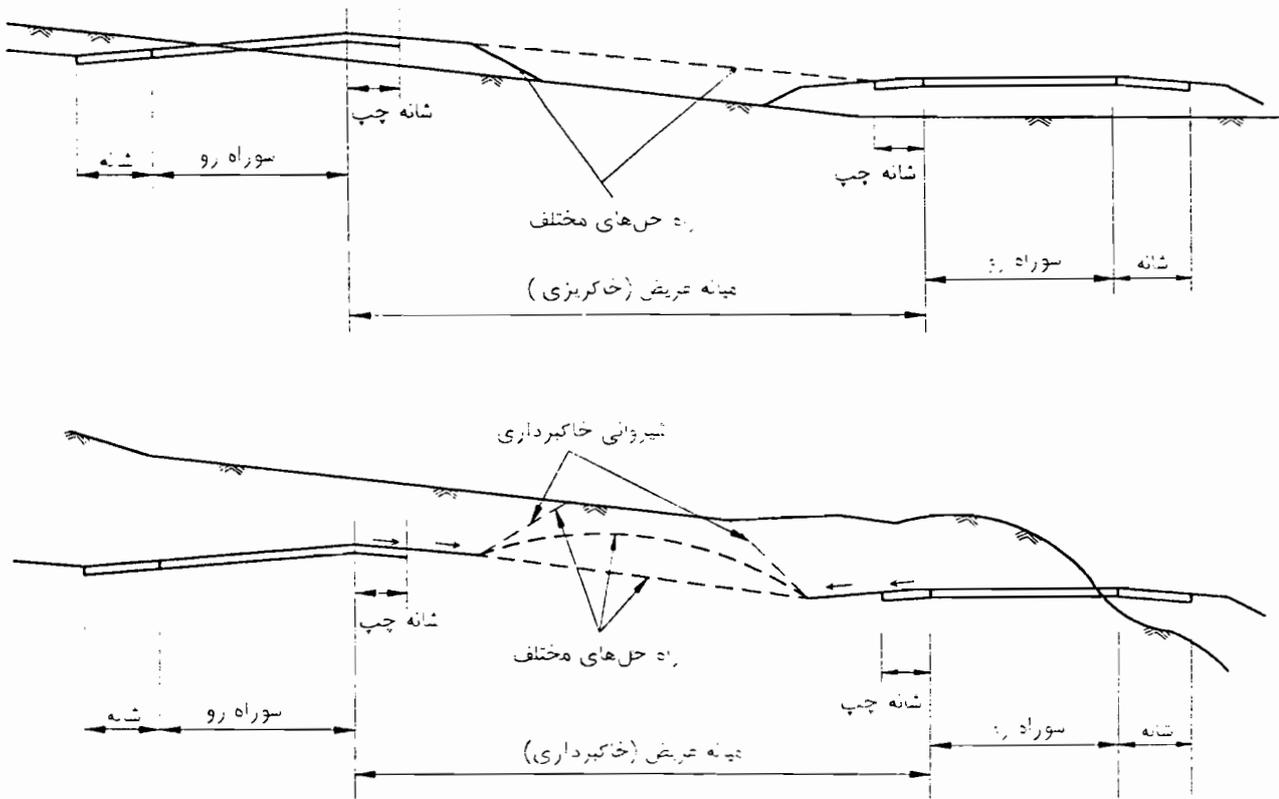


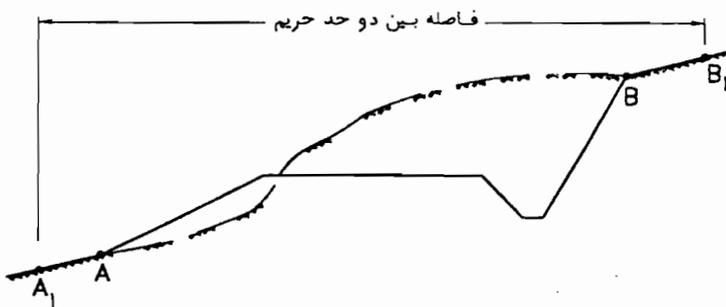
۶-۶ حریم راه

قبل از آغاز ساختمان هر راه، حریم مورد نیاز آن، براساس تصویب‌نامه قانونی، در جلسه‌ای به نام «کمیسیون حریم» تحت بررسی قرار می‌گیرد و حریم آن تعیین می‌شود. حریم راه، عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه، تا فاصله معینی از محور راه در هر طرف.

اگر A و B طبق شکل ۶-۱۰، دو حد ساختمانی و A_۱ و B_۱ دو حد حریم راه باشد، بنا به تعریف یادشده، حریم راه، عبارت است از نوارهای AA_۱ و BB_۱. نوار بین مرز A تا مرز B، به لحاظ زمین طبیعی، بستر راه و به لحاظ راهی که ساخته شده یا می‌شود، بدنه راه نام دارد.



شکل ۶-۹ راه‌حل‌های مختلف ایجاد میانه عریض



شکل ۶-۱۰ حریم راه

در تصویب‌نامه یادشده، پنج نوع حریم تعریف شده که چهارنوع آن بشرح زیر است.

الف: حریم آزادراه

حریم آزادراه عبارت است از اراضی بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۳۸ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۷۶ متر شود.

ب: حریم درجه یک

حریم درجه یک عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۲۲/۵ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۴۵ متر شود.

پ: حریم درجه دو

حریم درجه دو عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۱۷/۵ متر از محور راه در هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۳۵ متر شود.

ت: حریم درجه سه

حریم درجه سه عبارت است از زمین‌های واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۱۲/۵ متر از محور راه در هر طرف، به قسمی که مجموع عرض بدنه راه و حریم طرفین آن ۲۵ متر شود.

در مقطع‌های زمانی پس از صدور تصویب‌نامه، دو نوع حریم دیگر نیز تصویب و پیشنهاد شده است که عبارت است از حریم ۱۲۰ متری برای چند آزادراه مشخص و حریم ۴۵ متری برای رابط تبادل‌ها.

اداره یا موسسه‌ای که مطالعه راه را برعهده دارد، نوع حریم مورد نیاز را پیشنهاد می‌کند. همچنین حریم مربوط به حالت‌های خاص، از قبیل راه‌های رفت و برگشت دوراز هم، مورد به مورد بررسی و بری آن، پیشنهاد مناسب ارائه می‌شود. در هر صورت، حریم پیشنهادی بهتر است فضای مورد نیاز به هنگام ساختن راه و نیز نگهداری و توسعه و بهسازی بعدی آن را تأمین کند.

پیدا داشت

از آنجایی که تصویب‌نامه‌های فعلی جوابگوی کامل و درستی برای تعیین کلیه راه‌ها براساس تعریف‌های جدید این آیین‌نامه نیست، بهتر است پیشنهاد جدید و کامل‌تری برای حریم راه‌های کشور براساس صبه‌بندی و درجه‌بندی جدید تهیه شود و پس از تصویب مراجع قانونی مورد استفاده قرارگیرد.

۶-۷ راه جانبی

جریانی که از یک طرف راه وارد می‌شود با جریانی که بعد از آن از همان طرف خارج می‌شود یک تقاطع هم جهت و یا ترافیک بهم‌بافته ایجاد می‌کند. چنانچه جمع حجم ترافیک ورودی و خروجی، بیش از ظرفیت فاصله بین دماغه رابط ورودی و رابط خروجی باشد، در جریان عبوری یکسره (اصلی) راه اثر می‌گذارد. این اثر، بسته به شدت و میزان شلوغی جریان عبوری سری و جریانی‌های ورودی یا خروجی، کم و زیاد خواهد بود. برای از بین بردن این اثر، بهتر است ترافیک ورود و خروج، به مسیر راه جانبی یا خط عبور اضافه و خط‌های عبور کمکی کاهش و افزایش سرعت و لچکی‌های تغییر تدریجی عرض، هدایت شود. هر قدر راه مورد نظر با اهمیت‌تر و جریان ورودی، خروجی انبوه‌تر باشد، استفاده از راه جانبی یا خط عبور اضافی ضروری‌تر خواهد بود.

علاوه بر آزادراه و بزرگراه، برای راه‌های اصلی و حتی محورهای فرعی پرترافیک نیز، در صورت نیاز، می‌توان راه جانبی در نظر گرفت.

یا آنکه امتداد راه جانبی در بسیاری از موارد، به موازات مسیر اصلی است ولی این قاعده عمومیت ندارد و در صورت نیز می‌توان امتداد غیرموازی در نظر گرفت.

تعداد خط‌های عبور، یک طرفه یا دوطرفه بودن راه جانبی،

فاصله آزاد جانبی و حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز ارتباط‌های مزبور را در تمام عرض و طول پل تأمین کند حداقل فاصله و ارتفاع در نقاط بحرانی، مبنای تعیین دهانه‌ها و ارتفاع پل روگذر خواهد بود.

در هر یک از موردهای بالا، باید وضع نهایی قواری ارتباط زمینی به طور جداگانه، از واحد یا مسئول مربوط، پرسیده شود.

۶-۸-۲ نیمرخ عرضی راه در محل زیرگذر

وقتی راه از زیر خط‌های انتقال یا ارتباط زمینی دیگر می‌گذرد، در محورهای مزبور، پلی روی راه ساخته خواهد شد. دهانه (یا دهانه‌ها) و بلندی پل، طوری در نظر گرفته می‌شود که فضای لازم برای ساختن راه و همچنین حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز تأمین و بالاخره، امکان بهسازی و توسعه بعدی فراهم شود. عرض سواره‌رو، شانه و شانه چپ و راه جانبی بهتر است در محل زیرگذر، حفظ شود ولی بخش جداکننده میانه، جوی کناری و جداکننده جانبی می‌تواند مشمول تغییرهایی شود. بدیهی است که این تغییرها، باید بر اساس مطالعات فنی و اقتصادی پیشنهاد و پس از تصویب مقام‌های مربوطه انجام شود.

حداقل فاصله لبه سواره‌رو (در راه تک سواره‌رو یا غیرمجزا) از پایه، دیوار پل و هرگونه مانع خطرناک، برابر است با پهنای شانه و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۶۰ سانتیمتر، به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه). حداقل فاصله لبه چپ سواره‌رو (در راه‌های مجزا) از پایه پل و هرگونه مانع خطرناک در میانه، برابر است با مجموع پهنای شانه چپ و فاصله لازم برای نصب جان‌پناه (حداقل مطلق ۳۰ سانتیمتر به علاوه فاصله لازم برای نصب جان‌پناه).

تابع نیاز ترافیکی است. عرض سواره‌رو و شانه نیز از کم و کیف ترافیک پیروی می‌کند. سرعت حرکت وسایل نقلیه در راه جانبی، معمولاً از سرعت حرکت مسیر اصلی کمتر است.

در بسیاری از حالت‌های متعارف، عرض سواره‌روی (۶/۵ تا ۷ متر و شانه‌های ۰/۸۵ تا یک متر، برای راه جانبی کفایت می‌کند. حد فاصل لبه داخلی سواره‌روی راه جانبی و لبه خارجی سواره‌روی مسیر اصلی، «جداکننده جانبی» نام دارد. با توجه به آنچه در بند ۶-۵-۲ ذکر شد، اگر عرض جداکننده جانبی ۹ متر (بیشتر) باشد، نصب جان‌پناه، در کنار مسیر اصلی به لحاظ فاصله ضرورت ندارد. در شکل‌های ۶-۱۱ و ۶-۱۲، دو نوع راه جانبی، که یکی به صورت یک طرفه و دیگری به صورت دو طرفه عمل می‌کند، نشان داده شده است.

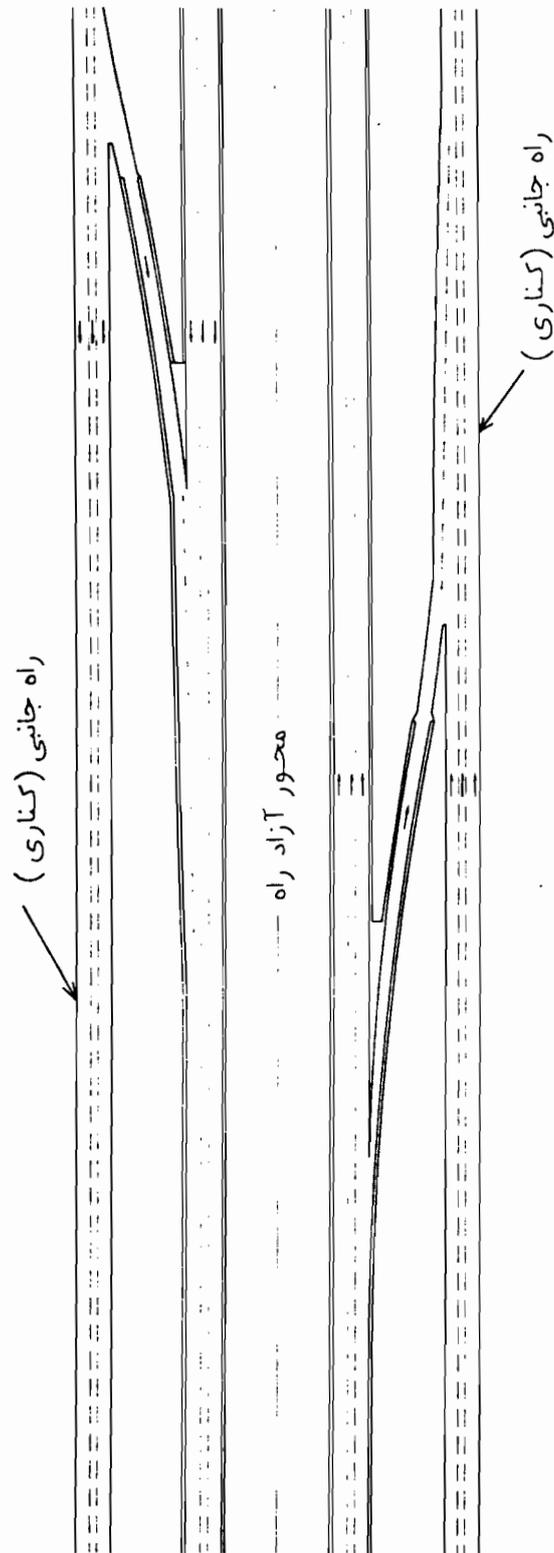
۶-۸-۱ نیمرخ عرضی راه در محل ابنیه فنی

۶-۸-۱-۱ نیمرخ عرضی راه در محل پل و روگذر

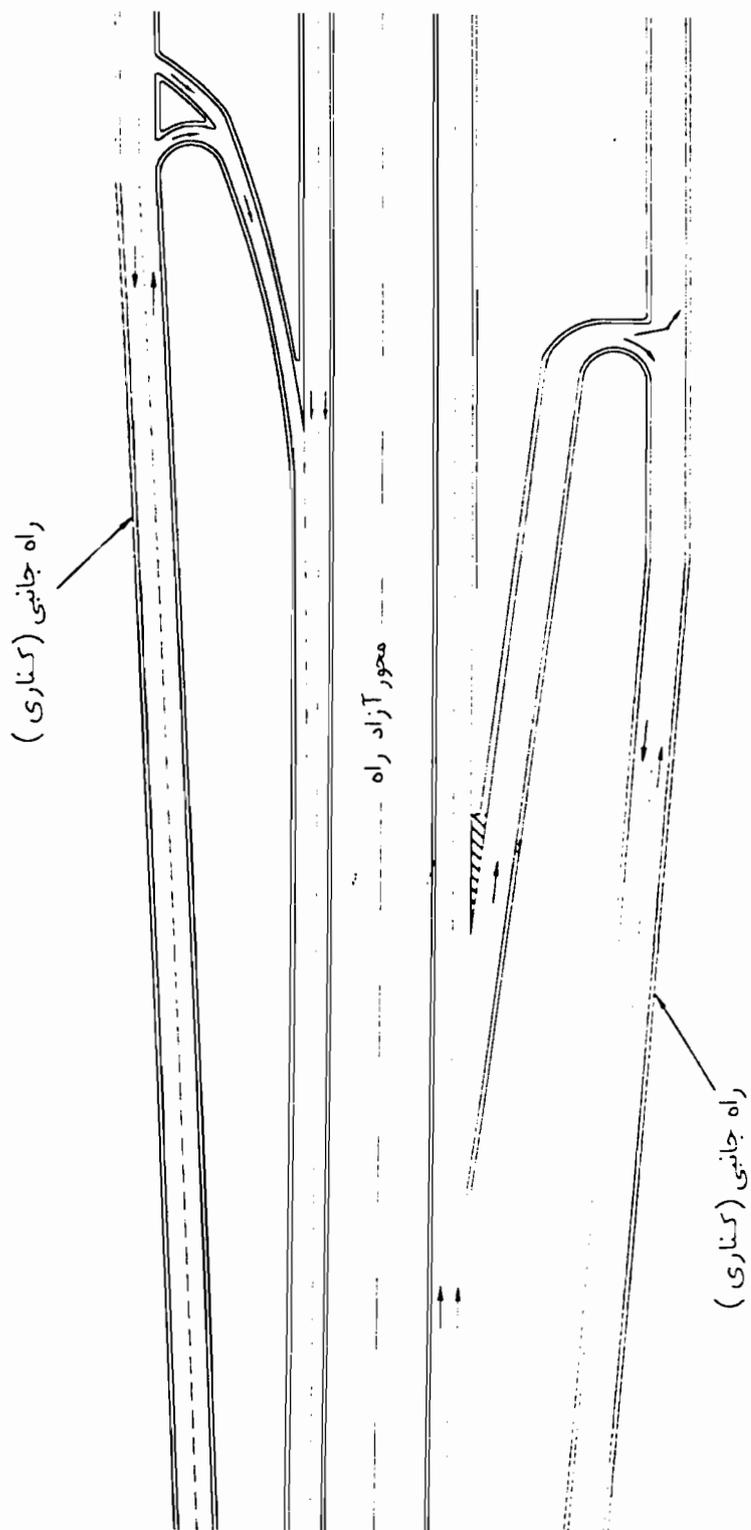
وقتی راه، مسیرهای کوچک و بزرگ جریان آب (رودخانه، آبرو، کانال) یا هرگونه ارتباط زمینی (راه‌آهن، راه) و یا بریدگی‌های عمیق را قطع می‌کند، معمولاً پلی احداث می‌شود. عرض سواره‌رو در پل‌های بزرگ و طویل مانند بقیه راه است، مگر در موردهای بسیار استثنایی که کاهش عرض سواره‌رو مستلزم کسب مجوز مربوط است. کاهش پهنای شانه یا تبدیل آن به پیاده‌رو، بهتر است به طور تدریجی همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی باشد.

نوارهای طرفین میانه راه‌های مجزا، در روی پل‌ها نیز ادامه می‌یابد ولی در میانه‌های یا عرض بیش از ۳ متر، نوار جداکننده وسط، معمولاً در پل‌های بزرگ قطع می‌شود. در این حالت، پل‌های رفت و برگشت‌داری کف (تابلیه)‌های مجزا و جدا از هم خواهد بود.

پل روگذر راه از روی ارتباط‌های زمینی، باید حداقل



شکل ۱۱-۶ راه جانبی سه خطه یک طرفه و رابطهای ورودی و خروجی



شکل ۱۲-۶ راه جانبی دوخطه دوپرنه و رابط‌های ورودی و خروجی

۶-۸-۳-۱ سواره‌رو

الف - تعداد خط‌های عبور

تعداد خط‌های عبور داخل تونل، همانند قسمت‌های معمولی راه است. چنانچه در توسعه آتی راه، افزایش خط‌های عبور منظور شده باشد، وضع نهایی خط‌ها را ملاک عمل قرارداد و تونل را طبق وضع نهایی ساخته یا احداث تونل دیگری را برای تأمین توسعه آینده، در نظر گرفته می‌شود.

ب - عرض خط‌های عبور

پهنای هر خط عبور تونل در مسیر آزادراه، بزرگراه، راه اصلی و راه فرعی بهتر است با توجه به آینده دور، ۳/۶۵ متر در نظر گرفته شود. در حالت‌های استثنایی، برای راه‌های اصلی و فرعی، می‌توان این عرض را حتی تا ۳ متر، کاهش داد، مشروط بر آنکه ترافیک آینده مسیر تونل کمتر از ۴۰۰۰ وسیله نقلیه در روز و درصد وسایط نقلیه سنگین، کمتر از ۱۰٪ باشد.

۶-۸-۳-۲ عرض شانه و شانه چپ

به دلیل‌های اقتصادی بهتر است عرض شانه راه در داخل تونل را کاهش داد و برحسب شرایط، یکی از مقدارهای مندرج در فصل پنجم را به کار برد.

شانه و شانه چپ در داخل تونل، از نوع رویه دار است. تبدیل عرض شانه‌های راه در بیرون تونل به شانه‌های کاهش یافته داخل تونل، بطور تدریجی و قبل از ابتدا و پس از انتهای تونل اعمال می‌شود.

۶-۸-۳-۳ شیب عرضی سواره‌رو و شانه

تخلیه آب بارش، در تونل مطرح نیست ولی برای تخلیه سریع آب‌هایی که به هر دلیل دیگر بر کف آن می‌ریزد، سواره‌رو و شانه باید دارای شیب عرضی و طولی باشد.

شیب عرضی سواره‌رو و شانه در داخل تونل، برای قسمت‌های مستقیم و پیچ‌های باز، ۱ تا ۱/۵ درصد است.

بهتر است در صورت امکان از ساختن پایه‌های غیر ضروری برای پل‌های روگذر خودداری شود و پایه‌های کناری پل نیز، در لبه خارجی حریم قرارگیرد.

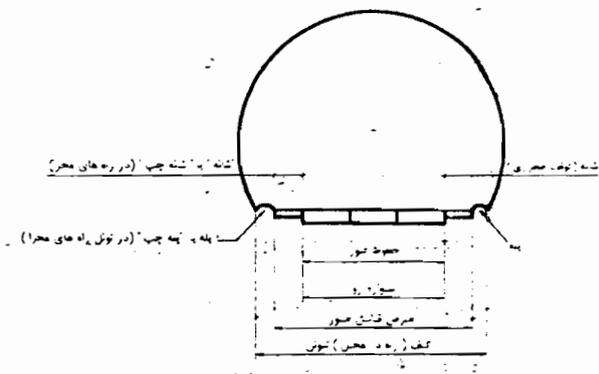
۶-۸-۳ نیم‌رخ عرضی (راه در محل) تونل

ابعاد نیم‌رخ عرضی تونل، تابع حجم و نوع ترافیک و تجهیزهای تونل و وضع زمین‌شناسی مسیر تونل است. علاوه بر این، طول و محل قرارگرفتن تونل و تعداد تونل‌های پشت سر هم نیز از عوامل مؤثر است.

تونل، سازه‌ای پرهزینه است و به همین علت در راه‌های کم اهمیت یا کم ترافیک (مثلاً فرعی درجه ۱ و ۲)، از پیش‌بینی تونل پرهیز می‌شود.

تونل‌های راه، معمولاً دو خطه یا سه خطه است. در راه‌های مجزا، معمولاً هریک از جهت‌های رفت و برگشت، دارای تونل مستقل است.

در شکل ۶-۱۳، اجزاء نیم‌رخ عرضی تونل نشان داده شده است. با توجه به آنکه تعریض آبی تونل، به علت هزینه بسیار زیاد آن اقتصادی نیست، در تعیین نیم‌رخ عرضی و مقطع، بهتر است وضع نهایی را ملاک عمل قرارداد.



شکل ۶-۱۳ اجزاء نیم‌رخ عرضی تونل

در تونل‌های راه، به طور کلی راننده و سرنشینان خودروهای دچار نقص فنی و یا مأمورین نگهداری، از پیاده‌رو اضطراری استفاده می‌کنند. تخلیه آب و عبور کابل، معمولاً از طریق محل عبور زیر پیاده‌رو صورت می‌گیرد. در مورد عرض پله به فصل پنجم مراجعه شود.

برای محاسبه بریلندی (شیب عرضی یکسره) در پیچ تونل، می‌توان ضوابط مربوط به قسمت‌های معمولی (خارج تونل) را ملاک عمل قرارداد ولی برای تأمین دید بهتر، توصیه می‌شود که از اندازه‌های مندرج در جدول‌های ۳-۶ و ۴-۶ استفاده شود.

۴-۳-۸-۶ پله

۶-۹ نیمرخ‌های عرضی نمونه

در این بخش، نمونه‌هایی از نیمرخ عرضی انواع مختلف راه، ارائه شده که نقش توضیح و تشریح مطالب بخش ۱ تا ۸ را دارد.

پله‌های طرفین، مرز بخش قابل عبور تونل را مشخص می‌کند و اثر دیوار تونل بر ترافیک خودروها را کاهش می‌دهد. پله، به صورت جدول، از کف بلندتر و برای استفاده اضطراری پیاده‌است.

جدول ۳-۶ حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل آزادراه و بزرگراه

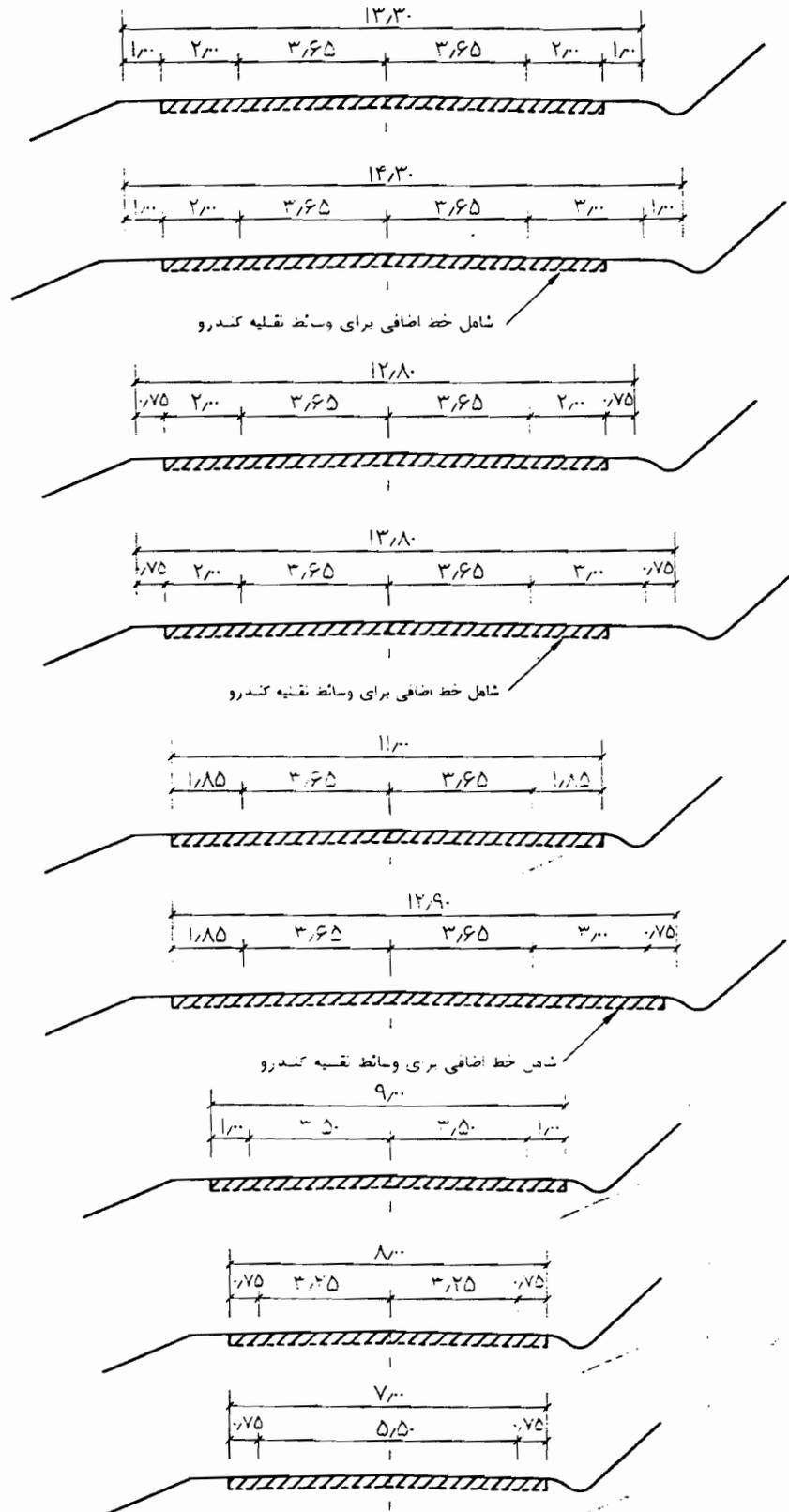
عنوان	* سرعت طرح		
حداقل شعاع نظیر بریلندی ۲٪ (متر)	۱۲۰	۱۰۰	۸۰
حداقل مطلق شعاع پیچ (متر)	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۳۰۰
بریلندی نظیر حداقل مطلق شعاع	۱۶۰۰	۸۰۰	۴۰۰
	۲/۵٪	۴٪	۵٪

* سرعت طرح برحسب کیلومتر در ساعت است - سرعت طرح بیش از ۱۲۰ کیلومتر در ساعت در تونل، به کار نمی‌رود.

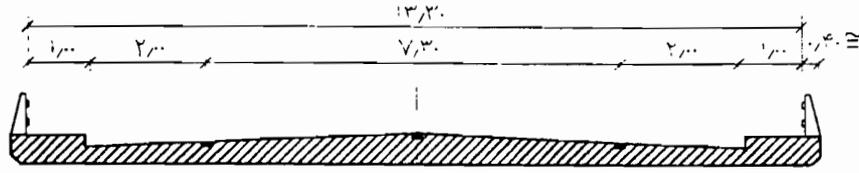
جدول ۴-۶ حداقل شعاع و بریلندی پیچ، در تونل راه اصلی و فرعی

عنوان	* سرعت طرح			
حداقل شعاع نظیر بریلندی ۲٪ (متر)	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰
حداقل مطلق شعاع پیچ (متر)	۲۰۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۵۰۰
بریلندی نظیر حداقل مطلق شعاع	۱۶۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۲۵۰
	۲/۵٪	۴٪	۵٪	۵٪

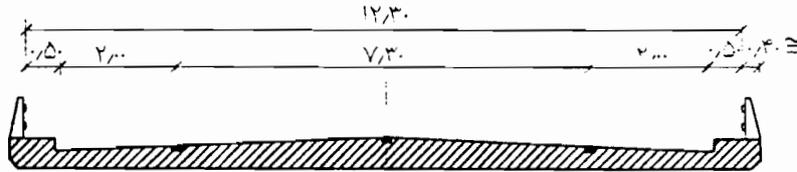
* سرعت طرح برحسب کیلومتر در ساعت است.



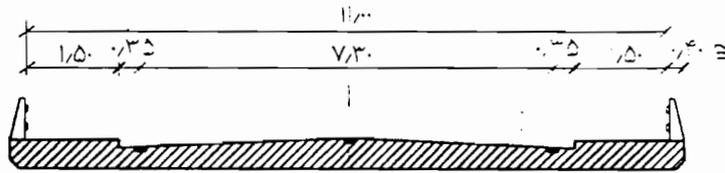
شکل ۶-۱۴ نمونه های نیم رخ عرضی راه های دوخطه



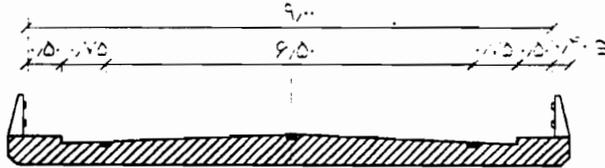
شامل پیاده رو



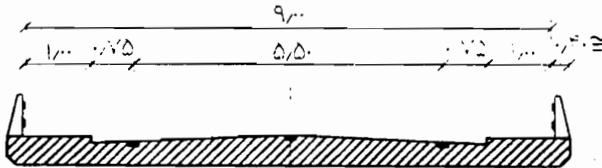
شامل جدول



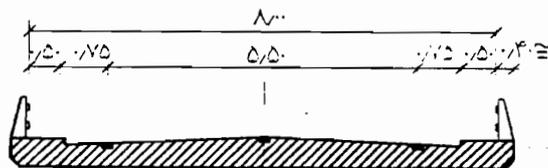
شامل پیاده رو



شامل جدول

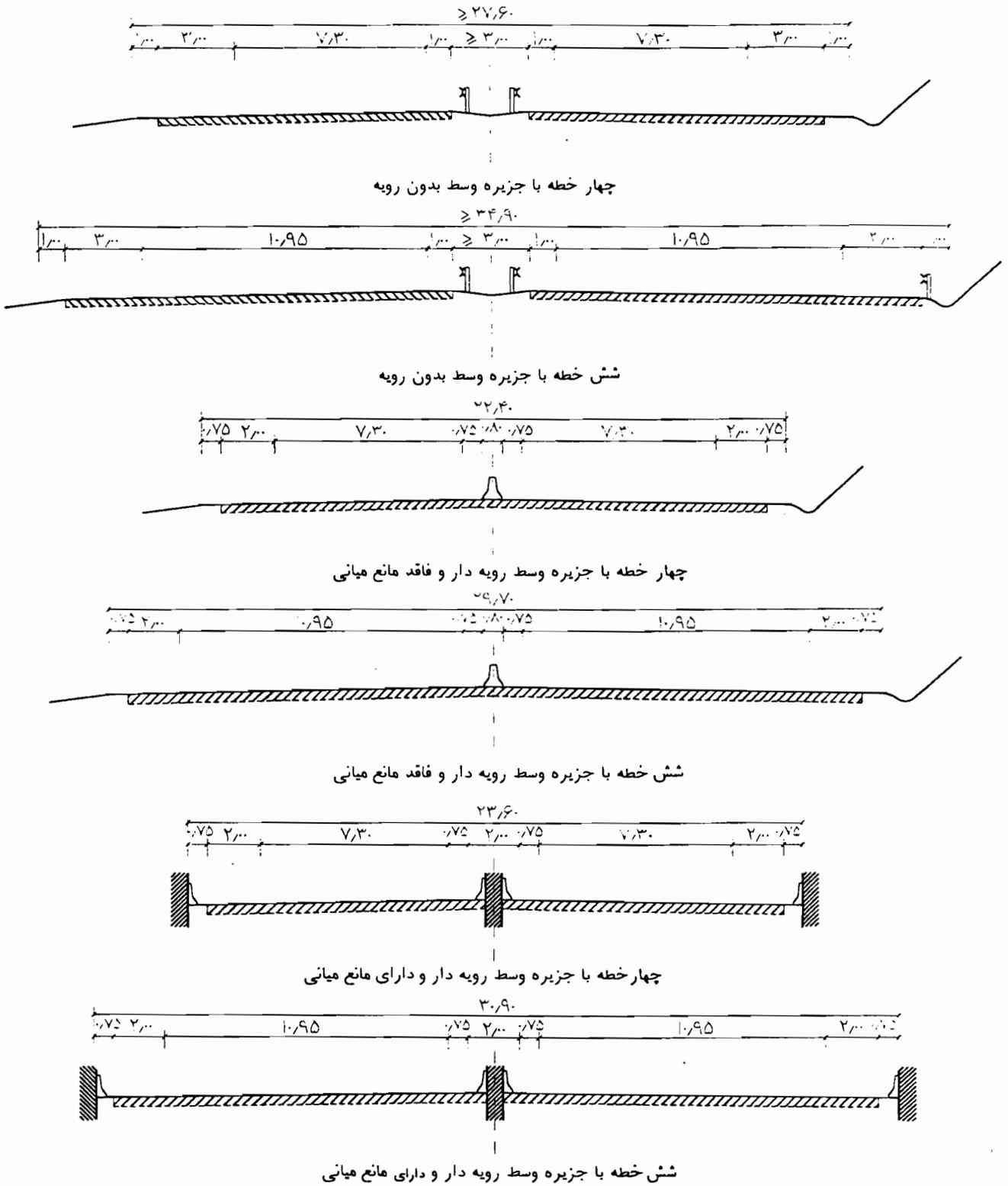


شامل پیاده رو

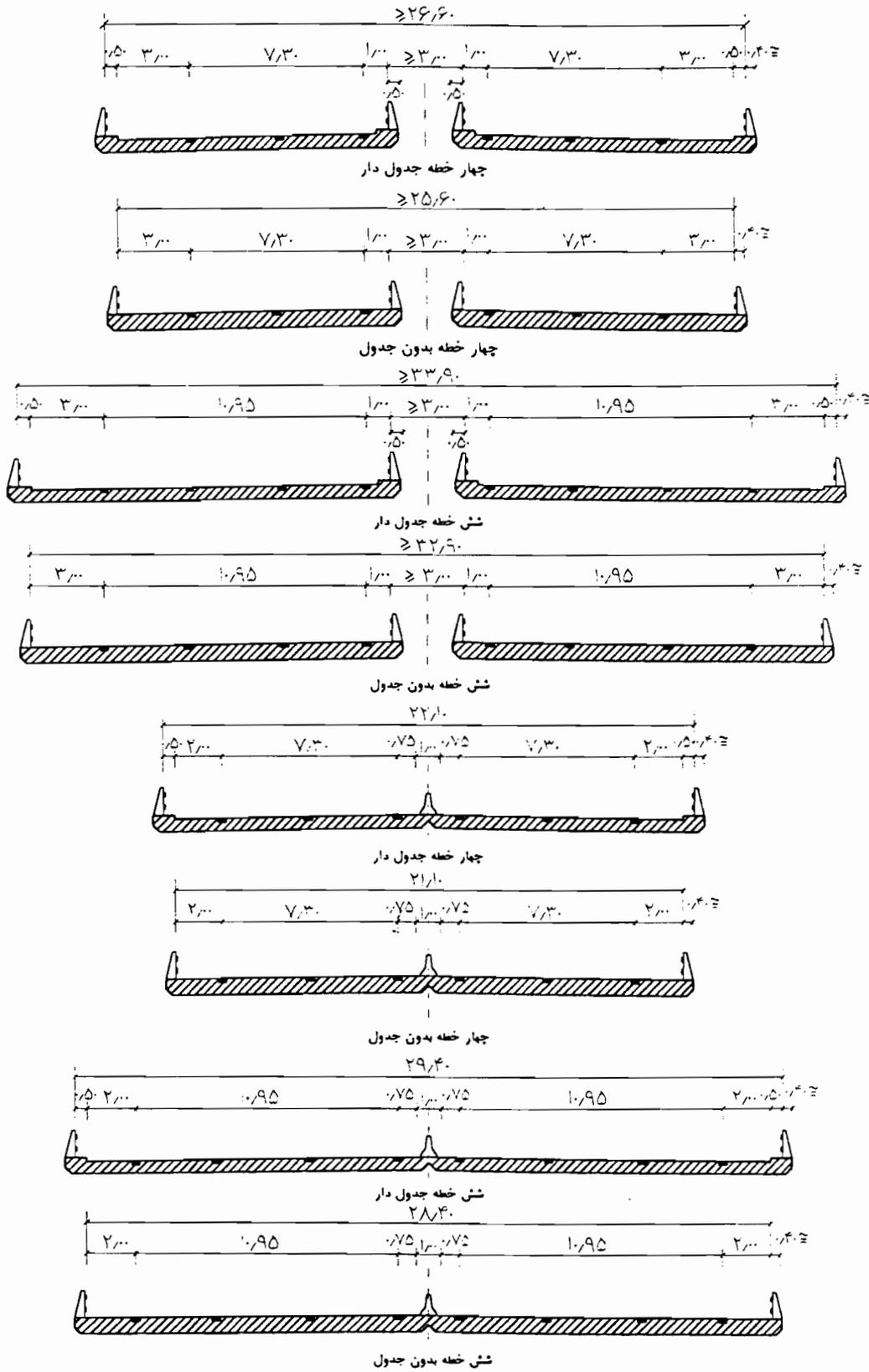


شامل جدول

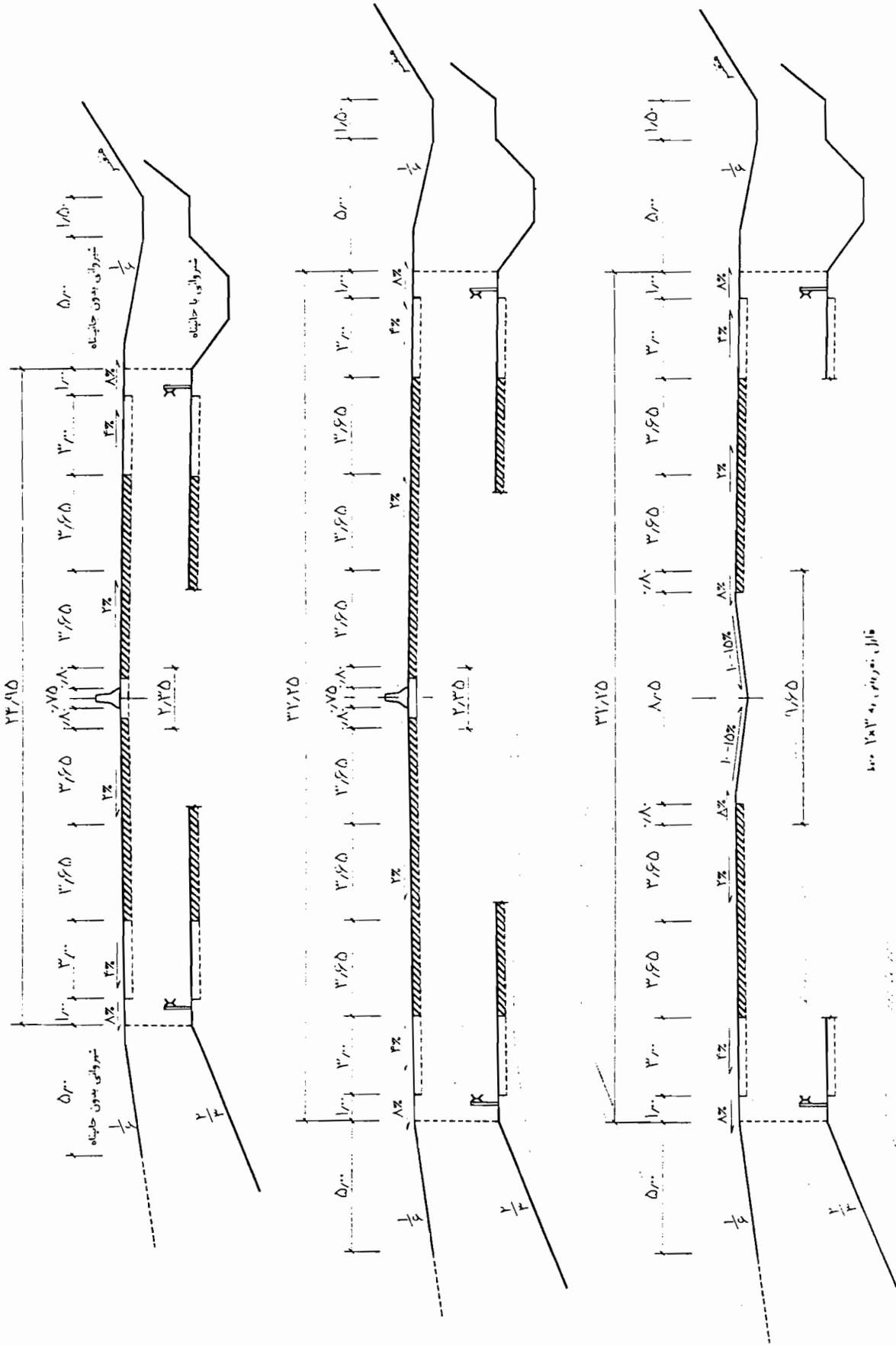
شکل ۶-۱۵ نمونه‌های نیمرخ عرضی ابنیه فنی راه‌های دوخطه



شکل ۶-۱۶ نمونه های نیمرخ عرضی راه های جدا شده

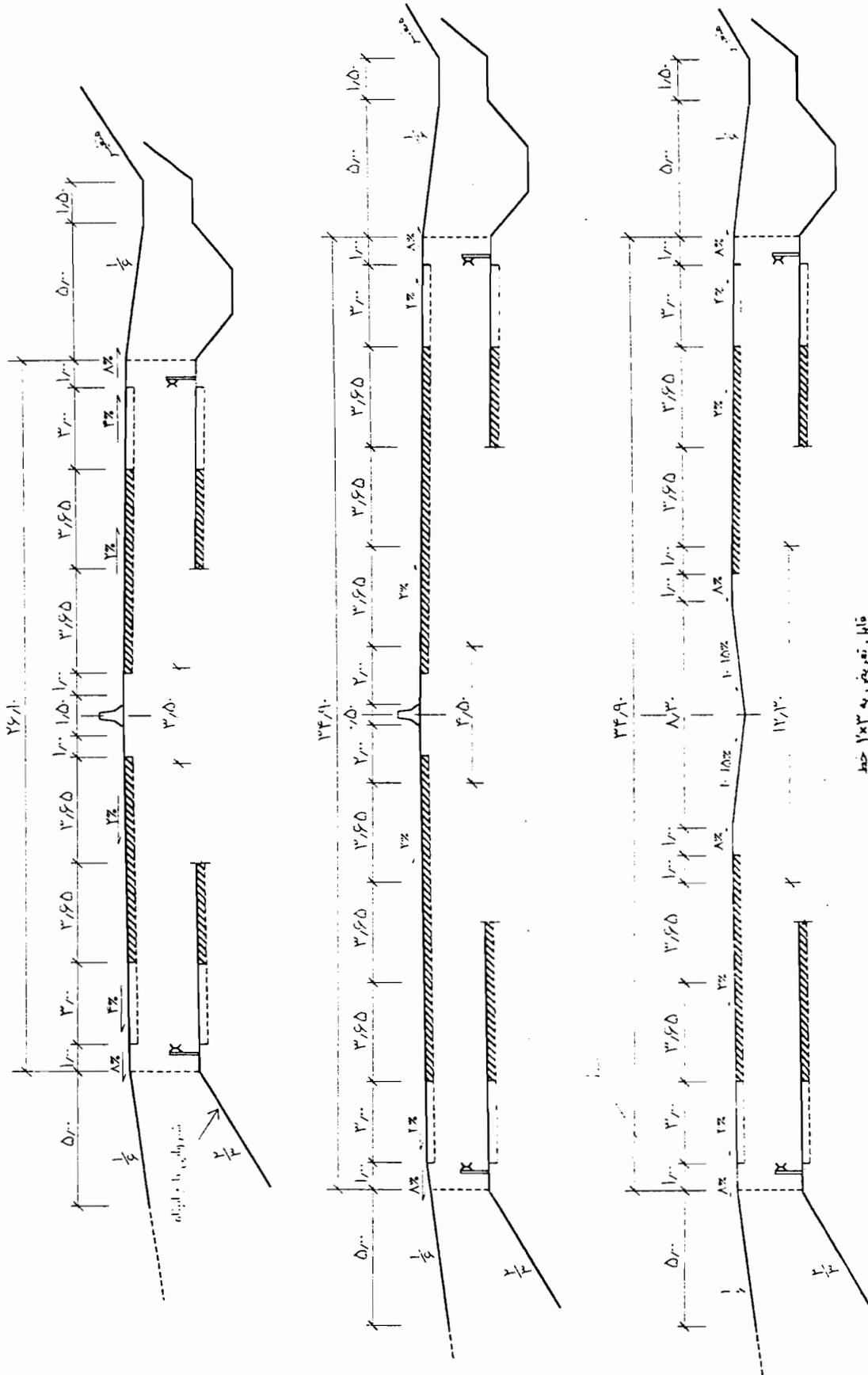


شکل ۶-۱۷ نمونه‌های نیم‌رخ عرضی ابنیه فنی راه‌های جدا شده



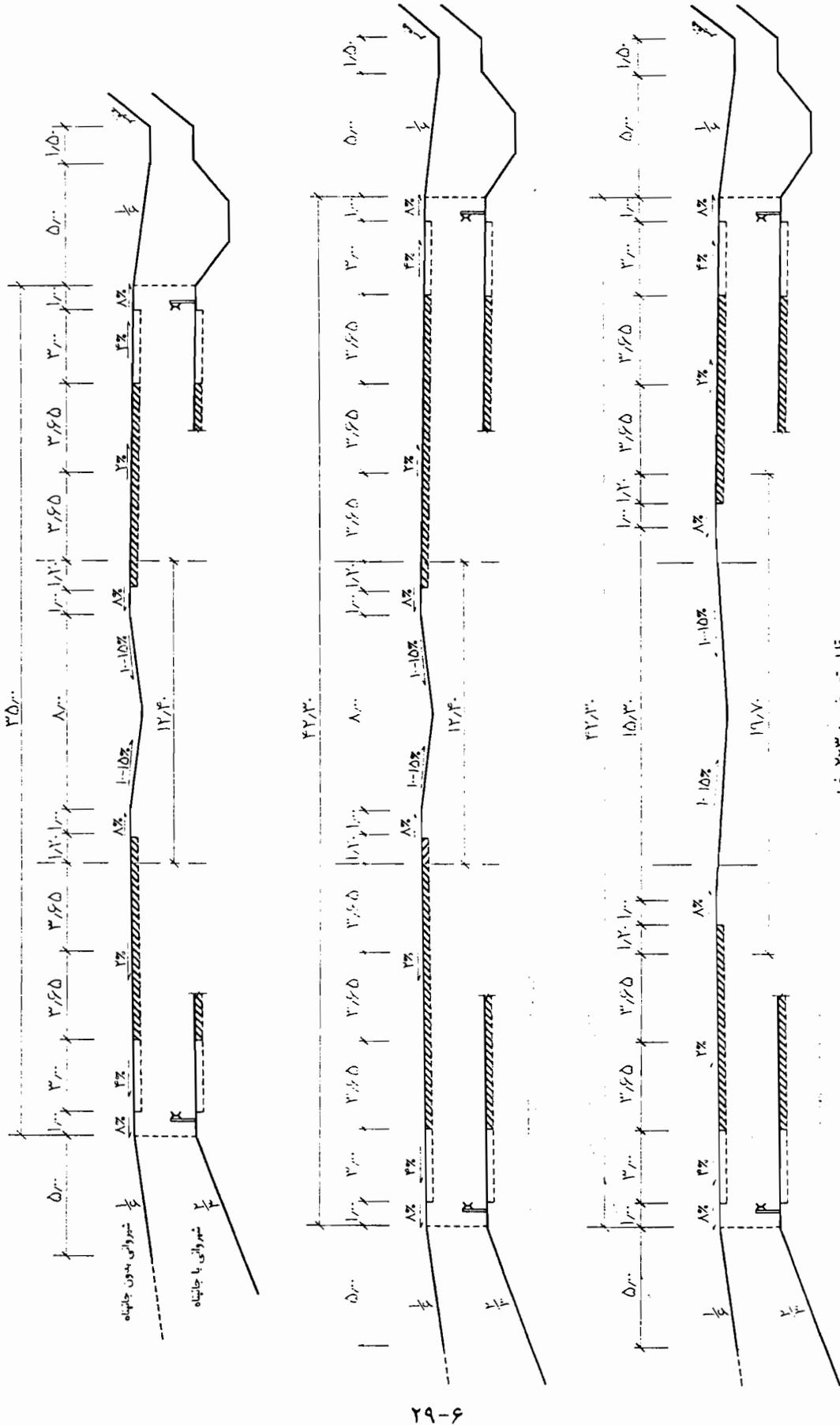
قالب، نورتن، ۹۰، ۱۸۳، ۱۰۰۰

شکل ۶-۱۸ نمونه های عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)

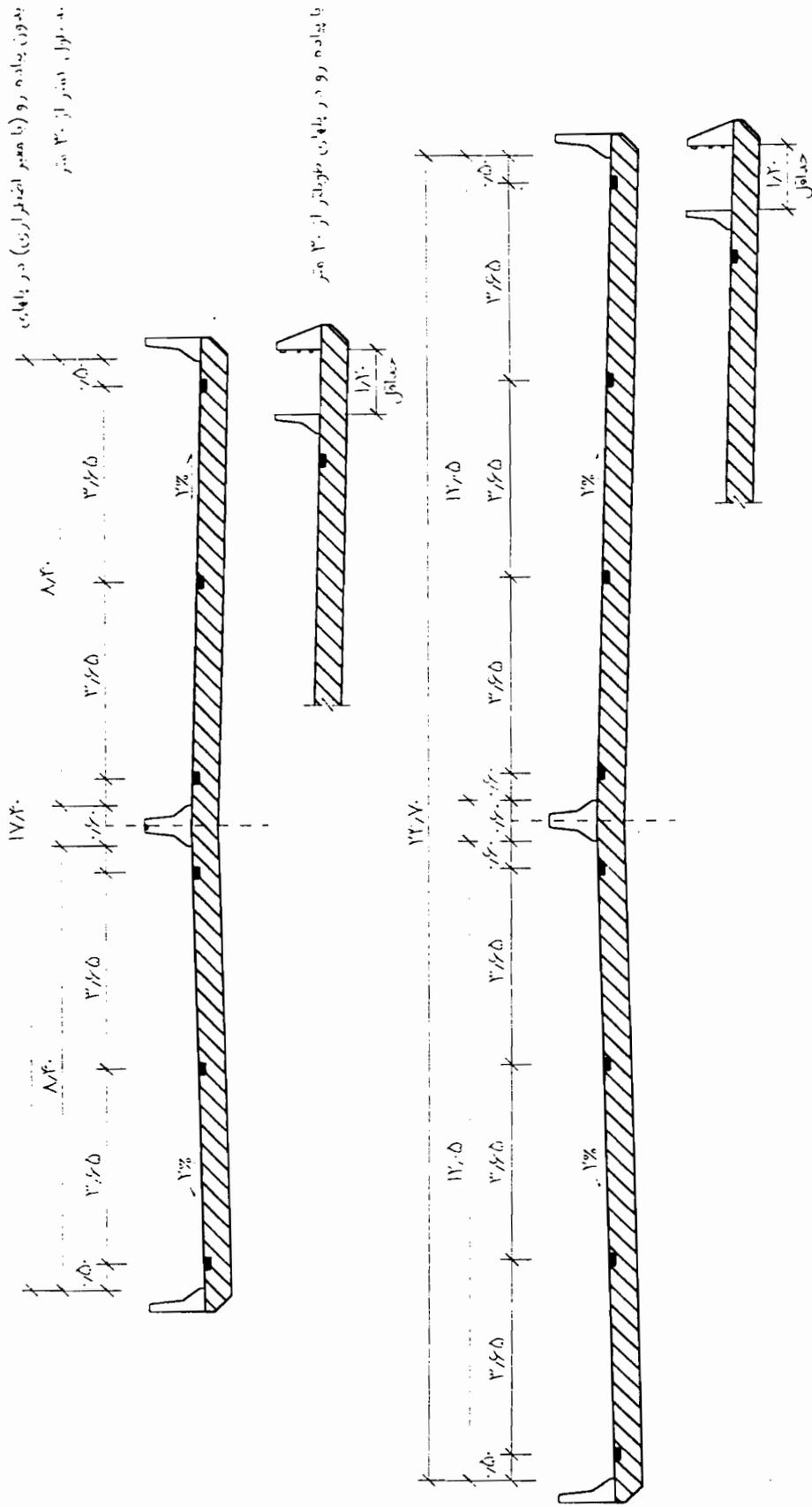


قابل تعویض به ۱۶۳ خط

شکل ۶-۱۹ نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)

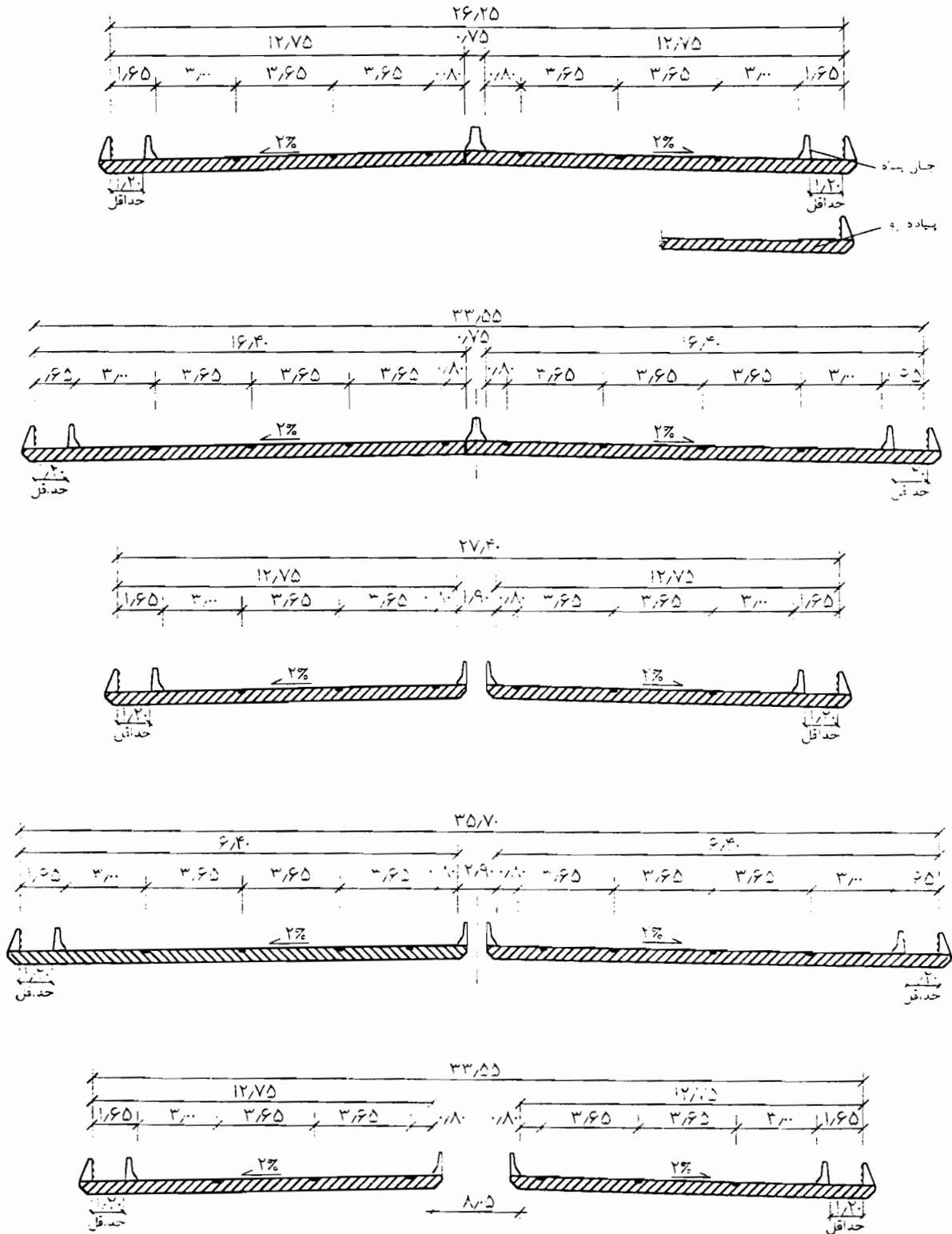


شکل ۶-۲۰ نمونه های نیم رخ عرضی آزادراه و بزرگراه (سرعت طرح ۱۲۰ کیلومتر در ساعت)

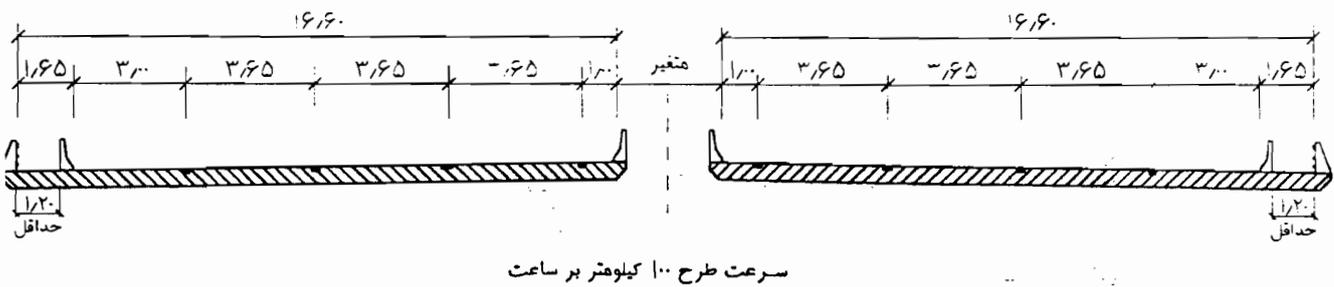
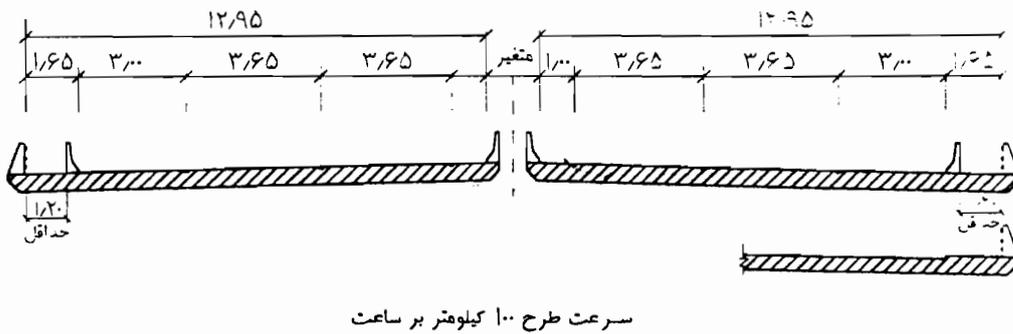
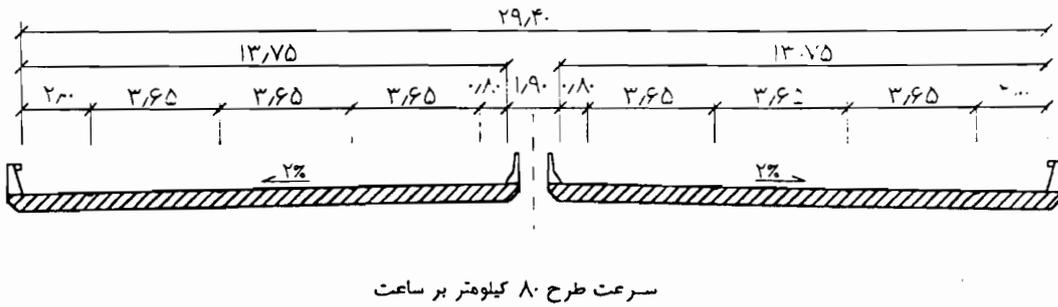
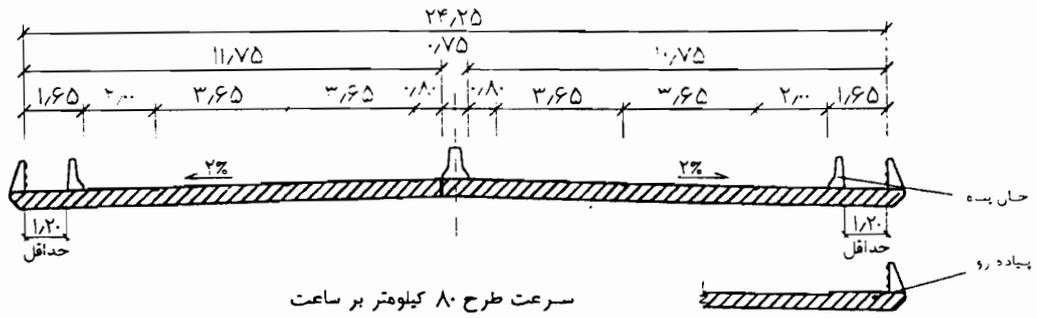


۲۰-۶

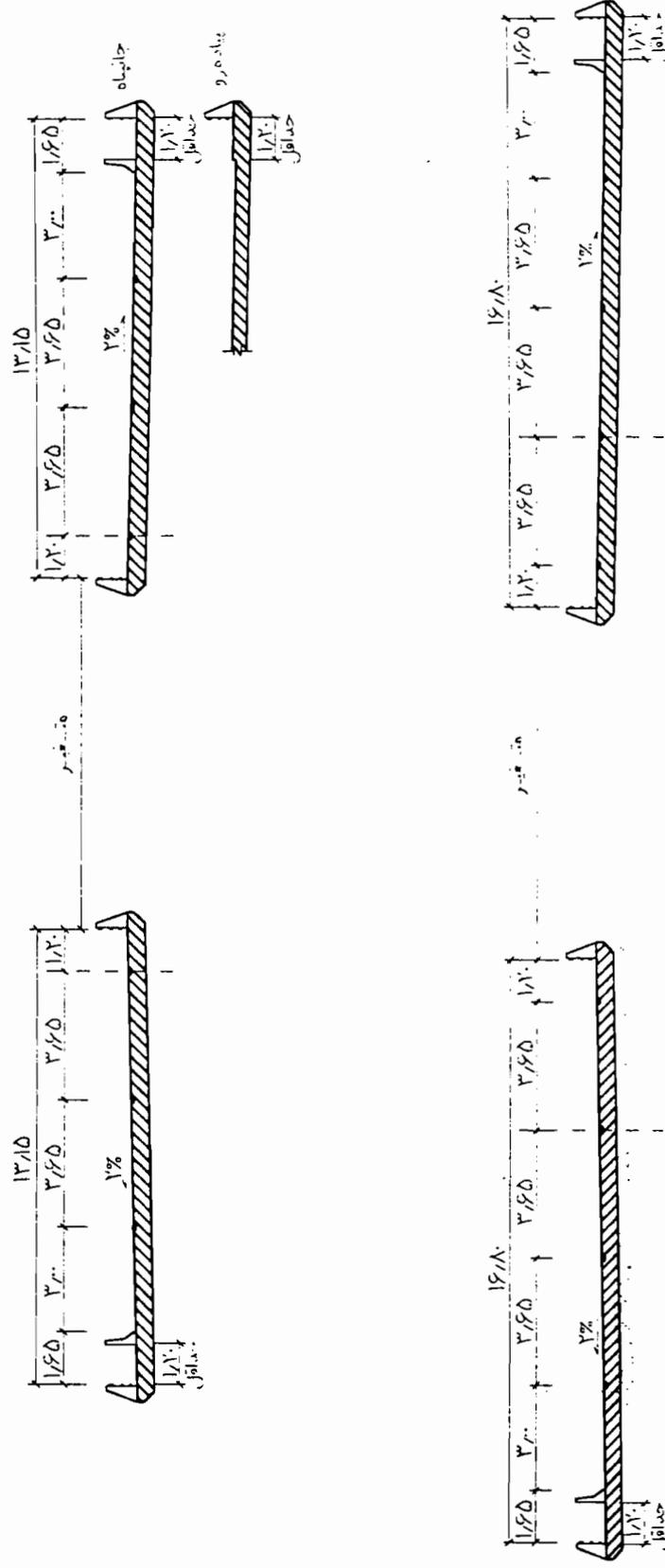
شکل ۶-۲۱ نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل‌ها (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)



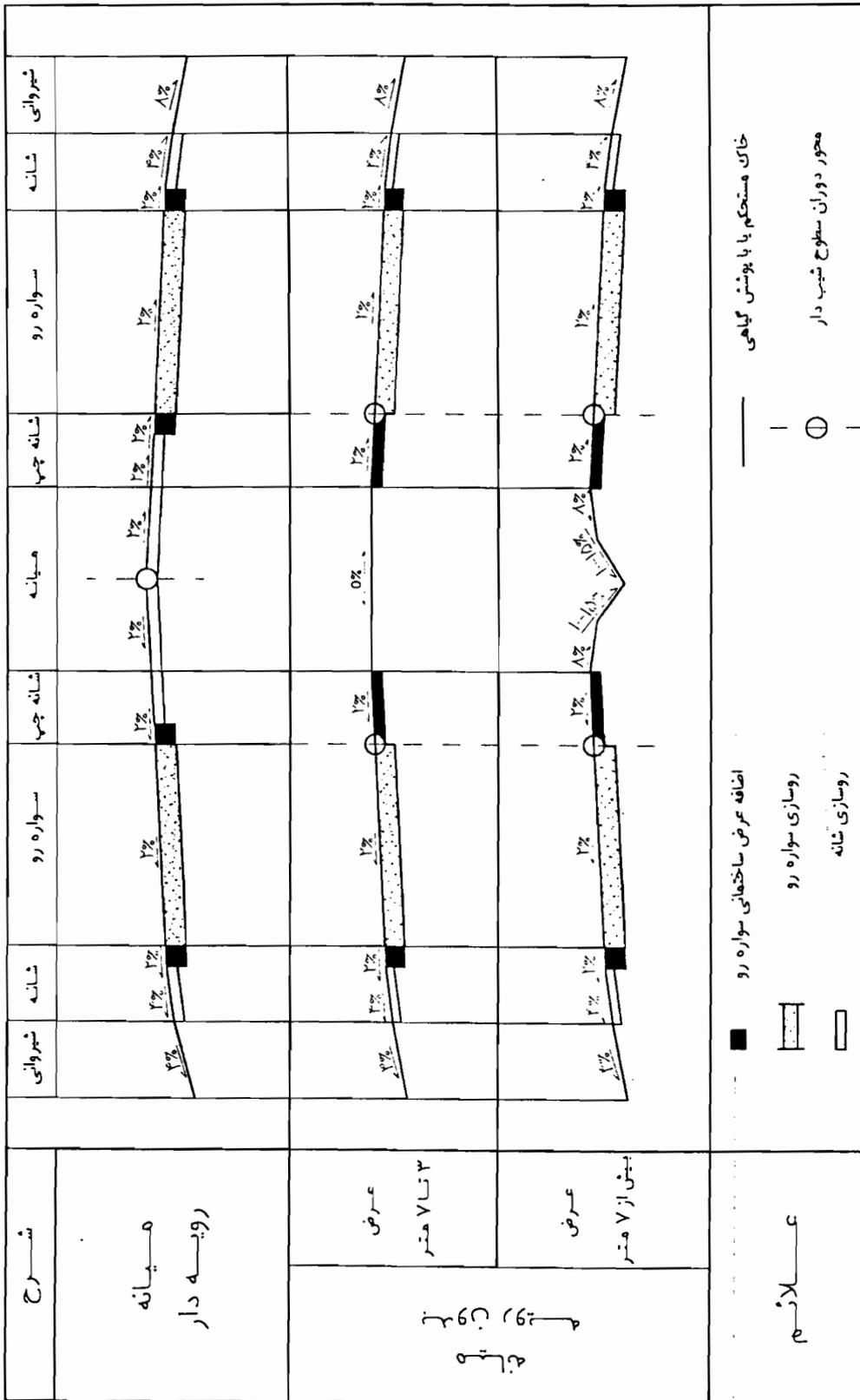
شکل ۶-۲۲ نمونه‌های نیم‌رخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل‌ها (سرعت طرح ۸۰ کیلومتر در ساعت)



شکل ۶-۲۳ نمونه‌های نیمرخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل‌ها (سرعت طرح ۸۰ و ۱۰۰ کیلومتر در ساعت)



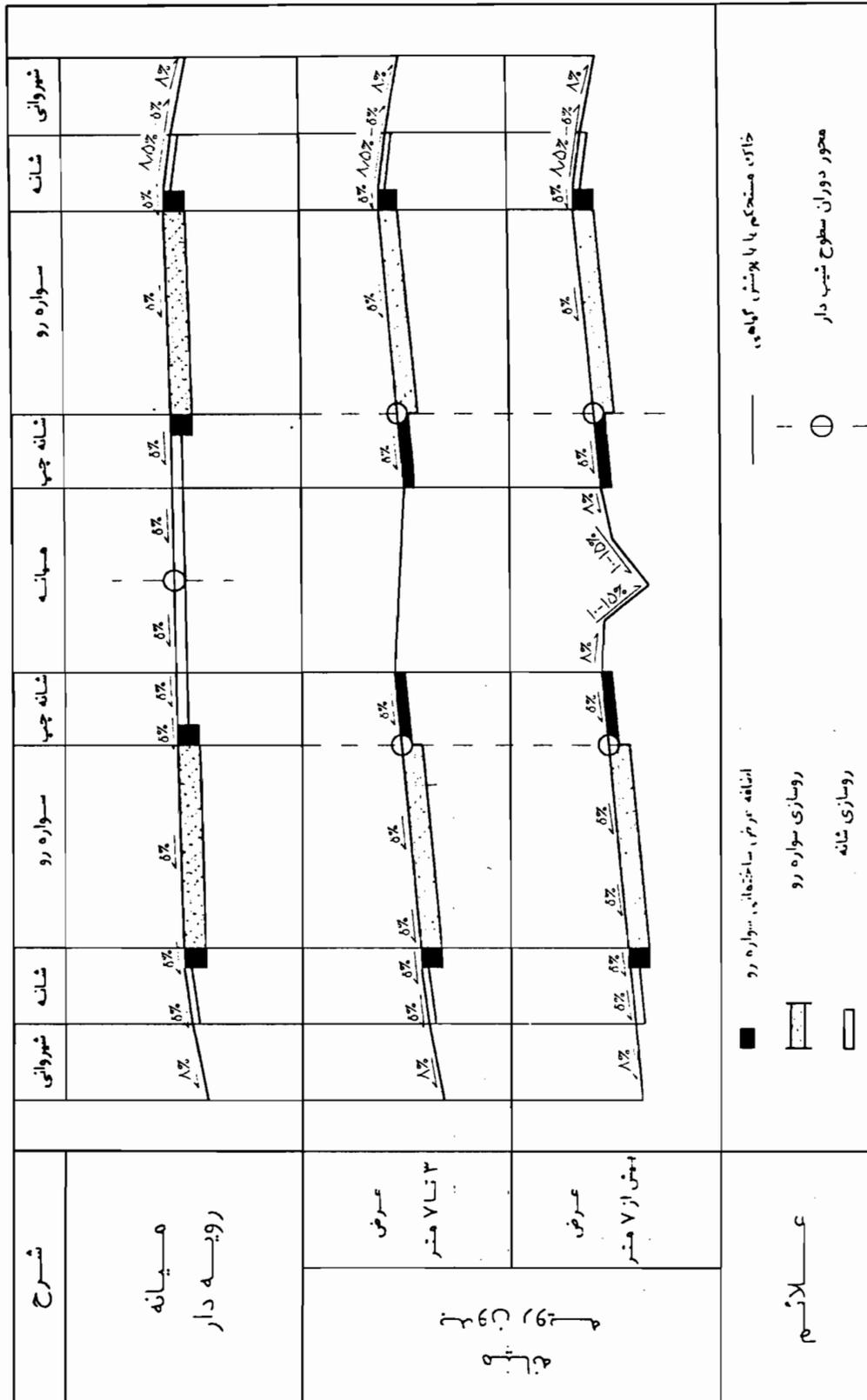
شکل ۲۴-۶ نمونه‌های نیم‌رخ عرضی آزادراه و بزرگراه در محل پل‌ها (سرعت طرح ۱۳۰ کیلومتر در ساعت)



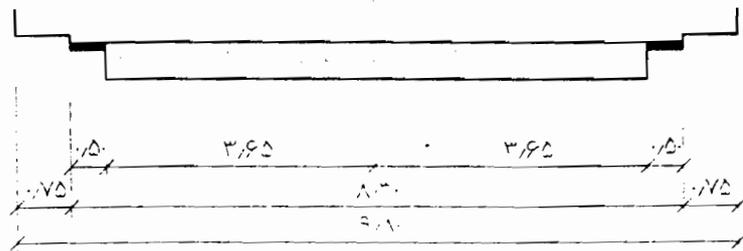
شکل ۶-۲۵ شیب‌های عرضی آزادراه در قسمت مستقیم

شرح	شهرتانی	شانه	سواره رو	شانه چپا	میانه	شانه چپا	سواره رو	شانه	شهرتانی
میان روبه دار									
	عرض ۷ تا ۳ متر								
عرض بیش از ۷ متر									
علائم	<p> </p> <p> اضافه عرض ساختمانی سواره رو روسازی سواره رو روسازی شانه خاک مستحکم با پوشش گیاهی محور دوران سطوح شیب دار </p>								

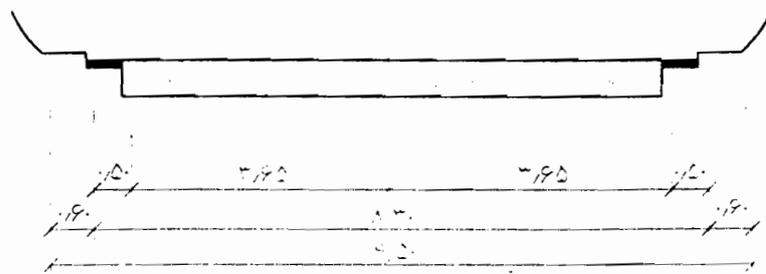
شکل ۶-۲۶ اعمال بریلندی کمتر از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه و راه‌های اصلی جدا شده



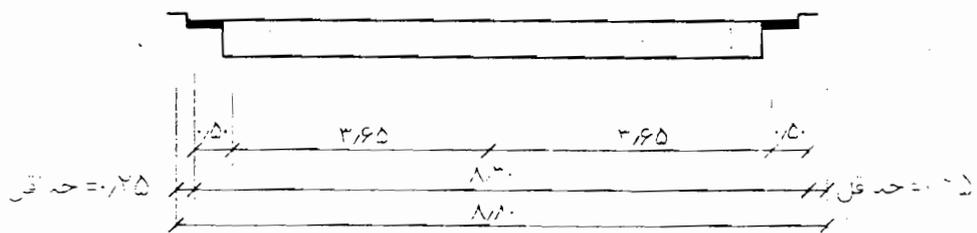
شکل ۶-۲۷ اعمال بریلندی بیش از ۴٪ در آزادراه و بزرگراه و راه‌های جداشده



تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار قائم و پیاده رو اضطراری

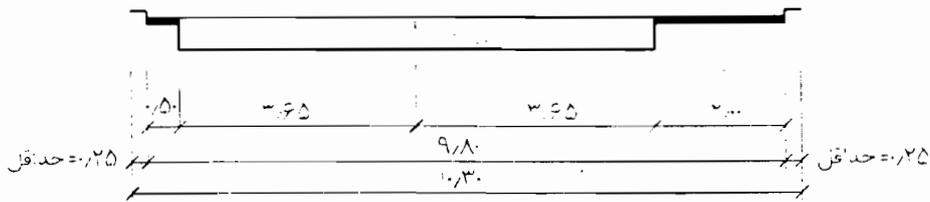


تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار مقعر و پیاده رو اضطراری

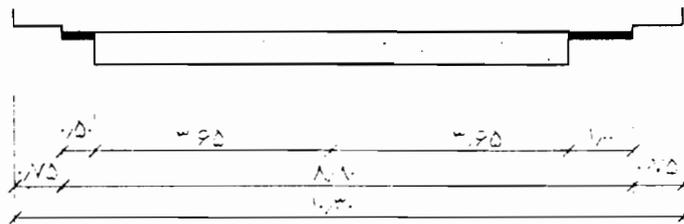


تونل کوتاه یا طویل دو خطه با دیوار قائم یا مقعر، بدون پیاده رو اضطراری

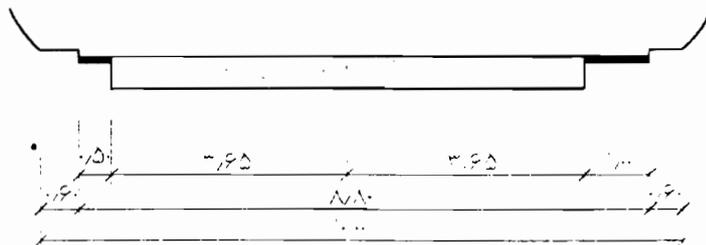
شکل ۶-۲۸ نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل دو طرفه



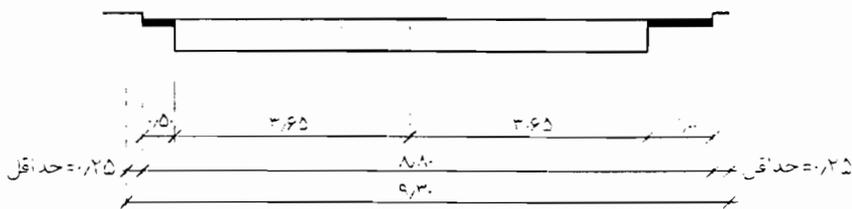
تونل کوتاه با نوار توقف اضطراری
(دیوار قائم یا مقعر)



تونل با پیاده رو اضطراری و شانه یک متری
(دیوار قائم)

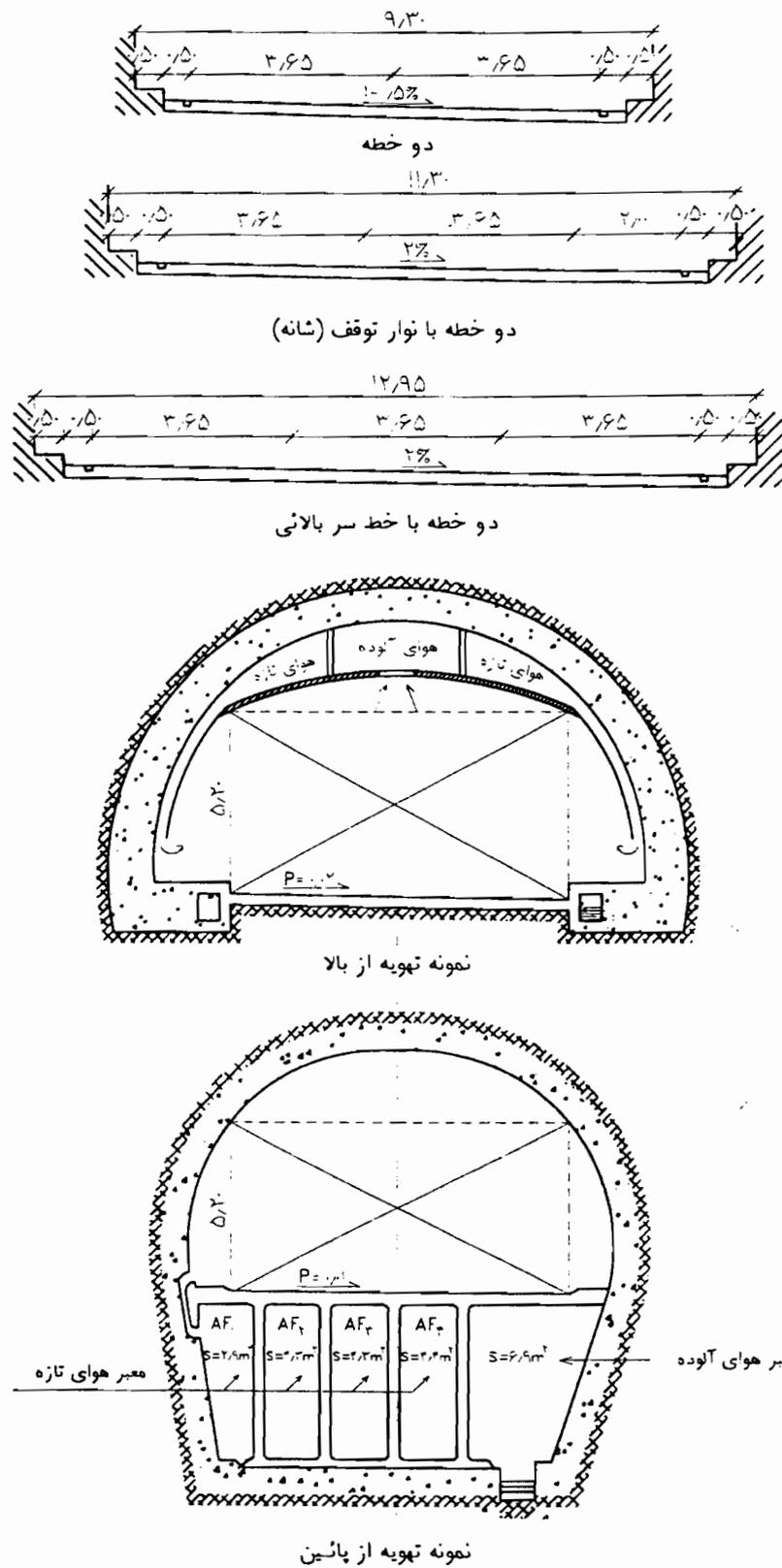


تونل طویل با پیاده رو اضطراری و شانه یک متری
(دیوار مقعر)



تونل طویل با شانه یک متری بدون پیاده رو اضطراری
(دیوار قائم یا مقعر)

شکل ۶-۲۹ نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل یک طرفه



شکل ۶-۳۰ نمونه‌های نیمرخ عرضی تونل آزادراه و بزرگراه

فصل هفتم - تقاطع‌ها

۱-۷ کلیات

۱-۱-۷ تعریف

تقاطع، محل تلاقی همسطح دو یا چند راه است که هر یک از آنها و تسهیلات هدایت ترافیک آنها را دربرمی‌گیرد. هر کدام از راه‌های منتهی به تقاطع، یک شاخه تقاطع نامیده می‌شود. معمولی‌ترین نوع تقاطع، حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع کند و از هم بگذرد، چنین تقاطعی چهارراه نام دارد. بهترین تقاطع، بیش از چهار شاخه نداشته باشد.

