جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آئین‌نامه راه‌های ایران (آرا)

آئین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون‌شهری

ضابطه شماره ۱-۸۰۰

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Nezamfanni.ir

۱۴۰۰
omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه های اجرایی،مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۴۰۰/۱۸۶۰۳۱
	تاریخ :	۱۴۰۰/۰۴/۲۳

موضوع: آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون شهری

براساس ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست جلد اول «**آیین‌نامه راه‌های ایران** - ضابطه شماره ۸۰۰»، با عنوان «**آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون شهری**» با شماره ضابطه ۱-۸۰۰، از نوع **گروه اول** ابلاغ می‌شود.

از تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ برای همه قراردادهایی که از محل وجوه عمومی و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی منعقد می‌شوند، در چارچوب دستورالعمل کاربرد تعیین شده، اجرای مفاد این ضابطه الزامی است.

برای قراردادهایی که بعد از تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ منعقد می‌شوند، فصل‌های یک تا شش ضابطه شماره ۴۱۵، موضوع بخشنامه شماره ۱۰۰/۶۵۴۶۶ مورخ ۱۳۹۱/۰۸/۱۰ فاقد اعتبار است.

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

omoorpiman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email: nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های توسعه‌ای کشور به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا، عمرمفید و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. نظام فنی و اجرایی کشور، به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری از طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

در اجرای ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه و آیین‌نامه اجرایی آن با موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، سازمان برنامه و بودجه کشور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای اجرایی مورد نیاز طرح‌های توسعه‌ای کشور می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌ها، طی سال‌های اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی و توان فنی دستگاه‌های اجرایی ذیربط و تشکل‌های خصوصی استفاده شود.

آیین‌نامه راه‌های ایران (آرا) به منظور تکمیل و یکپارچه سازی ضوابط فنی حوزه راه، مشتمل بر تدوین و بازنگری تمام ضوابط مورد نیاز مطالعات توجیهی، تهیه طرح، احداث، بهره‌برداری و نگهداری و بهسازی، با همکاری جامعه فنی و مهندسی کشور در دست تهیه بوده و به مرور نهایی و ابلاغ می‌شود.

مجموعه حاضر جلد اول از «آیین‌نامه راه‌های ایران» با عنوان «آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون‌شهری» و شماره ضابطه ۱-۸۰۰ است که در دو بخش «مقررات طرح هندسی راه‌های برون‌شهری» و «ضوابط و معیارهای فنی طرح هندسی راه‌های برون‌شهری» تدوین شده‌است.

با وجود تلاش، دقت و وقت فراوانی که برای تهیه این آیین‌نامه صرف شده است، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام نیست. بنابراین در راستای تکمیل و پربار شدن این آیین‌نامه، از کاربران محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان ارسال کنند. پیشنهادهای دریافت شده بررسی و در صورت نیاز، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق نشانی Nezamfanni.ir برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهد شد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات، دارای تاریخ جدید و معتبر خواهد بود.

بدین وسیله از تمام اساتید، کارشناسان و دست‌اندرکاران تهیه این آیین‌نامه به خصوص جامعه مهندسان مشاور ایران، شرکت مهندسین مشاور کاوش راه (مشاور) و شرکت مهندسین مشاور راه‌یاب ملل (مدیریت طرح) تقدیر و تشکر بعمل می‌آید.

حمیدرضا عدل
معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی
تابستان ۱۴۰۰

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل «آیین‌نامه راه‌های ایران (آرا) - طراحی هندسی راه‌های برون شهری»

[ضابطه شماره ۱-۸۰۰]

مدیر طرح : مهندسین مشاور راه‌یاب ملل

برهان رستمی	مهندس عمران
ربابه قدیری	مهندس عمران
مظفر بیگلر	مهندس عمران
سمیه ستاری	کارشناس ارشد عمران- راه و ترابری
عدنان رستمی	کارشناس ارشد عمران - GIS

مشاور پروژه: مهندسین مشاور کاوش راه

کریم جولایی ویجویه	کارشناس ارشد عمران- سازه
علی عبدی کردانی	دکترای عمران- راه و ترابری
مهدی محمودی	کارشناس ارشد عمران- زلزله

اعضای گروه هدایت و راهبری:

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور
طاهر فتح‌اللهی مرنی	رئیس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور
فاطمه بابالو	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور
برهان رستمی	رئیس هیئت مدیره مهندسین مشاور راه‌یاب ملل
محمدرضا برزگر بفرویی	کارشناس خبره راه و ترابری
اسماعیل علی‌خانی	کارشناس خبره راه و ترابری
امین‌میرزا بروجردیان	رئیس مرکز تحقیقات مهندسی راه و ترابری و عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
سروش ستارپور	کارشناس امور راه و ترابری و مدیریت عمران شهری و روستایی سازمان برنامه و بودجه کشور
سهیل آل رسول	نائب رئیس جامعه مهندسان مشاور ایران
یداله محرفی زاده	دبیر شورای فنی شرکت مادرتخصصی ساخت و توسعه زیربناهای حمل‌ونقل کشور

با همکاری:

جامعه مهندسان مشاور ایران

دانشگاه تربیت مدرس

شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل و نقل

سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

امور راه و ترابری و مدیریت امور شهری و روستایی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

کارشناسان حقیقی در حوزه راه و ترابری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

دستورالعمل کاربرد

به منظور تکمیل و یکپارچه سازی ضوابط فنی حوزه راه (مطالعات توجیهی، تهیه طرح، احداث، بهره‌برداری و نگهداری و بهسازی) تدوین آیین‌نامه راه‌های ایران (آرا) با همکاری جامعه فنی و مهندسی کشور در دست تهیه بوده و به مرور نهایی و ابلاغ می‌شود. آیین نامه، در دو بخش «مقررات» و «ضوابط و معیارهای فنی» تدوین می‌شود.

مفاد مندرج در بخش مقررات، متناسب با شرایط کشور و به منظور همسان‌سازی کلیت طرح‌ها و تسریع و تسهیل در امور و جلوگیری از تغییرات تدریجی طرح در طول اجرای آن، تدوین شده است و عدول از آن نیز مجاز نیست.

مشاور، مقررات را با طرح مورد نظر تطبیق داده و به کارفرما ارائه می‌کند. کارفرما هرگونه نظر مدیریتی دارد را می‌تواند در چارچوب مقررات این بخش اعمال و نظر مصوب خود را برای ادامه مطالعات و طراحی، اجرا و بهره‌برداری طرح به مشاور ارائه کند.

بر اساس مصوبه کارفرما و مقررات اعمال شده در طرح مورد نظر، تشخیص استفاده و کاربرد ضوابط و معیارهای فنی در طرح، کاملا بر عهده مشاور بوده و کارفرما حق دخل و تصرف در نظرات مشاور را ندارد و پیشنهادهای کارشناسی مشاور در این بخش، مصوب تلقی می‌شود.

تبصره ۱) چنانچه مشاور طرح در چارچوب ضوابط و معیارهای فنی مندرج در آیین‌نامه، طرحی را ارائه دهد که از نظر اقتصادی با منظور داشتن تمام هزینه‌ها (ساخت، بهره برداری و نگهداری) به صرفه و دارای ایمنی و کیفیت و دوام لازم باشد، طرح تهیه شده ملاک اقدام بوده و عدول از ضوابط و معیارهای فنی، با استدلال و مسئولیت مشاور مجاز خواهد بود. با این وجود، تحت هیچ شرایطی عدول از مقررات مجاز نخواهد بود.

تبصره ۲) مشاور طرح می‌تواند در چهارچوب ضوابط و معیارهای فنی طرح هندسی راه‌های برون شهری، پیشنهاد اصلاحی خود را برای تغییر میانه تیپ ارائه شده در مقررات، جهت تصویب به کارفرما ارائه دهد.

تبصره ۳) سایر «مقررات» و «ضوابط و معیارهای فنی» آیین‌نامه راه‌های ایران که در آینده ابلاغ می‌شوند (هیدرولوژی، خاکبرداری و ترانشه و غیره) مباحث مکمل این نشریه می‌باشند و رعایت آنها الزامی است.

تبصره ۴) ارتفاع خط پروژه غالب مسیر، حداکثر باید به میزان مجموع ضخامت لایه‌های بستر روسازی راه (سابگرید) و روسازی، از زمین طبیعی بالاتر باشد و زهکشی به صورت غیر متمرکز انجام شود؛ با این وجود با ارائه مطالعات توجیهی فنی، مالی و زیست‌محیطی و مسئولیت مشاور طرح و تصویب کارفرما، با لحاظ شرایط خاص از قبیل هیدرولوژی، زمین‌شناسی، تبادل‌ها، پل‌ها، تونل‌ها، دره‌ها، این ارتفاع قابل افزایش خواهد بود.

سازمان برنامه و بودجه کشور، تنها مرجع رسیدگی به نظرات و پیشنهادهای اصلاحی برای آیین‌نامه و به ویژه بخش مقررات آن می‌باشد.

در این راستا آیین‌نامه حاضر در دو بخش به شرح زیر تهیه شده است:

ـ بخش اول: مقررات طرح هندسی راه‌های برون شهری

ـ بخش دوم: ضوابط و معیارهای فنی طرح هندسی راه‌های برون شهری

چنانچه میان مفاد آیین‌نامه حاضر با دیگر ضوابط ابلاغی این سازمان مغایرتی وجود داشته باشد، مفاد این ضابطه ملاک عمل بوده و باید رعایت شود.

از تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ برای همه قراردادهایی که از محل وجوه عمومی و یا به صورت مشارکت عمومی و خصوصی منعقد می‌شوند، در چارچوب این دستورالعمل کاربرد، اجرای مفاد این ضابطه الزامی است. بدیهی است، از تاریخ ابلاغ تا ۱۴۰۰/۱۰/۰۱، اجرای این ضابطه برای همه کارها مجاز می‌باشد.

برای قراردادهایی که بعد از تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ منعقد می‌شوند، فصل‌های یک تا شش ضابطه شماره ۴۱۵، موضوع بخشنامه شماره ۱۰۰/۶۵۴۶۶ مورخ ۱۳۹۱/۰۸/۱۰ فاقد اعتبار است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آئین‌نامه راه‌های ایران (آرا)

آئین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون‌شهری

بخش اول:

مقررات طرح هندسی راه‌های برون‌شهری

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Nezamfanni.ir

۱۴۰۰

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

معیارهای فنی طرح هندسی راه‌ها: براساس طبقه‌بندی عملکردی راه‌ها، مشخصات فنی هندسی جهت طرح راه‌ها به شرح زیر ارائه شده است:

جدول ۱-۱- معیارهای طرح هندسی آزادراه‌ها

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی	سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	حداکثر شیب طولی (درصد)	سطح سرویس طرح برای سال ۲۰ام	شیب عرضی سواره رو (درصد)		حداکثر بربلندی (درصد)		ارتفاع آزاد (متر)	حریم (متر)	حداقل طول قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر)	حداکثر تغییرات سرعت طرح بین قطعات (کیلومتر بر ساعت)	حداقل فاصله بین دسترسی ها (متر)
				شرایط عادی	بارندگی شدید	غیر یخبندان	یخبندان و برف					تبادل با تبادل
۵-۰	۱۴۰-۹۰	۳	B	۱/۵ تا ۲	۱/۵تا ۲/۵	۶ تا ۱۰	۶ و ۸ *	۵/۲	۱۲۰	۲۰	۱۰	۳۰۰۰
۳۳-۵	۱۳۰-۹۰	۴	B									
۷۰-۳۳	۱۲۰-۸۰	۵	C									
۱۱۰-۷۰	۱۰۰-۸۰	۶	C									
۱۱۰≤	۹۰-۸۰	۶	C									

جدول ۱-۲- مشخصات نیم‌رخ عرضی آزادراه‌های با دو کف راه (با یک میانه) و با سه کف راه (با دو میانه)

نوع آزادراه	حجم ساعت طرح جهتی وسایل نقلیه سنگین	اجزا مقطع عرضی (متر)										جمع عرض کف راه (بدون احتساب عرض حفاظ) (متر)	اضافه عرض بعد از شانه رویه دار		تیپ
		شانه راست رویه‌دار	سواره رو	شانه چپ رویه‌دار**	میانه بدون احتساب شانه چپ	فقط در سه کف راه				شانه چپ رویه‌دار**	سواره رو	شانه راست رویه‌دار		با حفاظ صلب	بدون حفاظ	
						شانه راست/چپ رویه‌دار	سواره رو	شانه راست/چپ رویه دار	میانه بدون شانه چپ							
۴ خطه	۲۵۰>	۳/۰۰	۷/۲۰	۱/۲۰	۰/۷	–	–	–	–	۱/۲۰	۷/۲۰	۳/۰۰	۲۲/۸۰	تغییرشکل اسمی	۰/۷۰ (نوار نگهدارنده خاکی)	F۱
	۲۵۰≤	۳/۶۰	۷/۲۰	۱/۸۰	۰/۷	–	–	–	–	۱/۸۰	۷/۲۰	۳/۶۰	۲۵/۲۰			F۲
۶ خطه **	۲۵۰>	۳/۰۰	۱۰/۸۰	۳/۰۰	۰/۷	–	–	–	–	۳/۰۰	۱۰/۸۰	۳/۰۰	۳۳/۶۰			F۳
	۲۵۰≤	۳/۶۰	۱۰/۸۰	۳/۶۰	۰/۷	–	–	–	–	۳/۶۰	۱۰/۸۰	۳/۶۰	۳۶/۰۰			F۴
حالت خاص: آزادراه با سه کف راه (جریان برگشت‌پذیر)	۲۵۰>	۳/۰۰	۷/۲۰	۱/۲۰	۰/۷	۳/۰۰	۷/۲۰	۳/۰۰	۰/۷	۱/۲۰	۷/۲۰	۳/۰۰	۳۶/۰۰			F۵
	۲۵۰≤	۳/۶۰	۷/۲۰	۱/۸۰	۰/۷	۳/۰۰	۷/۲۰	۳/۰۰	۰/۷	۱/۸۰	۷/۲۰	۳/۶۰	۳۸/۴۰			F۶

*: در صورت تراکم ترافیک: ۶ درصد

**: در آزادراه ۸ خطه مقادیر عرض هر خط عبوری و شانه عیناً مشابه آزادراه ۶ خطه است. در آزادراههای ۶ و ۸ خطه، شانه‌های چپ رویه‌دار با خط کشی لرزاننده و نوع رویه متفاوت باید به گونه‌ای انتخاب گردد که راننده را از حرکت در شانه چپ رویه‌دار باز دارد. ضخامت و نوع رویه شانه چپ بهتر است متفاوت با سواره‌رو و نفوذناپذیر باشد.

تذکر: در آزادراهها، جانمائی راه جانبی پیش بینی شود و در آزادراههای بیش از ۸ خط از ۴ کف راه استفاده شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۱-۳- معیارهای طرح هندسی راه‌های شریانی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (درصد)	سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	حداکثر شیب طولی (درصد)	سطح سرویس طرح برای سال ۲۰ ام	شیب عرضی سواره رو (درصد)	حداکثر بربلندی (درصد)		ناحیه انتقال سرعت در ورودی شهرکهای برون‌شهری	ارتفاع آزاد (متر)	حریم (متر)	حداقل طول قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر)	حداکثر تغییرات سرعت طرح بین قطعات مجاور (کیلومتر بر ساعت)	حداقل فاصله بین دسترسی ها (متر)								
					غیر یخبندان	یخبندان و برف						راه شریانی درجه ۱			راه شریانی درجه ۲ چند خطه			راه شریانی درجه ۲ دو خطه		
												تبادل با تبادل	تقاطع با تقاطع و تبادل	تقاطع با دوربرگردان	تقاطع با تقاطع و تبادل	تقاطع با دوربرگردان و دسترسی	دسترسی اختصاصی با دور برگردان و دسترسی اختصاصی	تقاطع با دسترسی	تقاطع با تقاطع و تبادل	دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی
۵-۰	۱۲۰-۱۰۱	۳	B	۱/۵ تا ۲	۱۲	۸	دارد	۵/۲	۴۵	۱۵	۱۵	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰
	۱۰۰-۸۰	۴																		
۳۳-۵	۱۰۰	۴	B																	
	۹۹-۸۰	۵																		
۷۰-۳۳	۸۰-۷۰	۶	C																	
۱۱۰-۷۰	۸۰-۷۰	۶	C																	
۱۱۰≤	۸۰-۷۰	۷	C																	

جدول ۱-۴-مشخصات نیم‌رخ عرضی راه‌های شریانی چندخطه - حالت میانه باریک

نوع شریانی چندخطه		اجزا مقطع عرضی (متر)									جمع عرض کف راه (بدون احتساب عرض حفاظ) (متر)	اضافه عرض بعد از شانه خاکی برای حفاظ جانبی	تیپ
		شانه راست خاکی قابل استفاده	شانه راست رویه‌دار	سواره‌رو	شانه چپ رویه‌دار	میانه بدون احتساب شانه چپ	شانه چپ رویه‌دار	سواره‌رو	شانه راست رویه‌دار	شانه راست خاکی قابل استفاده			
چند خطه جداشده	۴ خطه	۰/۷	۱/۸۰	۷/۲۰	۱/۲۰	۰/۷	۱/۲۰	۷/۲۰	۱/۸۰	۰/۷	۲۱/۸۰	عرض کاری	A۱
	۶ خطه	۰/۷	۱/۸۰	۱۰/۸۰	۱/۸۰*	۰/۷	۱/۸۰*	۱۰/۸۰	۱/۸۰	۰/۷	۳۰/۲۰		A۲

جدول ۱-۵- مشخصات نیم‌رخ عرضی راه‌های شریانی دوخطه

نوع شریانی دوخطه		مقطع عرضی (متر)					جمع عرض کف راه	اضافه عرض بعد از شانه خاکی برای حفاظ	تیپ
		شانه خاکی قابل استفاده	شانه رویه‌دار	سواره رو	شانه رویه‌دار	شانه خاکی قابل استفاده			
دوخطه	ADT سال طرح تا ۲۰۰۰	۰/۷۰	۱/۲۵	۷/۲۰	۱/۲۵	۰/۷۰	۱۱/۱۰	عرض کاری	A۳
	ADT سال طرح بیش از ۲۰۰۰	۰/۷۰	۱/۸۰	۷/۲۰	۱/۸۰	۰/۷۰	۱۲/۲۰		A۴

*: در صورت ایجاد محدودیت وسایل نقلیه سنگین از خط سوم شانه چپ ۱/۸ متر است. در غیر این صورت، مشابه آزادراههای ۶ خطه، شانه چپ با عرض کامل طرح می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۱-۶- معیارهای طرح هندسی راه‌های جمع‌کننده/ توزیع کننده

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (درصد)	سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت) براساس ADT سال طرح			حداکثر شیب طولی (درصد)	سطح سرویس طرح برای سال ۲۰ام	شیب عرضی سواره‌رو (درصد)		حداکثر بربلندی (درصد)		ناحیه انتقال سرعت در ورودی شهرکهای برون-شهری	ارتفاع آزاد (متر)	حریم (متر)	حداقل طول قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر)	حداکثر تغییرات سرعت طرح بین قطعات (کیلومتر بر ساعت)	حداقل فاصله بین دسترسی ها (متر)					
		کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ و بیشتر			رویه‌دار	بدون رویه	غیریخبندان	یخبندان و برف						جمع‌کننده/ توزیع کننده درجه ۱			جمع‌کننده/ توزیع کننده درجه ۲		
																تقاطع با تقاطع و تبادل	تقاطع با دسترسی	دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی	تقاطع با تقاطع و تبادل	تقاطع با دسترسی	دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی
۵-۰	۸۰-۷۱	۶۰	۷۰	۸۰	۶	C	۱/۵ تا ۲	۳ تا ۶	۱۲	۸	دارد	۵/۲	۳۵	۱۰	۱۰	۸۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۱۵۰
	۷۰-۶۰				۷																
۳۳-۵	۸۰-۷۱	۶۰	۶۰	۸۰	۷	C															
	۷۰-۶۰				۸																
۷۰-۳۳	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰	D															
۱۱۰-۷۰	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۱۰	D															
۱۱۰≤	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۱۱	D															

جدول ۱-۷- مشخصات نیم‌رخ عرضی راه‌های جمع‌کننده/ توزیع کننده

نوع جمع کننده	مقطع عرضی (متر)			جمع عرض کف راه (متر)	اضافه عرض بعد از شانه خاکی برای حفاظ	تیپ
	شانه	سواره رو	شانه			
ADT سال طرح کمتر از ۲۵۰	۰/۶۰	۵/۴۰	۰/۶۰	۶/۶۰	عرض کاری	C۱
ADT سال طرح بین ۲۵۰ تا ۴۰۰	۰/۶۰	۶/۰۰	۰/۶۰	۷/۲۰		C۲
ADT سال طرح بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۱/۵۰	۶/۶۰	۱/۵۰	۹/۶۰		C۳
ADT سال طرح بیش از ۲۰۰۰	۲/۴۰	۶/۶۰	۲/۴۰	۱۱/۴۰		C۴

omoorepeyman.ir

جدول ۱-۸-معیارهای طرح هندسی راه‌های محلی- روستائی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (درصد)	محدوده سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت) براساس ADT سال طرح					حداکثر شیب طولی(درصد)	سطح سرویس طرح برای سال طرح	شیب عرضی سواره رو (درصد)		حداکثر بربلندی (درصد)		ناحیه انتقال سرعت در ورودی شهرکهای برون‌شهری	ارتفاع آزاد (متر)	حریم (متر)	حداقل طول قطعات با سرعت ثابت (کیلومتر)	حداکثر تغییرات سرعت طرح بین قطعات (کیلومتر بر ساعت)	حداقل فاصله بین دسترسی ها (متر)		
		کمتر از ۵۰	۵۰ تا ۲۵۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ و بیشتر			رویه دار	بدون رویه	غیریخبندان	یخبندان و برف						نقاطع با نقاطع و تبادل	نقاطع با دسترسی	دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی
۵-۰	۶۰-۴۰	۳۰	۵۰	۶۰	۶۰	۶۰	۷	D	۱/۵ تا ۲	۲ تا ۶	۱۲	۸	دارد	۵/۲	۲۵	۱۰	۵	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰
	۳۹-۳۰						۸													
۳۳-۵	۶۰-۴۰	۳۰	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰	۱۰	D												
	۳۹-۳۰						۱۱													
۷۰-۳۳	۵۰-۴۱	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰	۱۴	D												
	۴۰-۳۰						۱۵													
۱۱۰-۷۰	۵۰-۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰	۱۵	D												
≤۱۱۰	۵۰-۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰	۱۶	D												

جدول ۱-۹- مشخصات نیم‌رخ عرضی راه‌های محلی- روستایی

نوع محلی- روستایی	مقطع عرضی (متر)			جمع عرض کف راه (متر)	ارتفاع آزاد (متر)	اضافه عرض بعد از شانه خاکی برای حفاظ	تیپ
	شانه	سواره رو	شانه				
ADT سال طرح کمتر از ۴۰۰	۰/۶۰	۵/۴۰	۰/۶۰	۶/۶۰	*۳/۰	عرض کاری	L۱
ADT سال طرح بین ۴۰۰ تا ۶۰۰	۱/۰۰	۵/۴۰	۱/۰۰	۷/۴۰	۵/۲		L۲
ADT سال طرح بین ۶۰۰ تا ۲۰۰۰	۱/۰۰	۶/۰۰	۱/۰۰	۸/۰۰			L۳
ADT سال طرح بیش از ۲۰۰۰	۱/۸۰	۶/۶۰	۱/۸۰	۱۰/۲۰			L۴

*: راه دسترسی مزارع و محلی (عدم عبور وسایل سنگین)

omoorepeyman.ir

- برای کلیه مقاطع عرضی ارائه شده، گردشدگی بر اساس شیب شیروانی پس از عرض شانه خاکی یا نوار نگهدارنده خاکی برای شانه رویه دار لحاظ می‌گردد.
- در سازه‌های راه اعم از آبرو، پل، تونل، گالری، و ...، پارامترهای هندسی (معیارهای طرح هندسی راه، مشخصات نیم‌رخ عرضی و مبانی و محدودیت های طرح هندسی) از راه منتهی به آن سازه تبعیت می‌کند.
- در تونلها الزامات تاسیسات ایمنی شرایط بهره برداری تهویه و روشنایی ملاک تعیین محدودیت پارامترهای هندسی (معیارهای طرح هندسی راه، مشخصات نیم‌رخ عرضی و مبانی و محدودیت های طرح هندسی) خواهد بود.

