا منجر به واژگونی وسیله نقلیه منحرف شده نشود. توصیه می‌شود که پایه‌های چراغ‌های روشنایی، علائم راهنمایی و تجهیزات زیرساختی معبر، خارج از فضای خنثی، دماغه و شیب تند آن قرار گیرند.

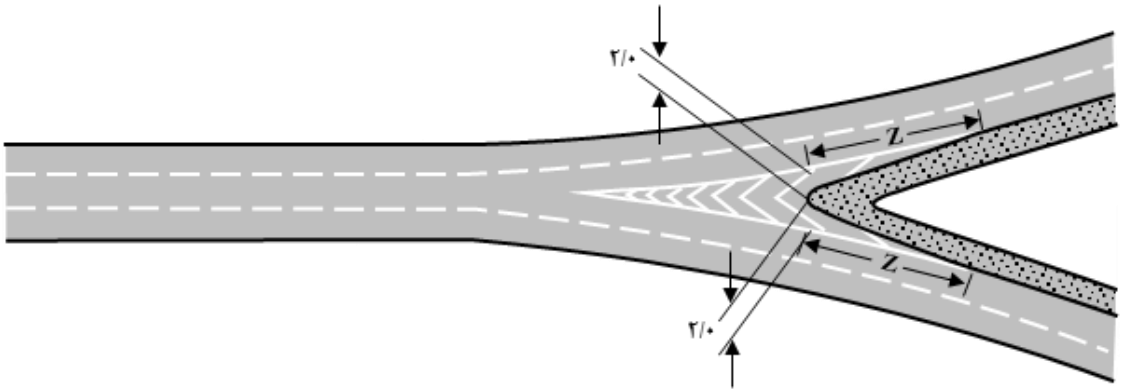
شکل ۶-۴، مشخصات هندسی طراحی دماغه را در محل اتصال یک رابط خروجی ارائه کرده است، که در آن طول لچکی دماغه در هر جهت با «Z» نشان داده شده است. در جدول ۶-۶، حداقل طول لچکی از ابتدای دماغه رابط، تا لبه خارجی خطوط عبور ارائه شده است.



الف ـ رابط خروجی با استفاده از لچکی



ب ـ رابط خروجی با استفاده از خط اضافه



ج ـ رابط خروجی دوشاخه

شعاع قوس در نوک دماغه بین ۰/۵ تا ۱/۵ متر است

(کلیه مقادیر به متر است)

شکل ۶-۴- جزئیات طراحی دماغه رابط

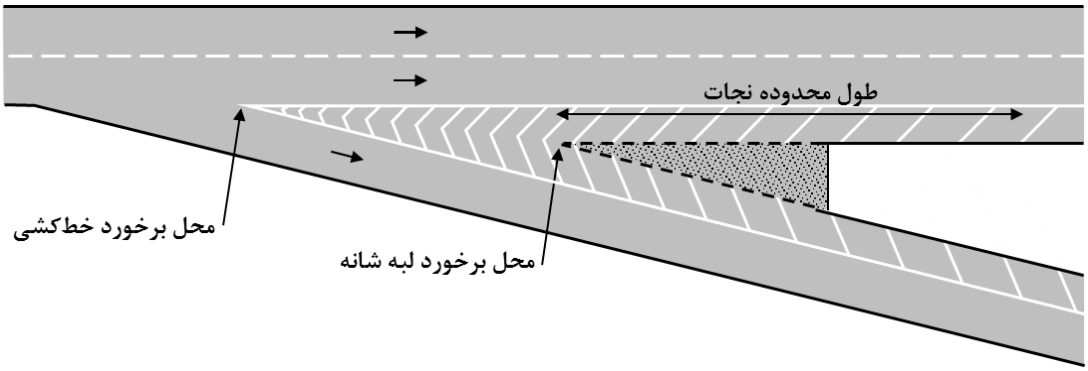
جدول ۶-۶- حداقل طول لچکی دماغه رابط از ابتدا تا لبه خارجی خطوط عبور

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**طول لچکی دماغه (Z)** (متر)
۵۰	۱۵/۰
۶۰	۲۰/۰
۷۰	۲۲/۵
۸۰	۲۵/۰
۹۰	۲۷/۵
۱۰۰	۳۰/۰
۱۱۰	۳۵/۰
۱۲۰	۴۰/۰

۶-۸- محدوده نجات

محدوده نجات، فاصله‌ای است برابر با فاصله دید توقف (بر اساس سرعت طرح و نوع وسیله نقلیه) از محل برخورد لبه شانه‌ها در دماغه رابط خروجی که در شانه سواره‌روی اصلی در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶-۵). لازم است عرض محدوده نجات حداقل ۳ متر و روسازی آن برای حرکت سریع وسایل نقلیه مناسب باشد. هدف از طراحی محدوده نجات، ایجاد فرصت برای رانندگانی است که به اشتباه وارد خروجی شده، در آخرین لحظه متوجه می‌شوند و تصمیم به بازگشت به خطوط اصلی می‌گیرند. این رانندگان می‌توانند با استفاده از محدوده نجات، بدون خطر به مسیر اصلی برگردند.

اگر معبر اصلی دارای شانه روسازی شده با عرض حداقل ۲/۵ متر باشد، رانندگان وسایل نقلیه می‌توانند از شانه به عنوان محدوده نجات استفاده کنند. در صورتی که روسازی شانه برای حرکت سریع وسایل نقلیه مناسب نباشد و یا عرض آن کمتر از ۲/۵ متر باشد، لازم است که محدوده نجات در نظر گرفته شود.



شکل ۶-۵- تعریف محدوده نجات در محل اتصال رابط خروجی

۶-۹- کنترل حجم

حجم تردد ورودی به تندراه‌ها از طریق رابط‌ها معمولاً به دو روش کنترل می‌شود. روش اول بر اساس کنترل تعداد وسیله نقلیه بوده و در این روش با استفاده از یک چراغ راهنمایی در هر بازه زمانی مشخص، تعداد معینی وسیله نقلیه، شمارش شده و وارد تندراه می‌شود. به این ترتیب از به ظرفیت رسیدن قطعه همگرایی در تندراه جلوگیری خواهد شد. روش دوم بر اساس کنترل فاصله زمانی بین وسایل نقلیه متوالی بوده و در آن سعی بر از بین بردن اثر جریان ترافیک دسته‌ای برای ورود به تندراه است. به این ترتیب که در هر بازه زمانی مشخص، تنها به یک یا دو وسیله نقلیه اجازه عبور و ورود به تندراه داده می‌شود تا فاصله زمانی ورود وسایل نقلیه تنظیم شده و دسته ایجاد شده قبل از رابط پراکنده شود.

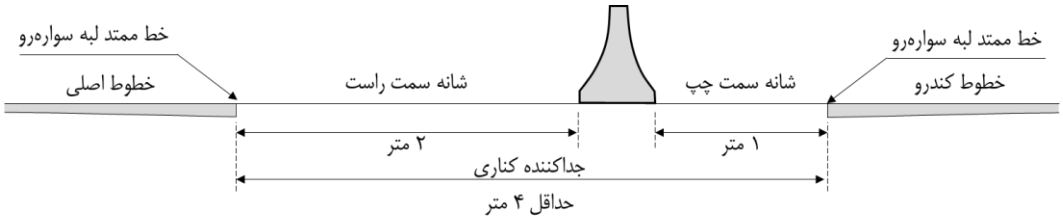
موقعیت مکانی مناسب برای نصب چراغ راهنمایی در رابط، از طریق ایجاد تعادل بین طول کافی برای انباشت وسایل نقلیه در رابط و شتاب‌گیری به موقع وسایل نقلیه تا رسیدن به سرعت ورود به تندراه تعیین می‌شود. به بیان دیگر، این تجهیزات را باید طوری جانمایی کرد که فضای در دسترس برای تشکیل صف وسایل نقلیه و طول شتاب‌گیری وسایل نقلیه برای رسیدن از سرعت صفر به سرعت ورودی تندراه، بیشینه شود.

۶-۱۰- خطوط کندرو

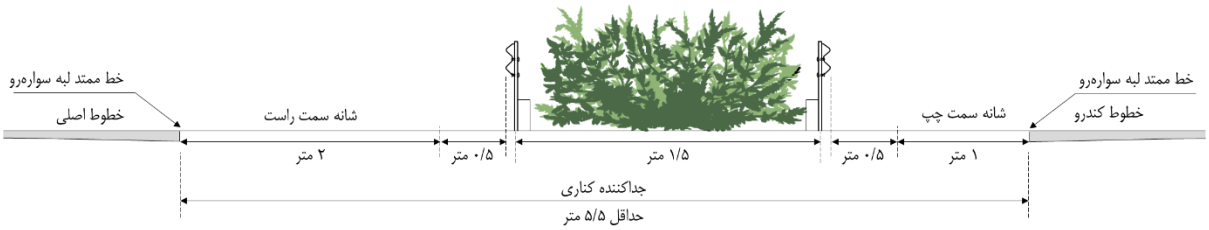
هدف از طراحی خطوط کندرو، حذف جریان‌های تداخلی و کاهش تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها در خطوط اصلی است. بر اساس ظرفیت مورد نیاز، کندروها می‌توانند یک‌خطه یا دوخطه طراحی شوند. خطوط کندرو که بیشتر از دو تبادل را به یکدیگر مرتبط کرده‌اند، باید دوخطه در نظر گرفته شوند. در چنین شرایطی که طول خطوط کندرو زیاد است، ایجاد تعدادی اتصال میانی با خطوط عبور اصلی الزامی است.

سرعت طرح خطوط کندرو ۲۰ کیلومتر بر ساعت، کمتر از سرعت طرح خطوط عبور اصلی در نظر گرفته می‌شود.

در مواردی که احتمال افزایش سرعت وجود داشته باشد، توصیه می‌شود که از جداکننده‌های صلب بین خطوط کندرو و خطوط اصلی استفاده شود (شکل ۶-۶). در صورتی که سرعت طرح، کمتر از ۸۰ کیلومتر بر ساعت باشد، از جداول برآمده و حفاظ‌های طولی انعطاف‌پذیر به عنوان جداکننده فیزیکی استفاده می‌شود (شکل ۶-۷).



شکل ۶-۶– مشخصات هندسی جداکننده خطوط کندرو با حفاظ طولی صلب



شکل ۶-۷– مشخصات هندسی جداکننده خطوط کندرو با حفاظ طولی انعطاف‌پذیر

۷- محل اتصال رابط‌ها

محل اتصال رابط‌ها، شامل خطوط کاهش و افزایش سرعت، لچکی‌ها و جزایر ایمنی است. محل اتصال رابط‌ها می‌تواند به صورت یک تقاطع همسطح ایجاد شود (تقاطع‌های موجود در انتهای رابط‌ها در تبادل لوزی شکل)، یا می‌تواند به صورت یک محدوده همگرایی و واگرایی در خطوط پر سرعت باشد. محل اتصال رابط، بر اساس تعداد خطوط رابط، نحوه قرار گرفتن خطوط تغییر سرعت (با اضافه شدن یک خط جدید یا لچکی) و ساده یا چند شاخه بودن، طراحی می‌شود.