در طرح تقاطع‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱- رانندگان

- عادت‌های راننده

- توان تصمیم‌گیری

- انتظار

- زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل

- برابری با مسیرهای طبیعی حرکت

۲- عادت‌ها و ویژگی‌های عابران

۱-۳-۲ عامل‌های ترافیکی

در طرح تقاطع‌ها، خصوصیت‌های ترافیکی زیر مدنظر قرار

می‌گیرد.

- ظرفیت‌های واقعی طراحی

- حجم حرکت‌های گردش در ساعت طرح

- بُعدها و مشخصات خودرو طرح

- انواع حرکت‌های تقاطع (عبور مستقیم، گردش به چپ و راست)

- ترکیب وسایل نقلیه

- سرعت وسایل نقلیه

- موقعیت ایستگاه و سیله‌های حمل و نقل همگانی نسبت به تقاطع

- سابقه تصادف‌ها

۱-۳-۳ عامل‌های فیزیکی

عامل‌های فیزیکی مورد توجه در تقاطع عبارتند از:

- ویژگی و کاربری زمین‌های مجاور

- نیمرخ طولی

- فاصله دید

- زاویه تقاطع

- سطح برخورد

۱-۲-۲ اهمیت

تقاطع‌ها بخش مهمی از راه‌ها را تشکیل می‌دهد. کارایی،

ایمنی، سرعت، هزینه بهره‌برداری و ظرفیت راه، تا حد زیادی به

نحوه طراحی آن بستگی دارد.

۱-۳-۱ اهداف و اصول طراحی

هدف اصلی از طرح تقاطع، کاهش احتمال برخورد وسایل

نقلیه با یکدیگر و عابران همچنین تأمین آسایش، راحتی و

سهولت گذر پیاده از آن است. به این منظور، چهار عامل زیر

در طرح هندسی تقاطع‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.

۱- عامل‌های انسانی

۲- عامل‌های ترافیکی

۳- عامل‌های فیزیکی

۴- عامل‌های اقتصادی

۱-۳-۱-۷ عامل‌های انسانی

با توجه به آنکه حرکت وسایل نقلیه و عابران در تقاطع، از

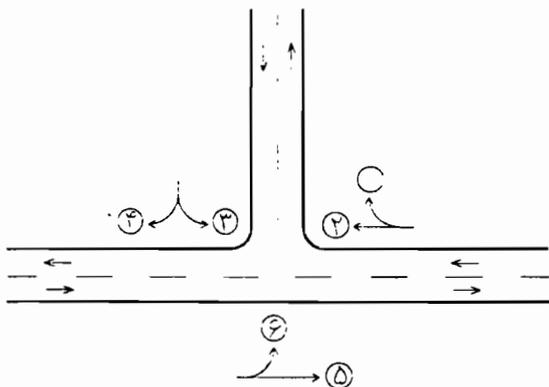
تصمیم‌های انسانی سرچشمه می‌گیرد، لذا عامل‌های انسانی زیر

جریان‌های مختلف موجود در تقاطع استفاده نمی‌شود. بدیهی است با تعبیه خط‌های عبور کمکی و تعریض مسیرها در محل تقاطع، جریان‌بندی ترافیک و استفاده از وسایل کنترل ترافیک، بر ظرفیت تقاطع افزوده می‌شود.

۷-۱-۴-۱ انواع طرح‌های سه راهی و موردهای استفاده از آنها

طرح‌های مختلف تقاطع‌های سه راهی و موردهای استفاده از هر یک عبارتند از:

الف - سه راهی ساده بدون خط عبور کمکی (شکل ۷-۱)



مورداستفاده: اتصال دوراه دوخطه که ترافیک کمی در آنها جریان دارد.

شکل ۷-۱ سه راهی ساده بدون خط عبور کمکی

ب - سه راهی ساده با خط‌های عبور کمکی

با افزایش سرعت و حجم یک یا چند حرکت ترافیکی در تقاطع، لازم است برای آنها خط‌های عبور کمکی (مخصوص) تعبیه شود. خط‌های عبور کمکی در صورتی که درست طراحی شود، تداخل حرکت‌ها در محل تقاطع و تعداد و شدت تصادف‌ها را کاهش می‌دهد. نمونه این گونه طرح‌های سه راهی و مورداستفاده از هر یک در شکل‌های ۷-۲، ۷-۳ و ۷-۴ آمده است.

- خط‌های عبور و تغییر سرعت
- علائم کنترل ترافیک
- تجهیزات روشنایی تقاطع
- جنبه‌های ایمنی
- تردد دوچرخه
- تخته‌های آب‌های سطحی
- سایر جزای طرح هندسی

۷-۱-۳-۴ عوامل اقتصادی

بررسی گزینه‌ها، براساس عامل‌های اقتصادی زیر صورت می‌گیرد.

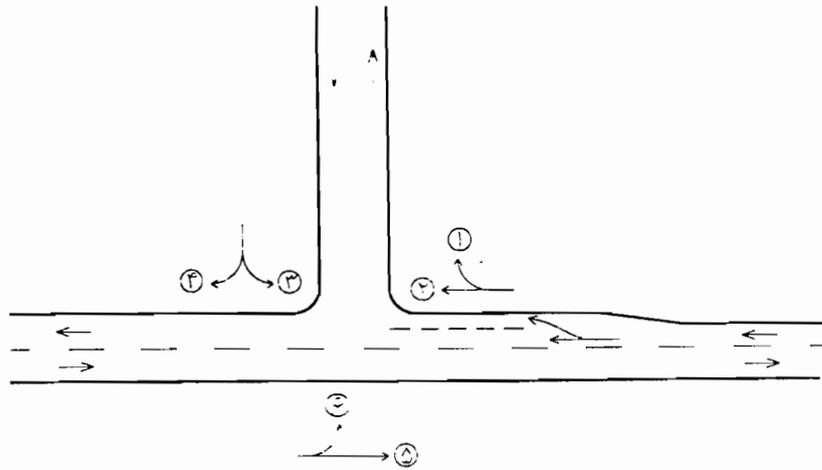
- هزینه و زمان اجرای طرح
- هزینه تملک زمین‌ها
- تأثیر کنترل یا محدود کردن دسترسی‌های مجاور
- مصرف سوخت و استهلاک ناشی از تأخیر
- نرخ سود برای تبدیل سرمایه‌ها به سال مورد نظر
- مقایسه برآوردها

۷-۱-۴ انواع تقاطع

براساس تعداد راه‌های منتهی به تقاطع می‌توان آن را به سه دسته کلی تقسیم کرد:

- سه راه
- چهارراه
- چند راه

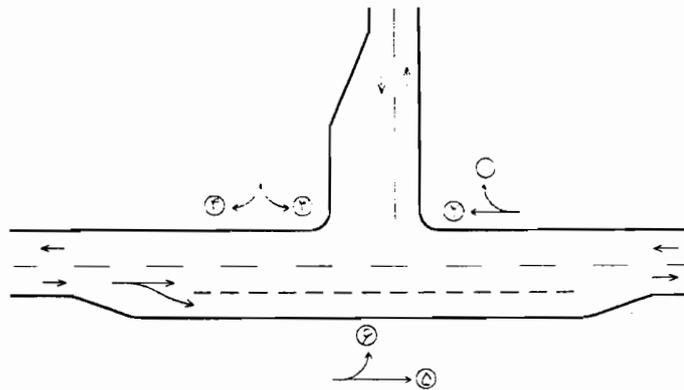
هریک از این تقاطع‌ها بسته به نحوه جریان‌بندی ترافیک در آنها به نوع گوناگون تقسیم می‌شود. در ساده‌ترین حالت، تمام سطح تقاطع روسازی می‌شود و از علامت‌ها یا جداگرهای فیزیکی (مانند جدول‌ها و جزیره‌های ترافیکی) برای تفکیک



مورد استفاده:

جریان ترافیک (۱) قابل توجه ولی جریان ترافیک (۲) حداقل است

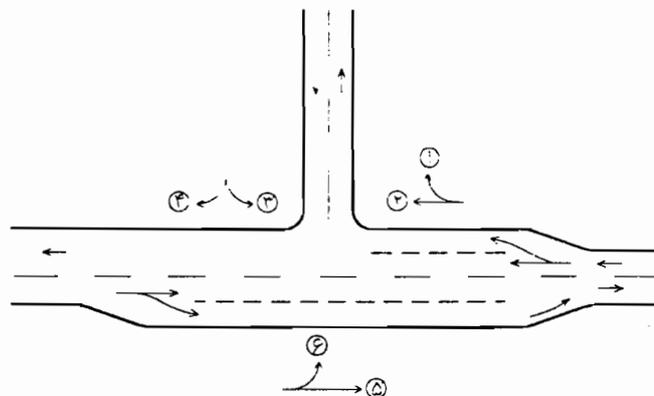
شکل ۲-۷ پلان سه راهی با خط عبور کمکی گردش به راست



مورد استفاده:

حجم هری ترافیک (۲) و (۵) قابل توجه ما حجم ترافیک (۱) کم است.

شکل ۳-۷ پلان سه راهی با خط عبور کمکی سبقت



مورد استفاده:

حجم ترافیک (۱) و (۵) و (۶) قابل توجه است.

شکل ۴-۷ پلان سه راهی با خطهای عبور کمکی سبقت و گردش به راست

پ - سه راهی با جزایر ترافیکی

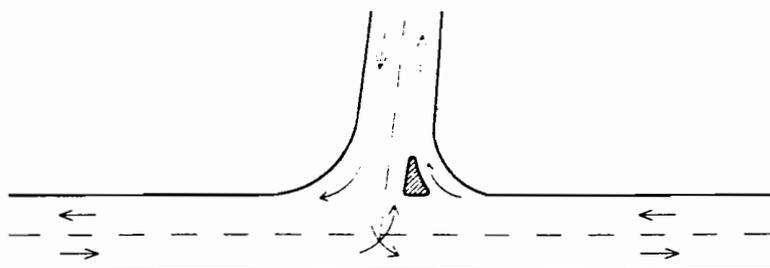
با ایجاد جزیره‌های ترافیکی در محل تقاطع و جدا کردن جریان‌های مختلف ترافیک موجود در تقاطع، می‌توان بر ظرفیت تقاطع افزود. این سه راهی نیز مانند سه راهی‌های ساده ممکن است با خط‌های عبور کمکی یا بدون آن طراحی شود. بدیهی است تأمین توأم خط‌های عبور کمکی و جزیره‌های ترافیکی می‌تواند نقش بسیار مؤثری در بهبود عملکرد تقاطع داشته باشد. نمونه طرح‌ها و موردهای استفاده از هر یک در شکل‌های ۵-۷ تا ۹-۷ آمده است.

باتوجه به آنکه در سه راهی‌های برون شهری، معمولاً محدودیت فضا وجود ندارد لذا طرح‌های مشتمل بر خط‌های عبور کمکی و جزیره‌های ترافیکی، در صورت نیاز، نسبت به

سایر طرح‌ها برتری دارد.

۷-۱-۴-۲ انواع طرح‌های چهارراه

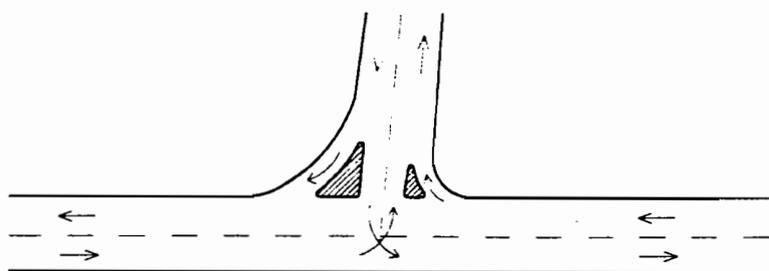
اصول طراحی چهارراه، دقیقاً مشابه با سه راه است. به این دلیل تنها به ارائه طرح‌های مختلف چهارراه اکتفا می‌شود. استفاده از خط‌های عبور کمکی تغییر سرعت و جدا کردن جریان‌های مختلف ترافیک در چهارراه (توسط جزیره‌های ترافیکی یا خط‌کشی سطح راه) ترجیح داده می‌شود. نمونه طرح‌های تقاطع‌های چهارراهی تمام روسازی شده معمولی و جریان‌بندی شده ترافیکی در شکل‌های ۱۰-۷ تا ۱۲-۷ آمده است.



مورد استفاده:

فضای کافی برای تأمین خط‌های عبور کمکی وجود ندارد و حجم ترافیک گردش به راست، از اصلی به فرعی قابل توجه است.

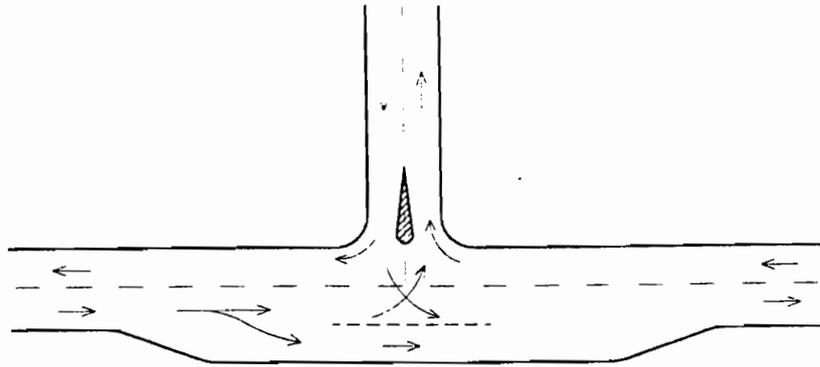
شکل ۵-۷ سه راهی با یک گردش به راست جدول‌دار



مورد استفاده:

کلیه گردش به راست‌ها سرعت قابل توجه دارد و فضای کافی برای ایجاد خط گردش به راست وجود ندارد.

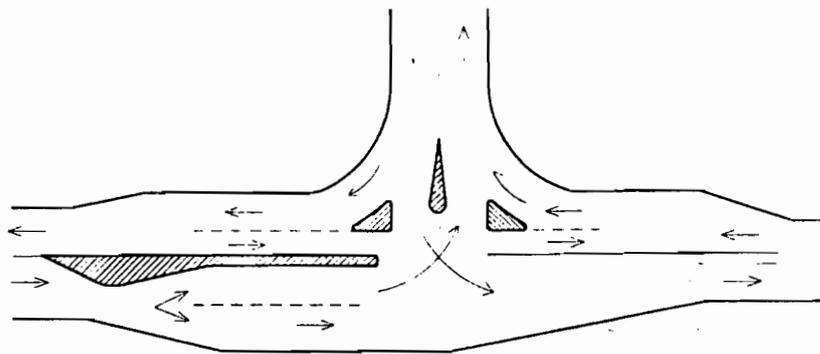
شکل ۶-۷ سه راهی با دو گردش به راست جدول‌دار



مورد استفاده:

در شرایطی که فضای کافی برای گردش به راست وجود ندارد و سهولت اجرا مورد نظر است و حجم ترافیک راه اصلی، نسبتاً زیاد است.

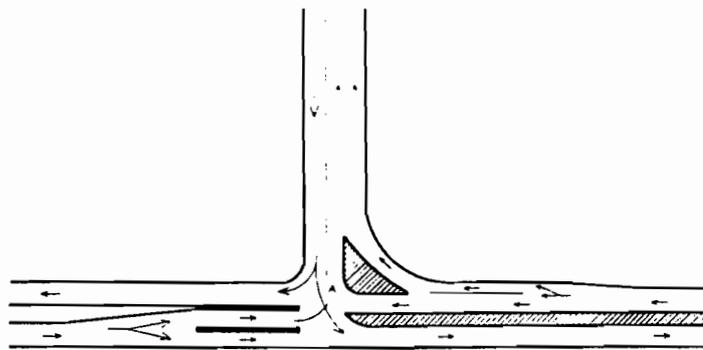
شکل ۷-۷ سه راهی با جزیره وسط و خط سبقت



مورد استفاده:

حجم ترافیک وسایل نقلیه، در مسیر مستقیم، حداقل برابر ۵۰۰ وسیله نقلیه در ساعت، است و ترافیک گردش نیز، نسبتاً قابل توجه است.

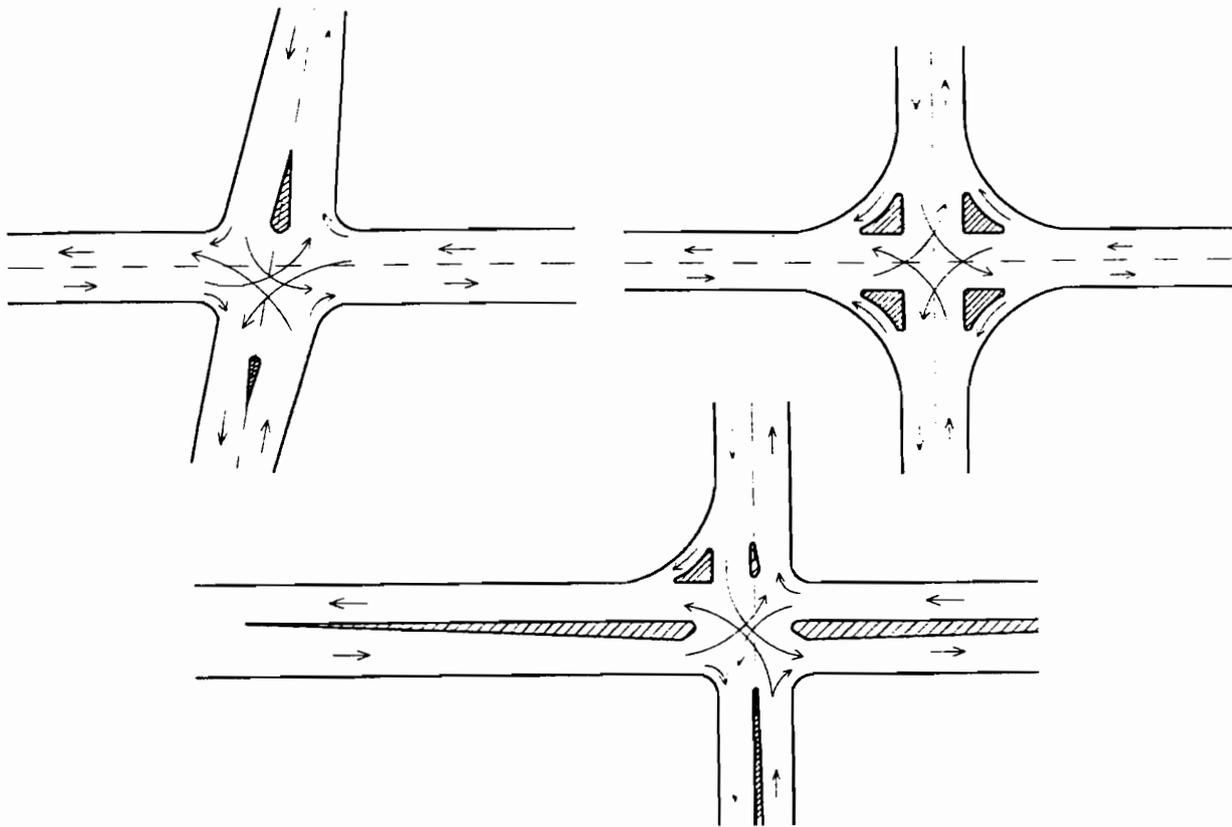
شکل ۸-۷ سه راهی با جزیره‌های گردش به راست و یک جزیره گردش به چپ



مورد استفاده:

مناسب برای سه راهی بیرون شهری که فضای کافی برای تعریض و جدول بندی مسیر وجود دارد.

شکل ۹-۷ سه راهی با یک گردش به راست جدول دار و گردش به چپ‌های جدول دار



شکل ۷-۱۰ انواع طرح‌های معمول برای تقاطع‌های چهارراه

۷-۱-۳-۴ انواع طرح‌های چندراهی

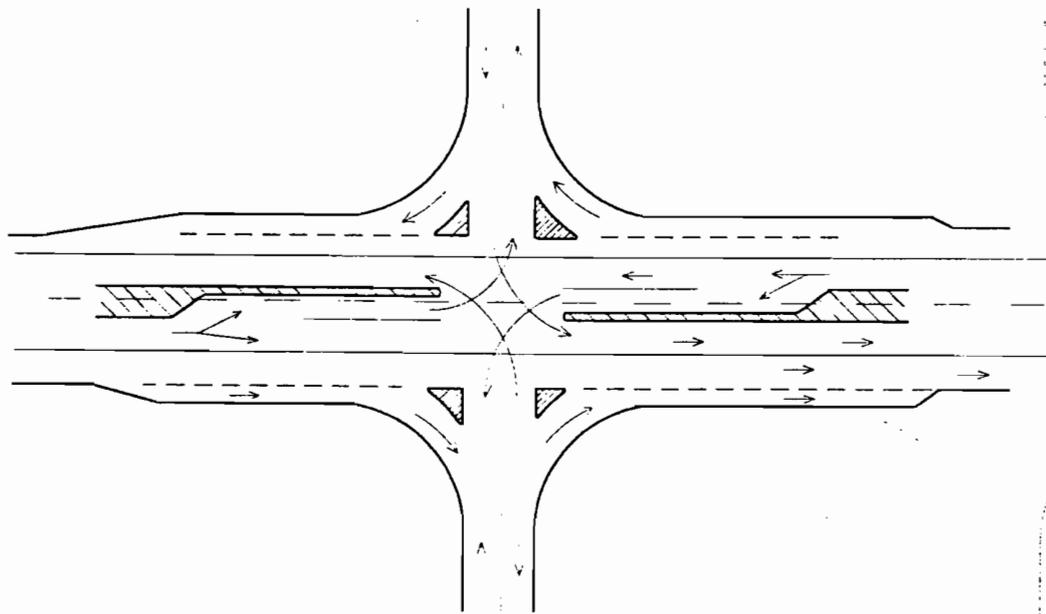
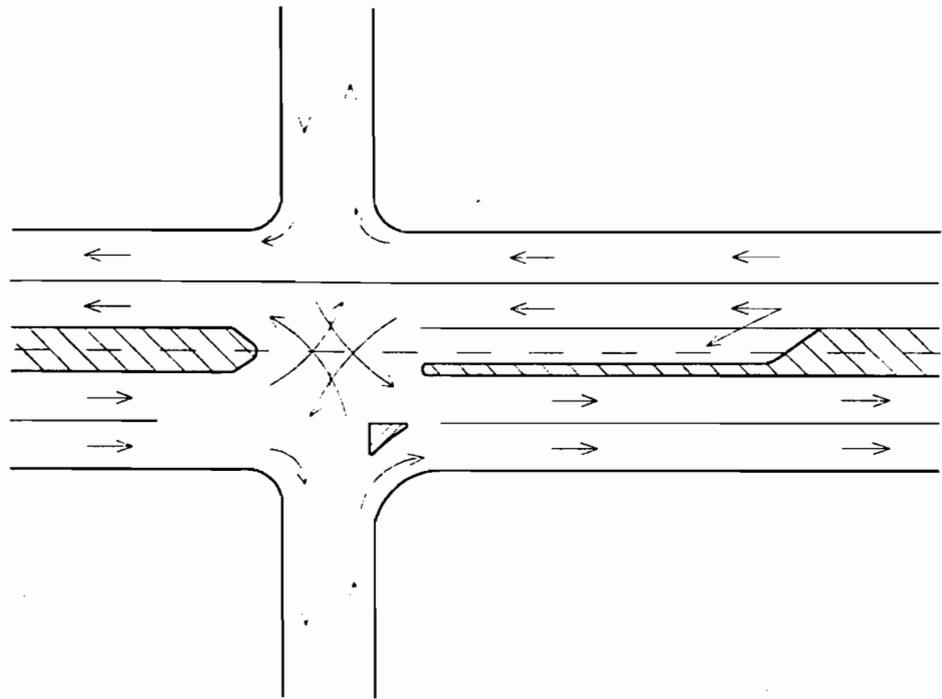
چندراهی‌ها، تقاطع‌هایی با حداقل ۵ شاخه است. از آنجا که ترجیح داده می‌شود چندراهی‌ها کمتر مورد استفاده قرارگیرد لذا مطابق شکل ۷-۱۳ دو حالت تبدیل یک چندراهی به دو چهارراه یا یک سه راهی و یک چهارراه در شکل ۷-۱۳ نشان داده شده‌است. اصول طراحی چندراهی‌ها نیز مشابه با سه راهی‌ها و چهارراهی‌هاست.

۷-۱-۵ تقاطع با راه آهن

تقاطع راه با راه آهن، محلی حادثه آفرین و خطرناک است. به همین دلیل بهتر است در صورت امکان، راه از زیر یا روی راه آهن عبورکند و تقاطع همسطح نداشته باشد. در صورت ترافیک کم و اقتصادی نبودن زیرگذر یا روگذر، طرح هندسی پلان و

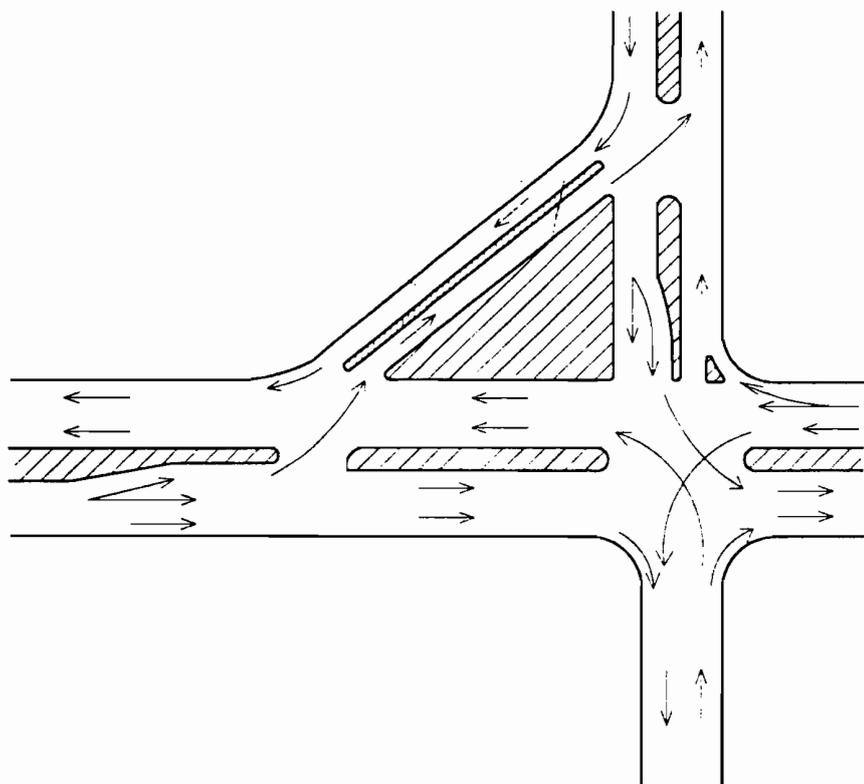
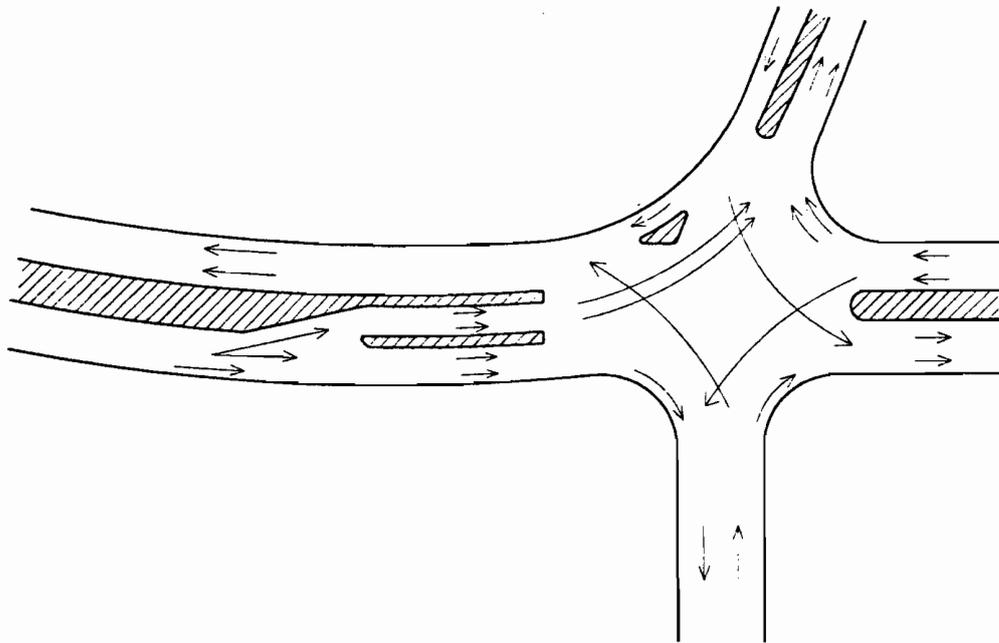
نیمرخ راه در محل تقاطع با راه آهن باید به گونه‌ای باشد که راننده مجبور به توجه به عوامل دیگر و شرایط محیط و در نتیجه غفلت از وجود راه آهن نشود. زاویه تقاطع راه با راه آهن، بهتر است قائمه باشد. علاوه بر آن بهتر است که محل تقاطع، در قسمت مستقیم راه و راه آهن واقع شود تا هم رانندگان و هم لکوموتیوران دید خوبی روی تقاطع داشته باشند.

نیمرخ تقاطع راه با راه آهن نیز، بهتر است تا حد امکان ملایم‌تر و مسطح‌تر باشد زیرا در چنین حالتی فاصله دید بیشتری موجود خواهد بود و ترمزگیری یا شتابگیری به نحو ساده‌تری صورت خواهد پذیرفت. حداکثر اختلاف شیب عرضی مجاز (سراسیمی یا سربالایی) بین سطح راه و راه آهن، در شکل ۷-۱۳ نشان داده شده است.

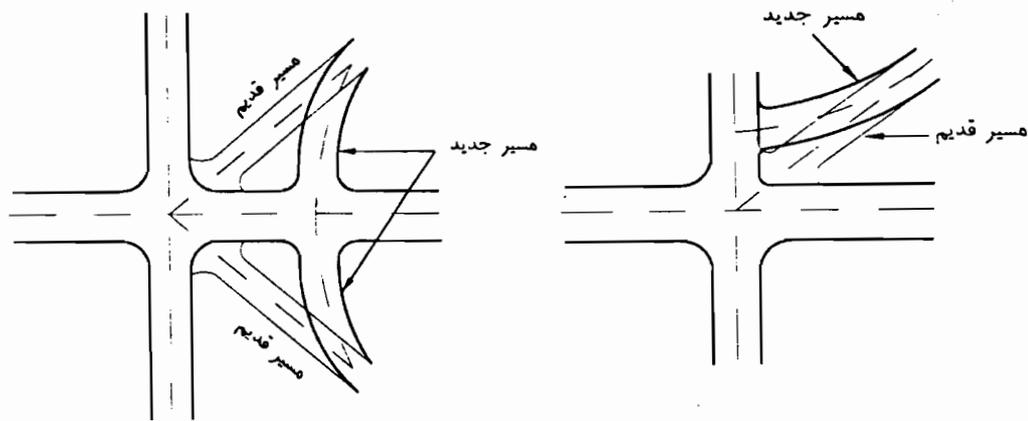


شکل ۷-۱۱ نمونه‌هایی از چهارراه جریان‌بندی شده

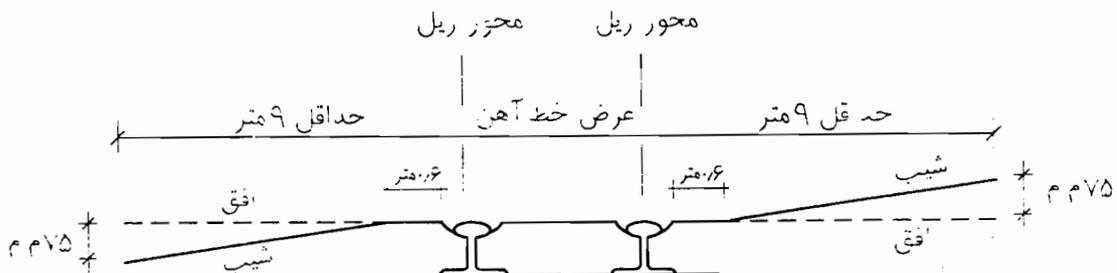
V-V



شکل ۱۲-۷ نمونه‌های دیگری از چهارراه جریان‌بندی شده



شکل ۷-۱۳ نحوه تبدیل تقاطع‌های چندراهی به تعدادی تقاطع چهار (یا سه) راهی



شکل ۷-۱۴ تقاطع راه - راه آهن

- | | |
|---|--|
| <p>۴- سرعت مجاز وسایل نقلیه</p> <p>۵- آمار تصادف‌ها در تقاطع</p> <p>۶- فاصله دید با وضع موجود در محل تقاطع</p> <p>۷- طرح هندسی تقاطع</p> <p>۸- ملاحظات اقتصادی</p> <p>با افزایش حجم تردد و همچنین کاهش فاصله دید، توصیه می‌شود از سیستم‌های مطمئن‌تر همچون دروازه‌ی کنترل تردد و یا چراغ‌های راهنمایی به منظور کنترل تقاطع راه با راه آهن استفاده شود. علامت‌های افقی و عمودی کنترل تقاطع راه با راه آهن، در نشریه شماره ۹۹ سازمان برنامه و بودجه</p> | <p>طرح هندسی تقاطع راه با راه آهن، معمولاً با نصب علامت‌های کنترل ترافیک، همراه است. علامت‌های مورد استفاده برای این منظور، تابلوهای راهنمایی، علامت‌های افقی (خط نوشته‌های سطح راه)، چراغ‌های راهنمایی چشمک‌زن و یا دروازه‌های کنترل ترافیک (دستی یا خودکار) است. مهمترین عامل‌های مؤثر در انتخاب نوع سیستم کنترل این گونه تقاطع‌ها عبارتند از:</p> <p>۱- درجه راه</p> <p>۲- حجم ترافیک راه و راه آهن</p> <p>۳- حداکثر سرعت قطار در حوالی تقاطع</p> |
|---|--|

موجوداست و تا زمانی که نشریه جدیدتری از طرف سازمان برنامه و بودجه یا وزارت راه و ترابری منتشر نشده می‌توان به آن مراجعه کرد.

چنانچه در بازدیدهای محلی و پس از مطالعه دقیق شرایط هندسی و ترافیکی محل، مشخص شود که تقاطع همسطح راه با راه آهن، ایمنی لازم را به وجود نمی‌آورد، در آن صورت باید نسبت به تغییر مسیر راه یا راه آهن و یا غیرهمسطح کردن تقاطع راه با راه آهن - با توجه به مطالعات اقتصادی - اقدام لازم صورت گیرد.

طرح‌های هندسی تقاطع راه با راه آهن، بسته به نوع سیستم کنترل آن، تفاوت‌های مختصری دارد. چنانچه تابلو یا علامتگذاری سطح راه، تنها وسیله اعلان خطر وجود راه آهن و کنترل ترافیک تقاطع باشد، در آن صورت زاویه تقاطع باید قائمه یا خیلی نزدیک به آن باشد. چنانچه از چراغ‌های چشمک‌زن و یا دروازه‌های کنترل تردد استفاده شده باشد، از ایجاد زاویه‌های تقاطع کوچک در تقاطع اجتناب می‌شود. راه در محل تقاطع، بهتر است در صورت امکان افقی

باشد تا این اجازه را به وسایل نقلیه بدهد که در صورت گذر قطار از محل تقاطع، پشت خط توقف بایستند و پس از گذر آن، بدون هیچ مشکلی از تقاطع عبور کنند.

دو وضعیت قرارگیری خودرو نسبت به قطار، در حال نزدیک شدن به تقاطع، برای تعیین فاصله دید لازم در محل تقاطع راه با راه آهن عبارتند از:

وضعیت اول: راننده خودرو، قطار در حال نزدیک شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد و می‌تواند به راحتی پیش از رسیدن قطار به محل تقاطع از آن عبور کند.

وضعیت دوم: راننده خودرو، قطار در حال نزدیک شدن به تقاطع را در خط دید خود دارد اما تصمیم به توقف گرفته و قبل از تقاطع، توقف کامل می‌کند.

هر دوی این وضعیت‌ها در شکل ۷-۱۵ تحت عنوان حالت الف نشان داده شده است.

حالت الف نشان داده شده در جدول ۷-۱، مقدارهای فاصله دید ایمن را به ازاء سرعت‌های مختلف حرکت خودرو و قطار، در این حالت، مشخص می‌سازد.

جدول ۷-۱ فاصله دید ایمن راه به ازاء سرعت‌های مختلف خودرو و قطار

حالت الف - سرعت خودروی در حالت حرکت											سرعت قطار کیلومتر در ساعت	حالت ب - شروع به حرکت از حالت توقف	
سرعت بر حسب کیلومتر در ساعت													
۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰		
فاصله قطار از تقاطع (متر)													
۲۶	۲۵	۲۴	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۳	۱۲	۱۱	۴۵	۱۰
۵۳	۵۰	۴۸	۴۴	۴۳	۴۰	۳۹	۳۷	۳۶	۳۴	۳۲	۳۱	۹۱	۲۰
۱۹	۱۶	۱۱	۶۶	۶۴	۶۱	۵۹	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۱۳۶	۳۰
۱۰۵	۱۰۱	۹۴	۸۹	۸۵	۸۱	۷۷	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۷۵	۱۵۳	۴۰
۱۳۲	۱۲۶	۱۱۹	۱۱۱	۱۰۶	۱۰۱	۹۶	۹۳	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۱۹۲	۵۰
۱۵۹	۱۵۱	۱۴۱	۱۳۳	۱۲۹	۱۲۱	۱۱۵	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۱۱۲	۲۳۰	۶۰
۱۸۵	۱۷۶	۱۶۵	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۱	۱۳۴	۱۳۱	۱۳۱	۱۳۱	۱۳۱	۱۳۱	۲۶۹	۷۰
۲۱۱	۲۰۲	۱۹۹	۱۸۷	۱۸۰	۱۷۲	۱۶۲	۱۵۴	۱۴۹	۱۵۰	۱۶۱	۱۶۳	۳۰۷	۸۰
۲۳۸	۲۲۷	۲۱۲	۱۹۹	۱۹۱	۱۸۲	۱۷۳	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۳۴۵	۹۰
۲۶۴	۲۵۲	۲۳۶	۲۲۱	۲۱۳	۲۰۲	۱۹۲	۱۸۷	۱۸۷	۱۸۷	۲۰۱	۲۴۱	۳۸۳	۱۰۰
۲۹۰	۲۷۷	۲۵۹	۲۴۴	۲۳۴	۲۲۲	۲۱۱	۲۰۵	۲۰۶	۲۲۱	۲۶۵	۲۶۵	۴۲۲	۱۱۰
۳۱۶	۳۰۲	۲۸۳	۲۶۶	۲۵۵	۲۴۲	۲۳۰	۲۲۴	۲۲۴	۲۴۱	۲۸۹	۲۸۹	۴۶۰	۱۲۰
۳۴۳	۳۲۷	۳۰۶	۲۹۱	۲۸۵	۲۷۳	۲۶۳	۲۴۹	۲۴۳	۲۴۳	۲۶۱	۳۱۳	۴۹۸	۱۳۰
۳۶۹	۳۵۳	۳۳۰	۳۱۰	۲۹۸	۲۸۳	۲۶۹	۲۶۱	۲۶۲	۲۸۱	۳۳۷	۳۳۷	۵۳۷	۱۴۰
فاصله خودرو از تقاطع و راه با راه آهن													
۲۹۴	۲۵۶	۲۱۳	۱۷۷	۱۴۹	۱۱۹	۹۳	۷۱	۵۲	۳۸	۲۶	۱۶		

$$d_H = 0.28V_v t + \frac{V_v^2}{2.54f} + D + d_e$$

$$d_T = \frac{V_T}{V_v} \left[0.28V_v t + \frac{V_v^2}{2.54f} + 2D + L + W \right]$$

d_H = فاصله دید در ضول جاده

d_T = فاصله دید در ضول ریل راه آهن

V_v = سرعت خودرو

t = زمان درک و عکس العمل (۲/۵ ثانیه فرض می شود).

f = ضریب اصطکک

D = فاصله خط ایست تا ریل (۴/۵ متر فرض می شود).

W = فاصله خارجی سه های ریل (۱/۵ متر برای یک خطه)

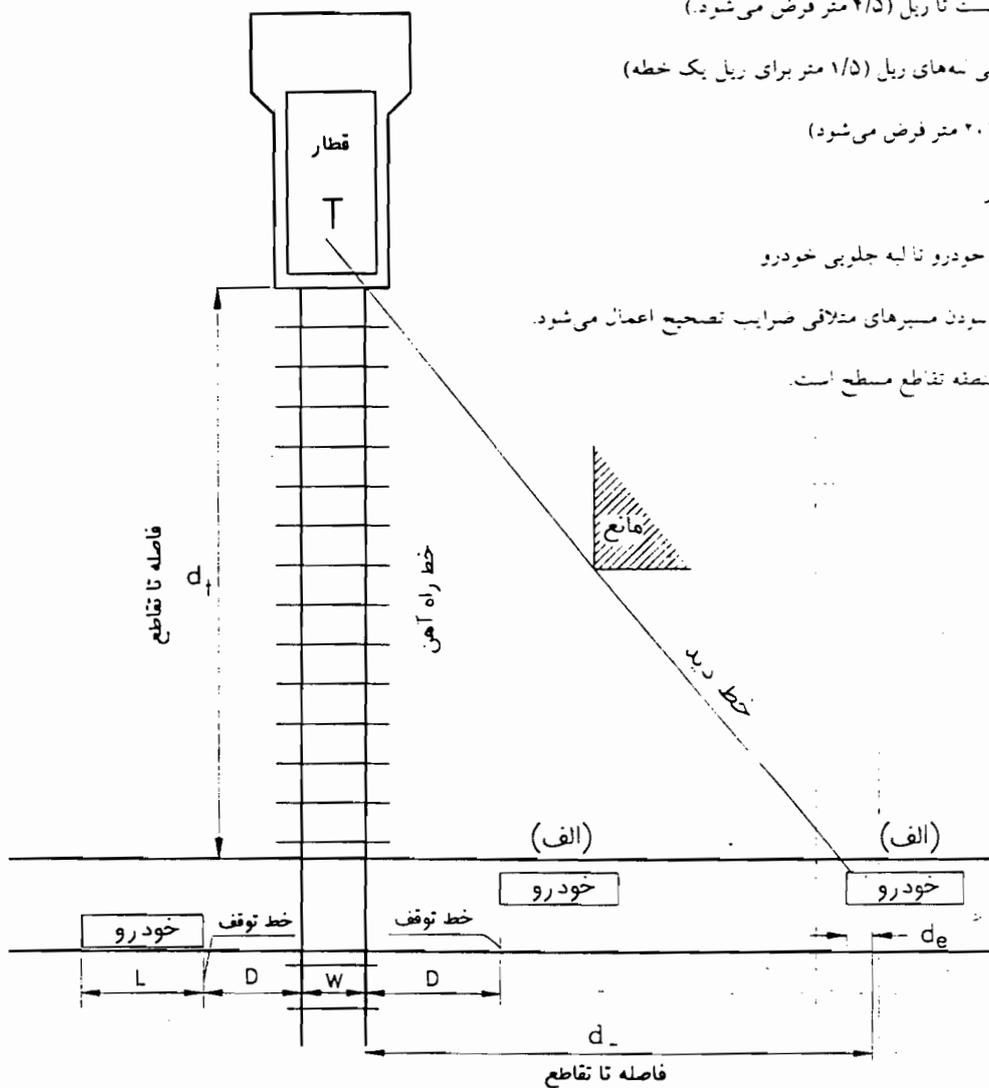
L = طول خودرو (۲۰ متر فرض می شود)

V_T = سرعت قطار

d_e = فاصله راننده خودرو تا لبه جلویی خودرو

* در صورت عمود بودن مسیرهای متلاقی ضرایب تصحیح اعمال می شود.

* فرض می شود منصفه تقاطع مسطح است.



شکل ۷-۱۵ پارامترهای مؤثر در فاصله دید ایمن تقاطع راه با راه آهن (در شرایطی که خودرو، در حال حرکت است).

مقدارهای لازم برای فاصله دید در این حالت نیز در جدول ۷-۱ تحت عنوان حالت ب آمده است.

چنانچه تأمین فاصله دید مندرج در جدول ۷-۱ امکان پذیر نباشد باید با استفاده از علایم کنترل ترافیک، توجه رانندگان خودروها را به وجود تقاطع با راه آهن جلب کرد و باعث توقف آنها تا رسیدن به محل تقاطع شد.

چنانچه زاویه تقاطع، قائمه نباشد یا منطقه قرارگیری تقاطع مسطح نباشد در مقادیر بالا اصلاحاتی صورت می‌گیرد که مشابه با اثر شیب در طول مسیرهاست. وضعیت دیگر قرارگیری خودرو نسبت به قطار این است که وسیله نقلیه‌ی که پشت خط ریل، توقف کرده است، قصد شروع به حرکت و گذر از محل تقاطع را دارد. چنین وضعیتی در شکل ۷-۱۶ نشان داده شده و

$$d_T = 0.28V_T \left[\frac{VG}{a_1} + \frac{L + 2D + W + d_a + J}{V_G} \right]$$

d_T = فاصله دید لازم در طول ریل راه آهن به منظور شروع به حرکت و عبور ایمن خودرو از ریل

V_T = سرعت قطار

V_G = حداکثر سرعت خودرو در دنده یک (۲/۷ متر بر ثانیه فرض می‌شود).

a_1 = شتاب خودرو در دنده یک (۰/۴۵ متر بر مجذور ثانیه فرض می‌شود).

$d = \frac{V_G^2}{2a_1}$ = فاصله طی شده توسط خودرو به هنگام شتاب‌گیری در دنده یک

D = فاصله خط ایست تا ریل راه آهن (۴/۵ متر فرض می‌شود).

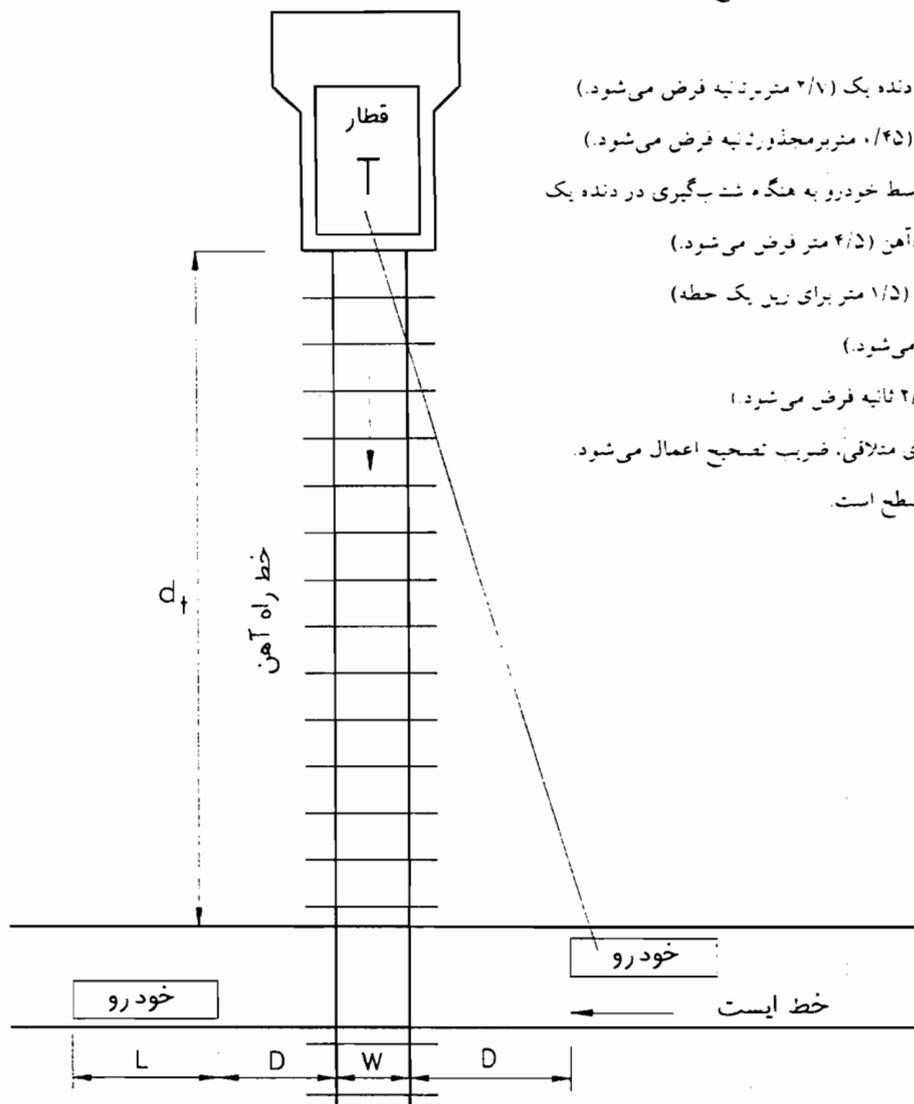
W = فاصله خارجی لبه‌های ریل (۱/۵ متر برای ریل یک حطه)

L = طول خودرو (۲۰ متر فرض می‌شود).

J = زمان درک و عکس‌العمل (۲/۵ ثانیه فرض می‌شود).

در صورت عمود نبودن مسیرهای متلاقی، ضریب تصحیح اعمال می‌شود.

فرض می‌شود منطقه تقاطع مسطح است.



شکل ۷-۱۶ فاصله دید ایمن لازم برای شروع حرکت وسیله نقلیه در حالت توقف و گذر از محل تقاطع

۲-۷ آمار و اطلاعات لازم برای طراحی

اتوبوس در وضعیت موجود.

- شمارش عابر پیاده گذرنده از تقاطع در ساعت های فوق.
- پیش بینی ضریب رشد ترافیک براساس اطلاعات مربوط به
کاربری زمین، مالکیت اتومبیل، در آمد ملی و طرح های
توسعه و آمایش.

- وضعیت تقاطع های مجاور و هماهنگی با آنها.

- خودرو طرح

- تصادف ها

- موقعیت و وضعیت علامت ها و سیستم های کنترل ترافیک
تقاطع

- زمان بندی مرحله های چراغ راهنما (در صورت تجهیز تقاطع به
چراغ راهنمایی)

- وضعیت پیاده روها و موقعیت ایستگاه های اتوبوس (در
صورت وجود)

- برآورد گنجایش ها

آمار و اطلاعات ذکر شده، مهمترین داده های تعیین کننده طرح
هندسی تقاطع است و جمع آوری آنها به منظور انجام طرح
هندسی تقاطع، ضروری است. تعیین دوره زمانی آمارگیری،
منوط به شناخت طراح از وضعیت و حجم انواع حرکت های
ترافیکی موجود در تقاطع است و تنها به منظور تعیین «ساعت
طرح» صورت می گیرد. این دوره زمانی معمولاً ۱۶ ساعت است.
در هر صورت، بهتر است اطلاعات مربوط به حجم ترافیک، به
تفکیک برای دوره های زمانی ۱۵ دقیقه ای در دسترس طراح
باشد. برآورد گنجایش نیز براساس آمار و اطلاعات جمع آوری
شده محلی و با توجه به ضوابط دستورالعمل های موجود برای
این منظور صورت می گیرد.

همان گونه که پیش از این گفته شد عامل های اصلی مؤثر در
طرح تقاطع های همسطح، عبارت است از: عامل های انسانی،
ترافیکی، فیزیکی و اقتصادی. بنابراین به منظور انجام طرح
هندسی مناسب تقاطع، مطلوب آن است که آمار و اطلاعات
لازم و کافی در خصوص هر یک از عامل های فوق الذکر بدست آید.
رئوس آمار و اطلاعات و بررسی های محلی لازم، برای
هر یک از چهار عامل مورد توجه در طرح هندسی تقاطع ها،
عبارت است از:

۱-۲-۷ عامل های انسانی

شامل جمع آوری آمار و اطلاعات محلی در مورد:

- طرز رفتار رانندگان و انتظارهای آنها

- معیارهای تعیین زمان تصمیم گیری و عکس العمل رانندگان

- عادت ها و رفتار عابران پیاده گذرنده از تقاطع

اطلاعات مذکور می تواند تفاوت های نسبتاً قابل توجهی در
طرح هندسی ایجاد کند و طرح حاصل، با شرایط محل تقاطع،
هماهنگی بیشتری داشته باشد.

۲-۲-۷ عامل های ترافیکی

شامل آمار و اطلاعات محلی در مورد:

- شمارش حجم ترافیک در همه جهت ها در روز نمونه غیر تعطیل
و در یک دوره زمانی مناسب (معمولاً ۱۶ ساعته)، به
تفکیک: دوچرخه، وسایل نقلیه سواری سبک، سنگین و
اتوبوس در وضعیت موجود.

- شمارش حجم ترافیک در همه جهت ها در روز نمونه تعطیل و
در یک دوره زمانی مناسب (معمولاً ۱۶ ساعته)، به تفکیک:
دوچرخه، وسایل نقلیه موتوری اعم از سبک، سنگین و

۷-۲-۳ عامل‌های فیزیکی

- میزان و نحوه جمع‌آوری اطلاعات زیر تابعی از دقت مورد نیاز و اهمیت تقاطع است.
- درجه‌بندی رده‌های متقاطع
- کاربری زمین‌های نزدیک محل تقاطع در وضعیت موجود و آتی
- عامل‌های محدودکننده دید
- زاویه تقاطع و مشخصات هندسی شاخه‌های تقاطع (حدافل تا فاصله یکصدمتری تقاطع)
- حریم تملک شاخه‌های تقاطع
- چگونگی تخریب آب‌های سطحی
- امکان‌های حریم
- ارتفاع نقاط مختلف راه و شانه آن در محدوده تقاطع
- کیفیت روسازی موجود

عوامل‌های اقتصادی

- شامل جمع‌آوری آمار و اطلاعات:
- ارزش زمین و تملک کاربری‌های مجاور
- هزینه‌های تهیه و نصب چراغ راهنما (در صورت لزوم)
- هزینه‌های انجام اصلاحات در روسازی تقاطع، خط‌کشی و نصب علامت‌های ترافیکی لازم
- هزینه‌های جنبی و آثار اقتصادی ناشی از دسترسی‌های جدید
- در محل تقاطع

منابع گردآوری آمار و اطلاعات

- منابع، وسایل و اقدامات تهیه آمار و اطلاعات طرح هندسی تقاطع‌ها، عبارت است از:
- نقشه‌های موجود در اداره‌های کل راه و ترابری

- نقشه‌برداری جدید

- گزارش‌های تردد شماری موجود
- شمارش ترافیک (با دستگاه ترافیک شمار یا به روش دستی)
- بررسی‌های محلی
- مرور طرح‌های جامع و تفصیلی (در صورت وجود)
- فرم‌های گزارش تصادف‌ها در معاونت راهنمایی رانندگی و امور حمل و نقل نیروهای انتظامی
- گفتگو با مسئولان و کارگزاران
- روش و نحوه گردآوری اطلاعات، تابعی از اهمیت تقاطع می‌باشد و می‌تواند متناسب با آن، از استفاده از مدرک‌ها و اطلاعات موجود و برآورد کلی پارامترها، تا نقشه‌برداری زمینی و مشاهده دقیق رفتارهای انسانی و الگوهای ترافیکی، متغیر باشد.

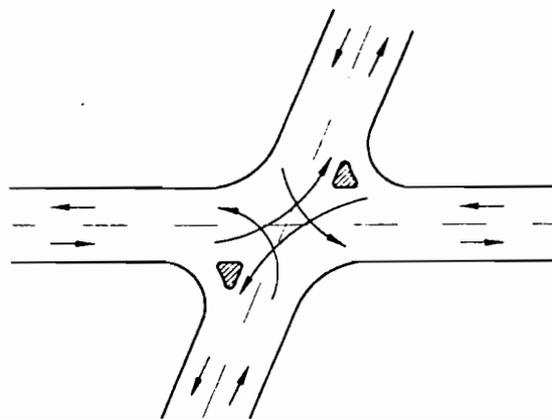
۷-۳ اصول جریان‌بندی ترافیک

۷-۳-۱ جریان‌های اصلی عبور

- تقاطع محل تلاقی (هم‌سطح) دو یا چند جریان ترافیکی با حجم‌ها و خصوصیات مختلف می‌باشد، بنابراین متناسب با این خصوصیات، سطح خدمت ویژه‌ای نیز برای آنها در نظر گرفته می‌شود به نحوی که حجم‌های ترافیک غالب (جریان‌های اصلی عبور) در تقاطع با حداکثر سهولت و کمترین تأخیر، به حرکت خود ادامه دهند. چنین شرایطی ممکن است مستلزم ایجاد محدودیت‌هایی همچون توقف، تأخیر یا حتی حذف حرکت‌های فرعی و کم‌اهمیت تر تقاطع باشد. این محدودیت‌ها به صورت تدریجی در طول مسیر تا رسیدن به تقاطع اعمال می‌شود. در شکل ۷-۱۷ طرح قیاسی (شماتیک) جریان اصلی عبور در تقاطع آورده شده است.

۷-۳-۲ سطوح برخورد

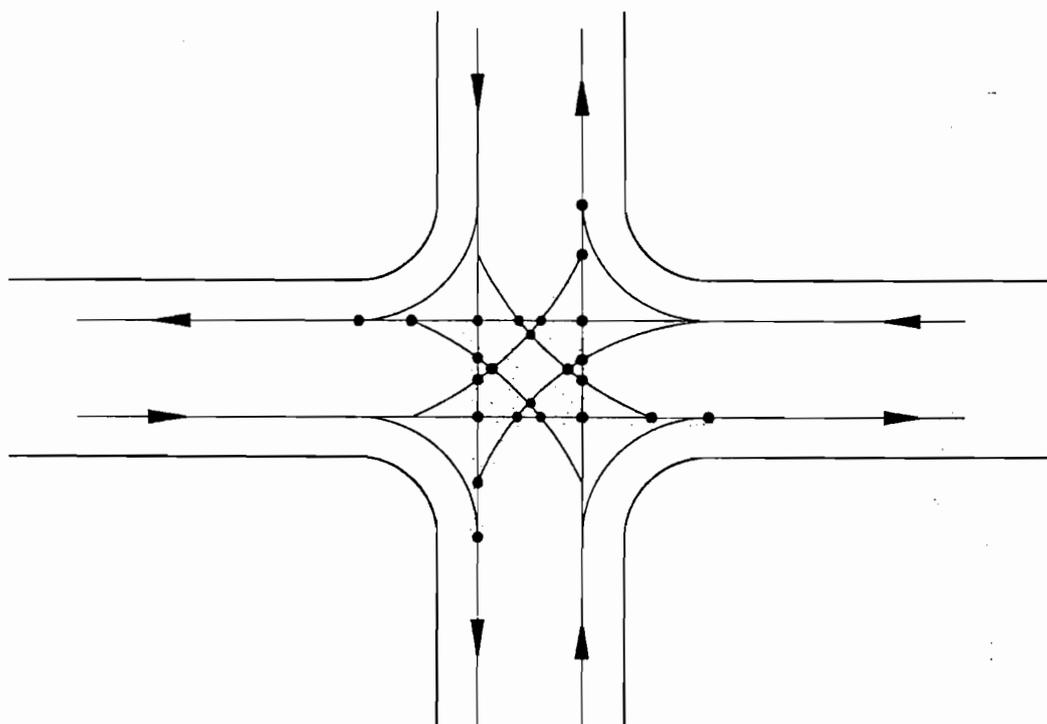
در طرح تقاطع‌ها به‌تراست از ایجاد نواحی بزرگ تمام روسازی شده اجتناب ورزید و به این ترتیب سطوح برخورد وسایل نقلیه در تقاطع را کاهش داد. در شرایطی که راننده یک وسیله نقلیه در تقاطع، قادر به تشخیص حرکت سایر وسایل نقلیه موجود در تقاطع نباشد خطرهای ناشی از برخورد حرکت‌های متداخل تشدید می‌شود. جریان‌بندی ترافیک به کمک خط‌کشی یا جزیره‌های ترافیکی، سطوح برخورد را در تقاطع کاهش می‌دهد. با کاهش زاویه تقاطع (نسبت به حد معمول و متعارف ۹۰ درجه)، سطح برخورد در تقاطع افزایش می‌یابد.



نمونه سطوح برخورد در انواع تقاطع در شکل ۷-۱۸

آمده‌است.

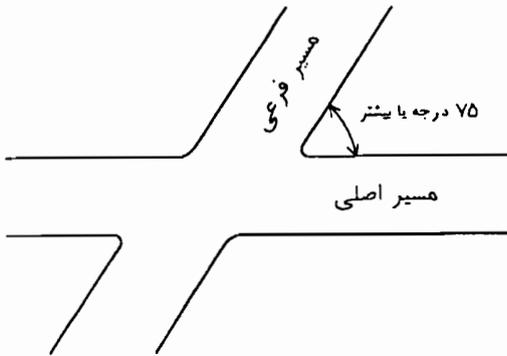
شکل ۷-۱۷ نمایش جریان‌های عبور در یک چهارراه



شکل ۷-۱۸ انواع سطوح برخورد ترافیکی

۳-۳-۷ زاویه تقاطع

باشد. مطلوب آن است که زاویه تقاطع بین ۷۵-۹۰ درجه باشد. این مقادارها در شکل ۱۹-۷ نشان داده شده است.



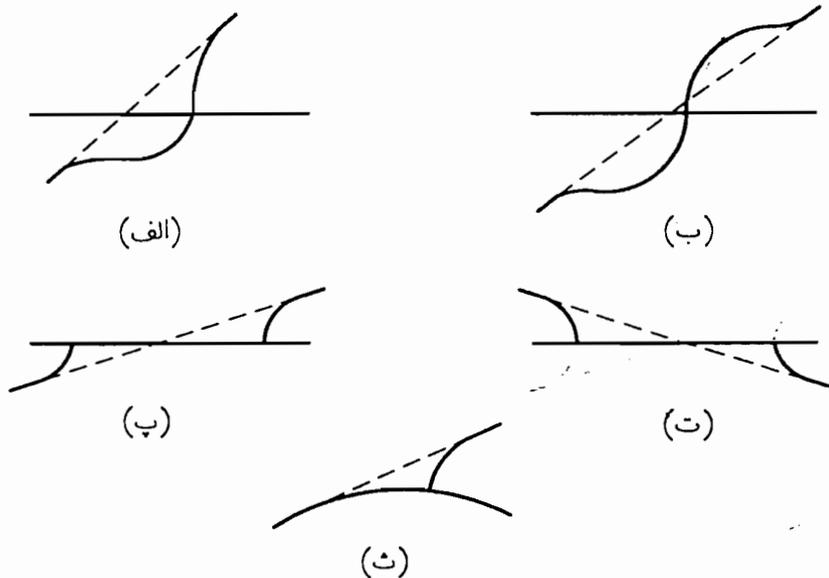
شکل ۱۹-۷ زاویه برخورد تقاطع

به منظور ایمن‌سازی و اقتصادی کردن طرح تقاطع، بهترین زاویه برخورد شاخه‌های منتهی به تقاطع، گوشه راست (۹۰ درجه) است. چنین زاویه‌ای کوتاهترین مسیر عبور را برای جریان‌های ترافیک تقاطع فراهم می‌سازد و سطح برخورد را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، زاویه راست، مطلوب‌ترین شرایط را برای رانندگان، به منظور تشخیص و قضاوت در مورد موقعیت نسبی و سرعت وسایل نقلیه نزدیک شونده به تقاطع، به وجود می‌آورد.

راه‌های متقاطع با زاویه حاده (تنگ) به محیط‌های چرخشی بزرگتری نیاز داشته و اغلب به محدودیت دید، به ویژه برای رانندگان کامیون منجر می‌شود. زمانی که یک کامیون در یک زاویه منفرجه (باز) گردش می‌کند، راننده نقطه کوری را در سمت راست وسیله نقلیه خود نداشته. چنین وضعیتی می‌تواند منجر به تصادف شود.

زاویه تقاطع، در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۶۰ درجه

چنانچه زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد باید در تقاطع تغییر مسیر جدیدی برای شاخه فرعی پیش بینی شود. انواع روش‌ها و حالت‌های تغییر مسیر شاخه فرعی تقاطع در شکل ۲۰-۷ نشان داده شده است.



شکل ۲۰-۷ گزینه‌های مختلف تغییر مسیر در تقاطع‌ها

مهمترین عامل های مؤثر و مورد توجه در انتخاب هریک از حالت های بالا عبارتند از:

- حجم ترافیک شاخه های اصلی و فرعی تقاطع
- وضعیت استفاده از زمین های محدوده مجاور تقاطع و هزینه تملک حریم

چنانچه حجم ترافیک شاخه اصلی کم باشد و هدایت ترافیک راه فرعی به آن، سبب کاهش غیرمتعارف سطح خدمت آن نشود، در آن صورت، مطابق حالت پ از شکل بالا، می توان جریان عبوری شاخه فرعی تقاطع را قبل از رسیدن به محل تقاطع، به صورت گردش به راست وارد جریان شاخه اصلی تقاطع کرد و پس از طی مسیر کوتاهی به صورت گردش به چپ، از آن خارج کرد. مزیت چنین حالتی، کاهش هزینه بازیابی مسیر است و نقطه ضعف آن، لزوم حرکت گردش به چپ (ترافیک بهم بافته) به منظور خروج از شاخه اصلی تقاطع می باشد. بنابراین بهتر است طول ترافیک بهم بافته به اندازه ای باشد که بتواند گنجایش لازم را تأمین کند.

به صور کلی، بهتر است در صورت امکان، از طرح قوس های افقی تند (با شعاع کم) در شاخه فرعی تقاطع و در حوالی محل تقاطع اجتناب ورزید، زیرا در چنین حالتی وسایل نقلیه، علاوه بر ضرورت کاهش سرعت، هنگام حرکت گردش، قسمتی از خط مقابل را اشغال خواهد کرد. چنانچه شاخه اصلی تقاطع مطابق حالت ث از شکل بالا، قوس دار و شاخه فرعی مماس بر آن باشد، اصلاح مسیر شاخه فرعی مطابق آنچه در شکل آمده سبب افزایش دید و هدایت بهتر ترافیک در شاخه اصلی می شود.

۷-۳-۴ نقاط برخورد

در طرح تقاطع ها، بهتر است در صورت امکان تعداد نقاط برخورد را به حداقل رساند. با کاهش تعداد این نقاط،

تصمیم گیری زاننده برای انجام حرکت در تقاطع با دقت بیشتری انجام می گیرد و بر ایمنی تقاطع افزوده می شود. با جریان بندی ترافیک در تقاطع، حرکت های مختلف موجود در تقاطع از یکدیگر جدا و نقاط برخورد تقاطع، مشخص و محدود می شود.

۷-۳-۵ خط عبور کمکی تغییر سرعت

تعبیه خط عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع ها، به منظور الحاق تدریجی جریان فرعی به اصلی (یا جداشدگی تدریجی جریان فرعی از اصلی) است. چنانچه افزایش (یا کاهش) سرعت جریان ورودی (یا خروجی) مستقیماً در مسیر عبور جریان اصلی صورت گیرد، سبب قطع جریان مداوم ترافیک مستقیم می شود و غالباً خطر ساز است. به این منظور در حوالی تقاطع ها، خط های عبور کمکی روسازی شده برای تغییر سرعت در کنار شاخه اصلی پیش بینی می شود. این خط عبور معمولاً شامل یک بخش لچکی و یک بخش با عرض ثابت، در کنار مسیر اصلی است که به منظور هدایت تدریجی ترافیک خروجی یا ورودی به کار می رود. خط تغییر سرعت، باید طول و پهنای کافی داشته باشد تا راننده به راحتی وسیله نقلیه را به آن هدایت کند و بتواند سرعت وسیله نقلیه را به حد سرعت طرح مسیر اصلی (در خط های افزایش سرعت) یا سرعت طرح مسیر فرعی (در خط های کاهش سرعت) برساند.

چنانچه زاویه پیوند (همگرایی) ترافیک شاخه فرعی به اصلی و یا به عبارت دیگر زاویه تلاقی خط افزایش سرعت با مسیر اصلی، کمتر از ۱۵ درجه باشد و تغییر سرعت از مسیر اصلی به فرعی ناچیز باشد الحاق ترافیک ورودی به جریان اصلی به بهترین نحو صورت می پذیرد.

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

موردهایی نمی‌توان از طرح حداقل معیارهای هندسی استفاده کرد.

۷-۳-۷ جزیره‌های ترافیکی

در تقاطع‌های با سطوح برخورد بزرگ و همچنین تقاطع دو راه با زاویه تنگ، به منظور کنترل و هدایت بهتر ترافیک، کاهش فاصله پیاده‌روی عابر و استفاده بهینه از سطح روسازی شده تقاطع، از جزیره‌های ترافیکی استفاده می‌شود. از این جزیره‌ها برای نصب علامت‌های ترافیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

جزیره، به یک نوع شکل هندسی محدود نیست و ممکن است یک سطح محصور به جدول قابل عبور، یک سطح روسازی محدود خط‌کشی شده یا یک سطح محدود علامت‌گذاری شده باشد.

از جزیره تقاطع معمولاً برای یک یا چند منظور زیر استفاده می‌شود:

- جداسازی برخوردهای ترافیکی

- کنترل زاویه برخورد

- کاهش سطح روسازی اضافی (سطح برخورد)

- تنظیم ترافیک و مشخص کردن روش مناسب استفاده از تقاطع

- ایجاد یک خط گردش ویژه برای حجم‌های بالای گردش

- محافظت عابران پیاده

- محافظت و ذخیره کردن وسایل نقلیه‌ای که می‌خواهند گردش کرده یا راه عبوری را قطع کنند.

- تأمین فضا برای نصب وسایل کنترل ترافیک

به طور کلی جزیره یا شبه مثلثی و یا شبه مستطیلی طولی است. جزیره‌ها در سطوحی قرار گرفته‌اند که معمولاً برای عبور وسایل نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره‌ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره‌ها به گونه‌ای تهیه می‌شود

- طراحی خط‌های تغییر سرعت در بزرگراه‌های با سرعت و حجم ترافیک بالا توصیه می‌شود.

- رانندگان، از خط عبور کمکی تغییر سرعت، به یک شکل استفاده نمی‌کنند (بعضی بخش کوچکی از آن را مورد استفاده قرار می‌دهند). این خط عبور کمکی، موجب افزایش ایمنی و ازدیاد ظرفیت تقاطع می‌شود.

- میزان استفاده از خط‌های عبور کمکی، بسته به حجم ترافیک، متغیر است.

- لچکی مستقیم خط‌های عبور کمکی با طول کافی، معمولاً بر رفتار اغلب رانندگان منطبق است و به این ترتیب یک تعریض تدریجی و یکنواخت (خطی)، با صاف‌سازی محل شکستگی مسیر، جانشین قوس‌های معکوس برای تأمین لچکی می‌شود.

- خط‌های عبور کمکی کاهش سرعت در ورودی‌های تقاطع‌های همسطح، که به عنوان خط‌های تجمع ترافیک گردشی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، موجب افزایش ایمنی و ظرفیت تقاطع می‌گردد.

برای جزئیات بیشتر در مورد طراحی خط‌های عبور تغییر سرعت تقاطع‌ها به بخش ۷-۴-۷ مراجعه شود.

۷-۳-۶ ترافیک گردشی

خط عبور مخصوص گردش، سبب کمک به حرکت‌های گردشی در ناحیه تقاطع می‌شود. در طرح خط عبور کمکی مخصوص گردش، از ایجاد تغییرهای آنی و تند در مسیر اجتناب می‌شود. این نکته به ویژه در موردهایی که برای ترافیک مستقیم مسیر اصلی شرایط بسیار مطلوبی فراهم شده و ترافیک دارای سرعت بالایی است حائز اهمیت است. در این صورت جداسازی ترافیک گردشی تقاطع، با احتیاط صورت می‌پذیرد. در چنین

جزیره‌های هدایت‌کننده طوری قرار داده می‌شود که مسب مناسب وسایل نقلیه به خوبی و در اولین نگاه مشخص شود. رانندگان در مسیر حرکت خود بهتر است، به طور ناگهانی با سطح بزرگی از روسازی غیرقابل استفاده مواجه نشوند. قبل از این که خودروها در مسیر حرکتشان به اولین جزیره هدایت‌کننده برسند، خط‌های عبور بهتر است به وسیله خط‌کشی مشخص شده باشد تا خودروها با سرعت مطلوب، به مسیر مورد نظر هدایت شوند. استفاده از یک گروه جزیره هدایت‌کننده با ابعاد کوچک، اغلب، باعث اشتباه و سردرگمی رانندگان، بویژه آنها برای اولین بار از مسیر تردد می‌کنند، خواهد شد. بنابراین بهتر است از تعداد کمتری جزیره‌های بزرگتر استفاده شود. این وضعیت، بویژه در راه‌های حومه شهری که سرعت زیاد نیست رانندگان، انتظار روبرو شدن با محدودیت‌های بیشتری را در طول راه دارند، نتایج خوبی خواهد داشت.

به هر حال، تشخیص به موقع جزیره‌های ترافیکی توسط رانندگان، از ضرورت‌های طراحی هندسی است و می‌توان روشنایی یا نصب علامت‌های مناسب کنترل ترافیک، به رانندگان کمک کرد.