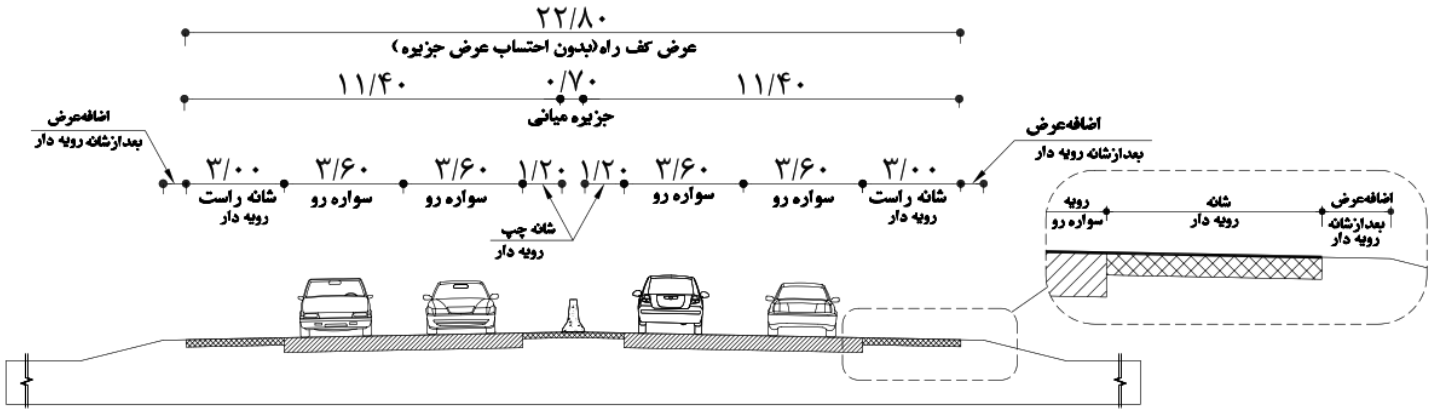
جدول ۱-۱۱- مبانی و محدودیت‌های طرح هندسی

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	R_{min} (متر)				حداکثر شعاع استفاده از حلزونی (متر)	حداقل طول مطلوب حلزونی (متر)	مسافت دید توقف طرح (متر)	نرخ انحنا قائم، K (متر بر درصد)		مسافت دید انتخاب (متر) برای مانور			مسافت دید سبقت طرح (متر)	نرخ انحنا قائم قوس گنبدی، K (متر بر درصد)
	e_{max}= ۶درصد	e_{max}= ۸درصد	e_{max}= ۱۰درصد	e_{max}= ۱۲درصد				گنبدی	کاسه‌ای	I	II	III		
۲۰	۸	۷	۷	۷	۲۴	۱۱	۲۰	۱	۳	–	–	–	–	–
۳۰	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۵۴	۱۷	۳۵	۲	۶	–	–	–	۱۲۰	۱۷
۴۰	۴۳	۴۱	۳۸	۳۶	۹۵	۲۲	۵۰	۴	۹	–	–	–	۱۴۰	۲۳
۵۰	۷۹	۷۳	۶۸	۶۴	۱۴۸	۲۸	۶۵	۷	۱۳	۷۰	۱۴۵	۱۹۵	۱۶۰	۳۰
۶۰	۱۲۳	۱۱۳	۱۰۵	۹۸	۲۱۳	۳۳	۸۵	۱۱	۱۸	۹۵	۱۷۰	۲۳۵	۱۸۰	۳۸
۷۰	۱۸۴	۱۶۸	۱۵۴	۱۴۳	۲۹۰	۳۹	۱۰۵	۱۷	۲۳	۱۱۵	۲۰۰	۲۷۵	۲۱۰	۵۱
۸۰	۲۵۲	۲۲۹	۲۱۰	۱۹۴	۳۷۹	۴۴	۱۳۰	۲۶	۳۰	۱۴۰	۲۳۰	۳۱۵	۲۴۵	۶۹
۹۰	۳۳۶	۳۰۴	۲۷۷	۲۵۵	۴۸۰	۵۰	۱۶۰	۳۹	۳۸	۱۷۰	۲۷۰	۳۶۰	۲۸۰	۹۱
۱۰۰	۴۳۷	۳۹۴	۳۵۸	۳۲۸	۵۹۲	۵۶	۱۸۵	۵۲	۴۵	۲۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۳۲۰	۱۱۹
۱۱۰	۵۶۰	۵۰۱	۴۵۴	۴۱۴	۷۱۶	۶۱	۲۲۰	۷۴	۵۵	۲۳۵	۳۳۰	۴۳۰	۳۵۵	۱۴۶
۱۲۰	۷۵۶	۶۶۷	۵۹۷	۵۴۰	۸۵۲	۶۷	۲۵۰	۹۵	۶۳	۲۶۵	۳۶۰	۴۷۰	۳۹۵	۱۸۱
۱۳۰	۹۵۱	۸۳۲	۷۳۹	۶۶۵	۱۰۰۰	۷۲	۲۸۵	۱۲۴	۷۳	۳۰۵	۳۹۰	۵۱۰	۴۴۰	۲۲۴

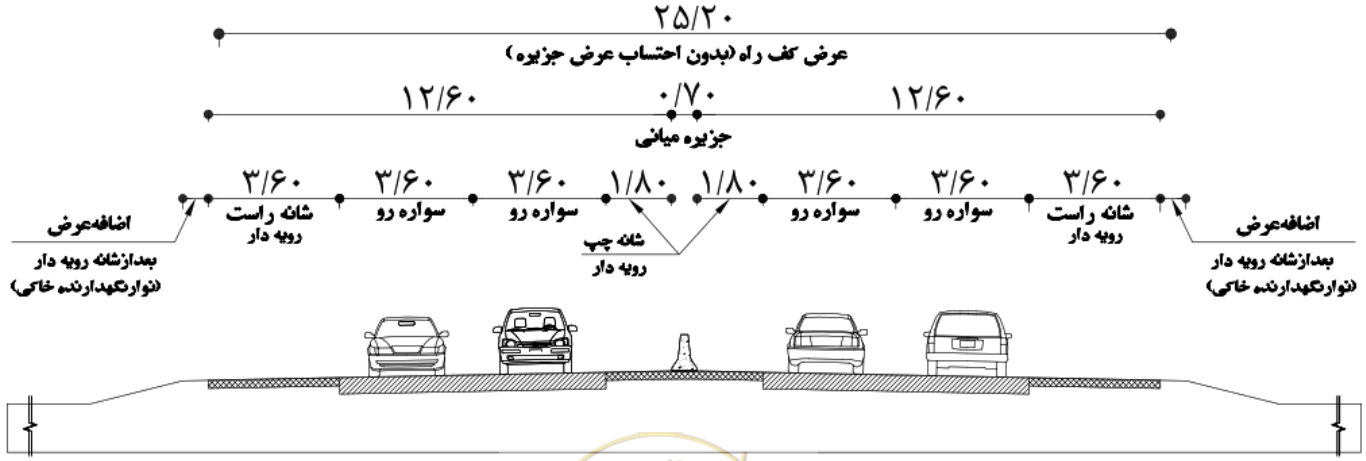
omoorepeyman.ir

مقاطع عرضی نمونه

مقاطع نمونه آزادراه

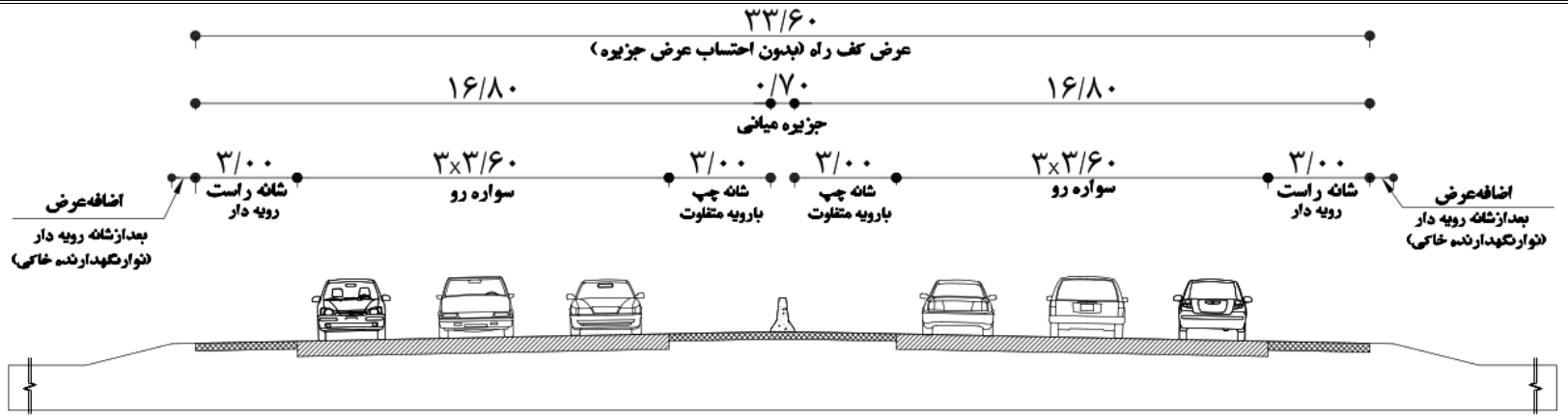


F۱- آزادراه چهار خطه با **DDHV** کمتر از ۲۵۰

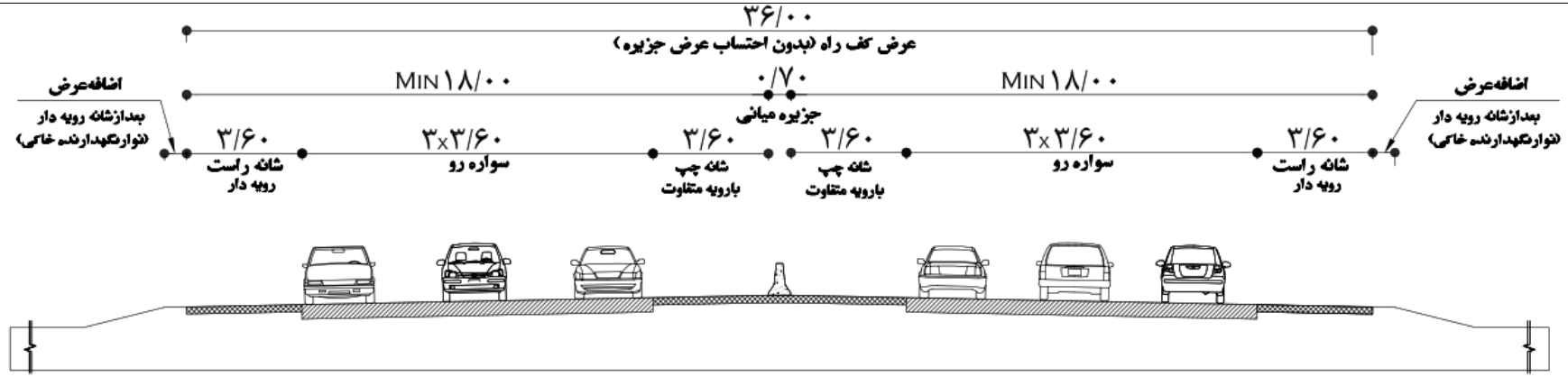


F۲- آزادراه چهار خطه با **DDHV** برابر و بیشتر از ۲۵۰

omoorepeyman.ir

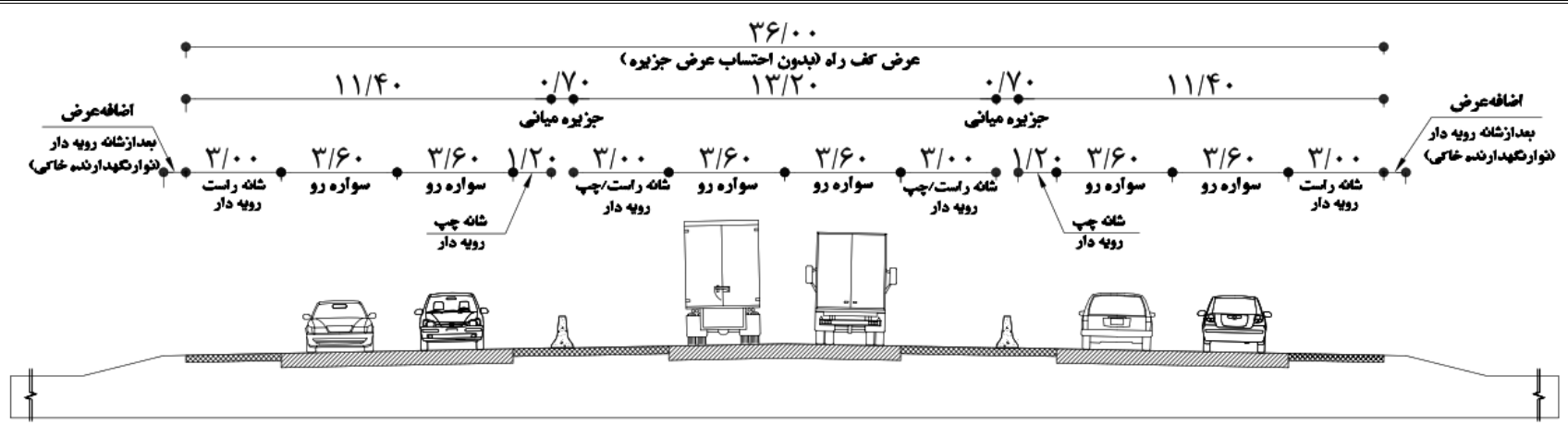


F۳- آزادراه شش خطه با **DDHV** کمتر از ۲۵۰

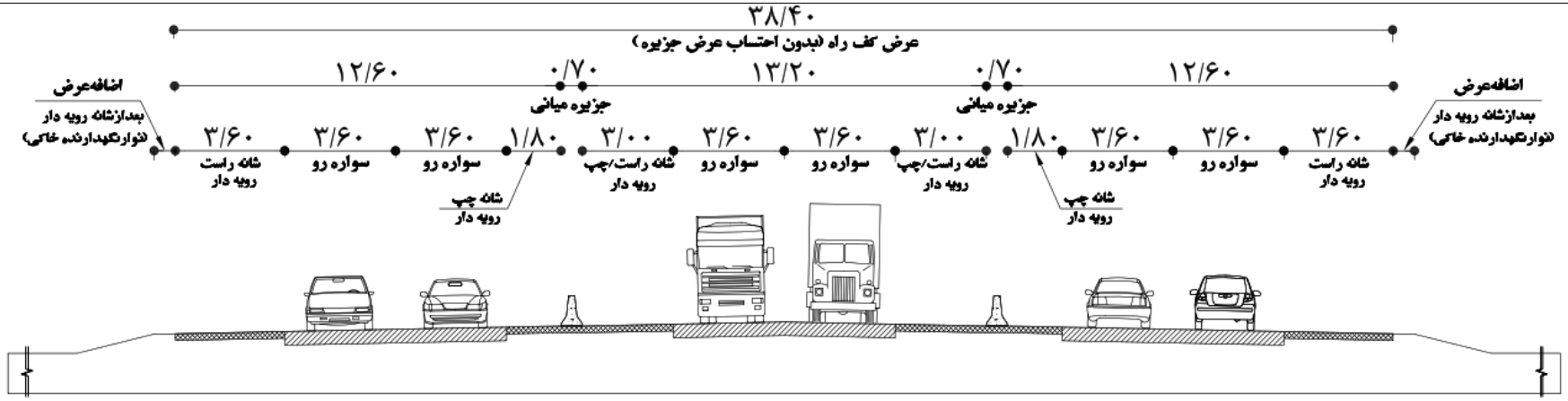


F۴- آزادراه شش خطه با **DDHV** برابر و بیشتر از ۲۵۰

omoorepeyman.ir



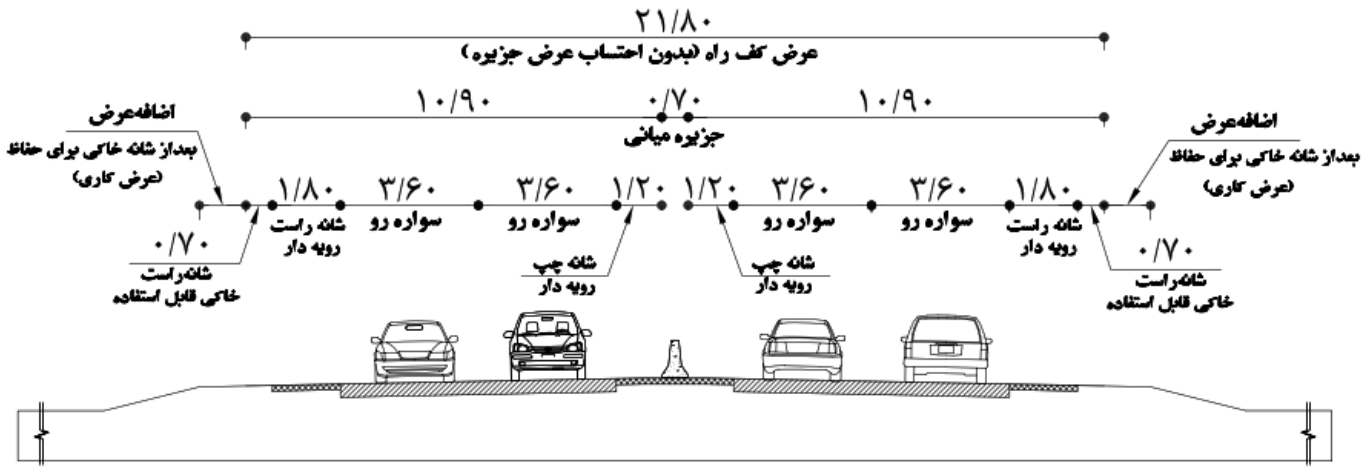
F۵- آزادراه با سه کف راه با DDHV کمتر از ۲۵۰



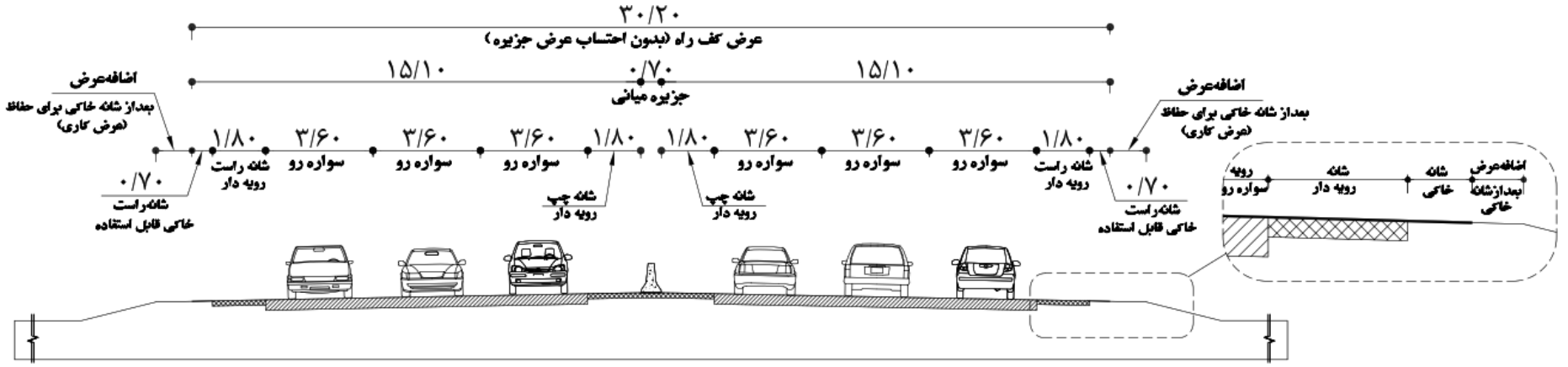
F۶- آزادراه با سه کف راه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰

omoorepeyman.ir

مقاطع نمونه راه شریانی

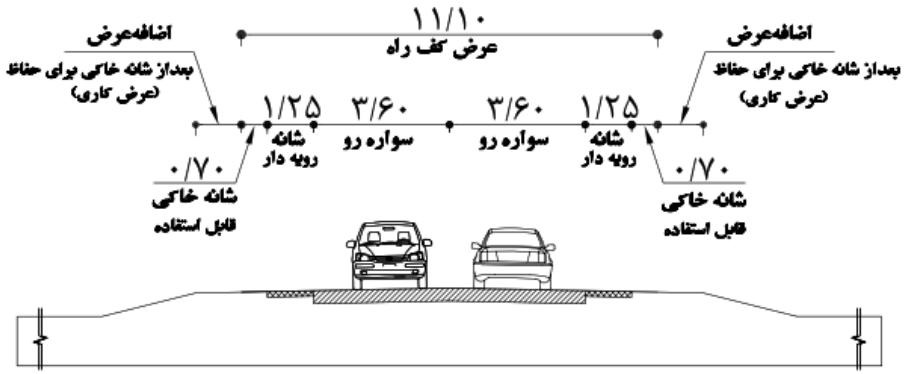


A۱- راه شریانی جداشده چهار خطه

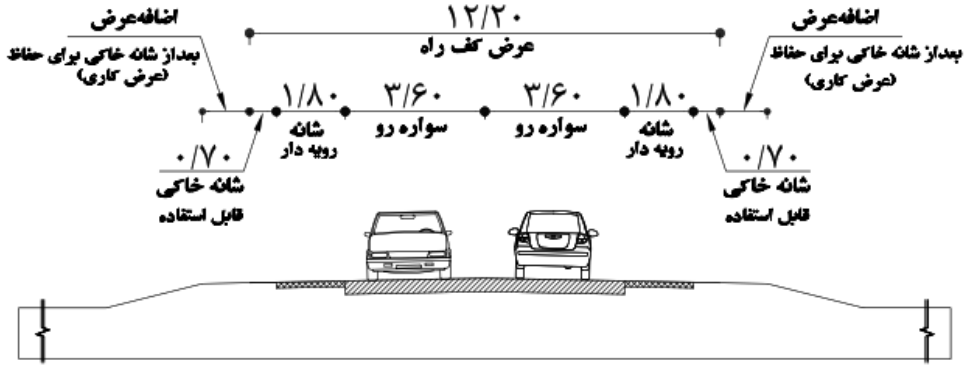


A۲- راه شریانی جداشده شش خطه

omoorepeyman.ir



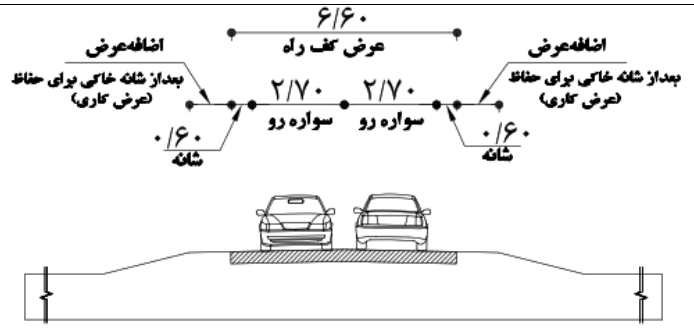
A۳- راه شریانی دو خطه با **ADT** کمتر و برابر ۲۵۰