۷-۱- ورود و خروج از سمت چپ

ورود و خروج خطوط تندراهی از سمت چپ، برخلاف انتظار رانندگان بوده و توصیه می‌شود در سرعت‌های بالا از قرار دادن ورودی و خروجی در سمت چپ اجتناب شود. به طور معمول، اتصال رابط از سمت چپ یکنواختی عملکرد را بر هم می‌زند. بنابراین این نوع اتصل‌ها بیشتر برای خطوط کندرو مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به هنگام ورود و خروج از سمت چپ، لازم است طول خطوط افزایش و کاهش سرعت، علائم راهنمایی و فاصله دید توقف و تصمیم‌گیری، مورد توجه ویژه قرار گیرد تا رانندگان به هنگام مواجهه با این موقعیت‌ها واکنش مناسبی داشته باشند. در صورت عدم وجود دید کافی در قوس‌های افقی یا عمودی، ملاحظات ترافیکی دیگری به منظور افزایش ایمنی وسایل نقلیه در نظر گرفته می‌شود.

۷-۲- فاصله دید

نحوه قرار گرفتن رابط‌های یک تبادل لوزی شکل، تقاطع‌های همسطحی را به وجود می‌آورد که باید فاصله دید کافی در همه جهت‌های آن تأمین شود. بنابراین، رابط‌های خروجی یا ورودی باید در فاصله قابل قبولی پیش از تقاطع انتها یا ابتدای رابط قرار گیرند. برای اطلاعات بیشتر در زمینه فاصله دید توقف در تقاطع‌ها به بخش هفتم آیین‌نامه، «تقاطع‌ها» مراجعه شود.

توصیه می‌شود که از طراحی رابط‌های خروجی در پشت قوس عمودی محدب به ویژه در سرعت‌های بالا اجتناب شود. همچنین رابط ورودی در سرعت‌های بالا، باید با شیبی بسیار کمتر از شیب خطوط عبور اصلی در حالت معمول طراحی شود، تا موجب شتاب گرفتن وسایل نقلیه نشود. توصیه می‌شود که به منظور ایجاد فاصله دید کافی در رابط‌های گردراهه، یک خط کاهش سرعت اضافه شود.

۷-۳- فاصله از موانع کناری

لازم است فاصله مناسبی بین محل اتصال رابط و سازه‌ها در نظر گرفته شود. در صورتی که امکان ایجاد رابط خروجی قبل از سازه وجود نداشته و رابط، بعد از سازه قرار گرفته باشد، باید فاصله محل اتصال رابط از سازه به نحوی تنظیم شود که دید مناسب به رابط خروجی وجود داشته باشد. به این منظور، می‌توان از حداقل فاصله دید تصمیم‌گیری استفاده کرد. البته، فاصله دید تصمیم‌گیری، معیار سخت‌گیرانه‌ای برای طراحی محل اتصال رابط نیست. عوامل دیگری مانند نوع پستی و بلندی زمین و عرض پوسته مورد نیاز، فرم کلی محل اتصال رابط را تعیین می‌کنند.

در رابط‌های ورودی، وجود فاصله کافی بین محل اتصال رابط و سازه‌ها، دید مناسبی به خطوط عبور عقب و مجاور برای رانندگانی که از رابط ورودی بعد از سازه وارد معبر می‌شوند، فراهم می‌کند.

توصیه می‌شود که به منظور بهبود کارایی و کاهش تصادفات، فاصله زیادی بین سازه‌ها و محل اتصال رابط در نظر گرفته شود. با این حال، در مواردی مانند رابط گردراهه در تبادل‌های شبدری که نمی‌توان از فاصله زیاد استفاده کرد، عرض پوسته زیاد شده، طول رابط گردراهه و زمان سفر افزایش خواهد یافت. در صورتی که تنها یک رابط گردراهه وجود داشته و پس از سازه قرار گرفته باشد، خط تغییر سرعت، قبل از سازه شروع شده و در صورت محدود بودن دید تا بعد از سازه نیز امتداد می‌یابد.

در صورتی که رابط، قبل از سازه باشد، می‌توان فاصله بین محل اتصال رابط و سازه را در مقایسه با حالتی که رابط، بعد از سازه قرار می‌گیرد، کمتر در نظر گرفت. در این حالت، دید به محل اتصال رابط برای وسایل نقلیه‌ای که در خطوط عبور مستقیم حرکت می‌کنند و همین‌طور، دید به عقب برای وسایل نقلیه رابط ورودی، محدود نخواهد شد. در شرایطی که محل اتصال رابط، پس از سازه و نزدیک به آن باشد، خط دید افقی به دلیل وجود پایه‌های پل و دیواره‌های آن، محدود شده و لازم است فاصله دید مورد نیاز تأمین شود.

۷-۴- خطوط کاهش و افزایش سرعت

در محل اتصال رابط به محدوده‌ای برای تغییر سرعت وسایل نقلیه از سرعت خطوط اصلی به سرعت رابط یا برعکس نیاز است. بنابراین اتصال رابط‌ها معمولاً به یکی از دو روش «استفاده از لچکی» یا «اضافه کردن یک خط کاهش و افزایش سرعت» طراحی می‌شوند. طراحی هر یک از این دو روش، متناسب با شیب و سرعت رابط و سرعت خطوط اصلی صورت می‌گیرد. توصیه می‌شود که برای اتصال رابط‌ها به ویژه رابط‌های ورودی از روش اضافه کردن خط افزایش و کاهش سرعت استفاده شود.

طول خط تغییر سرعت باید به اندازه‌ای باشد که امکان تغییر سرعت، ایجاد شتاب افزاینده یا کاهنده برای وسایل نقلیه، برقراری تعادل بین سرعت خطوط اصلی و رابط پیش از رسیدن به محل اتصال و فرصت کافی برای تغییر خط و پیوستن به جریان ترافیک اصلی وجود داشته باشد.

۷-۵- رابط ورودی یک‌خطه

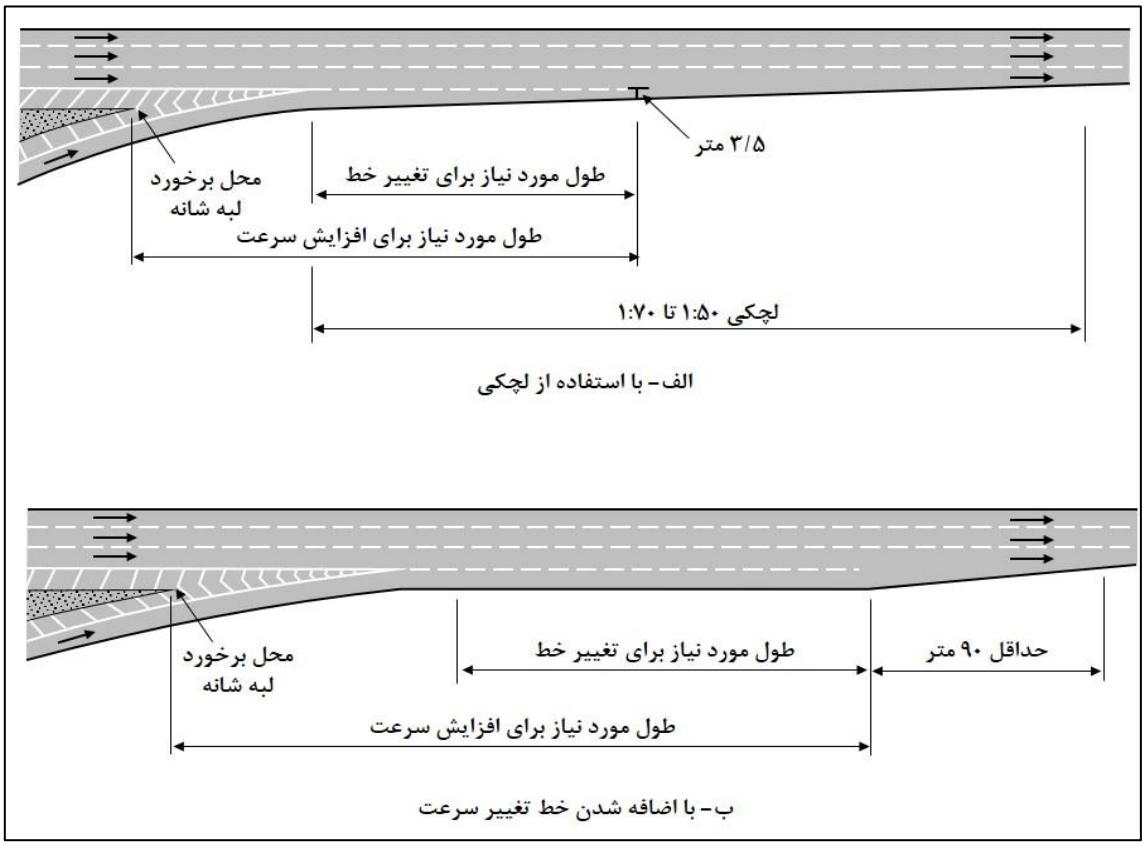
۷-۵-۱- با استفاده از لچکی

در حالت «الف» از شکل ۷-۱، نمونه متداول محل اتصال یک رابط ورودی یک‌خطه ارائه شده است. در لچکی‌ها، ورود جریان ترافیک به تندراه به صورت یکنواخت و مستقیم بوده و با یک زاویه در فاصله طولانی انجام می‌شود. طول مورد نیاز جهت افزایش سرعت وسایل نقلیه ورودی تا محل رسیدن لچکی به عرض یک خط عبور معمول (۳/۵ متر) بر اساس سرعت طرح خطوط اصلی، سرعت جریان ترافیک ورودی و شیب طولی رابط محاسبه می‌شود (جدول ۷-۱ و جدول ۷-۲).

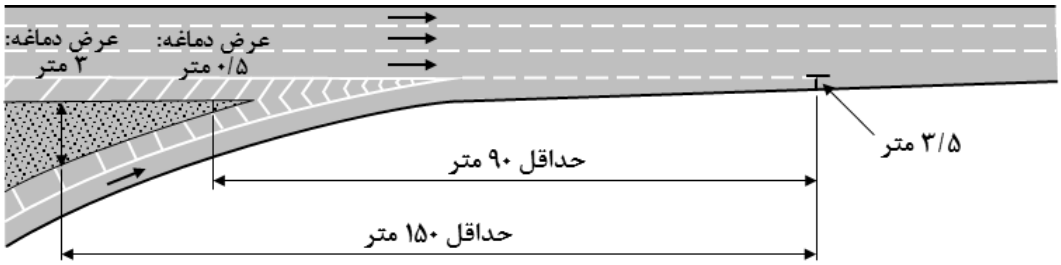
مقدار طولی که لازم است تا وسایل نقلیه، پس از افزایش سرعت نسبی، فرصت پیدا کرده و به خطوط اصلی منتقل شوند، با توجه به عرض دماغه بین ۹۰ تا ۱۵۰ متر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۷-۲). بنابراین طول مورد نیاز برای طراحی محل اتصال رابط ورودی نباید از این مقدار نیز کمتر در نظر گرفته شود. در صورت طراحی رابط با سرعت نزدیک به سرعت طرح مسیر اصلی، طول مورد نیاز برای افزایش سرعت، کاهش یافته و تأمین طول مورد نیاز برای تغییر خط، کنترل‌کننده خواهد بود. پس از در نظر گرفتن طول لازم برای افزایش سرعت و کنترل آن با حداقل طول لازم جهت تغییر خط و پیوستن جریان رابط ورودی به ترافیک اصلی، معمولاً یک لچکی با نسبت ۱:۵۰ تا ۱:۷۰ (نسبت فاصله جانبی به فاصله طولی) برای ادغام لبه خارجی رابط و لبه مسیر اصلی ایجاد خواهد شد.