۲-۷-۳-۷ جزیره‌های جداکننده

این نوع جزیره‌ها، اغلب در تقاطع راه‌های جداکننده بکار می‌رود. این جزیره‌ها، نزدیک شدن به تقاطع را به رانندگان اطلاع می‌دهد و موجب تنظیم ترافیک در ورودی تقاطع می‌شود. استفاده از این جزیره‌ها، به ویژه به منظور کنترل ترافیک گردش چپ، در تقاطع‌های تنگ (با زاویه حاده) و در محل‌هایی که خط‌های مخصوص گردش به راست وجود دارد، بسیار مفید است. نمونه‌هایی از انواع جزیره‌های جداکننده در شکل ۷-۱۹ نشان داده شده است.

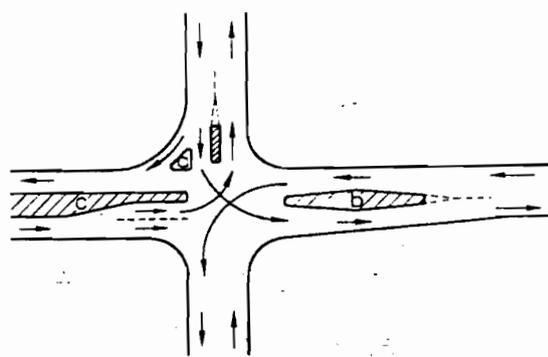
که برای وسایل نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. مساحت جزیره‌ها بهتر است از پنج متر مربع کمتر نباشد.

جزیره‌های ترافیکی معمولاً بیش از یک وظیفه دارد. به این دلیل آنها را عموماً می‌توان به سه گروه به ترتیب زیر تقسیم کرد.

۱-۷-۳-۷ جزیره‌های هدایت‌کننده

این نوع جزیره‌ها برای هدایت و کنترل جریان‌های ترافیک (معمولاً حرکت‌های گردش) بکار می‌رود. با تبدیل سطوح غیرقابل استفاده به جزیره‌های هدایت‌کننده و در نتیجه معین شدن مسیر گردش، جریان‌های ترافیک همراه‌کننده که ممکن است در اثر وجود سطح بزرگ روسازی در تقاطع بوجود آیند، حذف می‌شود.

در شکل ۲۱-۱ حالت‌های متداول جزیره‌های هدایت‌کننده نشان داده شده است. جزیره مثلثی در این شکل به منظور هدایت ترافیک گردش به راست تعبیه شده و جزیره‌های مرکزی b و c برای هدایت وسایل نقلیه‌ای که قصد دورزدن یا گردش دارند بکار می‌رود.



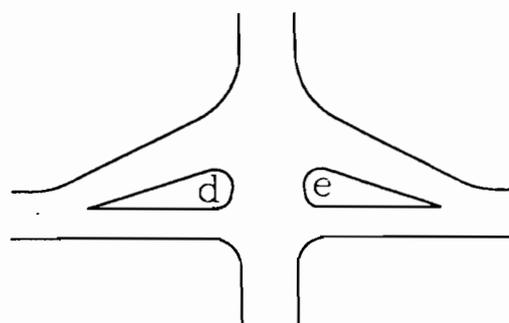
شکل ۲۱-۷ حالت متداول جزیره‌های هدایت‌کننده

با مسیر لبه‌های روسازی شده راه، در شکل ۷-۲۳ آمده است.

۷-۳-۳-۷ جزیره‌های پناه‌دهنده

جزیره پناه‌دهنده یا جزیره عابر، به منظور محافظت عابران پیاده هنگام عبور از تقاطع، در محل و یا نزدیکی خط عابر پیاده بکار می‌رود. در منطقه‌های برون شهری، اکثر جزیره‌های هدایت‌کننده این عملکرد را نیز بعهده دارند و برای حفاظت و پناه جان عابران پیاده نیز بکار می‌رود. جزیره‌های a و b و c و d و e در شکل‌های ۷-۲۱ و ۷-۲۲ نمونه‌هایی از این گونه جزیره‌ها است. در جزیره‌های پناه‌دهنده، استفاده از جدول‌های غیرقابل عبور، الزامی است.

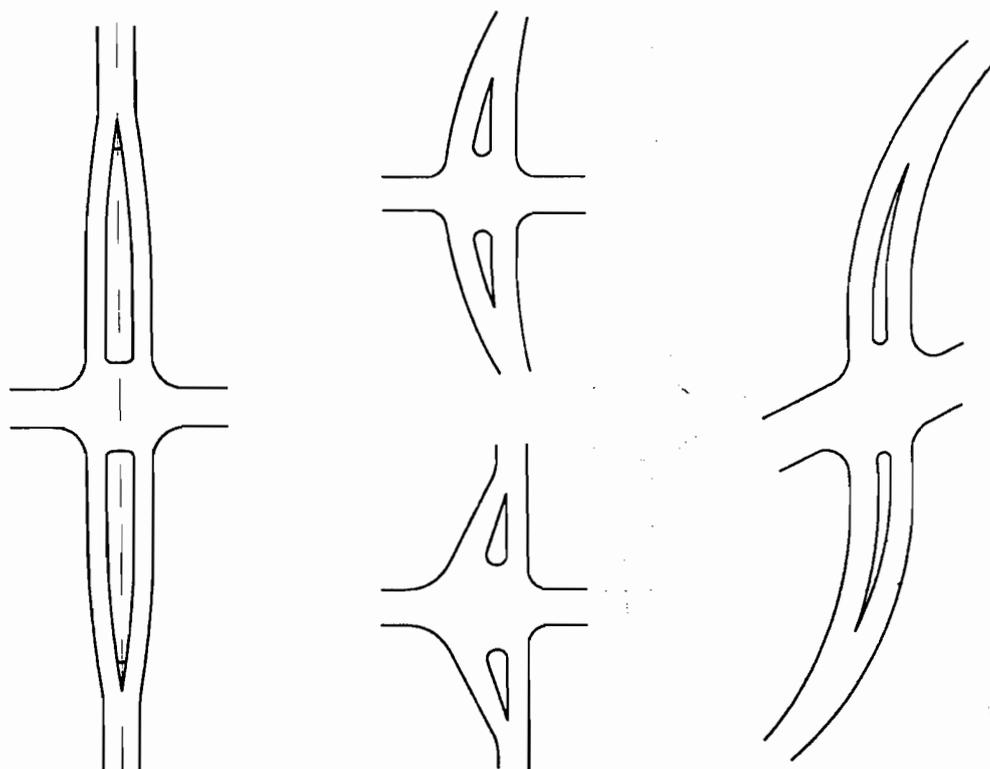
برای مشخصات طراحی انواع جزیره‌ها، به بخش ۷-۴-۵ مراجعه شود.



شکل ۷-۲۲ نمونه جزیره‌های جداکننده

برای ایجاد جزیره‌های جداکننده در مسیر مستقیم، از قوس معکوس استفاده می‌شود. در راه‌ها، که معمولاً سرعت زیاد است، مضروب آن است که شعاع انحنای قوس معکوس از ۱۵۰۰ متر کمتر نباشد، اما در راه‌های با سرعت کم می‌توان قوس‌های با شعاع کمتر (لااقل ۷۰۰ متر) نیز بکاربرد.

حالت‌های مختلف قرارگیری جزیره‌های جداکننده، متناسب



شکل ۷-۲۳ یکنواختی انحنای جزیره ترافیکی با لبه روسازی

۷-۳-۸ ممنوعیت گردش

در شرایطی که تجزیه و تحلیل ظرفیت تقاطع، مشخص سازد که ممنوعیت حرکت‌های گردشی در یک یا چند جهت خاص، سبب بهبود قابل توجه عملکرد تقاطع می‌شود، در آن صورت با استفاده از علامت‌های کنترل ترافیک، جزیره‌های ترافیکی و یا هردو می‌توان این ممنوعیت را به وجود آورد و حرکت‌های ترافیکی نامطلوب را در تقاطع حذف و آنها را به جهت‌های مورد نظر هدایت کرد.

۷-۴-۴ معیارهای طراحی جریان بندی ترافیک

۷-۴-۱ کلیات

شکل هندسی تقاطع باید متناسب با جریان ترافیک و رفتار مورد انتظار رانندگان، طراحی شود. برای تحقق این امر، که موجب افزایش ایمنی تقاطع نیز می‌شود، توجه به نکات زیر ضرورت دارد.

- سادگی طرح تقاطع

- پیش‌بینی فاصله‌های دید در طرح

- راحتی جریان ترافیک در کلیه جهت‌ها

- مشخص بودن جهت‌ها و موقعیت جریان‌های مختلف

- مجزای کردن مسیرها و کاهش سطوح برخورد با جریان‌بندی

- صحیح ترافیک

- تسهیل حرکت‌های گردشی

- استفاده از خط‌های عبور کمکی تغییر سرعت، در صورت نیاز

- ناشی از حجم ترافیک

- نصب سیستم کنترل ترافیک در صورت نیاز

- تأمین روشنایی در صورت امکان

- اطمینان به تخلیه آب‌های سطحی

۷-۴-۲ فاصله دید در تقاطع

تأمین فاصله دید در تقاطع، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فاصله دید در تقاطع از سه نظر بشرح زیر کنترل می‌شود.

الف - فاصله دید تشخیص تقاطع

ب - فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

پ - اثر زاویه تقاطع و شیب، بر فاصله دید تقاطع

۷-۴-۱-۲ فاصله دید تشخیص تقاطع

هدف از تأمین فاصله دید تشخیص، این است که اگر راننده وسیله نقلیه، در تقاطع با مانعی مواجه شود، قادر به اعمال عکس‌العمل به موقع و کنترل وسیله نقلیه خود برای جلوگیری از تصادف باشد. ضمن آنکه چنانچه قصد تغییر مسیر حرکت در تقاطع را داشته باشد بتواند تصمیم لازم را قبل از رسیدن به تقاطع بگیرد.

برای بهتر دیده شدن تقاطع، بهتر است به نکات زیر توجه شود.

- فاصله دید از حداقل فاصله دید توقف بیشتر باشد.

- از قراردادن تقاطع در نزدیکی خم‌های گنبدی خودداری شود.

- از قراردادن تقاطع در پیچ‌های تند یا نزدیکی آنها و

مخصوصاً در سمت داخل پیچ، خودداری شود. چنانچه

این امر اجتناب‌ناپذیر است، باید با توجه به مانع‌های

دید موجود در تقاطع، به نوعی تقاطع را کنترل کرد.

- در صورت امکان، روشنایی تقاطع تأمین شود.

- چنانچه به علنی تأمین فاصله دید توقف تا رسیدن به محل

تقاطع امکان‌پذیر نیست، با استفاده از علامت‌های ترافیکی

اطلاعات لازم به رانندگان منتقل شود. این علائم ترافیکی

شامل خط‌کشی و روسازی لرزاننده خودرو توأم با تابلوها و

یا چراغ راهنمایی است.

۷-۴-۲-۲ فاصله دید حرکت ایمن در تقاطع

شرح هندسی طوری تهیه می‌شود که در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع و در راستای خط دید رانندگان خودروهای شاخه‌های فرعی و اصلی تقاطع که به محل تقاطع نزدیک می‌شوند، سطح دید بدون مانعی وجود داشته باشد. چنین سطحی، مثلث دید نام دارد. بنابراین، مثلث دید مثلثی است (معمولاً قائم‌الزاویه) که یک ضلع آن (وتر) چشم راننده وسیله نقلیه کنترل شده را به وسیله نقلیه‌ای که احتمال برخورد با آن می‌رود وصل می‌کند و دو ضلع دیگر آن در امتداد راه‌های اصلی و فرعی منتهی به تقاطع است. در شکل ۷-۲۴ حالت‌های مختلف موجود برای مثلث دید در تقاطع، آمده است.

به طور کلی در محدوده مثلث دید نباید هیچگونه مانعی وجود داشته باشد. مانع‌های دید در راه‌ها، معمولاً جان‌پناه پل‌ها، نیروی خاکبرداری‌ها، دیوارهای حایل خاکبرداری، درخت‌ها و موردهای مشابه می‌باشد. نرده‌های حفاظ معمولاً به علت ارتفاع کمی که دارد مانع دید در تقاطع‌ها نمی‌شود.

برای تعیین موانع دید، راستای دید از نقطه‌ای به ارتفاع ۱۰۷ سانتی‌متر که همان ارتفاع چشم راننده فرضی راه فرعی است، به مانعی به ارتفاع ۱۳۰ سانتی‌متر در محور خط عبور ورودی تقاطع وصل می‌شود.

مثلث دید تقاطع‌ها برای وضعیت‌های مختلف کنترل ترافیک، متفاوت است. تقاطع‌ها را از نظر کنترل می‌توان به چهارگروه زیر تقسیم کرد.

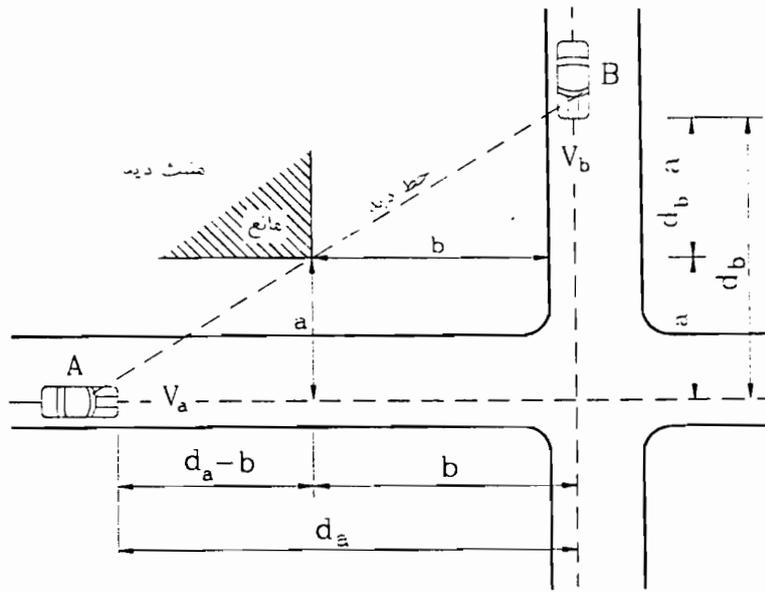
اول) تقاطع بدون کنترل

تقاطع بدون کنترل به تقاطعی گفته می‌شود که فرعی و اصلی بودن مسیرهای منتهی به آن مشخص نیست و هیچگونه علامت‌های تقدم، ایست یا چراغ راهنمایی به منظور کنترل

ترافیک تقاطع وجود ندارد. در چنین شرایطی رانندگان وسایل نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند، در فاصله زمانی مناسبی قبل از رسیدن به تقاطع، سرعت خود را کاهش می‌دهند. زمان لازم برای این منظور، مرکب از زمان‌های درک و عکس‌العمل و ترمزگیری است. زمان درک و عکس‌العمل، معمولاً برابر دو ثانیه و زمان ترمزگیری، یک ثانیه فرض می‌شود. براساس زمان سه ثانیه‌ای فوق‌الذکر، حداقل فاصله دید لازم در امتداد هریک از شاخه‌های تقاطع، متناسب با سرعت طرح آنها در جدول ۷-۲ آمده است.

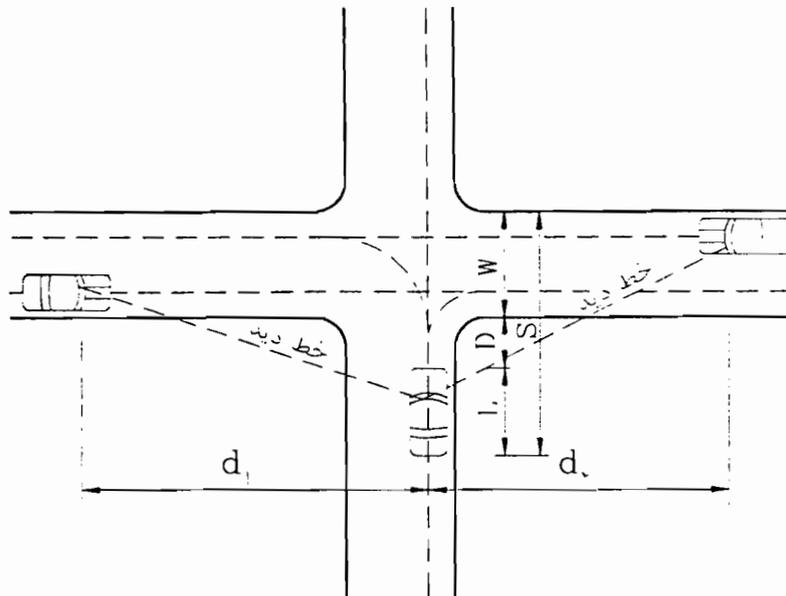
مثلاً چنانچه در شکل ۷-۲۴ الف، مسیر A سرعت طرحی برابر با ۱۰۰ کیلومتر در ساعت و مسیر B سرعت طرحی برابر با ۷۰ کیلومتر در ساعت داشته باشد مثلث دید در امتداد مسیر A طولی معادل ۸۵ متر و در امتداد مسیر B طولی برابر با ۶۰ متر خواهد داشت. مقدارهای درج‌شده در جدول برای سطوح بدون شیب است. چنانچه هریک از شاخه‌های منتهی به تقاطع، دارای شیب مثبت یا منفی (سربالایی یا سرازیری) باشد، مطابق آنچه که در انتهای این بخش آمده است، از فاصله دید مذکور در بالا کاسته یا برآن افزوده می‌شود.

با توجه به آنکه در تقاطع بدون کنترل، امکان کاهش همزمان سرعت، توسط هر دو وسیله نقلیه موجود در شاخه‌های مجاور تقاطع و رسیدن همزمان آن دو، به تقاطع وجود دارد لذا جهت جلوگیری از ایجاد خطر، قانون حق تقدم سمت راست به اجرا گذاشته می‌شود. در راه‌های دو خطه با تردد کم، هزینه تملک زمین به منظور تأمین این فاصله دید در تقاطع بدون کنترل، عموماً ناچیز است. چنانچه تأمین مثلث دید بدون مانع امکان‌پذیر نباشد باید با استفاده از علائم کنترل ترافیک، اطلاعات لازم برای کاهش سرعت خودروها یا توقف آنها در یک یا هر دو مسیر منتهی به تقاطع، به رانندگان منتقل شود.



الف - حالت اول و دوم

راه فرعی فاقد کنترل و یا با علامت حق تقدم



ب - حالت سوم

کنترل روی راه فرعی با علامت ایست

شکل ۷-۲۴ مثلث فاصله دید در تقاطع

دوم) کنترل مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های «حق تقدم»

در شرایطی که امکان تأمین دید بدون مانع، متناسب با سرعت‌های طرح راه‌های منتهی به تقاطع، وجود نداشته و یا مقرون بصرفه نباشد، می‌توان با استفاده از علامت‌های کاهش سرعت، سرعت خودروها را در مسیر فرعی منتهی به تقاطع کاهش داد و تقدم عبور را به وسایل نقلیه مسیر اصلی واگذار کرد. برای این منظور چنانچه در شکل ۷-۲۴ مسیر اصلی و مسیر B فرعی باشد، در آن صورت برای تعیین سرعت مناسب خودروهای مسیر B در حوالی تقاطع، ابتدا فاصله دید توقف d_b در مسیر B محاسبه می‌شود.

$$d_b = \frac{a \cdot d_a}{d_a - b}$$

سپس سرعت V_b متناسب با این فاصله دید توقف بدست می‌آید. اثر شیب در این حالت نیز مشابه حالت اول است.

سوم) کنترل مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های «ایست»

چنانچه ترافیک مسیر فرعی تقاطع با علامت‌های ایست کنترل شود، طراحی باید طوری باشد تا راننده وسیله نقلیه مسیر فرعی، فاصله دید کافی داشته باشد که از حالت توقف شروع به حرکت کرده و مانور کامل خود (حرکت عبوری یا گردش به چپ یا گردش به راست) را به طور ایمن انجام دهد. در شکل ۷-۲۴ ب پارامترهای مؤثر در تعیین فاصله دید در این حالت آورده شده است. فاصله دید در امتداد مسیر اصلی با مقادیر d_1 و d_2 نشان داده شده است. فرض بر این است که راننده وسیله نقلیه متوقف در پشت خط توقف مسیر فرعی، در فاصله ۶ متری از لبه روسازی یا خط جدول مسیر اصلی مستقر است. سه نوع حرکت برای خودرو متوقف در مسیر فرعی فرض می‌شود. هریک از این وضعیت‌ها، با حالت‌های الف، ب و پ در

شکل ۷-۲۵ نشان داده شده است.

سوم - الف: حرکت مستقیم

فاصله دید لازم برای حرکت مستقیم از تقاطع، براساس زمان لازم برای ترک تقاطع توسط وسیله نقلیه متوقف در راه فرعی و فاصله‌ای که خودرو متحرک در مسیر اصلی تقاطع، طی همین زمان، براساس سرعت طرح مسیر اصلی طی می‌کند، محاسبه می‌شود. فاصله دید در این حالت از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$d = \frac{V}{3/6} (J + t_a)$$

که در آن:

d = فاصله دید لازم در امتداد مسیر اصلی، به متر

V = سرعت طرح مسیر اصلی، به کیلومتر در ساعت

J = جمع زمان تصمیم‌گیری برای حرکت و اقدام به حرکت کردن (معمولاً ۲ ثانیه فرض می‌شود).

t_a = زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و پیمودن فاصله S برای عبور از مسیر اصلی، به ثانیه

فاصله زمانی t_a تابع خصوصیات خودرو و راننده آن است.

در شکل ۷-۲۶ این فاصله زمانی برای انواع خودروهای طرح و فاصله‌های عبوری از تقاطع نشان داده شده است.

فاصله عبور S نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$S = D + W + L$$

که در آن:

D = فاصله لبه نزدیک روسازی مسیر اصلی تا جلوی وسیله نقلیه متوقف، به متر (معمولاً سه متر فرض می‌شود).

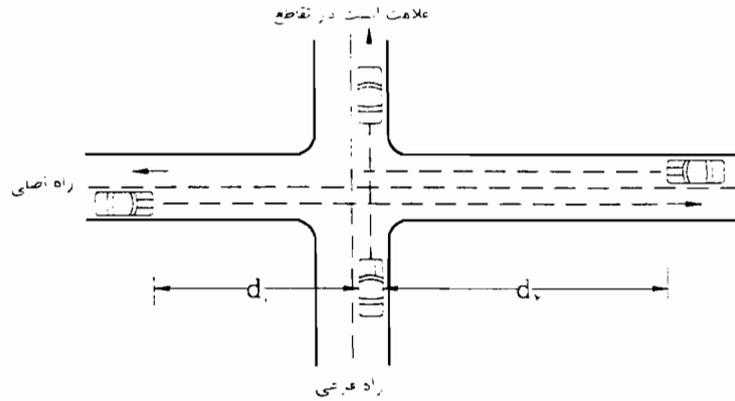
W = پهنای روسازی مسیر عبور وسیله نقلیه، به متر (براساس تعداد خط‌های عبور مسیر اصلی مشخص می‌شود).

L = طول وسیله نقلیه، به متر

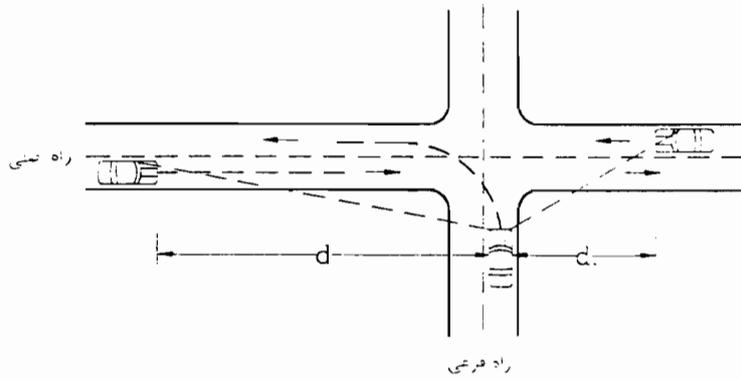
در شکل ۷-۲۷ اجزای مؤثر بر فاصله دید حرکت مستقیم نشان داده شده است.

جدول ۷-۲ حداقل فاصله دید ایمن در تقاطع های بدون کنترل

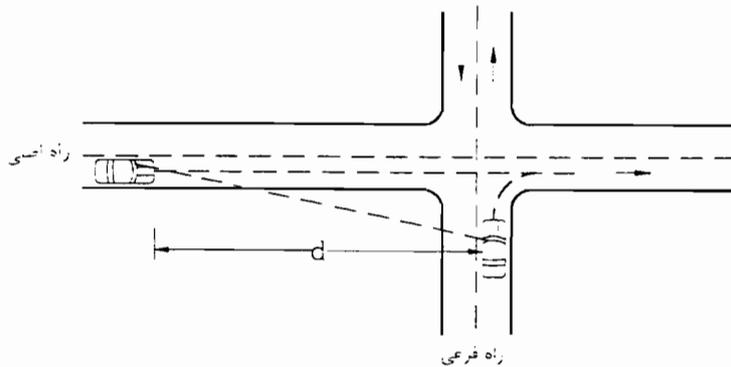
۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۵	سرعت (کیلومتر در ساعت)
۱۰۰	۹۰	۸۵	۷۵	۶۵	۶۰	۵۰	۴۰	۳۵	۲۵	۲۰	۱۵	حداقل فاصله دید ایمن (متر)



حالت الف - کنترل عبور با علامت ایست



حالت ب - گردش به چپ روی راه اصلی دوخطه، بعد از ایست کامل

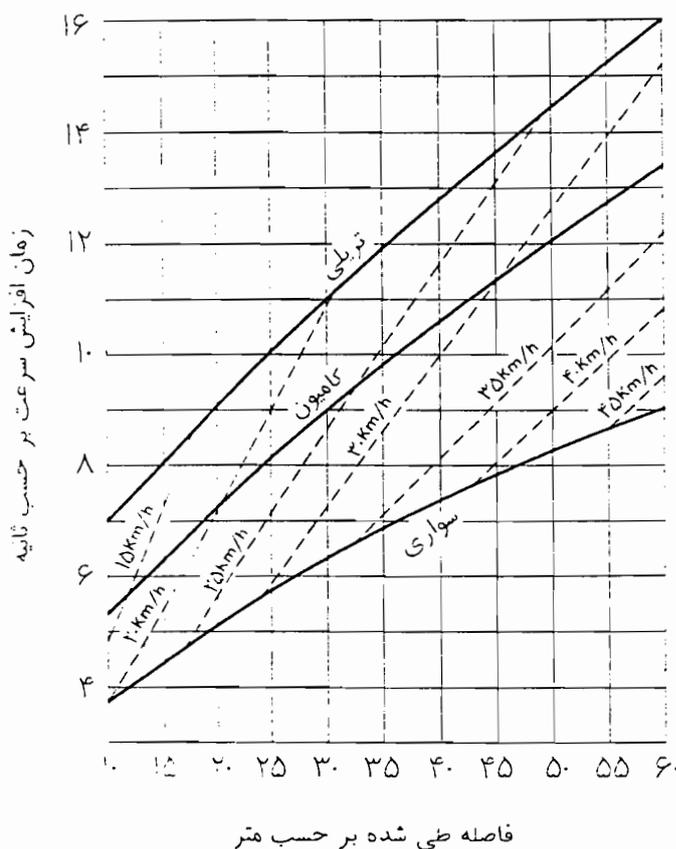


حالت پ - گردش به راست روی راه اصلی دوخطه بعد از ایست روی چراغ قرمز

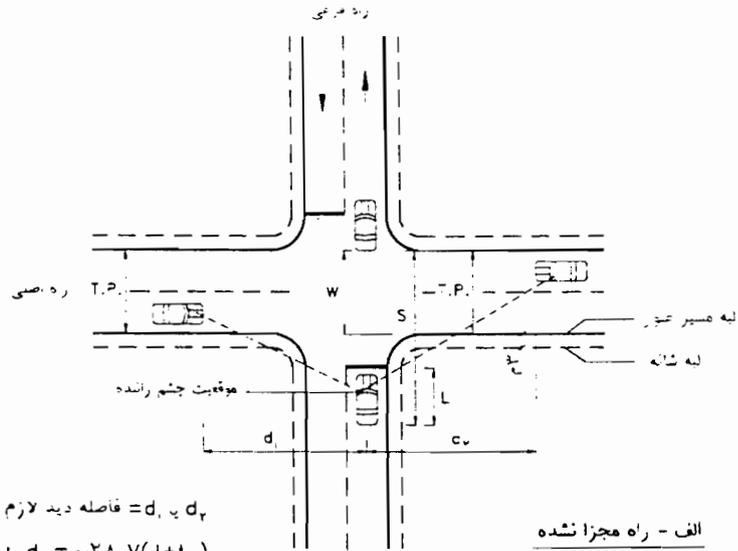
شکل ۷-۲۵ فاصله دید وسیله متوقف در یک تقاطع هم سطح برای هر یک از عبورهای سه گانه

براساس پارامترهای مختلف مؤثر در طراحی، فاصله دید لازم در امتداد مسیر اصلی تقاطع از شکل ۷-۲۸ قابل محاسبه است. چنانچه به علت سرعت زیاد، تأمین فاصله دید، مطابق آنچه از شکل بالا بدست آمده امکان‌پذیر نباشد، سرعت مجاز مسیر اصلی با نصب تابلو به حد مناسبی کاهش داده می‌شود. سرعت مناسب از شکل ۷-۲۶ قابل محاسبه است.

دوم - ب: گردش به چپ
فاصله دید لازم برای گردش به چپ نیز مانند حرکت مستقیم محاسبه می‌شود. با این تفاوت که h در این حالت، زمان لازم برای شتاب‌گرفتن و گردش به چپ و پیوستن به جریان ترافیک مسیر اصلی (تقریباً $1/5$ برابر پهنای خط عبور) و 7 ، برابر 85 درصد سرعت طرح مسیر اصلی است. شکل‌های ۷-۲۹ و ۷-۳۰ به ترتیب، نحوه محاسبه فاصله دید گردش به چپ را در شرایطی که راه اصلی فاقد میانه و یا دارای میانه است نشان می‌دهد.



شکل ۷-۲۶ فاصله طی شده از توقف در تقاطع هم‌سطح تا رسیدن به سرعت مورد نظر



الف - راه مجزا نشده

d_p یا $d =$ فاصله دید لازم در تقاطع

$$d_p \text{ یا } d = 0.28 V(J+1.0)$$

که در آن:

$V =$ سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$J =$ زمن درک و عکس العمل (۲ ثانیه فرض میشود)

$\phi =$ زاویه افزایش سرعت

$$S = D + W + L$$

که در آن:

$S =$ فاصله طی شده توسط خودرو برای عبور از راه اصلی (متر)

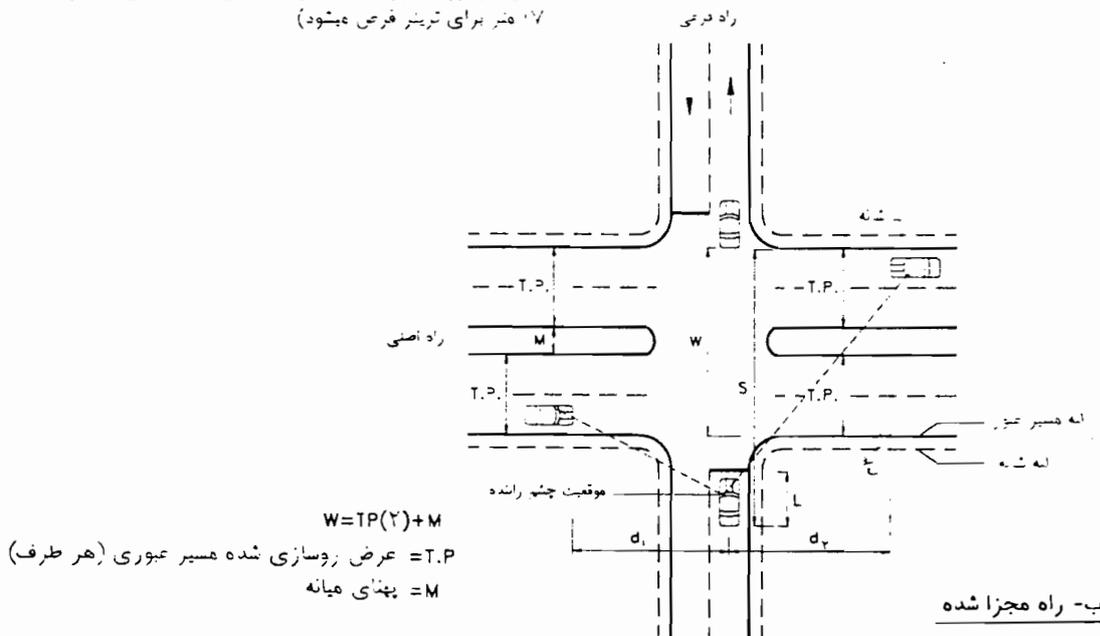
$D =$ فاصله به جبهه خودرو تا لبه مسیر عبوری (متر)

$W =$ عرض راه عبوری خودرو (متر)

$L =$ عرض خودروی عبوری (کمتر برای سوار، ۹ متر برای کامیون)

۱۷ متر برای تریلر فرض میشود)

تعداد حرکت عبوری	پهنای میانه	خودرو طرح
۱	۵-۶ متر	سواری
۲	۵-۶ متر	سواری
۱	۶-۷ متر	توبوس یا کامیون
۲	۶-۷ متر	توبوس یا کامیون
۱	۷-۸ متر	تریلر
۲	۷-۸ متر	تریلر



ب- راه مجزا شده

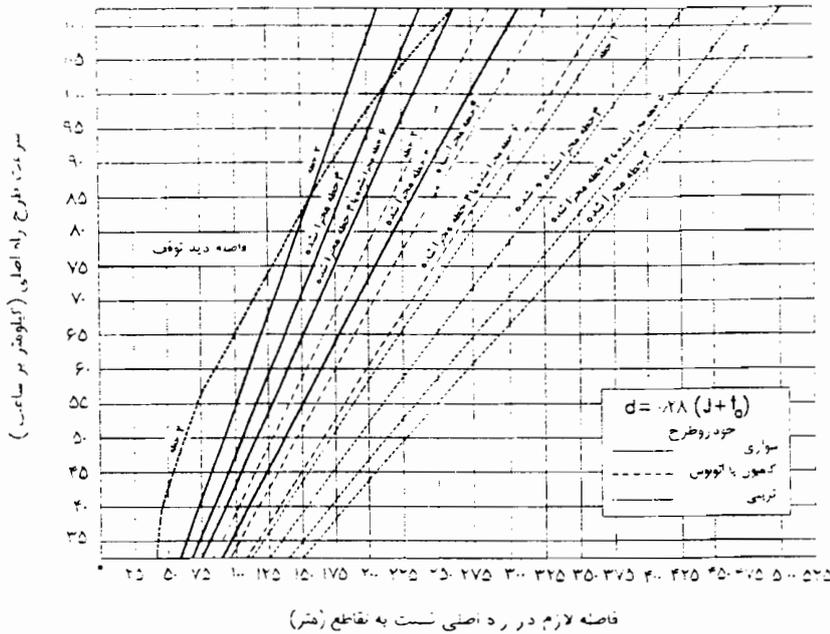
$$W = TP(Y) + M$$

$TP =$ عرض روسازی شده مسیر عبوری (هر طرف)

$M =$ پهنای میانه

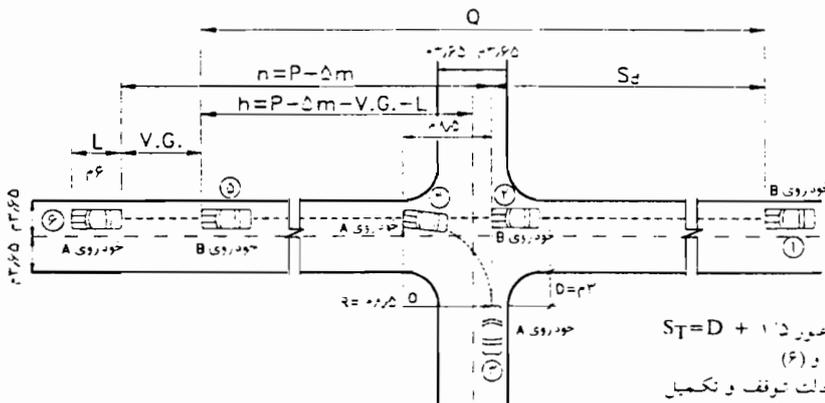
* در صورت شیبدار بودن منطقه تقاطع و یا آریب بودن آن، ضرایب تصحیح بکار برده میشود.

شکل ۷-۲۷ فاصله دید تقاطع در منطقه هموار (زاویه ۹۰ درجه)



یادداشت: فقط برای خط عبور به عرض ۳/۶۵ متر و با فرض تقاطع راست گوشه و شیب ۲٪ یا کمتر

شکل ۷-۲۸ نمودار تعیین فاصله دید در تقاطع برای وسیله متوقف شده



$$S_T = D + \frac{\pi R}{180} + \frac{\pi R}{180} - R$$

$V.G.$ = فاصله بین خودروهای متوالی A و B در نقطه (۵) و (۶)

S_d = مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد V_a بدون نیاز به سخت‌گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا V_a است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳)، صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۶)، برابر V_a است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱)، برابر سرعت طرح مسراست.

سرعت خودرو B در نقطه (۵)، برابر V_a است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منطقه مسطح قرار دارند.

$$h = P - S_T + R - V.G. - L$$

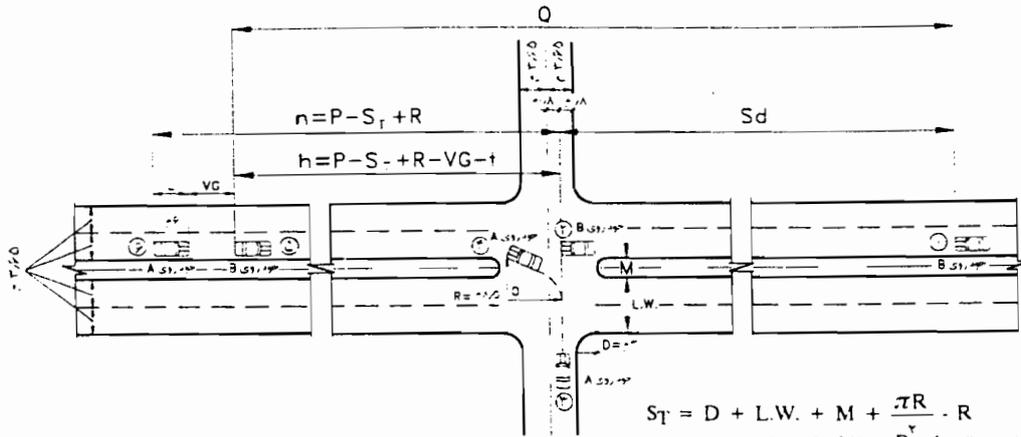
$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q \cdot h$$

$V_a = 85$ درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

- خودرو A: (۳)، موقعیت خودرو متوقف A
- (۴) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست
- (۶) - (۳)، مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت V_a برسد.
- خودرو B: (۱)، موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت حرکت است، دو ثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.
- (۵) - (۱)، مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت V_a برسد و فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود. وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۲۹ گردش به چپ متوسط وسیله نقلیه متوقف شده در تقاطع هم‌سطح



$$S_T = D + L.W. + M + \frac{\pi R}{2} - R$$

$V.G$ = فاصله ایمن بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (۵) و (۶)

S_h = مسافت دید لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد V_a بدون نیاز به سبقت‌گیری از خودرو B که با سرعت طرح در حال حرکت بوده و در حال کاهش سرعت تا V_a است.

$$V_a = 2 \times 0.2 \times V_a$$

سرعت خودرو A در نقطه (۳) صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۶) برابر V_a است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱) برابر سرعت طرح مسیر است.

سرعت خودرو B در نقطه (۵) برابر V_a است.

خودروهای A و B ۶ متر طول دارند و در منصفه سطح قرار دارند.

$$h = P - S_T + R - V.G - L$$

$$n = P - S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$V_a = 15$ درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

خودرو A: (۳) موقعیت خودرو متوقف A

(۴) - (۳) مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست

(۶) - (۳) مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت V_a برسد.

خودرو B: (۱) موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت گردش است. دو ثانیه قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.

(۵) - (۱) مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت V_a برسد و

فاصله ایمن دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۳۰ گردش به چپ خودرو متوقف شده روی راه چندخطه

به این ترتیب، فاصله Q در شکل ۷-۲۹ بدست می‌آید. با کم‌کردن مقدار h (که رابطه آن در شکل مذکور آمده است) از Q، فاصله دید توقف لازم، در این حالت محاسبه می‌شود. شکل ۷-۳۰ نیز فاصله را در مورد تقاطع‌هایی که مسیر اصلی آنها دارای میانه است، مشخص می‌سازد. در شکل ۷-۳۲ مقادیر خلاصه شده فاصله دید لازم برای گردش به چپ، که براساس پارامترهای مختلف مؤثر در شکل‌های ۷-۲۹ و ۷-۳۰ بدست آمده، داده شده است.

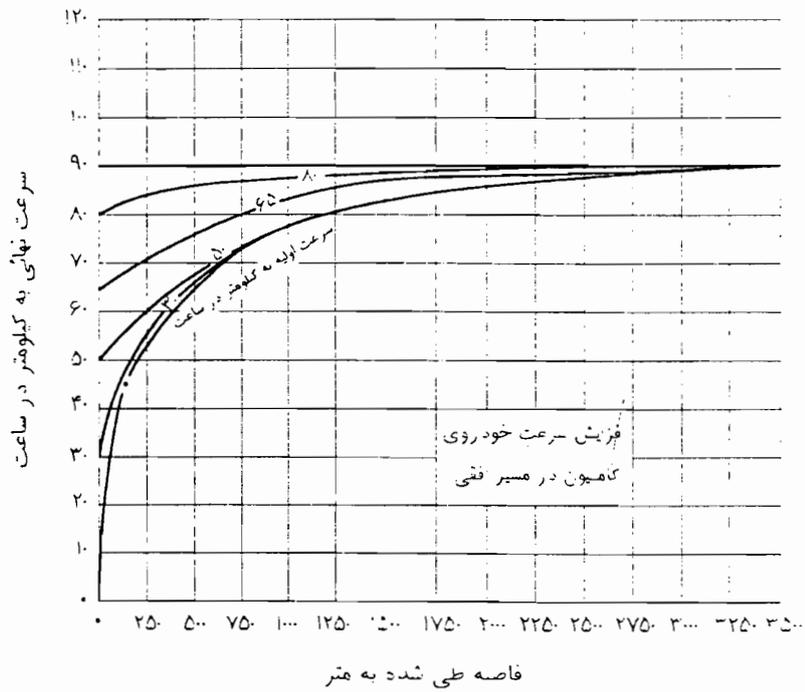
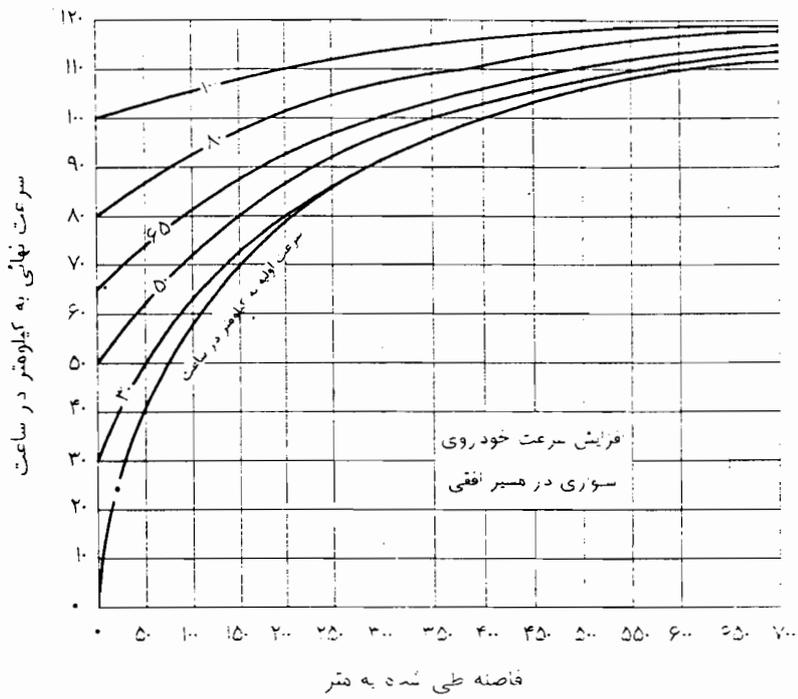
سوم - پ: گردش به راست

فاصله دید لازم برای گردش به راست تقریباً یک متر کمتر از فاصله دید نظیر گردش به چپ است. اجزای طراحی گردش به راست نیز در شکل ۷-۲۳ نمایش داده شده و با استفاده از شکل ۷-۲۲ برای شرایط مختلف به راحتی قابل محاسبه است.

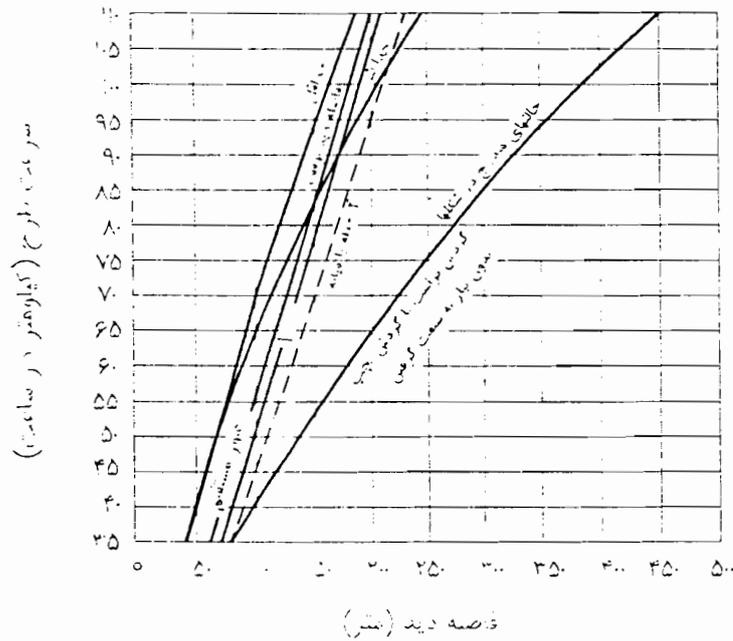
برای راه اصلی فاقد میانه با استفاده از شکل ۷-۳۱، فاصله لازم برای آنکه سرعت خودرو طرح (سواری و یا کامیون) به ۸۵ درصد سرعت طرح مسیر اصلی برسد، محاسبه می‌شود. سپس زمان لازم برای طی این مسیر (۱۱) از جدول ۷-۳ بدست می‌آید.

جدول ۷-۳ زمان شتاب‌گیری بر حسب ثانیه

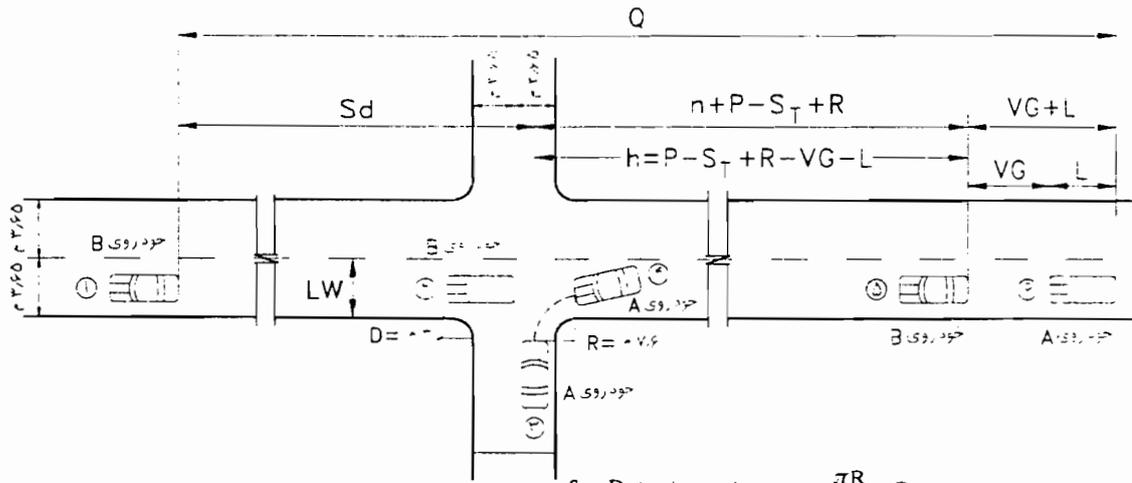
سرعت حداکثر (کیلومتر در ساعت)	فاصله طی شده (متر)	زمان (ثانیه)
۳۰	۲۵	۵/۷
۴۰	۴۰	۱/۳
۵۰	۷۰	۹/۸
۶۰	۱۱۰	۱۲/۳
۷۰	۱۶۰	۱۵/۲
۸۰	۲۳۵	۱۹/۸
۹۰	۳۲۵	۲۲/۴
۱۰۰	۴۵۵	۲۷/۴
۱۱۰	۶۵۰	۳۳/۹



شکل ۷-۳۱ منحنی‌های افزایش سرعت



شکل ۷-۲۲ فاصله دید در تقاطع هم سطح



$$S_T = D + \frac{\pi R}{1.5} + R$$

$$V.G = \text{دوره بین خودروهای متوالی A و B در نقاط (5) و (6)}$$

$S_d =$ مسافت دیده لازم خودرو A برای شروع به حرکت از حالت توقف و تکمیل حرکت گردش به راست و سرعت گرفتن تا حد V_a بدون نیاز به سفت گیری از خودرو B که در سرعت صفر در حالت حرکت بوده و در حال کاهش سرعت V_a است.

سرعت خودرو A در نقطه (۳) صفر است.

سرعت خودرو A در نقطه (۶) برابر V_a است.

سرعت خودرو B در نقطه (۱) برابر سرعت طرح مسیر است.

سرعت خودرو B در نقطه (۵) برابر V_a است.

خودروهای A و B متر ضول دارند و در منطقه مسطح قرار دارند.

$$h = P \cdot S_T + R - V.G \cdot L$$

$$n = P \cdot S_T + R$$

$$S_d = Q - h$$

$$V_a = 15 \text{ درصد سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)}$$

- خودرو A: (۳) موقعیت خودرو متوقف A
- (۴) - (۳) مسافت طی شده توسط خودرو A تا تکمیل گردش به راست
- (۶) - (۳) مسافت طی شده توسط خودرو A تا زمانی که به سرعت V_a برسد.
- خودرو B: (۱) موقعیت خودرو B که با سرعت طرح مسیر در حالت گردش است، دو تایی قبل از آنکه خودرو A شروع به حرکت کند.
- (۵) - (۱) مسافت طی شده توسط خودرو B تا زمانی که به سرعت V_a برسد و فاصله بین دو خودرو رعایت شود، وقتی که خودرو A به نقطه (۶) رسیده باشد.

شکل ۷-۲۳ تعیین فاصله دید برای حالت گردش به راست به یک راه دوخطه

چهارم - کنترل تقاطع با چراغ راهنمایی

چنانچه ایجاد فاصله دید بدون مانع در تقاطع، براساس روش‌های کنترل ترافیک سه گانه فوق‌الذکر امکان‌پذیر نباشد و مکان تأمین برق وجود داشته باشد، با نصب چراغ راهنمایی می‌توان نسبت به کنترل ترافیک تقاطع و کاهش فاصله دید لازم، اقدام کرد. این روش در راه‌ها به دلیل آنکه محدودیت کمتری برای تأمین فاصله دید وجود دارد و اغلب تأمین برق ممکن نیست، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این وجود در چنین حالتی نیز به سبب آنکه ممکن است چراغ راهنما همیشه عمل نکند و یا در وقت‌های خلوت شب به صورت چشم‌کزن عمل نماید، مطلوب آن است که در این تقاطع‌ها فاصله دید لازم برای حالت سوم، (کنترل با تابلو ایست) فراهم شود.

در صورتی که در تقاطع‌های موجود، فراهم ساختن چنین فاصله دیدی امکان‌پذیر نباشد، از چراغ چشم‌کزن زرد در جهت صلی استفاده می‌شود تا وسایل نقلیه‌ای که در این مسیر حرکت

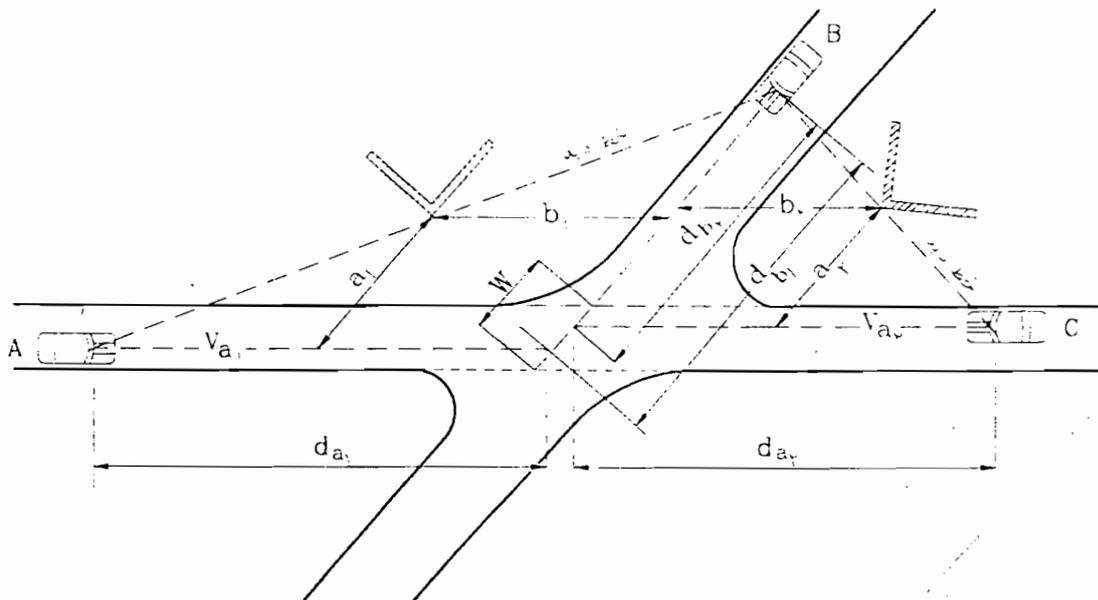
می‌کند سرعت خود را کاهش داده و با احتیاط حرکت کند. در این صورت می‌توان میدان دید را در تقاطع با فرض ۷۵ درصد سرعت طرح برای مسیر اصلی به دست آورد. چنانچه تأمین این فاصله نیز مقدور نباشد چراغ چشم‌کزن قرمز (به معنی ضرورت توقف کامل در تقاطع) در هر دو جهت بکار می‌رود.

۷-۴-۲-۳ اثر زاویه تقاطع و شیب بر فاصله دید تقاطع

فاصله دید لازم برای تقاطع، در حالتی که راه‌های منتهی به تقاطع به طور مورب و یا با شیب یکدیگر را قطع کند، با توجه به شرایط زیر اصلاح می‌شود.

الف - تأثیر زاویه تقاطع

در شرایطی که زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد، اجزای طراحی مثلث دید، به صورت شکل ۷-۳۴ درخواهد آمد.



شکل ۷-۳۴ نمایش اثر تقاطع با زاویه حاده در فاصله دید

۷-۴-۳ پیچ‌های تقاطع

طراحی پیچ اتصال دو مسیر، از مهمترین اجزای طرح هندسی تقاطع است. به طور کلی طرح هندسی پیچ‌های تقاطع، تابع عوامل زیر است.

- انتخاب خودرو طرح
- میزان تردد در هر یک از شاخه‌های تقاطع، به تفکیک گردشی و مستقیم
- سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع
- زاویه گردش

خودرو طرح، مهمترین عامل تعیین‌کننده طرح هندسی قوس در تقاطع است. اگر آمار تردد تقاطع یا حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع نشان دهد که تقریباً تمامی حرکت‌های گردشی در تقاطع را سواری‌ها انجام می‌دهد، در آن صورت طرح تقاطع برای خودروهای بزرگتر از کامیون، غیرضروری است و چیزی جز تلاف سرمایه نخواهد بود. خودرو طرح مطابق آنچه در بند ۴-۲ آمده است به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شود.

- سواری
- کامیون (یا اتوبوس)
- تریلی
- کامیون یک‌دار

در تقاطع راه‌ها، عموماً به دلیل آنکه احتمال تردد کامیون یک‌دار، نیز وجود دارد، غالباً از خودرو طرح کامیون یک‌دار برای طراحی استفاده می‌شود. در حالات خاص که آمار ترافیک مشخص سازد که حجم کامیون یک‌دار گردش‌کننده در تقاطع ناچیز است، طراح براساس الگوی ترافیک تقاطع، یکی از انواع دیگر خودروهای طرح را در نظر می‌گیرد. انتخاب خودرو طرح، تابع حجم ترافیک تقاطع، ایمنی و سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع است. مثلاً چنانچه حجم ترافیک تقاطع به گونه‌ای باشد

به این ترتیب طول اضلاع مثلث دید نسبت به حالت نظیر آن در تقاطع ۹۰ درجه، افزایش یا کاهش خواهد یافت. در چنین شرایطی فاصله بین مانع دید تا راه‌های منتهی به تقاطع، در امتداد موازی با هریک از آن دو سنجیده خواهد شد. چنانچه زاویه تقاطع، متغیر باشد با توجه به آنکه شرایط دید محدودی برای رانندگان بوجود می‌آید. استفاده از حالت اول به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. از میان حالت‌های دوم و سوم نیز آنکه فاصله دید بزرگتری را بدست می‌دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالت دوم، فاصله S برای تقاطع‌های اریب (تنگ)، بزرگتر از تقاطع‌های راست است. پهنای روسازی مسیر عبور وسیله نقلیه (W) نیز از حاصل تقسیم پهنای روسازی واقعی بر سینوس زاویه تقاطع بدست می‌آید. در چنین شرایطی فاصله دید، مستقیماً از نمودار شکل ۷-۲۸ قابل محاسبه نیست و با استفاده از روابط مورد اشاره در شکل تعیین می‌شود.

ب - تأثیر شیب

همانگونه که پیش از این گفته شد، شیب در تقاطع می‌تواند سبب کاهش یا افزایش فاصله لازم برای دید تقاطع شود. اثر شیب در فاصله دید تقاطع را می‌توان به صورت حاصل ضرب ضریبی در مقدار μ در نظر گرفت. این ضریب، در جدول ۷-۴ آمده است.

جدول ۷-۴ ضرایب اثر شیب بر زمان شتاب‌گیری

وسيله نقلیه در تقاطع

خودرو طرح	شیب مسیر فرعی (درصد)				
	-۴	-۲	۰	۲	۴
سواری	۰/۷	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۳
کامیون	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۳
تریلی	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۲	۱/۷

که تعداد کامیون یک‌دوازده‌گانه در تقاطع کم باشد. در آن صورت می‌توان خودرو طرح ترافیکی را به عنوان مبنای طراحی انتخاب نمود. در چنین شرایطی، به وسایل نقلیه بزرگتر از خودرو طرح، اجازه نفوذ به خط‌های مجاور در هنگام گردش داده می‌شود. علاوه بر آن، اجازه اشغال خط‌های مجاور توسط خودروهای بزرگتر از خودروی طرح در حین انجام گردش. تابعی از حجم ترافیک در راه خروجی و ورودی است. به عنوان مثال، چنانچه حجم ترافیک راه خروجی (یا ورودی) کم باشد در آن صورت نفوذ به خط‌های مجاور، برای انجام گردش، ایمنی تقاطع را چندان کاهش نخواهد داد. لذا در چنین حالتی، طراحی هندسی را می‌توان براساس شرایط حداقل (سرعت گردش یا وسیله نقلیه طرح) و امکان گردش وسیله نقلیه بزرگتر با استفاده از خط‌های مجاور انجام داد. در صورتی که چنانچه حجم ترافیک راه خروجی (یا ورودی) قابل توجه باشد، طرح تقاطع براساس شرایط حداقل، مستلزم نفوذ وسایل نقلیه گردنده به خط‌های مجاور است که این به معنی کاهش ایمنی تقاطع می‌باشد.

سطح خدمت مورد انتظار از تقاطع، می‌تواند تعیین کننده استفاده از شرایط حداقل یا جز آن، در طراحی هندسی قوس‌های تقاطع باشد. بدین معنی است استفاده از شرایط بیش از مقدار حداقل، ضمن آنکه بر ایمنی تقاطع می‌افزاید، سبب سهولت بیشتر رتندگی به هنگام انجام حرکت‌های گردش در تقاطع می‌شود.

۷-۴-۳-۱ طرح حداقل برای تیزترین گردش

در شکل‌های ۷-۳۵ تا ۷-۳۷ این فصل و شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۴ فصل چهارم، طرح‌های معمول برای انجام گردش خودروهای مختلف طرح با تیزترین (تندترین) گردش، داده شده است. این طرح‌ها منحصر به فرد نیست و می‌توان ترکیب

قوس‌های مختلفی را بدست آورد که دارای عملکرد مشابه باشد.

گردش با زاویه غیر قائم

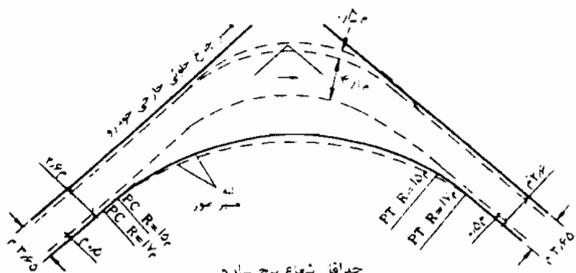
اثر زاویه گردش بر قوس تقاطع در راه‌ها با استفاده از قوس مرکب در جدول ۷-۵ نشان داده شده است.

در تقاطع راه‌های پرتدد که زاویه گردش بیش از ۱۲۰ درجه است بهتر است از خط عبور گردش به راست مجزا استفاده شود.

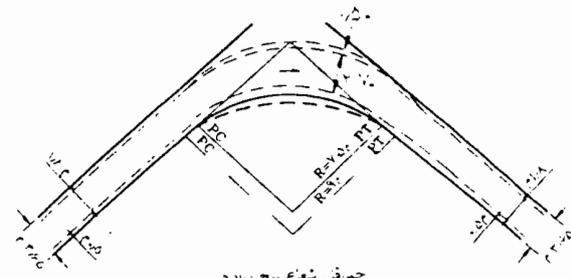
۷-۴-۳-۲ طرح معمول برای خط‌های گردش

به منظور تأمین حرکت آزادانه‌تر برای وسایل نقلیه در حین گردش، در موردهایی که طرح با محدودیت فضا یا هزینه روبرو نیست، ترجیح داده می‌شود که خودروهای طرح بزرگتر و همچنین شعاع‌های گردش بزرگتر (متناسب با سرعت‌های گردش بالاتر) در نظر گرفته شود. در چنین موردهایی معمولاً سطح روسازی شده تقاطع، بیش از اندازه افزایش می‌یابد و به این لحاظ معمولاً از یک جزیره شبه مثلثی به منظور هدایت مناسب تر ترافیک در تقاطع، استفاده می‌شود. چنین جزیره‌ای محل مناسبی برای نصب علائم راهنمایی و پناه عابر پیاده نیز خواهد بود. کوچکترین سطحی که برای این جزیره در نظر گرفته می‌شود پنج متر مربع است. حداقل طول ضلع جزیره شبه مثلثی پس از گرد کردن گوشه‌ها ۲/۵ متر است. برای نصب علائم یا برف روبی آسانتر، بهتر است جزیره‌های بزرگتری در نظر گرفته شود.

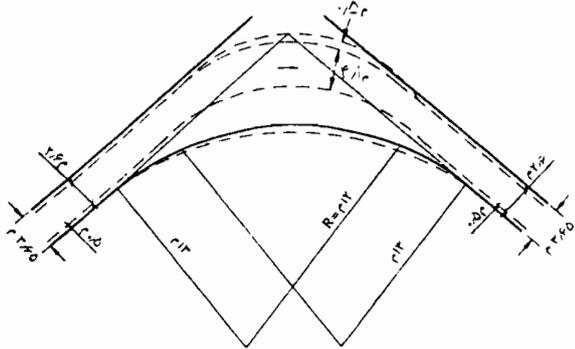
عرض خط‌های گردش باید کافی باشد، به گونه‌ای که خودرو طرح بتواند با فاصله آزاد ۰/۶ متر از لبه‌های طرفین، در آن گردش کند. حداقل عرض خط گردش برای خودرو سوزی ۳/۶۵ متر و برای سایر خودروها ۴/۲ متر است. در جدول ۷-۶ مقادیر معمول برای طراحی خط‌های گردش در زوایای مختلف گردش، آمده است.



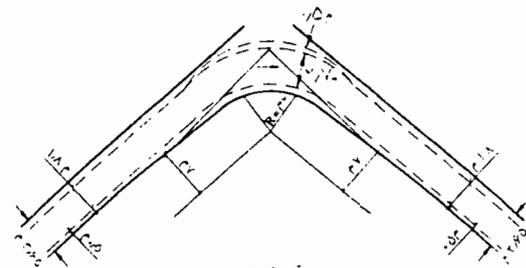
حداقل شعاع پیچ ساده
شعاع ۱۵ یا ۱۷ متر



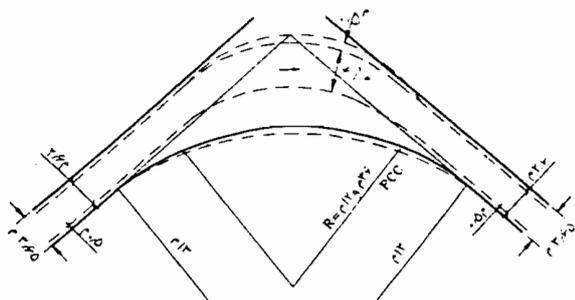
حداقل شعاع پیچ ساده
شعاع ۹ یا ۷٫۵ متر



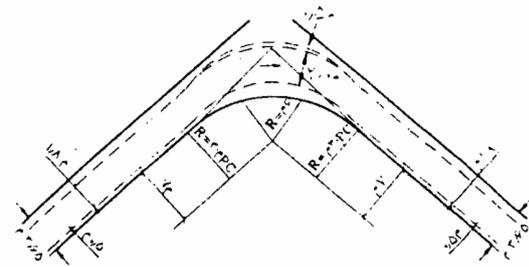
حداقل شعاع پیچ با عقب نشینی
شعاع ۱۲ متر با عقب نشینی یک متر



حداقل شعاع پیچ
شعاع ۶ متر با عقب نشینی ۶ متر



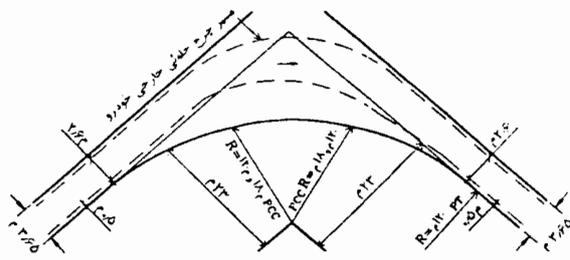
حداقل شعاع پیچ سه مرکزی
شعاع ۳۶-۱۲-۳۶ متر با عقب نشینی یک متر



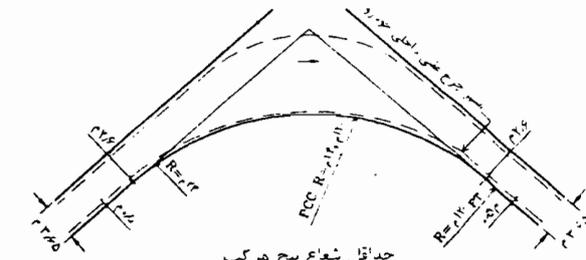
حداقل شعاع پیچ سه مرکزی
شعاع ۳۰-۲۶-۳۰ متر با عقب نشینی یک متر

شکل ۳۶-۷ حداقل طرح پیچ برای کامیون و اتوبوس

شکل ۳۵-۷ حداقل طرح پیچ برای خودرو سواری



حداقل شعاع پیچ سه مرکزی
شعاعهای ۱۲-۱۰-۱۲ متر با عقب نشینی ۵ متر



حداقل شعاع پیچ مرکب
شعاع ۲۴-۲۰ متر

* راه خروجی راهی است که خودرو قصد ترک آن را دارد.

** راه ورودی راهی است که خودرو قصد ورود به آن را دارد.

شکل ۳۷-۷ حداقل طرح پیچ برای تریلی های متوسط و بزرگ

جدول ۵-۷ حداقل عقب‌نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع‌ها

زاویه تقاطع (درجه)	وسيله نقلیه	قوس مرکب سه مرکزی متقارن		قوس مرکب سه مرکزی نامتقارن	
		شعاع‌ها (متر)	عقب‌نشینی (متر)	شعاع‌ها (متر)	عقب‌نشینی (متر)
۴۵	سواری	-	-	-	-
	اتوبوس	-	-	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۶۰-۳۰-۶۰	۱۰	-	-
۶۰	سواری	-	-	-	-
	اتوبوس	-	-	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۶۰-۲۳-۶۰	۱/۷	۸۵-۲۳-۶۰	۲/۰-۰/۶
۷۵	سواری	۳۰-۸-۳۰	۰/۶	-	-
	اتوبوس	۳۵-۱۴-۳۵	۰/۶	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۵۵-۱۸-۵۵	۲/۰	۷۰-۱۵-۴۵	۳/۰-۰/۶
۹۰	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۸	-	-
	اتوبوس	۳۶-۱۲-۳۶	۰/۶	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۵۵-۱۵-۵۵	۲/۰	۶۰-۱۳-۴۵	۳/۰-۰/۶
۱۰۵	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۸	-	-
	اتوبوس	۳۰-۱۱-۳۰	۱/۰	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۵۵-۱۴-۵۵	۲/۵	۶۵-۱۲-۴۵	۳/۰-۰/۶
۱۲۰	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۶	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۰	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۵۵-۱۲-۵۵	۲/۶	۶۵-۱۱-۴۵	۳/۶-۰/۶
۱۳۵	سواری	۳۰-۶-۳۰	۰/۵	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۲	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۵۰-۱۱-۵۰	۲/۷	۶۰-۹-۴۰	۴/۳-۱/۰
۱۵۰	سواری	۲۵-۶-۲۵	۰/۶	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۱/۲	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۴۵-۱۱-۴۵	۲/۱	۵۵-۹-۳۵	۴۳-۱/۰
۱۸۰	سواری	۱۵-۵-۱۵	۰/۲	-	-
	اتوبوس	۳۰-۹-۳۰	۳/۰	-	-
	تریلی و کامیون یک‌دار	۴۰-۸-۴۰	۳/۰	۵۵-۸-۳۰	۴/۰-۲/۰

در شکل ۷-۳۸ مقادیر مندرج در جدول ۶-۷ برای حالت

گردش ۹۰ درجه و خودروهای طرح مختلف، نشان داده شده

است.

جدول ۶-۷ حداقل اندازه‌های طرح گردش به راست

اندازه تقریبی جزیره (مترمربع)	عرض خط گردش (متر)	قوس مرکب سه محوره		زاویه گردش خودروی طرح
		عقب نشینی (متر)	شعاع‌ها (متر)	
۵/۵	۴/۲	۱/۰	۴۵-۲۳-۴۵	الف
۵/۰	۵/۴	۱/۵	۴۵-۲۳-۴۵	ب
۵/۰	۶/۰	۱/۰	۵۵-۲۱-۵۵	پ
۵/۰	۴/۲	۱/۰	۴۵-۱۵-۴۵	الف
۷/۵	۵/۴	۱/۵	۴۵-۱۵-۴۵	ب
۱۱/۵	۶/۰	۲/۰	۵۵-۲۰-۵۵	پ
۶/۵	۴/۵	۰/۶	۳۵-۱۲-۳۵	الف
۵/۰	۶/۶	۱/۵	۳۰-۱۱-۳۰	ب
۵/۵	۹/۰	۲/۴	۵۵-۱۴-۵۵	پ
۱۱/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۸/۵	۷/۲	۱/۵	۳۰-۹-۳۰	ب
۲۰/۰	۱۰/۲	۲/۵	۵۵-۱۲-۵۵	پ
۴۳/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۳۵/۰	۷/۸	۱/۵	۳۰-۹-۳۰	ب
۶۰/۰	۱۰/۵	۲/۷	۵۰-۱۱-۵۰	پ
۱۳۰/۰	۴/۸	۰/۸	۳۰-۹-۳۰	الف
۱۱۰/۰	۹/۰	۲/۰	۳۰-۹-۳۰	ب
۱۶۰/۰	۱۱/۴	۲/۱	۵۰-۱۱-۵۰	پ

الف - طرح برای سوری و عبور گاه کامیون یا تریوس اما با محدودیت فاصله آزاد جانبی در گردش
 ب - طرح برای کامیون یا تریوس طرح و عبور گاه تریلی اما با تجاوز به خط عبور مجاور در گردش
 پ - طرح برای تریلی و کامیون بیدک‌دار

۴-۴-۷ نحوه تعریض پیچ‌های تقاطع

بطور کلی، تعریض پیچ به صورت تدریجی و با توجه به نقطه نظرت زیر صورت می‌گیرد.
 - در پیچ‌های ساده (دایره‌ای)، تعریض، تنها در لبه داخلی روسازی صورت می‌گیرد. در پیچ اتصال تدریجی، تعریض را می‌توان تماماً در لبه داخلی انجام داد یا به نسبت بین پیچ‌های لبه داخلی و خارجی تقسیم کرد. در هر صورت، خط طولی محور راه، بهتر است منطبق بر محور تعریض باشد.

- تعریض پیچ، به صورت تدریجی و در یک طول کافی اعمال می‌شود تا تمامی سطح آن قابل استفاده باشد. بهتر است که تعریض در طول کامل اعمال بریلندی صورت گیرد، اگرچه طول‌های کوتاه‌تری نیز گاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هر حال، تعریض، حداقل در طولی معادل ۳۰ تا ۶۰ متر (طول اتصال تدریجی) انجام می‌گیرد.
 - برای استفاده هرچه بهتر از فضای تعریض شده، لبه روسازی تا اعمال کامل تعریض بهتر است با پیچ ملایم و نرم تعریض شود.

- در مسیرهای فاقد پیچ اتصال تدریجی، $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ طول تعریض در بخش مستقیم و بقیه در پیچ ایجاد می‌شود.

۷-۴-۵ مشخصات جزیره ترافیکی

۷-۴-۵-۱ شکل و ابعاد جزیره میانی

جزیره‌های جداکننده طویل، بهتر است حداقل $1/2$ متر پهنا و 6 تا $7/5$ متر طول داشته باشند. در شرایط خاصی که زمین محدود باشد حداقل عرض جزیره جداکننده را می‌توان تا $0/6$ متر کاهش داد.

طول جزیره‌های جداکننده در راه‌های با سرعت طرح بیش از 70 کیلومتر در ساعت، حداقل برابر 30 متر و ترجیحاً برابر 100 متر باشد.

در مواقعی که جزیره‌ها را نتوان طویل طرح کرد، نزدیک شدن به آن را باید با وسایل مختلف از قبیل لوزاننده کردن روسازی، خط کشی و غیره مشخص کرد. در شرایطی که جزیره‌های مذکور، در بالای یک خم و در امتداد یا نزدیکی یک پیچ قرار گیرد باید انتهای آنها را که رو به تقرب ترافیک است آنقدر ادامه داد تا رانندگان براحتی قادر به دیدن آنها باشند. نمونه سهمی معمول برای طرح جزیره‌ها در شکل ۷-۳۹ نشان داده شده است.

۷-۴-۵-۲ روش‌های ایجاد جزیره

جزیره‌ها بسته به اندازه، عملکرد و محل، به طرق مختلفی مشخص می‌شوند. در طرح جزیره‌ها نوع منطقه‌ای که تقاطع در آن قرار دارد حائز اهمیت است. از نظر فیزیکی، جزیره‌های تقاطع راه‌ها را، می‌توان به سه گروه زیر تقسیم کرد.

گروه اول - جزیره‌ها با جدول قابل عبور

گروه دوم - جزیره‌های مشخص شده به وسیله خط کشی یا

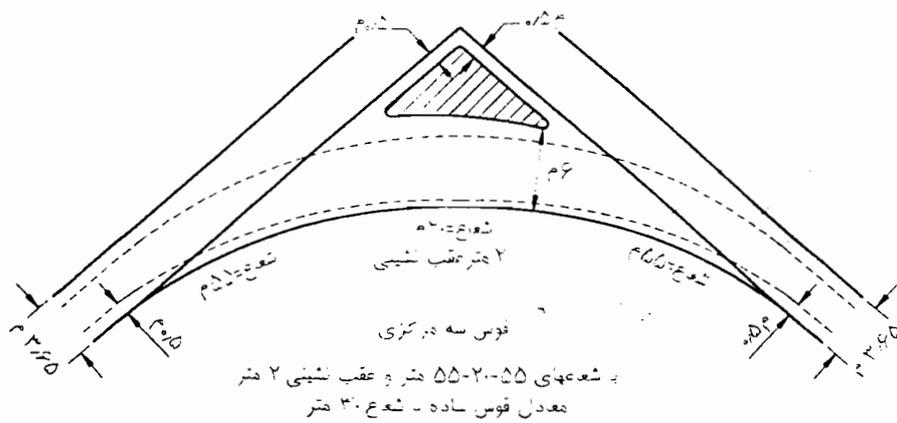
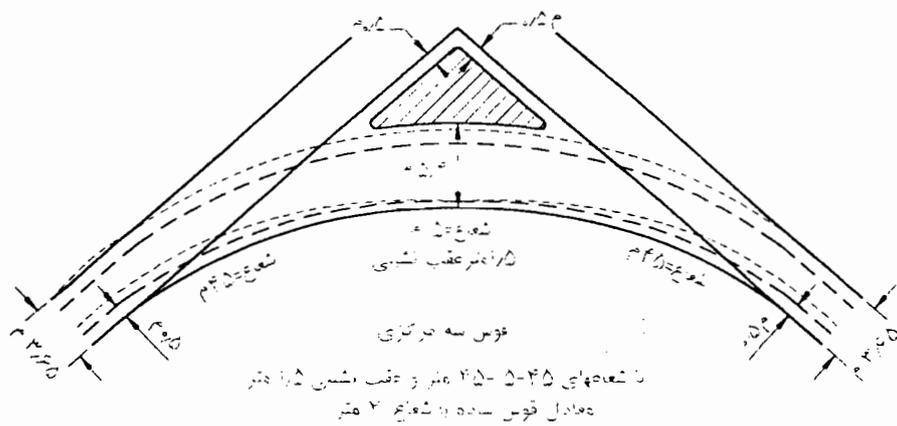
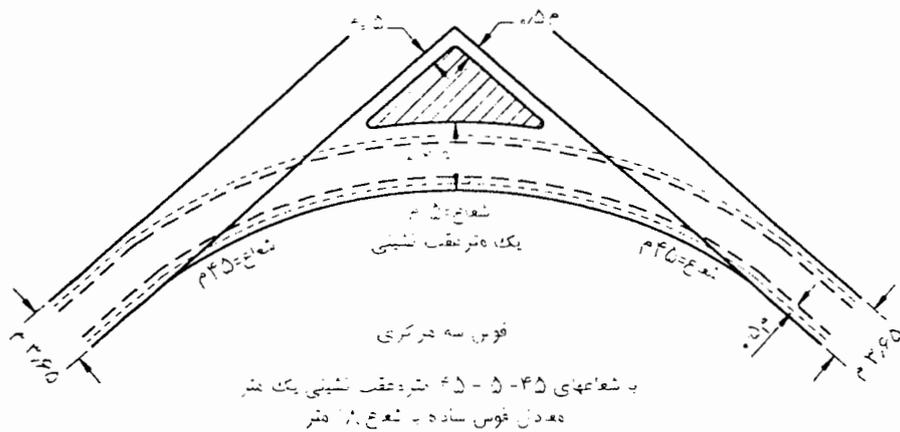
گل میخ چسبیده بر سطح روسازی راه

گروه سوم - جزیره‌ها با سطح روسازی نشده که به وسیله لبه روسازی محدود شده‌اند و ممکن است با علائم مشخص کننده (افقی یا عمودی) یا بالا آوردن سطح جزیره با شن‌ریزی یا سنگ شکسته رنگی (سفید) مشخص تر شود. از جزیره‌های گروه اول، بندرت در تقاطع راه‌ها استفاده می‌شود ولی جزیره‌های نوع دوم و سوم، در تقاطع راه‌ها متداول است.