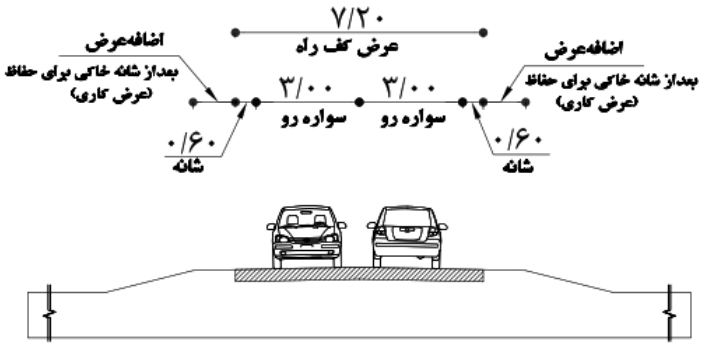
A۴- راه شریانی دو خطه با **ADT** بیشتر از ۲۵۰

omoorepeyman.ir

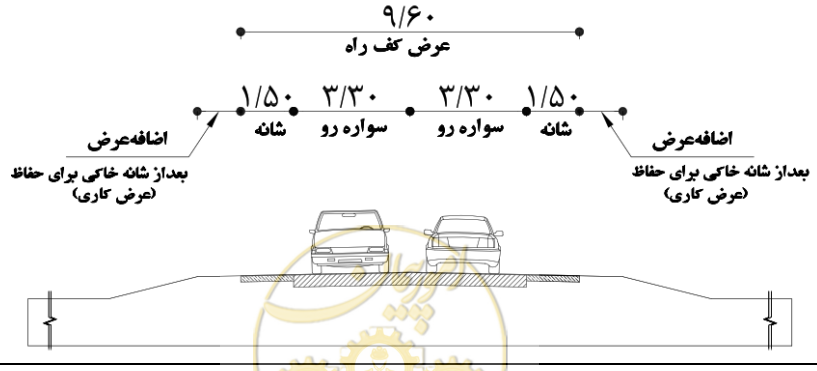
مقاطع نمونه راه جمع‌کننده



C۱- راه جمع‌کننده دو خطه با **ADT** کمتر از ۲۵۰

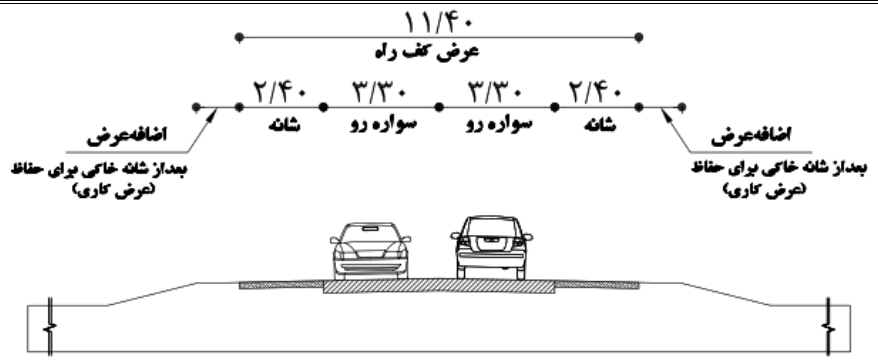


C۲- راه جمع‌کننده دو خطه با **ADT** بین ۲۵۰ تا ۴۰۰



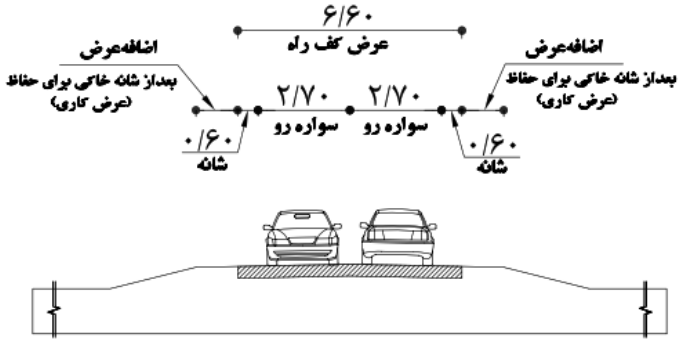
C۳- راه جمع‌کننده دو خطه با **ADT** بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰

omoorepeyman.ir



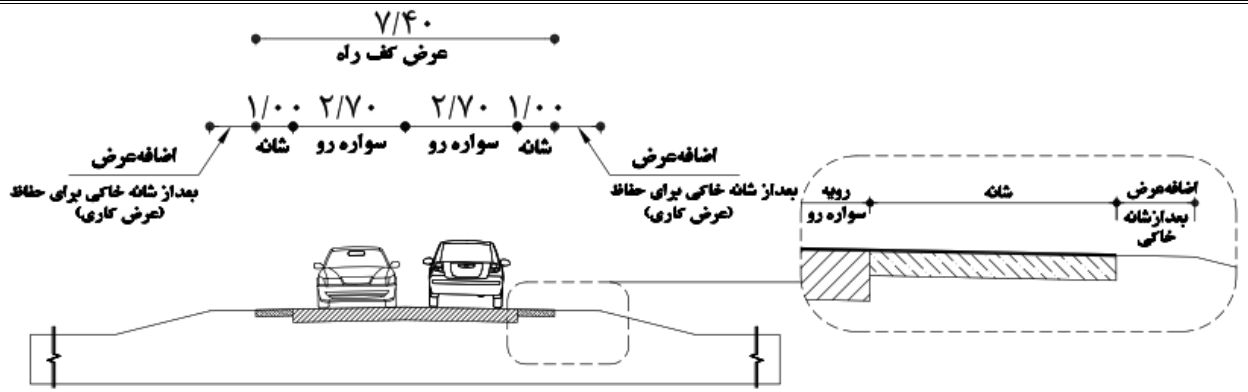
C۴- راه جمع‌کننده دو خطه با ADT بیشتر از ۲۰۰۰

مقاطع نمونه راه محلی-روستائی

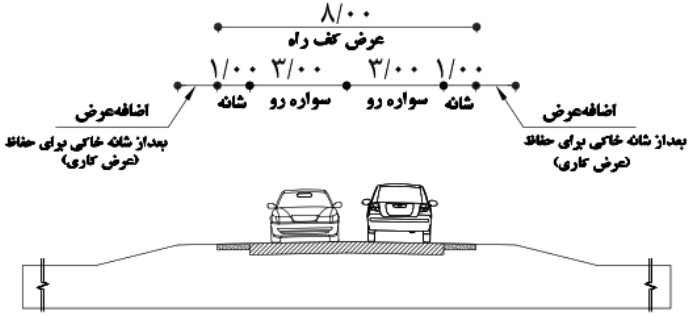


L۱- راه محلی دو خطه با ADT کمتر از ۴۰۰

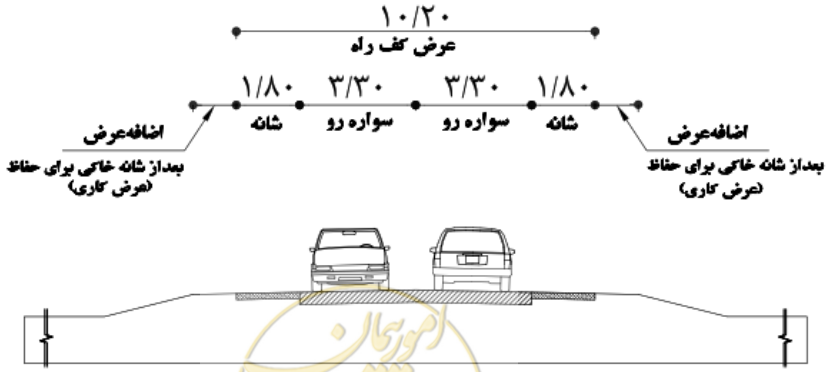
omoorepeyman.ir



L۲- راه محلی دو خطه با **ADT** بین ۴۰۰ تا ۶۰۰



L۳- راه محلی دو خطه با **ADT** بین ۶۰۰ تا ۲۰۰۰



L۴- راه محلی دو خطه با **ADT** بیشتر از ۲۰۰۰

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آئین‌نامه راه‌های ایران (آرا)

آئین‌نامه طرح هندسی راه‌های برون‌شهری

بخش دوم:

ضوابط و معیارهای فنی طرح هندسی راه‌های برون‌شهری

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Nezamfanni.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- کلیات **۱**
۱-۱- مقدمه ۳
۱-۲- سابقه وزارت راه و شهرسازی ۳
۱-۳- سابقه دستورالعمل ۴
۱-۳-۱- وزارت راه و شهرسازی ۴
۱-۳-۲- سازمان برنامه و بودجه کشور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، وزارت برنامه و بودجه) ۴
۱-۴- هدف از ضوابط و معیارهای طرح هندسی راه و بازنگری آن ۴
۱-۵- کاربرد دستورالعمل ۵
۱-۵-۱- معیارهای اجباری ۶
۱-۵-۲- معیارهای توصیه شده ۶
۱-۵-۳- معیارهای کنترل‌کننده ۶
۱-۵-۴- سایر معیارها ۶
فصل دوم- تعریفها و اختصارها **۷**
۲-۱- مقدمه ۹
فصل سوم- طبقه‌بندی راه‌ها **۲۷**
۳-۱- مقدمه ۲۷
۳-۲- طبقه‌بندی عملکردی ۲۷
۳-۳- طبقه‌بندی بافتی ۲۸
۳-۴- طبقه‌بندی راه بر اساس عوارض زمین طبیعی ۳۰
فصل چهارم- معیارها و عوامل کنترل‌کننده طرح **۳۱**
۴-۱- مقدمه ۳۳
۴-۲- فاکتورهای انسانی و عملکردی رانندگان ۳۳
۴-۳- ویژگیهای ترافیک ۳۵
۴-۳-۱- سرعت طرح ۳۵
۴-۳-۱-۱- انتخاب سرعت طرح ۳۵
۴-۳-۱-۲- کنترل طرح راه در یک قطعه ۳۷
۴-۳-۱-۳- سرعت طرح در تونل‌ها ۳۸
۴-۴- ظرفیت و سطح سرویس راه ۳۸
۴-۵- خودروی طرح ۳۹
۴-۵-۱- انواع خودروی طرح ۳۹
۴-۵-۲- حداقل مسیر گردش برای خودروهای طرح ۳۹
۴-۵-۳- سایر ویژگی‌های خودرو ۵۰
۴-۶- کنترل و مدیریت دسترسی ۵۰

omoorepeyman.ir

۴-۶-۱- مدیریت دسترسی ۵۰
۴-۶-۲- کنترل دسترسی ۵۱
۴-۶-۳- انواع دسترسی ۵۱
۴-۶-۴- محل و تعداد دسترسی‌های اختصاصی ۵۲
۴-۷- ملاحظات عابران پیاده و افراد ناتوان ۵۲
۴-۸- دوچرخه سواران ۵۳
۴-۹- ایمنی ۵۴
۴-۱۰- محیط‌زیست ۵۴
۴-۱۱- تحلیل اقتصادی ۵۵
فصل پنجم- اجزای طرح هندسی راه‌ها **۵۷**
۵-۱- مقدمه ۵۹
۵-۲- فاصله دید ۵۹
۵-۲-۱- انواع فواصل دید ۵۹
۵-۲-۱-۱- فاصله دید توقف ۵۹
۵-۲-۱-۲- فاصله دید انتخاب ۶۲
۵-۲-۱-۳- فاصله دید سبقت ۶۴
۵-۲-۲- مشخص کردن فاصله دید در نقشه‌ها ۶۵
۵-۳- امتداد افقی (پلان مسیر) ۶۷
۵-۳-۱- قوس افقی (پیچ) ۶۷
۵-۳-۲- بربلندی طرح ۷۰
۵-۳-۲-۱- جداول بربلندی طرح ۷۰
۵-۳-۲-۲- محدودیت نرخ بربلندی با توجه به سرعت طرح ۷۷
۵-۳-۲-۳- طول تأمین بربلندی ۷۷
۵-۳-۲-۴- محل اعمال بربلندی ۸۲
۵-۳-۳- قوس اتصال تدریجی ۸۳
۵-۳-۴- محدودیت نرخ بربلندی با توجه به شیب نسبی زیاد ۸۵
۵-۳-۵- نحوه اعمال بربلندی ۸۶
۵-۳-۶- ملاحظات زهکشی ناحیه اعمال بربلندی ۹۰
۵-۳-۷- تعریض در قوس افقی ۹۱
۵-۳-۸- فاصله دید در قوس‌های افقی ۹۵
۵-۳-۹- سایر ترکیبات قوسهای افقی ۹۸
۵-۳-۹-۱- قوس افقی دایره‌ای مرکب ۹۸
۵-۳-۹-۲- قوس افقی معکوس ۹۹
۵-۳-۹-۳- قوس افقی تخت پشت ۹۹
۵-۳-۱۰- سایر نکات اعمال بربلندی ۱۰۰
۵-۳-۱۱- نحوه اعمال بربلندی در قوس‌های افقی مرکب ۱۰۰
۵-۳-۱۲- پل در قوس افقی ۱۰۱
۵-۳-۱۳- امتداد افقی (پلان) راه در محل تونل ۱۰۲
۵-۳-۱۳-۱- فاصله دید توقف ۱۰۲

omoorepeyman.ir

۵-۳-۱۳-۲- راه در بخش‌های ابتدایی و انتهایی داخل تونل ۱۰۲
۵-۳-۱۳-۳-تقاطع‌ها و دسترسی‌ها در نزدیکی ورودی و خروجی تونل ۱۰۲
۵-۳-۱۳-۴- راه در حوالی ورودی تونل ۱۰۲
۵-۳-۱۴- ضوابط کلی امتداد افقی مسیر (پلان) ۱۰۳
۵-۴- امتداد قائم مسیر ۱۰۴
۵-۴-۱- شیب طولی ۱۰۴
۵-۴-۲- ویژگیهای عملیاتی وسایل نقلیه در شیبهای طولی ۱۰۶
۵-۴-۳- طول بحرانی شیب طولی ۱۰۹
۵-۴-۴- خط‌های عبور کمکی ۱۱۰
۵-۴-۴-۱- خط کمکی در سربالایی ۱۱۱
۵-۴-۴-۲- خط کمکی سبقت ۱۱۴
۵-۴-۵- رمپ فرار اضطراری ۱۱۶
۵-۴-۵-۱- ضرورت و محل رمپ فرار اضطراری ۱۱۶
۵-۴-۵-۲- انواع رمپهای فرار اضطراری ۱۱۷
۵-۴-۵-۳- ملاحظات طراحی ۱۱۹
۵-۴-۵-۴- محوطه‌های کنترل ترمز ۱۲۲
۵-۴-۵-۵- استفاده از ضربه‌گیرهای خاص ۱۲۲
۵-۴-۶- قوس قائم ۱۲۳
۵-۴-۶-۱- قوس قائم گنبدی ۱۲۴
۵-۴-۶-۲- قوس قائم کاسه‌ای ۱۲۵
۵-۴-۶-۳- ضوابط کنترل کننده قوس‌های قائم ۱۲۶
۵-۴-۶-۴- فاصله دید در زیرگذر ۱۲۷
۵-۴-۷- پروفیل طولی (خط پروژه) در تونل‌ها ۱۲۸
۵-۴-۸- نقش پل در پروفیل طولی ۱۲۸
۵-۴-۹- معیارهای کلی پروفیل طولی مسیر ۱۲۹
۵-۵- هماهنگی پلان و پروفیل طولی مسیر ۱۳۰
۵-۶- سایر عناصر مؤثر در طرح هندسی ۱۳۱
۵-۶-۱- توسعه منظرآرائی ۱۳۱
۵-۶-۱-۱- اهمیت انتخاب سرعت طرح بر اساس منظرآرایی ۱۳۲
۵-۶-۱-۲- نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه ۱۳۲
۵-۶-۲- روشنایی راه ۱۳۳
۵-۶-۲-۱- طراحی و نصب واحدهای روشنایی ۱۳۴
فصل ششم- مقاطع عرضی **۱۳۷**
۶-۱- کلیات ۱۳۹
۶-۲- سواره‌رو ۱۳۹
۶-۲-۱- عرض سواره‌رو ۱۳۹
۶-۲-۲- شیب عرضی سواره‌رو ۱۴۲
۶-۳- شانه ۱۴۴
۶-۳-۱- شیب عرضی شانه ۱۴۶

omoorepeyman.ir

۶-۳-۲- رویه‌سازی و متمایز نمودن شانه ۱۴۸
۶-۴- ناحیه عاری از مانع ۱۴۸
۶-۵- جداول ۱۴۸
۶-۵-۱- انواع جدول ۱۴۹
۶-۵-۲- آماس (جدول آسفالتی) ۱۵۱
۶-۶- زهکشی سطحی و شیروانی ۱۵۱
۶-۶-۱- نهر جانبی ۱۵۲
۶-۶-۲- شیروانی‌ها ۱۵۲
۶-۶-۲-۱- اندازه شیب شیروانی ۱۵۳
۶-۶-۲-۲- فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم ۱۵۴
۶-۶-۲-۳- پلکانی‌کردن شیروانی خاکبرداری ۱۵۵
۶-۶-۲-۱- گردکردن لبه شیروانی ۱۵۵
۶-۷- حفاظ‌های ترافیک ۱۵۵
۶-۷-۱- انواع حفاظ‌های ترافیکی ۱۵۶
۶-۷-۱-۱- طبقه بندی بر اساس سختی ۱۵۶
۶-۷-۱-۲- طبقه‌بندی بر اساس جنس ۱۵۶
۶-۷-۱-۳- طبقه‌بندی بر اساس کاربرد ۱۵۷
۶-۷-۲- کاربرد حفاظ ۱۵۸
۶-۸- میانه ۱۵۹
۶-۸-۱- عرض میانه ۱۶۱
۶-۸-۲- جدول و حفاظ در میانه ۱۶۲
۶-۸-۳- توسعه نهائی راه شریانی به راه شریانی چندخطه جداشده ۱۶۳
۶-۹- راه‌های جانبی ۱۶۴
۶-۱۰- جداکننده کناری ۱۶۴
۶-۱۱- نواحی انتقال سرعت ورود به شهرکهای برون‌شهری ۱۶۷
۶-۱۲- حریم راه ۱۶۸
۶-۱۳- سازه‌های راه ۱۶۹
۶-۱۳-۱- پل ۱۷۰
۶-۱۳-۱-۱- عرض و دهانه پل ۱۷۰
۶-۱۳-۱-۲- شیب عرضی ۱۷۱
۶-۱۳-۱-۳- میانه ۱۷۱
۶-۱۳-۱-۴- کوله پل‌ها ۱۷۱
۶-۱۳-۱-۵-روگذر و زیرگذر غیرهمسطح ویژه عابرپیاده ۱۷۱
۶-۱۳-۱-۶- زیرگذر مال‌رو ۱۷۱
۶-۱۳-۱-۷- زیرگذر و روگذر راه‌آهن ۱۷۲
۶-۱۳-۱-۸- نرده پل ۱۷۲
۶-۱۳-۱-۹- ارتفاع آزاد پل ۱۷۲
۶-۱۳-۲- دیوارهای حایل ۱۷۳
۶-۱۳-۲-۱- انواع دیوارهای حایل ۱۷۳

omoorepeyman.ir

۶-۱۳-۲-۲- منظرآرایی دیوارهای حایل ۱۷۶
۶-۱۳-۲-۳- استفاده از حفاظ در دیوار حایل ۱۷۶
۶-۱۳-۲-۴- زهکشی دیوار حایل ۱۷۶
۶-۱۳-۲-۵- فاصله جانبی دیوار از راه ۱۷۷
۶-۱۳-۳- تونل‌ها ۱۷۷
۶-۱۳-۳-۱- گروه‌بندی تونل‌ها ۱۷۷
۶-۱۳-۳-۲- گروه‌بندی تونل‌ها برحسب نوع مسیر راه ۱۷۷
۶-۱۳-۳-۳- گروه‌بندی تونل‌هابرحسب شکل‌مقطع تونل ۱۷۷
۶-۱۳-۳-۴- مقطع عرضی تونل‌ها ۱۷۸
۶-۱۳-۳-۵- سواره‌رو ۱۷۹
۶-۱۳-۳-۶- شانه‌ها ۱۷۹
۶-۱۳-۳-۷- توقف‌گاه اضطراری ۱۸۰
۶-۱۳-۳-۸- پیاده‌روها ۱۸۰
۶-۱۳-۳-۹- ارتفاع ۱۸۱
۶-۱۳-۳-۱۰- شیب عرضی ۱۸۲
۶-۱۴- مقاطع عرضی نمونه ۱۸۲

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل اول

کلیات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱-مقدمه

نشریه شماره ۴۱۵ تحت عنوان "آیین‌نامه طرح هندسی راههای ایران" به عنوان یکی از دستورالعملهای بسیار مهم سازمان برنامه و بودجه بوده و اصلی‌ترین مرجع طراحی راه در کشور، قدمتی طولانی داشته است. در ابتدا مهندسان خارجی بر اساس ضوابط کشور خودشان برای راههای ایران طراحی راه می نمودند و لذا دستورالعمل مدونی در خصوص طراحی مسیر وجود نداشت و هر شرکت بر اساس آن که چه ملیتی داشته است ضوابط و حتی واژگان خود را استفاده می‌نمود. پیشتر ابلاغیه های فنی ۱۶ گانه سالهای ۱۳۳۴ تا ۱۳۳۸وزارت برنامه و بودجه سابق برای طرح راه در کنار دستورالعملهای خارجی مورد استفاده قرار می‌گرفت. تا اینکه در سال ۱۳۵۲ به دلیل رشد سریع بودجه های عمرانی و عدم وجود مشخصات و معیارهای مختلف در زمینه طراحی مسیر و راهداری "وزارت راه" وقت، تصمیم به انجام این مهم با استفاده از خدمات هیات فنی موسسه فرانسوی BCEOM گرفت و این موسسه با تحقیقاتی ۲ ساله (۱۳۵۴ تا ۱۳۵۶) مجموعه هایی ارزشمند تحت عناوین گزارش موقت "دستورالعمل معیارهای طرح هندسی آزادراهها" و "دستورالعمل معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی" در سال ۱۳۵۷ ارائه نمود. اما همین مجموعه‌ها در سالهای پس از انقلاب، تحت عنوان "رهنمودهای فنی درباره اصول طرح هندسی راههای اصلی و فرعی" ارائه شدند که مهندسان خبره ایرانی آن را به فارسی برگرداندند و در نهایت چاپ اول آن در سال ۱۳۷۰ انجام شد. در نهایت، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی "وزارت برنامه بودجه" وقت نیز اقدام به ارائه دستورالعملهایی همچون نشریه ۸۵ (معیارهای طرح هندسی راههای اصلی و فرعی)، نشریه ۸۶ (معیارهای طرح هندسی راههای روستایی)، نشریه ۸۷ (معیارهای طرح هندسی تقاطعها)، نشریه ۸۸ (چکیده ای از معیارهای طرح هندسی راهها و تقاطعها) به اتفاق مهندسان خبره و اساتید باتجربه‌ای همچون دکتر امیرمحمد طباطبایی نمود که تقریباً اولین گام اساسی در این زمینه محسوب می شد و پایه همه آنها از استاندارد قدرتمند آشتو و یا آشو اقتباس و اخذ شده بود. این نشریه برای راههای برون‌شهری استخراج گردید با تغییرات شگرف مرجع آشتو در سالیان اخیر، تغییرات آن امری ضروری به نظر می‌رسد. لذا این مهم در بازنگری نشریه ۴۱۵ و تحت عنوان "دستورالعمل ضوابط طرح هندسی راههای ایران" مورد توجه اصلی قرار گرفته است.