۷-۵-۲- با استفاده از خط افزایش سرعت

در این حالت، یک خط عبور اضافی با طول کافی، موازی با خطوط اصلی در نظر گرفته شده و امکان افزایش سرعت برای جریان ورودی پیش از آن‌که به جریان اصلی ملحق شود، فراهم می‌شود. در نهایت نیز خط افزایش سرعت با یک لچکی به طول حداقل ۹۰ متر به مسیر اصلی متصل خواهد شد. در حالت «ب» از شکل ۷-۱، نمونه معمول ورودی یک‌خطه با استفاده از خط افزایش سرعت نشان داده شده است. در این حالت نیز حداقل طول خط افزایش سرعت با استفاده از جدول ۷-۱ و جدول ۷-۲ تعیین می‌شود.



شکل ۷-۱- محل اتصال رابط ورودی یک‌خطه



شکل ۷-۲- نحوه کنترل حداقل طول مورد نیاز برای ایجاد فرصت و تغییر خط وسایل نقلیه ورودی

جدول ۷-۱- حداقل طول لازم برای افزایش سرعت در محل اتصال رابط ورودی با شیب طولی کمتر از ۳ درصد (متر)

سرعت طرح خطوط اصلی (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت جریان ترافیک ورودی** (کیلومتر بر ساعت)							
	توقف کامل	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
۵۰	۶۰	۵۰	۳۰	–	–	–	–	–
۶۰	۹۵	۸۰	۶۵	۴۵	–	–	–	–
۷۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۶۵	–	–	–
۸۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۵	۱۴۵	۱۱۵	۶۵	–	–
۹۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۲۵	۳۵	–
۱۰۰	۳۴۵	۳۲۵	۳۰۵	۲۸۵	۲۵۵	۲۰۵	۱۱۰	۴۰
۱۱۰	۴۳۰	۴۱۰	۳۹۰	۳۷۰	۳۴۰	۲۹۰	۲۰۰	۱۲۵
۱۲۰	۵۴۵	۵۳۰	۵۱۵	۴۹۰	۴۶۰	۴۱۰	۳۲۵	۲۴۵

جدول ۷-۲– ضریب تعدیل طول لازم برای افزایش سرعت در محل رابط ورودی بر اساس شیب طولی

شیب طولی رابط (درصد)	**سرعت طرح خطوط اصلی** (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت طرح رابط سربالایی** (کیلومتر بر ساعت)					**رابط سرپایینی**
		۴۰	**۵۰**	**۶۰**	**۷۰**	**۸۰**	
از ۳ تا ۵	۶۰	۱/۳	۱/۴	۱/۴	–	–	۰/۷۰
	۷۰	۱/۳	۱/۴	۱/۴	۱/۵	–	۰/۶۵
	۸۰	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۶	۰/۶۵
	۹۰	۱/۴	۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۶	۰/۶۰
	۱۰۰	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۰/۶۰
	۱۱۰	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۰/۶۰
	۱۲۰	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۷	۱/۸	۰/۶۰
۵ و بیشتر از آن	۶۰	۱/۵	۱/۵	–	–	–	۰/۶۰
	۷۰	۱/۵	۱/۶	۱/۷	–	–	۰/۶۰
	۸۰	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۱/۸	–	۰/۵۵
	۹۰	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۱	۲/۲	۰/۵۵
	۱۰۰	۱/۷	۱/۹	۲/۲	۲/۴	۲/۵	۰/۵۰
	۱۱۰	۲/۰	۲/۲	۲/۶	۲/۸	۳/۰	۰/۵۰
	۱۲۰	۲/۲	۲/۴	۲/۸	۳/۲	۳/۵	۰/۵۰

۷-۶- رابط خروجی یک‌خطه

۷-۶-۱- با استفاده از لچکی

طول مورد نیاز برای کاهش سرعت وسایل نقلیه خروجی، از محل رسیدن لچکی به عرض یک خط عبور معمول (حالت «الف» از شکل ۷-۳)، بر اساس سرعت طرح خطوط اصلی، سرعت جریان ترافیک خروجی و شیب طولی رابط تعیین می‌شود (جدول ۷-۳ و جدول ۷-۴).

۷-۶-۲- با استفاده از خط کاهش سرعت

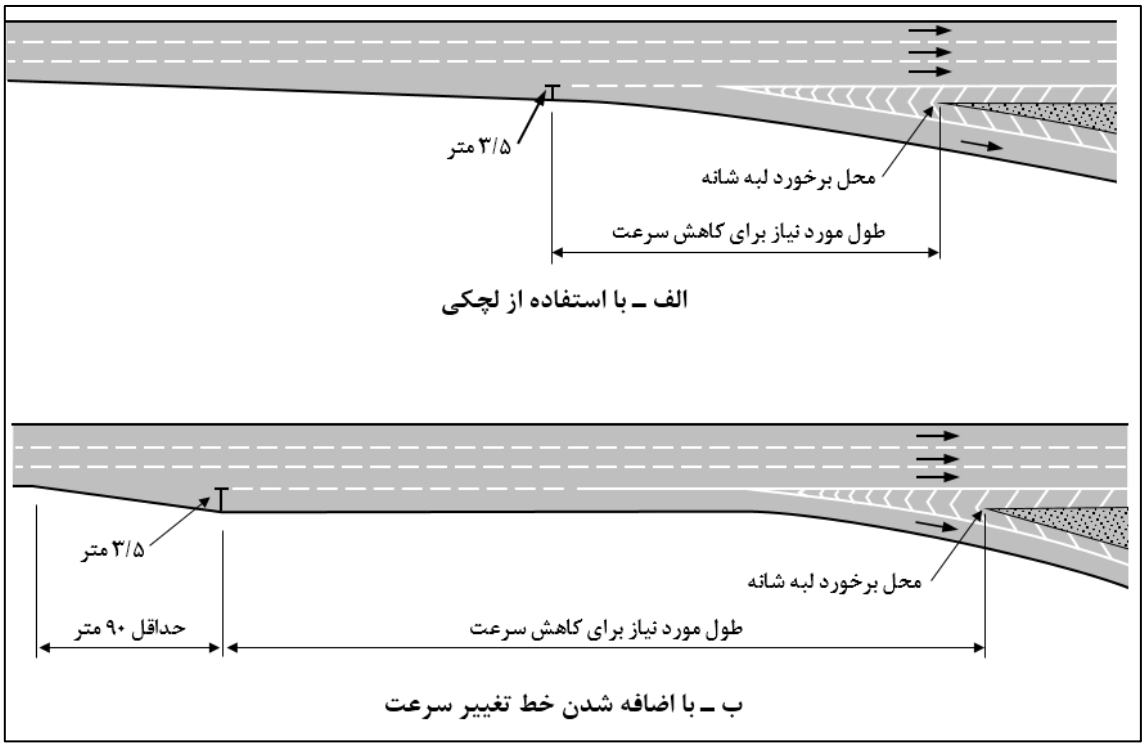
این نوع خروجی به طور معمول با یک لچکی به طول حداقل ۹۰ متر شروع می‌شود تا در این طول، عرض یک خط عبور معمول (حالت «ب» از شکل ۷-۳) تأمین شده و سپس موازی لبه مسیر اصلی امتداد می‌یابد تا به دهانه خروجی برسد.

جدول ۷-۳- حداقل طول لازم برای کاهش سرعت در محل اتصال رابط خروجی با شیب طولی کمتر از ۳ درصد (متر)

سرعت طرح خطوط اصلی (کیلومتر بر ساعت)	**سرعت جریان ترافیک خروجی** (کیلومتر بر ساعت)							
	توقف کامل	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
۵۰	۷۵	۷۰	۶۰	۴۵	–	–	–	–
۶۰	۹۵	۹۰	۸۰	۶۵	۵۵	–	–	–
۷۰	۱۱۰	۱۰۵	۹۵	۸۵	۷۰	۵۵	–	–
۸۰	۱۳۰	۱۲۵	۱۱۵	۱۰۰	۹۰	۸۰	۵۵	–
۹۰	۱۴۵	۱۴۰	۱۳۵	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۷۵	۶۰
۱۰۰	۱۷۰	۱۶۵	۱۵۵	۱۴۵	۱۳۵	۱۲۰	۱۰۰	۸۵
۱۱۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۵
۱۲۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۸۵	۱۷۵	۱۷۰	۱۵۵	۱۴۰	۱۲۰

جدول ۷-۴- ضریب تعدیل طول لازم برای کاهش سرعت در محل رابط خروجی بر اساس شیب طولی

شیب طولی رابط (درصد)	رابط سربالایی	رابط سرپایینی
از ۳ تا ۵	۰/۹۰	۱/۲۰
۵ و بیشتر از آن	۰/۸۰	۱/۳۵



شکل ۷-۳– محل اتصال یک رابط خروجی یک‌خطه

۷-۷- محل اتصال رابط در قوس‌های افقی

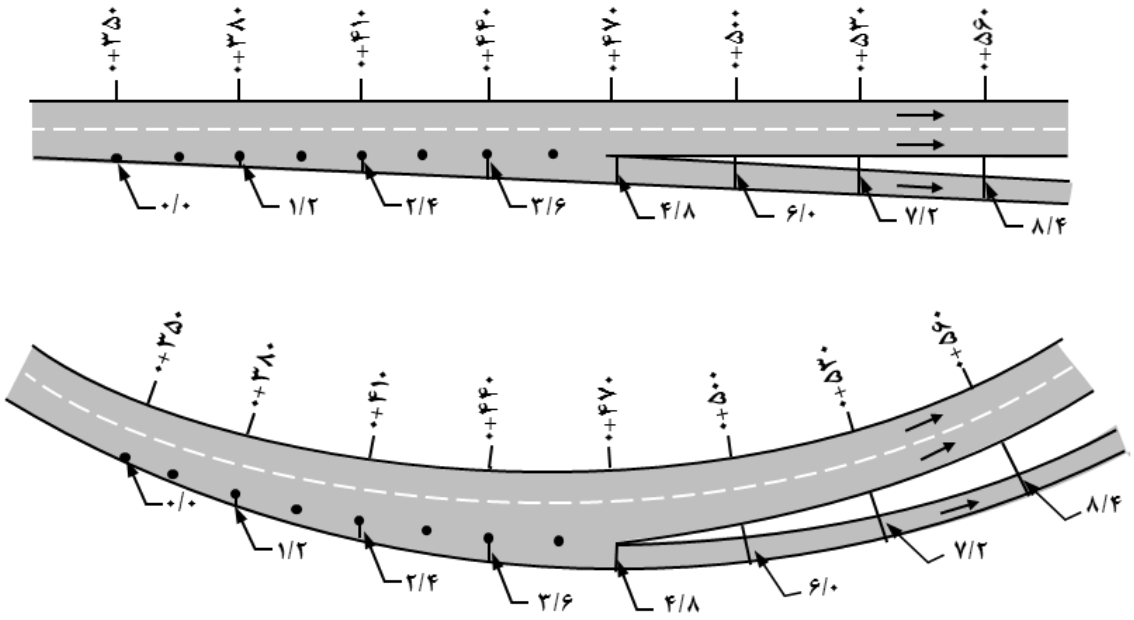
در صورتی که ناگزیر، محل اتصال رابط‌های ورودی و خروجی در طول قوس افقی خطوط تندراهی واقع شود، تغییراتی در طراحی محل اتصال لازم است. در شرایطی که سرعت طرح قوس افقی مذکور بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت باشد، طراحی محل اتصال رابط هم از طریق لچکی و هم با استفاده از اضافه شدن خط تغییر سرعت امکان‌پذیر و بدون اشکال است.

در حالت اضافه شدن خط تغییر سرعت، طراحی به صورت مشابه با آنچه که در مورد مسیر مستقیم ذکر شد، انجام شده و تنها، خط اضافه شده، انحنایی مشابه با انحنای خطوط اصلی خواهد داشت.