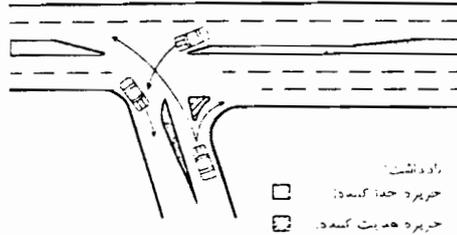
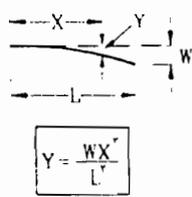
در اغلب موارد سطح جزیره‌ها دارای پوشش گیاهی است. درختکاری در جزیره‌ها به علت خطر تصادف مجاز نیست و بوته‌کاری به شرطی مجاز است که دید را محدود نکند. مطلوبترین پوشش برای سطح جزیره‌های تقاطع، پوشش گیاهی است که با سطح روسازی، اختلاف رنگ نیز دارد. سطح جزیره‌های کوچک، ممکن است بلندتر از سطح روسازی در نظر گرفته شود. هنگامی که شیب روسازی بطرف خارج راه است، سطح جزیره‌های بزرگ بهتر است گود در نظر گرفته شود تا آب برف و باران (بویژه در مناطق برفی و یخبندان) از جزیره وارد روسازی راه نشود.

۷-۴-۵-۳ مشخص کردن انتهای تقرب جزیره

حدود و محل قرارگیری جزیره به وسیله لبه روسازی، خط‌های عبوری و گردش با فاصله آزاد جانبی تاکناره جزیره مشخص می‌شود. برای افزایش دید و سادگی اجرا، گوشه‌های جزیره‌ها، گرد یا شیب‌دار ساخته می‌شود. مقدار عقب نشستگی لبه جزیره‌ها از خط‌های عبور ترافیک، تابع نوع لبه و عوامل دیگری مانند اختلاف رنگ جزیره، روسازی، طول لچکی یا خط عبور کمکی قبل از جزیره و سرعت ترافیک است.



شکل ۷-۳۸ نمایش گردش به راست ۹۰ درجه با جزیره شبه مثلثی برای خودروهای طرح مختلف



L = طول تعریض (متر)

W = حداکثر عرض لچکی (متر)

X = فاصله سبب به مبدأ تعریض (متر)

Y = میزان تعریض در هر نیمه (متر)

مقدار W برای مقادیر مختلف L و X

عرض لچکی برحسب فاصله از مبدأ

فاصله X طول تعریض	عرض لچکی برحسب فاصله از مبدأ																			
	۲	۴	۵	۸	۱۰	۱۲	۱۵	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰	۳۲	۳۴	۳۶	۴۵	
تعریض با شیب ۱:۵																				
۵																				
۱۰			۱/۰۰	۰/۶۴	۰/۱۶															
۱۵						۲/۰۰	۱/۲۸	۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۰۸										
											۳/۰۰	۱/۹۲	۱/۳۳	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۰۵			
تعریض با شیب ۱:۱۰																				
۱۰																				
۲۰											۲/۰۰	۱/۶۲	۱/۲۸	۱/۱۳	۰/۷۲	۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۲
۳۰												۳/۰۰	۲/۶۱	۲/۲۵	۱/۹۲	۱/۶۱	۱/۳۳	۱/۰۸	۰/۸۵	۰/۷۵
تعریض با شیب ۱:۱۵																				
۱۵																				
۳۰																				
۴۵																				

شکل ۷-۳۹ مختصات طرح جزیره میانی

سمت راست پایین هر جزیره برای حالتی طرح شده است که ترافیک به آن نزدیک می شود (گوشه تقرب). در این شکل، طرح جزیره در اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ برای دو حالت کلی لبه خط های عبوری ترافیک داده شده است. حالت اول مربوط به شرایطی است که لبه جزیره با عقب نشینی نسبت به لبه روسازی خط عبوری مشخص می شود و حالت دوم هنگامی روی می دهد که لبه جزیره در خارج از شانسه های روسازی که تا داخل تقاطع ادامه یافته اند، قرار می گیرد (منتظر از جزیره های بزرگ جزیره هایی است که ضلع جانبی آنها حداقل ۳۰ متر طول داشته باشد). تمامی جزیره های نشان داده شده در شکل ۷-۴۰ در

چون رانندگان در مسیر عبوری بطور تقریباً ناگهانی با جزیره روبرو می شوند بنابراین جدول های جزیره، حتی در مورد هایی که از نوع قابل عبورند، باید نسبت به لبه خط های عبوری عقب نشینی داشته باشد. مطلوب آن است که ابتدای روبه تقرب ترافیک جزیره، حداقل ۱/۲۰ متر و انتهای آن ۰/۵ متر نسبت به کنار خط عبور جریان ترافیک سمت چپ آن عقب نشینی داشته باشد. این عقب نشینی در صورت ادامه شانسه معمول که برابر ۱/۵ متر در سمت چپ و ۲/۴ متر در سمت راست راه است، ضروری نیست. جزئیات طرح جزیره مثلثی در شکل ۷-۴۰ آمده است. گوشه

طرح بریدگی میانه و شکل انتهایی آن، براساس بررسی حجم ترافیک و نوع وسایل نقلیه گردش کننده در تقاطع صورت می گیرد. در چنین حالتی انتخاب خودرو طرح به منظور کنترل طراحی صورت می گیرد و عملکرد وسایل نقلیه بزرگتر (از خودرو طرح) مورد بررسی قرار می گیرد و نهایتاً ظرفیت تقاطع بررسی می شود.

شکل لبه میانه در محل بریدگی

لبه انتهایی میانه معمولاً به یکی از دو صورت نیم دایره ای یا فشنگی طراحی می شود. چنانچه پهنای میانه کم باشد (کمتر از ۳ متر)، بهتر است از شکل نیم دایره ای استفاده شود. در سایر حالات مطلوبتر است از شکل فشنگی برای انتهای میانه استفاده شود.

حداقل طول بریدگی میانه

در هر تقاطع (سه راهی یا چهارراهی)، طول بریدگی میانه باید به اندازه زیر و حداقل ۱۲ متر باشد.

$$L = 2/4 + \text{پهنای روسازی (متر)}$$

چنانچه راه متلاقی، خود دارای میانه باشد، طول بریدگی میانه، حداقل باید برابر مجموع عرض روسازی راه متلاقی کننده و عرض میانه آن به اضافه ۲/۴ متر باشد.

۷-۴-۶ ضوابط حداقل طرح برای گردش به چپ

طراحی ضوابط بریدگی میانه، براساس مسیر چرخ های خودرو طرح، برای شرایطی که گردش به چپ (با زاویه ۹۰°) با سرعت حداقل ۲۵-۱۵ کیلومتر در ساعت صورت می گیرد، انجام می شود. شکل های ۴-۱ تا ۴-۴ فصل چهارم براساس خودروهای مختلف طرح تهیه شده اند. به این ترتیب و با توجه به پهنای میانه و شکل لبه انتهایی بریدگی میانه می توان طول مناسب را برای بریدگی میانه، بدست آورد.

گوشه تقرب ترافیک با شعاع ۰/۵ تا یک متر و در گوشه دور شدن جریان (گوشه B) با شعاع حداقل ۰/۵ متر گرد شده اند.

به هر حال، نزدیک شدن به جزیره ها را باید در فاصله کافی از آن، به رانندگان اطلاع داد. خط کشی و لرزاننده کردن روسازی، قبل از رسیدن به گوشه تقرب جزیره تا حد زیادی بر ایمنی تقاطع می افزاید. برای مشخص تر کردن جزیره تا آنجا که ممکن است از وسایل فرعی افزایش دید مانند جدول ها، علائم و رنگ های شب نما استفاده می شود.

جدول های تمام جزیره های سمت چپ خط عبور ترافیک، بهتر است با خط زرد و سمت راست آن با خط سفید ممتد شب نما مشخص شود. هم چنین وجود علائم هشدار دهنده و مشخص کننده در جزیره های میانه که معمولاً در امتداد مسیر ترافیک نزدیک شونده هستند ضروری است. جزیره میانی بهتر است مطابق با شکل ۷-۴۱ به تدریج عریض و برجسته شود. بهتر است پهنه بین دماغه واقعی جزیره و دماغه ظاهری آن، با نوارهای مورب خط کشی شود تا توجه راننده را جلب کند. علاوه بر آن خط های عبور نیز با استفاده از علامت گذاری افقی روی سطح راه (پیکان ها) نشانه گذاری شود.

۷-۴-۶ بریدگی میانه

بریدگی میانه در محل تقاطع، عبارت از قطع شدن میانه در آن محل به منظور انجام حرکت های مجاز گردش به چپ و یا عبور مستقیم از عرض راه است. یک نمونه طرح بریدگی میانه در شکل ۷-۴۲ نشان داده شده است.

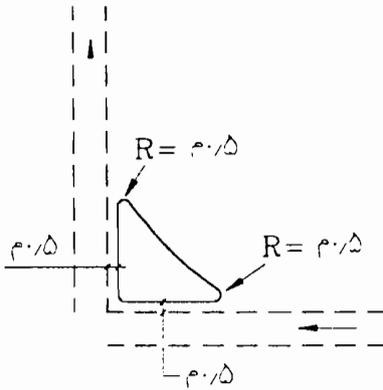
طراحی بریدگی میانه در سه جزء زیر خلاصه می شود.

- پهنای بریدگی میانه

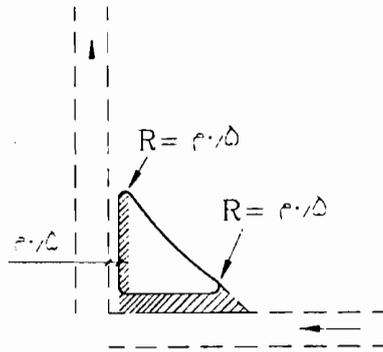
- طول بریدگی میانه

- شکل لبه انتهایی بریدگی میانه

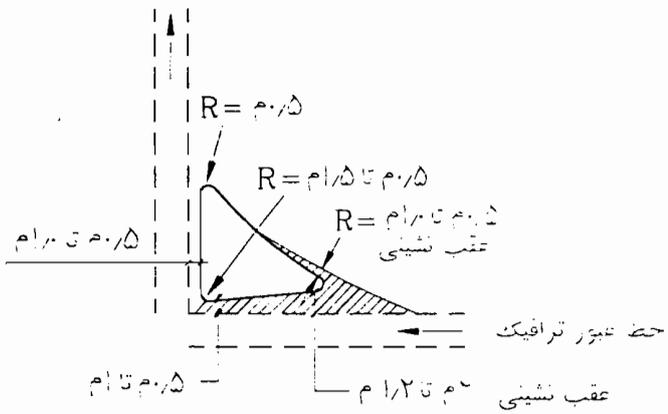
جزیره کوچک



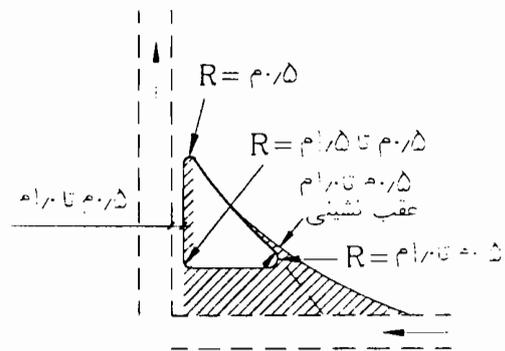
جزیره کوچک



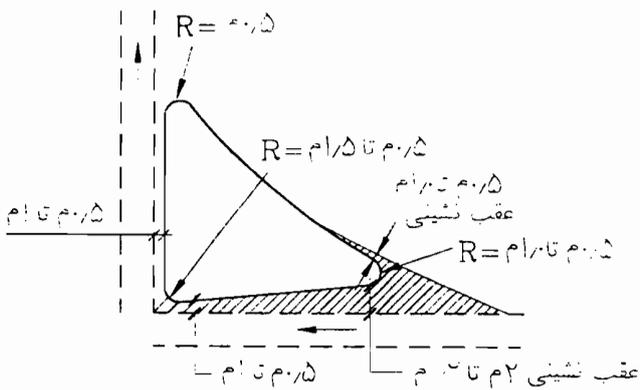
جزیره متوسط



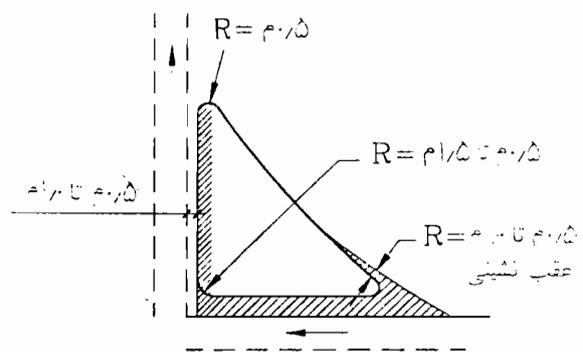
جزیره متوسط



جزیره بزرگ



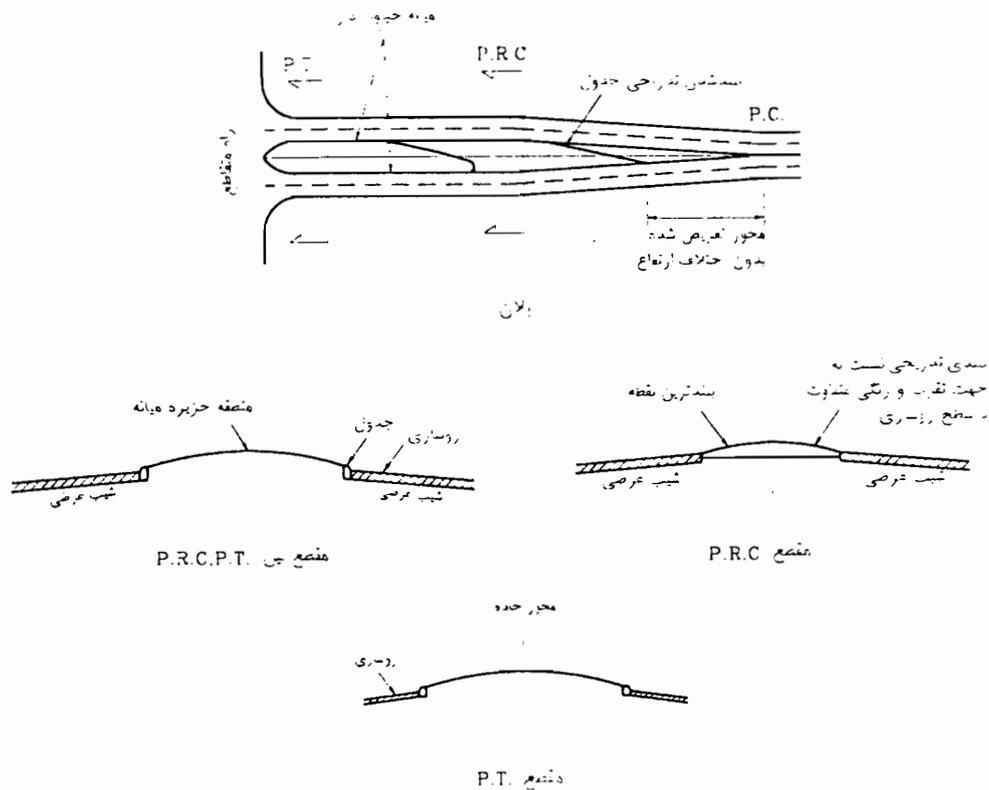
جزیره بزرگ



جزیره های جدول دار بدون شانه

جزیره های جدول دار با شانه

شکل ۷-۴۰ جزئیات طرح جزیره شبه مثلثی



شکل ۷-۴۱ جزئیات طرح جزیره جداکننده

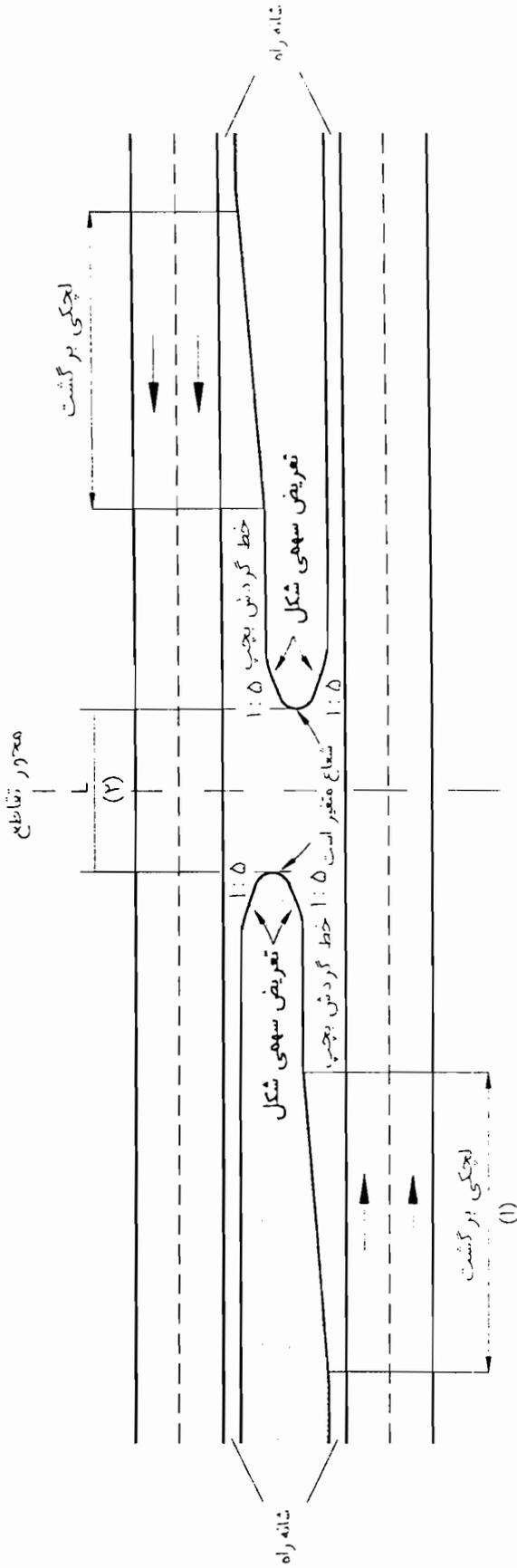
شکل نیم دایره باشد (نقطه A در شکل)، در آن صورت، طول بریدگی میانه خیلی زیاد است و نحوه هدایت ترافیک برای چپ‌گردهایی که تحت زاویه کمتر از 90° درجه گردش می‌کند، بسیار ابتدایی است. اگر انتهای میانه، فشنگی متقارن باشد (نقطه B در شکل)، در این حالت نیز هدایت ترافیک چپ‌گرد، به نحو مطلوب صورت نمی‌گیرد. چنانچه انتهای میانه به شکل فشنگی نامتقارن باشد (نقطه C در شکل فوق)، کنترل به بهترین نحو صورت می‌گیرد و سطوح روسازی شده کمتری نسبت به حالت‌های قبل مورد نیاز است.

در جدول ۷-۷، مقادیر طرح حداقل بریدگی میانه با شعاع کنترل $R=15$ متر برای زوایای مختلف اریب تقاطع داده شده است. به طور خلاصه شعاع انحنای کنترل بریدگی میانه برای انواع خودروهای طرح، بشرح مندرج در جدول ۷-۸ است.

۷-۴-۶-۲ ضوابط طرح بیش از حداقل برای گردش به چپ در صورت استفاده از ضوابط طرح حداقل، گردش وسایل نقلیه بزرگتر از خودرو طرح، مستلزم اشغال عرضی از خط‌های مجاور است و این به معنی کاهش ایمنی تقاطع و ناراحتی رانندگان (بویژه تریلی‌ها) خواهد بود. به این منظور، معمولاً از ضوابط طرح بیش از حداقل در بریدگی میانه استفاده می‌شود.

۷-۴-۶-۳ اثر اریب در بریدگی میانه

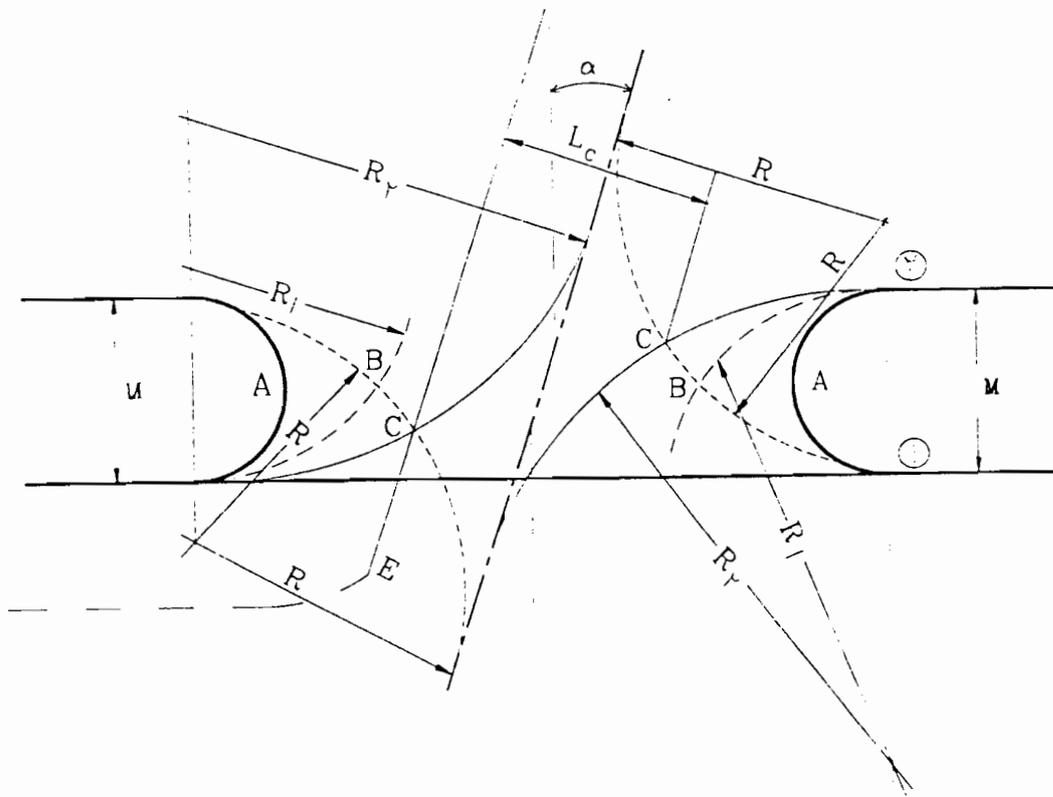
طول بریدگی میانه در تقاطع‌های مورب بیش از تقاطع‌های راست است. با افزایش زاویه اریب بودن (انحراف نسبت به 90° درجه) بر این طول افزوده می‌شود. در شکل ۷-۴۳ اثر اریب بودن، بر طول بریدگی میانه نشان داده شده است. مطابق این شکل، چنانچه انتهای میانه در محل بریدگی به



یادداشت :

- ۱- برای طول لچکی برگشت به شکل ۷-۴۸ مراجعه گردد.
- ۲- طول بریدگی میانه به عرض میانه و زاویه تقاطع بستگی دارد.

شکل ۷-۲۲ بریدگی میانه

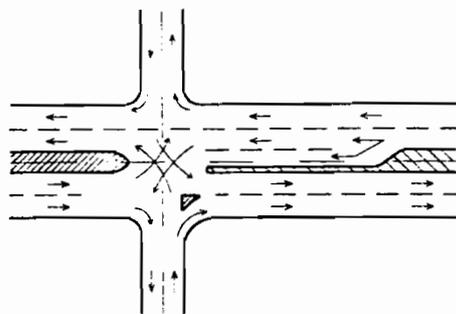


شکل ۷-۴۳ حداقل بریدگی میانه در تقاطع مورب

۷-۴-۶-۴ شیب عرضی بریدگی میانه

ایمنی کامل و بدون ایجاد اختلال در ترافیک عبوری مسیر اصلی صورت گیرد.

شیب عرضی بریدگی میانه به ۵ درصد محدود می شود. چنانچه راه دو خطه جدانشده موجود، به یک راه چهارخطه مجزا (دو میانه) تبدیل شود شیب عرضی می تواند افزایش یابد.



شکل ۷-۴۴ طرح شماتیک خطهای کاهش و افزایش سرعت در تقاطع

۷-۴-۷ خطهای عبور کمکی افزایش و کاهش سرعت

در تقاطع هایی که ترافیک مسیر فرعی با تابلوی ایست یا احتیاط کنترل می شود، بهتر است مانند شکل ۷-۴۴ خطهای افزایش و کاهش سرعت در مسیر اصلی و حوالی تقاطع تعبیه شود تا حرکت های گردش به چپ و راست در محدوده تقاطع با

جدول ۷-۷ حداقل طول بریدگی میانه

حدفاصل طول بریدگی میانه (متر) بری شعاع کنترل						عرض میانه متر
R<۳ B	متر C	R=۱۵ B	متر C	R=۱۲ B*	متر C**	
۳۷	۴۴	۲۹	۲۹	۲۳	۲۳	۱/۲
۳۴/۵	۴۳/۵	۲۳	۲۸/۵	۱۸	۲۲/۵	۱/۸
۳۳	۴۲	۲۰/۵	۲۸	۱۶	۲۲	۲/۴
۳۱/۵	۴۳	۱۹	۲۷	۱۴/۵	۲۱	۲
۳۰	۴۲	۱۷/۵	۲۷	۱۳	۲۰/۴	۳/۶
۲۹	۴۱	۱۶	۲۶	۱۲	۲۰	۴/۲
۲۸	۴۰/۵	۱۵	۲۵/۵	۱۲	۱۹/۵	۴/۸
۲۵/۵	۳۹	۱۳/۵	۲۴	۱۲	۱۸	۶
۲۳/۵	۳۸	۱۲	۲۳	۱۲	۱۷	۷/۲
۲۲	۳۷	۱۲	۲۲	۱۲	۱۶	۸/۴
۲۰/۵	۳۵/۵	۱۲	۲۰/۵	۱۲	۱۴/۵	۹/۵
۱۹	۳۴/۵	۱۲	۱۹/۵	۱۲	۱۳/۵	۱۰/۸
۱۷/۵	۳۰	۱۲	۱۸	۱۲	۱۲	۱۲
۱۶	۲۸/۵	۱۲	۱۵	۱۲	۱۲	۱۵
۱۴/۵	۲۸	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۸
۱۳	۲۴	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۲۱
۱۲	۲۱	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۲۴
۱۲	۱۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۳۰
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۱۲	۳۳
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۳۶

* B = میانه با انتهای سرفشنگی

** C = میانه با انتهای نیم‌دایره

(برای خروج از مسیر اصلی)

هدف از ایجاد خط‌های مخصوص گردش به چپ، تأمین فضای لازم به منظور هدایت، کاهش سرعت و تجمع وسایل نقلیه چپ‌گرد، در جهت افزودن بر ایمنی و ظرفیت تقاطع است. اجزای طراحی بشرح زیر است.

الف - عرض خط عبور

عرض هر خط مخصوص تجمع ترافیک گردش به چپ، برابر ۳/۶۵ متر است. در حالت‌های خاص که محدودیت عرض وجود دارد، حداقل عرض هر خط مسیر مخصوص تجمع گردش به چپ یک یا دو خطه را می‌توان به ۳/۲۵ متر کاهش داد.

ب - طول ناحیه ترافیک گردش به چپ

این طول معمولاً شامل اجزای زیر است:

- طول جایابی (در راه‌های فاقد میانه با عرض کافی)

- طول ناحیه کاهش سرعت (ترمزگیری)

- طول تجمع

در شکل ۷-۴۵، هر یک از این اجزا به تفکیک نشان داده شده است.

- طول جایابی: در راه‌های معمولی که فاقد میانه است به منظور تأمین عرض لازم برای ترافیک گردش به چپ در محل ورودی تقاطع، لازم است در فاصله مناسبی از تقاطع، ترافیک عبوری به سمت راست هدایت شود. این امر به صورت افزایش تدریجی عرض راه از سمت راست به صورت لچکی مانند و جدول‌گذاری یا خط‌کشی و علامت‌گذاری لچکی موازی آن در سمت چپ راه برای ایجاد میانه و فضای لازم برای گردش به چپ صورت می‌گیرد. چنانچه راه، دارای میانه‌ای با عرض کامل یک خط گردش به چپ باشد، نیازی به افزایش تدریجی عرض راه نیست.

برای طراحی خط‌های کاهش و افزایش سرعت، عوامل

زیر در مورد مسیرهای اصلی و فرعی باید مورد توجه و مطالعه قرار گیرند.

- تعداد خط‌های عبور

- سرعت طرح

- شیب

- عرض خط عبور، شانه و میانه راه

- حجم ترافیک و ترکیب آن

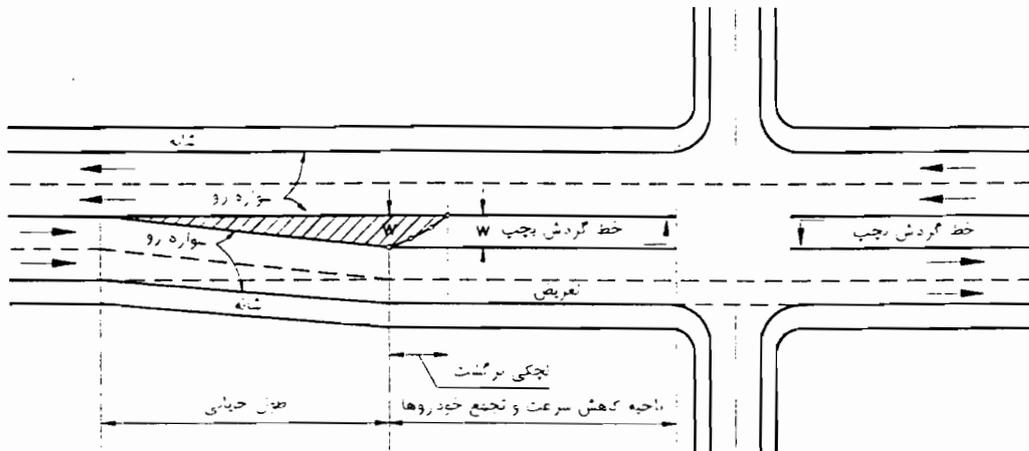
- حجم حرکت‌های گردشی

- شعاع پیچ‌ها با توجه به خودروی طرح

طرح معمول ایجاد فضای مخصوص گردش به چپ در
 شکل ۷-۴۵ نشان داده شده است. در این طرح، تمامی تعریض
 سرعت (برای ترافیک گردش به چپ) پس از پایان کامل تعریض
 تدریجی شروع می شود.
 در سمت راست ورودی تقاطع صورت گرفته و خط کاهش

جدول ۷-۸ اثر اریب بودن بر طرح کمینه بریدگی میانه - مقادیر تیپ بر مبنای شعاع کنترل ۱۵ متر

شعاع = R برای طرح C (متر)	طول بریدگی میانه			پهنای میانه	زاویه اریب (درجه)
	دماغه سرفشنگی		نیمدایره (A)		
	غیرقربینه (C)	قربینه (B)			
-	-	۱۹	۲۷	۳	صفر
-	-	۱۳	۲۴	۶	
-	-	حداقل ۱۲	۲۱	۹	
-	-	حداقل ۱۲	۱۸	۱۲	
-	-	حداقل ۱۲	۱۵	۱۵	
-	-	حداقل ۱۲	۱۳	۱۸	
۲۱	۲۳	۲۴	۳۲	۳	۱۰
۲۰	۱۶	۱۷	۲۸	۶	
۲۰	حداقل ۱۲	۱۴	۲۵	۹	
۱۹	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	۲۱	۱۲	
۱۸	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	۱۸	۱۵	
۱۸	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	۱۴	۱۸	
۲۹	۲۷	۲۹	۳۶	۳	۲۰
۲۸	۲۰	۲۲	۳۲	۶	
۲۶	۱۴	۱۸	۲۸	۹	
۲۵	حداقل ۱۲	۱۴	۲۴	۱۲	
۲۳	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	۲۰	۱۵	
۲۱	حداقل ۱۲	حداقل ۱۲	۱۶	۱۸	
۴۳	۳۲	۳۴	۴۱	۳	۳۰
۴۰	۲۳	۲۷	۳۶	۶	
۳۷	۱۷	۲۳	۳۱	۹	
۳۴	۱۳	۱۹	۲۷	۱۲	
۳۰	حداقل ۱۲	۱۵	۲۳	۱۵	
۲۷	حداقل ۱۲	۱۲	۱۸	۱۸	
۶۳	۳۵	۳۸	۴۴	۳	۴۰
۵۸	۲۷	۳۲	۳۹	۶	
۵۳	۲۵	۲۷	۳۵	۹	
۴۷	۱۵	۲۳	۲۹	۱۲	
۴۲	حداقل ۱۲	۱۹	۲۴	۱۵	
۳۶	حداقل ۱۲	۱۵	۱۹	۱۸	



شکل ۷-۴۵. طریقه معمول هدایت ترافیک گردش به چپ در تقاطع‌ها

یادداشت‌های مهم

(۱) در شرایطی که محدودیت عرض وجود دارد، پهنای شانه را می‌توان کاهش داد و پارکینگ حاشیه‌ای را ممنوع کرد. برای استفاده دوچرخه‌ها لازم است عرض شانه حداقل برابر $1/2$ متر در نظر گرفته شود ($1/5$ متر در صورت وجود آب‌رو).

(۲) طول خط کاهش سرعت از جدول ۷-۹ به دست می‌آید.

(۳) طول ناحیه برگشت لچکی از شکل ۷-۴۸ به دست می‌آید.

(۴) چنانچه تعریض در هر دو طرف راه انجام گیرد، به نسبت تعریض هر طرف، کسری از w مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$L = \frac{v^2 w}{150}$$

که در آن

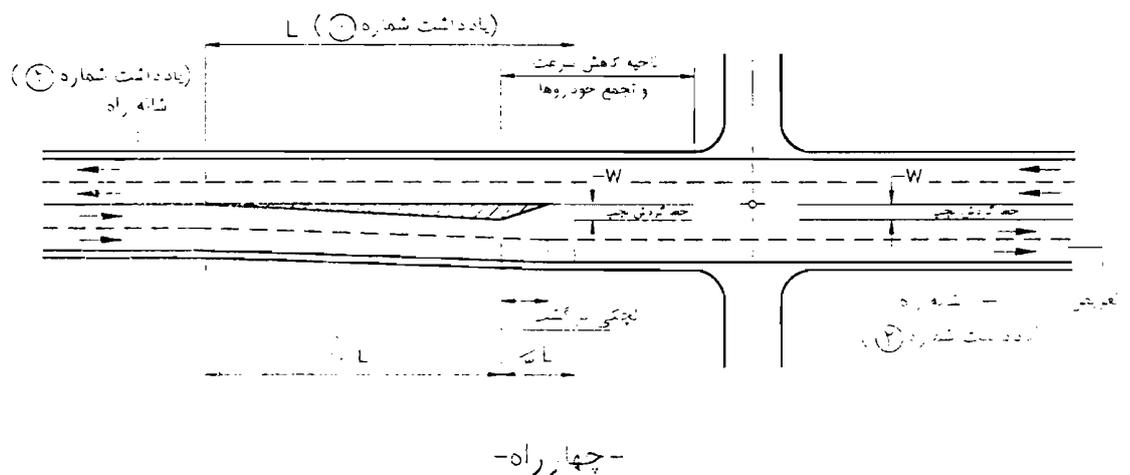
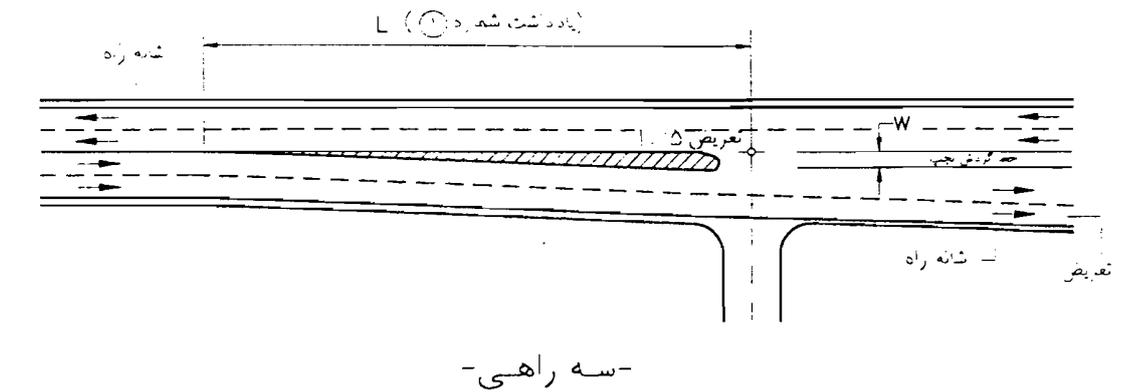
L = طول جایابی بر حسب متر

v = سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت

w = پهنای خط گردش به چپ بر حسب متر، معمولاً $3/65 - 3/25$ متر

نگرفته بلکه نیمی از آن در سمت دیگر راه اعمال شده است. این طرح‌ها معمولاً در محل‌هایی که سرعت ترافیک در حد متوسط و حجم آن نسبتاً کم است مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در شکل‌های ۷-۴۶ و ۷-۴۷، خط کاهش سرعت در نقطه‌ای که $\frac{1}{3}$ طول تعریض تدریجی اعمال شده، شروع شده و به این ترتیب بخشی از آن در طول خط عبور ترافیک مستقیم واقع شده است. در شکل ۷-۴۷ تعریض لازم در یک طرف راه صورت



شکل ۶-۷ طرح ایجاد خط مخصوص گذرگاه به جیب در تقاطعها (تعمیر یکطرفه راه)

۱- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۲- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۳- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۴- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۵- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۶- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

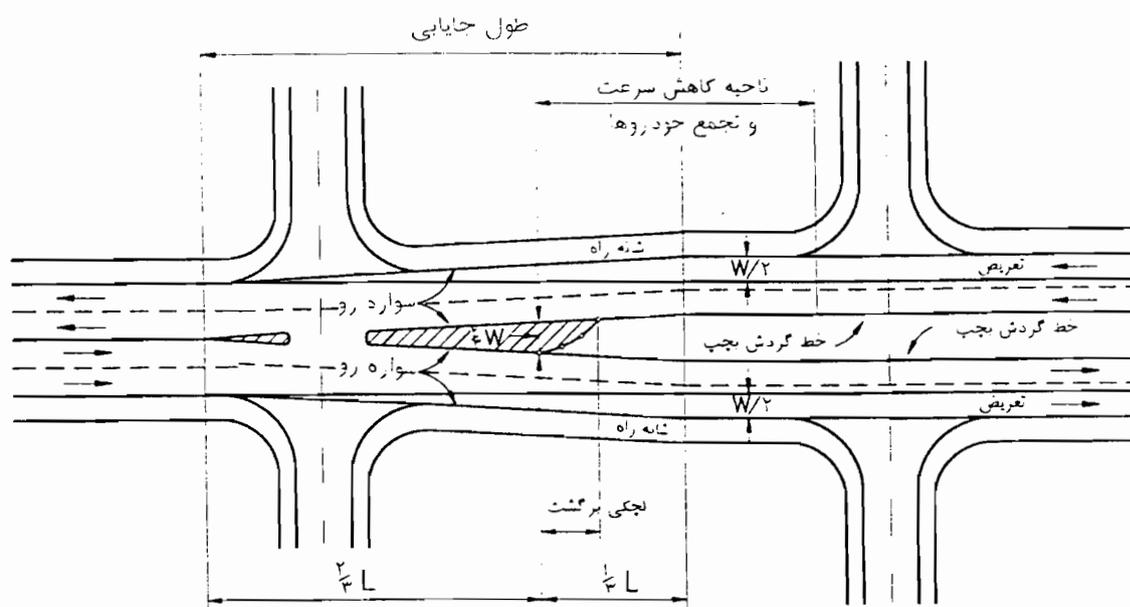
۷- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

۸- عرض جیب برابر با عرض جاده اصلی

لچکی برگشت

طراح از قوس معکوس متقارن با شعاع قوس بزرگ برای طرح لچکی برگشت استفاده کند. چنین حالتی انطباق بیشتری با مسیر حرکت اتومبیل به هنگام تغییر خط دارد. طول لچکی برگشت بین ۳۰ تا ۵۵ متر است.

خط یا منحنی معکوسی، در طول لبه سمت چپ مسیر است، که ترافیک گردش را به طرف خط مخصوص گردش به چپ هدایت می کند. حالت های مختلف ایجاد لچکی برگشت در شکل ۴۸-۱ نشان داده شده است. در شرایط مطلوب، بهترین



$$L = \frac{v^2 w}{15}$$

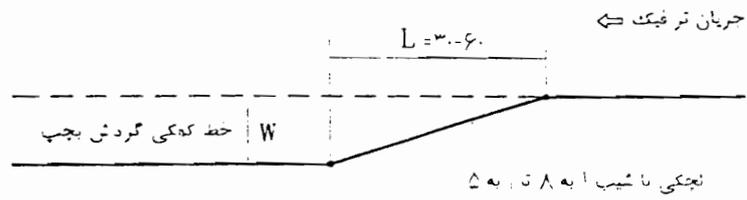
که در آن L ، w و v همان تعاریف شکل ۷-۴۶ را دارند.

۱ و ۲ و ۳ مشابه شکل ۷-۴۶ است.

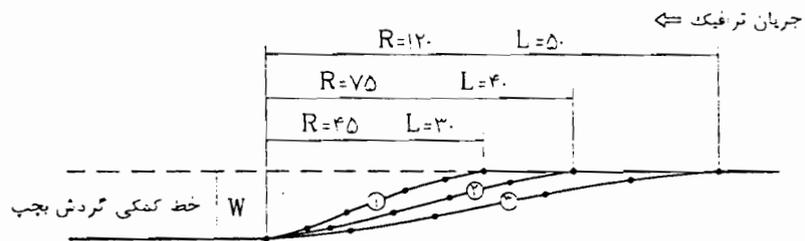
(۴) به فرض اینکه تعریض در هر دو طرف راه یکسان است.

شکل ۷-۴۷ طرح ایجاد خط مخصوص گردش به چپ در تقاطع‌ها (تعریض در دو طرف راه)

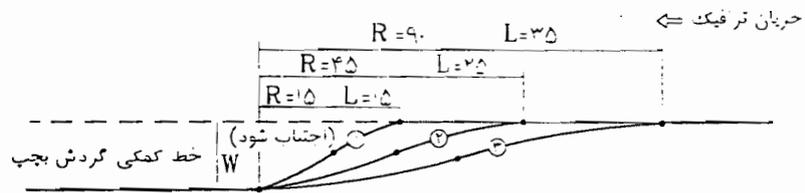
- | | |
|---|---|
| حالت (الف) لچکی به صورت خط مستقیم | حالت (پ) لچکی با قوس معکوس متقارن |
| - اجرای این حالت بسیار ساده است. | مناسب است. |
| - شیب لچکی ۱:۸ برای سرعت‌های طرح کمتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت مناسب است. | حالت (ب) لچکی با قوس معکوس متقارن |
| - شیب لچکی ۱:۱۵ برای سرعت‌های طرح بالاتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت مناسب است. | - برای سرعت‌های طرح بالاتر نسبت به حالت (ب) مناسب است. |
| حالت (ب) لچکی نیمه مستقیم | حالت (ت) لچکی با قوس معکوس نامتقارن |
| - طول بخش مستقیم در این حالت حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ طول کل لچکی است. | حالت (ت) لچکی با قوس معکوس نامتقارن |
| - برای سرعت‌های طرح بالاتر (نسبت به حالت الف) مناسب است. | - برای سرعت‌های طرح بسیار بالا مناسب است. |
| - شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر مناسب است. | حالت (ب) لچکی نیمه مستقیم |
| - شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر مناسب است. | - شماره‌های بالاتر در شکل برای سرعت‌های طرح بالاتر مناسب است. |



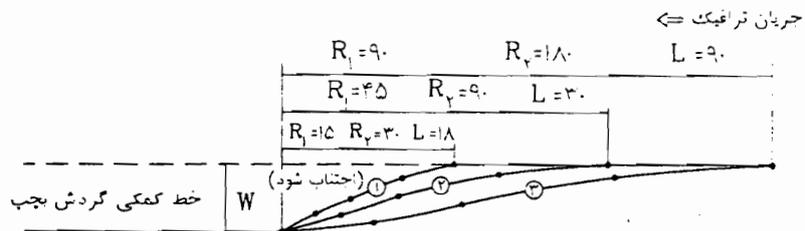
الف- لچکی خط مستقیم



ب- لچکی با دو قوس در ابتدا و انتها



پ- قوس معکوس متقارن



ت- قوس معکوس غیر متقارن

شکل ۴۸-۷ انواع طرح های لچکی برگشت در تقاطع ها

طول کاهش سرعت

پس از جایابی ترافیک گردش به چپ در خط مخصوص خود، این بخش، نقش طول مورد نیاز برای کاهش سرعت تا مرحله توقف را ایفا می‌کند. ضلع بخش کاهش سرعت در جدول ۷-۹ داده شده است. ضلع مورد اشاره در جدول، طول لچکی برگشت را نیز شامل شود.

جدول ۷-۹ طول لازم برای بخش کاهش سرعت

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	ضلع خط کاهش سرعت (متر) *
۵۰	۷۵
۶۰	۹۵
۷۰	۱۱۵
۸۰	۱۳۵
۹۰	۱۵۰
۱۰۰	۱۷۰
۱۱۰	۱۹۰
۱۳۰	۲۲۵

* طول لازم برای توقف کامل که شامل ضلع لچکی برگشت نیز می‌شود.

مطلوب آن است که خط کاهش سرعت کاملاً در خارج از خط‌های عبور ترافیک مستقیم قرار گیرد. چنانچه مطابق شکل‌های ۷-۴۶ و ۷-۴۷ بخشی از خط کاهش سرعت در ناحیه خط‌های عبور ترافیک مستقیم قرار گیرد، در آن صورت سرعت‌های طرح مورد اشاره در جدول ۷-۹ را می‌توان به میزان ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر در ساعت کاهش داد تا سرعت ورود کمتری در ابتدای بخش کاهش سرعت وجود داشته باشد. مثلاً اگر سرعت حرکت ترافیک در خط اصلی برابر ۸۰ کیلومتر در ساعت باشد و کاهش سرعت به میزان ۲۰ کیلومتر در ساعت در خط‌های عبور

ترافیک مستقیم مجاز باشد، در آن صورت طول بخش و کاهش سرعت بر اساس سرعت طرح ۶۰ کیلومتر در ساعت تعیین می‌شود و مطابق جدول ۷-۹ برابر ۹۵ متر خواهد بود. اثر شیب بر طول خط کاهش سرعت نیز با استفاده از جدول ۷-۱۱ قابل محاسبه است.

طول تجمع

با توجه به اینکه حرکت گردش به چپ در تقاطع، معمولاً مستلزم توقف در محل تقاطع و سپس انجام حرکت گردش به چپ از لابلای جریان ترافیک روبرو است، لذا بهترین راه برای تجمع وسایل نقلیه چپ‌گرد در محل تقاطع، طول مناسبی پیش‌بینی شود. در تقاطع‌های بدون چراغ، طول ناحیه تجمع، بر اساس تعداد وسایل نقلیه‌ای که در خلال مدت زمان ۲ دقیقه در ساعت اوج، قصد گردش به چپ دارند تعیین می‌شود. برای این منظور، فضای لازم برای حداقل ۲ وسیله نقلیه شخصی که طول هریک ۷/۵ متر است در نظر گرفته می‌شود. اگر سهم وسایل نقلیه سنگین از ترافیک ساعت اوج تقریباً ۱۰ درصد یا بیشتر باشد، در آن صورت طول لازم حداقل برای یک وسیله نقلیه شخصی و یک وسیله نقلیه سنگین پیش‌بینی می‌شود (۲۵-۲۰ متر).

در تقاطع‌های چراغ‌دار نیز طول ناحیه تجمع می‌تواند بر اساس یک تا دو برابر متوسط تعداد وسایل نقلیه‌ای که در خلال هر دوره چراغ، در ساعت‌های اوج، در ورودی جمع می‌شوند محاسبه شود. در چنین حالتی طول دوره چراغ، فزاینده آن و نرخ ورود و خروج وسایل نقلیه به تقاطع، از جمله عوامل موثر در تعیین طول مذکور است.

پ - ناحیه گردش به چپ دوخطه

در تقاطع‌های چراغ‌دار راه‌های چندخطه، چنانچه تقاضای ترافیک گردش به چپ برابر ۳۰۰ وسیله نقلیه یا بیش از آن در ساعت اوج باشد، لازم است دو خط مخصوص گردش به چپ

خاص می توان عرض خط گردش به راست را به حدی که ذکر شده کاهش داد.

- در صورتی که محدودیت تأمین عرض کافی در تقاطع وجود داشته باشد، پهنای خط گردش به راست را می توان به ۳/۲۵ متر کاهش داد.

- در راه های با سرعت متوسط ۷۰ کیلومتر و کمتر که شرایط بسیار محدودکننده ای وجود دارد، می توان حداقل عرض خط گردش به راست را به ۳ متر رساند.

- پهنای شانه را نیز در شرایطی که محدودیت وجود دارد می توان کاهش داد. در صورت امکان، حداقل فاصله ۰/۶ متر بین خط گردش به راست و جدول حاشیه سواره رو تأمین می شود. حذف کامل شانه تنها در شرایط بسیار محدودکننده و در شرایطی که حداقل عرض خط ۳/۲۵ متر برای گردش به راست در نظر گرفته شده، امکان پذیر است. کانال های آبرو را می توان از شانه راه عبور داد اما نمی توان به عنوان بخشی از خط گردش به راست ملحوظ کرد.

ب - طول خط کمکی گردش به راست

خط کمکی گردش به راست، از دو بخش لچکی و کاهش سرعت تشکیل می شود که طول مناسب برای هر یک از آنها در جدول ۷-۱۰ آمده است.

۷-۴-۷-۳ نحوه هدایت ترافیک گردش به راست

(برای ورود به مسیر اصلی)

هدف از بکارگیری خط های افزایش سرعت گردش به راست، تأمین فاصله ای است که طی آن راننده خودروی خروجی از مسیر فرعی (در محل تقاطع)، علاوه بر فراهم آوری افزایش سرعت، فرصت کافی برای ورود به ترافیک مسیر اصلی را پیدا کند.

در تقاطع پیش بینی شود. عرض خط و دیگر اجزای طراحی چنین حالتی مشابه حالت یک خطه است که قبلاً به آن اشاره شد.

ت - علایم لازم برای طرح لچکی میانی

در راه های فاقد میانه، طرح لچکی میانی که در قسمت ب اشاره شد، با استفاده از علائم بازتاب کننده (چشم گریه ای ها) که در سطح راه نصب می شود صورت می گیرد. در سرعت های بالا نمی توان از جدول برای ایجاد لچکی استفاده کرد.

۷-۴-۷-۲ نحوه هدایت ترافیک گردش به راست

(برای خروج از مسیر اصلی)

در مورد ترافیک گردش به راست، تأخیرها نسبت به ترافیک گردش به چپ، کمتر است و تصادف ها نیز از شدت کمتری برخوردار است. طول خط کمکی کاهش سرعت، برای گردش به راست شامل دو جزء زیر است.

الف - طول بخش لچکی: در این طول، وسایل نقلیه ای که قصد گردش به راست در محل تقاطع را دارند بدون ترمزگیری، از ترافیک مستقیم راه جدا می شوند.

ب - طول کاهش سرعت: در این طول، وسایل نقلیه گردش کننده به راست، که با سرعت طرح مسیر مستقیم در حال حرکت بوده اند با ترمزگیری سرعت خود را به سرعت طرح خروجی مسیر کاهش می دهند.

اجزای طراحی بشرح زیر است.

الف - عرض خط عبور

عرض خط عبور مخصوص گردش به راست برابر ۳/۶۵ متر و حداقل پهنای شانه نیز برابر ۱/۲ متر در نظر گرفته می شود. در صورت امکان بهتر است پهنای شانه را به ۲/۴ متر افزایش داد تا فضای لازم برای عبور دوچرخه سواران و همچنین توقف وسایل نقلیه ای که دچار نقص فنی شده اند فراهم شود. در شرایط

جدول ۷-۱۰ حداقل طول خط کاهش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ شیب)

طول بخش کاهش سرعت (متر)									سرعت	
سرعت طرح خروجی (V) (کیلومتر در ساعت)									(کیلومتر در ساعت)	
توقف	۲۵	۳۲	۴۰	۴۸	۵۵	۶۵	۷۲	۸۰	متوسط	طرح راه
سرعت متوسط خروجی (V _a) (کیلومتر در ساعت)									(V _a)	(V)
توقف	۲۳	۲۹	۳۵	۴۲	۴۸	۵۸	۶۵	۷۰	۴۵	۵۰
-	۷۰	۵۵	۵۰	۴۰	-	-	-	-	۵۸	۶۵
-	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۵۵	-	-	-	۷۰	۸۰
-	۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۹۵	۹۰	۷۰	۵۵	-	۸۳	۹۵
۷۵	۱۶۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۴۰	۱۳۰	۱۰۵	۹۰	۷۵	۸۸	۱۰۵
۸۵	۱۷۵	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۵	۱۱۵	۱۰۰	۸۵	۹۳	۱۱۰
۱۰۵	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۵	۱۷۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۲۰	۱۰۵	۹۸	۱۱۵
۱۲۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۹۰	۱۸۰	۱۷۰	۱۴۵	۱۳۵	۱۲۰	۱۰۲	۱۳۰
۱۴۰	۲۱۵	۲۱۰	۲۰۰	۱۹۵	۱۸۵	۱۶۰	۱۵۰	۱۴۰		

V = سرعت طرح راه
 V_a = سرعت متوسط حرکت در راه
 V = سرعت طرح فوس خروجی
 V_a = متوسط سرعت حرکت در فوس خروجی

با توجه به اثر قابل ملاحظه شیب بر طول بخش کاهش سرعت، اثر آن در جدول ۷-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۷-۱۱ اثر شیب بر طول بخش کاهش سرعت خط مخصوص گردش به راست

شیب ورودی (%)	حالت شیب	نسبت طول در شیب، به طول در سطح افقی
۲-۴	سربالایی	۰/۹
	سرازیری	۱/۲
> ۴	سربالایی	۰/۸
	سرازیری	۱/۳۵

ب - طول خط کمکی ورود:

طول این خط شامل دو جزء زیر است.

- طول افزایش سرعت

- طول بخش لچکی

طول مناسب برای هر یک از این دو بخش در جدول ۷-۱۲

ذکر شده است:

اصول و معیارهای طراحی این خطها، مشابهت زیادی با

طراحی خطهای کاهش سرعت برای گردش به راست دارد که

بیشتر زیر است.

الف - عرض خط عبور:

دقیقاً مشابه با معیارهای مورد بحث خط کاهش سرعت

گردش به راست است.

جدول ۷-۱۲ حداقل طول خط افزایش سرعت گردش به راست برای حالت مسطح (۲٪ ≤ شیب)

طول بخش افزایش سرعت (متر)									سرعت	
سرعت طرح قوس ورودی (کیلومتر در ساعت)									(کیلومتر در ساعت)	
۸۰	۷۲	۶۵	۵۵	۴۸	۴۰	۳۲	۲۵	توقف	سرعت متوسط در	طرح راه
سرعت اولیه بخش افزایش سرعت (۷۰٪) (کیلومتر در ساعت)									انتهای خط افزایش	(۷)
توقف									سرعت (٪)	
۷۰	۶۵	۵۸	۴۸	۴۲	۳۵	۲۹	۲۳	توقف	۳۷	۵۰
-	-	-	-	-	-	-	-	۶۰	۴۹	۶۵
-	-	-	-	۴۵	۶۵	۷۵	۱۰۰	۱۱۵	۶۲	۸۰
-	-	۵۰	۱۱۵	۱۵۰	۱۷۵	۱۹۰	۲۱۵	۲۳۰	۷۵	۹۵
۵۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۴۵	۲۷۵	۳۰۵	۳۲۵	۳۴۰	۳۵۰	۸۴	۱۱۰
۱۷۵	۲۵۰	۳۰۵	۳۷۵	۴۰۵	۴۳۰	۴۵۵	۴۶۵	۴۸۰		

یادآوری: استفاده از خط‌های با عرض یکساخت ۱.۵۰ تا ۱.۷۰ در محل‌هایی که طول خط افزایش سرعت از ۳۹۰ متر تجاوز می‌کند. یا سرعت طرح از ۱۱۰ کیلومتر در ساعت بیشتر است. یا در هر محل دیگری که فضای کافی موجود باشد توصیه می‌شود.

همچنین اثر شیب بر طول بخش افزایش سرعت، از جدول ۷-۱۳ قابل دستیابی است.

جدول ۷-۱۳ نسبت طول بخش افزایش سرعت در شیب، به طول نظیر در سطح افقی

سربالایی					سرعت طرح	میزان شیب
سرعت در شروع خط افزایش (کیلومتر در ساعت)					راه	(٪)
۸۰	۶۵	۵۰	۳۰	هر سرعت	(کیلومتر در ساعت)	
-	-	۱/۳	۱/۳	۰/۷	۶۵	۲-۴
-	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۰/۶۵	۸۰	
۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۰/۶	۹۵	
۱/۸	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۰/۶	۱۱۰	
-	-	۱/۵	۱/۵	۰/۶	۶۵	> ۴
-	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۰/۵۵	۸۰	
۲/۵	۲/۲	۱/۹	۱/۷	۰/۵۰	۹۵	
۳/۰	۲/۶	۲/۲	۲/۰	۰/۵۰	۱۱۰	

۵-۷ روش طراحی

طرح تقاطع بهتر است هماهنگ با حجم‌های ترافیک، سرعت وسایل نقلیه، ویژگی‌های ترافیکی مورد نظر، توپوگرافی (پستی و بلندی) محل، طرح‌های توسعه منطقه، حریم راه موجود، سرمایه‌گذاری‌های لازم برای توسعه آن و عملکرد شاخه‌های تقاطع باشد. تمامی راه‌حل‌های ممکن برای طرح یا اصلاح هندسی تقاطع مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و در پایان طرح پیشنهادی اعلام می‌شود.

طرح هندسی تقاطع، مستلزم بعضی از گام‌های زیر یا همه آنهاست.

گام اول - جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات ترافیکی به منظور تعیین حجم‌های ترافیک ساعت یا ساعات اوج در شبانه‌روز، برای کلیه حرکت‌های موجود در تقاطع و در نظرگیری ضریب رشد آتی

گام دوم - جمع‌آوری اطلاعات فیزیکی لازم برای محل تقاطع همچون نقشه‌های توپوگرافی و موقعیت محل در وضعیت موجود و آینده

گام سوم - تعیین موقعیت، نوع و سایر پارامترهای طراحی شاخه‌های منتهی به تقاطع در وضعیت موجود و آتی

گام چهارم - تهیه کد رنگی برای علامت‌ها، که در نظر گرفتن پهنای ترافیکی به ده و اجرای آنها از نظر فنش و اقتصادی امکان‌پذیر باشد.

گام پنجم - تجزیه و تحلیل آینده‌های مورد اشاره در گام چهارم و انتخاب دو یا چند گزینه برتر به منظور تهیه طرح‌های مقدماتی

گام ششم - تهیه طرح‌های مقدماتی گزینه‌های منتخب در گام پنجم گام هفتم - ارزیابی و تجزیه و تحلیل هر یک از طرح‌های مقدماتی با توجه به خصوصیات هندسی، نسبت حجم به ظرفیت، ویژگی‌های عملیاتی، سازگاری با محیط اطراف،

پاسخگویی به جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت و قابلیت ساخت مرحله‌ای

گام هشتم - برآورد هزینه اجرای هر یک از طرح‌های مقدماتی، مشتمل بر هزینه‌های تملک زمین، پاکسازی و تسطیح محل، ساخت، نگهداری و بهسازی، حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت، برق رسانی و غیره.

گام نهم - محاسبه نسبت منفعت به هزینه استفاده‌کنندگان راه و یا نرخ بازگشت سرمایه‌گذاری برای هر یک از گزینه‌های منتخب در گام پنجم.

گام دهم - در نظرگیری توأم نتایج گام‌های هفتم و هشتم و نهم برای دستیابی به طرح هندسی بهینه.

گام یازدهم - تهیه پروژه، شامل پلان، نیم‌رخ‌های طولی و عرضی، جزئیات، طرح روسازی، تخلیه آب‌های سطحی، برآورد و حجم عملیات و هزینه و گزارش مرحله دوم برای طرح پیشنهادی مورد تأیید کارفرما.

۵-۷-۱- اطلاعات پایه

۵-۷-۱-۱- اطلاعات ترافیکی

اطلاعات ترافیکی، فیزیکی، مشترکاً بیشترین تأثیر را بر نوع، تسامح و خصوصیات هندسی آن دارد. بهترین روش برای جمع‌آوری اطلاعات ترافیکی، استفاده از طرح‌های شماتیک یا قیاسی است که حجم و جهت‌های ترافیکی کلیه حرکت‌ها روی آن مشخص شده است. نمونه‌ای از این طرح‌ها در شکل ۶-۸-۱ نشان داده شده است.

در طرح‌های شماتیک، شایسته است که حجم ترافیک ساعت اوج هر یک از حرکت‌های مستقیم و گردش موجود در تقاطع و همچنین درصد وسایل نقلیه سنگین موجود آن حرکت در خلال همان دوره زمانی (ساعت اوج رفت یا ساعت اوج برگشت)

مختلف همزمان نیست.

اطلاعات ترافیکی را می توان در قالب دو طرح شماتیک مختلف نشان داد که یکی از آنها حجم های ساعتی همزمان انواع حرکت های ترافیکی تقاطع را در ساعت اوج قبل از ظهر و دیگری در ساعت اوج بعد از ظهر مشخص می سازد. چنین اطلاعات ترافیکی برای همه تقاطع های مهم، بویژه تقاطع هایی که دارای حجم قابل توجه حرکت های همگرا، واگرا و بهم یافته (تداخلی) می باشد ضروری است.

علاوه بر اطلاعات مذکور، سهم وسایل نقلیه سنگین از انواع حرکت های ترافیکی نیز در ساعت اوج مزبور، به صورت درصد بیان می شود. شکل ۷-۵۰ نمونه ای از این طرح های شماتیک (قیاسی) را مشخص می سازد.

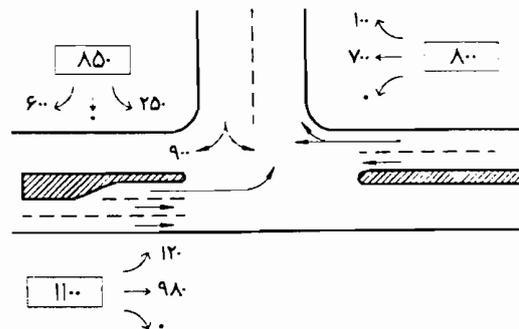
۷-۵-۱-۲ اطلاعات محلی

اطلاعات محلی در مورد خصوصیت های هندسی، کاربری زمین های مجاور و سایر اطلاعات، جمع آوری می شود. در این مرحله براساس اطلاعات مندرج در نقشه ها، بازدیدها و گفتگوهای محلی، اطلاعاتی همچون جنس خاک منطقه، سطح آب های زیرزمینی، دسترسی به تسهیلات زیربنایی و از این قبیل جمع آوری می شود.

۷-۵-۱-۳ ت مربوط به طرح های توسعه

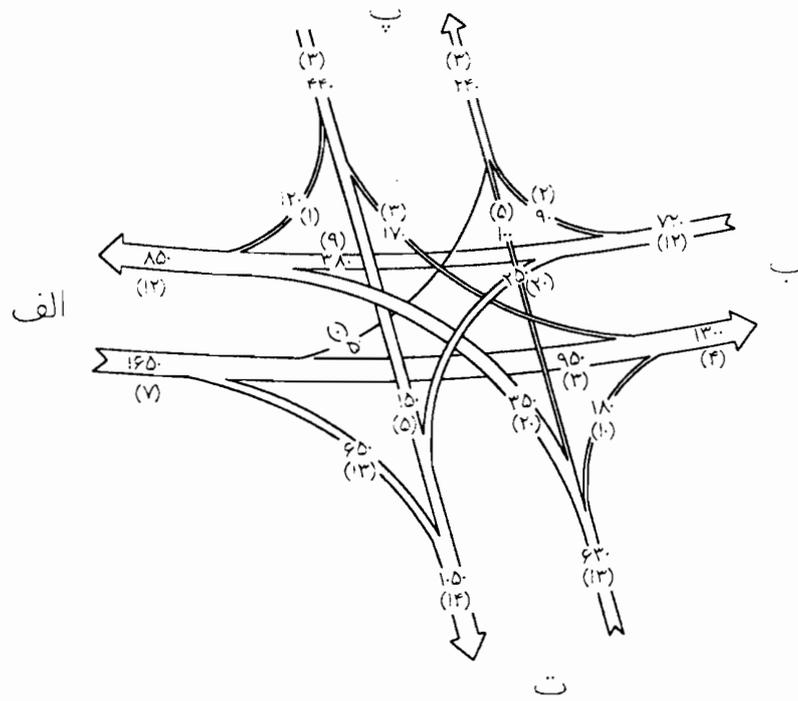
طرح های توسعه آتی منطقه تقاطع، مورد توجه قرار می گیرد و اثر آنها بر طرح تقاطع، ارزیابی می شود. توسعه آتی کاربری های مجاور تقاطع، امکانات حریم و دیگر اصلاحات، مطالعه می شود. این قبیل اطلاعات می تواند بر نوع و گستره تقاطع و ورودی های آن، همچون شیوه های کنترل دسترسی و تسهیلات پارکینگ اثر داشته باشد.

مشخص شود. در تقاطع های کم اهمیت که حجم ترافیک آنها کم است، این گونه اطلاعات تعیین کننده و ضروری نیست.

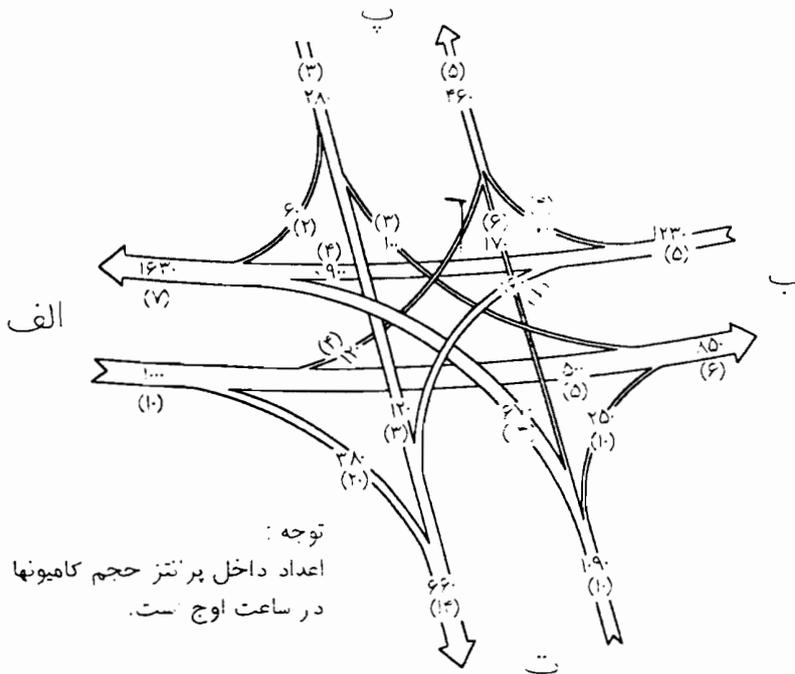


شکل ۷-۴۹ طرح شماتیک یا قیاسی اطلاعات ترافیکی تقاطع

نموداری که حداکثر حجم های ساعتی کلیه حرکات ترافیکی تقاطع را نشان می دهد. تصویری واقعی از وضعیت ترافیک تقاطع به منظور طراحی آن بدست نمی دهد، زیرا چنین نموداری ترکیبی از حداکثر حجم های ساعتی را که شاید در زمان های مختلف اتفاق افتند نشان می دهد. چه بسا ممکن است حجم ساعت اوج یک حرکت قبل از ظهر (از ۶ صبح تا ظهر) و حجم ساعت اوج جهت مقابل آن، بعد از ظهر (از ظهر تا ۱۰ شب) بوقوع پیوندند. بطور کلی در شرایطی که حجم ترافیک، کم یا متوسط است، طراحی تقاطع براساس ترکیب ساعت اوج هر یک از حرکات، اختلافاتی بسیار جزئی با وضعیتی خواهد داشت که طراحی براساس یک ساعت طرح مشخص مانند ساعت اوج قبل یا بعد از ظهر انجام گیرد، این اختلاف، در جهت اطمینان خواهد بود. چنانچه حجم ترافیک، زیاد باشد طراحی براساس حجم ساعت اوج هر حرکت، می تواند اساساً متفاوت از حالت دیگر (طراحی براساس ترافیک ساعت اوج تمام حرکات) باشد. چنانچه حجم ترافیک یک یا چند حرکت گردش سنگین باشد و توزیع نامتعادل جهتی داشته باشد استفاده از روش اول برای طراحی، غیراقتصادی است و با وضعیت غیرواقعی و همراه کننده ای را سبب می شود، زیرا ساعات اوج حرکت های



حجم ترافیک ساعت اول قبل از ظهر (۱۳۷۵)



توجه :
اعداد داخل پرانتز حجم کامیونها
در ساعت اول است.

حجم ترافیک ساعت اول بعد از ظهر (۱۳۷۵)

شکل ۷-۵۰ نمونه نمایشی آمار ترافیک ساعت‌های اول تقاطع

در مورد تقاطع به صورت کروکی یا انگاره کشیده می شود و جنبه های کلی قوت و ضعف هر یک از انگاره ها مورد ارزیابی قرار می گیرد. این طرح ها تنها لبه های روسازی، موقعیت جزیره ها، تعریض های انجام شده در سطح راه و موردهایی از این قبیل را، مانند شکل ۷-۵۱ نشان می دهد.

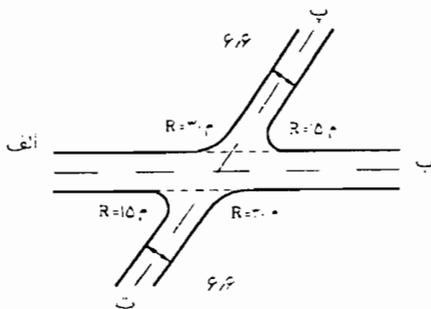
انگاره های مطالعاتی معمولاً با مقیاس های $\frac{1}{500}$ یا $\frac{1}{1000}$ تهیه می شوند.

تمامی این اطلاعات بر روی نقشه موقعیت محل تقاطع، با مقیاس مناسب پیاده می شود و اساس مطالعات طرح های مقدماتی را تشکیل می دهد.

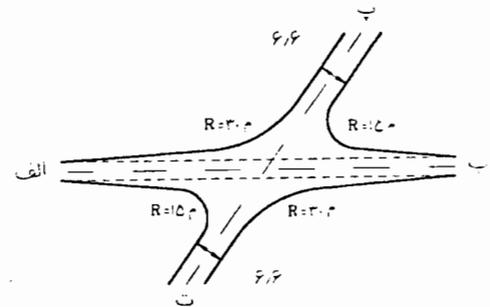
۷-۵-۲ طراحی مقدماتی

۷-۵-۲-۱ آماده سازی انگاره های مطالعاتی

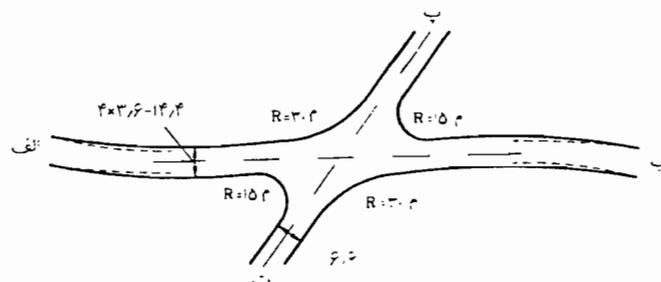
پس از جمع آوری اطلاعات پایه، چند طرح هندسی مقدماتی



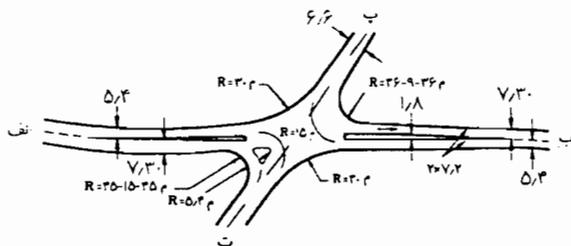
طرح شماره ۲



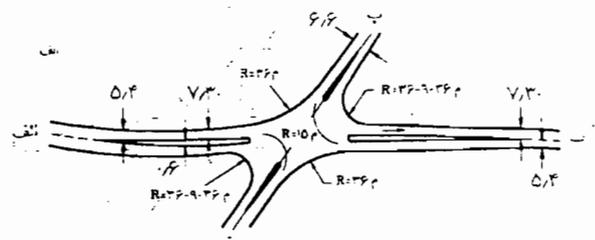
طرح شماره ۱



طرح شماره ۳



طرح شماره ۴



طرح شماره ۵

شکل ۷-۵۱ طرح شماتیک (کروکی) گزینه های مختلف تقاطع

۷-۵-۲-۲ تجزیه و تحلیل انگاره‌های مطالعاتی

پس از آنکه انواع طرح‌های ممکن برای یک تقاطع به شکل انگاره آماده شد، هر یک از آنها تجزیه و تحلیل و خوبی‌ها و بدی‌های نسبی آنها مشخص می‌شود. مقایسه، براساس معیارهایی همچون خصوصیات هندسی، ویژگی‌های عملیاتی، قابلیت پاسخگویی به جریان ترافیک، هزینه‌های احتمالی، سازگاری با محیط اطراف و نوع راه‌های منتهی به تقاطع صورت می‌گیرد. در این مرحله مشخص می‌شود که بعضی از طرح‌های مطالعاتی در مقایسه با دیگران نامناسب است و به این ترتیب این گزینه‌ها از لیست نامزدها حذف می‌شود. در بیشتر موردها، دو یا چند گزینه برتر در این مرحله به منظور بررسی جزئیات بیشتر و انتخاب نهایی معرفی می‌شود.

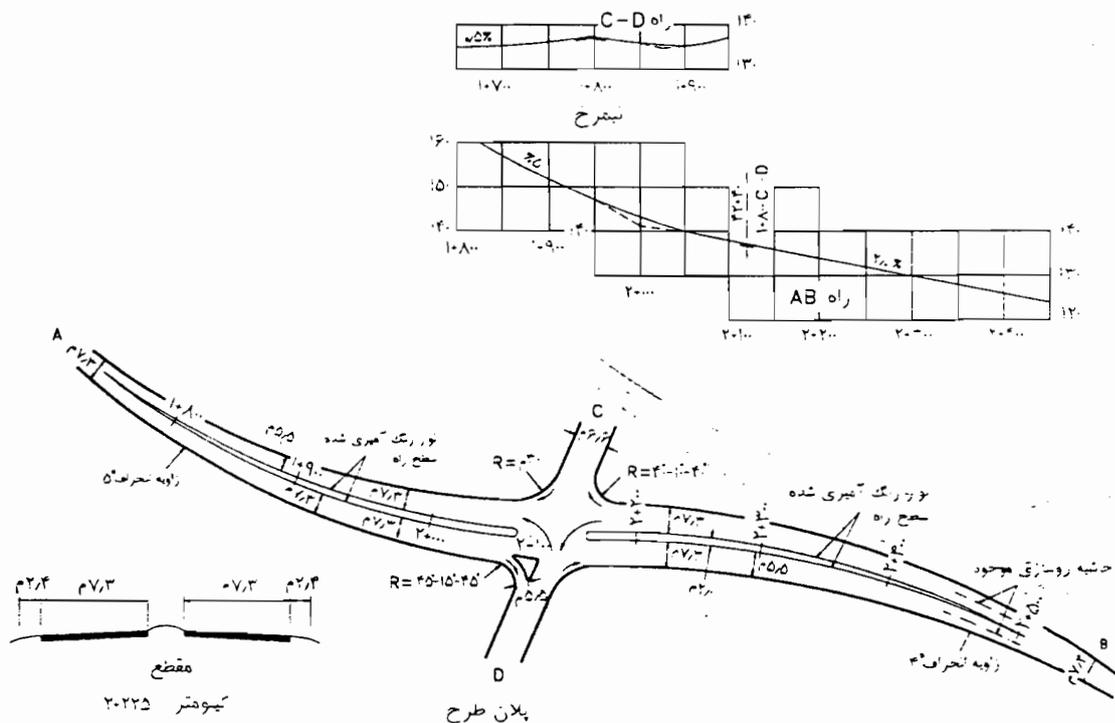
۷-۵-۲-۳ آماده‌سازی طرح‌های مقدماتی

در این گام، جزئیات بیشتری از طرح‌های مقدماتی در نظر گرفته می‌شود و برای تقاطع مورد توجه قرار می‌گیرد. تعیین نیمرخ طرح‌های مورد بررسی، شعاع قوس‌های گوشه تقاطع، جزیره‌های ترافیکی و شکل دماغه آنها از جمله این اطلاعات است. در شکل ۷-۵۲ نمونه‌ای از این گونه طرح‌ها آمده است.

۷-۵-۳ تعیین طرح پیشنهادی

۷-۵-۳-۱ ارزیابی خصوصیات هندسی و عملیاتی

خصوصیاتی که معمولاً ارزیابی می‌شود عبارت است از: سازگاری با محیط، امکان‌پذیری (قابلیت اجرا از نظر فنی و اقتصادی)، جنبه‌های طراحی، ظرفیت و ویژگی‌های عملیاتی، حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت و امکان ساخت مرحله‌ای.