از آنجائی که در طراحی سیستم راه پارامترهای زیادی دخالت دارند، همه این پارامترها با محوریت طراحی هندسی تغییر نموده و یک سیستم را جهت خدمت‌رسانی به ترافیک ایجاد می‌نمایند. از طرف دیگر وظیفه خدمت‌رسانی هندسه مسیر به ترافیک باید با تأمین ایمنی کاربران به عنوان شرط اساسی انجام گیرد. لذا ارائه ضوابط طرح هندسی راه از اهمیت والایی برخوردار است. در اینجا این ضوابط سعی شده به روز رسانی و بر اساس آخرین استانداردهای دنیا جهت یکسان‌سازی طرحهای کشور ارائه گردد.

۱-۲-سابقه وزارت راه و شهرسازی

سابقه وزارت راه و شهرسازی کنونی به عنوان متولی ساخت و نگهداری سیستمهای حمل و نقل کشور به شرح ذیل بوده است:

- سال ۱۲۹۸ "وزارت فوائد عامه" تاسیس شد. بعدها نام "وزارت فلاحت و تجارت و فوائد عامه" را از آن خود کرد که امور راهسازی در آن انجام می‌گرفت.
- از سال ۱۳۰۱ اداره‌ای به نام "اداره کل طرق و شوارع" در وزارت فلاحت و تجارت و فوائد عامه جهت ساختمان راه‌ها، نگهداری و بهره‌برداری تشکیل گردید که کشور را به چند ناحیه دسته بندی می نمود.

omoorepeyman.ir

- ❖ در سال ۱۳۰۸"اداره کل طرق و شوارع" به جهت توسعه راهسازی در کشور به "وزارت طرق و شوارع" تبدیل شد.
- ❖ در سال ۱۳۱۵ "وزارت طرق و شوارع" با تصویب شواری ملی به "وزارت راه" تغییر یافت.
- ❖ در سال در راستای اعمال سیاست جامع و هماهنگ برای ترابری کشور و توسعه و تجهیز، گسترش، نگاهداری و ایجاد تأسیسات زیربنایی آن به "وزارت راه و ترابری" تغییر یافت.
- ❖ در نهایت در سال ۱۳۹۰ در راستای کوچک سازی دولت و ادغام چندین وزارت‌خانه، وزارت راه و ترابری و وزارت مسکن و شهرسازی ادغام و "وزارت راه و شهرسازی" ایجاد شد.

۱-۳- سابقه آئین‌نامه

سابقه تهیه و ابلاغ دستورالعمل‌ها و معیارهای طرح هندسی راه‌ها بر اساس نهاد مسئول به شرح ذیل است:

۱-۳-۱- وزارت راه و شهرسازی

- ابلاغیه فنی شماره ۸ – سال ۱۳۳۶؛ و
- دستورالعمل‌های فنی طرح هندسی راه، آزادراه و تونل، موسسه بِ ثِ اِ اُ اِم – سال ۱۳۵۸.

۱-۳-۲- سازمان برنامه و بودجه کشور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، وزارت برنامه و بودجه)

- معیارهای طرح هندسی راه روستایی – نشریه شماره ۸۶ – سال ۱۳۶۴؛
- چکیده‌ای از معیارهای طرح هندسی راه‌ها و تقاطع‌ها – نشریه شماره ۸۸ – سال ۱۳۶۴؛
- معیارهای طرح هندسی راه‌های اصلی و فرعی – نشریه شماره ۸۵– سال ۱۳۶۵؛
- معیارهای طرح هندسی تقاطع‌ها – نشریه شماره ۸۷ – سال ۱۳۶۷؛
- آیین‌نامه طرح هندسی راه – نشریه ۱۶۱– سال ۱۳۷۵؛
- آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی – نشریه ۱۹۶ – سال ۱۳۷۸؛ و
- آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران– نشریه ۴۱۵ – سال ۱۳۷۸.

۱-٤- هدف از ضوابط و معیارهای طرح هندسی راه و بازنگری آن

پروژه‌های راه‌سازی به منظور ایجاد شرایط ایمن و راحت برای استفاده‌کنندگان از راه‌های کشور انجام می‌شود، به نحوی که در آن، نیازهای اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی به شرح زیر به طور کامل رعایت شده باشد.

الف – نیاز به حمل و نقل ایمن، راحت، سریع و ارزان؛

ب – حصول نیازها و هدف‌های استفاده‌کنندگان؛

omoorepeyman.ir

پ – توجه بیشتر به تأمین نیازهای استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر؛

ت – در نظر گرفتن هزینه‌ها و ارزش‌های حفظ محیط زیست و منظرآرایی؛

ث – برنامه‌ریزی بر اساس شرایط مالی، بودجه و اعتبارات قابل دسترسی واقعی؛ و

ج – توجه بیشتر به هزینه نگهداری و تعمیرات در دوران بهره‌برداری.

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

در مطالعات راه باید هماهنگی طرح هندسی با نیازمندی‌های حجم ترافیک در ساعت طرح، با توجه به طبقه‌بندی عملکردی و بافت منطقه‌ای شرایط محیطی راه و برای انواع وسایل حمل و نقل جهت حصول هدف غایی مورد نظر باشد که همان ایجاد امکان جابه‌جایی و دسترسی با تأمین ایمنی بهره‌برداری از راه است.

هدف از دستورالعمل ضوابط طرح هندسی راه، تدوین ضوابطی واحد برای ایجاد هماهنگی در طراحی پروژه‌های راهسازی کشور است و هدف از بازنگری آن، به روز رسانی و اعمال اصلاحاتی است که در طول سال‌های گذشته (از تاریخ ابلاغ آئین‌نامه) مورد توجه قرار گرفته است. نتیجه بازنگری، این نشریه است که جایگزین نشریه ۴۱۵- آئین‌نامه طرح هندسی راه شده است.

۱-۵- کاربرد آئین‌نامه

در دستورالعمل ضوابط طرح هندسی راه‌ها، حداقل یا حداکثر معیارهای طراحی ارائه می‌شود. در طراحی‌ها، معمولاً مقادیر بالاتر از حداقل‌ها یا پایین‌تر از حداکثرهای مورد اشاره در آیین‌نامه با لحاظ ایمنی راه، درجه اهمیت، تحلیل منفعت به هزینه و حجم ترافیک در نظر گرفته می‌شود. در دستورالعمل ضوابط طرح هندسی راه‌ها، معیارهای طراحی برای عناصر راه به صورت جداگانه ارائه می‌شود. در نتیجه قرار گرفتن عناصر طرح شده در کنار یکدیگر، همیشه نمی‌تواند ارائه‌دهنده یک طرح ایمن باشد، لذا لازم است تا طراح، موارد ایمنی به ویژه موارد ذیل را در طراحی لحاظ کند[1]:

- قابلیت دید مناسب در طرح؛
- قابلیت خود معرف بودن راه (ارائه اطلاعات لازم و به موقع به استفاده‌کنندگان)؛
- قابلیت بخشندگی راه (ایمن سازی حاشیه و حریم راه)؛
- سازگاری عناصر راه با یکدیگر و اجتناب از اعمال تغییرات ناگهانی در مشخصات راه؛
- تأمین نیازهای ایمنی استفاده‌کنندگان راه به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر؛
- تأمین ایمنی نیازهای کاربری‌های اطراف راه؛
- تناسب مشخصات راه با نوع و عملکرد راه؛
- تناسب مشخصات راه با سرعت عملکردی وسایل نقلیه؛ و

۱ . برای اطمینان از ملاحظه ایمنی طرح، می‌توان از فرآیند بازرسی ایمنی راه استفاده کرد. بازرسی ایمنی راه، فرآیندی نظام‌مند برای تجزیه و تحلیل یک پروژه طرح هندسی است تا مشکلات ایمنی احتمالی را شناسایی کند. این فرآیند در ارتقاء ایمنی طرح‌های هندسی راه بسیار مؤثر است.

omoorepeyman.ir

– اجتناب از ایجاد موقعیت‌ها یا عوامل تحمیل‌کننده رفتار پر خطر به استفاده‌کنندگان.

از آنجا که بعضی از راه‌ها قبل از نشر این آیین‌نامه ساخته شده است، ممکن است در بخش‌هایی از مسیر، معیارهای این دستورالعمل رعایت نشده باشد. بدیهی است تغییر معیارها برای راه‌های موجود می‌تواند مستلزم هزینه‌های غیرضروری شود. در چنین موردهایی به ویژه در محل تلاقی این راه‌ها با راه جدید، با بررسی‌های فنی، اقتصادی و تحلیل تصادف‌ها می‌توان نسبت به اصلاح طرح هندسی راه‌های موجود، نصب حفاظ‌ها، تأمین روشنایی، اصلاح قوس‌های افقی و قائم، تأمین بربلندی، خط‌کشی و نصب علائم و امثال آن اقدام کرد.

در این دستورالعمل، معیارهای طرح هندسی راه‌ها برحسب اهمیت آنها از نظر توسعه راه‌های کشور و اینکه چه نوع خدمتی را تحت شرایط ترافیکی پیش‌بینی شده برای آینده تأمین می‌کند، به شرح زیر طبقه‌بندی شده است:

۱-۵-۱- معیارهای اجباری

معیارهای اجباری، برای تأمین هدف‌های طراحی مورد نیاز است. در چنین معیارهایی از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.

۱-۵-۲- معیارهای توصیه‌شده

معیارهای توصیه‌شده، مانند این بند با حروف معمولی چاپ و در آنها از واژه «بهتر است»، «می‌تواند» و یا «پیشنهاد می‌شود» استفاده شده است.

۱-۵-۳- معیارهای کنترل‌کننده

برای تأمین ایمنی راه‌ها باید به معیارهای کنترل‌کننده توجه کرد که برخی از آنها به شرح ذیل‌اند:

۱- سرعت طرح،
۲- عرض خط عبور،
۳- عرض شانه،
٤- عرض راه در ابنیه فنی،
٥- قوس‌های‌افقی (پیچ‌ها)،
٦- قوس‌های قائم،
۷- شیب‌های طولی،
۸- حداقل فواصل دید،
۹- شیب‌های عرضی،
۱۰- بربلندی،
۱۱- عرض آزاد، و
۱۲- ارتفاع آزاد.

کلیه معیارهای فوق از نوع معیارهای اجباری است.

۱-۵-٤- سایر معیارها

در صورت عدم وجود معیاری در این پیوست و سایر پیوستهای مجموعه آئین‌نامه راههای ایران، می توان به دستورالعملها و سایر استانداردهای بین‌المللی همچون آشتو مراجعه نمود. در صورت مشاهده مغایرت بین این دستورالعمل با سایر منابع به ویژه منابع غیر رسمی، این دستورالعمل معتبر است.