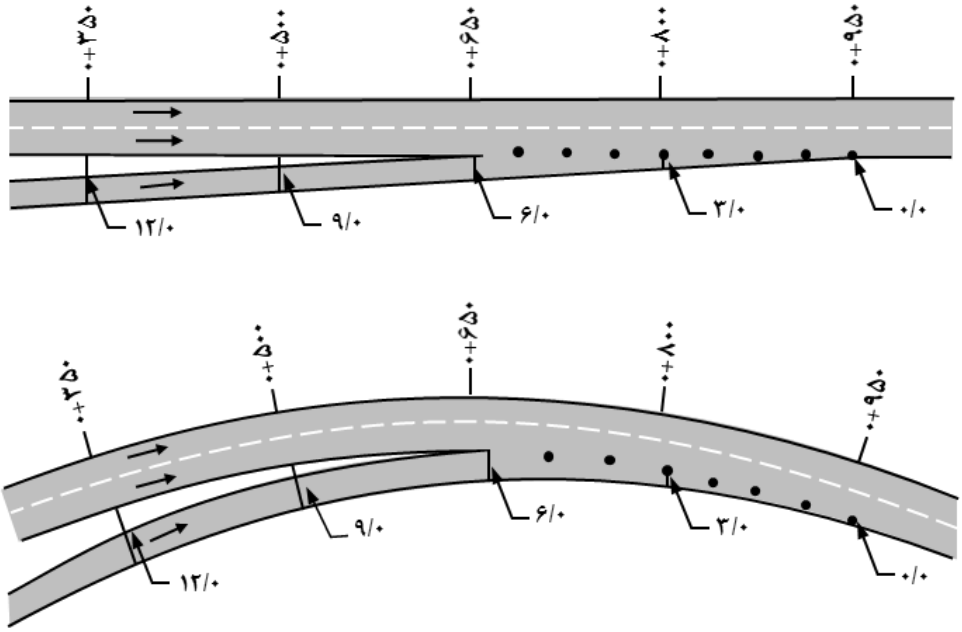
در حالت لچکی نیز طراحی به گونه مشابه با حالت مستقیم (مطابق شکل ۷-۴) انجام می‌شود. در این حالت بهتر است که کل طول لچکی در بخش منحنی شکل واقع شود.

در صورتی که سرعت طرح قوس افقی برابر با ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت باشد، طراحی محل اتصال با اضافه شدن یک خط تغییر سرعت مطلوب‌تر است. شکل ۷-۵، نمونه‌های متفاوتی از محل اتصال رابط‌های ورودی و خروجی با اضافه شدن یک خط تغییر سرعت در محل قوس افقی را نشان می‌دهد.

در شرایطی که قوس رابط خروجی در خلاف جهت قوس خطوط اصلی باشد، ترافیک خط عبور سمت راست به حرکت در مسیر رابط تمایل پیدا می‌کند، لذا بهتر است از طراحی چنین حالتی اجتناب شود. در طراحی خروجی‌های دارای خط تغییر سرعت در محل قوس، بهتر است لچکی ابتدای خط کاهش سرعت، طول کمتری داشته باشد (حداکثر ۳۰ متر).



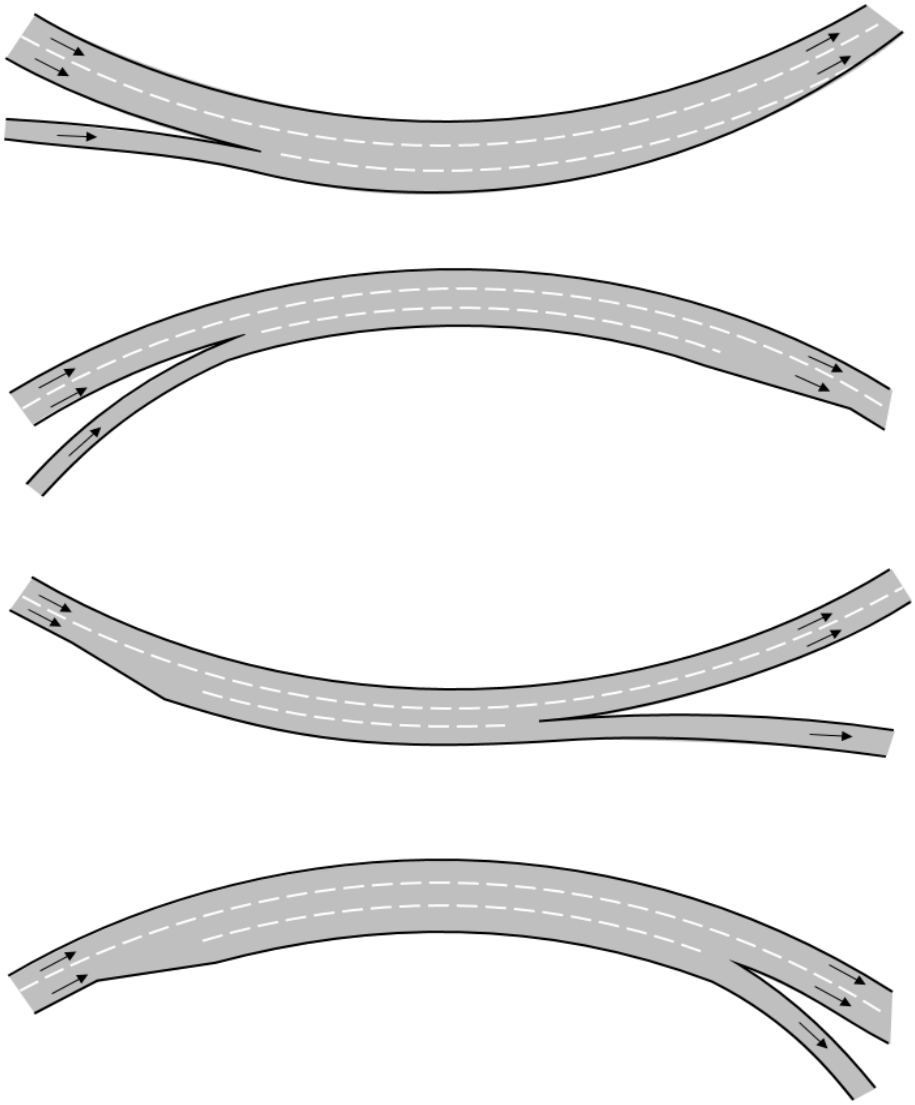
الف- محل اتصال رابط خروجی



ب- محل اتصال رابط ورودی

(کلیه مقادیر به متر است)

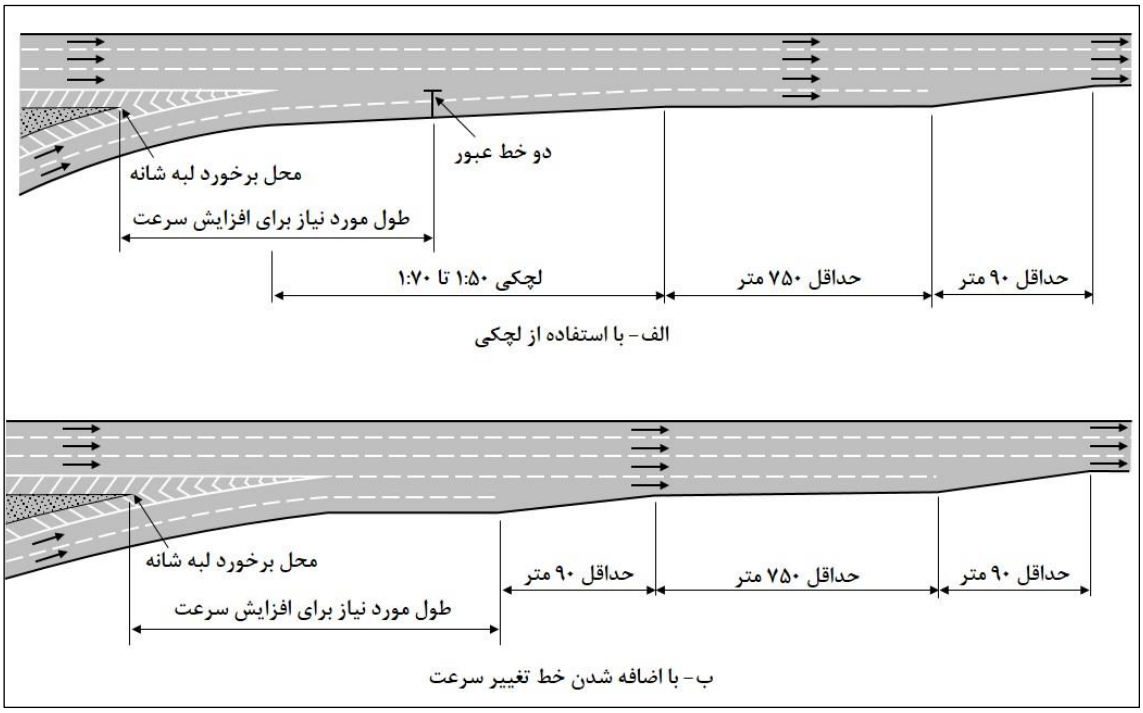
شکل ۷-۴- نمونه طراحی محل اتصال رابط با استفاده از لچکی در قوس افقی



شکل ۷-۵- نمونه‌های نحوه اتصال رابط با استفاده از خط تغییر سرعت در قوس افقی

۷-۸- رابط ورودی دوخطه

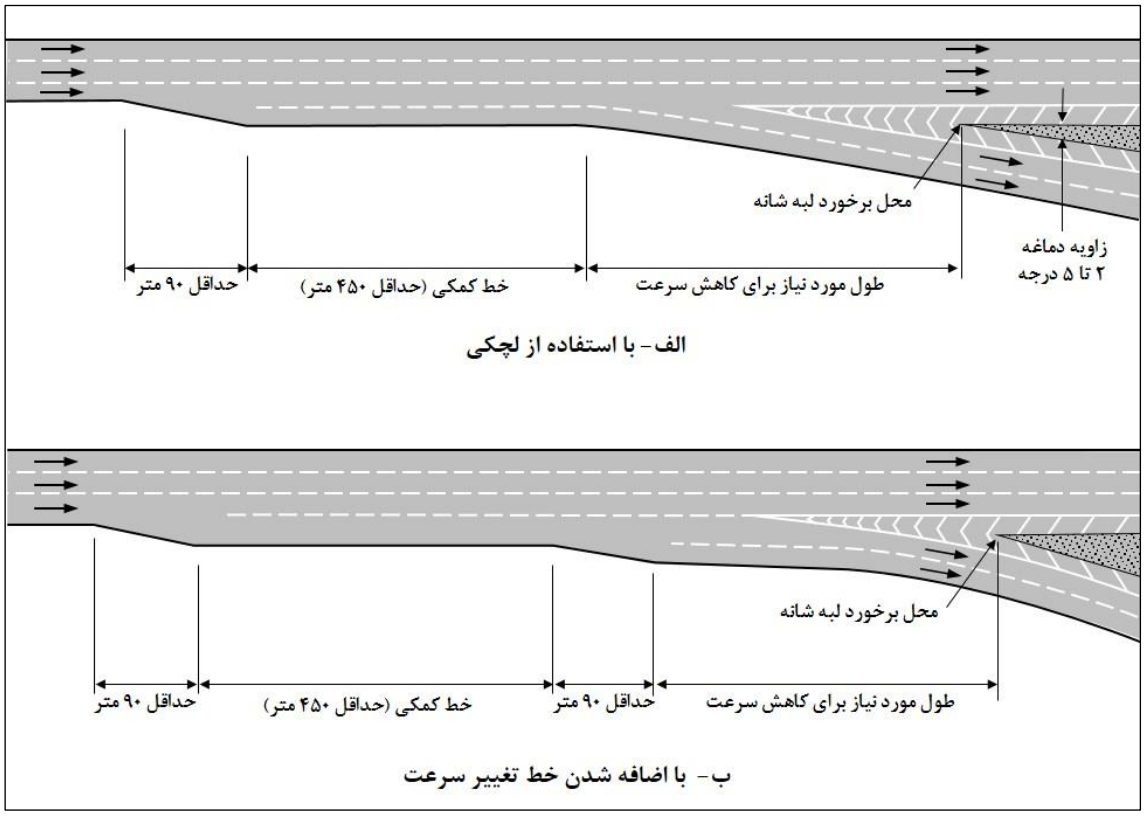
بهتر است در طراحی محل اتصال رابط‌های ورودی دوخطه نیز از روش اضافه کردن خط افزایش سرعت استفاده شود (شکل ۷-۶). در این حالت، به منظور حفظ توازن خطوط عبور، لازم است تا پیش از محل ورودی، یک خط به خطوط اصلی اضافه شده و در فاصله حداقل ۷۵۰ متر بعد از آن حذف شود. در محل اتصال رابط ورودی دوخطه، طول مورد نیاز برای تغییر خطوط جریان ورودی و پیوستن به جریان اصلی برابر با ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. در این حالت نیز حداقل طول مورد نیاز برای افزایش سرعت با استفاده از جدول ۷-۱ و جدول ۷-۲ تعیین شده و با حداقل طول مورد نیاز برای تغییر خطوط کنترل می‌شود.