شکل ۷-۵۲ جزئیات گزینه‌های مختلف تقاطع

سازگاری با محیط

طرح‌هایی که انطباق بیشتری با پستی و بلندی و شرایط حاکم بر محل دارد بر سایر طرح‌ها برتری خواهد داشت و برعکس طرح‌هایی که مستلزم عملیات خاکی وسیع یا عملیات تخلیه آب‌های سطحی دشواری است از برتری کمتری برخوردار است. منظر آرایی نیز از دیگر ویژگی‌هایی است که در تعیین طرح پیشنهادی مؤثر است. نوع راه‌های منتهی به تقاطع و سطح خدمت مورد انتظار از آنها نیز از جمله عوامل مؤثر در انتخاب طرح نهایی خواهد بود. مثلاً در تقاطع دوره فرعی، جریان‌بندی ترافیک از اهمیت بمراتب کمتری نسبت به تقاطع دو راه اصلی برخوردار است.

امکان‌پذیری

جنبه‌های فنی طرح هندسی بهتر است توأم با اثرات اجتماعی آن مورد توجه قرارگیرد. انجام بعضی طرح‌های هندسی و تخریب احتمالی ساختمان‌ها عواقب نامتناسب اجتماعی و هزینه‌های غیرقابل قبول تولید می‌کند که بهتر است از انجام آنها پرهیز شود.

جنبه‌های طراحی

جنبه‌های طراحی همچون تعیین نیمرخ‌های طولی و عرضی، فاصله دید، پهنای روسازی، خط‌های کمکی، بریلندی و جزیره ترافیکی، در مورد انواع طرح‌های منتخب باید مقایسه شود. چنانچه دو یا چند طرح از نظر جنبه‌های دیگر وضعیت یکسان داشتند طرحی که خصوصیات هندسی مناسب‌تری دارد برتری خواهد داشت.

ظرفیت و ویژگی‌های عملیاتی

تجزیه و تحلیل ظرفیت نیز می‌تواند در انتخاب طرح نهایی مؤثر باشد. نسبت $\frac{\text{حجم ترافیک}}{\text{ظرفیت}}$ هر یک از طرح‌های رقیب نیز از دیگر پارامترهای مؤثر در انتخاب است.

حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت

این ویژگی عمدتاً در اصلاح طرح‌های هندسی مطرح است. چگونگی پاسخگویی به جریان ترافیک در خلال مدت زمانی که عملیات اصلاح طرح هندسی انجام می‌شود می‌تواند مؤید یک یا چند طرح پیشنهادی باشد و یا برعکس سبب حذف بعضی از طرح‌های دیگر شود. اگرچه در طرح تقاطع راه‌ها، حجم ترافیک و نوسانات آن، تراکم تقاطع‌های شهری را ندارد، اما به واسطه منحصربه‌فرد بودن مسیرهای دسترسی در تقاطع راه‌ها و عدم وجود مسیرهای موازی دسترسی، این ویژگی از اهمیت خاصی برخوردار است.

امکان ساخت مرحله‌ای

در بعضی از حالات، تنها بخشی از نیازمندی‌های نهایی پیش‌بینی شده برای تقاطع در ابتدای امر در نظر گرفته شده و تمهیدات اضافی، به صورت مرحله‌ای متناسب با افزایش ترافیک اجرا می‌شود. طرح‌هایی که امکان ایجاد چنین حالتی را بوجود می‌آورد این مزیت را دارد که با سرمایه‌گذاری محدود در ابتدای کار قابل انجام است.

۷-۵-۳-۲ محاسبه هزینه‌های بهسازی و عملیاتی

هزینه‌های تخمینی هر یک از طرح‌های مقدماتی که برآورد می‌شود. عبارت است از: هزینه‌های تملک زمین، پاکسازی محل، شیب‌بندی، روسازی، تخلیه آب‌های سطحی، ساخت و ساز و تأمین تسهیلات، کنترل و نصب علائم و خط‌کشی و در صورت امکان تأمین روشنایی و برق و پاسخگویی به جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت، همچنین هزینه‌های سالیانه نگهداری و کنترل ترافیک.

۳-۳-۵-۷ محاسبه هزینه‌های استفاده‌کنندگان

به منظور تکمیل تجزیه و تحلیل مقدماتی طرح‌های منتخب، مجموع هزینه‌های استفاده‌کنندگان برای هر یک از آنها محاسبه می‌شود. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های سوخت و نگهداری و استهلاک ناشی از بهره‌برداری وسیله نقلیه (با توجه به تأخیرها و طول مسیرها) است و شامل ارزش وقت سرنشینان نمی‌شود، مگر اینکه به علت تأخیر، به سرنشینان حقوقی تعلق گیرد مانند ساعت کار کارکنان کامیون یا اتوبوس (راننده و کمک راننده).

۴-۵-۷ طراحی نهایی گزینه بهینه

با توجه به آنکه طرح‌های مقدماتی و نیم‌رخ‌های آن، بیشتر زمان‌ها، عمدتاً به صورت تقریبی تهیه می‌شود و جزئیات دقیق اجرایی در آنها مشخص نیست، به این دلیل به منظور اجرای طرح گزینه منتخب بهینه، لازم است جزئیات هندسی آن محاسبه و روی نقشه‌هایی به تعداد کافی، اجزای هندسی طرح با مقیاس‌های مناسب نمایش داده شود. این بخش از مطالعات که مطالعات مرحله دوم یا تهیه پروژه اجرایی نامیده می‌شود، شامل کلیه نقشه‌های اجرایی و محاسبات طرح روسازی و جزئیات و مشخصات فنی خصوصی و برآورد حجم و هزینه عملیات و گزارش مربوطه است.

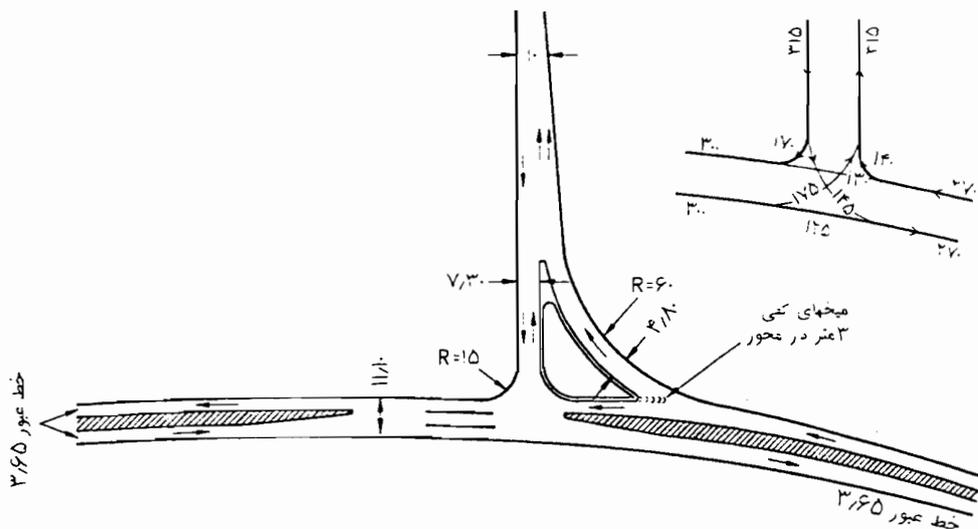
۴-۳-۵-۷ تجزیه و تحلیل همزمان، به منظور انتخاب

طرح نهایی

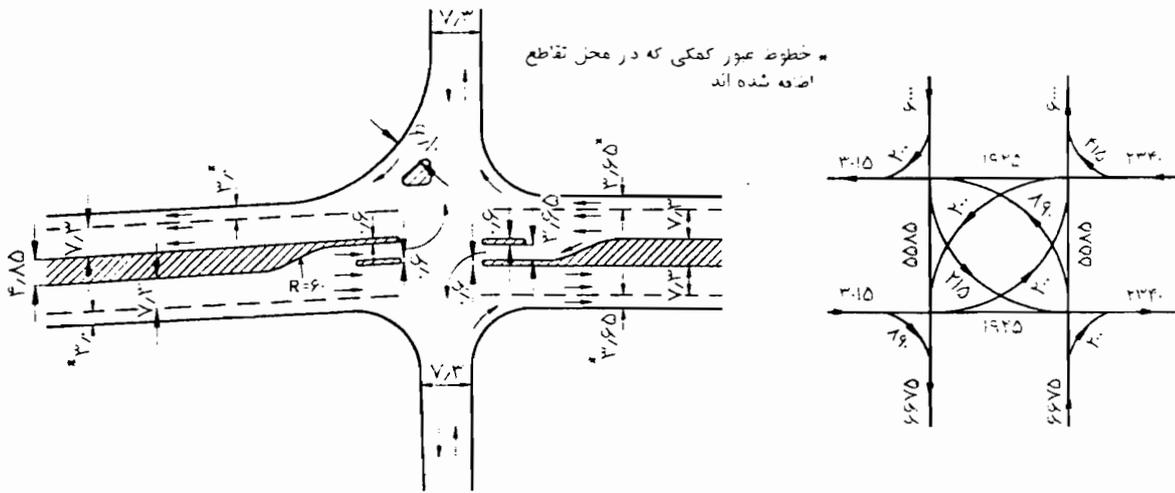
بر اساس نتایج بدست آمده از گام‌های قبل و در نظرگیری توأم آنها می‌توان طرح‌های مقدماتی مورد بررسی را به ترتیب برتری مشخص نمود. سپس طراح بر اساس وزن (اهمیت) تخصیص داده شده به هر یک از موردها و با توجه به دید مهندسی، طرح بهینه را به کارفرما پیشنهاد می‌کند.

۶-۷ طرح‌های نمونه

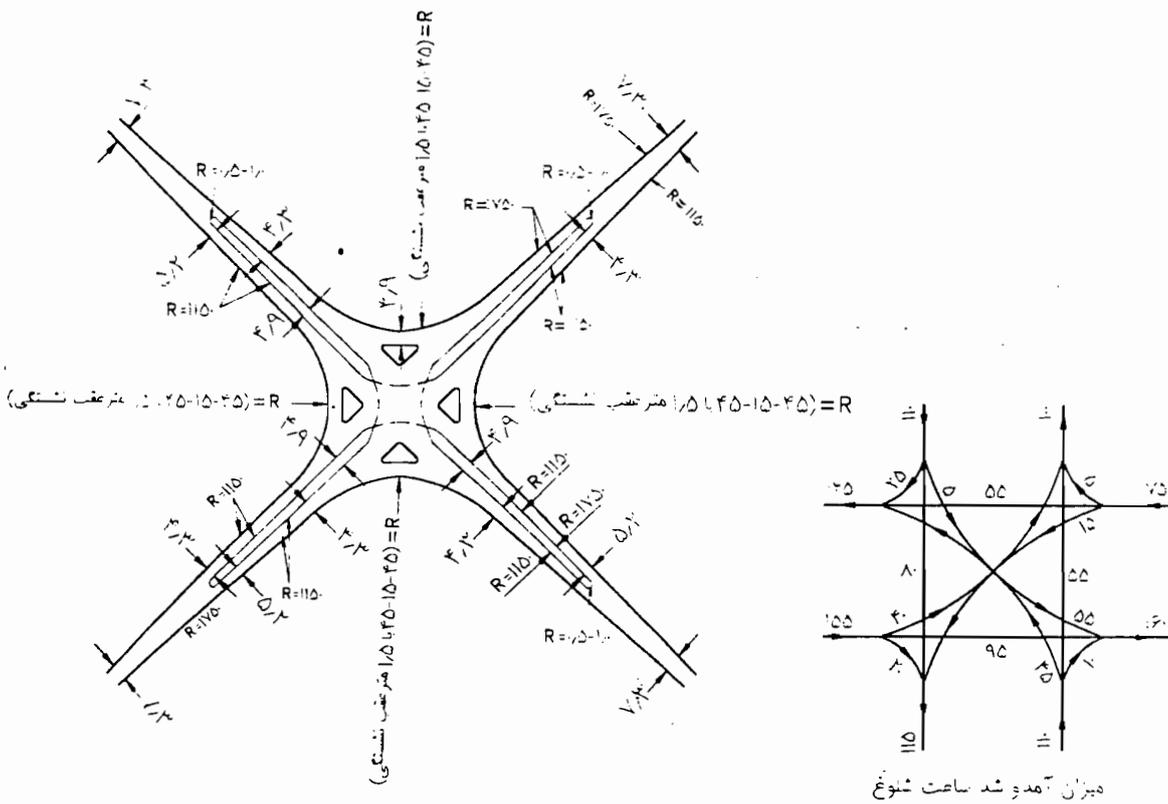
در پایان این بخش به لحاظ آشنایی هرچه بیشتر با انواع تقاطع‌ها و پارامترهای مؤثر در طراحی آنها، تعدادی طرح انتخاب شده است که می‌تواند راهنمای خوبی برای طراحی باشد.



شکل ۷-۵۳ طرح‌های نمونه تقاطع



ت- چهارراه با جزیره‌های ترافیکی و خط کمکی



ت- چهارراه با جزیره‌های ترافیکی ولی بدون خط کمکی (تعریض شده)

ادامه شکل ۵۳-۷ طرح‌های نمونه تقاطع

فصل هشتم - تبادل‌ها

۱-۸ کلیات

۱-۱-۸ هدف

تحرک بوده و به همین منظور دسترسی به آن کنترل شده است لذا کلیه تقاطع‌های آزادراه‌ها باید به صورت غیرهمسطح (تبادل) طراحی شود.

تبادل به منظور کاهش یا حذف برخوردهای ترافیکی، ارتقای ایمنی، کاهش تأخیر و افزایش ظرفیت ترافیکی ایجاد می‌شود. با ایجاد تبادل، احتمال برخورد میان جریان‌های متقاطع در محل تقاطع منتفی می‌شود. احتمال برخورد حرکت‌های گردشی نیز بسته به نوع طراحی تبادل، یا به حداقل می‌رسد و یا به طور کلی از بین می‌رود.

۱-۱-۲-۲-۸ اصلاح گلوگاه‌ها

کمبود ظرفیت تقاطع در جاده‌های پرتراکم، باعث تراکم بیش از حد در یک یا چند شاخه تقاطع می‌شود. عدم توانایی در تأمین ظرفیت لازم با توسعه و یا اصلاح تقاطع همسطح، دلیلی برای تبدیل تقاطع به یک تبادل است.

۱-۱-۲-۱-۸ توجیه اقتصادی - اجتماعی

یک تبادل اگرچه جایگزین بسیار مناسبی برای تقاطع، به منظور حل مشکلات موجود در آن است اما به دلیل بالای بودن هزینه، استفاده از آن محدود به مواقعی خواهد بود که صرف هزینه برای آن، توجیه اقتصادی - اجتماعی داشته باشد. به دلیل تنوع گسترده شرایط مکانی، حجم ترافیک، درجه راه‌ها و طرح‌های مختلف تبادل، دلیل‌های توجیه‌کننده انتخاب نوع و زمان ایجاد تبادل متفاوت است. عامل‌های مهم به منظور تصمیم‌گیری در مورد انتخاب نوع و زمان ساخت تبادل عبارت است از:

۱-۱-۲-۱-۳-۸ حذف یا کاهش حوادث خطرناک

چنانچه تعداد حوادث خطرناک در تقاطع به گونه غیرمتعارفی بالا باشد و در صورت فقدان روش‌های کم هزینه‌تر برای رفع خطر، گزینه تبادل به جای تقاطع، به عنوان یک راه‌حل، قابل بررسی است.

تقاطع‌های حادثه‌ساز، غالباً در محل اتصال راه‌های پرتراکم در نزدیک شهرها و یا تقاطع دو راه پرتراکم قرار دارد. در این نواحی عموماً هزینه ساخت و ساز و تملک حریم راه برای ساخت و بهره‌برداری از تبادل، در مقایسه با خسارت‌های ناشی از تصادف‌ها و تأخیرها، توجیه‌پذیر است.

۱-۱-۲-۱-۴-۸ افزایش تحرک و کاهش تأخیر

تبادل، موجب افزایش قابلیت تحرک و کاهش تأخیر می‌شود. تفکیک ترافیک به روش اختلاف سطح، جریان مداوم و روان ترافیک در مسیرهای اصلی را به وجود می‌آورد و تأخیرهای ناشی از ضرورت توقف در محل تقاطع را منتفی می‌کند.

۱-۱-۲-۱-۴-۴-۸ وضعیت منطقه تقاطع

پستی و بلندی اراضی، وجود رودخانه یا راه‌آهن در نزدیکی تقاطع، در انتخاب نوع تبادل مؤثر است.

۱-۱-۲-۱-۴-۵-۸ هزینه استفاده‌کنندگان

هزینه‌های ناشی از تأخیر در تقاطع‌های پرتراکم برای استفاده‌کنندگان آن معمولاً بسیار بالاست. چنین هزینه‌هایی

که هدف از طرح آزادراه‌ها دستیابی به بالاترین حد

عبور کمکی رابط های مجزا یا راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده برای بهبود وضعیت ترافیک (از نظر ظرفیت و ایمنی) استفاده کرد.

۸-۲ انواع تبادل

تبادل انواع متعددی دارد که انتخاب هریک از آنها و نحوه طراحی‌شان تابع عامل‌های زیر است.

- سرعت طرح
- حجم ترافیک کلیه حرکات به تفکیک
- ترکیب ترافیک
- تعداد شاخه‌های تبادل و حرکت‌های گردش ضروری
- نحوه قرارگیری مسیرها نسبت به هم (زاویه، پیچ و ارتفاع)
- طبقه‌بندی منطقه
- درجه‌بندی و چگونگی کنترل مسیر
- هزینه تملک زمین، ساخت و بهره‌برداری
- مجاورت با تبادل‌های دیگر
- مسائل زیست محیطی

اگرچه هر تبادل به صورت مجزا و بر اساس شرایط خاص خود طرح می‌شود اما مطلوب آن است که تبادل‌های موجود در طول یک راه، یکنواخت و مشابه هم باشد تا رانندگان به طرح کلی تبادل و محل نقاط خروجی آن عادت کنند.

به عنوان مثال: اگر کلیه رابط‌های گردش به چپ تبادل، از نوع گردراه باشد، رانندگان تا رسیدن به محل پل، خود را برای خروج از مسیر آماده نمی‌کنند. ولی چنانچه تبادل به صورت لوزی طراحی شده باشد (کلیه گردش‌ها قبل از پل از مسیر خارج می‌شود) این اختلاف نوع تبادل می‌تواند سبب اشتباه راننده و افزایش احتمال تصادف گردد.

در شرایط خاص که به علت محدودیت‌های مالی و یا

شامل هزینه‌های سوخت، روغن، تعمیرها و ارزش وقت (کسانی که بابت تأخیر، حقوق دریافت می‌کنند مانند رانندگان و کمبک رانندگان وسایل نقلیه تجاری) است.

در تبادل‌ها اگرچه معمولاً مسافت بیشتری نسبت به تقاطع‌های نظیر طی می‌شود اما هزینه طی این مسافت اضافی بسیار کمتر از هزینه‌ای است که در تأخیر ناشی از توقف صرف می‌شود. نسبت منافع بیست سالهٔ احداث تبادل (کاهش هزینه استفاده‌کنندگان و تبدیل به سال واحد) بر هزینه سرمایه‌گذاری توسعهٔ آن (برحسب ارزش تبدیل شده به سال واحد) شاخص خوبی برای تعیین اقتصادی بودن تبادل است. مقایسه این نسبت برای گزینه‌های طراحی، عامل مهمی در تعیین نوع و میزان اصلاحات آن است.

۸-۱-۲-۶ حجم ترافیک

افزایش حجم ترافیک و بالارفتن زمان متوسط تأخیر در تقاطع‌های همسطح، محسوس‌ترین دلیل برای احداث تبادل‌هاست.

۸-۱-۲-۷ تقاطع با راه آهن

تلاقی آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی با راه آهن باید با استفاده از روگذر یا زیرگذر باشد.

در مورد تقاطع راه‌های فرعی با راه آهن، باید امکان دید و کنترل ترافیک راه فرعی هنگام عبور قطار تأمین شود.

۸-۱-۳ فاصله بین تبادل‌ها

فاصله دو تبادل متوالی در راه‌ها غالباً بیشتر از ۲ کیلومتر است. چنانچه در حالت‌های خاص، استفاده از دو تبادل با فاصله کمتر از مقدار یادشده اجتناب ناپذیر باشد، می‌توان از خط‌های

گردش به چپ c-b در مقایسه با b-a قابل توجه باشد در آن صورت طرح «الف» و در حالت عکس طرح «ب» برتری دارد. بدیهی است حرکتی که حالت «غالب» دارد بهتر است ارتباط سریع تری داشته باشد و مسیر اضافی کمتری را طی کند.

در شرایطی که به دلیل محدودیت حریم راه، استفاده از پیچ‌های تند برای رابط گردراه اجتناب‌ناپذیر باشد، تأمین لچکی‌های لازم و تعریض مسیر در فاصله مناسبی قبل از رسیدن به محل گردش، مؤثر و مفید است.

حالت پ شکل ۸-۱ در مقایسه با دو حالت دیگر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا این حالت سبب ایجاد ترافیک بهم‌بافته در حد فاصل خروجی و ورودی رابط‌های گردراه می‌شود. استفاده از یک مسیر جمع‌کننده - توزیع‌کننده تا حدودی از این مشکل می‌کاهد.

حالت پ بیشتر برای شرایطی مناسب است که امکان تبدیل سه راه به چهارراه در آینده وجود داشته و حجم گردش به چپ قابل توجهی پیش‌بینی شده باشد.

شکل ۸-۲ طرح‌های متداول تبادل‌های سه راهی جهتی و یا نیمه جهتی قیفی و سپری را نشان می‌دهد. در کلیه حالت‌های نشان داده شده در این شکل با تعبیه سطوح چندگانه حرکت، نیاز به گردراه‌ها حذف شده است. این نوع طرح هزینه‌ای به مراتب بیشتر از طرح‌های نشان داده شده در شکل ۸-۱ دارد و بهتر است در مواقعی استفاده شود که کلیه حرکت‌های ترافیکی، حجم زیادی داشته باشد.

حالت الف شکل ۸-۲ دارای خصوصیات زیر است.
- کلیه حرکت‌ها «جهتی» است. (گردش‌های به راست از طرف راست مسیر اولیه خارج و از طرف راست وارد مسیر متلافی می‌شود و گردش‌های به چپ از طرف چپ مسیر اولیه خارج و از طرف چپ مسیر متلافی وارد مسیر می‌شود).

وضعیت زمین از نظر پستی و بلندی به ناچار از رابط‌های دارای طرح ناهماهنگ استفاده شود، علامت‌گذاری‌های لازم به منظور آگاه کردن رانندگان در فاصله مناسبی قبل از تبادل ضرورت دارد. تبادل‌ها از نقطه نظر تعداد راه‌های منتهی به آنها به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود.

- تبادل‌های سه راه

- تبادل‌های چهارراه

۸-۲-۱ تبادل‌های سه راه

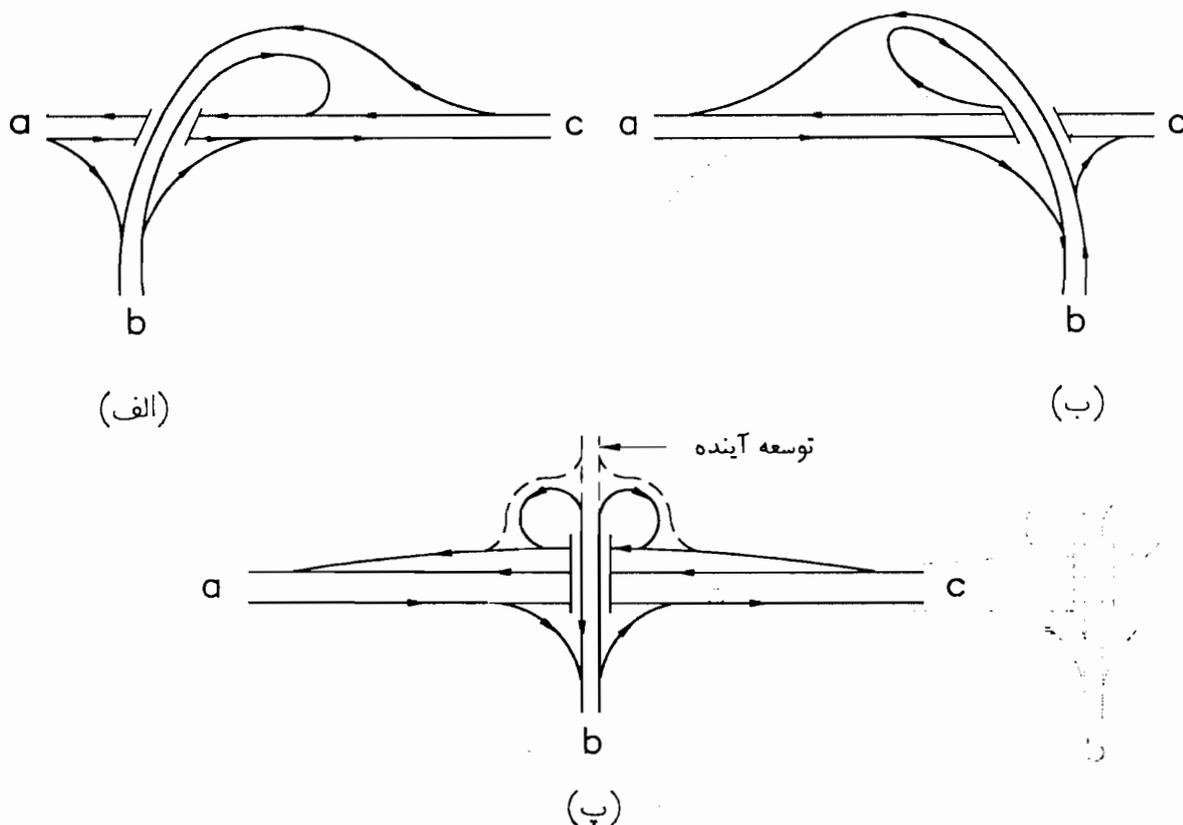
تبادل سه راه که محل تقسیم و توزیع جریان‌های ترافیک سه شاخه منتهی به آن است، می‌تواند شامل یک یا چند رابط جداکننده حرکت‌های ترافیکی باشد. با توجه به هزینه گزاف عملیات خاکی لازم برای ایجاد رابط‌ها و یا احداث پل، ترجیح داده می‌شود که چنانچه حجم ترافیک اجازه دهد از رابط با طول کمتر و یا تعداد پل کمتری برای ایجاد تبادل استفاده شود. چنانچه محدودیت‌های مالی در انجام پروژه وجود نداشته و یا سابقه تصادف‌های محل تبادل نشانگر تصادف‌خیز بودن آن باشد، طرحی که حداکثر روانی جریان ترافیک و حداقل میزان برخورد را به وجود آورد، مورد توجه قرار می‌گیرد.

تبادل سه راه، براساس زاویه مسیرهای منتهی به آن به دو دسته: تبادل قیفی «Y» و تبادل سپری «T» تقسیم می‌شود. در تبادل نوع قیفی، زاویه تبادل حاده (تند) است در صورتی که در تبادل سپری، زاویه تبادل، قائم یا نزدیک به آن می‌باشد.

در شکل ۸-۱-الگوهای متداول تبادل‌های سه راهی نشان داده شده است.

حالت‌های الف و ب در این شکل، موسوم به طرح «شیپوری» است. میزان نسبی حجم ترافیک گردش به چپ، تعیین‌کننده انتخاب یکی از دو حالت فوق است. چنانچه حجم

- ترافیک بهم‌یافته ندارد.
- برای اتصال دو آزادراه مناسب است.
- بعضی از حرکت‌های تبادل یا همه آنها نیازمند حداقل دو خط عبور است.
- کلیه خروجی‌ها به صورت انشعاب‌های تدریجی دوراهی و کلیه ورودی‌ها به صورت اتصال تدریجی دو مسیر است.
- حالت ب نیز در واقع همان حالت الف است با این تفاوت که سازه‌های جداگانه تبادل (پل‌ها) همگی در یک محل متمرکز شده و سطح سه طبقه‌ای را تشکیل داده است.
- از نظر عملکردی، حالت الف نسبت به حالت ب ارجحیت دارد زیرا در حالت ب، حرکت c-b به صورت ملایم صورت نمی‌گیرد و انحنای تندتری دارد ولی از نظر هزینه، اجرای حالت ب مستلزم هزینه کمتری است.
- حالت پ در شرایطی توصیه می‌شود که لازم باشد جریان ترافیک مستقیم یک آزادراه، با حداقل انحراف هدایت شود، در حالی که مسیر فرعی نیز ترافیک قابل توجهی دارد. چنین حالتی مستلزم استفاده از چندسازه برای جداسازی حرکت‌های مختلف است.



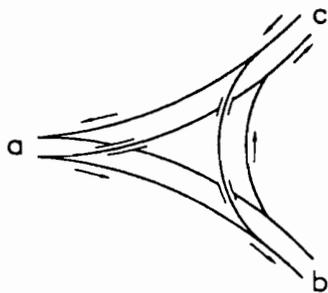
شکل ۸-۱ الگوهای متداول تبادل سه راهی

ترافیک نیاز است. ایجاد اختلاف سطح لازم در فاصله کافی قبل از رسیدن به محل تبادل برای مسیرهای گردش، از نیازمندی های این طرح است.

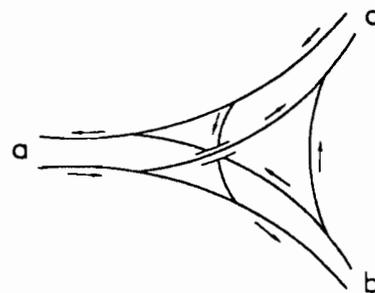
حالت ج نیز شکل تغییر یافته حالت ث است، که گردش ملایم تری را برای حرکت های گردش فراهم می سازد، اما کارایی آن، تا حد زیادی وابسته به تأمین طول کافی برای ترافیک بهم بافته است.

در حالت ت وضعیت حالت پ به گونه ای تغییر یافته است که رابط های گردش به چپ و جریان ترافیک مستقیم مسیر، همگی در یک نقطه، ولی در سطوح مختلف، از هم عبور کنند. در چنین شرایطی، یک سطح سه طبقه ترافیکی جایگزین سه سازه مختلف مجزای حالت قبل می شود.

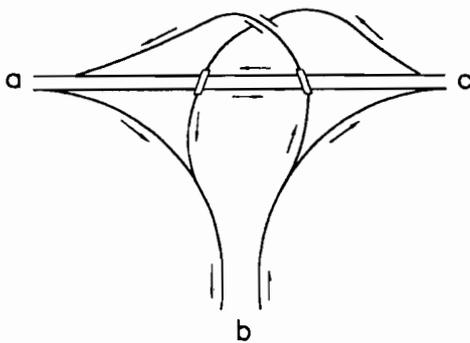
حالت ث نیز وضعیت نسبتاً مشابهی با دو حالت قبل دارد، با این تفاوت که در این حالت به دو سازه دو طبقه برای جداسازی



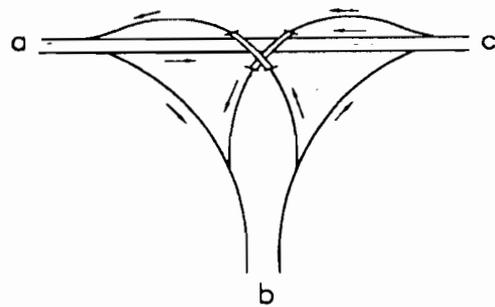
-الف-



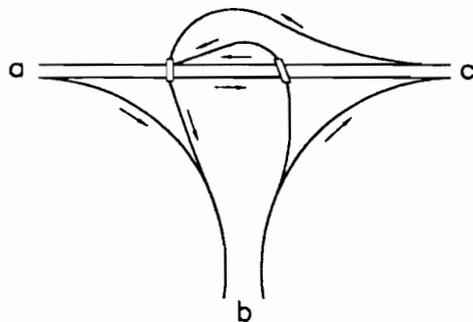
-ب-



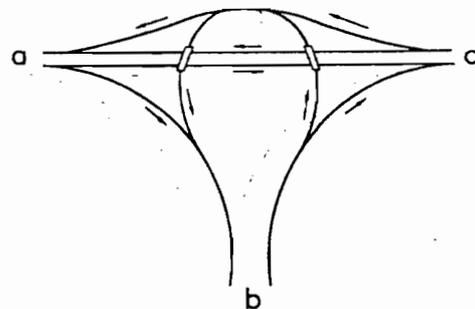
-پ-



-ت-



-ث-



-ج-

شکل ۸-۲ طرح های متداول تبادل های سه راهی با سطوح حرکت چندگانه

با جاده‌های اصلی دو خطه دوطرفه، که حجم ترافیک گردش نسبت به حجم ترافیک عبور مستقیم، کم است و درصد وسایل نقلیه سنگین نیز قابل توجه نیست، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت معمولاً حفظ محیط طبیعی بر ایجاد رابط‌های اضافی برای سهولت حرکت ترافیک ارجحیت دارد.

نحوه هدایت ترافیک گردش به چپ و راست در این حالت حایز اهمیت است و می‌توان با نصب علائم کافی در محل، وضعیت مناسبی برای آن بوجود آورد. شکل ۸-۳ نمونه‌ای از طرح تبادل با رابط یگانه را نشان می‌دهد.

تبادل‌های با رابط یگانه، گاهی اوقات به عنوان گام نخست از ساخت مرحله‌ای یک تبادل با رابط‌های چندگانه نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. در چنین حالتی، طرح مرحله‌ای اجرای رابط‌ها، براساس طراحی نهایی مورد نظر برای آنها صورت می‌گیرد تا از صرف هزینه‌های مجدد اجتناب شود. نمونه‌ای از طرح تبادل‌های چهارراه با ساخت مرحله‌ای، در شکل ۸-۴ نشان داده شده است.

۸-۲-۲-۲ تبادل‌های لوزوی

این نوع تبادل، ساده‌ترین و شاید معمول‌ترین نوع تبادل‌ها را تشکیل می‌دهد. تبادل لوزوی کامل، متشکل از چهار رابط یک طرفه، در چهار گوشه خود می‌باشد. در این نوع تبادل، گردش به راست‌ها، به راحتی هدایت می‌شود. گردش به چپ‌ها می‌تواند سبب بروز مشکل برای جریان مستقیم ترافیک شود. مزایای این سیستم در مقایسه با تبادل نیمه شبدری عبارت است از:

- ورود و خروج تمامی جریان‌های ترافیک مسیر اصلی با سرعت‌های نسبتاً بالا می‌تواند صورت گیرد.
- حرکت‌های گردش به چپ، مسیر اضافی کمتری را طی می‌کنند (با تقاطع همسطح در روی راه تلافی کننده).

طرح تبادل‌های سه راهی منحصر به حالت‌های فوق نیست. در هر مورد متناسب با شرایط حجم ترافیک جهات مختلف، محدودیت‌های حریم راه و هزینه در نظر گرفته شده برای ساخت تبادل، می‌توان ترکیبی از حالت‌های مختلف را بررسی و بهترین گزینه را انتخاب کرد.

۸-۲-۲ تبادل‌های چهارراه

تبادل‌های چهارراه، محل توزیع و هدایت جریان‌های ترافیک موجود در چهار شاخه منتهی به تبادل در ۲ یا چند سطح مختلف می‌باشند. تبادل‌های چهارراه را به پنج گروه زیر می‌توان تفکیک کرد.

۱- تبادل با رابط یگانه

۲- تبادل لوزوی (لوزوی معمولی و لوزوی سه طبقه)

۳- تبادل شبدری

۴- تبادل نیمه شبدری

۵- تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی (ارتباطات مستقیم و نیمه مستقیم)

۶- سایر انواع تبادل

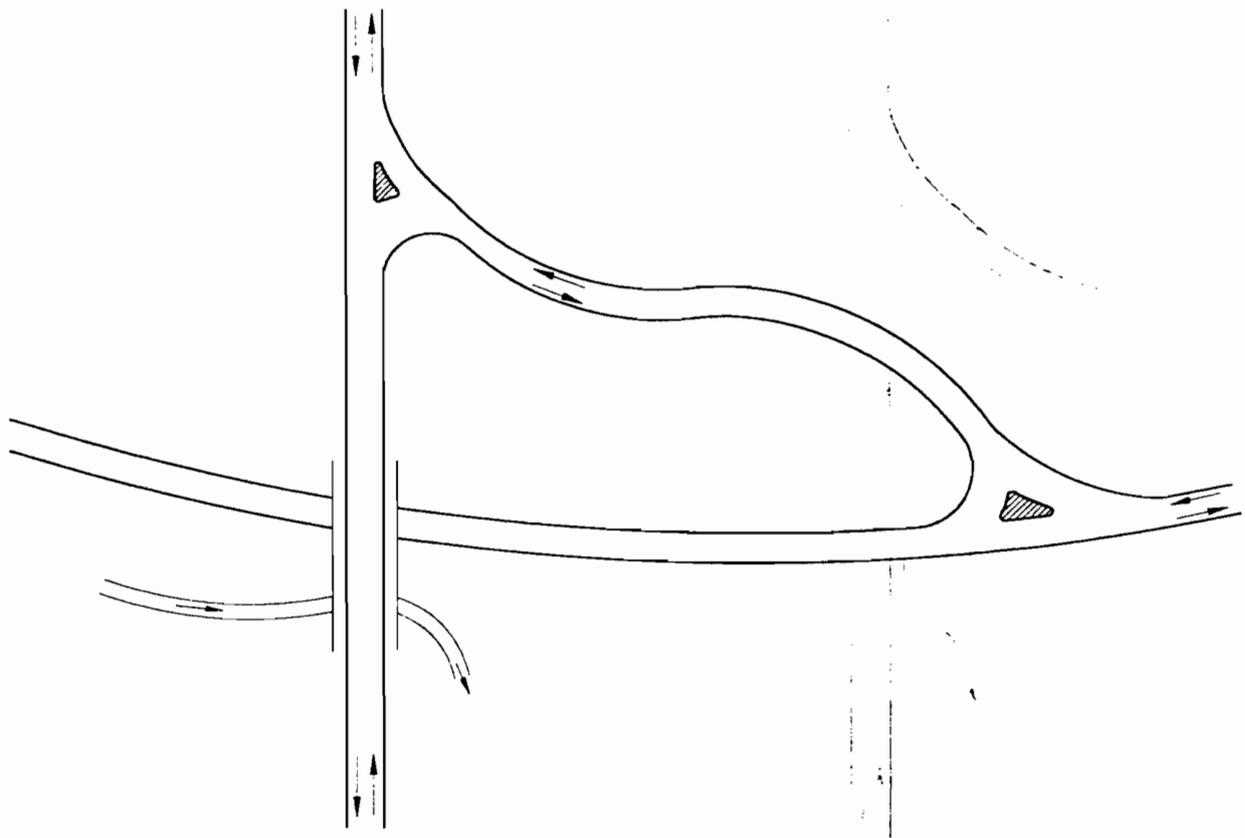
۸-۲-۲-۱ تبادل با رابط یگانه

این نوع تبادل، در محل تقاطع دو راه با حجم ترافیک کم که انتظار نمی‌رود در آینده نزدیک نیز افزایش یابد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت یک رابط دوطرفه با شرایط طرح حداقل به منظور پاسخ‌گویی به نیازهای حرکت‌های گردش کفایت می‌کند. در این تبادل کلیه گردش‌ها به صورت تقاطع همسطح ولی عبورهای مستقیم در دو سطح مختلف صورت می‌گیرد.

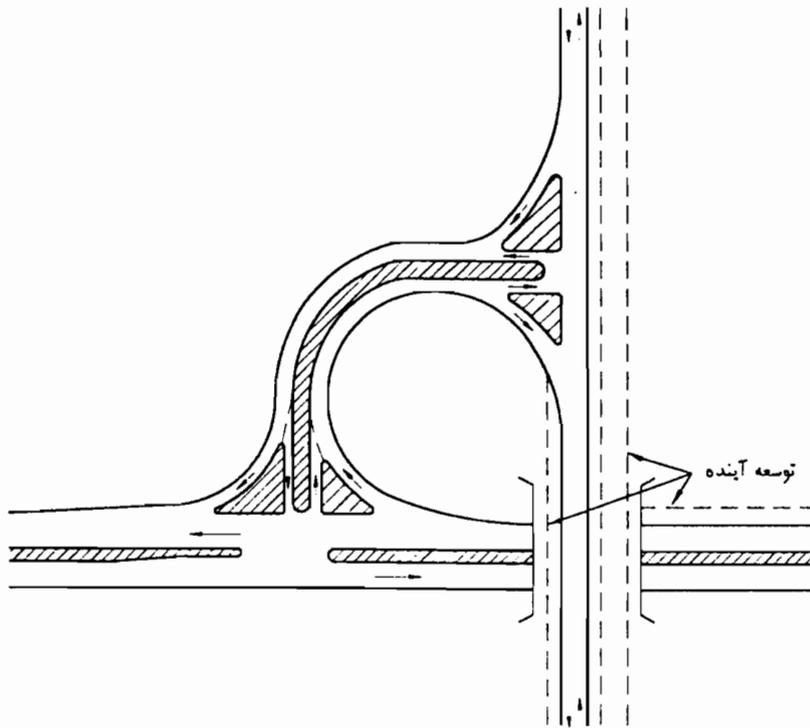
این طرح، بیشتر در محل تقاطع راه‌های تفریحی خوش منظر

نوع قابل عبور، رنگ شده و قابل تشخیص است، تا هدایت لازم را انجام دهد و سبب بروز برخوردهای خطرناک نشود. با افزایش حجم ترافیک مسیر کم‌اهمیت‌تر، امکان دارد تعریض رابط‌ها و مسیر فرعی در حوالی تبادل و حتی احتمال استفاده از سیستم چراغ راهنمایی به منظور کنترل حرکات گردش اجتناب ناپذیر باشد. انواع مختلف تبادل‌های لوزوی در شکل‌های ۵-۸ تا ۷-۸ نشان داده شده است.

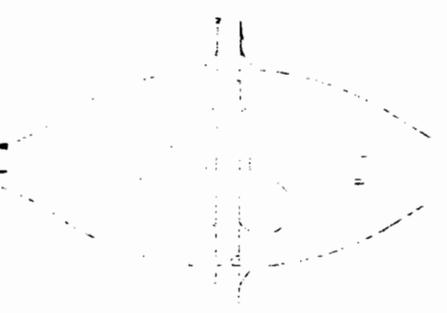
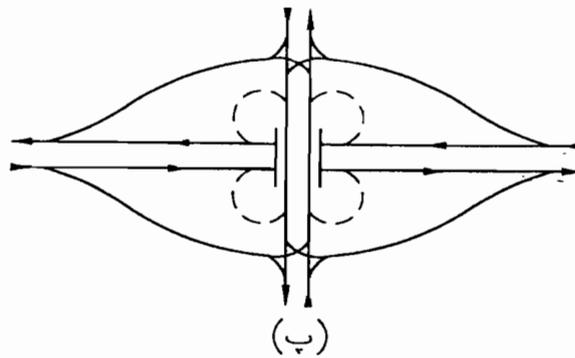
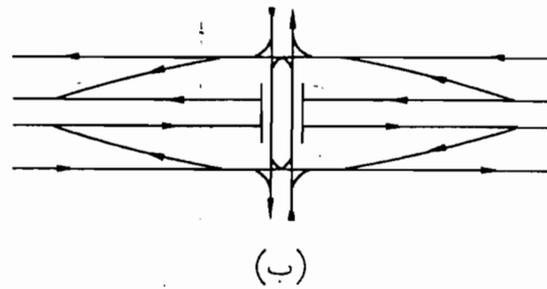
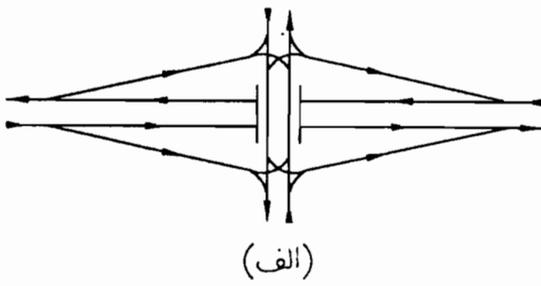
- به حریم کمتری نیاز دارد. استفاده از این تبادل در تقاطع‌هایی که تقاطع همسطح برای گردش‌های ضروری به چپ در یکی از دو مسیر ممکن باشد، توصیه می‌شود. در طرح این تبادل‌ها، بخشی از مسیر رابط‌ها یک طرفه است، لذا برای جلوگیری از اشتباه، علامت‌گذاری‌های لازم برای هدایت رانندگان به مسیر مناسب، قبل از رسیدن آنها به محل انشعاب صورت می‌گیرد. از جریان‌بندی ترافیک نیز برای جلوگیری از اشتباه می‌توان استفاده کرد. جدول‌های جریان‌بندی، ترجیحاً از



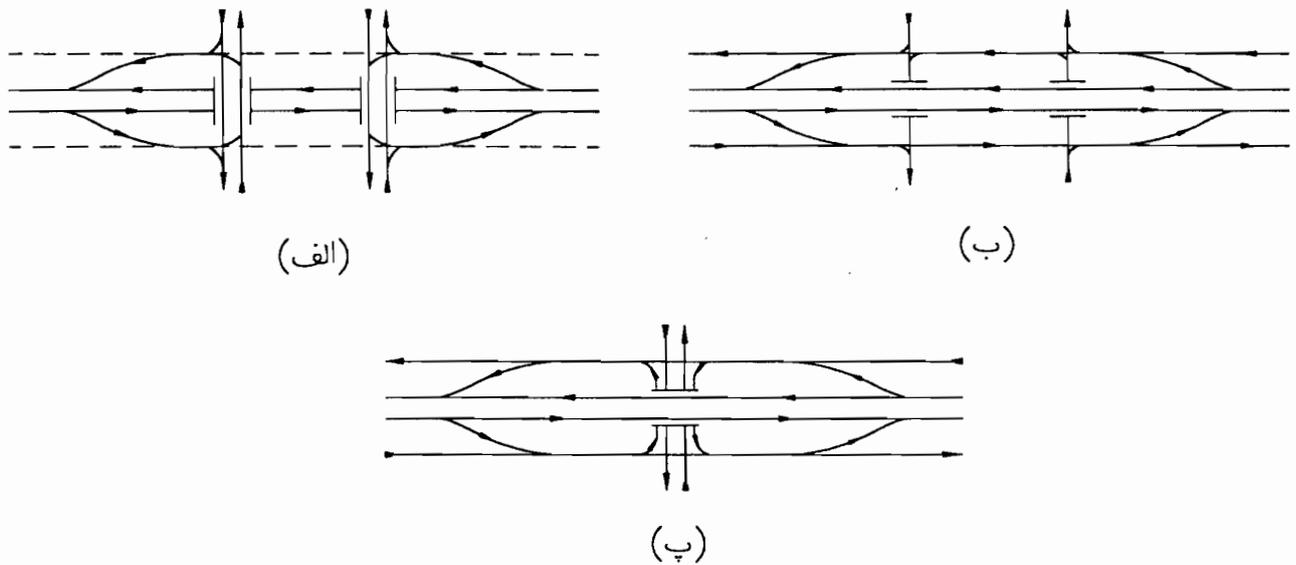
شکل ۸-۳ نمونه طرح تبادل چهارراه با رابط یگانه



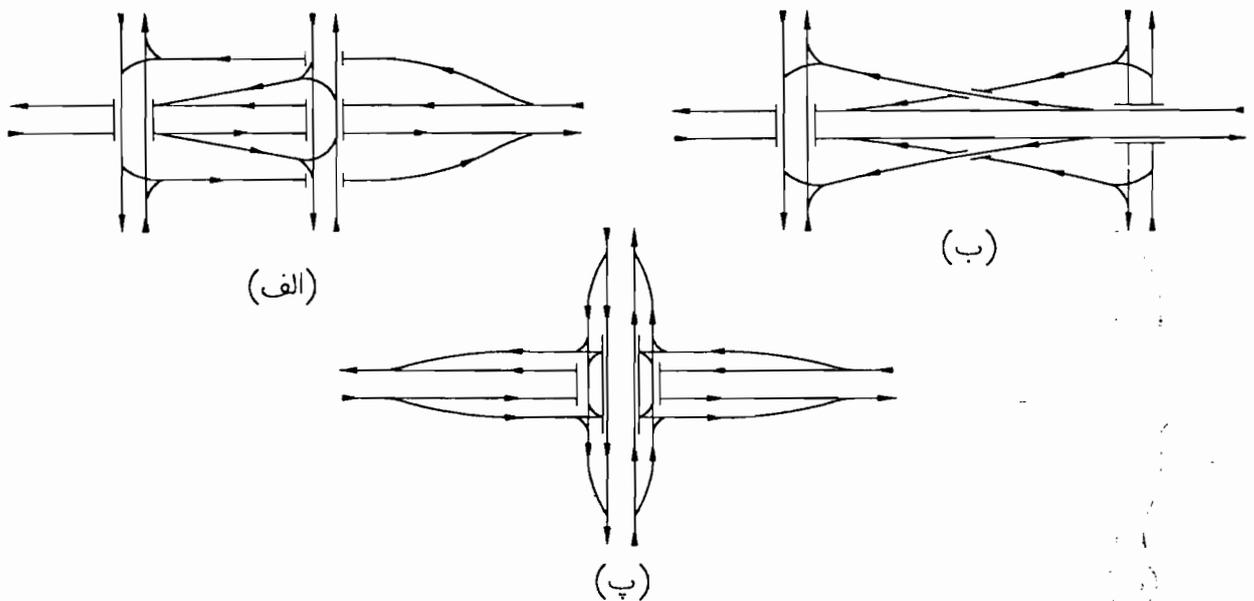
شکل ۴-۸ طرح تبادل با رابط یگانه براساس نیازمندی‌های آتی طرح



شکل ۵-۸ انواع ساده تبادل لوزوی



شکل ۶-۸ طرح‌های تبادلی لوزوی به منظور کاهش برخوردهای ترافیکی



شکل ۷-۸ تبادلهای لوزوی با تسهیلات (سازه‌های) اضافی

(باز) است که در آن، قابلیت تبدیل به حالت شبدری پیش‌بینی شده نشان داده می‌شود. راه‌حل‌های کاهش برخورد حرکت‌های ترافیکی در تبادلهای لوزوی در شکل‌های ۶-۸ و ۷-۸ نشان داده شده‌است. در حالت الف شکل ۶-۸، چهار حرکت گردش به چپ در یک تبادل، به دو حرکت گردش به چپ در دو تقاطع

در شکل ۵-۸ الف و ب حالت‌های متداول طرح تبادل‌های لوزوی که ممکن است با راه‌های جانبی یا بدون آن باشد، نشان داده شده‌است. در صورت استفاده از راه‌های جانبی، رابطه‌ها بهتر است حداقل در ۱۰۰ متری قبل از تقاطع با مسیر متلاقی، به راه جانبی متصل شود. حالت پ نیز نوعی تبادل لوزوی گسترده

۸-۲-۳- تبادل‌های شبدری

شبدری‌ها، تبادل‌های چهار شاخه‌ای است که در آنها از رابط‌های گردراه به منظور انجام حرکت‌های گردش به چپ استفاده می‌شود.

چنانچه در تمامی گوشه‌های تبادل، گردراه‌ها وجود داشته باشند، تبادل، «شبدری کامل» و در غیر این صورت، «نیمه شبدری» نامیده می‌شود. در تقاطع راه‌ها، استفاده از تبادل نیمه شبدری توصیه می‌شود. دو نمونه تبادل شبدری در شکل ۸-۸ نشان داده شده است.

نقاط ضعف تبادل‌های شبدری عبارت است از:

- طولانی‌تر بودن حرکت‌های گردش به چپ
- ایجاد مشکل ترافیک بهم‌بافته بین دو گردراه مجاور (بخصوص در شرایطی که حجم این ترافیک به ۱۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت برسد).
- کوتاهی طول قسمت ترافیک بهم‌بافته
- ضرورت تملک حریم نسبتاً بزرگ
- چنانچه راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در این تبادل‌ها تعبیه نشود نقاط ضعف دیگری همچون موردهای زیر اضافه می‌شود.
- ایجاد ترافیک بهم‌بافته در خط عبور مسیر اصلی
- خروجی و ورودی پشت سر هم در خط عبور اصلی
- مسایل مربوط به علامت‌گذاری خروجی دوم
- به طور تقریبی با افزایش هر ۱۰ کیلومتر در ساعت به سرعت طراحی گردراه، فاصله اضافی طی شده برای گردش به چپ حدود ۵۰ درصد و زمان سفر نیز حدود ۲۵ درصد و زمین مورد نیاز حدود ۱۵۰ درصد افزایش می‌یابد. در حالی که برای رابط‌های گردش به راست، با افزایش سرعت، فاصله طی شده و زمان سفر، کاهش ولی زمین مورد نیاز افزایش می‌یابد.

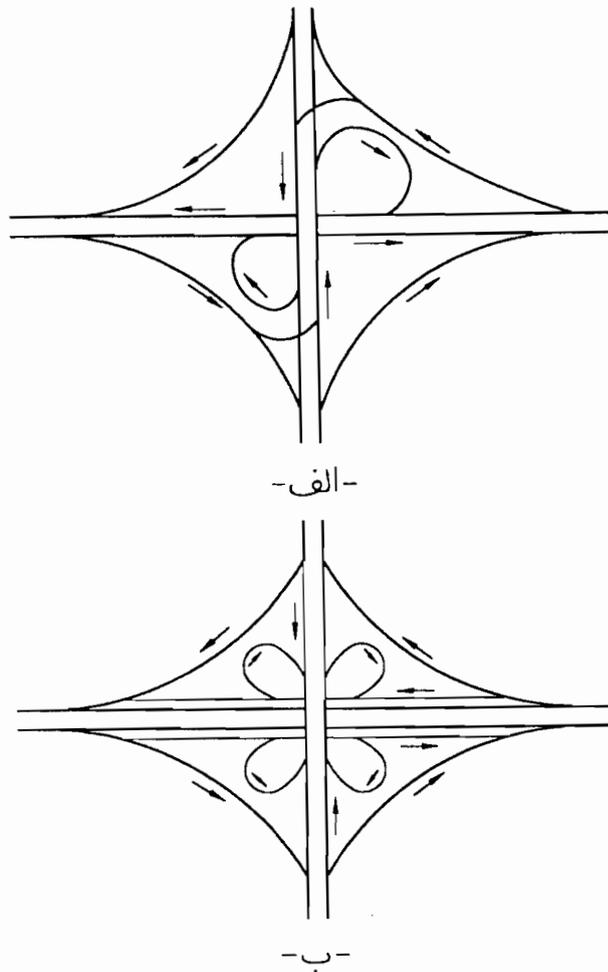
متوالی تبدیل شده است. نقطه ضعف چنین حالتی این است که ترافیک خروجی از آزادراه، امکان برگشت به همان راه در همان تبادل را ندارد. بلکه از تبادل مجاور استفاده می‌کند. در چنین حالتی استفاده از راه‌های جانبی (که در شکل به صورت خط چین نمایش داده شده است)، اختیاری است. این وضعیت در راه‌های کشورمان مورد استفاده کمتری دارد.

حالت ب نیز وضعیتی تقریباً مشابه با حالت الف دارد، با این تفاوت که مسیر تلاقی‌کننده به صورت دو مسیر یک طرفه، با فاصله کم نسبت به هم، در آمده است. کاربرد این حالت نیز بسیار نادر است.

حالت پ برای شرایطی که حرکت‌های دورزدن (U شکل)

قابل توجه و مسیر فرعی نیز نسبتاً شلوغ است کاربرد دارد.

نمونه‌هایی از طرح تبادل‌های لوزوی با بیش از یک سازه در شکل ۸-۷ نشان داده شده است. مسیرهای مورب، نشان داده شده در حالت‌های الف و ب این شکل، گاهی اوقات به دلیل ناهمواری زمین و یا محدودیت‌های حریم راه بر طرح تحمیل می‌شود. محدودیت برگشت به مسیر اولیه و ادامه حرکت در یک تبادل، در هر دو این حالت‌ها امکان ندارد. فاصله میان مسیرها، براساس شیب‌بندی لازم و طول خط‌های افزایش و کاهش سرعت، تعیین می‌شود. حالت پ نیز نمونه‌ای از طرح تبادل لوزوی سه طبقه را نشان می‌دهد. این طرح، جریان پیوسته‌ای را برای ترافیک عبوری و گردش به راست، فراهم می‌سازد. گردش به چپ‌ها، به صورت همسطح، در یک طبقه جداگانه انجام می‌شود. این سیستم در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که ترافیک هر دو مسیر زیاد باشد. هزینه تملک حریم برای این گزینه، کمتر از سایر طرح‌های موجود است که ظرفیت مشابهی را تأمین می‌کند. با توجه به سهولت تملک اراضی در تقاطع راه‌ها، استفاده از این نوع تبادل‌ها نیز نادر است.



شکل ۸-۸ دو نمونه تبادل شبدری جزئی و کامل

در راه‌ها، عموماً به دلیل عدم وجود تسهیلات برقی و کم‌بودن مشکلات تملک زمین، استفاده از تبادل‌های شبدری در اکثر مواقع سبب افزایش کارایی تقاطع می‌شود و استفاده از آن در مقایسه با تبادل‌های لوزوی قابل توجهی است.

چنانچه حجم ترافیک بهم‌بافته بین دو گردراه ورودی و خروجی طرفین سازه تبادل، به حدود ۱۰۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت برسد، به منظور افزودن بر ظرفیت تبادل توصیه می‌شود از راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در محل استفاده گردد. بنابراین بهتر است که در طرح تبادل‌های شبدری، امکان ساخت

مثلاً فاصله اضافی طی شده در گردراه، که برای سرعت ۳۰ کیلومتر در ساعت (شعاع ۴۰ متر) طرح شده، حدود ۲۷۰ متر است. در حالی که همین فاصله برای سرعت‌های طرح ۴۰ و ۵۰ کیلومتر در ساعت، به ترتیب به حدود ۴۷۰ و ۶۷۰ متر می‌رسد. به هر حال به منظور توجه استفاده از تبادل شبدری، افزایش سرعت و کاهش برخوردهای حاصله از آن (که به دلیل عدم وجود تقاطع‌های همسطح برای کلیه حرکات است)، با نقاط ضعفی همچون افزایش حریم راه و فاصله طی شده برای گردش به چپ و همچنین ایجاد ترافیک بهم‌بافته، ضمن بررسی اقتصادی (منفعت به هزینه) مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده در طرح پل‌ها در نظر گرفته شود.

تبادل‌های شبدری را در صورت وجود محدودیت (مالی - هزینه تملک زمین و پستی و بلندی) می‌توان به صورت مرحله‌ای و بر اساس اولویت ترافیکی و گزارش تصادفات موجود در محل اجرا کرد.

۸-۲-۲-۴ تبادل‌های نیمه شبدری

این نوع تبادل همان‌گونه که در شکل ۸-۸ الف نشان داده شده، حالت خاصی از تبادل‌های نیمه شبدری است که در آن، تمامی گوشه‌های تبادل دارای رابط و گوردراهه نیست. در چنین حالتی، پستی و بلندی زمین و مسائل اجتماعی، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده گوشه‌هایی از تبادل است که دارای رابط و گوردراهه می‌باشد. در طراحی این تبادل‌ها، نحوه قرارگیری رابط‌ها بهتر است به گونه‌ای باشد که حداقل برخورد با جریان اصلی ترافیک مسیر اصلی در حین گردش‌های ورودی و خروجی حاصل شود. برای این منظور رهنمودهای زیر ارائه می‌شود.

- ترتیب قرارگیری رابط‌ها به گونه‌ای طراحی شود که حرکت‌های گردش‌های غالب در محل تبادل از دست راست مسیر وارد یا خارج شوند.

- چنانچه حجم ترافیک عبوری مسیر اصلی، در مقایسه با حجم مسیر تلاقی‌کننده، قابل توجه باشد، توصیه می‌شود کلیه ورودی و خروجی‌های مسیر اصلی از دست راست صورت گیرد. حتی اگر چنین حالتی منجر به ارتباط از چپ در مسیر تلاقی‌کننده شود...

شکل ۸-۹ چندین حالت قرارگیری رابط‌ها و گوردراهه‌های تبادل‌های نیمه شبدری را نشان می‌دهد.

انتخاب هر یک از گزینه‌های مورد اشاره در این شکل به

عوامل زیر بستگی دارد.

- حجم ترافیکی حرکت‌های گردش‌های غالب در محل تبادل

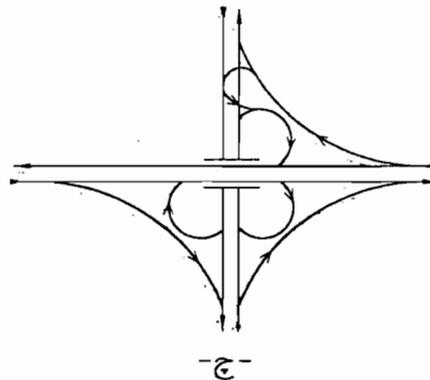
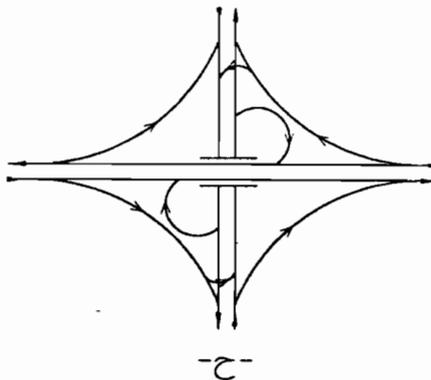
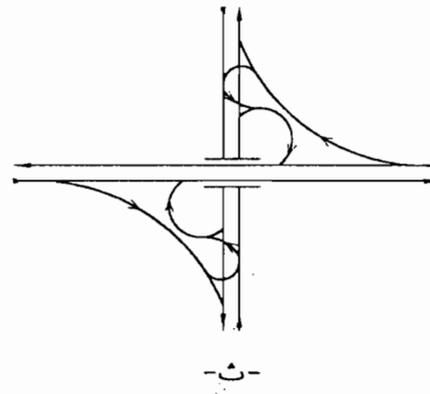
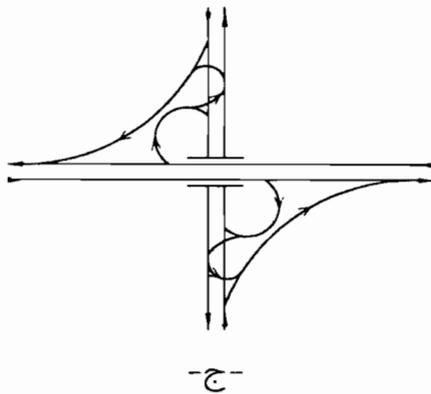
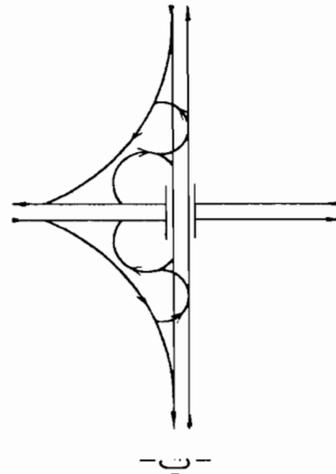
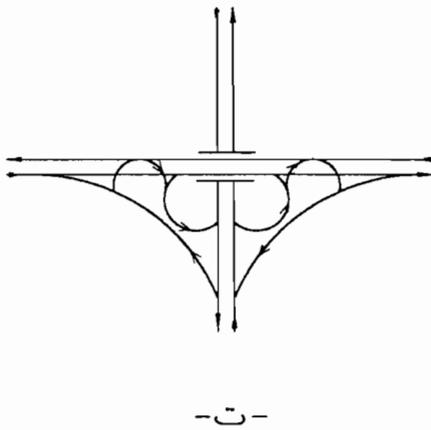
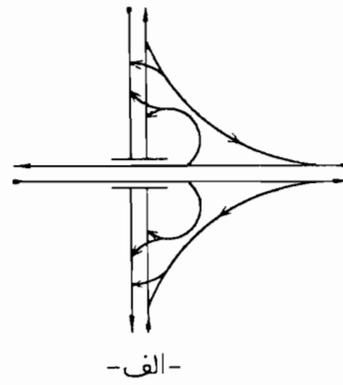
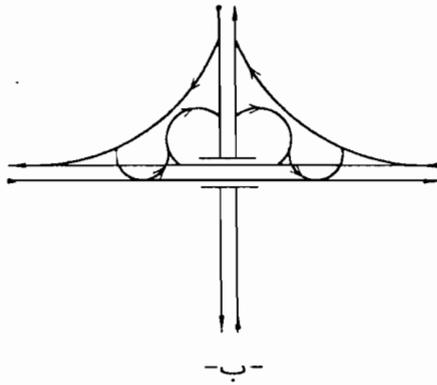
- محدودیت حریم راه

به عنوان مثال، حالت پ مورد اشاره در این شکل برای شرایطی مناسب است که حجم ترافیک مسیر اصلی، غالب و گردش به چپ در مسیر اصلی از سمت شرق (به سمت جنوب) قابل توجه باشد. چنانچه محدودیت حریم راه، اجازه احداث گوردراهه‌ها در نیمه سمت چپ تبادل را ندهد، در آن صورت طرح الف جایگزین آن می‌شود، گرچه گردش به چپ از مسیر اصلی از سمت شرق به سمت جنوب در این حالت به صورت همسطح و با تداخل یا جریان ترافیک مستقیم مسیر فرعی انجام می‌گیرد.

۸-۲-۲-۵ تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی

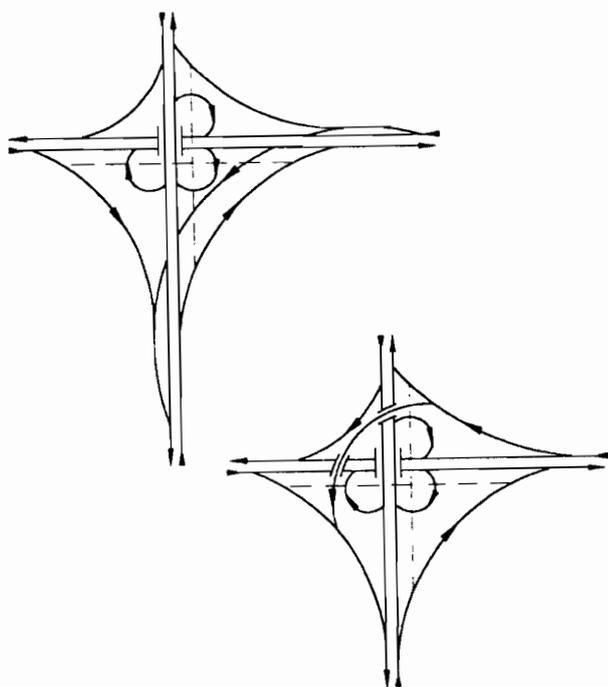
این نوع تبادل‌ها، در صورتی که حجم ترافیک گردش‌های به چپ در محل تبادل، قابل توجه و کاهش طول سفر، افزایش سرعت وسایل نقلیه و یا دسترسی مستقیم آن به مسیر جدید در نظر باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسته به سطح خدمت مورد نظر، از رابط‌های جهتی و یا نیمه جهتی برای انجام حرکت‌های گردش‌های استفاده می‌شود. رابط‌های جهتی اغلب دوخطه است. در راه‌ها، وجود رابط‌های جهتی برای انجام حرکات گردش به چپ، در کلیه گوشه‌های تبادل، به ندرت ضرورت پیدا می‌کند. در اغلب اوقات یک یا دو رابط جهتی کفایت می‌کند. شکل ۸-۱۰ نمونه‌ای از طرح تبادل جهتی را نشان می‌دهد.

چنانچه تمامی اتصال‌های گردش به چپ تبادل به صورت جهتی نباشد، در آن صورت تبادل مزبور تبادل «نیمه جهتی» نامیده می‌شود.



شکل ۸-۹ نمونه طرح های ورودی و خروجی تبادل های نیمه شبیدری جزئی

حالت تقریباً مشابه تبادل شبدری کامل و شاید کمی بیشتر است. کارایی هر دوی این حالت‌ها را می‌توان با ایجاد خط‌های عبور توزیع‌کننده که در شکل به صورت خط چین نمایش داده شده، افزایش داد.



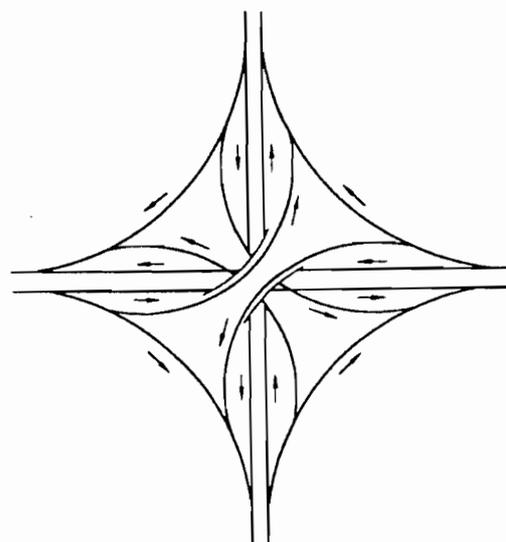
توجه:

خط‌چین‌ها در شکل، راه‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده‌ای را که به منظور حذف حرکات بهم‌بافته تعبیه می‌شوند نشان می‌دهد.

شکل ۸-۱۱ نمونه تبادل‌های نیمه جهتی با ترافیک بهم‌بافته

در شکل ۸-۱۲، بخش ترافیک بهم‌بافته، از طریق تأمین سطوح جدید جداکننده ترافیکی حذف گشته و به این ترتیب بر سطح خدمت تبادل افزوده شده است.

تبادل جهتی نیز که نمونه‌هایی از آن در شکل ۸-۱۳ ارائه شده به سبب آنکه مستلزم صرف هزینه‌های سنگین است، در راه‌های کشورمان کاربرد کمی دارد. از این طرح در مواردی که حجم ترافیک کلیه جهت‌های تبادل، سنگین است و محدودیت حریم راه وجود دارد می‌توان استفاده کرد.

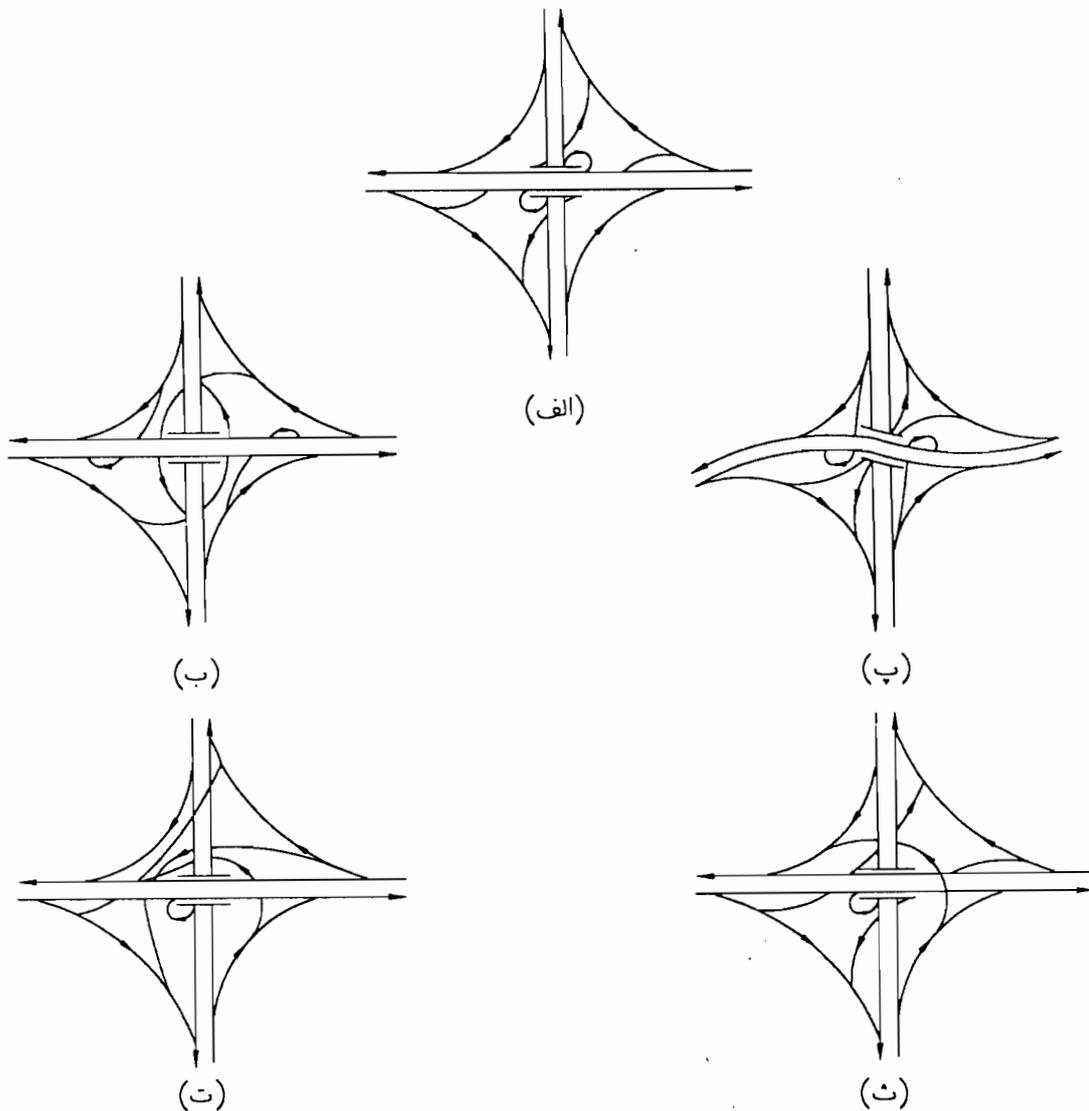


شکل ۸-۱۰ نمونه طرح تبادل جهتی

تبادل‌های تمام جهتی یا نیمه جهتی، معمولاً مستلزم بیش از یک سطح ترافیکی یا پل برای جداسازی جریان‌های ترافیک است. این تبادل، در شرایطی که محدودیت حریم راه وجود دارد و تداخل زیاد حرکت‌های ترافیکی سبب بروز خطرهای زیادی می‌شود، همچنین در تلاقی دو مسیر با ترافیک بسیار سنگین، مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا کاربرد آن در راه‌ها به ندرت ضرورت پیدا می‌کند.

الگوهای متداول تبادل‌های جهتی و نیمه جهتی در شکل‌های ۸-۱۱ و ۸-۱۲ نشان داده شده است.

حالت‌های مندرج در شکل ۸-۱۱ شرایطی را نشان می‌دهند که ترافیک گردش به چپ یک ربع از تبادل، قابل توجه است. گردش به چپ‌های فرعی دیگر از طریق عبور از بخش با ترافیک بهم‌بافته بین دو گردها، حرکت خود را انجام می‌دهند. در هر دو حالت مندرج در این شکل، ارتباط گردش به چپ به صورت نیمه جهتی انجام می‌گیرد و مستلزم وجود سه سازه جداکننده سطوح ترافیکی است، ضمن آنکه زمین اشغال شده در این



شکل ۸-۱۲ نمونه تبادل‌های نیمه‌جهتی بدون ترافیک بهم‌بافته

۸-۲-۲-۶ سایر انواع تبادل

الف - تبادل‌های تدریجی

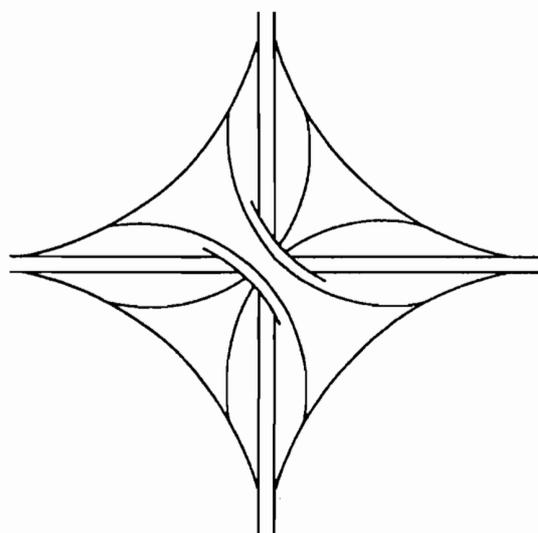
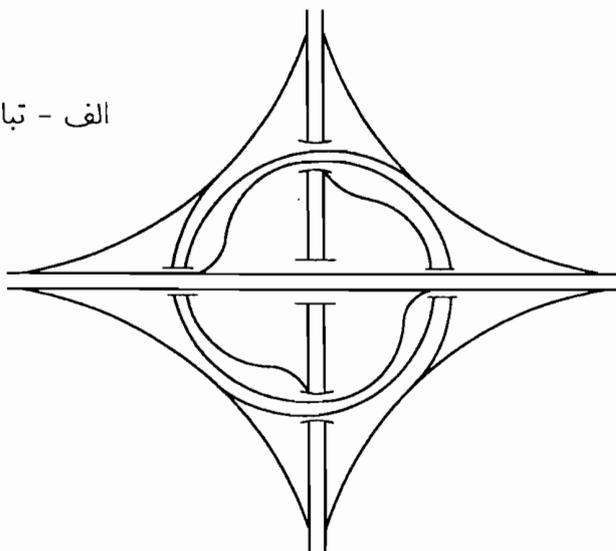
این نوع تبادل، مشابه با آنچه که در شکل ۸-۱۴ نشان داده شده است، برای اتصال دو آزادراه و در شرایطی که محل تلاقی آن دو، ناحیه متراکمی از نظر ساخت و ساز است و امکان ایجاد تبادل در محل تلاقی دو مسیر وجود ندارد، بکار می‌رود. در این حالت، گردش‌های تبادل اصلی با دو تبادل سه راه در فاصله‌ای نسبت به محل تلاقی دو آزادراه تأمین می‌شود. این نوع تبادل در

راه‌ها بندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در حومه شهرها، می‌تواند کاربرد داشته باشد.

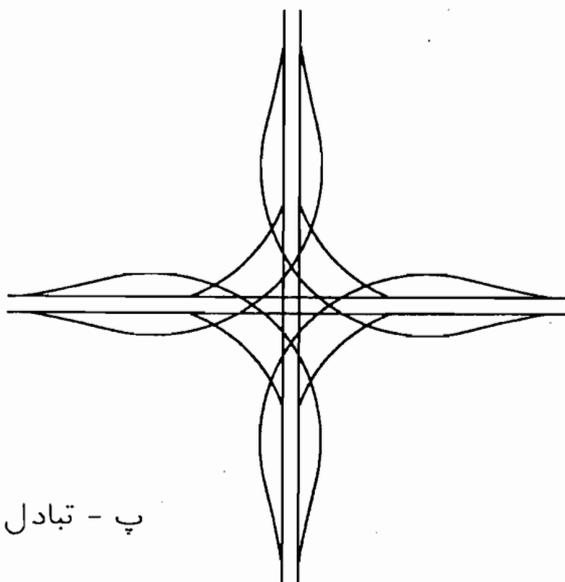
ب - تبادل‌های مرکب

در صورتی که الگوهای حرکت‌های ترافیکی موجود در تقاطع به گونه‌ای باشد که هر یک از طرح‌های تبادل مورد اشاره در قبل، برای پاسخ‌گویی به آن مناسب نباشد، می‌توان ترکیبی از حالت‌های مختلف را برای طراحی بکار گرفت.