omoorepeyman.ir

فصل دوم

تعریف ها و اختصارها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱	عملکرد راه	Highway Functions	عملکرد راه‌ها بر اساس دو معیار جابه‌جایی و دسترسی در نظر گرفته می‌شود که سبب ایجاد طیف گسترده‌ای از طبقات راه می‌شود. معیار جابه‌جایی می‌تواند نماینده جریان و سرعت ترافیک باشد.		/ˈhaɪ.weɪ/ /ˈfʌŋk.ʃən/
۲	جابه جایی	Mobility	معیاری که تابعی از حرکت روان و سریع وسایل نقلیه است و با افزایش دسترسی‌ها افت می‌کند. هر چقدر جریان بیشتر باشد باید تسهیلات راه با قابلیت جابه‌جایی بیشتری تامین گردد.		/məʊˈbɪləti/
۳	قابلیت دسترسی	Accessibility	معیاری که تابعی از مسیرهای اتصالی و تامین نقاط دسترسی به منازل و محل‌های کاری و... است. این معیار با معیار جابه‌جایی در تعارض است.		/əksɛsɪˈbɪlɪti/
۴	طبقه بندی راه	Highway Classification	دسته بندی مختلف راه براساس معیارهای عملکردی، انواع راه‌ها را ایجاد می‌نماید که بر حسب اینکه کدام نوع معیار بیشتر غالب باشد، سه دسته مختلف ایجاد می‌گردد. راه‌های شریانی، راه‌های جمع کننده-توزیع کننده (به اختصار جمع کننده یا ج/ت) و راه‌های محلی.		/ˈhaɪ.weɪ/ /ˌklæs.ɪ.fɪˈkeɪ.ʃən/
۵	آزادراه	Freeway	نوعی راه شریانی اصلی جداشده با حداقل دو خط عبور در هر طرف می باشد که کنترل دسترسی‌ها در آن به صورت کامل می‌باشد تا جریان بدون وقفه در آن برقرار باشد و لذا دسترسی همسطح در آن مجاز نیست. هدف از احداث آزادراه، تردد حجم زیادی از وسائل نقلیه با سرعتی بالا و به صورت کاملا ایمن و کارآمد می‌باشد.		/ˈfriː.weɪ/
۶	راه شریانی درجه ۱	Principal Arterial Highway	راهی است مانند آزادراه ولی امکان ایجاد تبادل و تقاطع همسطح در آن وجود دارد. کنترل دسترسی‌ها در آن به صورت دسترسی جزئی می‌باشد. این راه‌ها می‌تواند از دو خطه تا چند خطه (جدا شده یا جدا نشده) باشد. ارتباط بین مراکز استان‌ها و یا مراکز استان‌ها با شهرهای بزرگ داخل استان را می‌تواند تامین نماید.	این راه تقریبا معادل بزرگراه در تعاریف قبلی طبقه بندی راه است.	/ˈprɪnsɪp(ə)l/ /ɑːˈtɪərɪəl/ /ˈhʌɪweɪ/
۷	راه شریانی درجه ۲	Minor Arterial Highway	یک راه شریانی است که ارتباط بین شهرهای داخل استان را تامین می‌نماید. ارتباط بین راه‌های شریانی اصلی و راه‌های جمع کننده را تامین می‌کند.	این راه تقریبا معادل راه اصلی درجه ۱ در تعاریف قبلی طبقه بندی راه است.	/ˈmʌɪnə/ /ɑːˈtɪərɪəl/ /ˈhʌɪweɪ/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۸	راه جمع کننده	Collector Highway	راه‌های جمع کننده ترافیک را از راه‌های محلی جمع و به راه‌های شریانی می‌رسانند و یا برعکس، ترافیک راه‌های شریانی را بین راه‌های محلی توزیع می‌کنند. این راه‌ها به دو دسته اصلی و فرعی طبقه بندی می‌شوند. راه‌های جمع کننده اصلی به راهی که ترافیک راه‌های با طبقه پایین‌تر را جمع و ارتباط مناطق عمده فعالیت در داخل شهرستان را مانند شهرک‌های صنعتی به راه شریانی را ایجاد می نماید. راه‌های جمع کننده فرعی راهی که ارتباط بین روستاها با یکدیگر یا با راه‌های طبقه بالاتر را، ایجاد می‌نماید. این راه‌ها ارتباط بین راه‌های محلی و شریانی یا جمع کننده اصلی را فراهم می‌کنند.	این راه تقریبا معادل راه اصلی درجه ۲، برای جمع کننده درجه ۱ و راه فرعی درجه ۱، برای جمع کننده درجه ۲ در تعاریف قبلی طبقه بندی راه است.	/kəˈlɛktə/ /ˈhʌɪweɪ/
۹	راه محلی	Local Road	راهی که جهت دسترسی یا ارتباط بین مناطق مولد سفر یا زمین‌های مجاور و اتصال به راه‌های جمع کننده می‌باشد.	این راه تقریبا معادل راه فرعی درجه ۲ و ۳ در تعاریف قبلی طبقه بندی راه است.	/ˈləʊ.kəl/ /rəʊd/
۱۰	طبقه بندی بافتی	Context Classification	نوعی از طبقه بندی راه که با توجه به محیط و ناحیه قرارگیری راه در آن در نظر گرفته می‌شود.		/ˈkɒn.tekst/ /ˌklæs.ɪ.fɪˈkeɪ.ʃən/
۱۱	بافت برون شهری	Rural Context	بافتی که در ناحیه برون شهری قرار دارد و کاربریی در اطراف آن نیست.		/ˈrʊə.rəl/ /ˈkɒn.tekst/
۱۲	کمربندی	Ring Road	مسیری است که هسته یا هسته‌های مرکزی شهر را دور زده و از داخل محدوده ۲۵ ساله عبور می‌کند. کمربندی نقش مهمی در کاهش تراکم شبکه خیابان‌های شهری داشته و ضرورت ندارد به صورت یک مدار بسته باشد.		/rɪŋ/ /rəʊd/
۱۳	کنارگذر	Bypass Road	آن بخش از مسیر راه که به جای عبور از شهر، از خارج محدوده ۲۵ ساله شهر عبور کند.		/ˈbaɪ.pɑːs/ /rəʊd/
۱۴	راه عوارضی	Toll Road	راهی که برای استفاده از آن باید عوارض (حق عبور) پرداخت نمود.		/təʊl/ /rəʊd/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱۵	راه جداشده	Divided Highway	راهی که مسیرهای رفت و برگشت به وسیله میانه، از هم جدا شده باشد.		/dɪˈvaɪd/ /ˈhaɪ.weɪ/
۱۶	راه جدانشده	Undivided Highway	راهی که مسیرهای رفت و برگشت به هم چسبیده اند و میانه ای ندارد.		/ˌʌn.dɪˈvaɪ.dɪd/ /ˈhaɪ.weɪ/
۱۷	راه چند خطه	Multi-lane Road	راه‌هایی که دارای بیش از دو خط عبور است.		/mʌl.ti-/ /leɪn/ /rəʊd/
۱۸	راه ملی	National Highway	مسیرهایی هستند که کریدور سفرهای زیادی از کشور را تحت پوشش قرار داده و اتصال دو یا چند مرکز استان را انجام می دهند. این مسیرها، راه ترانزیت کامیونهای تحت کنوانسیون .T.I.R نیز می باشند و برای نگهداری آنها بودجه مصوب وجود دارد.		/ˈnaʃ(ə)n(ə)l/ /ˈhʌɪweɪ/
۱۹	بافت شهرک برون شهری	Rural Town Context	شهرهایی که جمعیت آنها معمولا کمتر از ۵۰۰۰ نفر بوده و شهرداری ندارند و در حیطه بخش در نظر گرفته می شوند.		/ˈrʊə.rəl/ /taʊn/ /ˈkɒn.tekst/
۲۰	سبزینه راه (پارک وی)	Green Road or Parkway	راهی که معمولا از داخل مناطق جنگلی یا درختکاری شده عبور می‌کند و مخصوص ترافیک غیرتجاری است		/griːn/ /rəʊd/ /ɔːr/ /ˈpɑːk.weɪ/
۲۱	دسترسی	Access	مفهوم عامی برای امکان اتصال و استفاده از نوعی از تسهیلات جاده ای است.		/ˈæk.ses/
۲۲	راه اتصالی	Driveway	هر ورودی، خروجی شاخه و اتصالی که کاربری‌های اطراف راه را به آن متصل کند.		/ˈdraɪv.weɪ/
۲۳	راه خود معرف	Self-explain Road	راهی که با حفظ انسجام و یکپارچگی، شرایط قابل انتظار و قابل پیش بینی را فراهم سازد.		/self/ /ɪkˈspleɪn/ /rəʊd/
۲۴	راه بخشنده	Forgiving Road	راهی که در خطاهای انسانی به دلیل ایمن بودن حاشیه و حریم راه، حداقل خسارت به استفاده کنندگان وارد شود.		/fəˈgɪv.ɪŋ/ /rəʊd/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۲۵	پیاده رو	Walkway	به محل مجاز عبور پیاده‌ها گفته می‌شود.		/ˈwɔː.kweɪ/
۲۶	خودروی طرح	Design Vehicle	خودرویی که طراحی راه بر اساس نیازمندی‌های حرکت و گردش راحت و بدون اشکال آن انجام می‌شود.		/dɪˈzaɪn/ /ˈvɪə.kəl/
۲۷	سرعت	Speed	سرعت عبور وسیله نقلیه به صورت منفرد و یا در جریان ترافیک است.		/spiːd/
۲۸	سرعت طرح	Design Speed	سرعتی است که برای تعیین مشخصات اجزا هندسی راه انتخاب می‌شود.		/dɪˈzaɪn/ /spiːd/
۲۹	سرعت عملکردی	Operating Speed	سرعتی است که ۸۵ درصد وسایل نقلیه با سرعتی برابر و یا کمتر از آن حرکت می‌کنند.		/ˈɒp.ər.eɪt/ /spiːd/
۳۰	سرعت مجاز	Posted Speed	سرعتی است که وسایل نقلیه، مجاز به حرکت با سرعتی برابر و یا کمتر از آن هستند. سرعت مجاز بهتر است برابر با سرعت عملکردی باشد.		/ˈpəʊs.tɪd/ /spiːd/
۳۱	فاصله دید توقف	Stopping Sight Distance (SSD)	حداقل فاصله مورد نیاز که راننده پس از مشاهده شی تصمیم به توقف می گیرد و وسیله نقلیه را به طور ایمن قبل از برخورد به آن متوقف می‌کند.		/stɒp/ /saɪt/ /ˈdɪs.təns/
۳۲	فاصله دید انتخاب	Decision Sight Distance (DSD)	حداقل فاصله مورد نیاز که راننده پس از تشخیص شرایط راه و تشخیص خطرات نسبت به انتخاب سرعت و مسیر مناسب و مانوری را به صورت ایمن آغاز و تکمیل نماید.		/dɪˈsɪʒ.ən/ /saɪt/ /ˈdɪs.təns/
۳۳	فاصله دید سبقت	Passing Sight Distance (PSD)	حداقل فاصله مورد نیاز که راننده با سرعت بیشتر جهت انجام مانور سبقت نسبت به وسیله کندتر خط مقابل را قطع می‌نماید و به طور ایمن و بدون برخورد با وسیله نقلیه مقابل به خط خود باز می‌گردد. فاصله دید سبقت، فقط برای راه‌های دو خطه دو طرفه، مد نظر است.		/pɑːs/ /saɪt/ /ˈdɪs.təns/
۳۴	خط ترافیکی	Traffic Lane	هر خط از مسیر سواره رو برای عبور وسایل نقلیه تعریف می‌شود.		/ˈtræf.ɪk/ /leɪn/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۳۵	کرانه راه	Border	قسمتی از راه که از بر کف راه عبوری یا بر کف راه جانبی تا انتهای حریم در هر طرف در نظر گرفته می‌شود.		/ˈbɔː.dər/
۳۶	حریم راه	Right-Of-Way (ROW)	زمینی که در تصرف راه بوده و در اختیار ارگان صاحب آن می‌باشد. زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه تا خطی به فاصله مشخص از محور راه، بایستی مصوب شود. حریم برای بهره برداری و عملیات نگهداری و تعمیر و توسعه آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.		/raɪt/ /əv/ /weɪ/
۳۷	ناحیه عاری از مانع	Clear Zone	ناحیه ای بدون مانع و قابل عبور در کنار راه که از لبه سواره رو شروع و در جهت عمود بر راه تا عرض مشخصی ادامه می یابد. این فاصله افقی از کناره سواره رو اندازه گیری می شود و بر اساس سرعت طرح، ترافیک روزانه و نوع و شیب شروانی تعیین می شود.		/klɪər/ /zəʊn/
۳۸	عقب نشینی جانبی	Lateral Offset	در نواحی شهری یا مشرف به شهر که از جدول نیز استفاده می شود و تامین ناحیه عاری از مانع به دلیل محدودیت‌های حریم راه و تاسیسات مجاور کف راه امکان پذیر نیست، این فضا که معمولا کمتر از ناحیه عاری از مانع است باید از بر سواره رو تامین شود.		/ˈlæt.ər.əl/ /ˌɒfˈset/
۳۹	شیب شروانی بازیابی	Recoverable Slope	شیب شروانی بازیابی قسمتی از حاشیه راه در محدوده عاری از مانع است که در آن راننده خارج شده از راه کنترل وسیله نقلیه را، بدون واژگونی دوباره به دست می آورد تا امکان مانور لازم جهت برگشتن به مسیر اصلی و یا توقف را داشته باشد.		/rɪˈkʌvərəbl / /sləʊp/
۴۰	حاشیه راه (کناره راه)	Roadside	بخش بیرون از سواره رو و کف راه که بهره برداری نمی‌شوند ولی باید ایمن باشند.		/ˈrəʊd.saɪd/
۴۱	بستر روسازی راه	Subgrade	سطح تمام شده عملیات خاکی راه (زیرسازی) که لایه‌های روسازی روی آن قرار می‌گیرد.		/sʌb/ /greɪd/
۴۲	کف راه	Roadway	آن بخش از سطح راه که برای عبور و توقف وسایل نقلیه اختصاص داده شده است. به مجموع سواره رو و شانه ها کف راه اطلاق می‌شود.		/ˈrəʊd.weɪ/
۴۳	سواره رو	Traveled-way	آن بخش از سطح راه که برای عبور وسایل نقلیه اختصاص داده شده است.		/ˈtræv.əl/ /weɪ/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۴۴	شانه	Shoulder	بخشی از کف راه و نوار کنار سواره رو (عمدتا در سمت راست آن) که برای توقف وسایل نقلیه، استفاده اضطراری و تکیه‌گاه روسازی به کار می‌رود.		/ˈʃəʊl.dər/
۴۵	شانه تسطیح شده	Graded Shoulder	عرض کامل شانه که از بر سواره رو تا تقاطع شیروانی جلویی می‌باشد.		/greɪd/ /ˈʃəʊldə/
۴۶	شانه قابل استفاده	Usable Shoulder	عرض بخشی از شانه که از بر سواره رو تا آستانه گردشدگی تقاطع شیروانی جلویی اندازه‌گیری می‌شود. ممکن است کوچکتر یا برابر با عرض شانه ساخته شده باشد.		/ˈjuː.zə.bəl/ /ˈʃəʊl.dər/
۴۷	میانه	Median	بخشی از راه جداشده که مسیرهای رفت و برگشت را از هم جدا می‌کند و بین لبه داخلی سواره رو مسیرهای رفت و برگشت قرار گرفته و شانه‌های چپ نیز جز میانه محسوب می‌شود.		/ˈmiː.di.ən/
۴۸	بربلندی (دا□ور)	Superelevation	شیب عرضی یک‌طرفه سطح راه در محل قوس افقی جهت جلوگیری یا کاهش نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود.		/ˈsuː.pər/ /ˌel.ɪˈveɪ.ʃən/
۴۹	ناحیه انتقال سرعت	Speed Transition Zone Area	ناحیه انتقال سرعت بین بافت برون شهری و بافت شهر کوچک.		/spiːd/ /træn ˈzɪʃ.ən/ /zəʊn/ /ˈeə.ri.ə/
۵۰	جداکننده کناری	Outer Sepration	آن بخش از عرض راه که بین لبه سواره‌روهای راه جانبی و مسیر عبوری قرار گرفته است.		/ˈeə.ri.ə/ /ˌsep.əˈreɪ.ʃən/
۵۱	خط تغییر سرعت	Speed Chahge Lane	آن بخش از سواره رو که برای افزایش یا کاهش سرعت وسایل نقلیه گردشی اختصاص داده می‌شود.		/spiːd/ /tʃeɪndʒ/ /leɪn/
۵۲	خط افزایش سرعت	Acceleration Lane	خط تغییر سرعت برای افزایش شتاب تا حد سرعت مسیر عبوری است.		/əkˌsel.əˈreɪ .ʃən/ /leɪn/
۵۳	خط کاهش سرعت	Deceleration Lane	خط تغییر سرعت برای کاهش شتاب تا حد سرعت مسیر رابط است.		/ˌdiːˈsel.ə.reɪt/ /leɪn/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۵۴	خط عبور کمکی	Auxiliary Lane	بخشی از سواره رو که به طور اضافی برای کمک به ظرفیت، ترافیک تداخلی (بهم بافته) یا تغییر سرعت اختصاص می‌یابد.		/ɑːgˈzɪl.i.er.i/ /leɪn/
۵۵	خط عبور سربالایی	Climbing Lane	خطی که در مناطق کوهستانی و سربالایی های طولانی برای استفاده وسایل نقلیه کندرو و جهت جلوگیری از افت سطح سرویس دهی ترافیکی و ظرفیت راه احداث می‌شود.		/ˈklaɪ.mɪŋ/ /leɪn/
۵۶	خط عبور سبقت	Passing Lane	خطی که در مناطق دشتی و تپه ماهور در راه‌های دو خطه برای سبقت و جلوگیری از افت سطح سرویس دهی ترافیک و ظرفیت راه احداث می‌شود.		/ˈpæs.ɪŋ/ /leɪn/
۵۷	خط عبور میانه	Median Lane	آن بخش از میانه که به عبور وسایل نقلیه (معمولا برای گردش به چپ) اختصاص می‌یابد و یا خطوط سواره روی مجاور میانه را نامند.		/ˈmiː.di.ən/ /leɪn/
۵۸	مسیر گردشی	Turning Roadway	مسیری که جهت ارتباط ترافیک گردش به چپ یا راست در تقاطع‌های همسطح یا تبادل‌ها اختصاص داده می‌شود.		/ˈtɝː.nɪŋ/ /ˈroʊd.weɪ/
۵۹	شماره خط عبور	lane number	در راه‌های چند خطه برای تعیین خطوط هر طرف از شماره گذاری استفاده می‌شود و خط عبور شماره یک در سمت راست و کنار شانه راست راه قرار دارد.		/leɪn//ˈnʌm.bɚ/
۶۰	بازشوی اضطراری	Emergency Crossover	نوعی گذرگاه که در میانه آزادراه برای استفاده وسایل نقلیه اضطراری یا پلیس می‌باشد.		/ɪˈmɝːdʒ(ə)nsi/ /ˈkrɒsəʊvə/
۶۱	بازشوی نگهداری	Maintenance Crossover	نوعی گذرگاه که در میانه آزادراه برای استفاده وسایل نقلیه نگهداری به خصوص در شرایط بارش برف می‌باشد.		/ˈmeɪnt(ə)nəns,ˈmeɪntɪnəns/ /ˈkrɒsəʊvə/
۶۲	پل	Bridge	سازه فلزی، بتنی یا با مصالح ساختمانی با دهانه بیش از ۸ متر (در راستای محور مرکزی راه) برای عبور از روی آب یا مسیری دیگر است.		/brɪdʒ/
۶۳	آبرو	Culvert	سازه فلزی، بتنی یا با مصالح بنایی با دهانه کمتر از ۸ متر که به صورت تیپ می‌باشند و معمولا برای عبور از روی مسیل‌ها و رود است.		/ˈkʌl.vɚt/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۶۴	روگذر	Over Crossing	عبور مسیر از روی پل واقع بر روی راهی دیگر بدون هیچ‌گونه ارتباط بین دو مسیر		/ˈoʊ.vəˌ.pæs/
۶۵	زیرگذر	Under Crossing	عبور مسیر از زیر پل راه دیگر بدون هیچگ‌ونه ارتباط بین دو مسیر		/ˈʌn.dəˌ.pæs/
۶۶	بالاگذر	Overpass	عبور مسیر از روی نوعی دیگر از سیستم حمل و نقل مانند مسیر عبور از بالای راه آهن		/ˈoʊ.vəˌ/ /ˈkrɑː.sɪŋ/
۶۷	پایین گذر	Underpass	عبور مسیر از زیر نوع دیگری از سیستم حمل و نقل مانند مسیر عبور از زیر پل راه آهن		/ˈʌn.dəˌ/ /ˈkrɑː.sɪŋ/
۶۸	تقاطع غیرهمسطح	Grade Separation	عبور مسیر از رو یا زیر مسیر هم نوع متقاطع بدون ارتباط ترافیکی.		/greɪd/ /ˌsep.əˈreɪ.ʃən/
۶۹	سال طرح	Design Year	سالی که راه برای تامین نیازهای حجم ترافیک آن طراحی می شود (معمولا بیست سال بعد).		/dɪˈzaɪn/ /jɪr/
۷۰	ساعت طرح	Design hour	ساعتی از سال طرح که طراحی برای شرایط ترافیک آن انجام می‌شود.		/dɪˈzaɪn/ /aʊr/
۷۱	وسیله نقلیه سبک	Light vehicle	وسیله نقلیه با حداکثر چهار چرخ شامل سواری، وانت بار، ون، پیکاپ و کامیون‌های کوچک		/laɪt//ˈviː.əˌ.kəl/
۷۲	وسیله نقلیه سنگین	heavy vehicle	وسیله نقلیه با بیش از چهار چرخ شامل کامیون، مینی‌بوس، اتوبوس و وسیله نقلیه تفریحی		/ˈhev.i//ˈviː.əˌ.kəl/
۷۳	ساعت اوج	Peak Hour	ساعتی از روز که حجم ترافیک، حداکثر است.		/piːk/ /aʊr/
۷۴	متوسط سالیانه حجم ترافیک روزانه	Average Annual Daily Traffic (AADT)	متوسط حجم کل ترافیک عبوری از قطعه یا نقطه معین یک راه در یکسال تقسیم بر ۳۶۵ روز		/ˈæv.əˌ.ɪdʒ /ˈæn.ju.əl/ /ˈdeɪ.li/ / /ˈtræf.ɪk/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۷۵	متوسط حجم ترافیک روزانه	Average Daily Traffic (ADT)	متوسط حجم کل ترافیک عبوری از قطعه یا نقطه معین یک راه تقسیم بر تعداد روزهای آمارگیری (کمتر از یکسال)		/ˈæv.ə˞.ɪdʒ/ deɪ.li/ /ˈtræf.ɪk/
۷۶	حجم ترافیک روزانه	Daily Traffic Volume	تعداد کل وسایل نقلیه ای که طی یک شبانه روز از قطعه یا نقطه معین یک راه عبور می‌کند.		/ˈdeɪ.li/ /ˈtræf.ɪk/ /ˈvɑːl.juːm/
۷۷	حجم ترافیک ساعت طرح	Design Hourly Volume	تعداد وسیله نقلیه عبوری در ساعت طرح که برای طراحی راه مورد استفاده قرار می‌گیرد (معمولا درصدی از ترافیک متوسط روزانه سال طرح).		/dɪˈzaɪn/ /aʊr/ /ˈvɑːl.juːm/
۷۸	ترافیک ساعت اوج	Peak Hour Traffic	تعداد وسیله نقلیه‌ای که در ساعت اوج از قطعه یا نقطه معین راه عبور می‌کند.		/piːk/ /aʊr/ /ˈtræf.ɪk/
۷۹	حجم سی امین ساعت اوج سال	Thirtieth Highest Hourly Volume of the Year (۳۰HV)	حجم ترافیک ساعتی که فقط ۲۹ ساعت در سال، حجم ترافیک بیش از آن دارد.		/ˈθɜː˞.t̬i.əθ/ /haɪ/ /ˈaʊr.li/ /ˈvɑːl.juːm/ /əv/ /ðiː//jɪr/
۸۰	نسبت ترافیک ساعت اوج	Peak hourly traffic ratio	نسبت حجم ترافیک ساعت اوج به حجم متوسط ترافیک روزانه است.		/piːk/ /ˈaʊr.li/ /ˈtræf.ɪk/ /ˈaʊr.li/
۸۱	ضریب ساعت اوج	Peak Hour Factor (PHF)	نسبت حجم ترافیک ساعت اوج، به چهار برابر حداکثر حجم ترافیک در بازه زمانی ۱۵ دقیقه از ساعت اوج.		/piːk/ /aʊr/ /ˈfæk.tə˞/
۸۲	ضریب توزیع جهتی	Directional distribution factor	درصد حجم ترافیک یک جهت راه نسبت به مجموع حجم ترافیک هر دو جهت راه.		/daɪˈrek.ʃən .əl/ /ˌdɪs.trɪˈbjuː .ʃən/ /ˈfæk.tə˞/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۸۳	سطح کیفیت ترافیک (سطح سرویس)	Level-Of-Service (LOS)	توصیف کیفی شرایط عملکردی جریان ترافیک، که به طور معمول با معیارهایی مانند چگالی، سرعت، زمان سفر، زمان تاخیر، آزادی حرکت، ایمنی و راحتی سنجیده می‌شود.		/ˈlev.əl/ /əv/ /ˈsɝː.vɪs/
۸۴	جریان ترافیک	Traffic Flow	تعداد وسیله نقلیه عبورکننده از قطعه یا نقطه معین یک راه در یک بازه زمانی کوتاه‌تر از یک ساعت که بر حسب وسیله نقلیه در ساعت یا معادل وسیله نقلیه سبک در ساعت بیان می‌شود.		/ˈtræf.ɪk/ /floʊ/
۸۵	حداکثر نرخ جریان سرویس	Maximum Service Flow Rate	تعداد وسایل نقلیه که از یک نقطه یا قطع‌های یکنواخت از طول یک خط عبور یا تمام خطوط عبور راه در مدت زمان معین تحت شرایط ایده آل محیطی و هندسی در سطح کیفیت مورد نظر در بازه زمانی کوتاه‌تر از یک ساعت عبور کند که بر حسب وسیله نقلیه در ساعت یا معادل وسیله نقلیه سبک در ساعت بیان می‌شود.		/ˈmæk.sə.məm/ /ˈsɝː.vɪs/ /floʊ/ /reɪt/
۸۶	ظرفیت راه	Highway Capacity	حداکثر شدت جریان پایدار که می‌توان به صورت منطقی انتظار داشت تا وسایل نقلیه از یک نقطه یا قطع‌های یکنواخت از طول یک خط عبور یا تمام خطوط راه در مدت زمان معین تحت شرایط موجود محیطی و هندسی و در سطح کیفیت ترافیک مد نظر عبور کند که بر حسب وسیله نقلیه در ساعت یا معادل وسیله نقلیه سبک در ساعت بیان می‌شود.		/ˈhʌɪweɪ/ /kəˈpæs.ə.ţi/
۸۷	حداکثر ظرفیت راه	Maximum Capacity	حداکثر شدت جریان پایدار که می‌توان به صورت منطقی انتظار داشت تا وسایل نقلیه از یک نقطه یا قطع‌های یکنواخت از طول یک خط عبور یا تمام خطوط راه در مدت زمان معین تحت شرایط ایده آل محیطی و هندسی و در سطح کیفیت ترافیک (۵) از آن عبور کند که بر حسب وسیله نقلیه در ساعت یا معادل وسیله نقلیه سبک در ساعت بیان می‌شود.		/ˈmæk.sə.məm/ /kəˈpæs.ə.ţi/
۸۸	تأخیر	Delay	تفاوت زمانی استفاده از یک سیستم یا شرایط در مقایسه با سیستم یا شرایط ایده آل است که به دلیل تقاضای بیشتر تسهیلات ایجاد می‌شود و برای کاربران مطلوب نیست.		/dɪˈleɪ/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۸۹	چگالی	Density	تعداد وسیله نقلیه در طول یک کیلومتر از یک خط عبور است که معیاری از شلوغی و سنگینی راه محسوب می‌شود.		/ˈden.sə.ţi
۹۰	واگرایی	Divergence	تبدیل یک مسیر به دو مسیر جداگانه با زاویه کم است.		/dɪˈvɝː.dʒəns/
۹۱	همگرایی	Merge	تبدیل دو مسیر جداگانه به یکدیگر با زاویه کم است.		/mɝːdʒ/
۹۲	سرفاصله زمانی	Headway	فاصله زمانی بین جفت خوروی عبوری، معمولا بین سپر جلوی دو خودروی پشت سر هم از محل معین راه (بر حسب ثانیه)		/ˈhed.weɪ/
۹۳	سرفاصله مکانی	Spacing	فاصله طولی بین جفت خودروی عبوری، معمولا بین سپر عقب خودرو جلویی با سپر جلوی خودروی عقبی در همان خط عبور (بر حسب متر)		/ˈspeɪ.sɪŋ/
۹۴	سرعت حرکت	Running Speed	سرعتی که یک وسیله نقلیه در بخشی از راه سفر می کند که عملا طول آن بخش بر زمان حرکت را نشان می‌دهد.		/ˈrʌn.ɪŋ //spiːd/
۹۵	مدت حرکت	Running Time	مدت زمان مسافرت از یک نقطه به نقطه ای دیگر بدون در نظر گرفتن زمان توقف		/ˈrʌn.ɪŋ / /taɪm/
۹۶	وسایل کنترل ترافیک	Traffic Control Devices	شامل کلیه علائم، چراغ های راهنمایی و لوازم و تجهیزات مربوط به آن است.		/ˈtræf.ɪk/ /kənˈtroʊl/ /dɪˈvaɪs/
۹۷	خط کشی	Road Marking	خط‌های طولی و عرضی، پیوسته و ناپیوسته که با رنگ بر روی کف راه ایجاد می‌شود.		/roʊd/ /ˈmɑːr.kɪŋ/
۹۸	علائم ترافیک	Traffic Sign	کلیه علائمی که برای دادن اطلاعات، جلب توجه به وضع راه و یا مقررات نصب می‌شود.		/ˈtræf.ɪk/ /saɪn/
۹۹	ترافیک تداخلی	Weaving Traffic	عبور دو یا چند جریان ترافیک هم جهت به صورت ضربدری در طول یک مسیر مشترک است که برای انتخاب مسیر تغییر خط می‌دهند.		/ˈwiː.vɪŋ/ /ˈtræf.ɪk/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱۰۰	کنترل ترافیک رابط	Ramp Metering	کنترل ترافیک رابط ورودی به آزادراه از طریق نصب چراغ راهنمایی یا روش‌های دیگر برای افزایش توان عبور ترافیک در آزادراه ها و کاهش تاخیر در کل تسهیلات است		/ræmp/ /ˈmiːˌtɚ/
۱۰۱	کنترل دسترسی	Access Control	قوانین و ضوابط اتصالها و شرایط ورود به راه یا خروج از آن، کنترل دسترسی نامیده می‌شود.		/ˈæk.ses/ /kənˈtroʊl/
۱۰۲	تقاطع همسطح	Intersection	محل تلاقی همسطح دو یا چند راه است.		/ˌɪn.tɚˈsek.ʃən/
۱۰۳	جریان بندی	Channelization	مشخص کردن مرز مسیرهای عبور در تقاطع با خط‌کشی، علامت گذاری یا جدول سازی است		/ˈtʃan(ə)lʌɪz/
۱۰۴	جزیره	Traffic Island	محوطه‌ای از راه که به‌وسیله حاشیه روسازی، خط‌کشی، جدول و هدایت کننده‌های برجسته، جریان‌های ترافیک را مجزا می‌کند.		/ˈtræf.ɪk/ Island
۱۰۵	لچکی اتصال	Taper	بخش انتهایی خط افزایش سرعت و یا ابتدایی خط کاهش سرعت جهت ایجاد خطوط تغییر سرعت در مسیر عبوری.		/ˈteɪ.pɚ/
۱۰۶	مسافت دید تقاطع	Intersection Sight Distance	در تقاطع‌ها به مثلثی گفته می‌شود که وتر آن در محل اتصال فرضی چشم راننده مسیر اصلی و مسیر متقاطع بوده و اضلاع قائمه آن به موازات امتداد دو مسیر عبوری می‌باشد.		/ˌɪn.tɚˈsek.ʃən/ /saɪt/ /ˈdɪs.təns/
۱۰۷	تبادل	Interchange	مجموعه مسیرهای اصلی که به صورت غیرهمسطح عبور نموده و مسیرهای گردشی برای ارتباط بین دو مسیر با انواع رابط‌ها قابل تبدیل است.		/ˌɪn.tɚˈtʃeɪndʒ/
۱۰۸	تبادل جهتی	Directional Interchange	تبادلی که در آن از اتصالات و رابط‌های جهتی استفاده می‌شود. تمامی رابط‌ها ممکن است جهتی باشند که آنگاه تمام جهتی نامیده می شود و یا ممکن است در آن از اتصالات نیمه جهتی و لوپ‌ها نیز استفاده شود.		/daɪˈrek.ʃən.əl/ /ˌɪn.tɚˈtʃeɪndʒ/
۱۰۹	تبادل شبدری	Cloverleaf Interchange	تبادلی که کلیه گردش به چپ‌های آن با استفاده از لوپ انجام می‌شود.		/ˈkloʊ.vɚˌliːf/ /ˌɪn.tɚˈtʃeɪndʒ/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱۱۰	تبادل کامل	Full Interchange	تبادلی که کلیه عبورها و گردش‌ها در آن امکان پذیر باشد.		/fʊl/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۱	تبادل لوزوی	Diamond Interchange	تبادلی با چهار رابط که گردش به چپ ها از طریق تقاطع همسطح انجام می‌شود.		/ˈdaɪ.ə.mən d/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۲	تبادل نیمه شبدری	Semi Cloverleaf Interchange	تبادلی شبدری که بخشی از گردش‌ها، حذف یا به‌وسیله تقاطع همسطح در روی مسیر فرعی انجام می‌شود.		/ˈsem.aɪ/ /ˈkloʊ.vəˌli :f/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۳	تبادل چهار راهی	Four-Leg Interchange	تبادلی که در محل تلاقی دو مسیر متقاطع چهارراهی احداث می‌شود.		/fɔːr/ /leg/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۴	تبادل سه راهی	Three-Leg Interchange	تبادلی که در محل تلاقی دو مسیر متقاطع سه‌راهی احداث می‌شود.		/θriː/ /leg/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۵	تبادل شیپوری	Trumpet Interchange	تبادل سه‌راهی با یک گردش به چپ گردراهه و یک گردش به چپ نیمه جهتی و دو گردش به راست جهتی است.		/ˈtrʌm.pɪt/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ/
۱۱۶	شاخه تبادل یا تقاطع	Leg of Interchange or Intersection	بخشی از مسیر راه که در یک طرف تقاطع یا تبادل قرار دارد.		/leg/ /əv/ /ˌɪn.ʧəˈtʃeɪn dʒ / /ɔːr/ /ˌɪn.ʧəˈsek.ʃən/
۱۱۷	شاخه ارتباطی	Connection Leg	راهی یک طرفه برای ایجاد ارتباط اصلی بین دو آزادراه است.		/kəˈnek.ʃən/ /leg/
۱۱۸	رابط	Ramp	راهی معمولا یک طرفه برای ایجاد ارتباط بین شاخه‌های تبادل و یا بین مسیر اصلی و راه جانبی است.		/ræmp/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱۱۹	رابط جهتی	Directional Ramp	رابطی که برای گردش (مثلا به چپ) از همان طرف از مسیر اصلی جدا و از همان طرف به مسیر متلاقی می‌پیوندد.		/daɪˈrek.ʃən.əl/ /ræmp/
۱۲۰	رابط نیمه جهتی	Semi Directional Ramp	رابطی که برای گردش از طرف راست مسیر خارج ولی از طرف چپ وارد یا اینکه از طرف چپ مسیر خارج و از طرف راست وارد مسیر متلاقی می‌شود.		/ˈsem.i/ /daɪˈrek.ʃən.əl/ /ræmp/
۱۲۱	پایانه رابط	Ramp Terminals	محلی است که در آن ترافیک رابط به جریان اصلی ترافیک می‌پیوندد (پایانه ورودی) یا از جریان اصلی ترافیک جدا می‌شود (پایانه خروجی)، بدون آنکه ناچار به توقف شود.		/ræmp/ /ˈtɜː.mɪ.nəl/
۱۲۲	بخش ترافیک تداخلی (بهم بافته)	Weaving Section	بخشی از راه که در طول آن، دو یا چند جریان ترافیک هم جهت با تغییر خط با هم تداخل پیدا می‌کنند.		/ˈwiː.vɪŋ/ /ˈsek.ʃən/
۱۲۳	رابط گردراهه (لوپ)	Loop Ramp	رابطی که در پلان تبادل تقریبا به شکل حلقه و عموما مخصوص گردش به چپ است.		/luːp/ /ræmp/
۱۲۴	ارتفاع آزاد	Vertical Clearance	فاصله بی مانع قایم در سازه‌ها که از کف راه تا پایین‌ترین اجزا پل یا تونل و یا ادوات تابلوهای بالاسری و هر شی دیگر در راه سنجیده می‌شود و باید کاملا عاری از مانع باشد.		/ˈvəːtɪk(ə)l/ /ˈklɪər(ə)ns/
۱۲۵	عوارض زمین طبیعی	Terrain	میزان پستی و بلندی طبیعی زمین که بر اساس خط بزرگترین شیب منطقه به سه تیپ تا ۵ درصد، ۵ تا ۳۳ درصد و بیش از ۳۳ درصد طبقه بندی می‌شود. عوارض بر اساس خط بزرگترین شیب برای طول قطعه ۱۰ کیلومتری در عرض باند مشخص شده بر مبنای مطالعات تعیین می‌شود. سهم غالب به دست آمده نوع عوارض را تعیین می‌کند.		/tɛˈreɪn/
۱۲۶	خط بزرگترین شیب زمین منطقه	Largest Ground Slope	خط بزرگترین شیب منطقه زمین طبیعی محیط بر راه که برای تعیین نوع عوارض در عرض باند مشخص لحاظ می‌گردد که بر اساس نوع مطالعات تعیین می‌شود.		/lɑːdʒ/ /graʊnd/ /sləʊp/