شکل ۷-۶- محل اتصال یک رابط ورودی دوخطه

۷-۹- رابط خروجی دوخطه

در این حالت، به منظور حفظ توازن خطوط، یک خط کمکی، از فاصله حداقل ۴۵۰ متر، پیش از محل اتصال رابط خروجی به خطوط اصلی اضافه می‌شود (شکل ۷-۷). در این حالت نیز طول مورد نیاز برای کاهش سرعت وسایل نقلیه خروجی، بر اساس سرعت طرح خطوط اصلی، سرعت جریان ترافیک خروجی و شیب طولی رابط، مطابق جدول ۷-۳ و جدول ۷-۴، تعیین می‌شود.

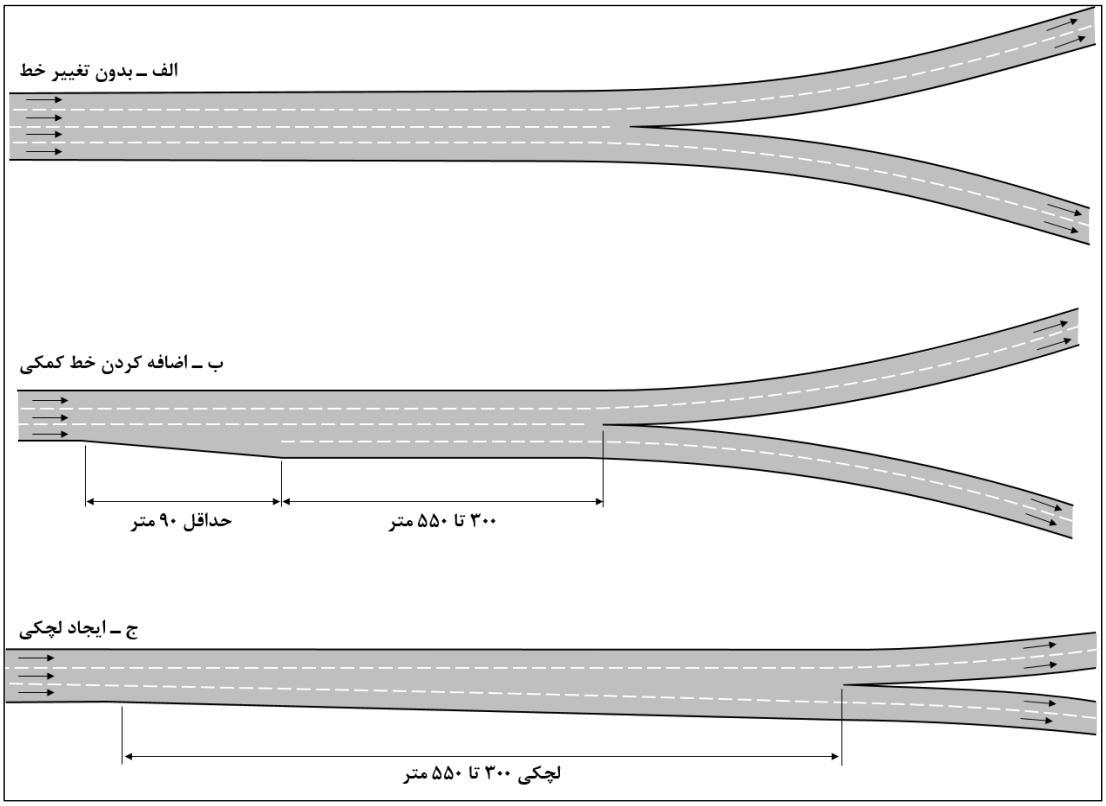


شکل ۷-۷- محل اتصال یک رابط خروجی دوخطه

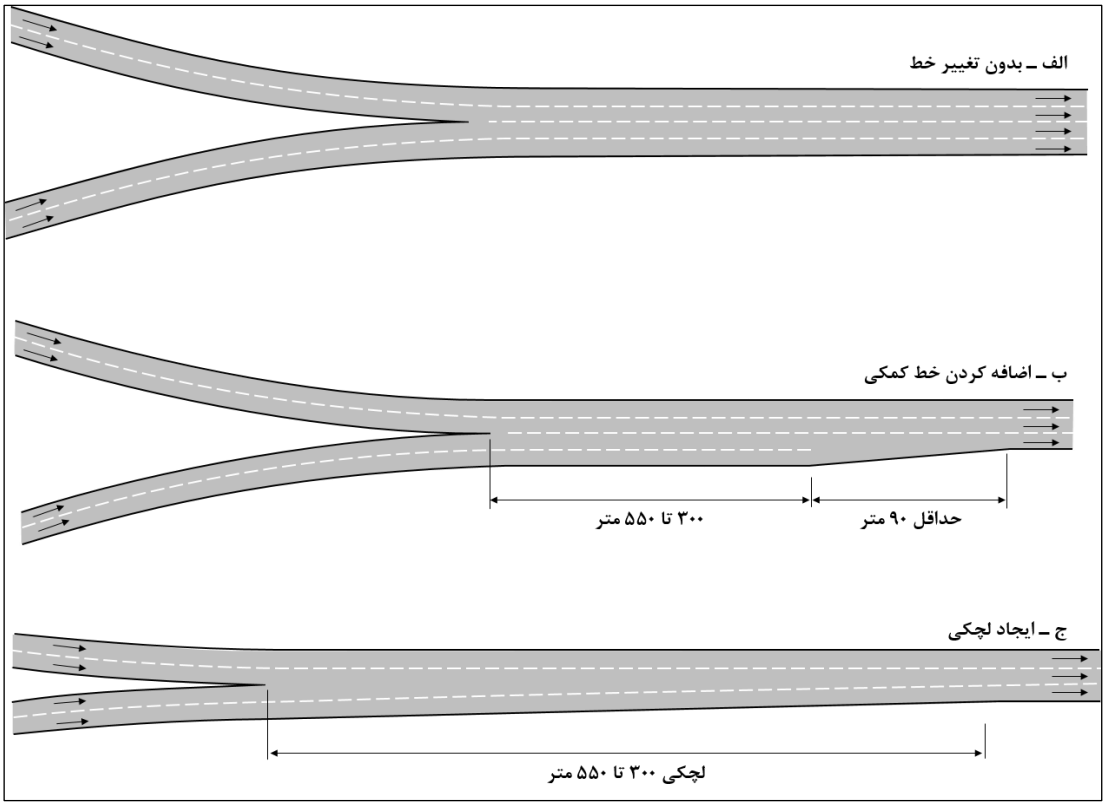
۷-۱۰- اتصال‌های دو شاخه ورودی و خروجی

در طراحی این نوع اتصال‌ها، لازم است تا به حفظ توازن خطوط عبور توجه شود. به طوری که تعداد خط‌های اصلی در محل اتصال برابر با جمع خط‌های انشعابی و یا یک خط کمتر از مجموع آنها باشد.

شکل ۷-۸ و شکل ۷-۹، نمونه حالت‌های مختلف ایجاد توازن خطوط، به ترتیب در محل اتصال خروجی دو شاخه و ورودی دو شاخه را نشان می‌دهند. در حالت «الف» از این شکل‌ها، توازن خطوط بدون نیاز به تغییر خط وجود دارد. در حالت «ب» با اضافه شدن خط کمکی و در حالت «ج» از طریق یک لچکی طولانی، توازن خطوط ایجاد می‌شود. به منظور برقراری توازن خطوط، فاصله بین محل تغییر خط تا محل اتصال دو شاخه باید برابر با ۳۰۰ تا ۵۵۰ متر در نظر گرفته شود. در طول این فاصله تعداد خط به منظور حفظ توازن، تغییر نخواهد داشت.



شکل ۷-۸– نمونه حالت‌های اتصال خروجی دو شاخه



شکل ۷-۹- نمونه حالت‌های اتصال ورودی دو شاخه

۸- توازن خطوط عبور

۸-۱- حفظ تعداد خطوط عبور پایه

طراحی و تعیین تعداد خطوط عبور از مفاهیم اساسی در طراحی تندراه‌هاست. به این منظور برای مقاطع مختلف، ابتدا باید حجم‌های ترافیک عبوری (حجم ترافیک ساعت اوج در یک روز عادی) برآورد شده و سپس بر اساس ظرفیت و سطح خدمت مورد نیاز، تعداد خطوط عبور پایه تعیین شود. تعداد خطوط پایه، حداقل تعداد خط عبور مجاز در طول مسیر را مشخص کرده و تغییرات موضعی و محلی تقاضا در تعیین آن نادیده گرفته می‌شود.

تعداد خطوط پایه باید در طول زیادی از تندراه ثابت نگه داشته شود، ولی در خروجی‌های دوخطه یا بین تبادل‌های پر حجم، امکان تغییر تعداد خطوط پایه وجود دارد، به شرط آن که در فاصله حداقل ۵ کیلومتری، نیاز به تغییر مجدد تعداد خطوط پایه وجود نداشته باشد. تغییر خطوط عبور باید در سمت راست، هر بار تنها به تعداد یک خط و در فاصله‌ای صورت گیرد که رانندگان وسایل نقلیه انتظار تغییر عرض را داشته باشند. همچنین توصیه می‌شود که انتهای خط کاسته شده و ابتدای خط افزوده شده، توسط یک لچکی با حداقل شیب ۱ به ۵۰ و شیب مطلوب ۱ به ۷۰، مشابه با محل اتصال یک رابط به سایر خطوط متصل شود. برای تغییر یک خط عبور بین تبادل‌ها در نظر گرفتن حداقل فاصله ۶۰۰ تا ۹۰۰ متر از تبادل قبلی به منظور اطلاع‌رسانی به رانندگان و نصب تابلوها و علائم الزامی است.