الف - تبادل نیمه جهتی

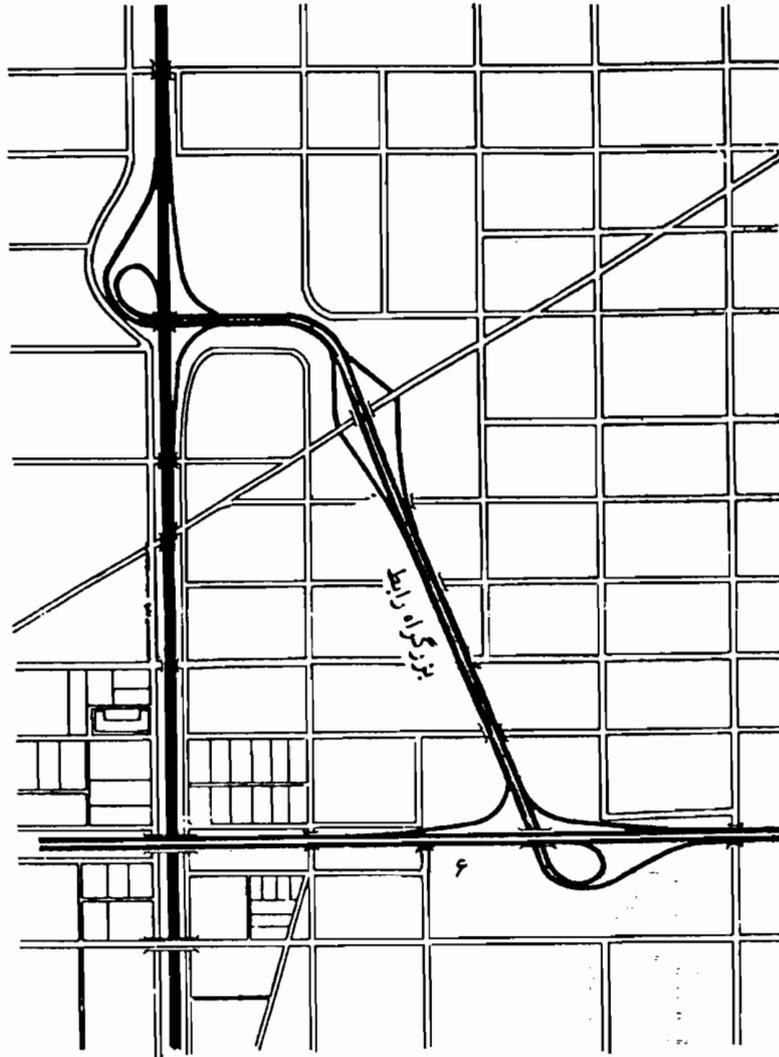


ب - تبادل با سازه چهار طبقه



پ - تبادل با سازه چهار طبقه

شکل ۸-۱۳ نمونه طرح تبادلهای جهتی و نیمه جهتی چندطبقه



شکل ۸-۱۴ نمونه طرح تبادل تدریجی

۳-۸ روش طراحی

۱-۳-۸ نیازمندی های طرح

عوامل مختلفی همچون سطح خدمت مورد نیاز، حجم ترافیک و ترکیب آن، محدودیت های فیزیکی، عوامل اقتصادی و چگونگی توسعه محلی، اثر قابل توجهی بر طرح تبادل می تواند داشته باشد. پیش از طرح تبادل، اثر هر یک از این عوامل مورد توجه قرار می گیرد. به این منظور جمع آوری اطلاعات زیر ضرورت دارد.

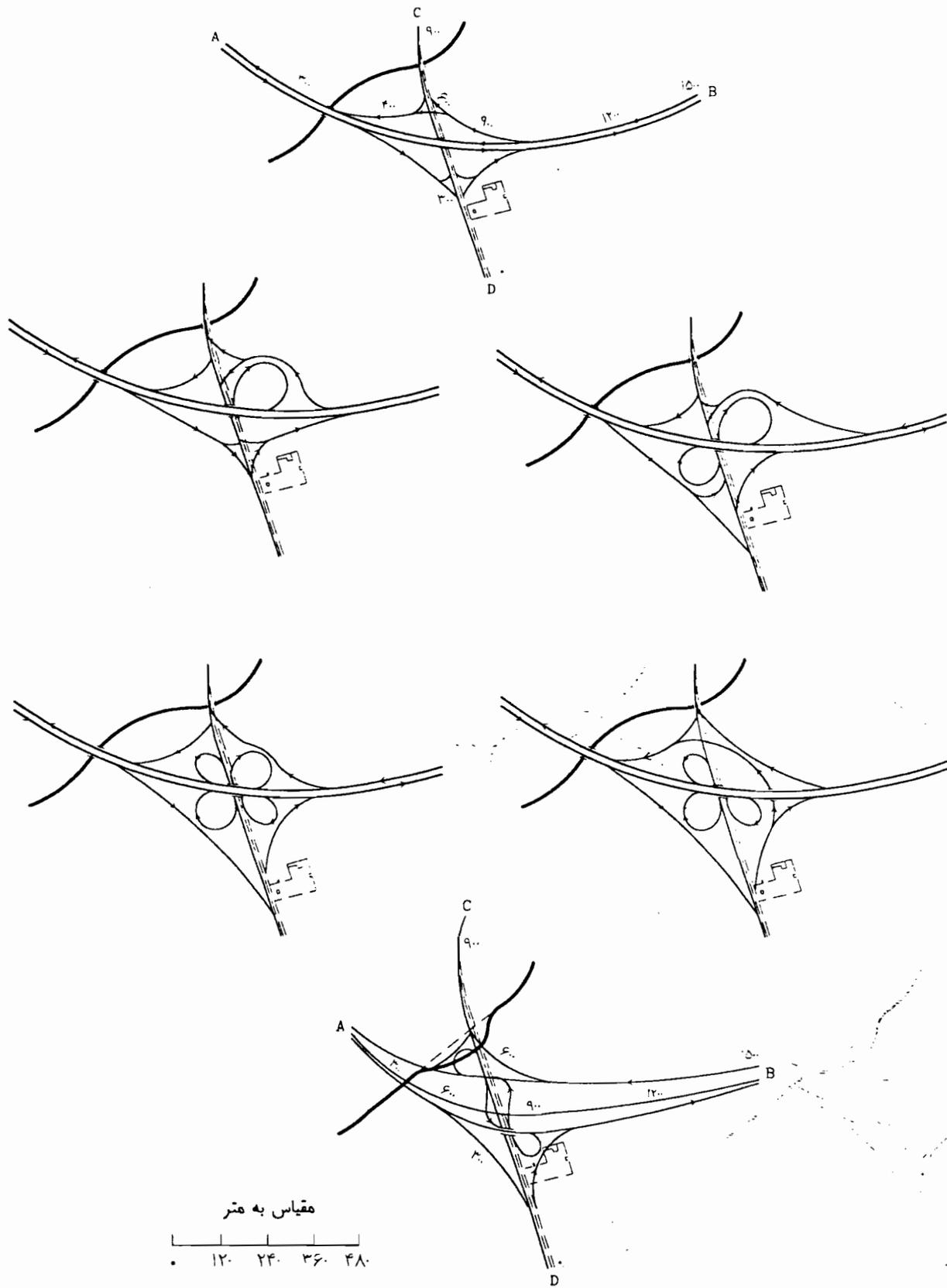
- بررسی موقعیت محل، طرح های توسعه و امکان های کنترل ترافیک

- بررسی کاربری موجود و آینده، و تسهیلات زیربنایی (شبکه آب، گاز، برق و تلفن)

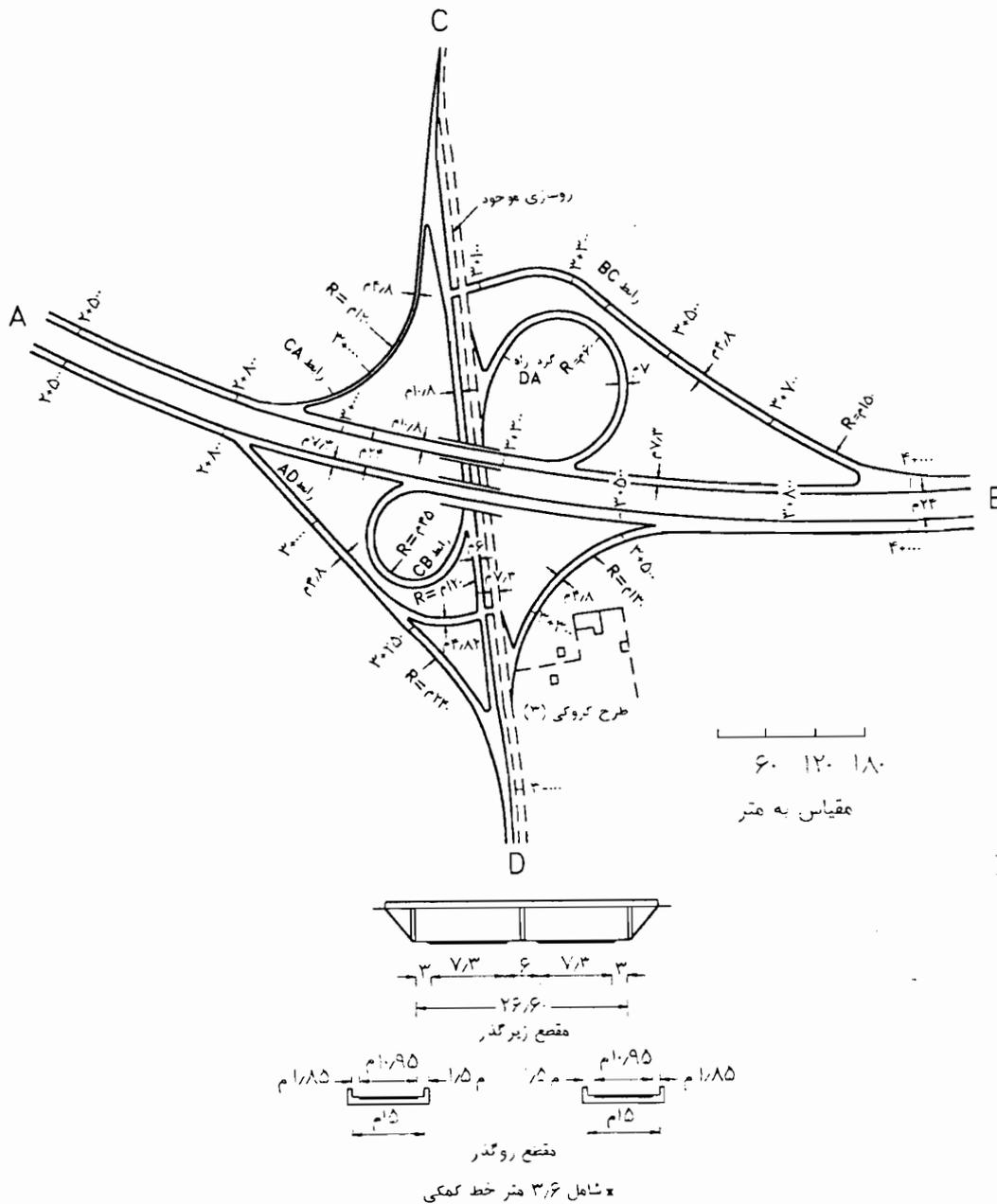
- رسم نمودار حجم ترافیک متوسط روزانه و وضعیت حجم های ساعت اوج برای کلیه عبورها (مستقیم و گردشی از هر شاخه تبادل)

- بررسی موقعیت تبادل، در رابطه با سایر سیستم های حمل و

- الف - ایمنی
- ب - ترافیک بهم‌یافته
- پ - حذف بعضی گردش‌ها
- ت - امکان تأمین عبور در دوران ساخت
- ۶- امکان ساخت مرحله‌ای
- ۷- مطالعات اقتصادی (اختلاف هزینه استفاده کنندگان در مقایسه با هزینه ساخت و نگهداری)
- ۸- یکنواختی نحوه ورود و خروج
- ۹- موقعیت خروجی‌ها در ارتباط با تبادل (بهتر است قبل از تبادل و به صورت منفرد باشد).
- ۱۰- قابلیت علامت‌گذاری
- ۱۱- هماهنگی و تناسب گزینه با هدف طراحی تبادل و سایر جنبه‌ها
- در این گام، در طرح‌های پیشنهادی، هر خط نمایانگر یک جهت عبور است، به گونه‌ای که راه دوخطه دو طرفه تنها با دو خط نمایش داده می‌شود. همچنین رسم هر یک از آنها با مقیاس مناسب، مثلاً $\frac{1}{1000}$ مطلوب است.
- نمونه‌ای از طرح‌های کروکی مانند اولیه، در شکل ۸-۱۵ نشان داده شده است.
- در این مرحله گرچه به رسم نیمرخ‌ها نیازی نیست اما آنها را می‌توان با استفاده از ارتفاع تقریبی نقاط، تجسم و کنترل کرد.
- طرح‌های مورد بررسی در این مرحله با مقیاس $\frac{1}{4000}$ تا $\frac{1}{10000}$ ترسیم می‌شوند.
- در گام بعدی از میان طرح‌های پیشنهادی در مرحله قبل و ارزیابی آنها، تعدادی گزینه مطلوب انتخاب و طرح‌های مقدماتی آنها با مقیاس بزرگتر ($\frac{1}{3000}$ تا $\frac{1}{10000}$ متناسب با وسعت تبادل) رسم می‌شود. شکل‌های ۸-۱۶ و ۸-۱۷ نمونه‌ای از این طرح‌ها را مشخص می‌سازند.
- نقل همچون راه‌آهن یا فرودگاه
- بررسی وضعیت تبادل در ارتباط با تبادل‌های مجاور پس از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات فوق، چند نوع گزینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. رهنمودهای زیر در انتخاب طرح‌های اولیه تبادل می‌تواند مؤثر باشد.
- تبادل شبدری یا ترکیبی از تبادل شبدری و تبادل جهتی (تبدیل بعضی از گرده‌ها به رابط جهتی یا نیمه جهتی) یکی از طرح‌های مناسب در راه‌هاست. چنین طرحی در صورتی که محدودیت تملک حریم تبادل وجود نداشته و ترافیک بهم‌یافته نیز که باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- تبادل لوزوی ساده معمول نوع تبادل‌هاست. ظرفیت چنین تبادل‌هایی را، تقاطع‌های همسطحی که به منظور گردش به چپ، در مسیر کم اهمیت تر طراحی شده است، تعیین می‌کند.
- طرح‌های نیمه شبدری نیز در شرایطی که محدودیت تأمین حریم راه در یک یا دو ربع تبادل وجود دارد و یا چند حرکت موجود در تبادل که اهمیت باشند، مورد توجه قرار می‌گیرند.
- به طور کلی طراحی تبادل در راه‌ها، به علت فاصله نسبتاً زیاد از هم، به صورت مجزا و مستقل از سایر تبادل‌ها صورت می‌گیرد. در طراحی تبادل، به یکنواختی نحوه ورود و خروج، مسائل ترافیک بهم‌یافته، علامت‌گذاری مناسب و تملک حریم توجه می‌شود.
- پس از انتخاب محل، چند طرح اولیه (کروکی)، با توجه به اصول زیر مورد مقایسه قرار می‌گیرند.
- ۱- سازگاری با محیط
- ۲- امکان تصرف و تملک حریم
- ۳- ملاحظات طراحی
- ۴- ظرفیت هر جهت عبور و تناسب با حجم ساعت اوج
- ۵- ویژگی‌های عملیاتی.



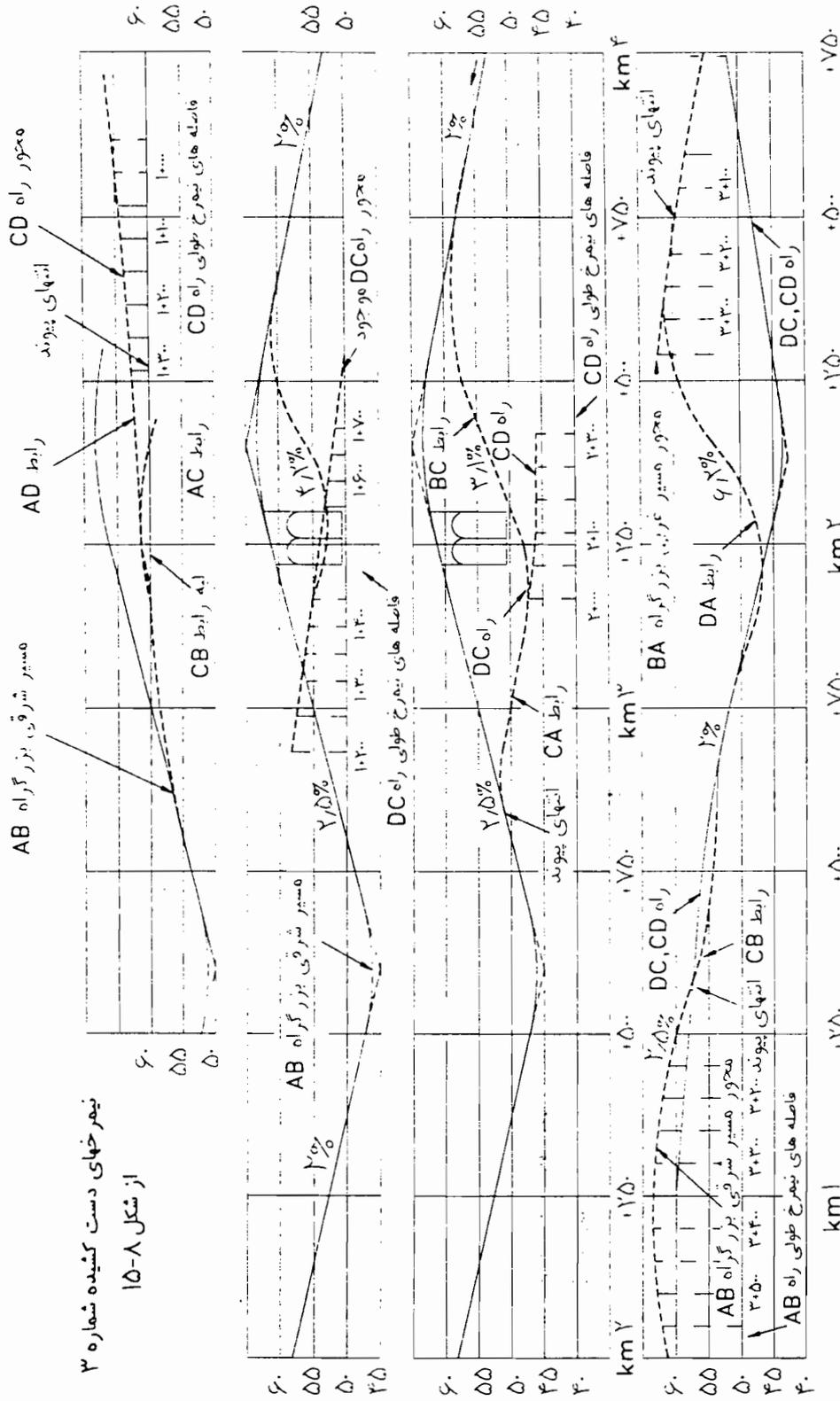
شکل ۸-۱۵ نمونه دست کشیده های اولیه تبادل



شکل ۸-۱۶ نمونه طرح‌های مقدماتی تبادل

در گام‌های بعدی، برای طرح‌های پیشنهادی، آنالیز هزینه دقیق‌تری از نسبت منفعت به هزینه شامل هزینه ساخت، نگهداری و اختلاف هزینه استفاده‌کنندگان راه صورت می‌گیرد و نتایج بدست آمده، ضمن پیشنهاد گزینه بهینه، در اختیار کارفرما قرار می‌گیرد.

در این گام، خط‌های لبه راه و محور آنها و همچنین جزیره‌های موجود در میانه راه ترسیم می‌شود. نیمرخ‌ها براساس میزان پستی و بلندی، حداکثر شیب، حداقل فاصله دید، فاصله موانع کناری، بریلندی و سایر موارد، کنترل و در نهایت چند طرح بهینه انتخاب می‌شود.



نیمرخهای دست کشیده شماره ۳
از شکل ۸-۱۵

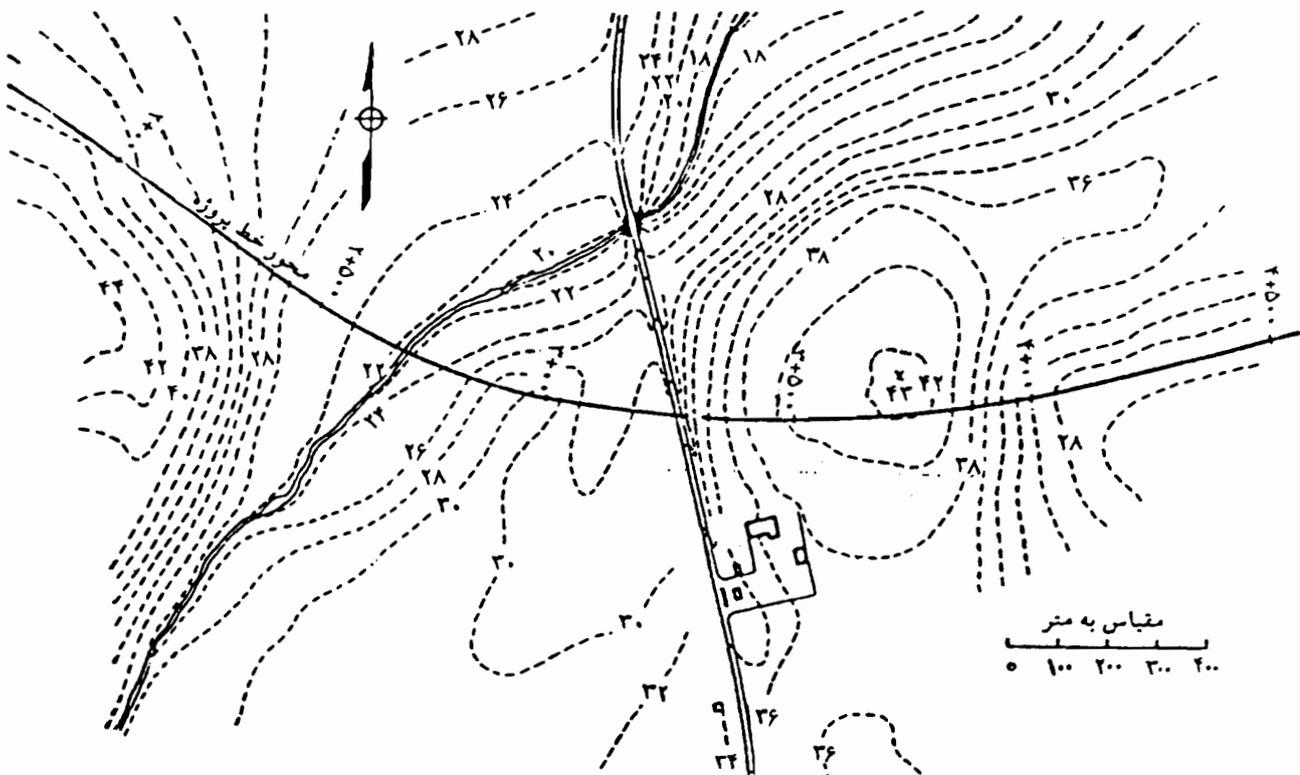
شکل ۸-۱۷ نمونه نیمرخهای طرحهای مقدماتی تبادل

۸-۳-۲ آماده سازی و تهیه طرح نهایی

پس از آنکه طرح نهایی انتخاب شد، کلیه مشخصات هندسی طرح پیشنهادی نهایی، به منظور اجرای آن در محل، با مقیاس بزرگتر (معمولاً $\frac{1}{50}$) و با ذکر مشخصات و جزئیات بیشتر رسم می‌شود.

۸-۳-۳ مسئله نمونه

در نظر است برای برقراری ارتباط بین محورهای AB و CD که در شکل ۸-۱۸ نشان داده شده‌اند تبدیلی طراحی شود.



شکل ۸-۱۸ نقشه وضعیت محل مورد نظر برای احداث تبادل

مشخصات ترافیکی حرکت‌های موجود در تبادل عبارتست از:

درصد کامیون	متوسط ترافیک روزانه (ADT)		جهت‌های عبور	
	۱۳۹۵	۱۳۷۵	به	از
۱۲	۴۶۵۰	۲۴۵۰	B	A
۶	۶۰۰	۳۵۰	C	
۲۵	۳۵۰۰	۱۵۹۰	D	
۱۲	۴۶۵۰	۲۴۵۰	A	B
۸	۹۰۰	۵۰۰	C	
۱۷	۱۳۷۰	۷۸۰	D	
۶	۶۰۰	۳۵۰	A	C
۸	۹۰۰	۵۰۰	B	
۹	۹۷۰	۶۱۰	D	
۲۵	۳۵۰۰	۱۵۹۰	A	D
۱۷	۱۳۷۰	۷۸۰	B	
۹	۹۷۰	۶۱۰	C	

گرفته است.

سازگاری با محیط

گزینه ۶ از این نظر وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد، که مستلزم تغییر مسیر رودخانه و اشغال سطح زیادی از زمین منطقه است. گزینه‌های ۵ و ۶ مستلزم حذف یا اصلاح توسعه تجاری ربع جنوب شرقی تبادل است. گزینه‌های دیگر از این نظر اختلاف قابل توجهی ندارند.

امکان تصرف و تملک حریم

گزینه‌های ۱ تا ۴ از نظر تصرف و تملک حریم، قابل دستیابی هستند و مخالفت محلی با اجرای آنها وجود ندارد، اما گزینه‌های ۵ و ۶ به دلیل آن که کاربری‌های مجاور مسیر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، با ایجاد مشکل احتمالی از سوی صاحبان ملک مواجه است ضمن آن که سرمایه‌گذاری لازم برای اجرای این دو گزینه نیز در مقایسه با بقیه، به دلیل همین مسئله بسیار بیشتر است.

ملاحظات طراحی

ملاحظات طراحی کلیه گزینه‌ها یکسان است با این تفاوت

با توجه به حجم زیاد وسایل نقلیه سنگین در مسیرهای بین A و B و D، خودرو طرح مسیرهای ارتباطی مذکور، «تریلر» و خودرو طرح در سایر مسیرهای حرکتی، «اتوبوس» انتخاب می‌شود. بررسی حجم ترافیک در محل تقاطع مشخص می‌سازد که استفاده از تبادل برای پاسخ‌گویی به جریان ترافیک آینده ضروری است. محدودیت‌های فیزیکی نشان‌دهنده این است که بهترین آزادراه به صورت روگذر باشد، در حالی که شرایط خوب هندسی مسیر موجود آزادراه و وضعیت روسازی، ضرورت حفظ آن را ایجاب می‌نماید.

گام ۱- تهیه طرح‌های کروکی

براساس اطلاعات مندرج در بالا، چندین طرح کروکی مانند، مشابه با آنچه در شکل ۸-۱۵ آمده، با مقیاس تقریبی $\frac{1}{1500}$ تا $\frac{1}{1000}$ آماده می‌شود. خصوصیات مختلف و چگونگی هر یک از اصول یازده‌گانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال اصول یک تا هفت برای نمونه بالا بشرح زیر مورد بررسی قرار

مطالعات اقتصادی

باتوجه به هزینه‌های گزاف زمین در ربع جنوب شرقی تبادل، سازه‌های تکمیلی مورد نیاز، تغییر مسیر کانال و حریم وسیع مورد نیاز، گزینه شش در مقایسه با سایر گزینه‌ها بسیار گران تمام می‌شود. هزینه بهره‌برداری گزینه‌های یک و دو به علت ضرورت توقف وسایل نقلیه در بعضی از عبورها، بیش از سایر گزینه‌هاست.

نتیجه‌گیری

با توجه به ملاحظات فوق مشخص می‌شود که گزینه‌های یک و دو نمی‌تواند سطح خدمت مورد نیاز را ارائه کند و گزینه شش نیز بسیار گران تمام می‌شود. بنابراین در گام بعدی این گزینه‌ها از لیست گزینه‌های مورد بررسی حذف می‌شود.

گام ۲- آماده‌سازی طرح‌های مقدماتی

در این گام، گزینه‌های سه و چهار و پنج مورد ارزیابی دقیق‌تری قرار می‌گیرد. خصوصیات مورد بررسی در این مرحله به صورت شماتیک در شکل ۸-۱۶ برای گزینه سه نشان داده شده است. نیمرخ‌ها نیز در این مرحله مورد توجه قرار می‌گیرد. در مورد گزینه ۳ ویژگی‌های مورد بررسی روی نیمرخ در این گام در شکل ۸-۱۷ آمده است. بر این اساس، ارزیابی منفعت به هزینه گزینه‌های پیشنهادی به صورت دقیق‌تری انجام پذیرفته و در نهایت، اولویت‌بندی خصوصیات و ویژگی‌های آنها در جدولی به صورت زیر خلاصه می‌شود.

گام ۳- انتخاب طرح نهایی

پس از تشریح خصوصیات هر یک از گزینه‌های پیشنهادی مورد بررسی، مشاور طرح، گزینه سه را به عنوان گزینه انتخابی پیشنهاد می‌کند. پس از تأیید پیشنهاد، مشاور، نقشه‌های اجرایی گزینه مصوب را براساس معیارهای این آیین‌نامه تهیه خواهد کرد.

که امکان دسترسی در گزینه‌های مختلف به صورت‌های گوناگونی پیش‌بینی شده است.

ظرفیت

کلیه گزینه‌ها برای پاسخ‌گویی به حجم ترافیک، ظرفیت کافی دارند ولی سطح خدمت ارائه شده در آنها متفاوت است.

ویژگی‌های عملیاتی

در گزینه یک، کلیه حرکت‌های گردش به صورت همسطح انجام می‌گیرد که با توجه به حجم ترافیک، چندان مناسب نیست. گردها منفرد در نظر گرفته شده در گزینه ۲ جایگزین گردش به چپ همسطح در مسیر اصلی از سمت جنوب به سمت غرب شده است. گردها‌های گزینه ۳ جایگزین گردش به چپ همسطح از مسیر اصلی شده است.

در گزینه ۴ گردها‌ها جایگزین کلیه گردش به چپ‌های همسطح تبادل شده است، اما ترافیک بهم‌بافته بین گردها‌ها بوجود آمده است. گزینه ۵ امکان گردش به چپ نیمه جهتی از نیمه جنوبی تبادل به سمت غرب را فراهم ساخته است و در گزینه ۶ ترافیک بهم‌بافته روی مسیر بزرگراه وجود ندارد، مگر برای دورزدن (گردش U).

از نظر تأمین عبور در دوران ساخت، اختلاف قابل توجهی بین گزینه‌های یک تا چهار وجود ندارد ولی گزینه‌های پنج و شش مطلوبیت کمتری دارند، زیرا ترافیک موجود در خلال عملیات ساخت، از دو سازه در حالت ساخت می‌گذرد و با آنها را دور می‌زند.

امکان ساخت مرحله‌ای

ساخت مرحله‌ای تنها در مورد رابط‌ها در تمامی گزینه‌ها مطرح است و از این نظر، گزینه پنج وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به سایر گزینه‌ها دارد.

اولویت			ویژگی مورد بررسی
گزینه ۵	گزینه ۴	گزینه ۳	
۳	۲	۱	سازگاری با محیط
۳	۲ یا ۱	۲ یا ۱	امکان تصرف و تملک حریم
۱	۳ یا ۲	۳ یا ۲	ملاحظات طراحی
۱	۲	۳	ظرفیت
۱	۳ یا ۲	۳ یا ۲	ویژگی‌های عملیاتی
۳	۲	۱	مطالعات اقتصادی
۳	۱	۲	امکان ساخت مرحله‌ای

۴-۸ معیارهای طراحی

۴-۸-۱ کلیات

در طراحی تبادل‌ها به نکات مختلفی مانند نوع تبادل مورد لزوم در یک محل، نحوه تأمین ارتباط بین آزادراه و راه‌های مجاور و یا ارتباط بین آزادراه با آزادراه دیگر توجه می‌شود. در این ارتباط، سرعت طرح، شیب طولی و عرضی، هماهنگی امتداد افقی و قائم مسیر، شعاع گردش‌ها، ورودی و خروجی در محل تبادل‌ها، فواصل دید، انتخاب رابط‌ها، خط‌های عبور کمکی و بالاخره کنترل دسترسی‌ها از عوامل ضروری در نحوه طراحی تبادل است.

۴-۸-۲ فواصل دید تا دماغه خروجی

در طراحی تبادل‌ها، سرعت طرح در امتداد افقی و قائم مسیر مد نظر قرار می‌گیرد و فاصله دید در خم‌های گنبدی با توجه به سرعت طرح تعیین می‌شود. برای فاصله دید انتخاب، در دماغه‌های خروجی، از جدول ۱-۸ استفاده می‌شود. فواصل دید در امتداد محور خط عبور رابط‌ها، در سمت راست دماغه تعیین می‌شود.

جدول ۸-۱ فاصله دید انتخاب در دماغه خروجی

فاصله دید انتخاب (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۳۱۵	≤ 100
۳۳۵	۱۱۰ → ۱۰۱
۳۷۵	۱۲۰ → ۱۱۱
۴۱۵	۱۳۰ → ۱۲۱

۴-۸-۳ شیب‌ها

شیب مسیر در ورودی و خروجی تبادل‌ها، تابع عامل‌های متعددی است. در انتخاب شیب مسیر، عامل‌های مؤثر در فاصله دید، مورد توجه قرار می‌گیرد. شیب طولی رابط‌ها بهتر است از ۸٪ تجاوز نکنند. این شیب، در محل رابط‌های ورودی که در سرازیری قرار دارند و یا در محل رابط‌های خروجی که در سربالایی قرار دارند، می‌تواند ۱٪ افزایش یابد.

در محدوده ورودی و خروجی تبادل‌ها، امکان اختلاف شیب طولی و یا عرضی رابط‌ها با خط‌های عبور مسیر اصلی وجود دارد. در مواقعی که خط‌های عبور مسیر اصلی با خط‌های عبور رابط‌ها، در ورودی و خروجی‌ها، در یک صفحه قرار ندارند، اختلاف جبری در شیب عرضی رویه‌ها

نباید از ۵٪ تجاوز کنند.

علاوه بر شرایط زمین، در تعیین شیب مسیر در تبادل‌ها، فاصله آزاد مابین ابنیه فنی و مسیرهای موجود در تبادل‌ها نیز، حایز اهمیت است. فواصل مورد نظر، مطابق جزئیات بخش ۴-۸-۸ تعیین می‌شود.

در طراحی خم‌هایی که بلافاصله قبل از دماغه خروجی مسیر قرار دارند، از فاصله دید توقف، نظیر سرعت طرح حداقل ۸۰ کیلومتر در ساعت استفاده می‌شود.

رابط‌های خروجی در سربالایی‌ها بهتر است با شیب کم به مسیر مجاور متصل شود تا امکان سرعت‌گیری بهتر خودروهای سنگین فراهم شود. در صورتی که انتهای رابط‌ها در خم گنبدی قرار داشته باشد، شیب طولی در ۱۵ متر آخر مسیر باید کمتر از ۵٪ باشد و در انتهای رابط‌های خروجی که در سرازیری قرار دارند، در صورت استفاده از خم‌های کاسه‌ای، طول خم‌ها باید حداقل ۳۰ متر باشد.

در رابط‌های ورودی به مسیر، شیب رابط‌ها باید در طولی برابر با حداقل ۳۰ متر قبل از دماغه ورودی به صورت هم شیب با مسیر اصلی، جهت دید کافی ادامه یابد. در رابط‌های ورودی به مسیر اصلی در سربالایی‌ها با توجه به معیارهای این آیین‌نامه، ضرورت ساخت خط کمکی سربالایی بررسی می‌شود و در صورت لزوم باید خط کمکی سربالایی ساخته شود.

۴-۴-۸ محل اتصال رابط‌ها در روی راه متقاطع

در طرح تبادل‌هایی از نوع لوزوی یا سایر انواع تبادل‌ها که حرکت‌های گردش به چپ به صورت تقاطع همسطح انجام می‌گیرد، تسهیلات لازم به منظور ایجاد حرکت ایمن و روان برای ترافیک گردش به چپ فراهم می‌شود.

برای این منظور ضوابط زیر در محل اتصال رابط با راه متقاطع رعایت می‌شود.

- اتصال رابط با مسیر متقاطع بهتر است در صورت امکان در بخش مستقیم راه باشد و در پیچ واقع نشود.

- محل اتصال رابط در قسمتی از راه متقاطع باشد که شیب طولی آن ملایم‌تر است. حداکثر شیب ۴ درصد برای این منظور توصیه می‌شود.

- انتهای رابط در نقطه‌ای قرار داده شود که دید کافی برای گردش به چپ از رابط به مسیر متقاطع فراهم باشد. برای این منظور سعی می‌شود که انتهای رابط تا حد امکان دورتر از نقطه شروع یا پایان خم گنبدی روگذری باشد که از روی آزادراه یا بزرگراه می‌گذرد. اگر اجباراً انتهای رابط در نزدیکی خم گنبدی قرار داده شود باید برای وسایل نقلیه چپ‌گرد، فاصله دید قائم کنترل شود.

- علائم راهنما به ویژه علائم نوشتاری برای بهبود کنترل تقاطع بسیار مناسب خواهد بود.

- نوع پوشش گیاهی کنار یا میانه مسیر نیز (در صورت وجود) در تأمین دید لازم مؤثر است.

۵-۴-۸ ورودی و خروجی آزادراه

برای آنکه جداشدگی جریان ترافیک خروجی از آزادراه و همچنین پیوستگی جریان ترافیک ورودی به آن با حداکثر مطلوبیت و بدون مزاحمت برای جریان اصلی ترافیک آزادراه انجام گیرد، لازم است در طرح دهانه‌های ورودی یا دماغه‌های خروجی رابط‌ها با آزادراه، معیارهایی در نظر گرفته شود.

مهم‌ترین ضابطه‌ای که در طرح ورودی و خروجی آزادراه‌ها توصیه می‌شود این است که در صورت امکان، کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها از سمت راست مسیر صورت گیرد. بدیهی است در

امکان پذیر نباشد و تنها راه حل ممکن، انتقال آن به بعد از پل باشد، در آن صورت، دهانه رابط در چنان فاصله‌ای بعد از پل واقع می‌شود که فاصله دید و عکس‌العمل کافی را برای رانندگان به منظور هدایت صحیح به آن فراهم می‌کند، به گونه‌ای که طول لازم برای ترافیک بهم‌بافته تأمین شده باشد. حداقل فاصله لازم برای این منظور، مشابه با طول لچکی خط تغییر سرعت (برای رسیدن از سرعت طرح مسیر به سرعت طرح رابط) خواهد بود. چنانچه این فاصله براساس تعیین فاصله دید تصمیم‌گیری تعیین شود حد مطلوبی به دست خواهد آمد.

۸-۴-۵-۲ فاصله دو رابط متوالی

فاصله میان دو رابط متوالی به نوع راه‌های منتهی به تبادل، نوع عملکرد جفت رابط متوالی (ورودی یا خروجی) و ظرفیت بخش با ترافیک بهم‌بافته بستگی دارد. شکل ۸-۱۹ حداقل فاصله میان پایانه‌های رابط را برای حالت‌های مختلف مشخص می‌سازد.

طرح تبادل‌های جهتی تأمین این ضابطه مورد توجه نیست. به هر حال واگرایی یا هم‌گرایی جریان ترافیک رابط با مسیر اصلی باید با زاویه‌ای بسیار ملایم و کم و به صورت تدریجی شکل گیرد. پایانه‌های رابط که همان دهانه‌های ورودی یا خروجی رابط هستند بسته به تعداد خط‌های رابط (که یک یا چندخطه باشند) و با توجه به شکل خط تغییر سرعت (که به صورت لچکی یا موازی باشد) در آنها به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند. نحوه کنترل جریان ورودی یا خروجی رابط نیز از عامل‌های مهم و مؤثر دیگر در طراحی ورودی و خروجی رابط است. بدیهی است چنانچه لازم باشد واگرایی - هم‌گرایی جریان با مسیر اصلی به صورت آزاد و بدون نیاز به توقف آن انجام گیرد، در آن صورت نحوه طراحی متفاوت خواهد بود.

۸-۴-۵-۱ حداقل فاصله رابط و پل

پایانه رابط بهتر است نزدیک سازه پل واقع نشود. اگر قرارگیری ورودی رابط (خروجی از مسیر اصلی) قبل از پل

بخش ترافیک بهم‌بافته		پیوند با رابط قبل از ورودی و یا جدایی از رابط بعد از خروجی		خروجی - ورودی متوالی		ورودی ها و یا خروجی های متوالی	
* شیب دسته‌ها در مجرای یک تبادل شهری نباشد.		تبادل آزاد راه با راه		تبادل دو آزاد راه		با راه جمع و توزیع کننده آزاد راه	
تبادل آزاد راه و راه		تبادل دو آزاد راه		با راه جمع و توزیع کننده آزاد راه		آزاد راه	
حداقل فاصله میان رابط‌های متوالی (متر)							
۳۰۰	۴۸۰	۴۸۰	۶۰۰	۸۰	۲۴۰	۱۲۰	۱۵۰
۳۰۰	۴۸۰	۴۸۰	۶۰۰	۸۰	۲۴۰	۱۲۰	۱۵۰

شکل ۸-۱۹ حداقل مقادیر پیشنهادی فاصله میان دو رابط متوالی

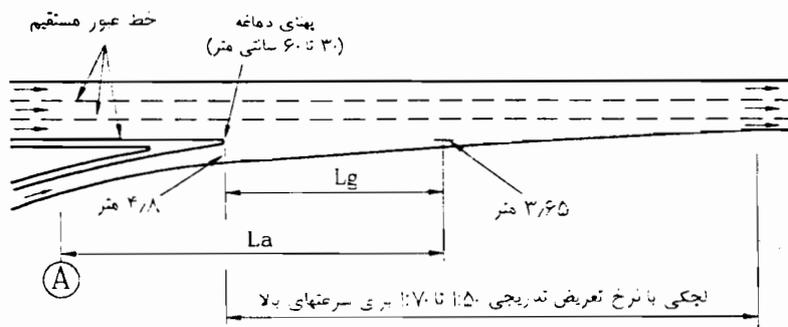
۸-۴-۵-۳ طراحی رابط ورودی یک خطه

الف - نوع لچکی

نمونه متداول دماغه رابط‌های ورودی یک خطه، در حالت الف شکل ۲۰-۸ نشان داده شده است. در این حالت، ورود به جریان آزادراه به صورت یکنواخت و در یک فاصله طولانی انجام می‌پذیرد. نرخ هم‌گرایی مطلوب برای ادغام رابط ورودی در آزادراه، برابر ۱:۵۰ تا ۱:۷۰ (نسبت فاصله جانبی به فاصله طولی) بین لبه خارجی خط افزایش سرعت و جریان مستقیم

مسیر اصلی است. طول لازم برای جای‌گیری درمیان ترافیک مستقیم مسیر اصلی نیز در شکل ۲۰-۸ مورد توجه قرار گرفته است.

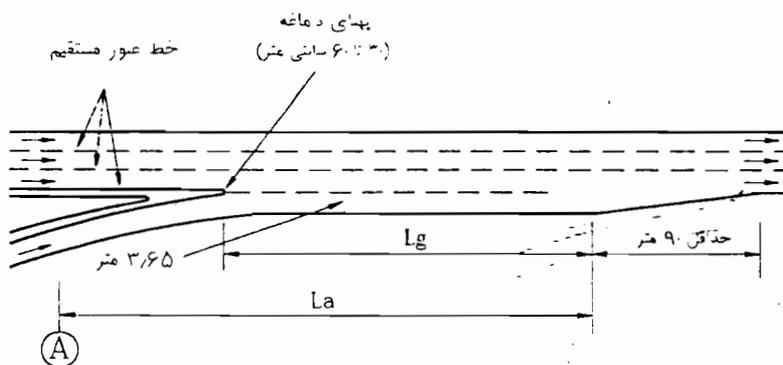
طول لازم برای خط افزایش سرعت که در شکل ۲۰-۸ نیز به آن اشاره شده است از جدول ۲-۸ به دست می‌آید. چنانچه رابط در شیب (بیش از ۲ درصد) واقع شده باشد در آن صورت، مطابق جدول ۳-۸ طول لازم برای خط افزایش سرعت تعدیل می‌شود.



یادداشت:

الف) طرح لچکی تدریجی

L_a = طول خط افزایش سرعت
 A = مقطع سرعت ایمن روی راس (شعبه بیش از ۳۰۰ متر)
 L_g = فاصله نزدیک شدن به مسیر ترافیک مسیر اصلی
 از اندازه های L_g و L_a هر کدام که در محل دماغه عرض ۶۰ سانتی متر بزرگترین طول را موجب گردد در طرح راس استفاده میشود.



ب) طرح خط افزایش سرعت لچکی

شکل ۲۰-۸ نمونه طرح متداول رابط‌های ورودی یک خطه

جدول ۸-۲ حداقل طول لازم برای خط‌های افزایش سرعت رابط‌های ورودی با شیب کمتر از ۲ درصد

طول لازم برای خط افزایش سرعت (متر)								مسیر اصلی	
سرعت طرح پیچ رابط ورودی، V_1 (کیلومتر در ساعت)								سرعت طرح متوسط سرعت	حرکت V_a (km/h)
۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	توقف کامل		
سرعت اولیه در رابط، V_a (کیلومتر در ساعت)								سرعت طرح (km/h)	حرکت V_a (km/h)
۷۰	۶۳	۵۱	۴۲	۳۵	۲۸	۲۰	۰		
-	-	-	-	-	-	-	۶۰	۳۷	۵۰
-	-	-	-	-	-	۷۰	۸۵	۴۵	۶۰
-	-	-	۵۰	۸۵	۱۱۰	۱۳۵	۱۴۵	۵۳	۷۰
-	-	۵۵	۱۰۰	۱۳۵	۱۶۵	۱۸۰	۱۹۵	۶۰	۸۰
-	۵۰	۱۳۰	۱۷۵	۲۱۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۷۵	۶۷	۹۰
۵۵	۱۴۵	۲۲۰	۲۶۵	۳۰۰	۳۳۰	۳۴۵	۳۷۰	۷۵	۱۰۰
۱۲۰	۲۱۰	۲۸۵	۳۳۰	۳۶۰	۳۹۰	۴۰۵	۴۳۰	۸۱	۱۱۰
۲۴۵	۳۳۵	۴۰۰	۴۴۵	۴۷۰	۵۰۰	۵۰۵	۵۲۰	۸۱	۱۲۰

جدول ۸-۳ ضرایب تعدیل خط‌های تغییر سرعت واقع در شیب‌های بیش از ۲ درصد

خط کاهش سرعت						
نسبت طول در شیب به طول در حالت مسطح (که بر اساس سرعت طرح پیچ گردش رابط بدست می‌آید)*						سرعت طرح مسیر اصلی (km/hr)
سرازیری با شیب ۳-۴ درصد		سربالایی با شیب ۳-۴ درصد				همه سرعت‌ها
۱/۲		۰/۹				
سرازیری با شیب ۵-۶ درصد		سربالایی با شیب ۵-۶ درصد				همه سرعت‌ها
۱/۳۵		۰/۸				
خط افزایش سرعت						
سرازیری با شیب ۳-۴ درصد		سربالایی با شیب ۳-۴ درصد				سرعت طرح مسیر اصلی (km/hr)
		۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰
۰/۷	-	-	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۶۰
۰/۶۵	-	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۳	۷۰
۰/۶۵	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۸۰
	۰/۶	۱/۶	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۹۰
۰/۶	۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱۰۰
۰/۶	۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱۱۰
۰/۶	۱/۸	۱/۷	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۱۲۰
سرازیری با شیب ۵-۶ درصد		سربالایی با شیب ۵-۶ درصد				
۰/۶	-	-	۱/۷	۱/۵	۱/۵	۶۰
۰/۶	-	-	۱/۷	۱/۶	۱/۵	۷۰
۰/۵۵	-	۱/۸	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۸۰
۰/۵۵	۲/۲	۲/۱	۲/۰	۱/۸	۱/۶	۹۰
۰/۵	۲/۵	۲/۴	۲/۲	۱/۹	۱/۷	۱۰۰
۰/۶	۳/۰	۲/۸	۲/۶	۲/۲	۲/۰	۱۱۰
۰/۵	۳/۵	۳/۲	۳/۰	۲/۵	۲/۳	۱۲۰

* نسبت بدست آمده از این جدول در مقادیر حاصل از جدول‌های ۸-۲ و ۸-۴ ضرب می‌شود.

ب - نوع موازی

۴-۵-۴-۸ طراحی رابط خروجی یک خطه

در این حالت خط اضافی با طول کافی، به موازات مسیر اصلی در نظر گرفته می‌شود تا امکان افزایش سرعت برای ترافیک ورودی از طریق رابط، پیش از آن که به جریان ترافیک مسیر اصلی منحرف شود، فراهم گردد. در نهایت، این خط اضافی با کمک یک لچکی طول حداقل ۹۰ متر، به مسیر اصلی متصل می‌شود.

طرح معمول ورودی‌های یک خطه از نوع موازی، در حالت ب شکل ۲۰-۸ نشان داده شده است.

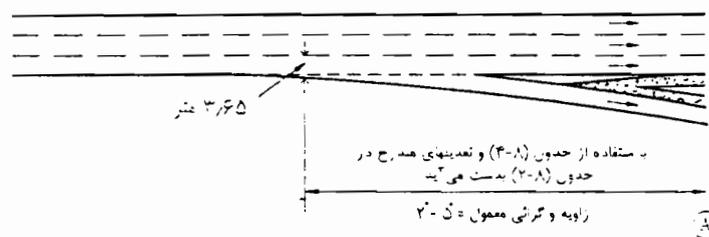
حدقل طول لازم برای خط‌های افزایش سرعت در این

حالت با استفاده از جدول‌های ۳-۱ و ۴-۸ به دست می‌آید.

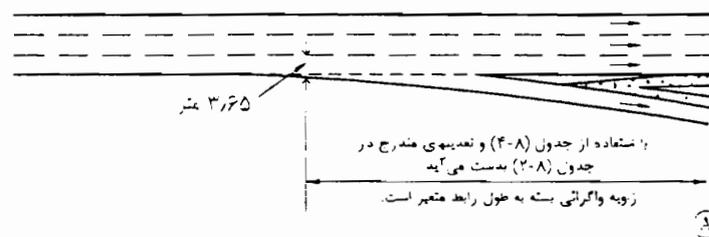
الف - نوع لچکی

زاویه واگرایی مطلوب، برای جداسازی رابط خروجی از مسیر اصلی، بین ۲ تا ۵ درجه است. شکل ۲۱-۸ طرح معمول خروجی‌های یک خطه از نوع لچکی را نشان می‌دهد.

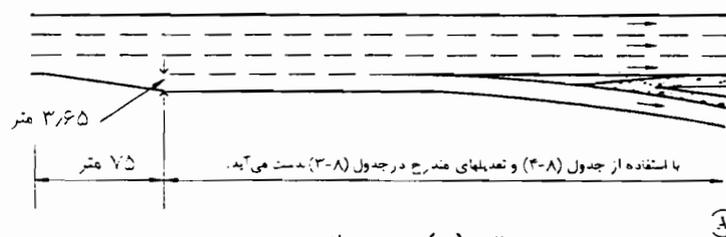
حداقل طول خط‌های کاهش سرعت که در شکل ۲۱-۸ به آن اشاره شده است، با استفاده از جدول ۴-۸ محاسبه می‌شود. ضریب تعدیل شیب نیز با توجه به جدول ۳-۸ بدست خواهد آمد.



حالت (الف) طرح لچکی مستقیم



حالت (ب) طرح لچکی قوسدار



حالت (پ) طرح موازی

نقطه کنترل کننده سرعت اینم رابط است. (۸)

شکل ۲۱-۸ طرح‌های معمول رابط‌های خروجی یک خطه

جدول ۸-۴ حداقل طول لازم برای خط‌های کاهش سرعت رابط‌های خروجی با شیب کمتر از ۲ درصد

طول لازم برای خط کاهش سرعت (متر)								مسیر اصلی	
سرعت طرح پیچ رابط خروجی، V_3 (کیلومتر در ساعت)								متوسط سرعت	سرعت طرح (km/hr)
۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	توقف کامل		
متوسط سرعت حرکت پیچ خروجی، V_4 (کیلومتر در ساعت)								حرکت V_4 (km/hr)	سرعت طرح (km/hr)
۷۰	۶۳	۵۱	۴۲	۳۵	۲۸	۲۰	۰		
-	-	-	-	۴۵	۶۰	۷۰	۷۵	۴۷	۵۰
-	-	-	۵۵	۶۵	۸۰	۹۰	۹۵	۵۵	۶۰
-	-	۵۵	۷۰	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۰	۶۳	۷۰
-	۵۵	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۰	۷۰	۸۰
۶۰	۷۵	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۴۵	۷۷	۹۰
۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۰	۸۵	۱۰۰
۱۰۵	۱۲۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۸۰	۹۱	۱۱۰
۱۲۰	۱۴۰	۱۵۵	۱۷۰	۱۷۵	۱۸۵	۱۹۵	۲۰۰	۹۱	۱۲۰

$V =$ سرعت طرح مسیر اصلی
 $V_3 =$ متوسط سرعت حرکت در مسیر اصلی
 $V =$ سرعت طرح پیچ رابط خروجی
 $V_4 =$ متوسط سرعت حرکت پیچ رابط خروجی

ب - نوع موازی

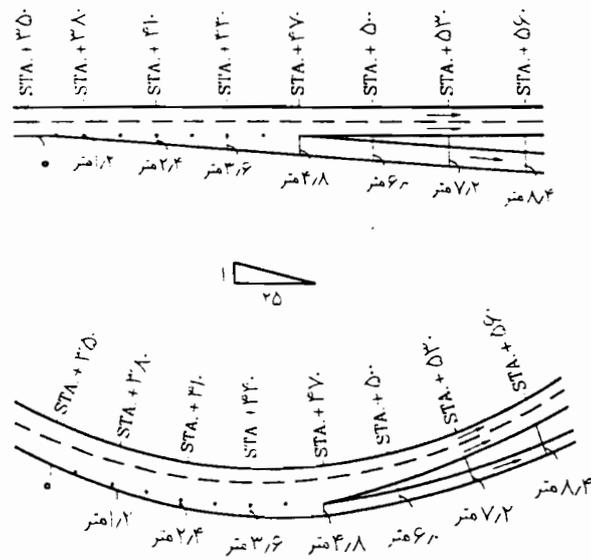
تغییر سرعت، مناسب و بدون اشکال است. در حالت موازی، طراحی به صورت مشابه با آنچه که در مورد مسیر مستقیم ذکر شد، صورت می‌گیرد و تنها تفاوت آن این است که، خط اضافه شده (موازی) نیز انحنایی مشابه با انحنای مسیر اصلی دارد. در حالت لچکی نیز طراحی به گونه مشابه با حالت مستقیم و مطابق آنچه که در شکل ۸-۲۲ نشان داده شده است انجام می‌گیرد. چنانچه بخشی از قسمت لچکی خط تغییر سرعت در داخل پیچ قرار گیرد، مطلوب آن است که به طور کامل در داخل بخش منحنی شکل واقع شود.

در آزادراه‌هایی که سرعت طرح آنها ۷۵ کیلومتر در ساعت است، نوع موازی خط‌های تغییر سرعت بر نوع لچکی ارجحیت دارد، زیرا خروجی‌ها در این حالت سردرگمی کمتری برای ترافیک مسیر مستقیم ایجاد می‌کنند و ورودی‌ها نیز همگرایی روان‌تری را با جریان ترافیک مسیر اصلی فراهم می‌سازند. شکل ۸-۲۳ حالت‌های متفاوت پایانه‌های رابط از نوع موازی را که در محل پیچ واقع شده‌اند، به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

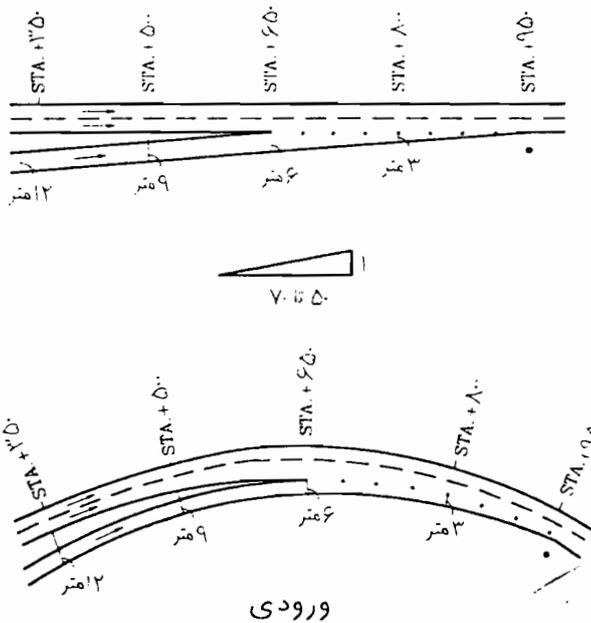
این نوع خروجی، با لچکی به طول حداقل ۷۵ متر شروع می‌شود تا در این طول، عرض یک خط عبوری، تأمین گردد و سپس به موازات لبه مسیر اصلی امتداد می‌یابد، تا به دهانه خروجی برسد. در شکل ۸-۲۱ حالت ب، نمونه متداول طرح این خروجی‌ها، نمایش داده شده است.

۸-۴-۵-۵-۴-۸ طراحی پایانه‌های رابط یک خطه در محل پیچ

اگرچه شعاع پیچ‌های مسیر، در اغلب آزادراه‌ها زیاد است اما با این وجود، حالت‌هایی نیز وجود دارد که شعاع پیچ، کم و در نتیجه انحنای مسیر آزادراه تنداست و ضرورت دارد که رابط ورودی یا خروجی نیز در آن محل تعبیه شود. در چنین حالت‌هایی به منظور جلوگیری از بروز مشکل‌های عملیاتی، تغییراتی در طرح صورت می‌گیرد. در آزادراه‌هایی که سرعت طراحی آنها بیش از ۹۰ کیلومتر در ساعت است، طراحی پیچ‌ها به گونه‌ای است که هم نوع موازی و هم نوع لچکی خط



خروجی

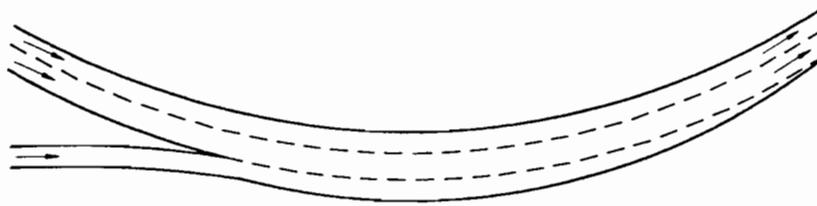


ورودی

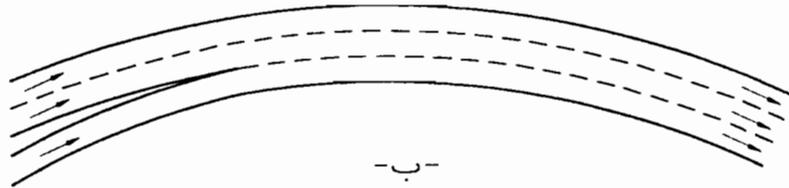
شکل ۸-۲۲ نحوه قرارگیری رابط‌های لچکی شکل در پیج‌ها

(که در حالت الف شکل ۸-۲۳ نشان داده شده است) بین انتهای رابط و خط تغییر سرعت قرارگیرد از یک رابط مستقیم با طول مناسب استفاده می‌شود، تا امکان تأمین بریلندی فراهم گردد.

در طراحی پیج رابط‌های ورودی در محل اتصال به خط تغییر سرعت، شعاع به اندازه کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شود. در این حالت توصیه می‌شود، طولی معادل ۹۰ متر برای لچکی انتهایی رابط در نظر گرفته شود. چنانچه محل پیج معکوس مسیر



-الف-

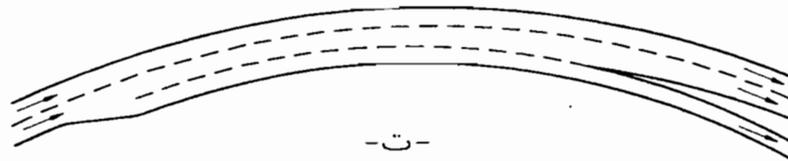


-ب-

ورودی ها



-پ-



-ت-

خروجی ها

شکل ۸-۲۳ حالت شماتیک پایانه های رابط نوع موازی واقع در پیچ

شود. همچنین در طراحی خروجی های واقع در محل پیچ مسیر اصلی، بهتر است لچکی در ابتدای خط کاهش سرعت حتی المقدور طول کمتری داشته باشد و بیش از ۳۰ متر نباشد. در چنین حالتی خط کاهش سرعت، برای رانندگان، بیشتر مشخص خواهد بود و سبب اشتباه آنها نمی شود.

در شرایطی که انحنای رابط خروجی در جهت عکس انحنای مسیر اصلی باشد (مانند حالت پ شکل ۸-۲۳) به جهت آن که ترافیک آخرین خط عبوری مسیر اصلی تمایل بیشتری به حرکت در مسیر رابط پیدا می کند، مشکلات زیادی به وجود می آید، لذا بهتر است در صورت امکان از طراحی چنین حالتی اجتناب

۸-۴-۵-۶ رابط‌های چند خطه

چنانچه حجم ترافیک گردش‌کننده، بیش از ظرفیت رابط یک خطه باشد از رابط چند خطه استفاده می‌شود. اصول طراحی رابط‌های چند خطه، مشابه با حالت یک خطه است. ملاحظات تکمیلی که در طراحی رابط‌های چند خطه به آنها توجه می‌شود عبارتند از: تداوم مسیر مستقیم، تشکیل صف در رابط‌های طولانی، تبادل خط‌ها و انعطاف‌پذیری طرح.

معمول‌ترین انواع رابط‌های چند خطه عبارتند از:

- ورودی‌های دو خطه

- خروجی‌های دو خطه

- ورودی و خروجی‌های چند خطه شاخه‌ای (شکل ۷)

الف - ورودی‌های دو خطه

استفاده از ورودی دو خطه در شرایط زیر توصیه می‌شود:

۱- اتصالات شاخه‌ای

۲- نیاز به ظرفیت بیش از خط

در طرح ورودی‌های دو خطه به منظور تأمین

نیازمندی‌های رعایت هم‌وزنی خط‌ها، باید یک خط اضافی

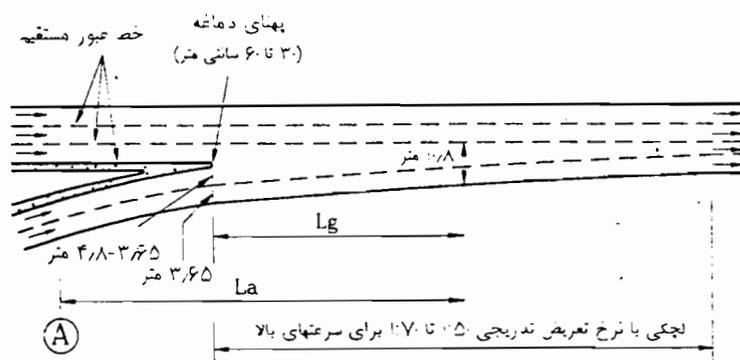
در مسیر اصلی در پایین دست محل ورودی تعبیه شود. این

خط اضافی می‌تواند خط اصلی تأمین‌کننده ظرفیت مورد نیاز در

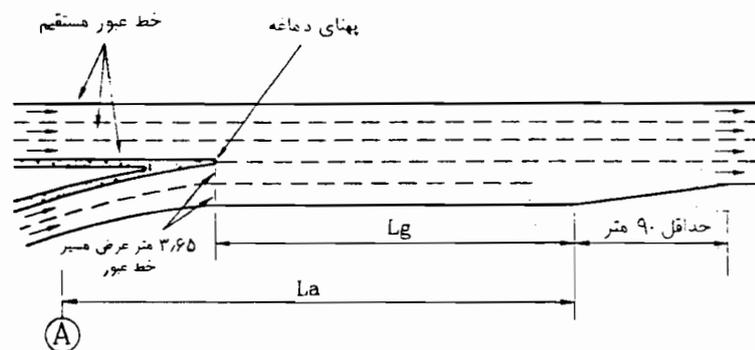
مسیر اصلی و یا یک خط کمکی با طول ۷۵۰-۹۰۰ متر باشد.

شکل ۸-۲۴ گویای حالت ساده رابط‌های ورودی دو خطه با

طرح لچکی یا موازی است.



الف) نوع لچکی



ب) نوع موازی

شکل ۸-۲۴ حالت متداول رابط‌های ورودی دو خطه

ب - خروجی های دوخطه

در شرایطی که ترافیک خروجی از مسیر اصلی، بیش از ظرفیت طرح یک خط باشد، از خروجی های دوخطه استفاده می شود. در این حالت به منظور تأمین هم وزنی خط ها، خط کمکی در بالادست محل خروجی پیش بینی می شود. نمونه های مرسوم طرح خروجی های دوخطه لچکی و موازی در شکل ۸-۲۵ نشان داده شده است.

یادداشت

طرح رابط های ورودی و یا خروجی دوخطه، دقیقاً مشابه موارد

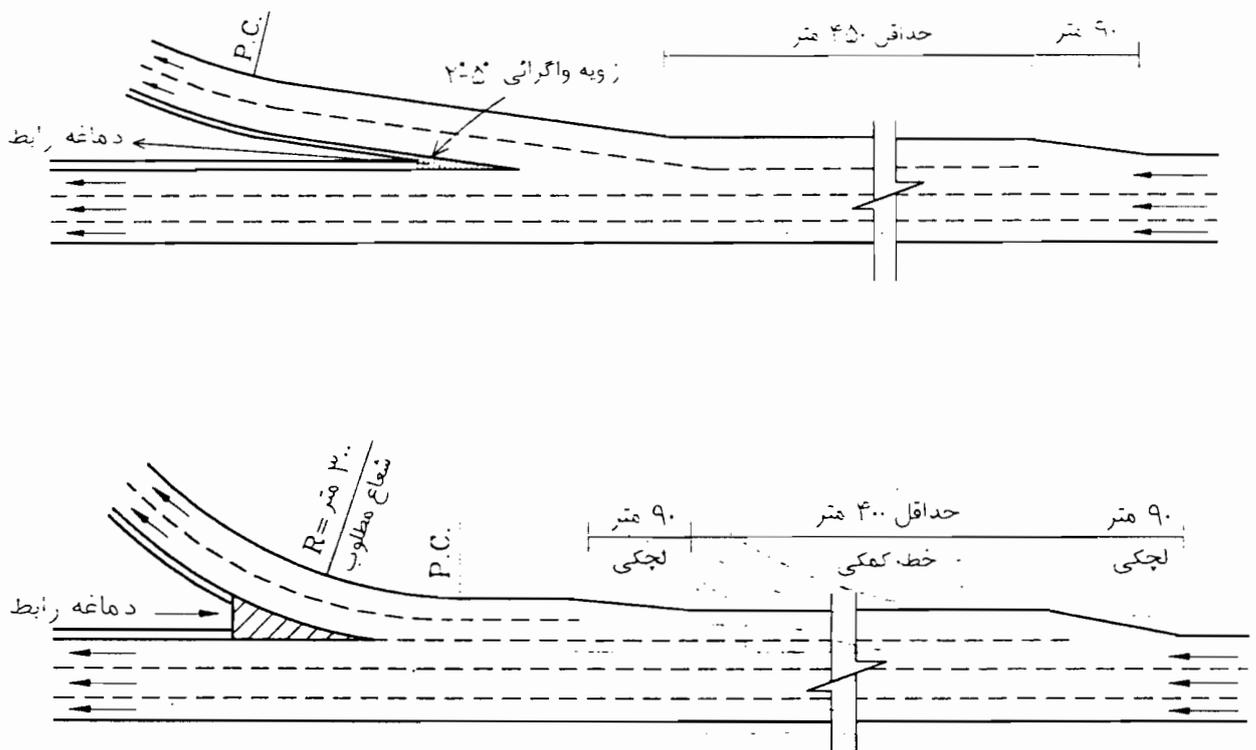
یادشده در خصوص رابط های یک خطه است.

پ - ورودی و خروجی های چندخطه شاخه ای (شکل ۷)

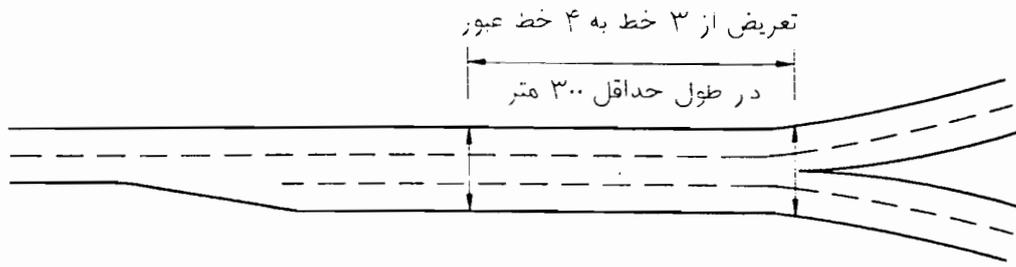
خروجی های چندخطه شاخه ای، از تقسیم یک راه، به دو مسیر مجزا با اهمیت یکسان بدست می آید. در طرح این خروجی ها، به رعایت اصل توازن خطوط باید توجه شود. در طرح این گونه خروجی ها، تعداد خط های مسیر اصلی پیش از رسیدن به محل انشعاب، برابر جمع خط های مسیرهای انشعابی و یا یک خط کمتر از مجموع آنهاست.

شکل ۸-۲۷ نمونه های متداول انشعاب یک مسیر اصلی را

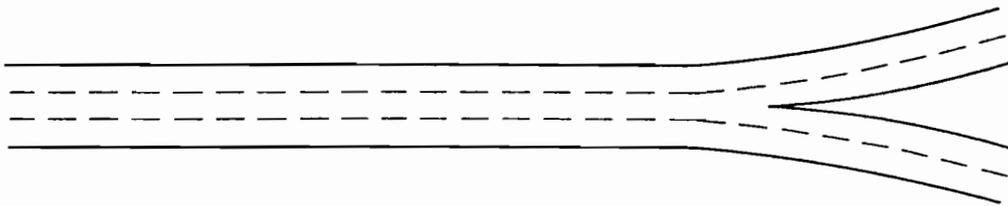
نشان می دهد.



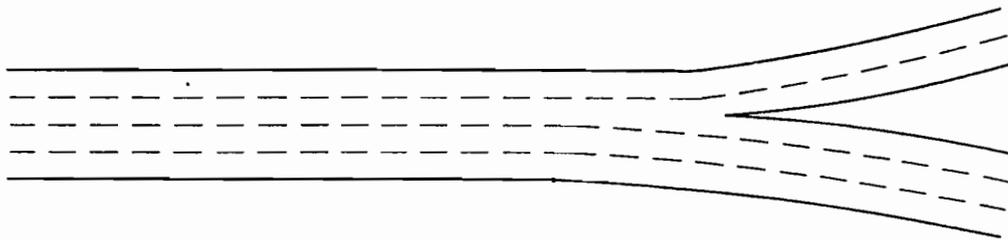
شکل ۸-۲۵ طرح نمونه رابط های خروجی دوخطه



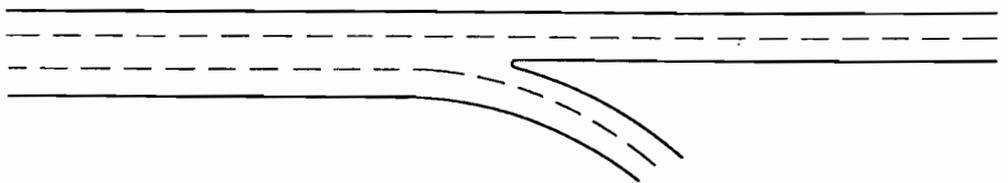
-الف-



-ب-



-پ-

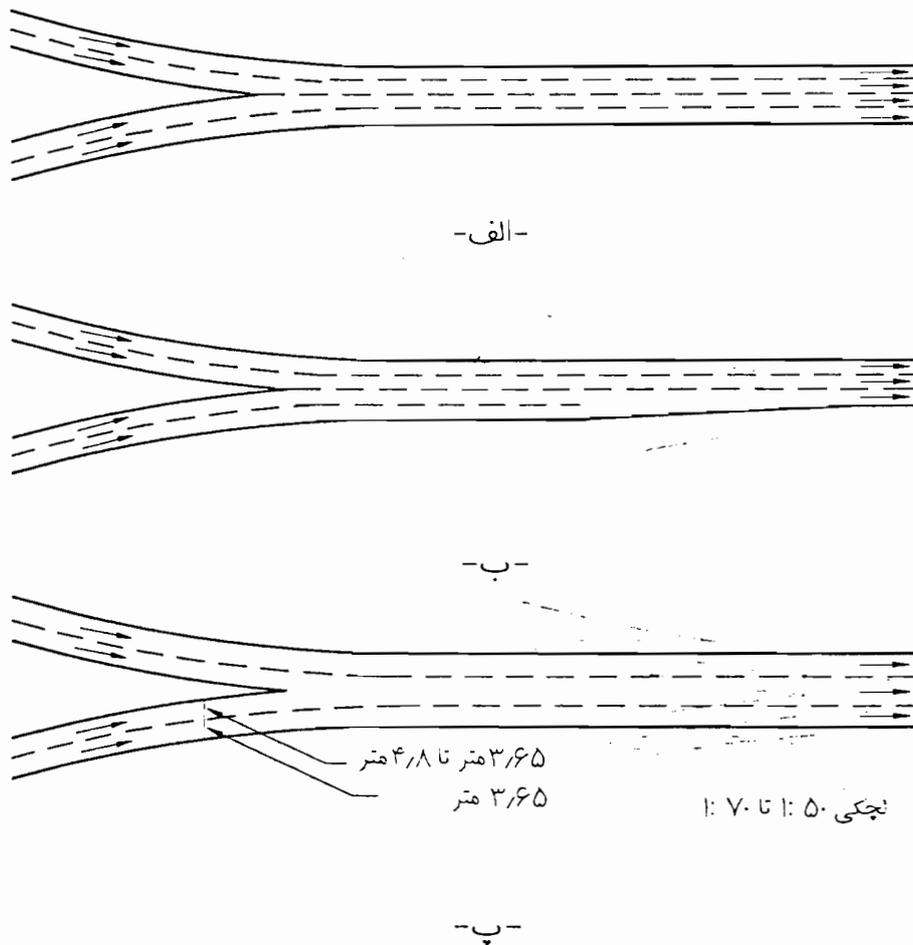


-ت-

شکل ۸-۲۶ نمونه‌های متداول انشعاب یک مسیر اصلی

خطها در طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد. در شکل ۸-۲۷ حالت‌های متداول پیوند دوراه نشان داده شده است. استفاده از هر یک از حالت‌های اشاره شده در شکل ۸-۲۷، بر اساس حجم ترافیک و سرعت طرح مورد نیاز برای پیوند جریان‌ات هریک از شاخه‌هاست. حالت الف برای شرایطی مناسب است که حجم ترافیک هر دو مسیر، قابل توجه باشد. چنانچه حجم ترافیک هر خط شاخه ورودی، مساوی باشد، می‌توان از حالت ب و یا حالت پ که همگرایی با حداکثر سرعت را فراهم می‌سازد، استفاده کرد.

در حالت‌های الف تا پ، دماغه رابط در امتداد محور یکی از خط‌های عبوری قرار گرفته و نحوه تعریض مسیر در شکل ۸-۲۶ نشان داده شده است. چنانچه یکی از مسیرهای انشعابی در امتداد مستقیم قرارگیرد، در آن صورت طرحی مشابه حالت ت در شکل فوق انتخاب می‌شود. شکل ۸-۲۶ جزئیات بیشتری از نحوه طرح خروجی‌های چندخطه شاخه‌ای را نشان می‌دهد. در این شکل متناسب با حجم‌های متفاوت حرکت‌های گردشی، طرح‌های متفاوتی ارائه شده است. پیوند دو راه نیز، از ترکیب دو راه دوخطه یا چندخطه با اهمیت یکسان، حاصل می‌شود. در این حالت نیز اصل توازن



شکل ۸-۲۷ نمونه‌های متداول پیوند دوراه

۸-۴-۶-۱ رابط‌ها

۸-۴-۶-۱-۱ سرعت طرح

هماهنگی حداقل سرعت طرح - موقعی که ترافیک یک رابط وارد ترافیک مسیر اصلی می‌شود - با سرعت طرح ضروری است. هنگامی که انتهای رابط با مسیری تقاطع دارد که دارای حرکت‌های گردشی ترافیک است، حداقل سرعت طرح ۴۰ کیلومتر در ساعت پیش‌بینی می‌شود. به این ترتیب، سرعت طرح در دماغه خروجی رابط ۸۰ کیلومتر در ساعت و در انتهای آن ۴۰ کیلومتر در ساعت توصیه می‌شود.

۸-۴-۶-۲ عرض خط عبور

عرض خط‌های عبور در رابط‌ها ۳/۶۵ متر است. هنگامی که شعاع پیچ رابط‌ها ۹۰ متر یا کمتر و زاویه مرکزی بزرگتر از ۶۰ درجه است، خط عبور در رابط‌های یک خطه و آخرین خط عبور در سمت راست رابط‌های چندخطه باید مطابق با اعداد جدول ۸-۵ برای تأمین امکان گردش چرخ خودروهای سنگین، تعریض شود.

جدول ۸-۵ تعریض خط‌های عبور

عرض خط عبور (متر)	تعریض (متر)	شعاع رابط (متر)
۵/۶۵	۲	< ۴۰
۵/۲۵	۱/۶	۴۰ → ۴۴
۴/۹۵	۱/۳	۴۵ → ۵۴
۴/۵۵	۰/۹	۵۵ → ۶۴
۴/۲۵	۰/۶	۶۵ → ۷۴
۳/۹۵	۰/۳	۷۵ → ۹۰
۳/۶۵	۰	> ۹۰

۸-۴-۶-۳ عرض شانه‌ها

عرض شانه در رابط‌ها ۲/۴ متر و عرض شانه چپ ۱/۲ متر است.

۸-۴-۶-۴ کاهش عرض خط عبور

کاهش عرض خط عبور در رابط‌ها در طولی برابر $\frac{2}{3} WV$

اعمال می‌شود. به طوری که:

$$W = \text{عرض خط عبور (متر)}$$

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

کاهش عرض در رابط‌هایی که دارای سیستم کنترل ترافیکی است، بعد از محل سیستم کنترل، به طول لچکی با نسبت یک متر عرض برای ۵۰ متر طول صورت می‌گیرد.

۸-۴-۶-۵ افزایش خط‌های عبور

افزایش خط عبور رابط‌ها معمولاً از طریق لچکی با طول حداقل ۳۵ متر صورت می‌گیرد.

۸-۴-۶-۶ پیش‌بینی سیستم کنترل ترافیکی در رابط

تغییرات عرض رابط‌ها، برای محل‌هایی که سیستم کنترل ترافیکی خواهد داشت، قبلاً پیش‌بینی می‌شود.