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان به فارسی	عنوان به لاتین	تعریف/تعاریف	توضیحات	تلفظ
۱۲۷	نوع مطالعات	Study Phase	عبارتند از مرحله مطالعات که شامل توجیه اولیه (FS) و توجیه نهایی (CD) و طراحی پایه (BD) و طراحی تفصیلی (DD) است.		/ˈstʌdi/ /feɪz/
۱۲۸	عرض دالان مطالعات	Study Corridor Width	عرضی از دالان محیط بر راه که پهنای بیشتری را جهت مطالعات راه در نظر می‌گیرد که در آن می‌توان گزینه‌های مسیر را لحاظ نمود.		/ˈstʌdi/ /ˈkɒrɪdɔː/ /wɪtθ,wɪdθ/
۱۲۹	رمپ فرار اضطراری	Emergency Escap Ramp	مسیری به صورت خروجی از جاده که در سرازیری جاده‌ها برای وسایل نقلیه سنگین غیر قابل کنترل اخداث می‌شود و بر اساس مقاومت غلتشی و شیب طولی این مسیر وسیله نقلیه متوقف می‌شود و ایمنی آن و سایر وسایل نقلیه حفظ می‌گردد.		/ɪˈməːdʒ(ə)nsi/ /ɪˈskeɪp,ɛˈskeɪp/ /ramp/
۱۳۰	خط انباره صف	Queue Storage Lane	خطی در مجاور میانه که برای تغییر سرعت و تامین صف وسایل نقلیه‌ای که قصد گردش به چپ یا دور زدن دارند جهت تامین ایمنی آن‌ها ایجاد می‌شود.		/kjuː/ /ˈstɔːrɪdʒ/ /leɪn/
۱۳۱	شیروانی جلویی	Foreslope	نوعی از شیروانی راه که ممکن است در خاکریزی یا خاکبرداری باشد و در مجاورت شانه قراردارد و متصل به شانه است.		
۱۳۲	شیروانی عقبی	Backslope	نوعی از شیروانی خاکبرداری که معمولا به شیروانی جلویی یا نهر طولی زهکشی آب متصل است. در موارد نادری که توصیه نمی شود ممکن است به لبه شانه متصل شود.		
۱۳۳	رمپ کناری	Slip Ramp	نوعی اتصال عرضی که امکان ورود و خروج مسیر اصلی را با راه جانبی فراهم می کند.		
۱۳۴	شیوه حمل و نقل	Transportation Mode	عبارتند از تمام شیوه های جابه جائی مسافر لعم از جاده ای، ریلی، هوائی و .... در شیوه حمل و نقل جاده ای عبارتند از شیوه اتومبیل، دوچرخه، عابر پیاده، وسایل حمل و نقل عمومی، و کامیون.		

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل سوم

طبقه‌بندی راه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱-مقدمه

طبقه‌بندی راهها برای تأمین نیازهای طراحی مهندسان، تصمیم‌گیری مدیران، برنامه ریزی متولیان بهره‌برداری و استفاده‌کنندگان- از نقطه نظرهای مختلف و برای کاربردهای گوناگون- امری ضروری است. طبقه‌بندی عملکردی، طبقه‌بندی بافتی، طبقه‌بندی بر اساس عوارض طبیعی منطقه، تقسیم بندی کشوری (ملی و استانی) و شماره‌گذاری راهها از انواع مختلف طبقه‌بندی راهها محسوب می شوند. در این دستورالعمل ترکیب طبقه بندی عملکردی و بافتی، چارچوب جدیدی جهت طراحی هندسی ایجاد کرده است. در اینجا طبقه‌بندی عملکردی بر اساس برنامه ریزی حمل و نقل ملاک عمل است. به طورکلی طراحی شبکه راهها براساس عملکرد و با توجه بافت منطقه ای انجام می گیرد که راه در آن واقع شده است. با توجه به اینکه در منطقه برون شهری دو نوع بافت وجود دارد و چهار نوع طبقه بندی عملکردی وجود دارد هفت نوع راه در نظر گرفته می‌شود (عبور آزادراه در بافت شهرک برون‌شهری اتفاق نمی‌افتد). با مشخص شدن طبقه عملکردی در منطقه‌ای با بافت مشخص و عوارض (پستی و بلندی) منطقه، تیم طراحی می‌توانند نسبت به تعیین مسیر و مشخصات هندسی اقدام نمایند. مدیران و مسئولان ساخت و بهره‌برداری می‌توانند برای تأمین اعتبار، تخصیص منابع مالی لازم، برنامه ریزی و تعیین اولویتها از این طبقه بندی عملکردی استفاده کنند. استفاده‌کنندگان راه نیز می توانند بر مبنای این طبقه‌بندی، مسیر مورد نظر خود را برای سفرهای طولانی و کوتاه انتخاب کنند. در این دستورالعمل، راهها بر اساس عملکرد و بافت منطقه راه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۳-۲-طبقه‌بندی عملکردی

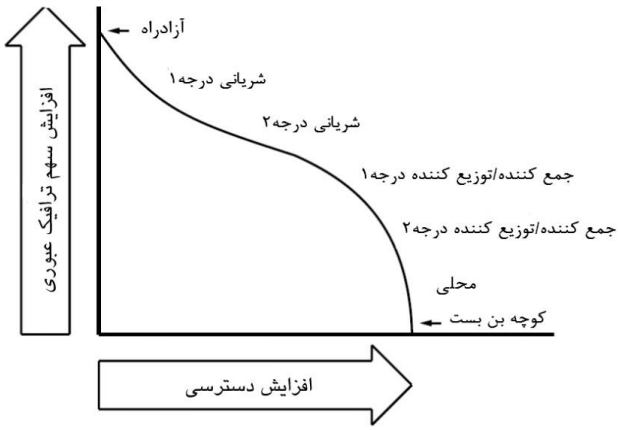
این طبقه‌بندی برای سیستم راههای عمومی برون‌شهری و شهری متفاوت است. راههای برون‌شهری تسهیلاتی هستند که در بیرون از نواحی و محدوده‌های شهری قرار دارند، گرچه ممکن است از مناطق دارای ساخت و ساز و شهرهای کوچک و روستاها عبور نمایند. در کل نواحی برون‌شهری دارای جمعیت زیر ۱۰۰۰۰ نفر است وگرنه ناحیه شهری محسوب می‌شود و باید طرح راه و شبکه شهری برای آن انجام گیرد. در حیطه برون شهری سه نوع سیستم راه وجود دارد:

- *سیستم راههای شریانی،*
- *سیستم جمع‌کننده و توزیع‌کننده (ج/ت)، و*
- *سیستم محلی و روستائی.*

این بازه ها خود می‌توانند از تنوع بالایی برخوردار باشند و به عنوان مثال می‌توان انواع راههای شریانی را معرفی نمود. سیستم راههای شریانی خود به دو دسته سیستم راههای شریانی درجه ۱ و درجه ۲ تفکیک می‌شوند. در این بین با توجه به اینکه آزادراهها به عنوان بالاترین درجه عملکردی سیستم راههای شریانی درجه ۱ محسوب می‌شوند، ضوابط جداگانه‌ای برای آنها در نظر گرفته می‌شود. همچنین سیستم راههای ج/ت نیز می‌توانند به دو دسته سیستم درجه ۱ و ۲ تفکیک شوند. در این بین با توجه به اینکه شش گام مشخص در سفر شامل حرکت اصلی، انتقال به مسیر شریانی، شریانی، ج/ت، دسترسی محلی، و توقفگاه در خاتمه سفر وجود دارد، باید سلسله مراتب جابه‌جایی در طراحی پیاده شود.

omoorepeyman.ir

شایان ذکر است که در طبقه‌بندی عملکردی دو معیار جابه‌جائی و دسترسی برای شروع و خاتمه سفر نقش اساسی را ایفا می‌کنند. بر حسب اینکه نقش کدام معیار در راه بارزتر می‌شود این طبقه‌بندی می‌تواند تغییر نماید. در شکل (۳-۱) این طبقه‌بندی نمایش داده شده است.



شکل ۳-۱- ارتباط سیستمهای طبقه‌بندی عملکردی که جابه‌جائی و دسترسی برای ترافیک وسایل‌نقلیه موتوری خدمت‌رسانی می‌کند

مشخصات این سیستم راهها به شرح جدول (۳-۱) است. به دلیل اینکه در این دستورالعمل تغییر نوع طبقه‌بندی راه وجود دارد، جهت تطابق راههای موجود با سیستم طبقه‌بندی جدید، در ستون آخر جدول، راه معادل از دستورالعمل قبلی نیز درج شده است. در برخی مواقع ممکن است بر اساس حجم ترافیک زیاد، نیاز به تعداد خطوط عبوری بیشتری باشد، اما اینکه کارائی مسیر برای تعداد خطوط بیش از ۴ خط در هر جهت افت می‌کند به طور معمول پذیرفته شده است. لذا در این حالت از طرح آزادراههای خاص استفاده می‌شود که یکی از آنها آزادراههای با سه کف راه (جریان برگشت‌پذیر) است که جزو مطالب جدید این ویرایش است.

شایان ذکر است که طبقه‌بندی ذکر شده برای جامعه تخصصی و دست اندرکاران حرفه راهسازی می‌باشد و در اجتماع، مردم واژگان مختلفی را ممکن است به صورت عامیانه استعمال نمایند.

دسترسی‌ها و راههای اتصالی در تقسیم‌بندی راههای عمومی قرار نمی‌گیرند.

۳-۳-طبقه‌بندی بافتی

قبلاً طرح هندسی فقط بر اساس ناحیه برون‌شهری یا شهری که راه در آن واقع شده بود در نظر گرفته می‌شد؛ ولی در این ویرایش هر ناحیه به بافتهایی نیز دسته‌بندی می‌شود. در ناحیه برون‌شهری دو نوع بافت وجود دارد:

- بافت برون‌شهری، و
- بافت شهرک برون‌شهری.

omoorepeyman.ir

این طبقه‌بندی بر اساس توسعه تراکم (نوع و میزان تراکم سازه‌ها)، کاربری زمین (مسکونی، تجاری، صنعتی، و یا کشاورزی)، و عقب‌نشینی ساختمانها (فاصله سازه‌ها تا راه مجاور) تعریف می‌شود. لازم است طراح برای هر بافت بتواند طراحی متمایزی از بافتهای متفاوت در نظر بگیرد.

جدول ۳-۱- طبقه‌بندی عملکردی سیستم راهها

طبقه عملکردی سیستم راه	زیر طبقه	ویژگیهای سیستم	عملکرد سیستم	راه معادل دستورالعمل قبلی
شریانی	آزادراه	الف- جزیی از شبکه راه‌های ملی	بالاترین درجه جابه‌جایی و کمترین میزان دسترسی برای ترافیک عبوری (دسترسی‌ها کاملا کنترل شده هستند). راه شریانی درجه ۱ جدا شده است.	آزادراه
	درجه ۱ (اصلی)	ب- کریدور سفرهای داخلی و عبوری از کشور پ- برقرارکننده ارتباط بین مراکز استان‌ها و کلان‌شهرها و یا شهرهای بزرگ داخل کشور (بین استانی و حتی در سطح استان)		بزرگراه راه اصلی جداشده
	درجه ۲ (فرعی)	الف- جزیی از شبکه راه‌های ملی ب- کریدور سفرهای داخلی کشور و بین استانی پ- برقرار کننده ارتباط بین مراکز استان‌ها و یا مراکز استان‌ها با شهرهای بزرگ داخل استان ت- یکپارچه‌کننده سیستم بین استان و شهرستان	راه شریانی درجه دو، می‌تواند دو خطه، چند خطه جدانشده یا جداشده باشد. تفاوت مهم راه شریانی درجه دو با درجه یک و آزادراه در نحوه تامین و کنترل دسترسی‌ها است.	راه اصلی جداشده راه اصلی درجه ۱ و ۲
ج/ت	درجه ۱ (اصلی)	الف- برقرارکننده ارتباط بین شهرهای داخل شهرستان ب- برقرارکننده ارتباط بین مولدهای ترافیکی مهم در یک استان مانند پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، مراکز و شهرک‌های صنعتی، مراکز کشاورزی، مراکز آموزشی به شهرها و معادن مهم پ- کریدور سفرهای مهم داخل شهرستان	میزان جابه‌جایی و دسترسی به یک مقدار مورد توجه قرار می‌گیرد. طول سفرها کوتاه‌تر از شریانی است. راه جمع‌کننده درجه ۱، معمولا دو خطه است ولی در برخی موارد می‌تواند بر اساس ترافیک عبوری تعداد خطوط آن افزایش یابد.	راه اصلی درجه ۲ راه فرعی درجه ۱
	درجه ۲ (فرعی)	الف- تامین‌کننده دسترسی به شبکه راه شهرستان ب- برقرارکننده ارتباط بین یک بخش یا دهستان یا چندین روستا به راه با طبقه‌بندی بالاتر یا به شهر پ- جمع‌کننده ترافیک راه‌های با طبقه‌بندی پایین و انتقال‌دهنده به راه-های با طبقه‌بندی بالاتر	ارتباط بین راه‌های جمع‌کننده/توزیع‌کننده اصلی و راه‌های محلی را برقرار می‌کنند.	راه فرعی درجه ۱ و ۲
محلی	محلی و روستائی	الف- برقرارکننده ارتباط بین روستاها با یکدیگر ب- برقرارکننده ارتباط بین روستاها و یا زمین‌های مجاور با راه‌های با طبقه بالاتر	بالاترین سطح دسترسی و کمترین میزان جابه‌جایی	راه فرعی درجه ۲ و ۳
	محلی ویژه	جاده‌های دسترسی به مناطق تفریحی و یا جاده‌های معادن، راه‌های جنگلی‌جاده‌های سرویس محلی و جاده‌های دفن زباله را شامل می‌شود.	به دلیل ماهیت خاص این راه‌ها و وسایل نقلیه آنها طبقه جداگانه‌ای از راه محلی می-باشند. این نوع راه محلی، دو خطه یا یک خطه است.	-

راههای بافت برون‌شهری شامل نواحی با کمترین تراکم، خانه‌ها یا سازه‌های کمتر، کاربریهای غیرمسکونی، غیرتجاری و غیرصنعتی و یا بسیار کم و معمولاً فواصل عقب نشینی ساختمانها زیاد است. بافت‌های برون‌شهری ممکن است شامل زمین‌های توسعه نیافته، مزارع، مناطق تفریحی روباز، و یا سایر نواحی توسعه یافته با تراکم کمتر است. اغلب جاده ها در مناطق برون‌شهری از نوع بافت‌های برون‌شهری هستند.

omoorepeyman.ir

راههای بافت شهرک برون‌شهری شامل راههایی است که در ناحیه برون شهری‌اند و دارای اجتماعی توسعه یافته‌اند. شهرکهای برون‌شهری عموماً تراکم توسعه‌ی کمی با کاربریهای متنوع، پارکهای حاشیه‌ای، و پیاده‌روهای حاشیه‌ای در برخی از خیابان‌ها و عقب‌نشینی کم سازه‌ها دارند. شهرکهای برون‌شهری ممکن است شامل محله‌های مسکونی، مدارس، تسهیلات صنعتی و نواحی تجاری کنار خیابانی اصلی باشد که هر یک از آنها چالش های طراحی متفاوتی دارند و سطوح متفاوتی از اقدامات مربوط به عابر پیاده و دوچرخه را ارائه می‌دهند. در عبور راه برون شهری از بافت شهرک، راه برون‌شهری در ورود به شهر یا سایر اجتماعهای برون‌شهری، آن‌چنان تغییر رفتار می‌دهد که طراحی در چنین مکانی نه تنها باید نیازهای سفرهای عبوری را تأمین نماید، بلکه باید متناسب با نیازهای ساکنان این نواحی باشد. انتظارات مربوط به سرعت در رانندگان عبوری در زمان ورود به شهرکهای تغییر می‌کند. جزئیات طرح راه در بافت شهرک برون‌شهری در بخش مربوط به راههای محلی، ج/ت، و شریانی اشاره شده است.

در حقیقت چارچوب طراحی راه بر مبنای طبقه‌بندی عملکردی و بافت راه شرح جدول (۳-۲) است. شایان ذکر است که چون طبقه آزادراه در بافت شهرک برون‌شهری وجود ندارد، هفت نوع راه متصور است.

جدول ۳-۲- چارچوب طرح راه بر اساس طبقه‌بندی عملکردی و بافت راه

طبقه‌بندی عملکردی	طبقه‌بندی بافت راه	
	برون‌شهری	شهرک برون‌شهری
راه محلی	✓	✓
راه ج/ت	✓	✓
راه شریانی	✓	✓
آزادراه	✓	-

علی رغم اینکه طبقه عملکردی و بافتی اطلاعات کلی در خصوص رفتار راه ارائه می‌دهند، شرایط راه می‌تواند تغییرات شگرفی در همین طبقه‌بندی‌ها داشته باشد. لذا لازم است به جنبه‌های تنوع کاربران راه، نوع پروژه اعم از احداث یا بهسازی، انعطاف‌پذیری در طرح، و طراحی عملکرد-مبنا به عنوان سایر متغیرهای اثرگذار در طراحی توجه نمود.

۳-٤- طبقه‌بندی راه بر اساس عوارض زمین طبیعی

در این آئین‌نامه عوارض زمین طبیعی بر اساس شیب آنها طبقه‌بندی می‌شود. با توجه به مرحله مطالعات، عرض دالان مشخص می‌شود (مثلاً ۱± کیلومتر برای مرحله اول) و طول قطعات حداقل ۱۰ کیلومتر می‌باشد. ملاک در نظر گرفتن عوارض طبیعی برای کلیه مناطق به شش دسته طبقه‌بندی می‌شود: ٪۵ و پهن تر، ٪۵ تا ٪۳۳، ٪۳۳ تا ٪۷۰، ٪۷۰ تا ٪۱۱۰ و بیش از ۱۱۰ درصد طبقه‌بندی می‌شود. خط بزرگترین شیب منطقه محیط بر دالان راه جهت تعیین عوارض لحاظ می‌شود. سهم غالب به دست آمده نوع عوارض زمین طبیعی را تعیین می‌کند.

omoorepeyman.ir

فصل چهارم

معیارها و عوامل کنترل‌کننده طرح

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

٤-١- مقدمه

طراح هندسه مسیر باید شناخت کافی از عوامل مؤثر بر طرح مسیر مانند محیط، کاربران، خودروها و غیره داشته باشد. همچنین باید نکات مربوط به اجرا مانند ساخت مرحله‌ای مسیر و یا محلهای تامین و یا انبارکردن مصالح را مورد توجه قرار دهد. مجموعه این عوامل تحت عنوان معیارها وکنترلهای طراحی لحاظ شده است.

انتخاب معیارها و کنترلهای طراحی پایه در فرآیند انجام پروژه ملاحظه می‌شود و باید نیازهای همه روشهای حمل و نقل را برای جامعه و بافتی در نظر بگیرد که پروژه در آن قرار دارد. با پیشرفت پروژه از مرحله مقدماتی تا مرحله نهایی، فرضیات اولیه با جزئی شدن اطلاعات بازنگری می شوند. طراح باید با به‌کارگیری مبانی طراحی این فصل و سایر معیارهایی که در فصول بعدی به آنها پرداخته شده است، معیارهای طراحی را انتخاب کرده و طرح راه را برای همه کاربران راه و با توجه به محدودیتهای پروژه ارائه نماید. ایجاد تعادل برای همه کاربران تسهیلات حمل و نقل بر حسب محل پروژه و نوع پروژه (نوسازی و بهسازی) تغییر می‌کند.