در صورت نیاز به تغییر بیشتر از یک خط، لازم است تا این تغییر در چند مرحله و در هر مرحله تنها به تعداد یک خط انجام شود. به علاوه، لازم است تا بین تغییر خطوط متوالی، طول مناسبی با عرض ثابت، بین انتهای لچکی تغییر قبل و ابتدای لچکی تغییر جدید در نظر گرفته شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه نحوه تغییر تعداد خطوط و عرض سواره‌رو به بخش دوم آیین‌نامه، «پلان و نیمرخ‌های طولی» مراجعه شود.

۸-۲- اصول رعایت توازن خطوط عبور

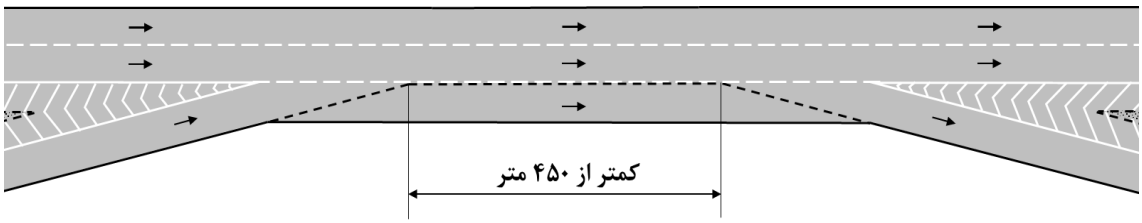
به منظور ایجاد جریان ترافیک روان و تأمین ظرفیت در تبادل‌ها و اتصال‌ها، ضروری است توازن خطوط رعایت شود. به بیان دیگر پس از تعیین تعداد خطوط پایه، تغییرات لازم در تعداد خط‌های عبور با توجه به اصول زیر کنترل می‌شود:

- تعداد خطوط بعد از رابط‌های ورودی، نباید از مجموع خطوط قبل از رابط و خود رابط منهای یک کمتر باشد، حتی بهتر است که مساوی با مجموع آن دو باشد.

- تعداد خطوط قبل از رابط‌های خروجی، نباید از مجموع خطوط بعد از رابط و خود رابط منهای یک کمتر باشد، حتی بهتر است که مساوی با مجموع آن دو باشد.

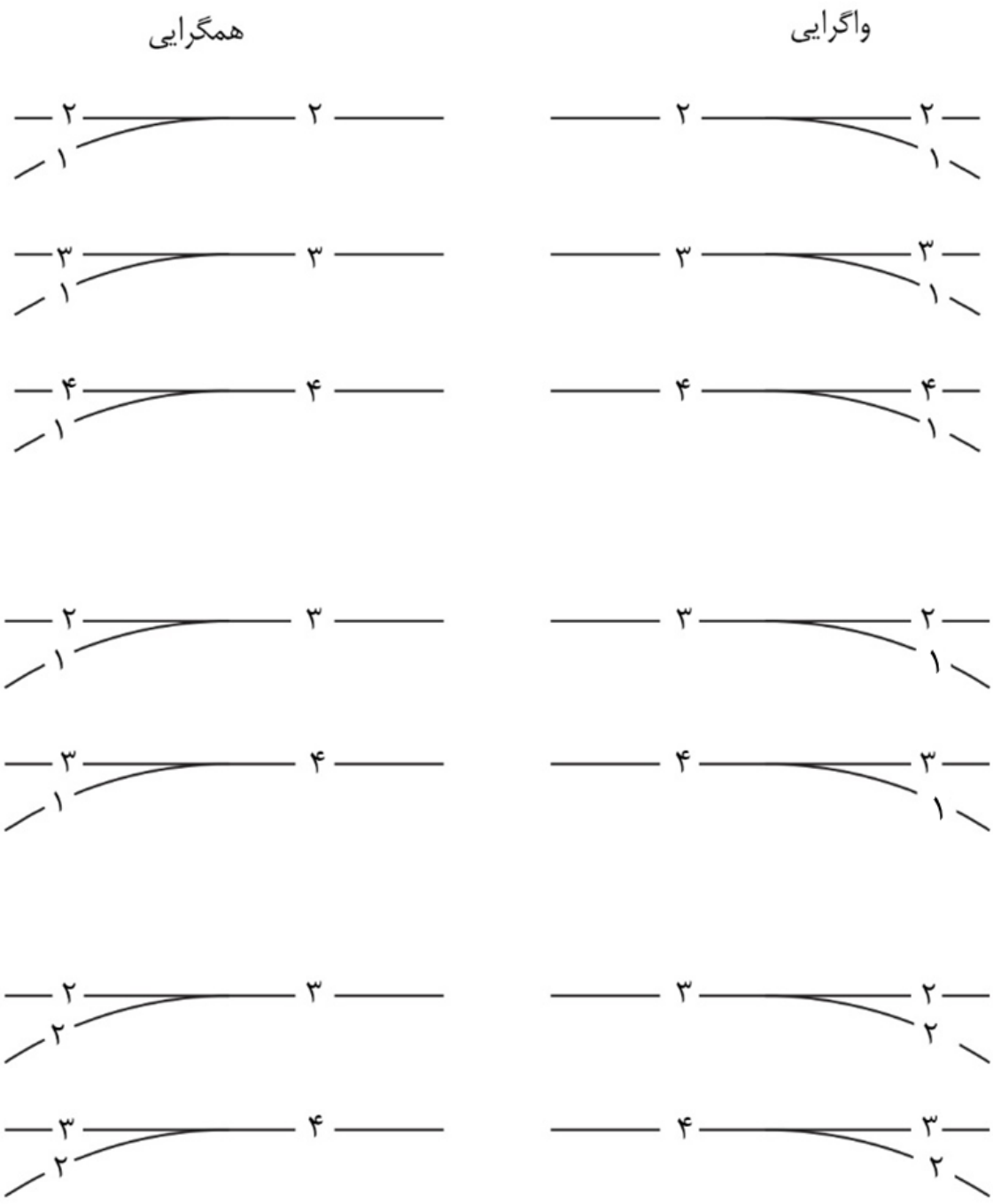
- در شرایطی که فاصله بین انتهای لچکی‌های اتصال یک رابط ورودی و رابط خروجی بعد از آن، کمتر از ۴۵۰ متر باشد (به صورت ویژه در تبادل‌های شبدری)، خط تغییر سرعت رابط‌ها، پیوسته شده و در تمام این طول به کار گرفته می‌شود. در این شرایط، تعداد خطوط عبور در حد فاصل بین دو رابط برابر با مجموع تعداد خطوط قبل از رابط ورودی و خود رابط ورودی و همچنین برابر با مجموع تعداد خطوط بعد از رابط خروجی و خود رابط خروجی خواهد بود (شکل ۸-۱).

- تعداد خط‌های عبور اصلی نباید در هر بار بیشتر از یک خط تغییر کند.

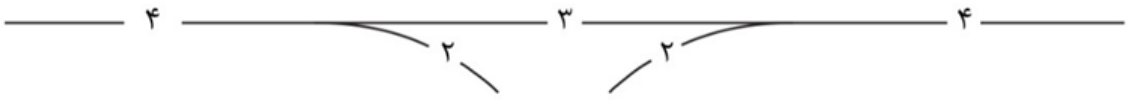


شکل ۸-۱- ایجاد خط کمکی پیوسته در حد فاصل دو رابط ورودی و خروجی متوالی

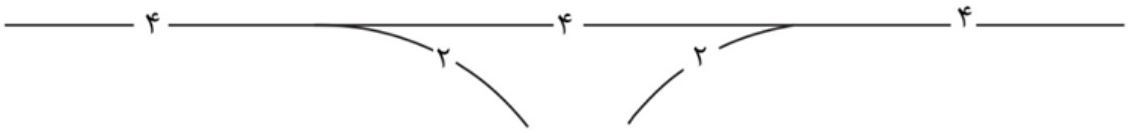
شکل ۸-۲ و شکل ۸-۳، نمونه‌هایی از نحوه تطبیق دادن اصل توازن خطوط و حفظ تعداد خط‌های پایه را به ترتیب در قطعات همگرایی، واگرایی و تداخلی نشان می‌دهند. حالت «الف» از شکل ۸-۳، به دلیل تغییر تعداد خطوط پایه در فاصله بین دو رابط و ایجاد گلوگاه، علیرغم رعایت اصول توازن خطوط و حالت «ب» به دلیل عدم رعایت اصول توازن خطوط، طرح‌های مناسبی نیستند. در حالت «ج»، تعداد خط‌های پایه، حفظ شده و اصول توازن خط‌ها رعایت شده است.



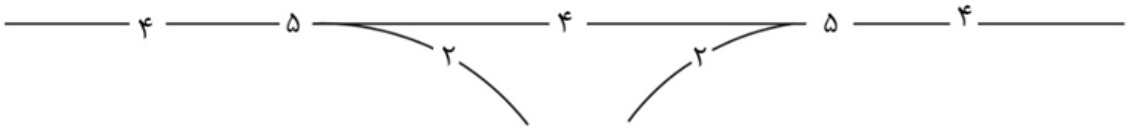
شکل ۸-۲- نمونه‌های متداول حفظ توازن خطوط عبور در قطعات همگرایی و واگرایی