۸-۴-۶-۷ بریلندی رابط‌ها

حداکثر بریلندی رابط‌ها در مناطق غیربرقی و بدون یخ‌بندان ۱۲٪ می‌باشد. در مناطق سردسیر و پربرف و یا دارای ارتفاع بالای ۹۰۰ متر، حداکثر بزرگترین شیب در محل بریلندی ۸٪ انتخاب می‌شود.

در محل‌های دارای محدودیت تأمین طول کامل پیچ که امکان تأمین بریلندی حداکثر نباشد، از بیشترین مقدار بریلندی قابل اعمال استفاده می‌شود و یا در صورت امکان، شعاع پیچ

رابط افزایش داده می شود. به هر حال مؤلفه شیب طولی رابط و برابندی نباید از مقادیر حداکثر فوق تجاوز کند.

۸-۴-۶-۸ رابط های با یک خط عبور

در رابط های با یک خط عبور، رابط چه در ورودی و چه در خروجی مسیر با یک خط عبور به مسیر اصلی ارتباط می یابد. این رابط ها اغلب در محل تماس با مسیر اصلی، به منظور تأمین حرکت گردشی بهتر، تعریض می شود و در برخی موارد به منظور تأمین امکان انتظار و ظرفیت بیشتر، در محل اتصال، به رابط های چندخطه تبدیل می شود.

اگر طول یک رابط یک خطه از ۳۰۰ متر تجاوز کند، باید یک خط عبور اضافی، برای تأمین امکان سبقت در رابط، پیش بینی شود.

حالت های مختلف تغییر تدریجی عرض رابط های خروجی از یک خطه به دو خطه، در شکل ۸-۲۸ نشان داده شده است.

۸-۴-۶-۹ رابط های خروجی با دو خط عبور

هنگامی که حجم ترافیک طرح مورد نظر از ۱۵۰۰ سواری معادل در ساعت تجاوز کند، از رابط های با دو خط عبور باید استفاده شود و امکان افزایش خط ها به سه خط یا بیشتر، نیز در محل تقاطع با مسیرهای دیگر مورد بررسی قرار گیرد. نحوه ارتباط خروجی با مسیر اصلی در شکل ۸-۲۹ مشخص شده است.

قبل از رابط خروجی دو خطه، باید یک خط کمکی به طول حداقل ۲۰۰ متر در طرح پیش بینی شود.

برای حجم ترافیک بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ خودرو، رابط خروجی دو خطه با امکان افزایش یک خط عبور اضافی، در آینده، پیش بینی می شود.

۸-۴-۶-۱۰ رابط های ورودی دوخطه

در شکل ۸-۲۹ جزئیات رابط ورودی دوخطه نشان داده شده است. این جزئیات در مواقعی که حجم ترافیک از ۱۵۰۰ خودرو سواری معادل در ساعت تجاوز کند، مد نظر قرار می گیرد.

مطابق شکل ۸-۲۹ پیش بینی یک خط عبور کمکی، فقط در موردهایی صورت می گیرد که حجم ترافیک از ۱۵۰۰ خودرو در ساعت تجاوز کند. در بعضی از موردهای محدود، این خط عبور می تواند به خط های عبور ترافیک اصلی افزوده شود.

۸-۴-۶-۱۱ رابط های گردراه

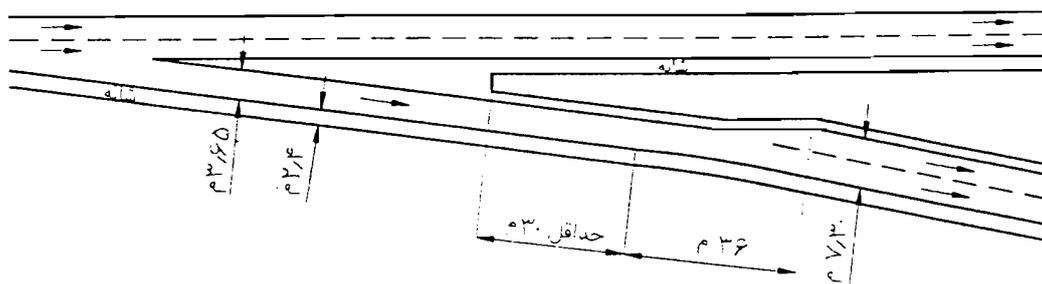
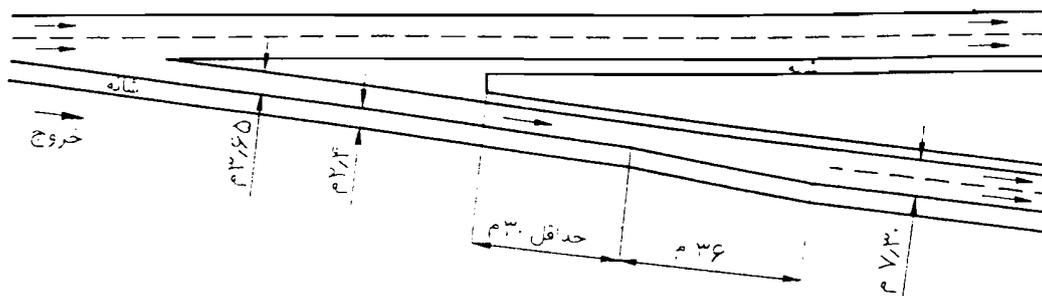
این رابط ها عموماً دارای یک خط عبور است مگر در مواردی که گنجایش رابط یا سیستم کنترل ترافیک لزوم خط عبور دوم را مشخص کند. در صورت استفاده از دو خط عبور، فقط خط عبور سمت راست برای عبور خودروهای سنگین نیاز به تعریض خواهد داشت.

شعاع گردش رابط های گردراه عموماً بین ۴۵ تا ۶۰ متر است و حداقل شعاع گردش ۳۵ متر می باشد.

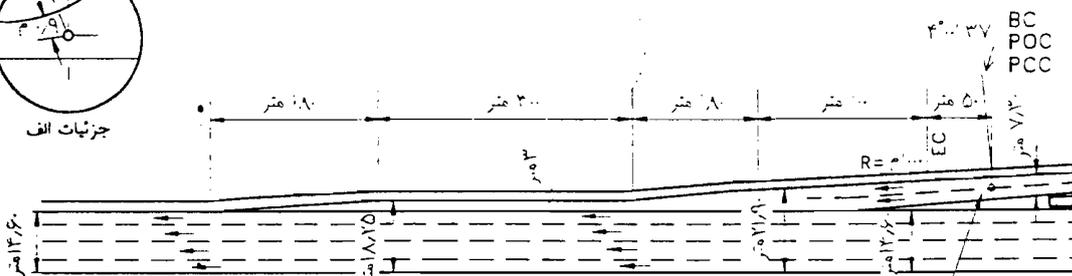
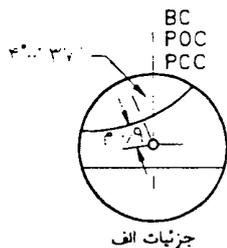
$\frac{1}{4}$ شیب برابندی در ابتدای پیچ رابط اعمال می شود. در شعاع گردش های کمتر از ۹۰ متر، برابندی در شانه ها نیز اعمال می شود.

۸-۴-۶-۱۲ فواصل بین رابط های ورودی متوالی

حداقل فاصله بین دو رابط ورودی متوالی به مسیر آزادراه، معادل طولی است که در لچکی افزایش سرعت خودرو مورد نیاز است. این طول ۳۰۰ متر است، مگر آن که در رابط ورودی بالادست، از یک خط کمکی استفاده شده باشد که رابط پایین دست با نسبت ۱:۵۰ به مسیر خط کمکی نزدیک شود. برای دیدن جزئیات به شکل ۸-۳۰ رجوع شود.

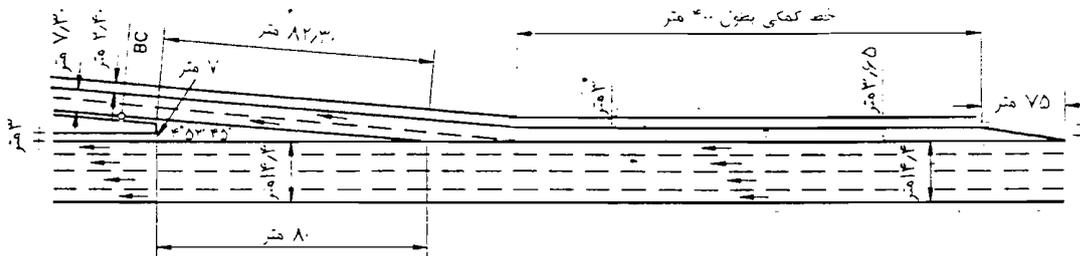


شکل ۸-۲۸ تبدیل رابط خروجی یک خطه به دو خطه



به جزئیات الف مراجعه شود

رابط خروجی



رابط ورودی

شکل ۸-۲۹ رابط‌های خروجی و ورودی دوخطه

۸-۴-۶-۱۳ فواصل بین رابط‌های خروجی متوالی

حداقل فاصله بین رابط‌های خروجی در آزادراه‌ها ۳۰۰ متر است.

و هماهنگی در اتصال رابط‌ها با راه‌های مجاور، از جدول یا

آماس استفاده می‌شود. به شکل ۸-۳۰ رجوع شود.

- جدول یا آماس، برای هدایت و کنترل جریان آب‌های سطحی

رابط نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

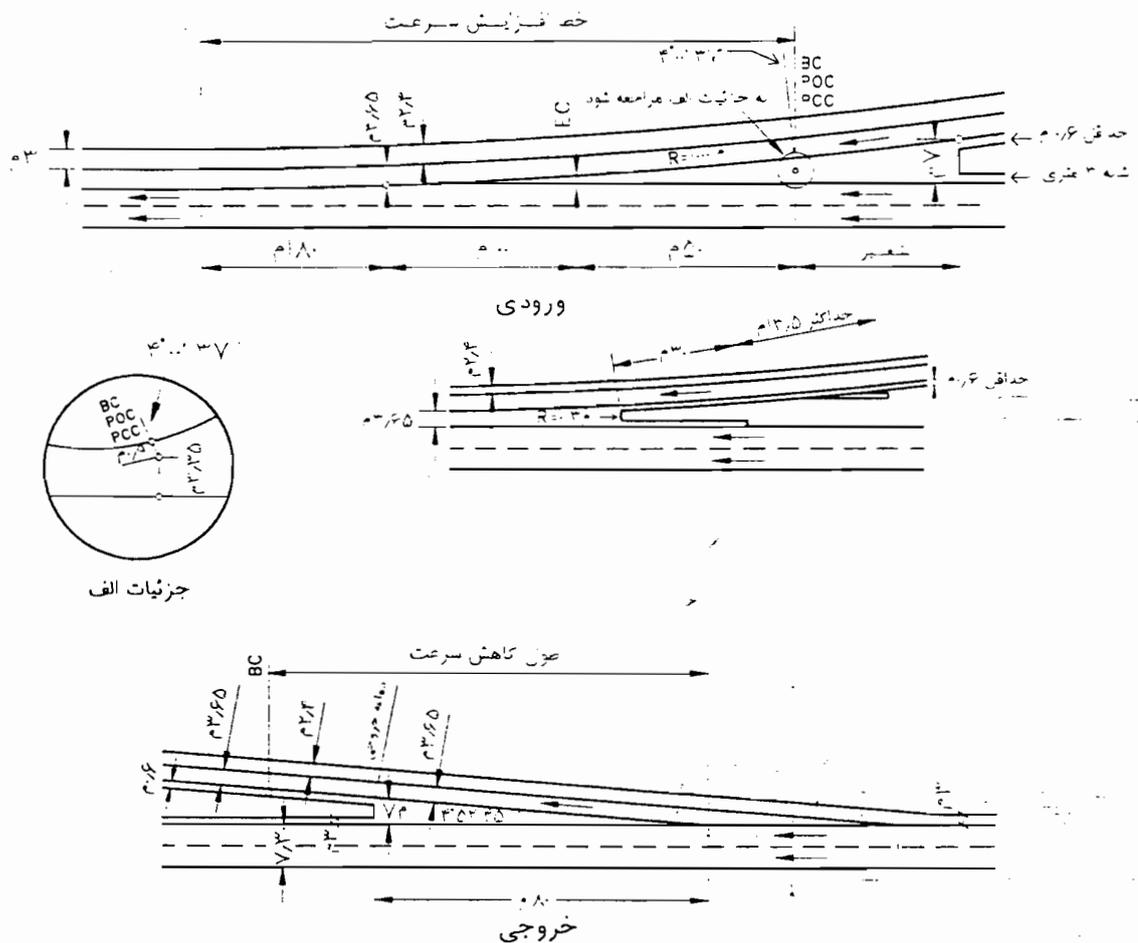
۸-۴-۶-۱۴ جدول و آماس در رابط‌ها

بجز در موارد زیر در رابط‌ها، از جدول استفاده نمی‌شود.

استفاده از آماس در رابط‌ها، مطابق دستورالعمل‌های فصل

نهم (تخلیه آب‌های سطحی) انجام می‌گیرد.

- در صورت لزوم، برای ایمنی پیاده و برای جریان‌بندی ترافیک



شکل ۸-۳۰ رابط‌های خروجی و ورودی یک خطه

۸-۴-۷ ارتباط بین دو آزادراه

۸-۴-۷-۱ سرعت‌های طرح

سرعت طرح برای طراحی مسیر اتصال بین دو آزادراه، چه به صورت یک خطه و چه به صورت چندخطه حداقل ۸۰ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته می‌شود.

در مواقعی که از سرعت‌های پایین‌تر طرح و در نتیجه شعاع‌های کوچکتر پیچ استفاده می‌شود، فواصل دید در خم‌ها متناسب با سرعت طرح در نظر گرفته می‌شود.

۸-۴-۷-۲ شیب‌ها

حداکثر شیب طولی رابط‌های آزادراه به آزادراه، در سرعت ۸۰ کیلومتر در ساعت نباید از ۶٪ تجاوز کند. هرچه سرعت طرح بیشتر باشد، شیب طولی کمتر و خم‌ها طولانی‌تر خواهد بود.

۸-۴-۷-۳ عرض شانه‌ها

عرض شانه سمت چپ رابط‌های آزادراه‌ها، به صورت تک خطه و دوخطه، ۱/۵ متر و شانه راست ۳ متر است. در مسیر رابط تک خطه دو آزادراه که عرض راه نه به خاطر گنجایش، بلکه صرفاً برای ایجاد امکان سبقت افزایش داده شده است، شانه چپ ۱/۵ متر، و شانه راست نیز حداقل ۱/۵ متر خواهد بود.

در مسیر اتصال سه خطه آزادراه‌ها، عرض شانه‌های چپ و راست ۳ متر خواهد بود.

۸-۴-۷-۴ رابط با یک خط عبور

رابط بین دو آزادراه می‌تواند به صورت یک خطه یا چندخطه پیش‌بینی شود. هنگامی که حجم ترافیک طرح، بین ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ خودروی سواری معادل در ساعت باشد، طراحی

بر پایه ساخت اولیه یک خط عبور که قابل افزایش باشد، انجام می‌گیرد. جزئیات نحوه اتصال در شکل ۸-۳۰ نشان داده شده ولی زاویه واگرایی کمتر و حدود ۲ درجه می‌باشد.

رابط یک خطه با طول بیش از ۳۰۰ متر به دو خط عبور تعریض می‌شود تا امکان سبقت وجود داشته باشد.

۸-۴-۷-۵ مسیرهای اتصال چندخطه

استفاده از مسیرهای اتصال چندخطه در ظرفیت‌های بالای ۱۵۰۰ خودروی سواری در ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیوند مسیرهای چندخطه، با جزئیات نشان داده شده در شکل ۸-۲۹ هماهنگ است و انشعاب چندخطه، مطابق شکل ۸-۳۱ انجام می‌شود.

۸-۴-۷-۶ تغییر عرض مسیر

در موارد تغییرات عرض در مسیر اتصال بین دو آزادراه، تغییرات تدریجی در طول لچکی به طول $\frac{2}{3}WV$ اعمال می‌شود.

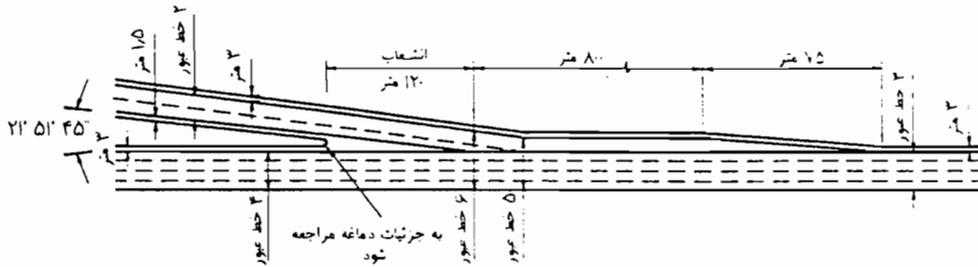
۸-۴-۷-۷ کنترل ترافیکی مسیر اتصال

در اعمال کنترل ترافیکی مسیر اتصال، نیاز راننده به حرکت پیوسته و غیرمنقطع مد نظر قرار می‌گیرد و در طراحی ملحوظ می‌شود.

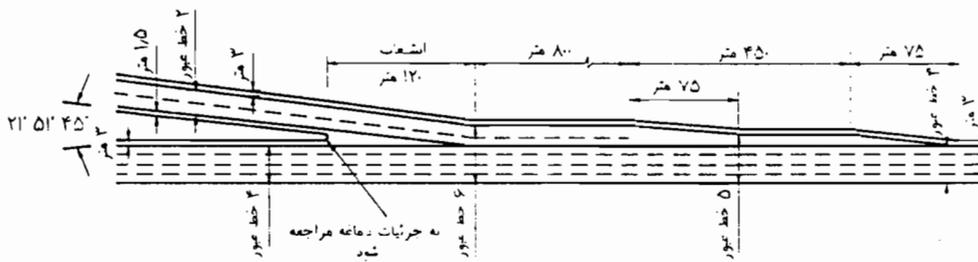
۸-۴-۸ افزایش یا کاهش خط‌های عبور

به منظور روانی جریان ترافیک و حفظ ظرفیت مشخص در حوالی تبادل، ضروری است که تعداد خط‌های عبور ترافیک در هنگام انجام حرکت‌های همگرا و واگرا در محل ورودی یا خروجی‌های تبادل، متوازن باشد. برای این منظور ابتدا براساس حجم‌های ترافیک طراحی، تجزیه و تحلیل ظرفیت (گنجایش)

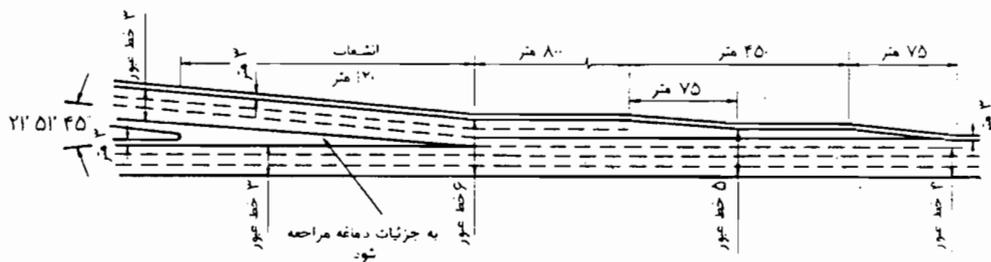
انجام می‌گیرد و براساس آن تعداد خط‌های پایه لازم برای پاسخ‌گویی به جریان ترافیک مزبور تعیین می‌شود. این تعداد خط در طول قابل توجهی از تبادل حفظ می‌گردد.



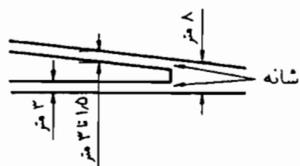
الف) ترافیک گردش کمتر از ۳۵ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



ب) ترافیک گردش ۳۵-۵۰ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



پ) ترافیک گردش بیش از ۵۰ درصد ترافیک مسیر مستقیم است.



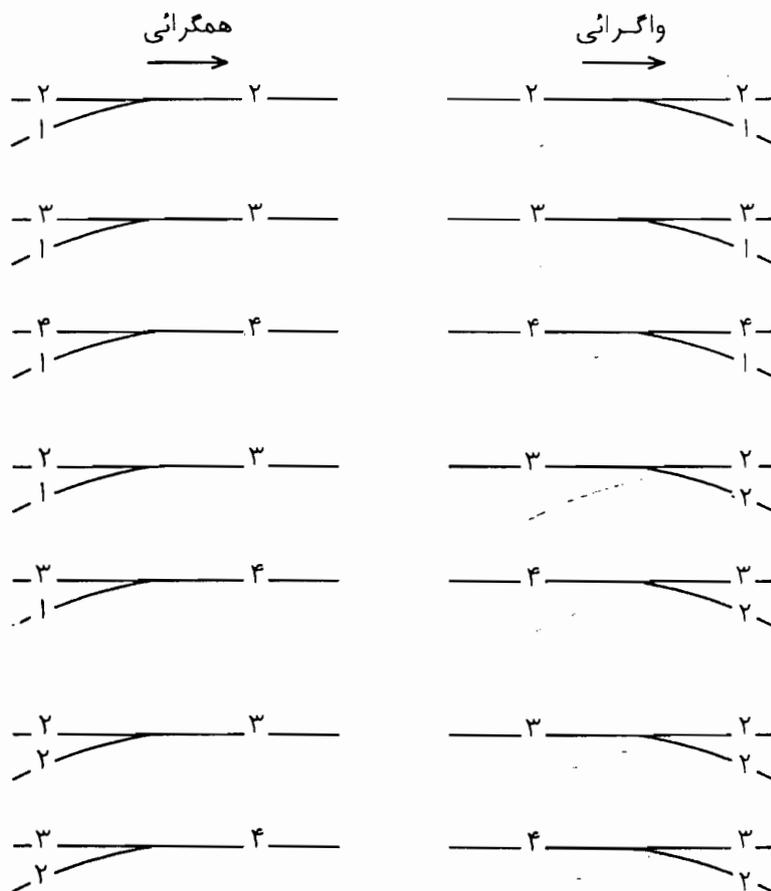
شکل ۸-۳۱ انشعاب چند خطه

شرایط استثنایی عبارتند از:

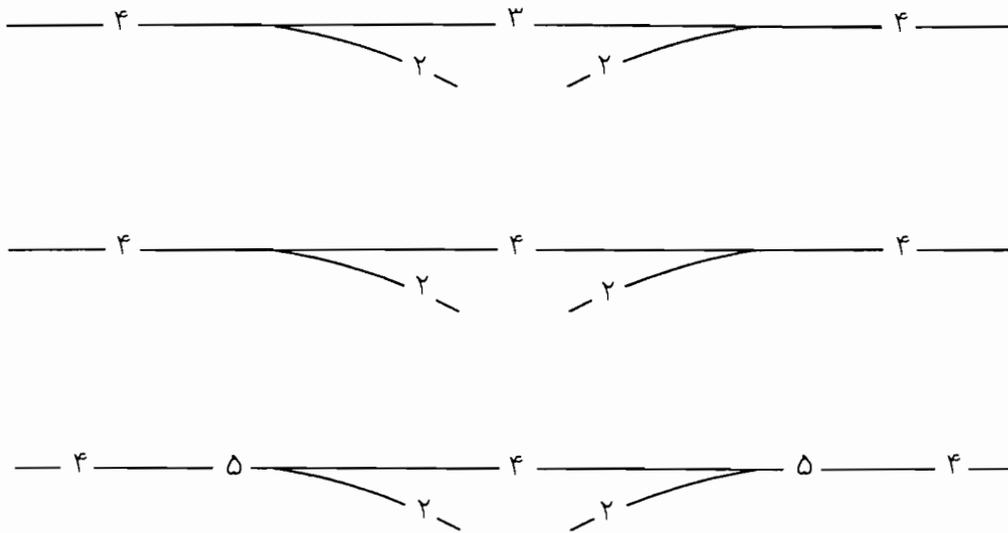
الف - بخش ترافیک بهم‌بافته بین گردهاها‌های تبادل شبدری
ب - در تبادل‌های بسیار نزدیک به هم که فاصله میان لچکی پایانه رابط ورودی و شروع لچکی پایانه رابط خروجی کمتر از ۵۰۰ متر است و یک خط کمکی در تمام این طول بکار گرفته شده است.

پ - تعداد خط‌های عبور در مسیر اصلی، نباید هر بار بیش از یک خط کاهش یابد.

نحوه کاربرد اصل توازن خط‌ها در شکل ۸-۳۲ نشان داده شده است. شکل ۸-۳۳ نیز نمونه‌ای از نحوه تطبیق دادن اصل توازن خط‌ها با تعداد خط‌های پایانه از قبل تعیین شده را مشخص می‌سازد.



شکل ۸-۳۲ نمونه‌های متداول توازن تعداد خط‌های عبور



شکل ۸-۳۳ هماهنگی توازن خط‌ها و تعداد خط‌های پایه

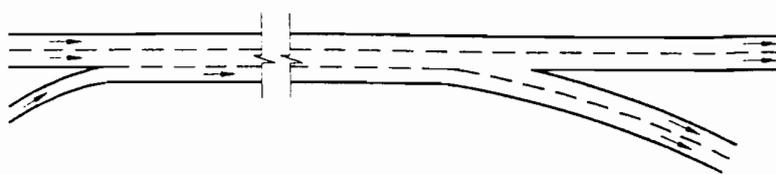
۱- تبادل‌های خیلی نزدیک به هم
 ۲- در شرایطی که فاصله بین انتهای لچکی رابط ورودی و ابتدای لچکی رابط خروجی کوتاه باشد.
 گزینه‌های مختلف ادغام و حذف خط‌های عبور کمکی، متناسب با شرایط موجود در محل تبادل در شکل ۸-۳۴ نشان داده شده است.
 همچنین شکل ۸-۳۵ نیز حالت‌های مختلف استفاده از خط‌های عبور کمکی را به منظور تأمین اصول توازن تعداد خط‌های عبوری مشخص می‌سازد.
 در کلیه حالت‌های مندرج در شکل‌های بالا، طول خط‌های عبور کمکی بر اساس جدول‌های ۸-۱ تا ۸-۳ محاسبه می‌شود. در شرایطی که درصد زیادی از ترافیک عبوری یا ورودی و خروجی مسیر را کامیون‌ها تشکیل دهند، توصیه می‌شود از خط‌های عبور کمکی به منظور افزایش سطح خدمت تبادل، استفاده شود.

چنانچه از خط‌های عبور کمکی، به منظور تأمین ظرفیت و ایمنی، در فاصله میان تبادل‌ها استفاده شود باید دقت شود که اصل توازن خط‌ها حتماً رعایت گردد.

۸-۴-۹ خط‌های عبور کمکی

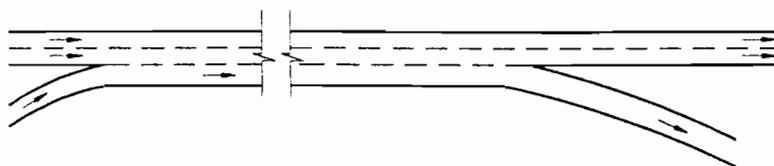
خط عبور کمکی به منظور توقف حاشیه‌ای، تغییر سرعت، حرکت گردش، تشکیل صف حرکت‌های گردش، ترافیک بهم‌یافته، خط‌های کمکی سریالایی و دیگر مقاصد مورد نظر بکار گرفته می‌شود.

پهنای یک خط کمکی باید برابر با پهنای خط‌های عبور مستقیم مسیر اصلی باشد. در صورت استفاده از خط‌های عبور کمکی، پهنای مطلوب برای شانه مجاور آن ۲/۵-۳/۷۵ متر و حداقل این پهنای برابر ۱/۸ متر است.
 استفاده از خط‌های عبور کمکی بین رابط‌های ورودی و خروجی در شرایط زیر مفید خواهد بود.

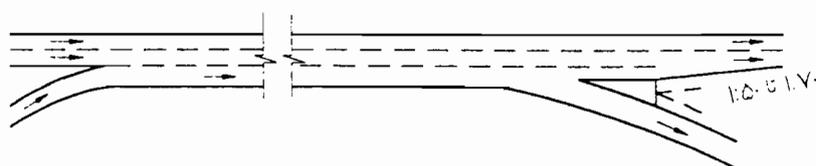


-الف-

حذف خط کمکی در خروجی

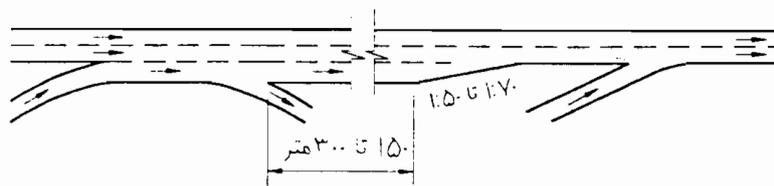


-ب-



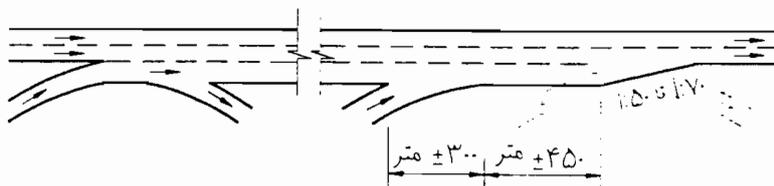
-پ-

حذف خط کمکی در خروجی (بین دو گردراهه)



-ت-

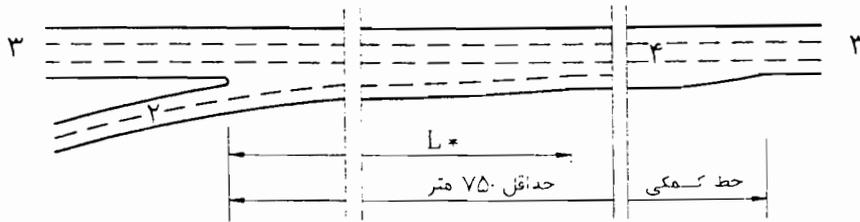
حذف خط کمکی در طول تبادل



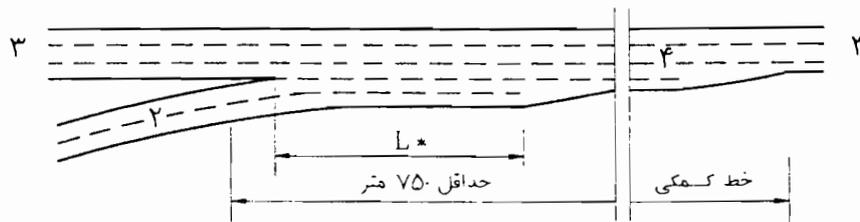
-ث-

حذف خط کمکی در طول مسیر

شکل ۸-۳۴ روش‌های مختلف ادغام خط‌های عبور کمکی

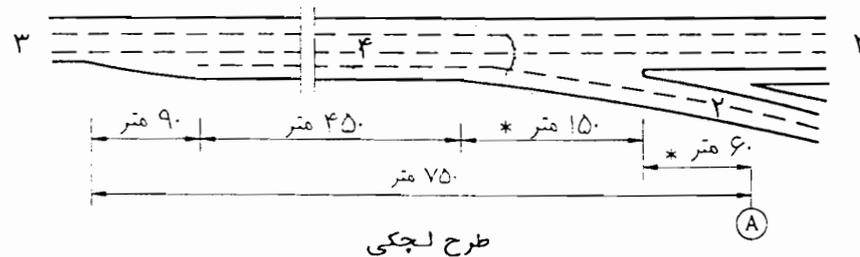


طرح لچکی معمولی

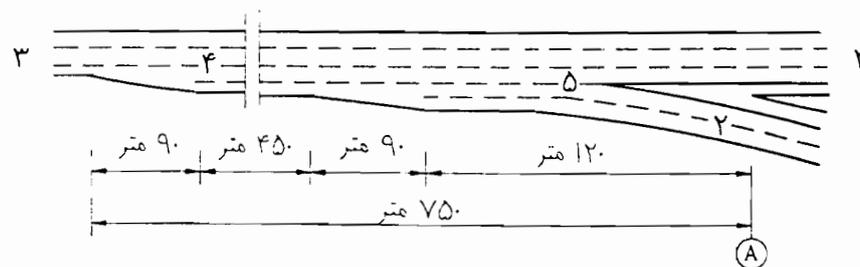


طرح موازی (مطلوب)

دو نمونه طرح ورودی



طرح لچکی



طرح موازی (مطلوب)

دو نمونه طرح خروجی

* به شکل (۸-۲۵) مراجعه گردد.

شکل ۸-۳۵ استفاده از خط‌های عبور کمکی به منظور تأمین اصول توازن تعداد خط‌های عبور

۸-۴-۱۰ مسیر با ترافیک بهم‌بافته

بهم‌بافته به کل حجم ترافیک موجود (بهم‌بافته و عبوری) و تعداد خط‌های مسیر اصلی قبل از رسیدن به محل همگرایی، می‌توان تعداد خط‌های لازم برای بخش با ترافیک بهم‌بافته را تعیین کرد.

سطح خدمت معمول برای طراحی بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته در راه‌های طبقه B یا C می‌باشد. نحوه طراحی بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته که حداقل دارای یک رابط دوخطه است، نباید به گونه‌ای باشد که سطح خدمتی کمتر از مقدار میانگین سطح خدمت D که در شکل ۸-۳۶ به آن اشاره شده، ارائه دهد.

در خط‌های عبور اصلی آزادراه‌ها طول بخش با ترافیک بهم‌بافته که از شکل ۸-۳۶ به دست می‌آید بهتر است از ۵۰۰ متر کمتر نباشد. مگر آن که محدودیت‌های مالی یا فیزیکی، طول کمتری را ایجاب نماید.

همچنین به ازای هر خط اضافی که درگیر ترافیک بهم‌بافته است، به مقدار ۳۰۰ متر بر طول بخش با ترافیک بهم‌بافته افزوده می‌شود.

۸-۴-۱۱ محدودیت دسترسی

نحوه دسترسی تأسیسات و قسمت‌های مختلف مجاور تبادل‌ها، مورد بررسی کامل قرار می‌گیرد و محدودیت دسترسی به رابط‌ها و مسیرهای اصلی پیش‌بینی و اعمال می‌شود. کنترل دسترسی تا فاصله حداقل ۱۰۰ متر از انتهای شعاع گردش رابط و یا پایان طول لچکی مورد توجه قرار می‌گیرد.

شکل‌های ۸-۳۸ و ۸-۳۹ انواع مختلف کنترل دسترسی در تبادل‌ها را نشان می‌دهد.

بخش ترافیک بهم‌بافته، طولی از یک مسیر یک طرفه است

که به واسطه نیاز به تغییر خط وسایل نقلیه در آن طول، سبب ایجاد ترافیک بهم‌بافته (ضربدری) می‌شود. در تبادل‌ها چنین وضعیتی معمولاً بین رابط‌های ورودی و خروجی به وقوع می‌پیوندد. با توجه به اغتشاشی که در جریان ترافیک تبادل به علت وجود بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته ایجاد می‌شود، توصیه می‌گردد در صورت مکان در طرح تبادل تمهیداتی اندیشیده شود که سبب حذف بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته در مسیر اصلی گردد. از جمله چنین اقداماتی می‌توان به ایجاد مسیرهای دسترسی حاشیه‌ای و یا جاده‌های جمع‌کننده - توزیع‌کننده که به موازات مسیر اصلی و در حاشیه آن هستند، اشاره کرد.

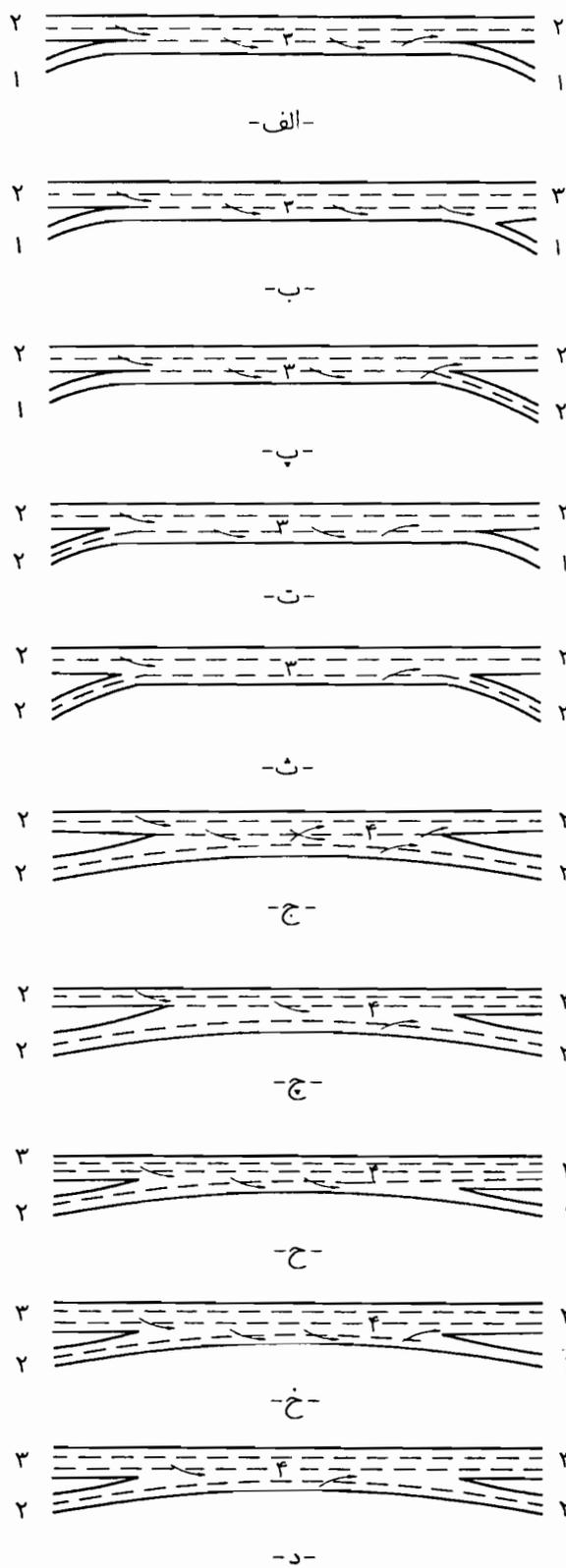
چنانچه شرایط تبادل به گونه‌ای باشد که حذف بخش با

ترافیک بهم‌بافته از طرح تبادل امکان‌پذیر نباشد، در آن صورت باید طول کافی برای این بخش در نظر گرفته شود تا سبب کاهش سطح خدمت تبادل نگردد. برآورد تقریبی طول کافی برای بخش با ترافیک بهم‌بافته، به ازای $0/3$ متر طول برای هر وسیله نقلیه موجود در ترافیک بهم‌بافته، بدست می‌آید.

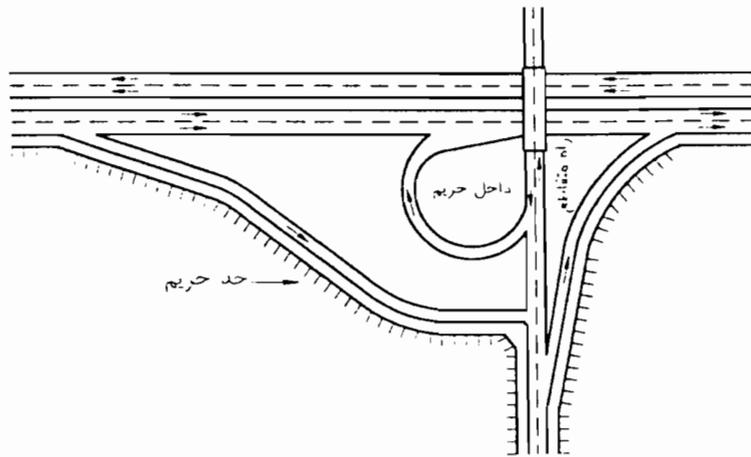
روش‌های مختلفی برای تجزیه و تحلیل بخش‌های با ترافیک بهم‌بافته وجود دارد که ساده‌ترین آنها روش لیش شرح زیر است.

روش «لیش» برای تعیین طول و تعداد خط‌های بخش با ترافیک بهم‌بافته

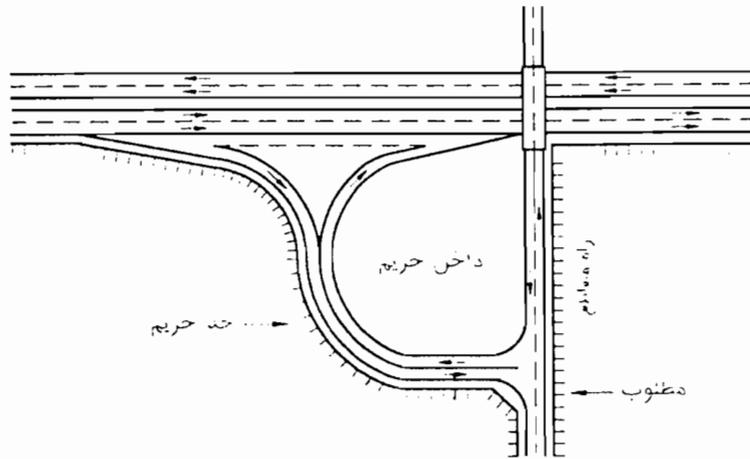
نحوه استفاده از این روش بسیار ساده و مطابق شکل ۸-۳۶ است. در این حالت براساس حجم ترافیک سواری معادل ترافیک بهم‌بافته و سطح خدمت مورد نظر برای آن و وجود یا عدم وجود توازن خط‌ها در آن بخش، طول لازم برای این بخش تعیین می‌شود. ضمن آن که با توجه به نسبت جریان‌های ترافیک



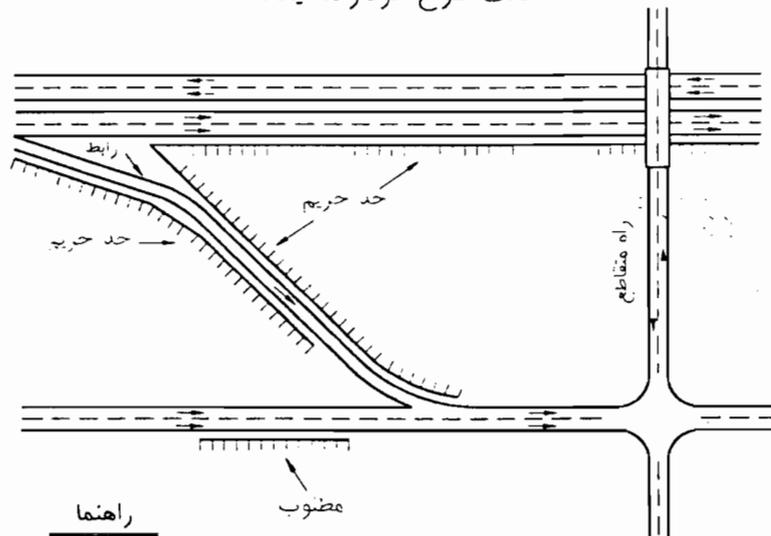
شکل ۸-۳۷ حالت های مختلف ترکیب خط های بخش با ترافیک بهم بافته



حالت طرح نیمه شبدری



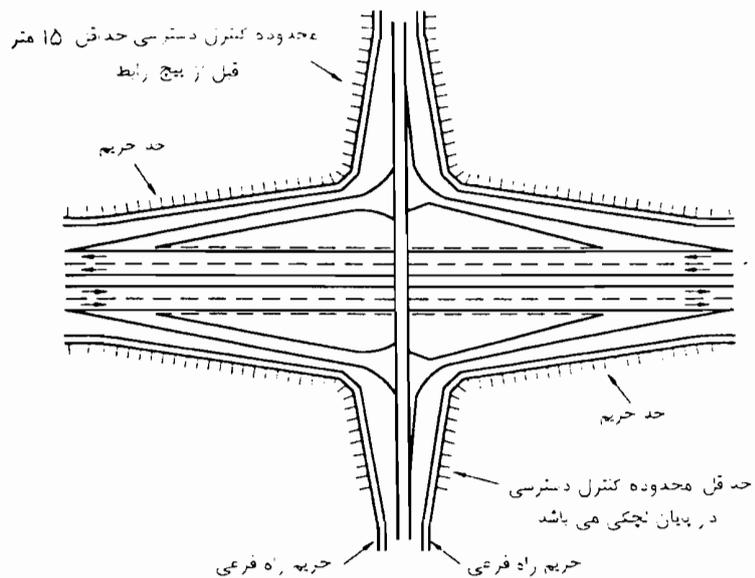
حالت طرح گرد راهه یگانه



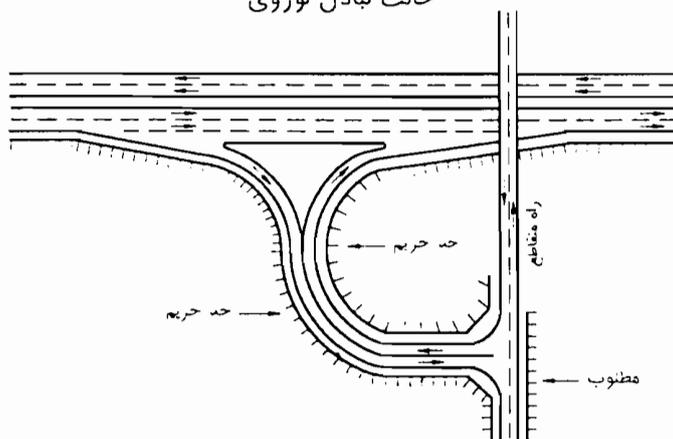
راه‌نما
کنترل دسترسی

مظنوب
حالت ارتباط با راه جانبی

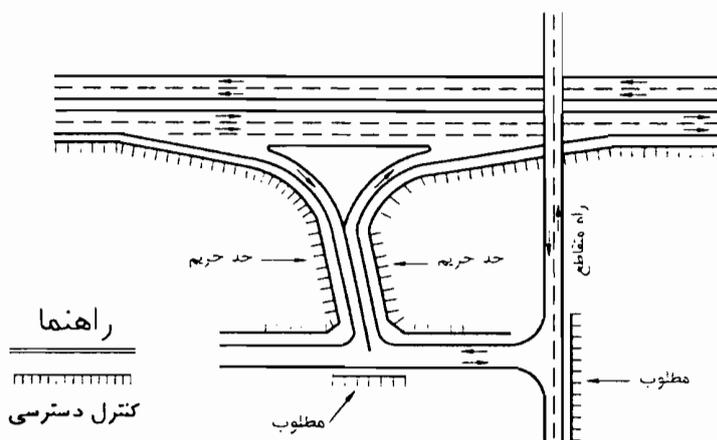
شکل ۸-۳۸ انواع مختلف کنترل دسترسی



حالت تبادل لوزوی



محدوده کنترل دسترسی در حالت
مالکیت خصوصی در داخل گردراه



محدوده کنترل دسترسی در حالت
مالکیت خصوصی در داخل گردراه

شکل ۸-۳۹ انواع مختلف کنترل دسترسی

فصل نهم - تخلیه آب های سطحی

۹-۱ کلیات

در راه های دوخطه در امتدادهای مستقیم و در قوس های با شعاع انحنا زیاد بهتراست شیب عرضی راه، دوطرفه در نظرگرفته شود. حداقل شیب عرضی برای سواره روی آسفالتی ۱/۵٪ تا ۲/۵٪ می باشد.

در راه های چندخطه جداشده، شیب عرضی ممکن است مانند راه های دوخطه در دو جهت و یا فقط در یک جهت، که همواره لبه خارجی دارای ارتفاع کمتری است، طراحی شود. چنانچه شعاع پیچ، از شعاع حداقل (مربوط به شیب عرضی حداقل) کمتری باشد شیب عرضی سواره رو در این حالت بر بلندی نامیده و به طرف داخل پیچ، سرازیر می شود. میزان حداقل بر بلندی، تابع سرعت طرح و شعاع قوس است.

۹-۲-۲ حداقل شیب طولی راه

به منظور دفع آب های سطحی، در صورتی که روسازی منتهی به جدول شود، حداقل شیب طولی مطلوب برابر با ۵/۵٪ است ولی ممکن است تا میزان ۳۵٪ نیز کاهش داده شود. در مورد هایی که روسازی بر روی خاکریزی قرار داشته و بدون جدول بوده یا مقدار شیب عرضی آن کافی باشد، می توان راه را بدون شیب طولی ساخت.

۹-۲-۳ تخلیه آب های سواره رو

تخلیه آب های سواره رو برای یک دوره بازگشت سیلاب طرح و با توجه به امکان پخش آب، در کف راه طراحی می شود. میزان پخش آب طرح، متناسب با نوع راه است. میزان پخش آب طرح، به عامل های زیر بستگی دارد.

- شیب عرضی
- شیب طولی
- تعداد خط عبور

طراحی سیستم تخلیه آب های سطحی شامل روش های تخلیه آب های سطحی و طراحی ابنیه فنی و تسهیلات مربوطه است.

ابنیه فنی و تسهیلات متداول برای تخلیه یا عبور آب های سطحی عبارت است از: پل ها، آبروها، کانال ها، نهرهای کنارراه، قسنوهای حاشیه و میانه راه، جدول ها، آماس ها، برم ها و ناودانی ها

طرح تخلیه آب های سطحی باید با رعایت معیارهای فنی و با توجه به پارامترهای متکی به آمار و مسائل ایمنی و اقتصادی تهیه شود.

۹-۲-۴ تخلیه آب های سطح راه

تخلیه آب های سطحی شامل جمع آوری، هدایت و دورکردن آب های سطحی از سواره رو، شانه ها و آب های سطحی حریم راه، است. موردهایی که در طرح تخلیه آب های سطحی به آن توجه می شود عبارت است از: نوع روسازی، قبول یا عدم قبول احتمال سیلابی شدن سطح راه، میزان نفوذ آب، شیب های طولی و عرضی راه، نحوه تخلیه آب به نهرهای طرفین (از طریق ناودانی ها و سطح شیروانی ها)، ایمنی و هزینه تسهیلات.

۹-۲-۱ حداقل شیب عرضی راه

به منظور تخلیه آب های سطحی ناشی از بارندگی، راه باید دارای شیب عرضی باشد. شیب عرضی حداقل، در حدی تعیین می شود که با توجه به دقت اجرای کارهای ساختمانی و تغییر شکل راه بعد از بهره برداری، جریان و دفع آب های سطحی روی راه به خوبی انجام گیرد.

- عرض شانه‌ها
- وجود آماس

نهر میانه را در صورت لزوم می‌توان با استفاده از خاک تثبیت شده با سیمان یا آهک با حداقل عمق ۱۵ سانتیمتر با پوشش طراحی کرد.

به لحاظ عدم تأمین ایمنی وسایل نقلیه منحرف شده بهتر است از پوشش نهرهای میانه با قلوه سنگ اجتناب شود.

موقعیت مناسب دریچه‌های ورودی برای هدایت رواناب سطحی به آب‌روها، یا سیستم جمع‌آوری رواناب سطحی با توجه به عوامل اقتصادی انتخاب می‌شود. انتخاب محل‌های گود برای ورودی‌ها موجب افزایش ظرفیت است.

طرح تخلیه آب‌های سواره‌رو طوری تهیه می‌شود که از تجمع رواناب سطحی به شکل جریان رواناب صفحه‌ای بیش از ۳ لیتر بر ثانیه اجتناب شود.

برای تعیین دوره مطلوب بازگشت سیلاب طرح و امکان پخش آب در کف راه می‌توان از جدول ۹-۱ استفاده کرد.

۹-۲-۴ تخلیه آب‌های میانه

حداقل شیب طولی مطلوب برای نهرهای خاکی مثلثی شکل و پوشش‌دار میانه به ترتیب برابر ۰/۲۵٪ و ۰/۱۲٪ در نظر گرفته می‌شود.

برای حوضه‌های آبریز کوچک و ساده، مانند تخلیه آب‌های سطحی سواره‌روها، حداقل زمان تجمع برای تخمین شدت بارندگی با شیب‌های متوسط ده درصد یا کمتر، ده دقیقه و برای شیب‌های تندتر از ده درصد، ۵ دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

برای جلوگیری از آب‌شستگی نهرهای خاکی میانه، سرعت مناسب پس از محاسبه دبی رواناب با استفاده از جدول ۹-۲ و در دست داشتن سطح حوضه آبریز و شدت جریان باران و شیب نهرها تعیین می‌شود.

جدول ۹-۱ راهنمای انتخاب دوره تخلیه مطلوب آب‌های کف راه

امکان پخش آب روی		دوره بازگشت سیلاب طرح*		شرح
تانسف خط عبورکناری	شانه یا خط پارکینگ	۴٪ (۲۵ ساله)	۱۰٪ (۱۰ ساله)	
				آزادراه‌ها
-	x	x	-	خط‌های عبور مستقیم و رمپ‌های اصلی
-	x	-	x	رمپ‌های فرعی و راه‌های جانبی
				راه‌های اصلی
-	x	x	-	راه‌های چندخطه با ترافیک زیاد و سرعت بیش از ۷۵ km/h
x	-	-	x	راه‌های چندخطه با ترافیک زیاد و سرعت ۷۵ km/h و کمتر
-	x	x	-	راه‌های دوخطه با ترافیک کم و سرعت بیش از ۷۵ km/h

* می‌توان از دبی سیلابی بادوره برگشت ۵۰ ساله نیز برای آزادراه‌ها در راه‌های چندخطه و دوخطه استفاده کرد.

جدول ۹-۲ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته نشده

خیلی زیاد	زیاد	معمولی	کم	
۰/۲۸-۰/۳۵ اراضی با شیب تند، شیب متوسط بالای ۳۰ درصد	۰/۲۰-۰/۲۸ اراضی کوهستانی، شیب متوسط ۱۰ تا ۳۰ درصد	۰/۱۴-۰/۲۰ اراضی تپه ماهوری، شیب متوسط ۵ تا ۱۰ درصد	۰/۰۱-۰/۲۰ اراضی نسبتاً هموار، شیب متوسط صفر تا ۵ درصد	پستی و بلندی اراضی
۰/۱۲-۰/۱۶ اراضی با پوشش خاکی کم یا بدون آن. خاک های با میزان نفوذ قابل اغماض	۰/۰۸-۰/۱۲ اراضی خاک رسی یا لومی، خاک های با میزان نفوذ کم	۰/۰۶-۰/۰۸ اراضی لوم ماسه ای، لوم لایی، ماسه ای	۰/۰۴-۰/۰۶ اراضی ماسه ای با عمق زیاد، خاک های با میزان نفوذ زیاد خاک های با میزان نفوذ خوب	جنس اراضی
۰/۱۲-۰/۱۶ اراضی لغت یا با پوشش خیلی پراکنده	۰/۰۸-۰/۱۲ اراضی چمنی با پوشش کمتر از ۲۰٪	۰/۰۶-۰/۰۸ اراضی زراعی با پوشش حدود ۵٪	۰/۰۴-۰/۰۶ اراضی جنگلی با پوشش حدود ۹۰٪	پوشش گیاهی اراضی
۰/۱۰-۰/۱۲ میزان گودال های سطحی قابل اغماض، فاقد اراضی باتلاقی	۰/۰۸-۰/۱۰ میزان گودال های سطحی کم، فاقد اراضی باتلاقی یا حوضچه های آب	۰/۰۶-۰/۰۸ میزان گودال های سطحی قابل ملاحظه، دریاچه و اراضی باتلاقی	۰/۰۴-۰/۰۶ میزان گودال های سطحی خیلی زیاد، اراضی بزرگ سیلابی، تعداد زیادی اراضی باتلاقی و حوضچه	میزان چاله در حوزه آبریز

مثال

حل

- برای شرایط زیر:
- ۱- میزان پستی و بلندی اراضی: شیب متوسط ۵٪
 - ۲- جنس بستر: خاک رس
 - ۳- مورد استفاده: زراعی
 - ۴- چاله های موجود: نسبتاً گود
- ضریب رواناب C_n را برای حوزه آبریز پیدا کنید.

C = ۰/۳۲

جانبی استفاده کرد. از شوت های لوله ای فلزی در شیب های جانبی ۱:۴ یا تندتر استفاده می شود.

در شوت های فلزی طولانی با ظرفیت بیش از حجم رواناب سطحی می توان از ورودی با مقطع باریک شونده استفاده کرد، حداقل قطر لوله برای شوت های فلزی لوله ای ۲۰۰ میلی متر است.

از شوت های ناودانی با مقطع مستطیل شکل موج دار بنا ورودی باریک شونده می توان با شیب های ۱:۲ و یا ملایم تر استفاده کرد. در موردهایی که شیب جانبی ۱:۵ و طول شوت بیش از ۲۰ متر باشد از بکارگیری شوت های ناودانی اجتناب می شود. در طرح شوت ها بهتر است از ایجاد تغییر ناگهانی در مسیر و شیب طولی اجتناب شود.

۴-۹ مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب

۴-۹-۱ کلیات

مطالعات هیدرولوژی در مهندسی راه، شامل برآورد دبی رواناب سطحی و کنترل آن است. کنترل رواناب سطحی شامل دورکردن رواناب سطحی از کف راه و تعیین ابعاد مربوطه در پل ها و آبروهاست.

۴-۹-۲ تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی

حجم رواناب سطحی به وسعت حوزه آبخیز، شدت بارندگی، زمان تمرکز، شیب منطقه، جنس اراضی، اهمیت ابنیه فنی، مقدار پذیرش خطر، میزان خوابی راه، خسارت مالی وارد به املاک و خسارت احتمالی جانی بستگی دارد.

۴-۹-۳ دبی سیلاب طرح (دبی اوج)

دبی سیلاب طرح (دبی اوج) حداکثر میزان جریان رواناب

۹-۳ تخلیه آب های ورودی به حریم راه

تخلیه آب هایی که وارد حریم می شوند به دو روش صورت می گیرد.

۹-۳-۱ تخلیه آب هایی که در خاکبرداری وارد

حریم می شوند.

برای تخلیه آب هایی که از اراضی بالادست خاکبرداری به طرف حریم سرازیر می شوند از نهرهای بالای شیروانی استفاده می شود. نهرهای قطع کننده یا بالای شیب های جانبی تقاطع شیروانی خاکبرداری با زمین طبیعی را نهرهای بالای شیروانی می نامند.

نهرهای به شیب تند که در آنها خطر آب شستگی وجود دارد بهتر است پوشش دار باشد. برای نهری با شیب تندتر از ۱:۴ می توان از پوشش های پیش ساخته استفاده کرد. بهتر است در محل های مناسب، رواناب سطحی جمع آوری شده توسط نهری بالای شیروانی به وسیله شوت در (ضیق بند ۹-۳-۲) به کانال های مربوطه هدایت و تخلیه شوند.

۹-۳-۲ تخلیه آب هایی که از خاکریزی وارد

حریم می شوند.

آب های کف راه که از روی خاکریزی ها به طرف حریم تخلیه می شوند باید توسط شوت های پوشش دار به کانال های مربوطه هدایت شوند. این شوت ها به اشکال لوله ای و ناودانی و مجاری پوشش شده طراحی می شوند. تعیین فواصل شوت ها و محل آنها به شکل زمین، پروفیل راه، مقدار جریان آب و حدود مطلوب پخش آب، بستگی دارد.

محل شوت ها در قسمت های پست خاکبرداری در نظر گرفته می شود. می توان از شوت های لوله ای فلزی برای هر نوع شیب

سطحی گذرنده از یک مقطع، در حین بارندگی یا پس از آن است. ارتفاع عرشه پل‌ها و آبروها و تسهیلات تخلیه آب‌های سطحی براساس دبی اوج طراحی می‌شود و واحد اندازه‌گیری کمی آن، مترمکعب بر ثانیه (m^3/s) است. دبی اوج، به شدت بارندگی، مساحت حوزه آبخیز، جنس اراضی و دوره بازگشت انتخاب شده بستگی دارد.

۴-۴-۹ شدت بارندگی

شدت بارندگی عبارت است از متوسط حجم باران در طول بارندگی بر واحد زمان بر واحد سطح که با توجه به طول زمان بارندگی متفاوت است و با آن نسبت معکوس دارد. یعنی هر چه زمان بارندگی بیشتر در نظر گرفته شود شدت بارندگی کمتر خواهد بود. متوسط نتایج آمار میزان و شدت بارندگی در مدت‌های کمتر از ۳۰ دقیقه نسبت به بارندگی در مدت ۳۰ دقیقه در جدول ۳-۹ آمده است. از این جدول برای مطالعاتی که آمار بهتری وجود نداشته باشد می‌توان استفاده کرد.

جدول ۳-۹ رابطه نسبی متوسط میزان و شدت بارندگی برای مدت‌های تعیین شده، به میزان و شدت بارندگی در ۳۰ دقیقه

مدت بارندگی	۵	۱۰	۱۵	۳۰
تناسب میزان بارندگی (%)	۳۷	۵۷	۷۲	۱۰۰
تناسب شدت بارندگی (%)	۲۲۰	۱۷۰	۱۴۵	۱۰۰

۵-۴-۹ خصوصیات حوزه آبخیز

۱-۵-۴-۹ مساحت حوزه آبخیز

حجم رواناب سطحی با مساحت حوزه آبخیز رابطه مستقیم دارد. مساحت حوزه آبخیز به هکتار یا کیلومتر مربع بیان می‌شود که از روی نقشه‌های توپوگرافی یا عکس‌های هوایی محاسبه

می‌گردد.

۲-۵-۴-۹ شکل حوزه آبخیز

شکل حوزه آبخیز در مقدار رواناب سطحی مؤثر است. حوزه آبخیز کشیده باریک معمولاً به علت داشتن زمان تمرکز بیشتر دبی اوج کمتری نسبت به حوزه آبخیز با مساحت مساوی ولی با زمان تمرکز کمتر دارد.

۳-۵-۴-۹ شیب حوزه آبخیز

شیب حوزه یکی از عوامل عمده مؤثر در زمان تمرکز است. در شیب‌های تند، سرعت جریان آب بیشتر و در نتیجه زمان تمرکز رواناب سطحی کوتاه‌تر و شدت بارندگی بیشتر و در نتیجه دبی حاصل بیشتر است. متقابلاً در شیب‌های کم، زمان تمرکز طولانی و شدت بارندگی برای زمان طولانی‌تر کمتر است، در نتیجه دبی تخلیه کمتری حاصل می‌شود.

۴-۵-۴-۹ بهره‌وری زمین حوزه آبخیز

تغییر بهره‌وری زمین طبیعی مانند تبدیل اراضی کشاورزی یا بایر به مناطق مسکونی یا صنعتی موجب افزایش رواناب سطحی می‌شود.

در بهره‌وری آینده یک حوزه آبخیز بهتر است به تغییرات احتمالی در آینده توجه شود.

۵-۵-۴-۹ خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی

حوزه آبخیز

خاک‌شناسی و زمین‌شناسی اراضی حوزه آبخیز در تخمین میزان دبی رواناب سطحی مورد توجه قرار می‌گیرد.

۹-۴-۵-۶ نگهداشت سطحی حوزه آبخیز

در تخمین میزان دبی رواناب سطحی از اثر نگهداشت سطحی آب توسط رستنی‌ها و گودی‌های اراضی حوزه آبخیز صرف‌نظر می‌شود.

۹-۴-۵-۷ ارتفاعات نقاط اراضی حوزه آبخیز

ارتفاع متوسط حوزه آبخیز، رقمی است که ارتفاع ۵۰ درصد از نقاط اراضی حوزه آبخیز، بالاتر از آن باشد. در تخمین دبی رواناب سطحی به اختلاف ارتفاع حوزه آبخیز به ویژه در نقاط برف‌گیر توجه می‌شود.

۹-۴-۵-۸ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز

در تخمین دبی رواناب سطحی به اثر گرمایی تابش آفتاب در حوزه‌های آبخیزی که شیب عمومی آنها به طرف جنوب باشد، تبخیر، تعرق، نفوذ بیشتر آب در خاک، ذوب برف در تابستان و شدت ذوب و همچنین به جهت جریان رواناب سطحی نسبت به جهت جریان رودخانه نیز توجه می‌شود.

۹-۵ کاربرد هواشناسی در مهندسی راه

از آمار و اطلاعات هواشناسی زیر برای مطالعات هیدرولوژی در تعیین دبی سیلاب استفاده می‌شود.

۹-۵-۱ بارندگی

دبی رواناب سطحی با توجه به خصوصیات مهم بارندگی، شامل موردهای زیر، تخمین زده می‌شود.

- شدت بارندگی براساس دوام و دوره بازگشت

- نوع بارندگی

- وسعت بارندگی

۹-۵-۲ برف

در تخمین رواناب سطحی در ارتباط با بارش برف به موردهای زیر توجه می‌شود.

- میزان بارش برف سالیانه

- میزان آب ناشی از برف ذوب‌شده

- شدت ذوب برف

۹-۵-۳ تبخیر و تعرق

می‌توان از افت‌های ناشی از تبخیر و تعرق در تخمین رواناب سطحی صرف‌نظر کرد.

۹-۶ ضوابط تخمین دبی اوج رواناب سطحی

۹-۶-۱ رواناب سطحی

در موردهایی که شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد بخشی از آب حاصله از بارندگی در سطح حوزه باقی می‌ماند. این آب پس از پرکردن چاله‌های سطح زمین به صورت جریان صفحه‌ای در امتداد بزرگترین شیب به راه می‌افتد و از طریق کانال اصلی از حوزه خارج می‌شود. این بخش از بارندگی را ریزش سطحی نامند.

۹-۶-۲ آب‌های زیرسطحی

به آب‌هایی که به طور جانبی از درون خاک زیر سطح زمین به طرف رودخانه یا کانال جریان پیدا می‌کند آب‌های زیرسطحی گفته می‌شود. در تعیین دبی اوج از جریان آب‌های زیرسطحی صرف‌نظر می‌شود.

۹-۶-۳ هیدروگراف سیل و حجم سیلاب

منحنی تغییرهای دبی در زمان‌های مختلف برای یک حوزه

آبریز را هیدروگراف سیل می نامند. منحنی هیدروگراف، (شکل ۹-۱) از سه قسمت عمده تشکیل می شود:

- بازوی بالارونده

- جریان اوج

- بازوی پایین رونده

با زمان تمرکز T_c فرض می شود.

زمان تمرکز T_c ، حاصل جمع دو زمان جریان آب های

سطحی بشرح زیر است.

۱- زمان جریان در روی زمین

۲- زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

۹-۶-۴-۱ زمان جریان آب در روی زمین

زمان جریان آب نسبت به فاصله تقریبی جریان در روی

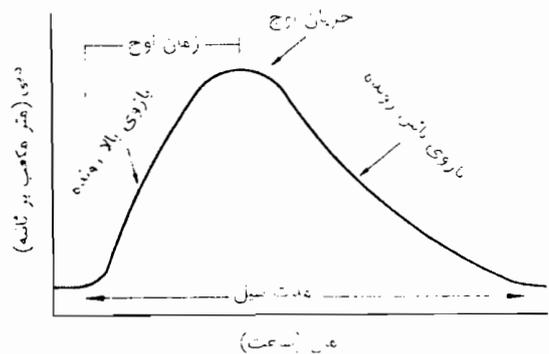
زمین در شکل ۹-۲ نشان داده شده است.

۹-۶-۴-۲ زمان جریان در کانال باز تا دهانه آبرو یا پل

در مورد هایی که خصوصیات کانال و ابعاد هندسی آن معلوم

باشد، تخمین زمان جریان در کانال از تقسیم طول کانال به

سرعت جریان در کانال (معادله مانینگ) بدست می آید.



شکل ۹-۱ هیدروگراف سیلاب

حجم سیلاب را می توان از روی سطح زیر منحنی

هیدروگراف تعیین کرد. گرچه حجم سیلاب در طرح ابنیه تخلیه

آب های سطحی راهها مورد توجه نیست ولی در بعضی موردها

حجم سیلاب برای تحلیل بعضی از پارامترهای طرح مورد

استفاده قرار می گیرد.

۹-۶-۴-۳ زمان کل جریان در روی زمین و کانال باز تا

دهانه آبرو

زمان کلی تمرکز برای یک حوزه آبریز گلابی شکل را می توان

به وسیله روش تقریبی و با استفاده از معادله کریچ بشرح زیر به

دست آورد.

$$T_c = 0.0195(L/S^{0.5})^{0.77}$$

T_c = زمان تمرکز به دقیقه

L = طول افقی حوزه به متر

$$S = \frac{H}{L}$$

H = اختلاف رقوم بین دورترین نقطه و دهانه آبرو یا پل به متر

شکل ۹-۳ تخمین زمان تمرکز با روش استدلالی برای

برآورد دبی حداکثر با استفاده از سرعت متوسط، تقریبی است.

۹-۶-۴-۴ زمان تمرکز

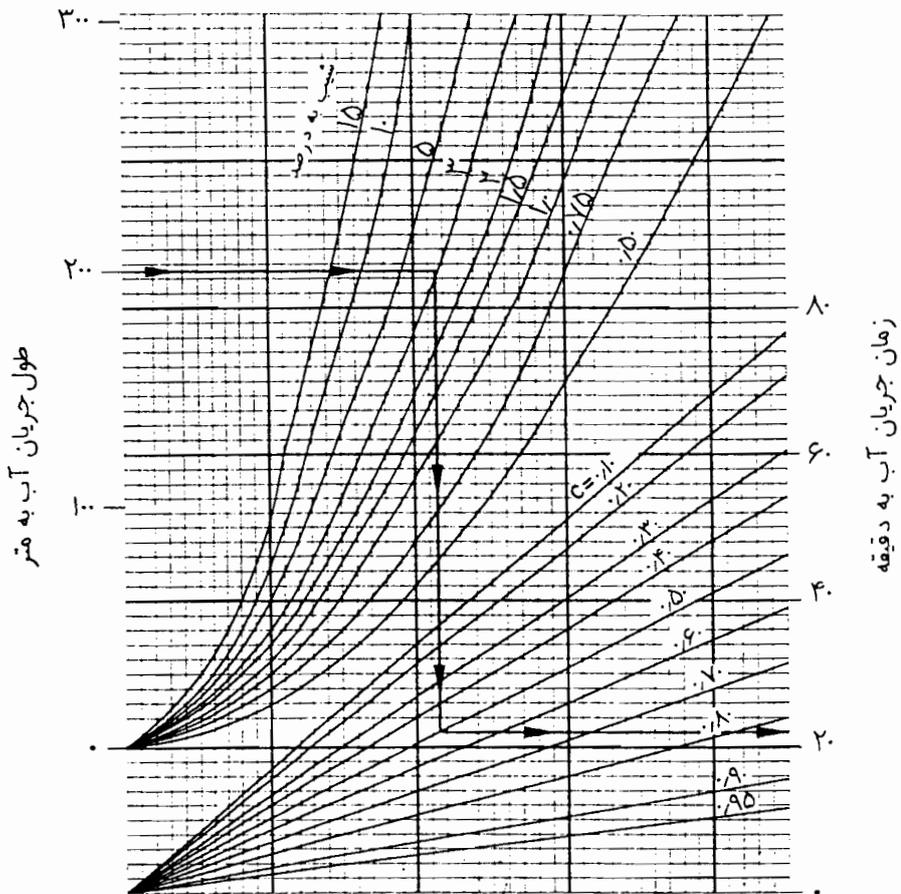
زمان تمرکز از مهمترین پارامترهای فیزیکی حوزه است و

عبارت است از مدت زمانی که دورترین قطره آب رواناب

سطحی یک حوزه آبریز نسبت به نقطه تمرکز، لازم دارد تا مسیر

خود را طی کند و به نقطه تمرکز برسد. برای تخمین دبی حداکثر،

مدت دوام بارش با شدت یکنواخت برای تمام حوزه آبریز، برابر



فرمول محاسبه زمان تمرکز بشرح زیر است:

$T_0 =$ زمان تمرکز به دقیقه

$C =$ ضریب رواناب سطحی

$L =$ فاصله تقریبی جریان در روی زمین به متر

$S =$ شیب به متر بر متر

$$T_0 = \frac{2/3 (1/1 - C) (L)^{1/2}}{[S (1000)]^{1/3}}$$

در این فرمول:

شکل ۹-۲ منحنی های زمان جریان آب در روی زمین (زمان تمرکز)

معادلات زیادی برای جریان در روی زمین ارائه شده است که

دو مورد آنها بشرح زیر است.

$t_0 =$ زمان جریان آب در روی زمین به دقیقه

$L =$ طول مسیر جریان در روی زمین به متر

$s =$ شیب مسیر جریان آب به متر بر متر

$n =$ ضریب زبری مانینگ

$i =$ شدت بارندگی طرح به میلی متر در ساعت

$c =$ ضریب رواناب سطحی

$$t_0 = \frac{6/92 L^{0.6} n^{0.5}}{i^{0.4} s^{0.3}}$$

- معادله اول

$$t_0 = \frac{2/3 (1/1 - c) (L)^{1/2}}{(s (1000))^{1/3}}$$

- معادله دوم

در این دو معادله

۷-۹ دبی سیلاب طرح

دبی سیلاب طرح با گنجایش هیدرولیکی، مقدار آب تخمینی است که ابنیه فنی با یک دوره تناوب برگشت بتواند به طور معقول هدایت کند.

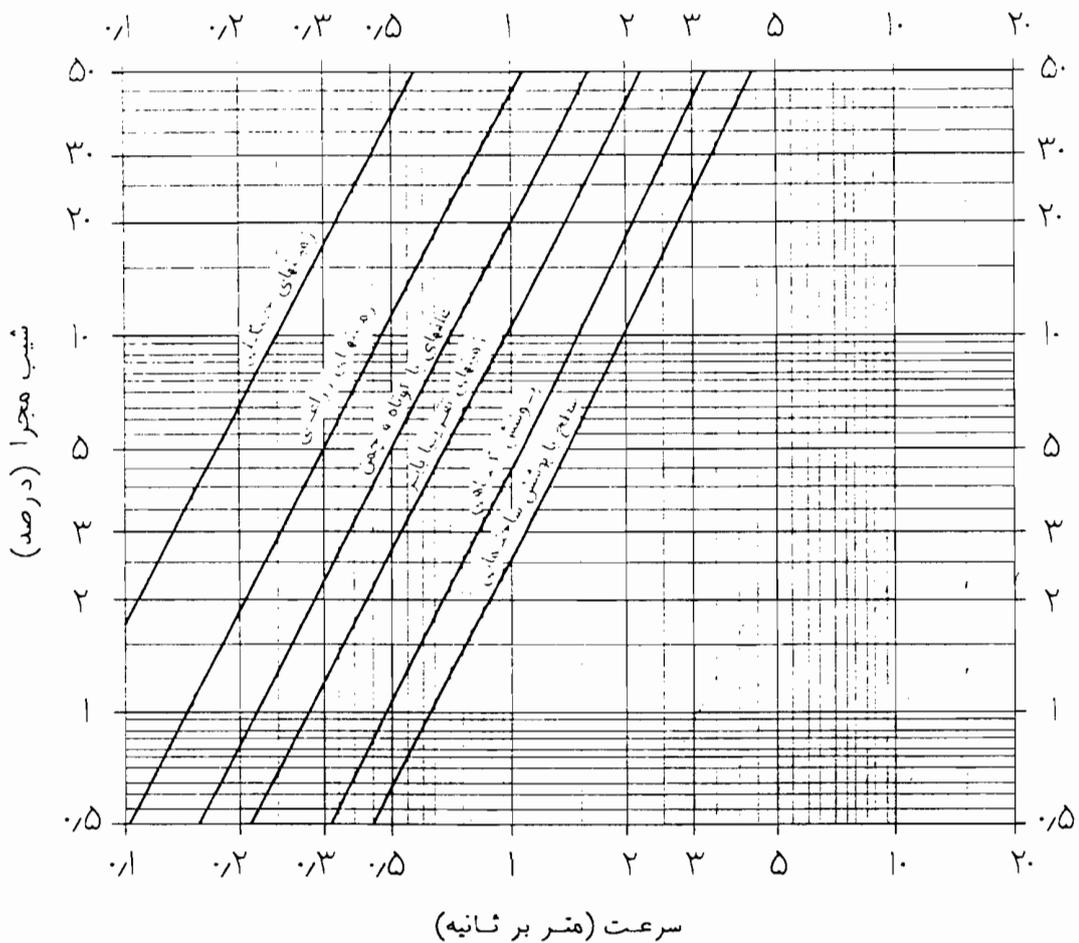
معیار مقدار قابل قبول پخش آب در سطح راه براساس انتخاب دوره بازگشت سیلاب طرح مطابق جدول ۹-۱ می باشد. این موضوع در راه های با حجم ترافیک زیاد و سرعت بالا، حائز اهمیت است.

امروزه در هیدرولوژی دوره بازگشت سیلاب چندساله را

سیلاب با چند درصد احتمال بازگشت نیز بیان می کنند، به طوری که مدت بازگشت به سال و احتمال بازگشت p عکس یکدیگرند یعنی $p = \frac{1}{N}$ ، بنابراین یک سیلاب با دوره ۵۰ ساله را می توان یک سیلاب با احتمال بازگشت ۲٪ بیان کرد.

طراحی دبی سیلابی زهکشی راه ها بجز در مورد های استثنایی با استفاده از روش استدلالی قابل استفاده است. برای استفاده از این روش ها، اطلاعات مربوط به شدت، دوام، دوره بازگشت سیلاب طرح، برای محل پروژه مورد نیاز است.

سرعت حرکت آب در سطح حوزه برای تخمین زمان تمرکز



شکل ۹-۳ تخمین زمان تمرکز با استفاده از سرعت در روش آپلند

بدست آورد.

دبی جریان کانال اصلی را می‌توان از هیدروگراف سیل نیز، در صورت وجود، بدست آورد.

برای به دست آوردن نتایج معقول از روش استدلالی، دقت زیاد و قضاوت صحیحی در بکاربردن فرضیات و پارامترهای فرمول روش استدلالی اعمال می‌شود.

ضریب رواناب «C» در معادله، نسبت رواناب سطحی به کل نزولات جوی است.

بخشی از نزولات جوی به صورت نفوذ در خاک، تبخیر، تعرق و جمع شدن در گودال‌های سطح حوزه آبریز تلف می‌شود. مقادیر ضرایب رواناب «C» در مناطق ساخته نشده را می‌توان از جدول ۹-۲ بدست آورد. این جدول با توجه به چهار خصوصیت زیر تنظیم شده است.

- پستی و بلندی اراضی حوزه (میزان شیب)

- جنس اراضی (میزان نفوذپذیری)

- میزان پوشش گیاهی حوزه (ممانعت از جریان آب)

- میزان چاله در حوزه (تاخیر در جریان آب)

همچنین ضرایب رواناب سطحی «C» در مناطق ساخته شده را می‌توان از جدول ۹-۴ بدست آورد.

در موردهایی که حوزه آبریز موردنظر، به لحاظ پوشش سطحی از بخش‌های مختلف تشکیل شده باشد، ضریب رواناب را می‌توان از فرمول زیر بدست آورد.

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots}$$

C = ضریب متوسط رواناب برای کل حوزه آبریز

A_i = مساحت هر بخش از حوزه آبریز

C_i = ضریب رواناب هر بخش از حوزه آبریز

طراحی هیدرولیکی ابنیه فنی تخلیه آب‌های سطحی پس از تعیین رواناب سطحی انجام می‌گیرد. برآورد رواناب سطحی حداکثر با دوره‌های بازگشت متفاوت، مهم‌ترین قسمت طراحی است. برای تخمین دبی سیلاب طرح، از روش‌های تجربی استفاده می‌شود.