٤-٢- فاکتورهای انسانی و عملکردی رانندگان

طراحی راه باید با توان و محدودیت‌های رانندگان سازگار باشد، در غیر این صورت امکان خطای رانندگان بالا رفته و منجر به تصادفات و ناکارآمدی در بهره‌برداری از راه می‌شود. مهمترین نکاتی که در این خصوص مورد توجه قرار می‌گیرند، عبارتند از:

* ویژگی‌های رانندگان مسن؛
* عمل و وظیفه رانندگی؛
* سیستم اطلاع رسانی به رانندگان؛
* نحوه دریافت و پردازش اطلاعات توسط رانندگان؛ و
* خطای راننده.

جمعیت رانندگان مسن متناسب با جمعیت کشور در حال افزایش است. افزایش سن سبب کاهش قدرت بینایی در شب و افزایش زمان درک و عکس‌العمل می‌شوند. عمل رانندگی بستگی به کارگیری صحیح اطلاعات دریافتی دارد. رانندگان اطلاعات دریافتی را با اطلاعاتی که از قبل دارند مقایسه می‌کنند و بر آن اساس تصمیم گیری می‌کنند. عمل رانندگی سه سطح دارد: کنترل وسیله نقلیه (شامل کنترل فرمان و سرعت)، هدایت وسیله نقلیه (بر اساس پیمایش مسیر یا هم‌پیمایی با سایر وسایل نقلیه) و ناوبری (برنامه ریزی سفر). رانندگان اطلاعات دریافتی را یا از منابع رسمی مانند ابزارهای کنترل ترافیک دریافت می‌کنند یا از طریق منابع غیررسمی مانند مشخصات راه و ویژگیهای طرح حاشیه راه اعم از درزهای روسازی، خطوط درختان، ترافیک، حفاظهای ترافیکی، و پایه های تابلوها، و پایه‌های پل و ... . رانندگان برای جمع آوری اطلاعات از تمام حواس خود استفاده می کنند. اکثر اطلاعات به صورت بصری از طریق مشاهده مسیر، خط کشی و تابلوها دریافت می شود و لذا رانندگان در حین رانندگی چند عمل را همزمان انجام می دهند. اطلاعات دریافتی برای پردازش نیاز به زمان دارند. این زمان که همان زمان عکس‌العمل راننده است با توجه به پیچیدگی و حجم اطلاعات دریافتی افزایش می یابد و بنابراین احتمال خطا بالا می رود. این شرایط زمانی که راننده با وضعیت غیرقابل انتظار مواجه می‌شود بغرنج تر نیز می‌گردد. در شکل (۴-۱) زمان عکس العمل رانندگان بر اساس انتظارات آنها و حجم اطلاعات دریافتی آنها نمایش داده شده است. یکی از مهمترین روش‌ها در کمک به عملکرد صحیح رانندگان، طراحی مسیر مطابق با انتظارات متداول آنان است. به عنوان مثال رانندگان انتظار دارند، خروجی تبادل در سمت راست آزادراه‌ها باشد. وجود چنین حالتی به عکس‌العمل‌های صحیح و سریع کمک

omoorepeyman.ir

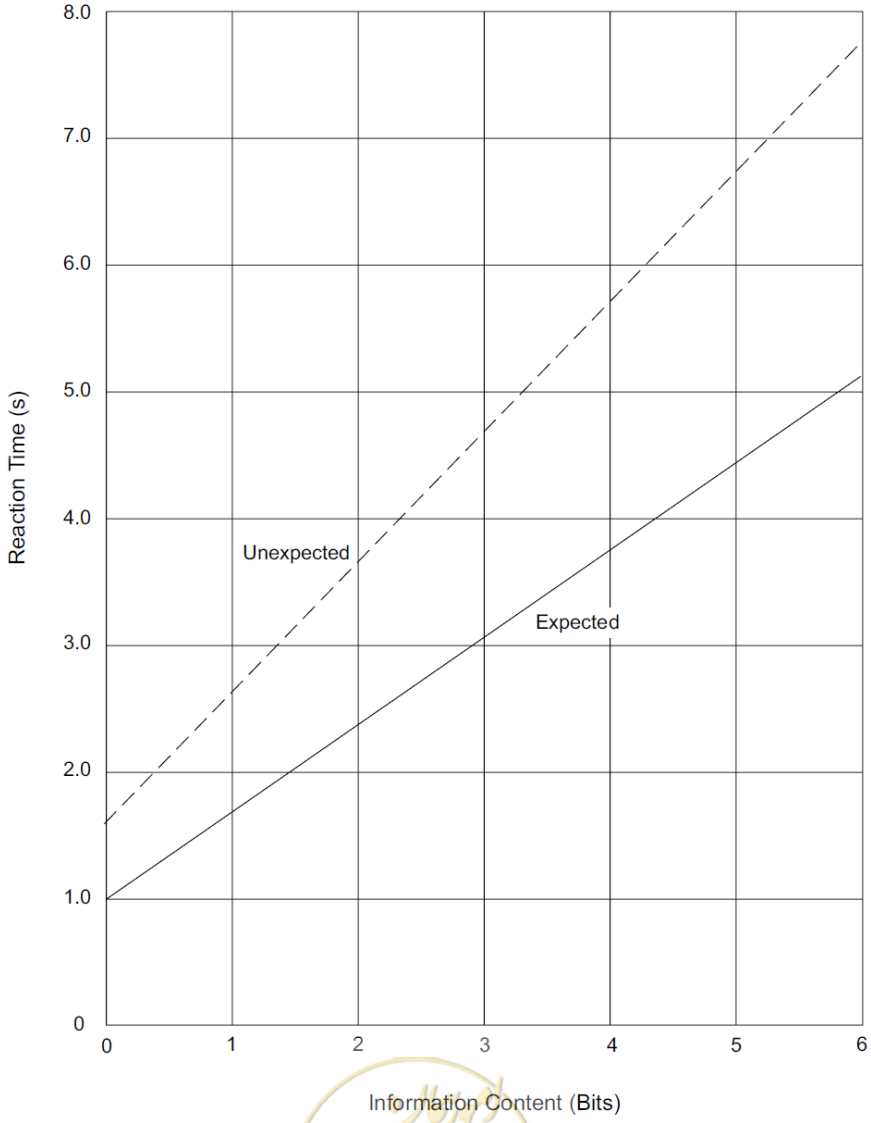
می‌کند. هنگامی که راننده اطلاعات مورد انتظار را از علایم به دست می‌آورد، عملکردش به سمت صحیح است. ولی چنانچه راننده آنچه را که انتظار دارد، دریافت نکند و یا اطلاعات غیرمنتظره‌ای را دریافت کند، ممکن است دچار سردرگمی شود. این سردرگمی می‌تواند منجر به بروز رفتارهای پرخطر شود.

البته اطلاعات دریافتی رانندگان بر مبنای اهمیت آنها برای راننده تقدم دارند. خطاهای راننده همچنین ممکن است ناشی از کهولت سن و فزونی اطلاعات دریافتی نسبت به ظرفیت پردازش راننده رخ دهند. اثر سرعت نیز برای دریافت و پردازش اطلاعات با توجه به کاهش میدان دید، محدود کردن دید پیرامونی و زمان لازم جهت دریافت اطلاعات بسیار حایز اهمیت است.

تبصره ۱. طرح مسیر باید به اندازه‌ای بخشنده باشد که خطای احتمالی راننده سبب حداقل خسارات و تصادفات شود.

تبصره ۲. باید دقت شود که یکنواختی طراحی در قطعه‌های راه (به ویژه قطعه‌های مجاور) حفظ شود.

تبصره ۳. عملی‌ترین روش در طراحی متناسب با شرایط رانندگان مسن، افزایش فاصله دید است که می‌توان با استفاده از فاصله دید انتخاب، آن را اعمال کرد. اگر تأمین فاصله دید انتخاب عملی نباشد، افزایش علائم پیش‌آگاهی می‌تواند مؤثر باشد.



شکل ٤-۱- زمان عکس العمل هشتادو پنجمین درصد به اطلاعات قابل انتظار و غیر منتظره

omoorepeyman.ir

٤-۳- ویژگیهای ترافیک

طرح کف راه و مشخصات آن باید به وضوح حجم ترافیک، عملکرد عملیاتی، و ویژگیهای کاربران همه شیوه‌های حمل‌ونقل را در نظر بگیرد. همه اطلاعات باید با هم در نظر گرفته شوند. در این بین اطلاعات ترافیکی اعم از حجم ترافیک (شامل ترافیک روزانه، ساعتی و موارد مرتبط با آنها)، ترکیب ترافیک، چگالی، و انواع سرعت در عناصر طرح هندسی اثرگذارند.

همچنین سرعت نیز انواع مختلفی اعم از سرعت عملیاتی، سرعت حرکت، سرعت طرح، سرعت سفر، و غیره دارد که طراح باید متناسب با آن تسهیلات راه را با اعمال جنبه‌های ایمنی در نظر بگیرد. در نهایت روابط جریان ترافیک برای راه جهت تحلیل خصوصیات ترافیکی عناصر هندسی راه نیاز است.

٤-۳-۱- سرعت طرح

سرعت طرح، سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (قوس افقی، قوس قائم، شیب طولی و....) قطعه مورد نظر راه انتخاب می‌شود. علاوه بر سرعت طرح، می‌توان به سرعت عملکردی و سرعت حرکت اشاره کرد.

سرعت عملکردی، سرعتی است که در شرایط آزاد جریان ترافیکی، رانندگان وسیله نقلیه این سرعت را انتخاب می‌کنند و برای هر یک از اجزای مسیر در شرایط آزاد جریان ترافیکی، برابر سرعتی است که ۸۵ درصد از رانندگان، سرعت معادل با آن و یا کمتر را انتخاب می‌کنند.

سرعت حرکت، حاصل تقسیم طول قطعه راه بر زمان مورد نیاز وسیله نقلیه برای پیمودن این قطعه می‌باشد. متوسط سرعت حرکت، مجموع فاصله طی شده توسط وسایل نقلیه در قطعه‌ای از راه تقسیم بر مجموع زمان‌های حرکت آنها، در طی یک دوره زمانی مشخص می‌باشد. متوسط سرعت حرکت، مناسب‌ترین معیار سرعت برای تعیین سطح کیفیت ترافیک (سطح سرویس) و هزینه‌های کاربران است.

٤-۳-۱-۱- انتخاب سرعت طرح

انتخاب سرعت طرح یکی از مهمترین معیارهای طراحی است. عوامل و معیارهای مؤثر در انتخاب سرعت طرح عبارتند از:

* وضعیت پستی و بلندی منطقه طرح،
* طبقه بندی عملکردی راه،
* کاربری زمین‌های مجاور،
* شرایط اقتصادی،
* انتظار و تمایلات رانندگان،
* نوع و حجم ترافیک،
* منظرآرایی مسیر، و
* کاربران مسیر.

omoorepeyman.ir

بسته به این عوامل، سرعت طرح می‌تواند از ۲۰ تا ۱۴۰ کیلومتر در ساعت و به صورت مضربی از ۱۰ باشد. از سرعت‌های طرح پایین‌تر برای مناطق شیبهای تند زمین و راه‌هایی با اهمیت عملکردی پایین تر و از سرعت‌های طرح بالاتر برای مناطق با شیبهای ملایم زمین با اهمیت عملکردی بالاتر استفاده می‌شود.

با در نظر گرفتن عوامل فوق، بیشترین سرعت ممکن به عنوان سرعت طرح انتخاب می‌شود، مگر آنکه موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب کند.

تبصره ۱. سرعت طرح انتخابی، در طرح همه اجزای راه و ویژگی‌های آن باید مورد توجه قرار گیرد. این توجه به ویژه برای ویژگی‌هایی که به طور مستقیم با سرعت طرح ارتباط ندارد مانند عرض خطوط عبور، شانه‌ها و فاصله آزاد جانبی، از اهمیت بیشتری برخوردار است.

تبصره ۲. سرعت طرح انتخابی نباید با سرعت عملکردی (که در مرحله بهره‌برداری راه قابل اندازه‌گیری است)، تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد.

تبصره ۳. در راه‌هایی با طول زیاد، تغییر سرعت‌های طرح انتخابی برای قطعات مختلف راه نباید به صورت ناگهانی انجام شود. این تغییر باید به تدریج و در طول کافی باشد تا امکان تغییر تدریجی سرعت برای رانندگان، قبل از رسیدن به قطعه با سرعت طرح کمتر فراهم شود (جدول ۴-۷). اختلاف سرعت طرح دو قطعه متوالی از یک مسیر نباید بیشتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت باشد. در هر حال تغییرات سرعت بیش از ۱۰ کیلومتر در ساعت در دو قطعه مجاور باید تابلو، علائم و تجهیزات ایمنی مناسب در طول معین برای کاهش سرعت برنامه‌ریزی شود.

تبصره ۴. سرعت طرح انتخابی بیشتر از سرعت مجاز می‌باشد.

سرعت طرح برای انواع راه‌ها در جداول (۴-۲) تا (۴-۵) ارایه شده است.

جدول ٤-۲- سرعت طرح آزادراه‌ها

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)
۵-۰	۱۴۰-۹۰
۳۳-۵	۱۳۰-۹۰
۷۰-۳۳	۱۲۰-۸۰
۱۱۰-۷۰	۱۰۰-۸۰
۱۱۰≤	۹۰-۸۰

جدول ٤-۳- سرعت طرح راههای شریانی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)
۵-۰	۱۲۰-۱۰۱
	۱۰۰-۸۰
۳۳-۵	۱۰۰
	۹۹-۸۰
۷۰-۳۳	۸۰-۷۰
۱۱۰-۷۰	۸۰-۷۰
۱۱۰≤	۸۰-۷۰

omoorepeyman.ir

جدول ٤-٤- سرعت طرح راه‌های جمع‌کننده

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	سرعت طرح (kph) بر اساس ADT		
		کمتر از ۴۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ و بیشتر
۵-۰	۸۰-۷۱	۶۰	۷۰	۸۰
	۷۰-۶۰			
۳۳-۵	۸۰-۷۱	۶۰	۶۰	۸۰
	۷۰-۶۰			
۷۰-۳۳	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰
۱۱۰-۷۰	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰
۱۱۰≤	۶۰-۵۰	۵۰	۵۰	۶۰

جدول ٤-٥- سرعت طرح راه‌های محلی و روستائی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	سرعت طرح (kph) بر اساس ADT				
		کمتر از ۵۰	۵۰ تا ۲۵۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	۴۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ و بیشتر
۵-۰	۶۰-۴۰	۳۰	۵۰	۶۰	۶۰	۶۰
	۳۹-۳۰					
۳۳-۵	۶۰-۴۰	۳۰	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰
	۳۹-۳۰					
۷۰-۳۳	۵۰-۴۱	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰
	۴۰-۳۰					
۱۱۰-۷۰	۵۰-۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰
۱۱۰≤	۵۰-۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۵۰

٤-۳-۱-۲- کنترل طرح راه در یک قطعه

سرعت طرح در هر قطعه از راه ترجیحاً بهتر است ثابت باشد. جهت بررسی انسجام اجزای مختلف هندسی طرح، در طراحی باید دیاگرام تغییرات سرعت عملکردی در طول مسیر ترسیم شود و مقادیر تغییرات سرعت عملکردی **در هر قطعه راه** با مقادیر مجاز به شرح جدول (۴-۶) کنترل شود. همچنین طول قطعات با سرعت طرح ثابت نیز در جدول ۴-۷ نشان داده شده است.

جدول ٤-٦- مقادیر مجاز تغییر سرعت عملکردی راه در داخل قطعه

تغییرات سرعت عملکردی (km/hr)	ریسک ایمنی
≤۱۰	کم
۲۰-۱۰	متوسط
۲۰<	زیاد

omoorepeyman.ir

جدول ٤-۷- طول قطعات و تغییرات سرعت بین قطعات مجاور

طبقه عملکردی راه	حداقل طول قطعات با سرعت ثابت* (کیلومتر)	حداکثر تغییرات سرعت طرح بین قطعات مجاور (کیلومتر بر ساعت)
آزادراه	۲۰	۱۰
راه شریانی	۱۵	۱۵
راه جمع‌کننده	۱۰	۱۰
راه محلی	۱۰	۵

*: در صورتی‌که طول قطعه کمتر از اعداد جدول باشد، طول قطعه ملاک عمل قرار می گیرد.

٤-۳-۱-۳- سرعت طرح در تونل‌ها

به دلایل اقتصادی، عموماً تعیین ابعاد کافی برای مقطع عرضی و تجهیزات تونل به منظور حذف معایب ناشی از تغییر محیط ناگهانی هنگام ورود راننده، غیرممکن است. لذا سرعت طرح برای تونل، اغلب از سرعت طرح راهی که تونل در آن قرار گرفته، کمتر است. مقدار انتخاب شده سرعت طرح نه تنها در تعیین مشخصات هندسی تونل دخالت می‌کند، بلکه در موارد زیر نیز مؤثر است.

۱- طول مربوط به روشنایی اضافی ورودی.

۲- آغاز روشنایی کمتر در جایی که فاصله دید از فاصله دید توقف بیشتر باشد.

۳- عمل فشرده شدن هوای تونل به وسیله وسایل نقلیه (اثر پیستونی وسایل نقلیه در امر تهویه).

۴- آلودگی هوای تونل.

سرعت طرح تونل‌ها در آزادراه‌ها، و راه‌های شریانی جداشده، حداقل ۸۰ کیلومتر در ساعت، در سایر راه‌ها حداقل ۶۰ کیلومتر است. البته سرعت مجاز در عمل با توجه به جنبه‌های ترافیکی و محیطی راه می‌تواند اعمال گردد.

٤-٤- ظرفیت و سطح سرویس راه

اصطلاح ظرفیت راه عبارت است از حداکثر نرخ ساعتی که انتظار می‌رود اشخاص یا وسایل نقلیه به طور منطقی از یک نقطه (مثلاً مقطع یکنواختی از یک خط عبور یا مسیر) در بازه زمانی معین تحت شرایط حاکم ترافیکی و راه عبور نماید. در این بین تحلیل ظرفیت راه کاربردهای مختلفی از جمله: مطالعات برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، طرح کف راه، و تحلیل عملیاتی ترافیک می‌تواند داشته باشد. همچنین تعیین مشخصات راه بر مبنای معیارهای تراکم و درجه قابل قبولی از تراکم باید انجام گیرد. مهمترین معیار تراکم سطح سرویس‌دهی ترافیک است که برای افق طرح بهره‌برداری به شرح جدول ۴-۷ باید در نظر گرفته شود.

جدول ٤-۷- انتخاب سطح سرویس طرح

طبقه عملکردی راه	سطح سرویس برای ترکیب مشخص نوع بافت و نوع زمین					
	بافت برون‌شهری بر اساس خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)					بافت شهرک برون‌شهری
	۵-۰	۳۳-۵	۷۰-۳۳	۱۱۰-۷۰	≤۱۱۰	
آزادراه	B	B	C	C	C	C یا D
راه شریانی	B	B	C	C	C	C یا D
راه جمع‌کننده	C	C	D	D	D	D
راه محلی	D	D	D	D	D	D

omoorepeyman.ir

٤-٥- خودروی طرح

ویژگیهای فیزیکی و سهم انواع وسایل نقلیه که از راه استفاده می‌کنند، بر طرح هندسی راه مؤثر است. بنابراین انتخاب خودروی طرح، یکی از مهمترین گامها در مطالعات طرح هندسی راه است. برای طرح هندسی راهها و تعیین اجزای هندسی آن (مانند شعاع حداقل گردش افقی، فواصل دید، حداقل عرض و ارتفاع آزاد) از خودروی طرحی استفاده می‌شود که در بین خودروهای استفاده کننده از راه، بیشترین تأثیر را بر طرح هندسی دارد. به هر حال در طرح هندسی، هر وسیله طرح دارای ابعاد فیزیکی بزرگتر و شعاع گردش حداقل بزرگتری از اکثر وسایل‌نقلیه طبقه بندی خودش است. لذا انتخاب ابعاد خودروی طرح، کمی محافظه کارانه است. در طرح آزادراهها معمولاً بزرگترین خودروی عبوری برای طرح در نظر گرفته می‌شود.

٤-٥-١-انواع خودروی طرح

برای تعیین برخی از اجزای هندسی راه، لازم است به طور دقیق به مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه، توجه شود. در این دستورالعمل، برای طرح راه از چهار گروه خودرو استفاده شده است:

- سواری و کامیون (تک کابین)،
- اتوبوس،
- تریلی، و
- وسایل نقلیه تفریحی.

شایان ذکر است که در هر گروه بزرگترین وسیله آن گروه به عنوان وسیله طرح در نظر گرفته می شود. گروه سواری و کامیون شامل سه دسته هستند: سواری و کامیون نوع ۱ (دو محور) و ۲ (سه محور). گروه اتوبوس خود به دو دسته نوع ۱ و نوع ۲ دسته بندی می شود که هر دو سه محور هستند. گروه تریلی دارای سه دسته نوع ۱ (چهار محور)، نوع ۲ و نوع ۳ (هر دو پنج محور) می باشد. برای وسایل نقلیه تفریحی با توجه به شرایط کشور فقط یک نوع سواری با قایق یدک کش در مناطق ساحلی وجود دارد. لذا در کل ۹ خودرو طرح در نظر گرفته شده است. طراح باید متناسب با ترکیب ترافیکی مورد نظر، یک یا چند خودرو را به عنوان وسیله طرح در نظر بگیرد. اگر در محلی وسیله نقلیه‌ای مکرراً عبور نماید، طراح می‌تواند بر اساس مشخصات ابعاد و گردشی آن را به عنوان وسیله طرح را در نظر گیرد.