الف ـ رعایت توازن تعداد خطوط عبور و عدم حفظ تعداد خطوط پایه



ب ـ حفظ تعداد خطوط پایه و عدم رعایت توازن تعداد خطوط عبور

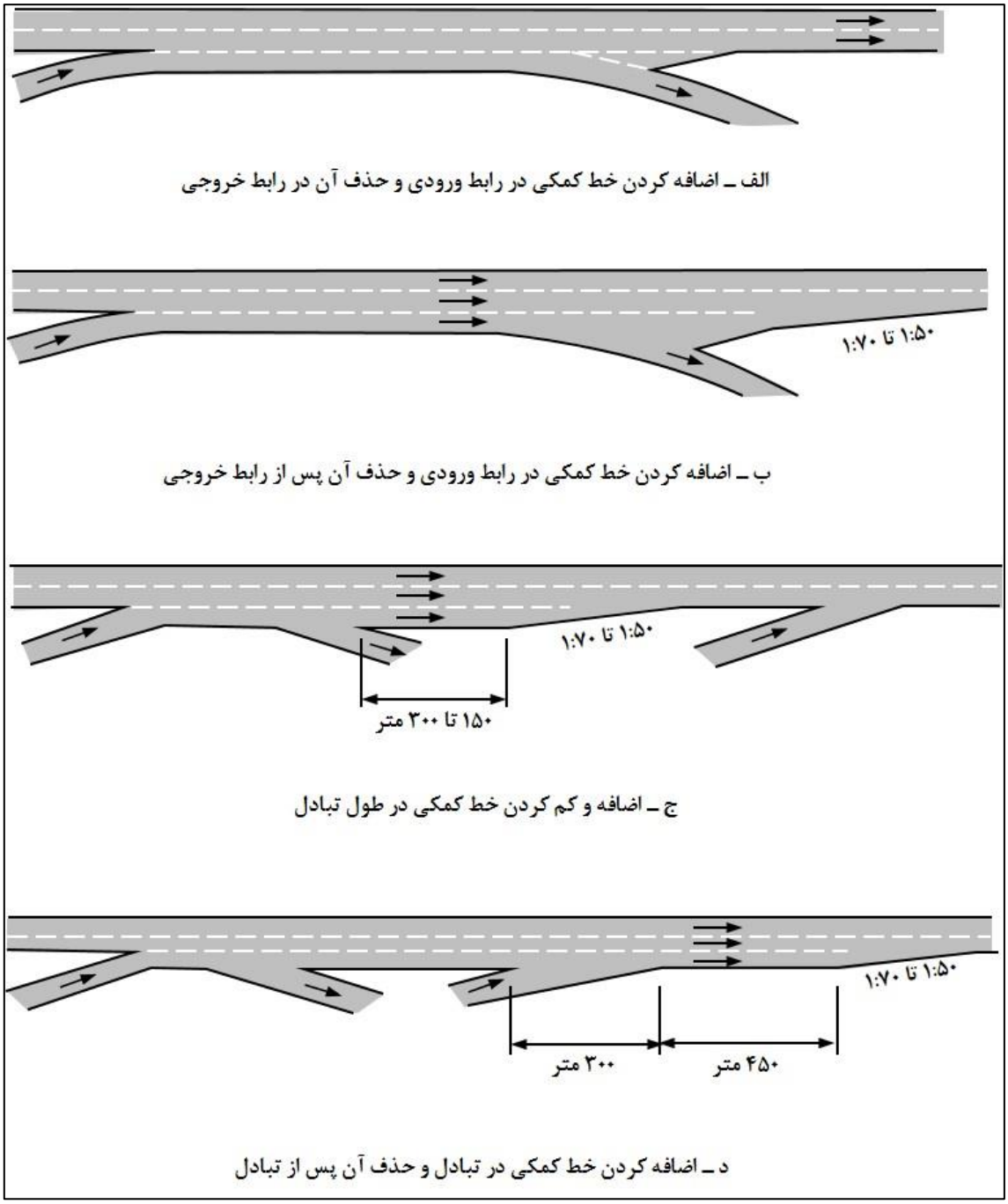


ج ـ حفظ تعداد خطوط پایه و رعایت توازن تعداد خطوط عبور

شکل ۸-۳- نمونه هماهنگی حفظ تعداد خطوط پایه و اصول توازن در قطعات تداخلی

۸-۳- ایجاد و حذف خطوط کمکی

به طور معمول از خطوط کمکی در راستای به تعادل رساندن جریان‌های ترافیکی و تنظیم یکنواختی سطح خدمت در معابر شهری استفاده می‌شود. گزینه‌های مختلف اضافه و کم کردن خطوط کمکی، متناسب با شرایط موجود در محل تبادل‌ها در شکل ۸-۴ نشان داده شده است.



شکل ۸-۴- روش‌های مختلف اضافه و کم کردن خطوط کمکی

۹- تحلیل سطح خدمت

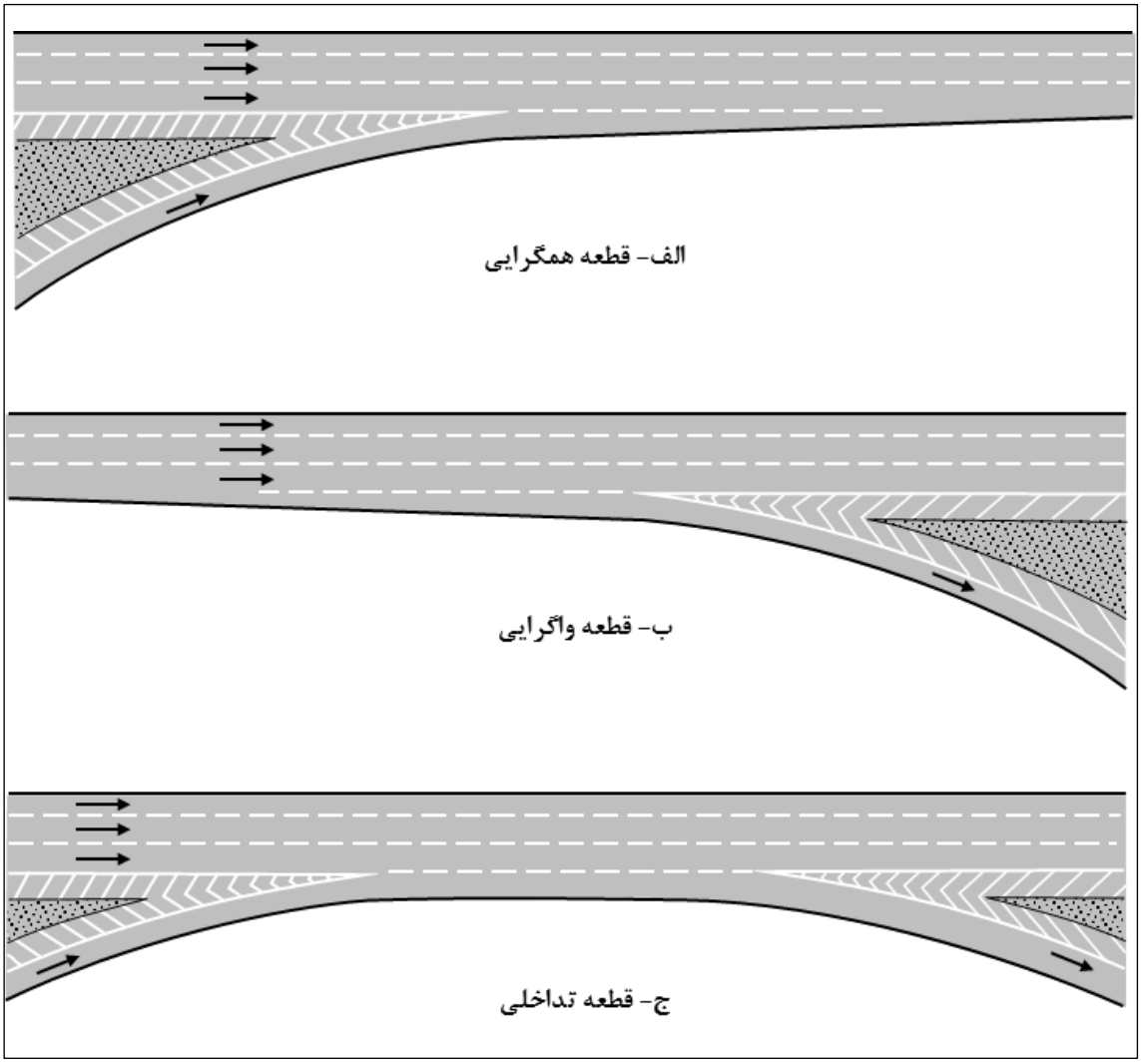
از مفهوم سطح خدمت برای تحلیل عملکرد انواع معابر استفاده می‌شود. سطح خدمت به کمک حروف انگلیسی A تا F بیان می‌شود. سطح خدمت A معرف بهترین وضعیت و سطح خدمت F معرف بدترین وضعیت عملکردی تسهیلات است. تنزل وضعیت یک معبر از سطح خدمت A به سطح خدمت E نشان‌دهنده افزایش نسبت تقاضا به ظرفیت بوده و زمانی که تقاضا بیشتر از ظرفیت باشد، سطح خدمت معبر F خواهد بود.

عملکرد و سطح خدمت قطعات مختلف تندراهی، به تفکیک نوع قطعه و با استفاده از شاخص چگالی، ارزیابی و تعیین می‌شود (جدول ۹-۱). انواع قطعات تندراهی بر اساس نوع عملکرد و جریان‌های موجود در آن شامل قطعات پایه، همگرایی، واگرایی و تداخلی است (شکل ۹-۱).

جدول ۹-۱- سطح خدمت قطعات تندراهی بر اساس چگالی (سواری بر کیلومتر بر خط) و نوع قطعه

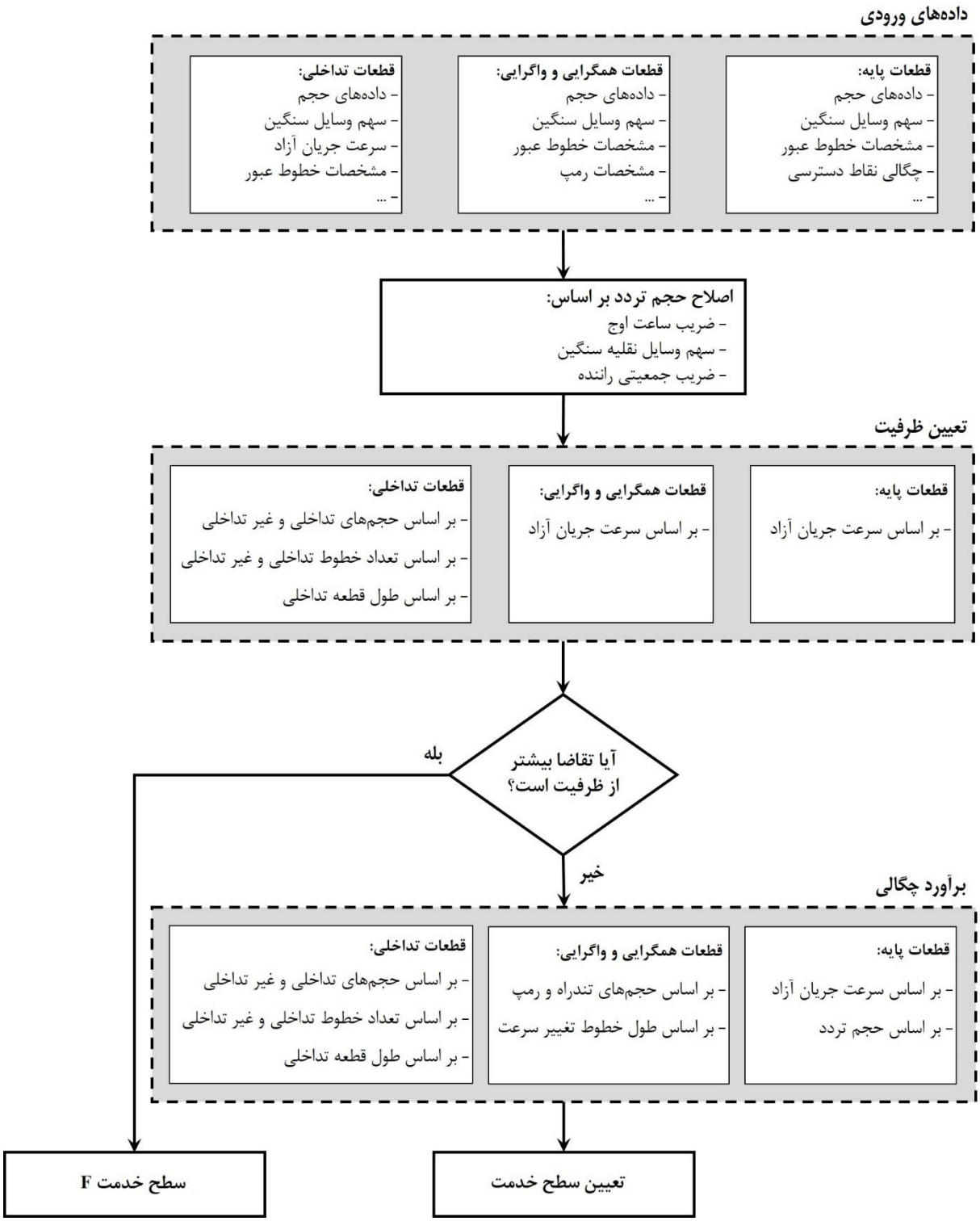
سطح خدمت	نوع قطعه	
	پایه	همگرایی، واگرایی یا تداخلی
A	۷ و کمتر	۶ و کمتر
B	۷ تا ۱۱	۶ تا ۱۲
C	۱۱ تا ۱۶	۱۲ تا ۱۷
D	۱۶ تا ۲۲	۱۷ تا ۲۲
E	۲۲ تا ۳۸	بیشتر از ۲۲
F	بیشتر از ۳۸	-

قطعات همگرایی و واگرایی در تندراه‌های شهری، به ترتیب در محل اتصال رابط‌های ورودی و خروجی با خطوط اصلی ایجاد می‌شوند. تداخل به معنی تلاقی دو یا چند جریان ترافیک در طول مشخصی از یک جهت از تندراه است. بنابراین، قطعات تداخلی زمانی شکل می‌گیرند که قطعات همگرایی، در فاصله‌ای نزدیک، قبل از قطعات واگرایی واقع شوند. نزدیک بودن قطعات همگرایی به واگرایی به این معنی است که فاصله کافی برای عملکرد مجزای آنها وجود نداشته باشد. قطعات پایه، قطعاتی از تندراه‌های شهری هستند که خارج از محدوده اثر مانورهای همگرایی، واگرایی یا تداخلی قرار گرفته باشند.