اگر این روش‌ها به وسیله مهندسين مطلع بکار گرفته شود می‌توان نتایج قابل قبولی را برای برآورد حداکثر دبی رواناب سطحی ابنیه فنی به دست آورد.

یکی از این روش‌های تجربی، روش استدلالی است که در برآورد دبی رواناب سطحی به طور متداول‌تری بکار می‌رود. روش استدلالی یکی از ساده‌ترین روش‌های تجربی است. در این روش دبی سیلاب طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = 0.28 CIA$$

Q = دبی طرح (مترمکعب بر ثانیه)

C = ضریب رواناب سطحی

I = متوسط شدت بارندگی با دوره‌های بازگشت متفاوت

(بادوام شدت بارندگی در زمان تجمع) برحسب میلیمتر در ساعت

A = مساحت حوزه آبریز (کیلومتر مربع)

در روش استدلالی، دوره بازگشت سیلاب طرح با دوره بازگشت بارندگی برابر است و همچنین شدت بارندگی یکسانی برای تمام سطح حوزه آبریز فرض شده است. این فرض آخر، کاربرد روش استدلالی را محدود می‌سازد لذا بهتر است روش استدلالی را فقط برای حوزه‌های آبریز کوچک و ساده و ترجیحاً کوچکتر از ۱/۳ کیلومتر مربع یا ۱۳۰ هکتار بکار گرفت.

در موردهایی که حوزه آبریز نسبتاً کوچک باشد و جریان کانال اصلی از چند انشعاب تغذیه شود، بهتر است روش استدلالی را برای هر یک از انشعاب‌ها جداگانه بکار گرفت و سپس جریان کانال اصلی را از جمع جریان آب انشعاب‌ها

جدول ۹-۴ ضرایب رواناب برای مناطق ساخته شده

نوع منطقه ساخته شده	ضریب رواناب (C)
صنعتی	
مناطق با تراکم کم	۰/۵۰-۰/۸۰
قبرستانها - پارکها	۰/۱۰-۰/۲۵
زمین های بازی	۰/۲۰-۰/۴۰
محوطه ایستگاه راه آهن	۰/۲۰-۰/۴۰
بیابان	۰/۱۰-۰/۳۰
فضای سبز	
خاک های ماسه با شیب صفر تا ۲ درصد	۰/۰۵-۰/۱۰
خاک های ماسه ای با شیب ۲-۷ درصد	۰/۱۰-۰/۱۵
خاک های ماسه ای با شیب بیشتر از ۷ درصد	۰/۱۵-۰/۲۰
راه ها	
آسفالتی	۰/۷۰-۰/۹۵
بتنی	۰/۸۰-۰/۹۵
شنی	۰/۷۰-۰/۸۵
پیاده رو	۰/۷۵-۰/۸۵
پشت بامها	۰/۷۵-۰/۹۵

حریم راه به طرف دیگر نیازمند ساخت پل ها و آبروهای مناسب و متناسب یعنی ابنیه فنی است.

جدول ۹-۵ ضرایب تبدیل C_f

احتمال	دوره بازگشت به سال	ضرایب تبدیل « C_f »
۴٪	۲۵	۱/۱
۲٪	۵۰	۱/۲
۱٪	۱۰۰	۱/۲۵

ضرایب جاری شدن در جدول های ۹-۲ و ۹-۴ برای دوره های بازگشت تا ۵ یا ۱۰ سال ارائه شده است و برای دوره های بازگشت بیشتر می توان از ضرایب تبدیل « C_f » از جدول ۹-۵ به همراه جدول های فوق الذکر استفاده کرد. حاصلضرب «C» در ضریب تبدیل « C_f » از یک تجاوز نمی کند.

۹-۸ ابنیه فنی جمع آوری و تخلیه آب

هدایت رواناب سطحی ناشی از نزولات جوی از یک طرف

آب غیرقابل قبول و یا سرعت خروجی بیش از اندازه بعثت شیب تند زمین شود، اجتناب کرد.

در انتخاب فواز آب ورودی آبرو به موردهای زیر توجه شود.
- ارتفاع خاکریزی

- هزینه خسارت وارده به تسهیلات راه

- هزینه خسارت وارده بر املاک بالادست در اثر تشکیل حوضچه آب

- سرعت فرساینده کف آبرو و پایین دست آن

۹-۸-۴-۲ پایاب

پایاب به عمق جریان آب در پایین دست آبرو می‌گویند. این عمق به شیب و وضع پستی و بلندی پایین دست بستگی دارد. عمق زیاد، ممکن است سبب غوطه‌ورشدن خروجی آبرو شود.

۹-۸-۵ کنترل توده نخاله در طراحی آبرو

می‌توان از دو روش زیر برای کنترل توده نخاله در طراحی آبروها استفاده کرد.

۹-۸-۵-۱ عبور توده نخاله از آبرو

با رعایت جنبه اقتصادی، بهتراست طراحی دهانه آبروها با در نظر گرفتن امکان عبور نخاله انجام پذیرد.

۹-۸-۵-۲ جلوگیری از عبور توده نخاله از آبرو

اگر طراحی دهانه آبروها با در نظر گرفتن عبور نخاله، اقتصادی نباشد، ابنیه کنترل توده نخاله در بالادست آبرو ایجاد خواهد شد. در این حالت برای جمع آوری نخاله‌ها، باید راه دسترسی ساخته شود.

۹-۸-۶ امتداد شیب طولی آبروها

به طور کلی مسیر آبرو بهتراست مستقیم و با شیب طولی ثابت باشد. در صورت عدم فرسایش مسیر آبرو، از امتداد شکسته (زاویه‌دار) می‌توان استفاده کرد. در غیر این صورت، محل شکستگی گرد می‌شود. در موردهایی که استفاده از مسیر با امتداد شکسته اجتناب‌ناپذیر است باید محل آن، به منظور بازدید و نگهداری قابل دسترسی باشد.

بستر آبرو معمولاً بر بستر جریان آب منطبق است. استثناء از این قاعده به ترتیب زیر امکان‌پذیر است.

الف - در شیب‌های ملایم که ایجاد رسوب، محتمل است می‌توان ورودی آبرو را بالاتر گرفت. میزان بالاتر بودن، به اندازه و طول آبرو و مقدار رسوب بستگی دارد. به این ترتیب رسوبات قبل از آبرو جمع می‌شود و باید در فرصت‌های مناسب تخلیه شود.

ب - در بسترهای با شیب تند، می‌توان شیب آبرو را ملایم‌تر از شیب بستر گرفت. تأمین سرعت لازم برای حمل مواد ته‌نشین‌شونده، در شیب مورد نظر ضروری است. در پایین دست، تمهیدات لازم برای هدایت آب و حفظ بستر به عمل می‌آید. استفاده از این روش، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در بردارد.

پ - در خاکریزی بلند، چنانچه افزایش نشست در وسط نسبت به طرفین محتمل باشد، خیز (برآمدگی) در نظر گرفته می‌شود. برای جلوگیری از شسته شدن خروجی آبرو، تدابیری مانند سرریز در خروجی آبرو در نظر گرفته می‌شود.

۹-۸-۷ انواع آبروها

آبرو شامل انواع زیر است.

- دالی

- دایره ای

- طاقی

- جعبه ای

- بیضوی یا شبه بیضوی

برای آبروهای دایره ای با قطر ۱/۵ متر یا بیشتر و لوله ای با قطر معادل دایره ای، می توان از ورودی قیفی شکل یا دیوار پیشانی استفاده کرد. برای آبروهای دایره ای با دهانه به قطر ۳۰ تا ۲۱۰ سانتیمتر و آبروهای لوله ای معادل بهتر است از ورودی و پایانه پیش ساخته شیپوری استفاده شود. در مورد های زیر از آبروهای با ورودی دارای دیوار پیشانی و دیوار بالای شکل می توان استفاده کرد.

- افزایش ظرفیت هیدرولیکی

- حفاظت خاکریزی و کاهش فرسایش شیروانی ها

- افزایش پایداری سازه ای در انتهای آبروها

۹-۸-۸-۲ طول آبرو

در انتخاب طول آبروی لوله به موردهای زیر توجه می شود.
الف - با توجه به شرایط انتهایی آبرو و برای خاکریزی ۴ متر یا کمتر طول نظری اعمال شود.
ب - برای خاکریزی های بیش از ۴ متر برای هر ۳ متر افزایش خاک، ۰/۳ متر و حداکثر ۲ متر در هر انتها در نظر گرفته شود.
پ - در موردهایی که خاکریزی بلند پله ای باشد افزایش طول آبرو براساس ارتفاع پایین ترین پله خواهد بود.

انتخاب زاویه دیوار بالای با توجه به جلوگیری از شسته شدن خاکریزی در انتهای دیوارهای بالای در اثر گرداب، صورت می گیرد.

۹-۸-۹ قطر و طول آبروها

حداقل قطر لوله و فاصله بین نقاط بازمین از نقطه نظر نگهداری و پاکسازی داخل آبروها براساس موردهای زیر تعیین می شود.
حداقل قطر برای آبروهای زیر راه ۸۰ سانتیمتر است. در موردهایی که کانال با مقطع دوزنقه کم عمق منتهی به کالورت

در صورت استفاده از آبروهای لوله ای چنددهانه ای، فاصله بین سطوح خارجی لوله ها برابر نصف قطر اسمی یا حداقل ۰/۶ متر در نظر گرفته می شود.

۹-۸-۸-۱ طراحی هیدرولیکی آبروها

پیش از طراحی هیدرولیکی آبروها، دبی اوج تخمین زده می شود. برای طراحی هیدرولیکی آبروها دو حالت: یکی کنترل جریان ورودی آبرو و دیگری کنترل جریان خروجی آبرو در نظر گرفته می شود.

در هر یک از دو حالت با توجه به عوامل مختلف و فرمول های متفاوتی که برای تعیین و توجیه وضعیت هیدرولیکی آبرو وجود دارد و با استفاده از نمودارهای مربوطه یا برنامه های کامپیوتری اندازه آبرو تعیین می شود.

۹-۸-۸-۱ طراحی ورودی آبروها

منظور از طراحی ورودی آبروها تعیین سطح مقطع و نوع ساختمان لبه ورودی آبروهاست. سطح مقطع و ساختمان لبه ورودی آبروها از عوامل تعیین کننده سطح حوضچه تشکیل شده در ورودی آبروهاست.

برای افزایش ظرفیت آبرو و اقتصادی بودن آن و پایداری نگهداشتن سرعت ورودی، از ورودی گرد، اریب و پهن استفاده می شود. بهتر است به لحاظ اقتصادی، ایمنی و زیباسازی طرح، در صورت امکان از ورودی و پایانه پیش ساخته به جای دیوار پیشانی استفاده کرد.

باشد از دیوارهای بالای شکل استفاده شود.

طراحی پایانه آبروها براساس حداکثر سرعت جریان آب صورت می‌گیرد. در موردهایی که سرعت زیاد پایانه ممکن است موجب شسته شدن بستر و شیب‌های کانال پایین دست شود، می‌توان با تغییر شیب آبرو از سرعت پایانه کاست.

در موردهایی که سرعت خروجی را نتوان با تغییر شیب، کاهش قابل توجهی داد از انواع حفاظت‌های پایانه یا از بین برنده انرژی پایانه استفاده می‌شود.

در بررسی راه‌حل‌های جلوگیری از فرسایش سرعت زیاد پایانه، به ارزیابی اثرات آن در املاک پایین توجه می‌شود.

در روش طراحی کنترل جریان آب در ورودی، برای افزایش ظرفیت آبرو، بدون افزایش فراز آب ورودی، از دیوارهای بالای شکل مستقیم - با توجه به مسیر بستر طبیعی مجاور آبرو یا دیوار بالای شکل - استفاده می‌شود.

برای ظرفیت بیشتر، دیوار بالای شکل، مستقیم با زاویه ۳۰ تا ۷۵ درجه و رقوم بالای آن، برابر رقوم بالای دیوار پیشانی در نظر گرفته می‌شود. در موردهایی که کانال با مقطع منظم و شیب‌های جانبی تند منتهی به آبرو باشد بهتر است از دیوار بالای شکل مستقیم استفاده شود.

۹-۹ کانال‌ها

کانال، یک مسیر هدایت آب با سطح آزاد است. طراحی و اجرای نهرهای طبیعی و نهرهای ترمیم شده، جوی حاشیه جاده و جوی حاشیه جدول، طبق ضوابط این بخش از آیین‌نامه انجام می‌شود.

برای هدایت آب‌های سطحی توسط آبروها و لوله‌های با مقاطع غیر پر نیز ضوابط این بخش از آیین‌نامه حکمفرماست. در طراحی کانال‌های باز علاوه بر اصول هیدرولیکی،

اقتصادی بودن طرح، ملاحظات ایمنی برای وسایل نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، منظرآرایی و هدایت آب‌های سطحی، بدون خسارت رساندن به راه‌ها و املاک مجاور، با حداقل آسیب‌رسانی به محیط زیست در نظر گرفته می‌شود.

۹-۹-۱ طرح هیدرولیکی

میزان مطالعات هیدرولژیکی و هیدرولیکی، به نوع راه، ابنیه فنی، قیمت تمام شده، ضریب اطمینان و محیط زیست بستگی دارد.

طرح هیدرولیکی یک کانال، شامل تعیین ظرفیت هیدرولیکی برای هدایت دبی سیلاب و تعیین نوع پوشش کانال برای جلوگیری از فرسایش آن است. ظرفیت هیدرولیکی یک کانال باز، به ابعاد، شکل، شیب طولی، پوشش و زبری آن بستگی دارد.

۹-۹-۱-۱ انتخاب دبی سیلاب طرح

معیارهای تخمین دبی سیلاب طرح برای کانال‌ها، مانند معیارهای بخش آبروها و پل‌هاست.

۹-۹-۱-۲ ملاحظات ایمنی

در طراحی کانال‌ها باید به ایمنی ترافیک توجه ویژه‌ای داشت. به منظور ایمنی وسایط نقلیه منحرف شده از سواره‌رو، باید از کانال‌های باز با شیب‌های جانبی ملایم و کف قوسی استفاده شود.

۹-۹-۱-۳ طرح مسیر و شیب طولی کانال

مسیر و شیب طولی با توجه به شرایط محل، طوری طرح می‌شود که اهداف پیش‌بینی شده را به بهترین وجه تأمین کند. در

سرعت های مجاز یا مناسب جریان آب برای کانال های پوشش نشده را می توان از جدول ۹-۶ به دست آورد.

۹-۹-۲ انواع مقطع کانال

مقطع کانال مانند مقاطع طبیعی رودخانه ها، مسیل ها، نهرها و بشرح زیر است.

۹-۹-۲-۱ مقطع مثلثی شکل

شکل مقطع یک کانال عموماً با توجه به هدف، زمین طبیعی، سرعت و مقدار جریان تعیین می شود.

کانال مثلثی یا V شکل، عمدتاً برای مقدار جریان کم از قبیل جوی های حاشیه میانه راه و نهرهای کنار راه طرح می شود. نهرهای V شکل، مستعد فرسایش است و در مورد هایی که سرعت جریان از سرعت های مجاز جریان در جدول ۹-۶ تجاوز کند مقطع کانال احتیاج به پوشش خواهد داشت.

طراحی مسیر و شیب طولی کانال، در صورت امکان از تغییر های ناگهانی اجتناب می شود. در محل تغییر ناگهانی مسیر کانال، موقعیت مناسبی برای حمله جریان آب فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی افزایش یابد، شرایط مناسبی برای شسته شدن کف و حاشیه کانال فراهم می شود. در محل هایی که شیب طولی کانال به طور ناگهانی کاهش یابد شرایط مناسبی برای ته نشینی مواد حمل شده بوجود می آید. سرعت مناسب آب در یک کانال، امکان شسته شدن و ته نشینی مواد را از بین می برد.

سرعت مناسب آب به عوامل زیر بستگی دارد.

الف - ابعاد و شیب طولی کانال

ب - مقدار جریان آب های سطحی (دبی)

پ - پوشش کانال

ت - زبری بستر آب

ث - مواد رسوبی حمل شده توسط آب

جدول ۹-۶ سرعت مجاز کانال پوشش نشده

سرعت مجاز، متر بر ثانیه		نوع مصالح مقطع خاکبرداری
جریان دائمی	جریان منقطع	
۰/۸	۰/۸	(غیرمطلق) ماسه ریزدانه
۰/۸	۰/۸	(غیرمطلق) لوم ماسه ای
۰/۹	۰/۹	(غیرمطلق) لوم سیلتی
۱/۱	۱/۱	لوم ریزدانه
۱/۲	۱/۱	خاکستر آتشفشانی
۱/۲	۱/۱	شن ریزدانه
۱/۵	۱/۲	(مطلق) رس سفت
		(غیرمطلق) مواد دانه بندی شده
۲/۵	۱/۵	لوم تاشن
۲/۱	۱/۷	لای تاشن
۲/۳	۱/۸	شن
۲/۴	۲/۵	شن درشت
۲/۷	۲/۱	شن تا قلوه سنگ زیر ۱۵۰ م
۳/۵	۲/۴	شن تا قلوه سنگ زیر ۲۰۰ م

۹-۲-۲-۲-۹ مقطع دوزنقه‌ای شکل

آب‌های سطحی راه، ارتباط متقابل دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اصول هیدرولیکی جریان کانال‌ها بر یکنواخت فرض کردن جریان پایدار مبتنی است. در جریان‌های پایدار یکنواخت، عمق و دبی جریان برحسب زمان ثابت است در نتیجه در طراحی کانال‌ها، شکل، ابعاد، شیب طولی و زبری پوشش مقطع کانال ثابت است.

معمولی‌ترین شکل کانال برای آب‌های سطحی با دبی زیاد، مقطع دوزنقه‌ای شکل است. کانال‌های دوزنقه‌ای به آسانی به وسیله ماشین‌آلات راه‌سازی ساخته می‌شوند و غالباً اقتصادی‌ترین مقطع است. در موردهایی که کانال عرض لازم است می‌توان با گرد کردن تمام زوایای مقطع عرضی کانال، ایمنی و منظرآرایی آن را بهبود بخشید. طول تقریبی این گرد کردن (خم)‌ها با رابطه زیر تعیین می‌شود.

۹-۳-۱-۳-۹ معادله مانینگ

$$L = 12 / X$$

معادله مانینگ با استفاده از یک روش تجربی به دست آمده و براساس یکنواخت بودن جریان آب‌های سطحی است. معادلات تجربی زیادی برای محاسبه سرعت متوسط کانال‌های باز بدست آمده که معادله مانینگ یکی از این معادلات است.

محاسبه سرعت متوسط جریان آب‌های سطحی برای یک کانال باز به وسیله فرمول مانینگ بشرح زیر است.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

V = سرعت میانگین (متر بر ثانیه)

n = ضریب زبری مانینگ

S = شیب کانال (متر بر متر)

R = شعاع هیدرولیکی (متر) = A/wp

A = مساحت سطح مقطع جریان (مترمربع)

wp = محیط ترشده (متر)

ضرایب زبری مانینگ برای کانال‌ها را می‌توان از جدول ۹-۷ بدست آورد.

۹-۳-۲-۲-۹ معادله پیوستگی

یکی از اصولی که در تمام مسایل جریان کانال‌ها در نظر گرفته می‌شود پیوستگی جریان در کانال‌هاست. این اصل، ثابت بودن

۹-۲-۲-۳-۹ مقطع مستطیل شکل

می‌توان در غالب موردهایی که محدودیت حریم راه وجود دارد، کانال‌های مستطیل شکل را برای هدایت جریان آب‌های سطحی با دبی زیاد در نظر گرفت. ممکن است در بعضی موردها بین سواره‌رو و کانال، جان‌پناه فلزی یا بتنی بکاربرد. قسمتی از اضافه هزینه تمام شده کانال‌های با مقطع مستطیل شکل، با کاهش حریم راه و حجم خاکبرداری کانال جبران می‌شود.

۹-۳-۹-۳ طرح هیدرولیکی کانال

طرح هیدرولیکی کانال‌ها به دلیل آنکه با اکثر ابنیه فنی تخلیه

۹-۱۰ جدول بتن آسفالتی

جدول بتن آسفالتی، در کنار شانه راه، یک نوع جوی رواناب سطحی با مقطع مثلثی شکل بر روی شانه راه ایجاد می‌کند. از جدول بتن آسفالتی فقط در موردهایی که محدود کردن رواناب سطحی برای جلوگیری از شسته شدن شیروانی خاکریزی ضرورت داشته باشد استفاده می‌شود.

از جدول‌های بتن آسفالتی تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده کرد. جدول‌های آسفالتی نباید در فاصله خط عبور ترافیک و جان‌پناه فلزی قرارگیرد. از جدول‌های بتن آسفالتی با ارتفاع ۵ سانتیمتر در رواناب سطحی با دبی‌های کم استفاده می‌شود. رواناب سطحی هدایت‌شده توسط این‌گونه جدول‌ها در محل‌های مناسب به وسیله شوت پوشش‌شده تخلیه می‌شود. برای حفاظت مصالح قابل شسته شدن شیروانی یا شیب جانبی تندتر از ۱:۴ در مقابل رواناب سطحی، می‌توان از جدول بتنی به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر استفاده کرد.

در موردهایی که قسمت بلند مقطع عرضی راه (در پیچ‌ها) در سمت شیب خاکبرداری باشد برای جلوگیری از جریان رواناب سطحی به کف راه، از جوی کنار راه با عرض کمتر استفاده می‌شود.

در منطقه‌های برفگیر و در مقاطع خاکبرداری در امتداد‌های مستقیم و قوسی، از جوی کناری مجاور راه با عرض یک تا دو متر با شیب ۱:۶ استفاده می‌شود.

برای دیدن نمونه جدول‌های بتن آسفالتی به فصل ششم مراجعه شود.

۹-۱۱ مقدار بارش نزولات جوی

برای تعیین متوسط سالیانه بارش نزولات جوی در ایران می‌توان از شکل ۹-۴ استفاده کرد.

جریه سیال‌گذرنده در واحد زمان در هر مقطعی از کانال را بیان می‌دارد. این اصل با استفاده از قوانین بقا (مانند بقاء انرژی) استخراج شده است. معادله پیوستگی به شکل زیر بیان می‌شود.

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \dots = A_n V_n$$

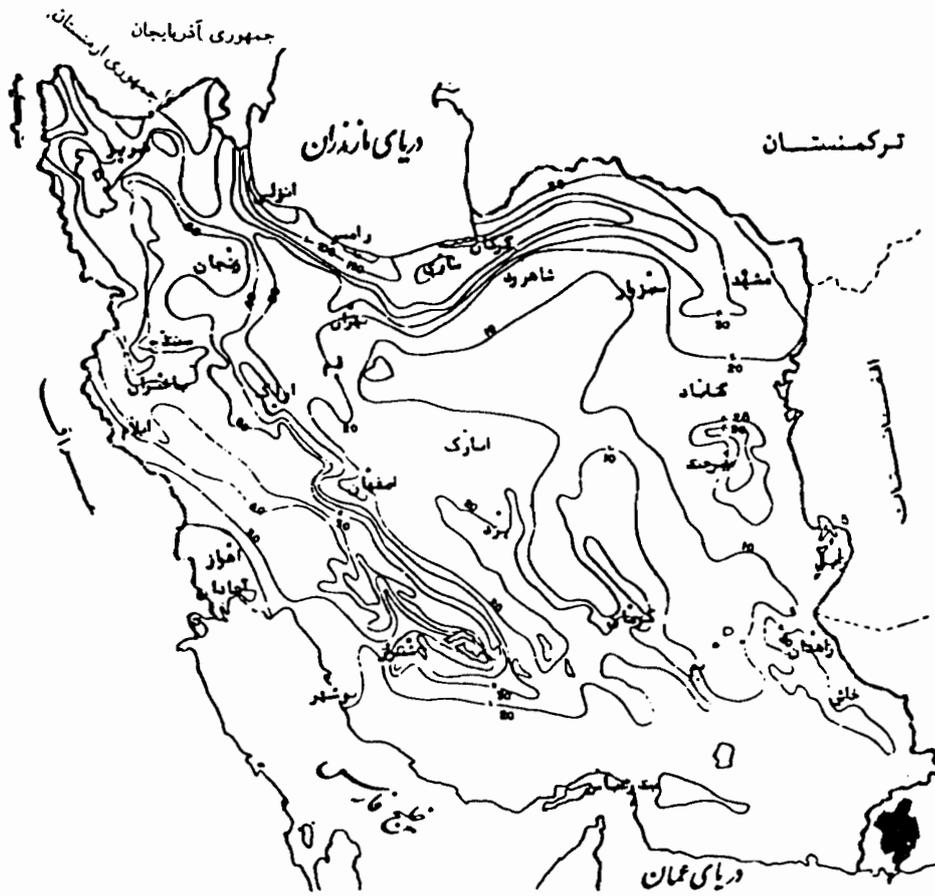
$$Q = \text{دبی تخلیه}$$

$$A = \text{مساحت سطح مقطع جریان}$$

$$V = \text{سرعت متوسط جریان}$$

جدول ۹-۷ مقادیر متوسط برای ضریب زبری مانینگ

مقدار n	نوع کانال
	کانال‌های بدون پوشش
۰/۰۳۳	لوم رسی
۰/۰۲	ماسه
۰/۰۳	شن
۰/۰۴	تخته سنگ
	کانال‌های دارای پوشش
۰/۰۱۴	بتن سیمانی
۰/۰۱۱	بتن آسفالتی
	روسازی راه و آبروهای حاشیه جدول
۰/۰۱۵	بتن سیمانی
۰/۰۱۶	بتن آسفالتی
	حاشیه میانه پست
۰/۰۴۰	خاک بدون ملات
۰/۰۵۰	خاک با ملات
۰/۰۵۵	شن



شکل ۹-۴ خط‌های تراز هم باران بر حسب سانتیمتر

واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

abbreviations	اختصارات	broken-back curve	پیچ تخت پشت
acceleration lane	خط افزایش سرعت	bus loading facilities	تسهیلات ایستگاه اتوبوس
access	دسترسی	capacity	گنجایش، ظرفیت
access control	کنترل دسترسی	cattle pass	محل عبور رمه، محل عبور حیوانات
access openings on expressways	بریدگی بزرگراه برای دسترسی	channel flow	جریان آب در کانال
accidents	تصادف، حادثه	channelization	جریان‌بندی ترافیک
aesthetic factors	عوامل‌های زیبایی	classification	طبقه‌بندی، دسته‌بندی
alignment	مسیر	clear distance	فاصله باز، فضای آزاد
alignment consistency	یکنواختی مسیر، پیوستگی مسیر	clearance	فضای آزاد، فضای باز
angle of intersection	زاویه تقاطع	climbing lane	خط سربالایی
area of conflict	سطح برخورد	cloverleaf interchange	تبادل شبدری
at-grade intersection	تلاقی همسطح، تقاطع همسطح	coefficient of roughness	ضریب زبری
auxiliary lanes	خط عبور کمکی	coefficient of runoff	ضریب جاری شدن آب باران
barbed wire	سیم خاردار	computer programs	برنامه‌های کامپیوتری
barriers	مانع	concentrated flow	چریان متمرکز
basin	حوزه آبریز، حوزه آبریز	concentration	تمرکز
basin characteristics	خصوصیات حوزه آبریز، مشخصات حوزه آبریز	concrete	بتن
benefit-cost ratio	نسبت سود به هزینه	concrete barriers	جان‌پناه بتنی
bicycles	دوچرخه	conduit	مجرا
branch connection	شاخه ارتباطی	construction	ساخت، ساختمان
bridge	پل	contour grading	نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز
bridge approach railings	نرده تقرب پل	control of access	کنترل دسترسی
bridge curbs	جدول بتنی پل	control of pollution	کنترل آلودگی
bridge decks	دال پل، عرشه پل	controlled access highway	راه با کنترل دسترسی
		conventional highways	راه‌های معمولی
		cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها

crash cushion	ضربه گیر	design flood	سیلاب طرح
crest	قله	design frequency	دوره بازگشت سیلاب طرح
critical	بحرانی	design hourly volume	حجم ساعتی طرح
critical depth	عمق بحرانی	design objectives	هدف‌های طرح
critical flow	جریان بحرانی	design period	دوران طرح، دوره طرح
critical slope	شیب بحرانی	design responsibility	مسئولیت طراحی
critical velocity	سرعت بحرانی	design speed	سرعت طرح، سرعت طراحی
cross drainage	تخلیه عرضی آب	design storm	سیلاب طرح
cross section	مقطع عرضی	design vehicle	خودروی طرح
cross slopes	شیب عرضی	detours	راه انحرافی
crossings	تقاطع، تلافی	diamond interchange	تبادل لوزوی
crown	تاج در مقطع عرضی راه	dikes	جدول آسفالتی
culverts	آبروها، کالورت‌ها، کانال کوچک زیرگذر	directional interchange	تبادل جهتی
curbs	جدول	disabled persons	معلولان
curvature	پیچ، انحنا	discharge	حجم تخلیه آب
curve central angle	زاویه داخلی پیچ، زاویه داخلی قوس افقی	discharge estimating	برآورد حجم تخلیه آب
curve	پیچ، قوس افقی	discharge peak	بزرگترین حجم تخلیه آب
deceleration lane	خط عبور کاهش سرعت	distance	فاصله، مسافت
decision sight distance	فاصله دید تصمیم، فاصله دید انتخاب	ditch	نهر، جوی آب
deer crossings	محل عبور آهو	ditch slope	شیب نهر
definition	تعریف	diverging	جدایی ترافیک، واگرایی ترافیک، دور شدن جریان ترافیک
delay	تأخیر، دیرکرد	divided highway	راه جداشده
density	تراکم، فشردگی	divided nonfreeway facilities	تسهیلات راه جداشده غیر آزادراه
depressed grade line	خط شیب فرورفته	drain slope	شیب مسیر تخلیه آب
design discharge	حجم تخلیه طراحی	drainage	تخلیه آب
design factors	فاکتورهای طرح، پارامترهای طرح	drainage by pumping	تخلیه آب با پمپاژ

drainage coefficients	ضریب تخلیه	flood maximum historical	حداکثر سیلاب گذشته
easement	نگهداری حریم	flood measurement	اندازه گیری سیلاب
economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی	flood plain	سطح آبگیر
economic studies	مطالعات اقتصادی	freeway	آزادراه
economics of design	اقتصاد طراحی	freeway exits	خروجی آزادراه
elevated structure	سازه بالای زمین (مانند پل)	freeway interchange	تبادل آزادراه، تقاطع غیرهمسطح آزادراه
empirical methods	روش تجربی	freeway to freeway interchanges	تبادل دو آزادراه
entrance design	طرح ورودی	friction factors	ضریب اصطکاک
entrance nose	دماغه ورودی به راه	frontage road	راه جانبی
entrances	ورودی ها	funneling	کم کردن عرض خط عبور
environment	محیط	gap	فاصله آزاد بین دو خودرو
equipment crossing	عبور عرضی ماشین آلات	geometric design	طرح هندسی
erosion	فرسایش خاک	grade	شیب، درجه شیب
erosion vegetative control	کنترل فرسایش خاک با گیاه کاری	grade line	خط شیب، خط پروژه
erosion control	کنترل فرسایش خاک	grade separation	جدایی عمودی سطح دو مسیر
escape ramps	خروجی اضطراری	grade separation structures	سازه های جدایی عمودی دو مسیر
exit nose	دماغه خروجی	gravity wall	دیوار وزنی
exits	خروجی ها	guardrail	جان پناه فلزی
expressway	بزرگراه، تندراره	guide	راهنما، رهنمود
expressway exits	خروجی بزرگراه	gutter	جوی، نهر
faa	اف ای ای	head wall	دیوار پل
fence	حصار	headlight glare	خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
field investigations	بررسی محلی	headlight sight distance	فاصله دید نور چراغ خودرو
flared end section	بخش کم کردن عرض مسیر	headway	فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم
flood	سیلاب، سیلاب	highway	راه، جاده
flood design	طراحی برای سیلاب	highway geometric design	طرح هندسی راه
flood design criteria	ضوابط طراحی برای سیلاب		

horizontal	افقی	major highway	راه اصلی
horizontal alignment	مسیر افقی، پلان	major movements	حرکت‌های اصلی
horizontal clearance	عرض آزاد، فضای باز عرضی	mandatory	اجباری
hourly volume	حجم ساعتی	markers	علامت‌ها، مشخص‌کننده‌ها
hydraulic radius	شعاع ترشده	mean velocity	میانگین سرعت
hydrograph	نمودار باران، هیدروگراف، باران‌نگار	median	میانه
hydrograph methods	روش استفاده از نمودار بارندگی	median barriers	جان‌پناه میانه
hydrological analysis	تجزیه و تحلیل بارندگی	median curbs	جدول میانه
index	نشانه، راهنما	median fencing	حصارکشی میانه
infiltration	نفوذ	median grade	شیب میانه
initial construction	ساخت اولیه	median lane	خط عبور مجاور میانه
inlet	دهانه آبرو	median on bridge	میانه در محل پل
inner separation	جدایی داخلی	median width	عرض میانه
interchange	تبادل، تقاطع غیرهمسطح	merging	همگرایی ترافیک، تداخل ترافیک، یکی شدن ترافیک
interchange elements	اجزای تبادل، المان‌های تبادل	merging lane metering	کنترل ترافیک رابط ورودی
intersection	تقاطع، چندراهی	minimum	حداقل، کمینه، کمترین
irrigation	آبیاری	minimum turning radius	کمترین شعاع گردش، حداقل شعاع قوس
landscape	منظره	multilane	چندخطه
lane addition	افزایش خط عبور	multiple lanes	چندخطی
lane drops	کاهش خط عبور	national highway network	شبکه راه‌های ملی
lane reduction	کاهش خط عبور	national highway system	سیستم راه‌های ملی
left shoulder	شانه چپ	noise abatement	دیوارهای مانع عبور صوت
left-turn lane on median	خط گردش چپ میانه	noise barrier	دیوار صداگیر
left-turn channelization	جریان‌بندی گردش به چپ	nonfreeway facilities	تسهیلات غیرآزادراهی
left-turn refuge	سکوی مجاور خط گردش به چپ	nonmotorized traffic	ترافیک غیرموتوری
level of service	سطح خدمت‌دهی، سطح سرویس	objectives	هدف‌ها
local road	راه محلی	objectives of design	هدف‌های طراحی
longitudinal profile	نیمرخ طولی مسیر		

open channel	نهرهای باز، کانال‌های روباز	public road	راه‌های عمومی
outer separation	جدایی بیرونی، نوار بیرونی	pumping	تلمبه کردن
overcrossing	عبور از رو، گذر از رو، روگذشت	pumping plant	ایستگاه تلمبه‌زنی
overhead signs	علائم بالاسری، علائم دروازه‌ای	radius	شعاع
overland flow	جریان آب در روی زمین	railings	نرده‌کشی
overpass	روگذر	railroad	راه‌آهن
painting	خط‌کشی	railroad crossings	تلافی راه‌آهن
parkway	راه جنگلی	rainfall	میزان باران، بارش
passenger car	سواری	ramp	شیب‌راهه، رمپ
passing lane	خط سبقت	ramp metering	کنترل شیب‌راهه
passing sight distance	فاصله دید برای سبقت	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
paved median	میانه رویه‌دار	rational methods	روش تجربی، روش سنتی
peak flow	ساعت اوج	reconstruction	تجدید ساختمان، دوباره سازی
pedestrian	پیاده	recovery area	سطح بازگشت، محوطه بازیابی
pedestrian access	دسترسی پیاده	recovery zone	منطقه بازگشت
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	refuge area	سکو، جزیره جداکننده
pedestrian overcrossing	روگذر پیاده، پل عابر پیاده	rehabilitation strategies	سیاست‌های بهسازی و توسعه
pedestrian undercrossing	زیرگذر پیاده	retaining wall	دیوار حایان
period	دوره، تناوب	retention basin	حوضچه تأخیری
pipe	لوله	return wall	دیوار بازگشت
planting	گیاه‌کاری، بوته‌کاری، درخت‌کاری	revegetation	تجدید گیاه‌کاری، دوباره سبز کردن
points of conflict	نقاط برخورد	reversing curve	پیچ معکوس، پیچ اس
pollution	آلودگی	right of way	فاصله بین دو حد حریم راه، حد تقدم
pollution control	کنترل آلودگی	riprap	حفاظت با سنگ‌چین، سنگ‌چین کردن شیب
precipitation	باران و برف، نزولات جوی	road	راه، جاده
private road	راه اختصاصی	roadbed	بستر راه
prohibited turns	گردش‌های ممنوع	roadside installations	تجهیزات کنار راه
protective coating	لایه حفاظتی	roadside rests	استراحتگاه کنار راه

roadway	کف راه، سطح راه	skew	اریب، کج، مایل
rolling profile	نیمرخ طولی موج‌دار	skew angle	زاویه اریب
roughness	ناهمواری راه	slope	شیب
running speed	سرعت حرکت	spacing	فاصله مابین
running time	مدت حرکت، زمان حرکت، زمان سفر بدون احتساب توقف	speed	سرعت، تندی
rural area	منطقه روستایی	speed-change lanes	خط‌های عبور تغییر سرعت
rural road	راه بیابانی	spiral	حلزونی
safety	ایمنی	spiral transition	اتصال تدریجی حلزونی
sag	فرورفتگی	stage construction	مرحله‌بندی ساخت، ساخت مرحله‌ای
salvage value	ارزش پس مانده	statistical methods	روش‌های آماری
scenic	منظره‌دار، خوش منظره	steel barriers	جان‌پناه فلزی
scenic highway	راه خوش منظره	steel structure	سازه فلزی
scenic values	ارزش‌های منظره	stepped slopes	شیب‌بندی پلکانی، سراشیبی پلکانی
secondary road	راه‌های فرعی	stopping sight distance	فاصله دید توقف، مسافت دید توقف
semi directional interchange	تبادل نیمه جهتی	storm	رگبار، بارندگی شدید
separate turning	گردش‌های مجزا	subsurface drainage	زهکشی، تخلیه آب‌های زیرسطحی
separation	جدایی	superelevation	بریلندی، دُور
service life	عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس	surface	سطح، رویه
shoulder	شانه (شانه راست)	surface runoff	جریان آب سطحی
side ditch	تهر جانبی	tack coat	قیرپاشی روی لایه آسفالت
sidewalk	پیاده‌رو	tandem axle load	بار محوری دوقلو
sight distance	فاصله دید، مسافت دید	taper	لچکی
signal control	کنترل با چراغ راهنمایی	threecenter curve	پیچ سه مرکزی، قوس سه مرکزی
signalized intersection	تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی	time of concentration	زمان تمرکز، مدت تمرکز
signs	علائم، تابلوها	toll bridge	پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)
single lane	عبور یک خطه، یک خطه	toll road	راه عوارضی
site selection	انتخاب محل	toll tunnel	تونل عوارضی

ow-lane highway	راه دو خطه	wall	دیوار
traffic index	نشانه ترافیک، ضریب ترافیک	water pollution	آلودگی آب
traffic Islands	جزیره‌های ترافیکی	weaving section	بخش با ترافیک بهم‌بافته، طول ترافیک ضربداری
traffic control devices	علائم کنترل ترافیک	wheelchair ramps	شیب‌راهه چرخ معلولان
traffic devices	علائم ترافیک	widening	تعریض، اضافه کردن عرض
traffic marking	خط‌کشی ترافیکی	width on curves	عرض پیچ، پهنای قوس
trailer	تربلی یدک، اتاقلک سیار	wire mesh	توری فلزی، توری مشبک فلزی
transition	تغییر تدریجی، اتصال تدریجی		
transversal	عرضی		
truck trailer	کامیون با یدک، کامیون یدک‌دار		
trumpet interchange	تبادل شیبوری		
turning radius	شعاع گردش		
turning templates	الگوهای گردش		
turning traffic	ترافیک گردشی		
turnouts	دور برگردان‌ها، خروجی		
two-quadrant cloverleaf	نیمه شبدری، شبدری ناقص		
two-way left turn lanes	گردش به چپ دو خطه		
undercrossing	عبور از زیر		
underpass	زیرگذر		
undivided highways	راه‌های جدانشده		
urban areas	منطقه شهری		
utilities	تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)		
vehicle spacing	فاصله بین دو خودرو		
vertical clearance	ارتفاع آزاد		
vertical curves	خم‌ها، قوس‌های قائم		
vertical signs	علائم قائم		
vista points	نقاط دارای محل توقف برای دید منظره		
walkways	پیاده‌رو		

واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

pumping plant	ایستگاه تلمبه‌زنی	culverts	آبروها
safety	ایمنی	irrigation	آبیاری
hydrograph	باران‌نگار	freeway	آزادراه
precipitation	باران و برف	pollution	آلودگی
rainfall	بارش	water pollution	آلودگی آب
tandem axle load	بار محوری دوقلو	trailer	اتاقک سیار
storm	بارندگی شدید	transition	اتصال تدریجی
field investigations	بررسی محلی	spiral transition	اتصال تدریجی حلزونی
concrete	بتن	mandatory	اجباری
critical	بحرانی	interchange elements	اجزای تبادل
weaving section	بخش با ترافیک بهم‌یافته	abbreviations	اختصارات
flared end section	بخش کم‌کردن عرض مسیر	vertical clearance	ارتفاع آزاد
discharge estimating	برآورد حجم تخلیه آب	salvage value	ارزش پس مانده
superelevation	بربلندی	scenic values	ارزش‌های منظره
computer programs	برنامه‌های کامپیوتری	skew	اریب
	بریدگی بزرگراه برای دسترسی	roadside rests	استراحتگاه کنار راه
access openings on expressways		widening	اضافه کردن عرض
discharge peak	بزرگترین حجم تخلیه آب	faa	اف ای ای
expressway	بزرگراه	lane addition	افزایش خط عبور
roadbed	بستر راه	horizontal	افقی
planting	بوته کاری	economics of design	اقتصاد طراحی
design factors	پارامترهای طرح	turning templates	الگوهای گردش
horizontal alignment	پلان	interchange elements	المان‌های تبادل
bridge	پل	site selection	انتخاب محل
pedestrian overcrossing	پل عابر پیاده	curvature	انحناء
toll bridge	پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)	flood measurement	اندازه‌گیری سیلاب

drainage by pumping	تخلیه آب با پمپاژ	width on curves	پهنای قوس
subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی	pedestrian	پیاده
cross drainage	تخلیه عرضی آب	sidewalk, walkway	پیاده‌رو
merging	تداخل ترافیک	curvature, curve	پیچ
nonmotorized traffic	ترافیک غیرموتوری	reversing curve	پیچ اس
turning traffic	ترافیک گردش	broken-back curve	پیچ تخت پشت
density	تراکم	threecenter curve	پیچ سه مرکزی
trailer	تریلی بدک	reversing curve	پیچ معکوس
bus loading facilities	تسهیلات ایستگاه اتوبوس	alignment consistency	پیوستگی مسیر
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	signs	تابلوها
	تسهیلات راه جداشده غیر آزادراه	crown	تاج در مقطع عرضی راه
divided nonfreeway facilities		delay	تأخیر
nonfreeway facilities	تسهیلات غیر آزادراهی	interchange	تبادل
utilities	تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)	freeway interchange	تبادل آزادراه
accidents	تصادف	directional interchange	تبادل جهتی
widening	تعریض	freeway to freeway interchanges	تبادل دو آزادراه
definition	تعریف	cloverleaf interchange	تبادل شبدری
transition	تغییر تدریجی	trumpet interchange	تبادل شیپوری
crossings, intersection	تقاطع	diamond interchange	تبادل لوزوی
interchange	تقاطع غیر همسطح	semi directional interchange	تبادل نیمه جهتی
freeway interchange	تقاطع غیر همسطح آزادراه	reconstruction	تجدید ساختمان
signalized intersection	تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی	revegetation	تجدید گیاه‌کاری
at-grade intersection	تقاطع همسطح	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crossings	تلاقی	hydrological analysis	تجزیه و تحلیل بارندگی
railroad crossings	تلاقی راه‌آهن	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
at-grade intersection	تلاقی همسطح	cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها
pumping	تلمبه کردن	roadside installations	تجهیزات کنار راه
concentration	تمرکز	drainage	تخلیه آب

utter	جری	period	تناوب
tch	جری آب	expressway	تندراه
ultilane	چندخطه	speed	تندی
ultiple lanes	چندخطی	wire mesh	توری فلزی
intersection	چندراهی	wire mesh	توری مشبک فلزی
ccidents	حادثه	toll tunnel	تونل عوارضی
ischarge	حجم تخلیه آب	highway, road	جاده
esign discharge	حجم تخلیه طراحی	concrete barriers	جان‌پناه بتنی
hourly volume	حجم ساعتی	guardrail, steel barriers	جان‌پناه فلزی
esign hourly volume	حجم ساعتی طرح	median barriers	جان‌پناه میانه
minimum	حداقل	separation	جدایی
minimum turning radius	حداقل شعاع قوس	outer separation	جدایی بیرونی
flood maximum historical	حداکثر سیلاب گذشته	diverging	جدایی ترافیک
right of way	حد تقدم	inner separation	جدایی داخلی
major movements	حرکت‌های اصلی	grade separation	جدایی عمودی سطح دو مسیر
fence	حصار	curbs	جدول
median fencing	حصارکشی میانه	dikes	جدول آسفالته
riprap	حفاظت با سنگ چین	bridge curbs	جدول بتنی پل
spiral	حلزونی	median curbs	جدول میانه
basin	حوزه آبریز	overland flow	جریان آب در روی زمین
basin	حوزه آبگیر	channel flow	جریان آب در کانال
retention basin	حوضچه تأخیری	surface runoff	جریان آب سطحی
freeway exits	خروجی آزادراه	critical flow	جریان بحرانی
escape ramps	خروجی اضطراری	channelization	جریان‌بندی ترافیک
expressway exits	خروجی بزرگراه	left-turn channelization	جریان‌بندی گردش به چپ
exits, turnouts	خروجی‌ها	concentrated flow	جریان متمرکز
basin characteristics	خصوصیات حوزه آبگیر	refuge area	جزیره جداکننده
acceleration lane	خط افزایش سرعت	traffic islands	جزیره‌های ترافیکی

design period	دوران طرح	grade line	خط پروژه
turnout, U-turn	دوربرگردان	passing lane	خط سبقت
diverging	دورشدن جریان ترافیک	climbing lane	خط سربالایی
period	دوره	grade line	خط شیب
design frequency	دوره بازگشت سیلاب طرح	depressed grade line	خط شیب فرورفته
design period	دوره طرح	median lane	خط عبور در مجاور میانه
inlet	دهانه آبرو	deceleration lane	خط عبور کاهش سرعت
delay	دیرکرد	auxiliary lanes	خط عبور کمکی
wall	دیوار	painting	خط کشی
return wall	دیوار بازگشت	traffic marking	خط کشی ترافیکی
head wall	دیوار پل	left-turn lane on median	خط گردش چپ میانه
retaining wall	دیوار حایل	speed-change lanes	خط‌های عبور تغییر سرعت
noise barrier	دیوار صداگیر	vertical curves	خم‌ها
gravity wall	دیوار وزنی	design vehicle	خودروی طرح
noise abatement	دیوارهای مانع عبور صوت	scenic	خوش منظره
highway, road	راه	headlight glare	خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
railroad	راه‌آهن	bridge decks	دال پل
private road	راه اختصاصی	grade	درجه شیب
major highway	راه اصلی	planting	درخت‌کاری
detours	راه انحرافی	access	دسترسی
controlled access highway	راه با کنترل دسترسی	pedestrian access	دسترسی پیاده
rural roads	راه بیابانی	classification	دسته‌بندی
frontage road	راه جانبی	exit nose	دماغه خروجی
divided highway	راه جداشده	entrance nose	دماغه ورودی به راه
parkway	راه جنگلی	reconstruction	دوباره سازی
scenic highway	راه خوش منظره	revegetation	دوباره سبزکردن
tow-lane highway	راه دوخطه	bicycles	دوچرخه
toll road	راه عوارضی	superelevation	دور

construction	ساختمان	local road	راه محلی
stage construction	ساخت مرحله‌ای	guide, index	راهنما
elevated structure	سازه بالای زمین (مانند پل)	undivided highways	راه‌های جدانشده
steel structure	سازه فلزی	public road	راه‌های عمومی
	سازه‌های جذابی عمودی دو مسیر	secondary road	راه‌های فرعی
grade separation structures		conventional highways	راه‌های معمولی
peak flow	ساعت اوج	storm	رگبار
stepped slopes	سراشیبی پلکانی	ramp	رَمپ
speed	سرعت	hydrograph methods	روش استفاده از نمودار بارندگی
critical velocity	سرعت بحرانی	empirical methods, rational methods	روش تجربی
running speed	سرعت حرکت	rational methods	روش سنتی
design speed	سرعت طراحی	statistical methods	روش‌های آماری
design speed	سرعت طرح	overpass	روگذر
surface	سطح	pedestrian overcrossing	روگذر پیاده
recovery area	سطح بازگشت	overcrossing	روگذشت
area of conflict	سطح برخورد	surface	رویه
level of service	سطح خدمت‌دهی	guide	رهنمود
roadway	سطح راه	skew angle	زاویه اریب
level of service	سطح سرویس	angle of intersection	زاویه تقاطع
flood plain	سطح آبگیر	curve central angle	زاویه داخلی پیچ
refuge area	سکو	curve central angle	زاویه داخلی قوس افقی
left-turn refuge	سکوی مجاور خط‌گردش به چپ	time of concentration	زمان تمرکز
riprap	سنگ‌چین‌کردن شیب	running time	زمان حرکت
passenger car	سواری	running time	زمان سفر بدون احتساب توقف
rehabilitation strategies	سیاست‌های بهسازی و توسعه	underpass	زیرگذر
national highway system	سیستم راه‌های ملی	pedestrian undercrossing	زیرگذر پیاده
flood	سیلاب	construction	ساخت
design flood, design storm	سیلاب طرح	initial construction	ساخت اولیه

entrance design	طرح ورودی	flood	سیل
geometric design	طرح هندسی	barbed wire	سیم خاردار
highway geometric design	طرح هندسی راه	branch connection	شاخه ارتباطی
weaving section	طول توافیک ضربدری	left shoulder	شانه چپ
capacity	ظرفیت	shoulder	شانه (شانه راست)
aesthetic factors	عوامل‌های زیبایی	two-quadrant cloverleaf	شبدری ناقص
overcrossing	عبور از رو	national highway network	شبکه راه‌های ملی
undercrossing	عبور از زیر	radius	شعاع
equipment crossing	عبور عرضی ماشین‌آلات	hydraulic radius	شعاع ترشده
single lane	عبور یک خطه	turning radius	شعاع گردش
bridge decks	عرشه پل	grade, slope	شیب
horizontal clearance	عرض آزاد	critical slope	شیب بحرانی
width on curves	عرض پیچ	stepped slopes	شیب‌بندی یکانی
median width	عرض میانه	ramp	شیب‌راه
transversal	عرضی	wheelchair ramps	شیب‌راه چرخ معلولان
markers	علامت‌ها	cross slopes	شیب عرضی
signs	علائم	drain slope	شیب مسیر تخلیه آب
overhead signs	علائم بالاسری	median grade	شیب میانه
traffic devices	علائم ترافیک	ditch slope	شیب نهر
overhead signs	علائم دروازه‌ای	crash cushion	ضربه‌گیر
vertical signs	علائم قائم	friction factors	ضریب اصطکاک
traffic control devices	علائم کنترل ترافیک	drainage coefficients	ضریب تخلیه
service life	عمر خدمت‌دهی	traffic index	ضریب ترافیک
service life	عمر سرویس	coefficient of runoff	ضریب جاری شدن آب باران
critical depth	عمق بحرانی	coefficient of roughness	ضریب زبری
distance	فاصله	flood design criteria	ضوابط طراحی برای سیلاب
gap	فاصله آزاد بین دو خودرو	classification	طبقه‌بندی
clear distances	فاصله باز	flood design	طراحی برای سیلاب

lane drops	کاهش خط عبور	right of way	فاصله بین دو حد حریم راه
lane reduction	کاهش خط عبور	vehicle spacing	فاصله بین دو خودرو
skew	کج	sight distance	فاصله دید
roadway	کف راه	decision sight distance	فاصله دید انتخاب
minimum	کمترین	passing sight distance	فاصله دید برای سبقت
minimum turning radius	کمترین شعاع گردش	decision sight distance	فاصله دید تصمیم
funneling	کم کردن عرض خط عبور	stopping sight distance	فاصله دید توقف
minimum	کمینه	headlight sight distance	فاصله دید نور چراغ خودرو
control of pollution	کنترل آلودگی		فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم
pollution control	کنترل آلودگی	headway	
signal control	کنترل با چراغ راهنمایی	spacing	فاصله مابین
merging lane metering	کنترل ترافیک رابط ورودی	design factors	فاکتورهای طرح
access control	کنترل دسترسی	erosion	فرسایش خاک
control of access	کنترل دسترسی	sag	فرورفتگی
ramp metering	کنترل شیب‌راهه	density	فشردگی
erosion control	کنترل فرسایش خاک	clear distance, clearance	فضای آزاد
	کنترل فرسایش خاک با گیاه‌کاری	clear distance, clearance	فضای باز
erosion vegetative control		horizontal clearance	فضای باز عرضی
overcrossing	گذر از رو	crest	قله
two-way left turn lanes	گردش به چپ دو خطه	curve	قوس منحنی
separate turning	گردش‌های مجزا	threecenter curve	قوس سه مرکزی
prohibited turns	گردش‌های ممنوع	vertical curves	قوس‌های قائم
capacity	گنجایش	tack coat	قیرپاشی روی لایه آسفالت
planting	گیاه‌کاری	culverts	کانورت‌ها
protective coating	لایه حفاظتی	truck trailer	کامیون با یدک
taper	لج‌کی	truck trailer	کامیون یدک‌دار
pipe	لوله	culverts	کانال کوچک زیرگذر
barriers	مانع	open channel	کانال‌های روباز

median on bridge	میان‌ه در محل پل	skew	مایل
paved median	میان‌ه رویه‌دار	conduit	مجرا
rainfall	میزان باران	deer crossings	محل عبور آهو
roughness	ناهمواری راه	cattle pass	محل عبور حیوانات
bridge approach railings	نرده تقرب پل	cattle pass	محل عبور روم
railings	نرده‌کشی	recovery area	محوطه بازیابی
precipitation	نزولات جوی	environment	محیط
benefit-cost ratio	نسبت سود به هزینه	time of concentration	مدت تمرکز
index	نشانه	running time	مدت حرکت
traffic index	نشانه ترافیک	stage construction	مرحله‌بندی ساخت
infiltration	نفوذ	design responsibility	مسئولیت طراحی
points of conflict	نقاط برخورد	distance	مسافت
vista points	نقاط دارای محل توقف برای دید منظره	sight distance	مسافت دید
easement	نگهداری حریم	stopping sight distance	مسافت دید توقف
contour grading	نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز	alignment	مسیر
hydrograph	نمودار باران	horizontal alignment	مسیر افقی
outer separation	نوار بیرونی	basin characteristics	مشخصات حوزه آبریز
ditch, gutter	نهر	markers	مشخص‌کننده‌ها
side ditches	نهر جانبی	economic studies	مطالعات اقتصادی
open channel	نهرهای باز	disabled persons	معطلان
longitudinal profile	نیم‌رخ طولی مسیر	cross section	مقطع عرضی
rolling profile	نیم‌رخ طولی موج‌دار	recovery zone	منطقه بازگشت
two-quadrant cloverleaf	نیمه شبدری	rural area	منطقه روستایی
diverging	واگرایی ترافیک	urban area	منطقه شهری
entrances	ورودی‌ها	landscape	منظره
objectives	هدف‌ها	scenic	منظره‌دار
objectives of design	هدف‌های طراحی	mean velocity	میانگین سرعت
design objectives	هدف‌های طرح	median	میان‌ه

merging	همگرایی ترافیک
hydrograph	هیدروگراف
single lane	یک خطه
alignment consistency	یکنواختی مسیر
merging	یکی شدن ترافیک

فهرست راهنما

	الف
افزایش خط‌های عبوری ۳۸-۵	آبرو ۱۲-۹، ۸-۶
عرض راه ۳۸-۵	ابنیه فنی ۳۷-۵، ۷-۵، ۳-۲
اقتصادی	جمع‌آوری و تخلیه آب - ۹-۹
ملاحظات - ۷-۴	اتصال
نیاز - ۱-۱	تدریجی ۲۷-۵
توجیه - ۳۹-۵	راه به راه‌های موجود ۳۳-۴
امتداد شیب طولی آبروها ۱۳-۹	اثر اریب در بریدگی میانه ۴-۷
انتخاب	اثر کامیون ۴۰-۵
تونل ۶۱-۵	اجباری
دبی سیلاب طرح ۱۵-۹	معیارهای - ۲-۱
دوره بازگشت سیلاب ۱۲-۹	اجتماعی ۱-۱
سرعت طرح ۳۷-۴، ۷-۴	اختلاف جبری دو شیب ۷-۵
انتهای رابط ۸-۴	اختصارات ۱-۲
ای دی تی ۱-۲	ارتباط بین دو آزادراه ۴۰-۸
اندازه شیب شیروانی ۱۰-۶	ارتفاع
انواع	آزاد ۱-۴
آبروها ۱۳-۹	آزاد پل ۵۸-۵
تبادل‌ها ۲-۱	انتهای باند پرواز ۵۰-۵
تقاطع‌ها ۲-۷	خاکریز ۱۰-۶
جدول ۴۷-۵	فضای آزاد تونل ۶۵-۵
دیوارهای حایل ۵۸-۵	آزادراه ۲-۳، ۱-۳، ۱-۲
فرودگاه‌ها ۵۰-۵	آشتر ۱-۲
مقطع کانال ۱۶-۹	اضطراری
فواصل دید ۱-۵	پارکینگ ۶۵-۵
انشعاب‌های تونل ۶۶-۵	اف ای ای ۱-۲
اهمیت انتخاب سرعت طرح ۳۷-۴	اف ای آر ۱-۲
اهمیت تقاطع‌ها ۱-۷	

ای ای دی تی ۱-۲	پرواز
ایکائو ۱-۲	موانع - ۵-۵۰
ایمنی ۱-۱، ۲-۴، ۳۰-۴، ۲۷-۵، ۳۱-۵، ۴۱-۵، ۱-۶	پل ۲-۳، ۵-۵۱
۱۳-۹، ۱۵-۶، ۱۳-۶	باشاه تیر حمال جانبی ۵-۳۷
محوطه ۳-۲	پیوسته چند دهانه ۵-۳۷
	تیر تاوه ای ۵-۳۷
ب	جانپناه و نرده ۵-۵۴
بتنی	در پیچ ۵-۲۸
جان پناه ساده - ۵-۵۶	عرض - ۵-۵۰
ب ت ا ا م ۱-۱	عرض آزاد - ۵-۵۰، ۵-۵۸
بخش ترافیک بهم بافته ۲-۵	کوله باز ۵-۵۰
بدنه رابط ۴-۸	پیاده رو
بریلندی ۲-۲، ۵-۱۳	در تونل ۵-۶۴
برنامه و بودجه ۱-۱	روگذر ۴-۳۲
بریدگی میانه	زیرگذر ۴-۳۱
شکل لبه میانه در محل - ۷-۳۸	کنار پل ۵-۵۳
حداقل طول - ۷-۴۰	کنار راه ۴-۳۰
اثر اریب در - ۷-۴۰	پیچ ۵-۲۵
شیب عرضی - ۷-۴۰	تخت پشت ۵-۲۷
بزرگترین شیب ۳-۲	تقاطع ۷-۳۱
بستر روستازی راه ۲-۲	شعاع - ۵-۲۵
بهسازی ۴-۳۳	طول و زاویه مرکزی - ۵-۲۵
	مرکب ۵-۲۵
پ	معکوس ۵-۲۷
پایاب ۹-۱۲	پیش بینی تقاطع ۵-۳۸
پارکینگ اضطراری ۵-۶۵	
پاسگاه پلیس ۴-۳۷	ت
پاگرد ۴-۳۲	تأخیر ۲-۶
پستی و بلندی ۴-۳۶	تأسیسات جانبی راه ۴-۳۷

سطحی راه ۱-۹	تأمین شعاع حداقل خم‌های دایره‌ای ۸-۵
سواره‌رو ۱-۹	تبادل‌ها ۲-۳، ۲-۵، ۱-۸
میانه ۲-۹	اصلاح گلوگاه‌ها - ۱-۸
خاکبرداری وارد حریم ۴-۹	افزایش تحرک و کاهش تأخیر - ۱-۸
تخمین دبی اوج رواناب سطحی ۱۰-۹	انواع - ۲-۸
ترافیک ۶-۲	با رابط یگانه ۶-۸
بهم‌بافته ۱۹-۴، ۷-۲	تدریجی ۱۵-۸
تعیین کیفیت ۲۲-۴	توجه اقتصادی - اجتماعی ۱-۸
علایم - ۷-۲	جهتی و نیمه جهتی ۶-۸، ۵-۲
گردشی ۱۸-۷	چهارراه ۶-۸، ۴-۲
متوسط روزانه یکسال ۶-۲	دسته قیفی ۳-۸
وسایل کنترل - ۷-۲	روش طراحی ۱۷-۸
تراکم ۶-۲	سه راه ۵-۲، ۳-۸
تراشه‌ها ۳۱-۵	سپری ۳-۸
تسهیلات پیاده ۳۰-۴	شاخه ۵-۲
تعاریف ۱-۴، ۱-۲	شیبوری ۵-۲
تعبیه و نگهداری جدول ۵۰-۵	شبدری ۱۰-۸، ۶-۸
تعریض	شیب در ۲۵-۸
در پیچ ۲۸-۵	رابط‌ها ۳۷-۸
راه ۳۸-۵	طراحی رابط چندخطه ۳۳-۸
تغییرات تدریجی عرض راه ۳۸-۵	طراحی رابط یک خطه ۲۷-۸
تقاطع‌ها ۱-۷، ۲-۳، ۳-۲	فاصله دید انتخاب تا دماغه خروجی ۲۵-۸
انواع - ۲-۷	مرکب ۱۷-۸
اصول طراحی - ۱-۷	لوزوی ۶-۸، ۵-۲
اهمیت - ۱-۷	نیمه شبدری ۱۰-۸، ۶-۸، ۵-۲
باراه آهن ۶-۷	وضعیت منطقه تقاطع ۱-۸
بدون کنترل ۲۲-۷	هزینه استفاده کنندگان ۱-۸
تأثیر شیب ۳۳-۷	تحلیل منفعت به هزینه ۱-۲
تأثیر زاویه - ۳۰-۷	تخلیه آب‌های

ج	حدافل شعاع گردش ۱-۴
جان پناه	خط عبور کمکی تغییر سرعت در ۱۷-۷
ونرده در پل ۵۵-۵	راه - راه آهن ۶-۷
ونرده در دیوار حایل ۶۲-۵	زاویه ۱۶-۷
ساده بتنی ۵۶-۵	سطح ۳-۲
ساده فلزی ۵۶-۵	سطوح برخورد ۱۵-۷
جداکننده	شاخه - ۱-۷
بیرونی ۲-۲	طراحی مقدماتی ۵۹-۷
جزیره های - ۱۹-۷	عوامل ها ۱-۷، ۱۳-۷، ۱۴-۷
جدول ۵-۴۷، ۶-۷	فاصله دید ۲۱-۷
انواع ۴۷-۵	فاصله دید حرکت ایمن ۲۲-۷
قرارگیری - ۵۰-۵	فاصله دید تشخیص - ۲۱-۷
جریان بندی ۳-۲	کنترل مسیر فرعی ۲۴-۷
جزیره های	نقاط برخورد ۱۷-۷
پنادهنده ۲۰-۷	توسعه خط های عبور کمکی ۳۴-۴
ترافیکی ۱۸-۷	تابل ۶۱-۵
جداکننده ۱۹-۷	اتصال در - ۶۶-۵
گردشی ۱۸-۷	ارتفاع آزاد - ۶۶-۵
هدایت کننده ۱۹-۷	انشعاب های - ۶۶-۵
چ	با مقطع دایره ای ۶۲-۵
چراغ راهنمایی ۷-۲	با مقطع مستطیلی ۶۲-۵
ح	پله در - ۲۲-۶
حاشیه راه ۲-۲	دوطرفه ۶۲-۵
حالت خاص خاکبرداری ۱۰-۶	سرعت طرح در - ۶۶-۵
حجم	شیب عرضی - ۶۶-۵
ترافیک روزانه ۶-۲	طاقی شکل ۶۲-۵
متوسط ترافیک روزانه ۶-۲	گنجایش - ۶۷-۵
	مسیر در پلان - ۶۷-۵
	مسیر در حوالی ورودی ۶۷-۵

حریم	ترافیک ساعتی ۶-۲
آزادراه ۱۶-۶	حجم ترافیک ساعت اوج ۶-۲
درجه دو ۱۶-۶	سی امین ساعت اوج سال ۶-۲
درجه یک ۱۶-۶	ترافیک طرح ۶-۲
راه ۱۶-۶، ۳۴-۴، ۳۱-۵	سیلاب ۷-۹
	حداقل
	ارتفاع آزاد تونل ۶۶-۵
خ	اندازه های طرح گردش به راست ۳۵-۷
خاک مسلح ۶۰-۵	شعاع پیچ ۲۵-۵
خاکبرداری ۳۷-۵	شعاع بریلندی پیچ در تونل ۲۲-۶
خط	شعاع گردش در تقاطع ها ۱-۴
اصلی تونل ۵-۶۲، ۵-۶۳	شیب عرضی راه ۱-۹
افزایش سرعت ۲-۳	طول بریدگی میانه ۴۱-۱
تغییر سرعت ۲-۳	طول خم ۳-۵
خروجی دسترسی ها ۲۹-۴	طول منحنی کلتو توپید ۲۸-۵
عبور ۲-۲، ۵-۳۹	فاصله دید توقف ۷-۵، ۱-۵، ۲-۱
عبور کمکی ۲-۲	عقب نشینی برای استفاده از قوس مرکب در تقاطع ها ۳۴-۷
عبور کمکی افزایش و کاهش سرعت هدف ۴۲-۷	مطلق طول ۲۷-۵
عبور کمکی تغییر سرعت در تقاطع ها ۱۶-۷	مطلوب طول ۲۷-۵
عبور کمکی در تبادل ها ۴۲-۸	حداکثر
عبور میانه ۲-۲	بریلندی ۱۳-۵
کاهش سرعت ۲-۲	شیب طولی راه اصلی ۳۲-۵
کمکی برای راه دو خطه ۳۹-۵	شیب طولی رابطه ها ۳۲-۵
کمکی سربالایی ۳۹-۵	شیب طولی در انواع راه های اصلی ۳۲-۵
مخصوص گردش ۲-۲	ضریب اصطکاک جانبی ۲۵-۵
خط کشی ۷-۲	حرکت
خم ها	سرعت - ۷-۲
خم های گنبدی ۳۷-۵، ۲-۵	مدت - ۷-۲
خم های کاسه ای ۳۷-۵، ۲-۵	حفاظت حریم ۳۰-۴
خودرو طرح ۱-۴	

ر	مسیر گردش سواری ۳-۴
رابط ۵-۲	مسیر گردش اتوبوس ۴-۴
انتهای - ۸-۴	تریلی بزرگ ۵-۴
بدنه - ۸-۴	کامیون بایدک ۶-۴
جهتی ۵-۲	
حداکثر شیب طولی - ۳۲-۵	د
حلقوی ۵-۲	دبی سیلاب طرح ۹-۹
نیمه جهتی ۵-۲	دبی اوج رواناب سطحی ۱۰-۹
راه	درجه بندی راه ۲-۳
آزاد - ۲-۳	درصد
اصلی ۱-۳، ۱-۳	اتومبیل سواری ۲۳-۴
اصلی درجه دو ۲-۲، ۲-۳	بریلندی پیچ ۱۹-۵
اصلی درجه یک ۲-۲، ۲-۳	تاخیر ۲۲-۴
بامانع ۲-۳	تقریبی ترافیک عبوری ۱۶-۴
بستر روستا سازی ۲-۲	خودروهای سنگین و کندرو ۱۳-۵
تأسیسات جانبی ۳۶-۴	کل وسایل نقلیه سنگین در سریالایی ۲۳-۴
تپه ماهوری ۲-۳	دسترسی
جانبی ۱۷-۶، ۲۹-۴	خروجی ۲۹-۴
جداشده ۱-۲	کنترل ۱-۴
چندخطه ۳-۲	کنترل ۲۹-۴
حاشیه - ۲-۲	دیوار حایل ۵۸-۵، ۳۷-۴
حریم - ۱۶-۶	با پشت بند ۵۹-۵
راه های محلی ۱-۳	طردای ۵۸-۵
روستایی ۳-۳	طردای پاشنه دار ۵۶-۵
زهکشی - ۳۸-۴	صندوقه ای ۵۹-۵
ساخت مرحله ای - ۳۳-۴	وزنی ۵۸-۵
سبزینه - ۲-۲	دهانه رابط ۸-۴
شانه - ۲-۲	دید
عوارضی ۱-۲	مثلث - ۳-۲

سه راهی با جزیره وسط و خط سبقت ۵-۷	عرضی سطح راه در تونل ۵-۶۵
	عرضی سواره‌رو ۴-۶
	عرضی سواره‌رو و شانه ۶-۲۱
ش	شیراوه ۴-۳۲
شاخه	شیروانی ۶-۱۰
	پلکانی کردن ۶-۱۱
	شیب ۶-۱۱
	شیب طولی و عرضی پله‌های شیروانی ۶-۱۱
ارتباطی ۲-۵	
تبادل یا تقاطع ۲-۵، ۷-۱	
شانه ۲-۲	
شانه تونل ۵-۶۳	
شانه راه ۶-۵	
جدول ۶-۷	
رویه‌سازی ۶-۷	
شیب عرضی ۶-۷	
عرض ۶-۶	
شبکه راه‌ها ۴-۳۳	
شرایط ایدوآل ۴-۲۲، ۴-۲۴	
جوی ۴-۳۷	
جوی منطقه ۵-۱۳	
شعاع	
بیج ۵-۷، ۵-۱۳، ۵-۲۵، ۵-۲۸	
گردش ۴-۱	
محور راه دوخطه در پیچ ۶-۲۹	
شیب	
بریدگی میانه ۷-۴۲	
تدریجی ۵-۳۷	
راه ۵-۱	
طولی ۱-۲، ۴-۳۰، ۵-۳۱	
طولی راه ۳-۱	
عرضی ۱-۲	
عرضی پل ۵-۵۳	
ض	
ضرب	
اصطکاک جانبی لاستیک چرخ با سطح جاده ۵-۱۳	
اصطکاک جانبی مجاز ۵-۱۳	
اصطکاک در امتداد حرکت ۵-۱	
تعدیل ۴-۲۱	
تعدیل آبادانی‌های اطراف راه ۴-۲۱	
تعدیل برای توزیع ترافیک در دو جهت ۴-۲۶	
تعدیل عرض خط ۴-۱۳	
توزیع جهتی ۲-۶	
دسترسی به راه ۴-۲۲	
رواناب ۹-۳	
ضوابط کلی امتداد افقی مسیر ۵-۲۹	
ضوابط مربوط به تخمین دبی نوج ۹-۶	
ط	
طبقه‌بندی راه ۳-۱	
طراحی	
رابط چندخطه ۸-۳۳	
رابط یک خطه ۸-۲۷	

کف راه ۲-۲	دید حرکت در تقاطع‌ها ۲۲-۷
کلترنس ۱-۲	دو خودرو ۶-۲
کلوتویید ۲۷-۵	مانع ۷-۵، ۱۳-۴
کنارگذر ۱-۲	فرازآب ۱۱-۹
کنترل	فرودگاه
ترافیک رابط ۷-۲	انواع ۵۰-۵
تقاطع بدون ۲۲-۷	فاصله ایمن راه ۵۰-۵
دسترسی ۱-۴	کشوری ۵۰-۵
نسبی دسترسی ۲۹-۴	نظامی ۵۰-۵
مسیر فرعی تقاطع ۲۲-۷	هلیکوپتر ۵۰-۵
کیفیت	فلسفه طراحی شبکه ۱-۳
تعیین ۲۲-۴	فنی
ترافیک راه‌ها ۸-۴	ابنیه - ۳-۲، ۷-۵، ۳۷-۵
ترافیک در قسمت ترافیک بهم‌یافته ۱۸-۴	
ترافیک در دهانه رابط‌ها ۱۷-۴	
	ق
	قرارگیری جدول ۵۰-۵
	قرضه و دپو ۳۸-۴
	قسمت ترافیک بهم‌یافته ۸-۴
	فوس
	اتصال تدریجی ۳۰-۵
	افتی (پیچ‌ها) ۲۵-۵، ۲-۱
	عمودی (خم‌ها) ۳۷-۵، ۲-۵، ۱-۴، ۲-۱
	ک
	کاسه‌ای (خم) ۲-۵
	کانال انتقال آب‌های سطحی ۱۳-۹
	کاهش
	عرض راه ۳۸-۵
	گنجایش ۳۱-۵
گ	
گردش با زاویه قائم ۳۲-۷	
گردش به چپ ۲۶-۷	
ضوابط حداقل طرح برای - ۴۰-۷	
ضوابط طرح بیش از حداقل برای ۴۰-۷	
گردش به راست ۲۷-۷	
گردراه ۵-۲	
گروه‌بندی	
تونل‌ها ۶۱-۵	
سرعت طرح ۷-۴	
گنبدی (خم) ۲-۵	
گنجایش ۸-۴، ۱-۴	
بدنه راه ۱۵-۴	

محیطی	تقریبی بدنه رابط ۱۶-۴
عوامل ۷-۴	رابط ۱۵-۴
مدت حرکت ۷-۲	راه اصلی چندخطه ۲۰-۴
عدول از معیارها ۲-۱، ۱-۱	راه اصلی دوخطه ۲۲-۴
مرحله بندی اجرای کار ۲۳-۴	راه در دهانه رابط ۱۵-۴
سنجش کیفیت ترافیک ۲۲-۴، ۲۰-۴، ۱۱-۴	قسمت های اصلی آزادراهها ۱۱-۴
مسیر	قسمت ترافیک بهم یافته ۱۸-۴
با ترافیک بهم یافته ۴۶-۸	نسبت گنجایش ۱۸-۴
بارفت و برگشت دور از هم ۱۵-۶	
در پلان تونل ۶۶-۵	
ضوابط کلی امتداد افقی ۲۹-۵	
موانع پرواز ۵۰-۵	
مطالعه - ۳۸-۴، ۳۴-۴، ۳۳-۴	
مشخص ساختن فاصله دید ۱۱-۵	
مشخص کردن انتهای تقرب جزیره ۳۸-۷	
مشخصات	
جزیره ترافیکی ۳۵-۷	
خودرو طرح پیشنهادی ۲-۴	
مطالعات هیدرولوژی و تعیین دبی سیلاب ۴-۹	
مطالعه مسیر ۳۸-۴، ۳۴-۴، ۳۳-۴	
مطلق	
گنجایش ۸-۴	
معادل اتومبیل سواری ۲۳-۴	
معادله پیوستگی ۱۵-۹	
معادله مانینگ ۱۵-۹	
معیارهای	
اجباری ۲-۱	
انتخاب شیب ۳۱-۵	
توصیه شده ۲-۱	
	ل
	لبه سواره رو ۵۶-۵، ۵۵-۵
	لجکی ۳-۲
	با قوس معکوس متقارن ۴۸-۷
	با قوس معکوس نامتقارن ۴۸-۷
	به صورت خط مستقیم ۴۷-۷
	نیمه مستقیم ۴۸-۷
	م
	مبانی طراحی ۱-۱
	متوسط سرعت حرکت ۲۰-۴
	مثلث دید ۳-۲
	مثلث فاصله دید در تقاطع ۲۱-۱
	محاسبه گنجایش ۲۲-۴
	جاده های دوخطه - شیب مشخص ۲۳-۴
	راه های دوخطه ۲۲-۴
	قطعه ای از راه دوخطه ۲۲-۴
	محل ورودی رابطها ۳۹-۵
	محوطه ایمن ۳-۲
	محیط زیست ۳۷-۴، ۱-۱

عبور دوچرخه ۵-۵۴	سرعت طرح ۴-۷
نسبت	سنجش کیفیت ترافیک ۴-۱۱
تعداد اتوبوس‌ها به کل ترافیک ۴-۲۳	مقاطع عرضی ۲-۲
تعداد کامیون‌ها به تریلی‌ها به کل ترافیک ۴-۲۳	کنترل‌کننده ۱-۲
کامیون در کل وسایل نقلیه سنگین ۴-۲۳	کلی نیمرخ ضونی مسیر ۵-۳۷
گنجایش طراحی ۴-۱۸	مکان‌های قرضه و دپو ۴-۳۸
نسبت حجم ترافیک به گنجایش ۴-۲۴، ۴-۲۷	طراحی تبادل‌ها ۱-۲۵
نشریه	طراحی جریان‌بندی ترافیک ۷-۲۰
آشتو متریک ۱-۱	طراحی فرودگاه ۵-۵۰
سازمان برنامه و بودجه ۱-۱	مقادیر
شماره ۸۵ ۱-۱	ضریب اصطکک جانبی مجاز ۵-۱۳
شماره ۸۷ ۱-۱	حداکثر بریلندی ۵-۱۳
شماره ۸۸ ۱-۱	مقاطع عرضی ۲-۲
طرح هندسی راه‌های ایالت کالیفرنیا ۱-۱	مقدار بارش نزولات جوی ۶-۱۶
نقاط برخورد در تقاطع‌ها ۷-۱۶	ممنوعیت گردش ۱-۱۹
نقش ابنیه فنی در شیب ۵-۳۷	منحنی سهمی ۵-۲۵
نگهداری	منظرآرایی ۱-۱، ۴-۳۶، ۵-۳۶، ۶-۱۱
هزینه - ۱-۱	میانه ۶-۱۲
نهر جانبی ۶-۷	عرض ۶-۱۲
نیمرخ طولی تونل ۵-۶۱	شیب عرضی - ۶-۱۳
نیمرخ عرضی ۶-۱	جدول و جان‌پناه - ۶-۱۳
راه در محل ابنیه فنی ۶-۱۷	های روبه‌دار ۶-۱۵
راه در محل پل روگذر ۶-۱۷	
راه در محل پل زیرگذر ۶-۱۷	
راه در محل تونل ۶-۲۱	
نیرو	ن نحوه هدایت ترافیک گردش به چپ ۷-۴۳
گریز از مرکز ۵-۱۳	نرده ۴-۳۲
نیروی زلزله ۵-۵۹	در پل ۵-۵۵
	در جان‌پناه ۵-۵۵
	عابر پیاده ۵-۵۴، ۵-۵۷

و

واگرایی ۶-۲

ورودی

دسترس‌ها ۴-۲۹

تأسیسات ۴-۳۶

وسایل کنترل ترافیک ۶-۲

وضعیت

ایده‌آل ۴-۱۱

لاستیک چرخ‌های خودرو ۵-۱۳

ه

هزینه ۱-۱-۵-۵۰

هم‌امنگی ۱-۱-۵-۳۰

همگرایی ۶-۲

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی

فهرست نشریات
منتشر شده ۲ سال اخیر
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