شکل ۹-۱- انواع قطعات تندراهی به منظور تحلیل سطح خدمت

فرآیند تحلیل سطح خدمت انواع قطعات تندراهی در شکل ۹-۲ نشان داده شده است که با برآورد مقدار چگالی قطعه، سطح خدمت تعیین می‌شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه تعیین سطح خدمت قطعات تندراهی به جلد دوم از راهنمای تعیین ظرفیت معابر، «تسهیلات غیر منقطع» مراجعه شود.



شکل ۹-۲- فرآیند تحلیل سطح خدمت قطعات مختلف تندراهی

منابع و مراجع

۱. وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۷۵). آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، "بخش ۵: تبادل‌ها".

۲. وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۷۵). آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، "بخش ۴: شریانی درجه ۱".

۳. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، (۱۳۹۱). آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، "نشریه ۴۱۵".

۴. مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، (۱۳۹۷). راهنمای تعیین ظرفیت معابر، "جلد دوم: جریان ترافیک غیر منقطع".

۵. سازمان پدافند غیر عامل، (۱۳۹۶). "دستورالعمل الزامات و ملاحظات دفاعی و پدافند غیر عامل در طرح‌های توسعه و عمران شهری".

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

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

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

9. California Department of Transportation (Caltrans), (2016). “Highway Design Manual (HDM)”, 6th Edition, California.

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

واژگان فارسی به انگلیسی

اتصال	Connection	تبادل تک‌نقطه‌ای	Single Point Interchange
اتصال خروجی	Exit Connection	تبادل جهتی	Directional Interchange
اتصال ورودی	Entranc Connection	تبادل دو آزادراه	Freeway to Freeways Interchange
اجزای تبادل	Interchange Elements	تبادل شبدری	Cloverleaf Interchange
ارتفاع آزاد	Vertical Clearance	تبادل شیپوری	Trumped Interchange
افزایش خط عبور	Lane Addition	تبادل لوزی‌شکل	Diamond Interchange
انحنای قوس	Curveture	تبادل مختلط	Combination Type Interchange
اولویت	Priority	تپه ماهور	Rolling
ایمنی	Safety	ترافیک گردشی	Turning Traffic
آزادراه	Freeway	تراکم	Density
بالاگذر	Elevated	تصادف	Crash, Accident
بحران	Critical	تعریض	Widening
بربلندی	Superelevation	تقاطع	Intersection
بزرگراه	Expressway	تقاطع چراغ‌دار همسطح	At-grade Signalized Intersection
پایین‌گذر	Depressed	تقاطع همسطح	At-grade Intersection
پل	Bridge	تلاقی	Crossing
پل روگذر	Overpass	تندراه	Highway
پل زیرگذر	Underpass	توازن خطوط عبور	Lane Balance
پلان/ راستای افقی	Horizontal Alignment	جدول	Curb
پوسته	Right-of-way	جدول آبرو	Curb and Gutter
پیوستگی مسیر	Alignment Consistancy	جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی	Drainage
تابلو	Sign	چندخطه	Multilane
تأثیرات زیست محیطی	Environmental Effects	حاشیه معبر	Roadside
تبادل	Interchange	حجم ترافیک	Traffic Volume

حجم ترافیک طرح	Design Traffic Volume
حداقل شعاع گردش	Minimum Turning Radius
حرکت‌های اصلی	Major Movements
حرکت‌های تداخلی	Weaving Movements
حرکت‌های منقطع	Intrupted Movements
حمل‌ونقل همگانی	Public Transportation
خروجی اضطراری	Escape Ramp
خط افزایش سرعت	Acceleration Lane
خط سربالایی	Climbing Lane
خط کاهش سرعت	Deceleration Lane
خط کمکی	Auxiliary Lane
خط‌کشی ترافیکی	Traffic Marking
خطوط پایه	Basic Lane
خیابان کامل	Complete Street
دسترسی	Access
دماغه	Gore
دوچرخه	Bicycle
دوخطه	Tow-lane
دوطرفه	Two-way
رابط	Ramp
رابط جهتی	Directional Ramp
رابط خروجی	Exit Ramp
رابط راستگرد	Right-turn Ramp
رابط گردراهه	Loop Ramp
سرعت طرح	Design Speed
سرعت عملکردی	Operation Speed
سرعت مجاز	Speed Limit
سطح خدمت	Level of Service
شاخه	Leg
شانه	Shoulder
شتاب افزایش سرعت	Acceleration Rate
شتاب کاهش سرعت	Deceleration Rate
شیب طولی	Grade
شیب عرضی	Cross Slope
طرح هندسی	Geometric Design
عابر پیاده	Pedestrian
فاصله بین تبادل‌ها	Interchange Spacing
فاصله بین رابط‌ها	Ramp Connection Spacing
فاصله دید	Sight Distance
فاصله دید تصمیم‌گیری	Decision Sight Distance
فاصله دید توقف	Stopping Sight Distance
فاصله دید سبقت	Sight Distance for Passing
فاصله عاری از مانع	Clear Distance
فضای خنثی	Neutral Area
قطعه تداخلی	Weaving Section
قوس افقی	Horizontal Curve
قوس قائم	Vertical Curve
کاهش خط عبور	Lane Reduction
کنترل حجم	Volume Control
کنترل دسترسی	Access Control

کندرو	Frontage Road
کندرو	Collector – Distributer Road (C-D)
کوهستانی	Mountainous
گلوگاه ترافیکی	Traffic Bottleneck
الگوهای تبادل	Interchange Patterns
لچکی	Taper
محل اتصال رابط	Ramp Terminal
محل برخورد خط‌کشی در دماغه	Painted Nose
محل برخورد شانه در دماغه	Physical Nose
مسیر جایگزین	Alternative Route
معبر	Highway & Street
مقطع عرضی	Cross Section
میانه	Median
ناحیه عاری از مانع	Clear Zone
نوع پستی و بلندی زمین	Terrain Type
نوک دماغه	Gore Nose
واگرایی	Diverging
همگرایی	Merging
هموار	Level
یک‌خطه	Single lane
یک‌طرفه	One-way

واژگان انگلیسی به فارسی

Acceleration Lane	خط افزایش سرعت
Acceleration Rate	شتاب افزایش سرعت
Access	دسترسی
Access Control	کنترل دسترسی
Alignment Consistancy	پیوستگی مسیر
Alternative Route	مسیر جایگزین
At-grade Intersection	تقاطع همسطح
At-grade Signalized Intersection	تقاطع چراغدار همسطح
Auxiliary Lane	خط کمکی
Basic Lane	خطوط پایه
Bicycle	دوچرخه
Bridge	پل
Clear Distance	فاصله عاری از مانع
Clear Zone	ناحیه عاری از مانع
Climbing Lane	خط سربالایی
Cloverleaf Interchange	تبادل شبدری
Collector – Distributer Road (C-D)	کندرو
Combination Type Interchange	تبادل مختلط
Complete Street	خیابان کامل
Connection	اتصال
Crash, Accident	تصادف
Critical	بحران
Cross Section	مقطع عرضی
Cross Slope	شیب عرضی
Crossing	تلاقی
Curb	جدول
Curb and Gutter	جدول آبرو
Curveture	انحنای قوس
Deceleration Lane	خط کاهش سرعت
Deceleration Rate	شتاب کاهش سرعت
Decision Sight Distance	فاصله دید تصمیم‌گیری
Density	تراکم
Depressed	پایین‌گذر
Design Speed	سرعت طرح
Design Traffic Volume	حجم ترافیک طرح
Diamond Interchange	تبادل لوزی‌شکل
Directional Interchange	تبادل جهتی
Directional Ramp	رابط جهتی
Diverging	واگرایی
Drainage	جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی
Elevated	بالاگذر
Entranc Connection	اتصال ورودی
Environmental Effects	تأثیرات زیست محیطی
Escape Ramp	خروجی اضطراری
Exit Connection	اتصال خروجی
Exit Ramp	رابط خروجی
Expressway	بزرگراه
Freeway	آزادراه

Freeway to Freeways Interchange	تبادل دو آزادراه
Frontage Road	کندرو
Geometric Design	طرح هندسی
Gore	دماغه
Gore Nose	نوک دماغه
Grade	شیب طولی
Highway	تندراه
Highway & Street	معبر
Horizontal Alignment	پلان/ راستای افقی
Horizontal Curve	قوس افقی
Interchange	تبادل
Interchange Elements	اجزای تبادل
Interchange Patterns	الگوهای تبادل
Interchange Spacing	فاصله بین تبادل‌ها
Intersection	تقاطع
Intrupted Movements	حرکت‌های منقطع
Lane Addition	افزایش خط عبور
Lane Balance	توازن خطوط عبور
Lane Reduction	کاهش خط عبور
Leg	شاخه
Level	هموار
Level of Service	سطح خدمت
Loop Ramp	رابط گردراهه
Major Movements	حرکت‌های اصلی
Median	میانه
Merging	همگرایی
Minimum Turning Radius	حداقل شعاع گردش
Mountainous	کوهستانی
Multilane	چندخطه
Neutral Area	فضای خنثی
One-way	یک‌طرفه
Operation Speed	سرعت عملکردی
Overpass	پل روگذر
Painted Nose	محل برخورد خط‌کشی در دماغه
Pedestrian	عابر پیاده
Physical Nose	محل برخورد شانه در دماغه
Priority	اولویت
Public Transportation	حمل‌ونقل همگانی
Ramp	رابط
Ramp Connection Spacing	فاصله بین رابط‌ها
Ramp Terminal	محل اتصال رابط
Right-of-way	پوسته
Right-turn Ramp	رابط راستگرد
Roadside	حاشیه معبر
Rolling	تپه ماهور
Safety	ایمنی
Shoulder	شانه
Sight Distance	فاصله دید
Sight Distance for Passing	فاصله دید سبقت
Sign	تابلو

Single lane	یک‌خطه
Single Point Interchange	تبادل تک‌نقطه‌ای
Speed Limit	سرعت مجاز
Stopping Sight Distance	فاصله دید توقف
Superelevation	بربلندی
Taper	لچکی
Terrain Type	نوع پستی و بلندی زمین
Tow-lane	دوخطه
Traffic Bottleneck	گلوگاه ترافیکی
Traffic Marking	خط‌کشی ترافیکی
Traffic Volume	حجم ترافیک
Trumped Interchange	تبادل شیپوری
Turning Traffic	ترافیک گردشی
Two-way	دوطرفه
Underpass	پل زیرگذر
Vertical Clearance	ارتفاع آزاد
Vertical Curve	قوس قائم
Volume Control	کنترل حجم
Weaving Movements	حرکت‌های تداخلی
Weaving Section	قطعه تداخلی
Widening	تعریض

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

Urban Highways and Streets Design Guide

Section 4: Urban Highways and Interchanges

2020