٤-٥-٢-حداقل مسیر گردش برای خودروهای طرح

حداقل شعاع گردش، برای ۹ نوع خودرو طرح در شکلهای (۴-۲) تا (۴-۱۰) نشان داده شده است. ابعاد اصلی که در طرح هندسی تأثیر می‌گذارد، عبارت است از: حداقل شعاع گردش مرکز محور جلویی، فاصله بیرون-تا-بیرون عرض خودرو، فاصله محور جلو تا عقب، و مسیر گردش تایر عقب داخلی قوس افقی. مشخصات ابعادی و کوچکترین شعاع گردش در جدول (۴-۸) ارائه شده است. تاثیر ویژگیهای راننده اعم از سرعت گردش و زاویه لغزش چرخ[1] زمانی که سرعت خودرو در شعاع حداقل گردش کمتر از ۱۵ کیلومتر در ساعت است کمینه می گردد. عرض مسیر گردشی نیز در تندترین شعاع گردش با مسیر پیش آمدگی جلوی بیرونی و مسیر چرخ عقبی

[1] Slip Angle of Wheels

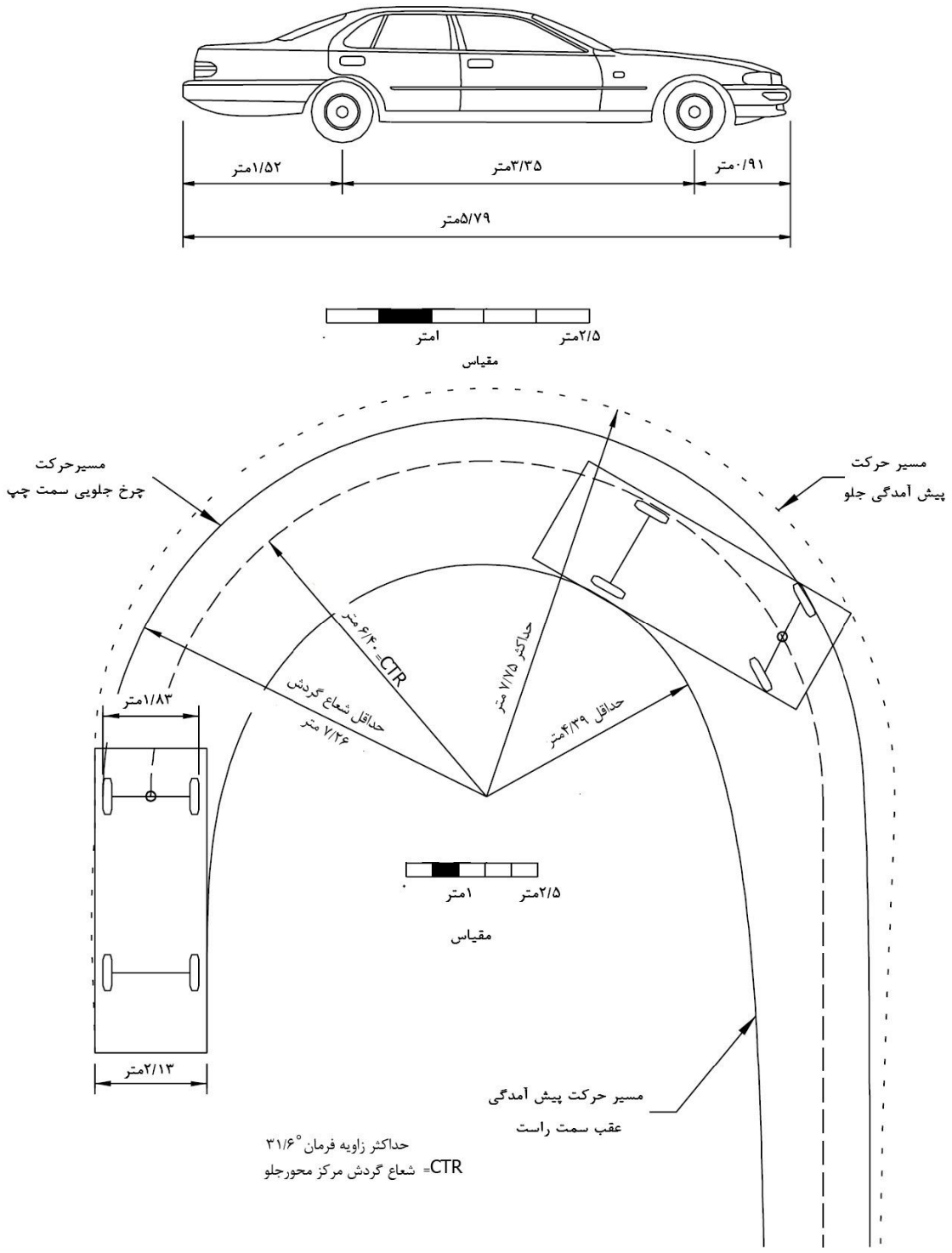
omoorepeyman.ir

داخلی ایجاد می شود. در جدول (۴-۸) مقادیر حداقل شعاع گردش بیرونی، داخلی و مرکز محور جلویی نیز ارائه شده است. کامیون و اتوبوس نسبت به سواری طرح، عرض بیشتری دارند و فاصله محور جلو و عقب و همچنین حداقل شعاع گردش آنها نیز بیشتر است. کامیونها، در موقع گردش، به خط عبور پهنتری نسبت به اتوبوسها نیاز دارند. شعاعهای گردش حداقل مندرج در جدول (۴-۸) برای سرعتهای تا ۱۵ کیلومتر در ساعت (سرعت طرح حداقل مسیر گردشی)، ارائه شده اند. برخی از شعاع دیگر عبارتند از شعاع گردش جدول-تا-جدول (شعاع گردش تایر بیرونی)، شعاع گردش دیوار-تا-دیوار (شعاع گردش مسیر لبه پیش‌آمدگی جلویی بیرونی) و عرض مسیر جاروب شده (عرض کل اشغال شده خودرو در گردش). در بیشتر راههایی که محل عبور کامیون است، به ویژه در محلهایی که گردشها با استفاده از جریانبندی به کمک جزیره و جدول انجام می‌شود، این شعاع‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در معابری که تریلی به ندرت از آنها عبور می‌کند، عرض روسازی بهتر به اندازه کافی در نظر گرفته شود که خودرو مذکور بتواند از آن عبور کند. اگرچه طرح راه بر مبنای وسیله نقلیه‌ای انجام می‌شود که استفاده‌کننده اصلی راه است، اما راه بهتر است برای بزرگترین خودرویی که ممکن است از آن عبور کند، کنترل شود تا خودروی مذکور، هرچند با تجاوز به شانه یا خطوط عبور مجاور، ولی با ایمنی و بدون خطر، قادر به عبور از آن باشد. در کل محورها باید تمهیدات لازم جهت خدمات‌رسانی وسایل نقلیه اضطراری اعم از خودروهای آتشنشانی، آمبولانس، نیروی انتظامی و ... دیده شود.

جدول ٤-٨- مشخصات ابعاد و شعاع گردش وسیله طرح (متر)

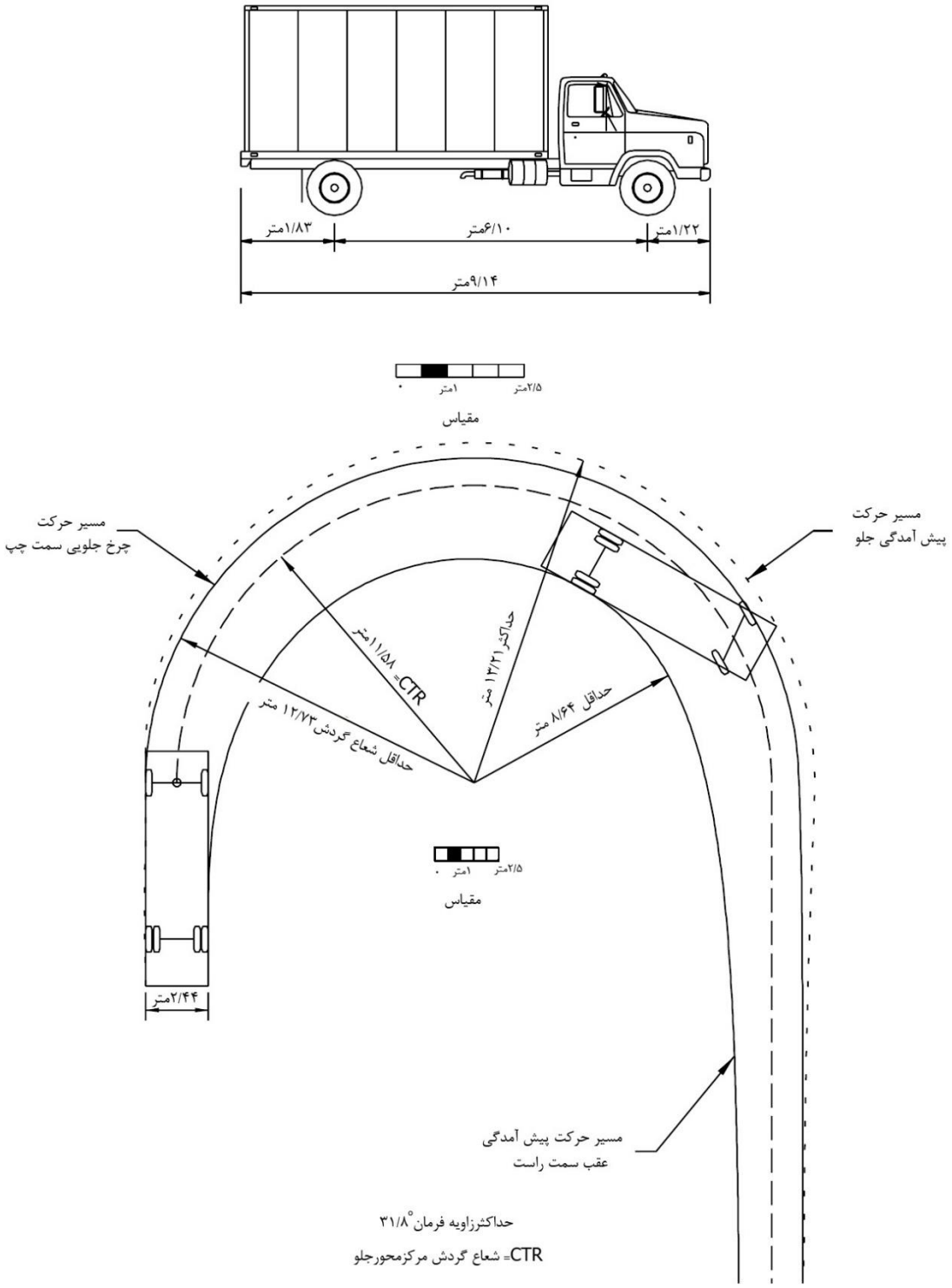
ردیف	گروه خودرو	نوع وسیله طرح	ارتفاع	عرض	طول کلی	پیش آمدگی جلو	پیش آمدگی عقب	فاصله محور جلو تا عقب	فاصله محور جلو تا عقب (در تریلر)	حداقل شعاع گردش داخلی	شعاع گردش مرکز محور جلویی	حداقل شعاع گردش خارجی	شعاع مسیر لبه پیش‌آمدگی جلویی بیرونی	شعاع مسیر لبه پیش‌آمدگی جلویی بیرونی با جا دوچرخه ای
۱	الف	سواری	۱٫۳۰	۲٫۱۳	۵٫۷۹	۰٫۹۱	۱٫۵۲	۳٫۳۵	–	۴٫۳۹	۶٫۴۰	۷٫۲۶	۷٫۷۵	–
۲		کامیون نوع ۱	۳٫۳۵-۴٫۱۱	۲٫۴۴	۹٫۱۴	۱٫۲۲	۱٫۸۳	۶٫۱۰	–	۸٫۶۴	۱۱٫۵۸	۱۲٫۷۳	۱۳٫۲۱	–
۳		کامیون نوع ۲	۳٫۳۵-۴٫۱۱	۹٫۱۴	۱۲٫۰۴	۱٫۲۲	۳٫۲۰	۷٫۶۲	–	۱۱٫۰۹	۱۴٫۴۶	۱۵٫۶۰	۱۶٫۰۸	–
۴	ب	اتوبوس نوع ۱	۳٫۶۶	۲٫۵۹	۱۲٫۳۶	۱٫۹۳	۲٫۷۳	۷٫۷۰	–	۷٫۴۱	۱۱٫۵۳	۱۲٫۷۰	۱۳٫۶۲	۱۴٫۱۸
۵		اتوبوس نوع ۲	۳٫۶۶	۲٫۵۹	۱۳٫۸۶	۱٫۸۹	۲٫۷۳	۸٫۶۹	–	۷٫۵۴	۱۲٫۲۵	۱۳٫۴۰	۱۴٫۳۳	۱۴٫۹۱
۶	ج	تریلی نوع ۱	۴٫۱۱	۲٫۴۴	۱۳٫۸۷	۰٫۹۱	۱٫۳۷	۳٫۸۱	۷٫۷۷	۵٫۸۸	۱۰٫۹۷	۱۲٫۱۶	۱۲٫۴۲	–
۷		تریلی نوع ۲	۴٫۱۱	۲٫۵۹	۲۱٫۰۳	۱٫۲۲	۱٫۳۷	۵٫۹۴	۱۲٫۵۰	۲٫۲۵	۱۲٫۵۰	۱۳٫۶۶	۱۴٫۱۱	–
۸		تریلی نوع ۳	۴٫۱۱	۲٫۵۹	۲۲٫۴۰	۱٫۲۲	۱٫۳۷	۵٫۹۴	۱۳٫۸۷	۰٫۵۹	۱۲٫۵۰	۱۳٫۶۶	۱۴٫۱۱	–
۹	د	سواری با یدک قایق	–	۲٫۴۴	۱۲٫۸۰	۰٫۹۱	۲٫۴۴	۳٫۳۵	–	۲٫۴۴	۶٫۴۰	۷٫۲۶	۷٫۷۵	–

omoorepeyman.ir



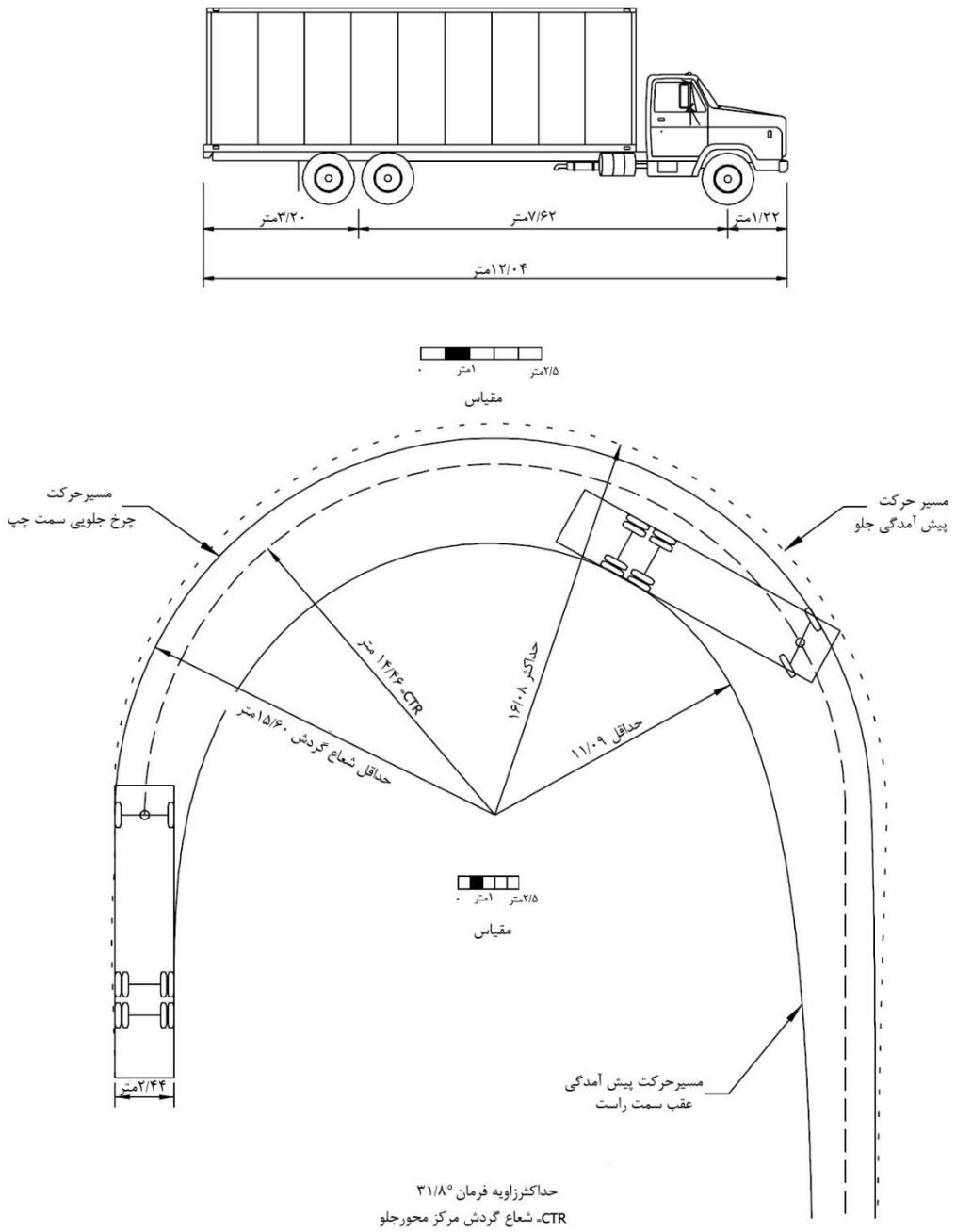
شکل ٤-۲- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح سواری

omoorepeyman.ir



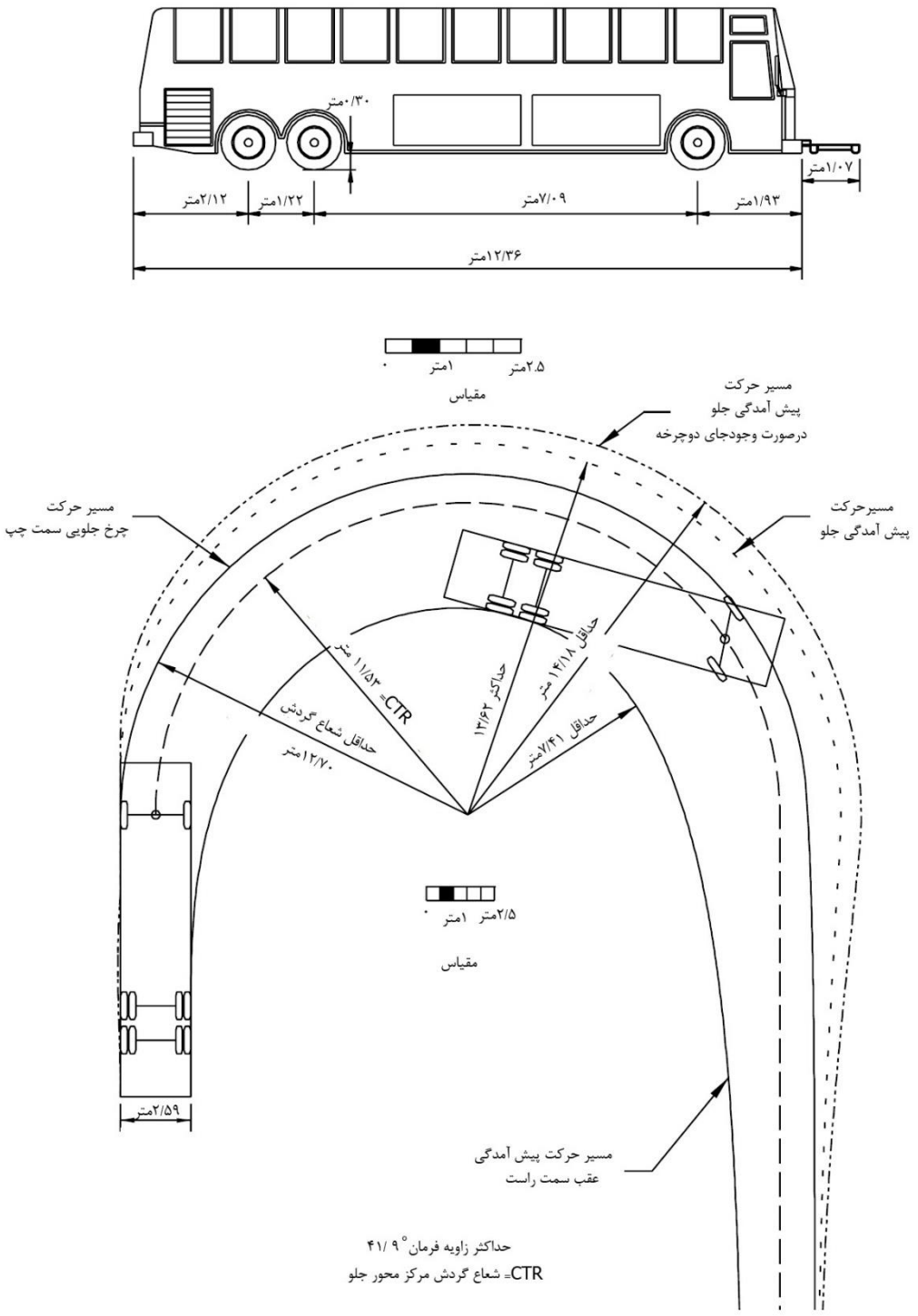
شکل ٤-۳- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح کامیون نوع ۱

omoorepeyman.ir



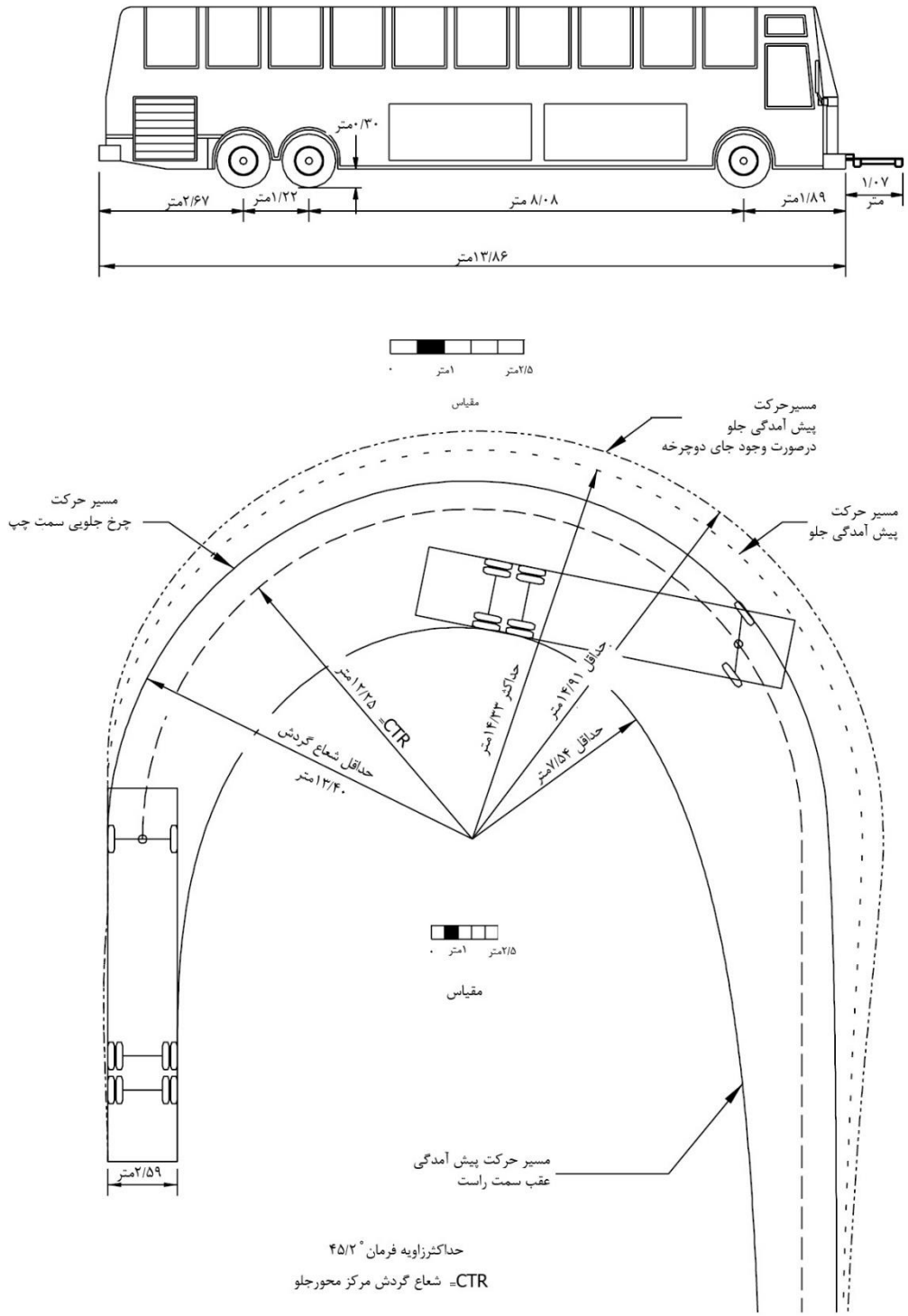
شکل ٤-٤- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح کامیون نوع ۲

omoorepeyman.ir



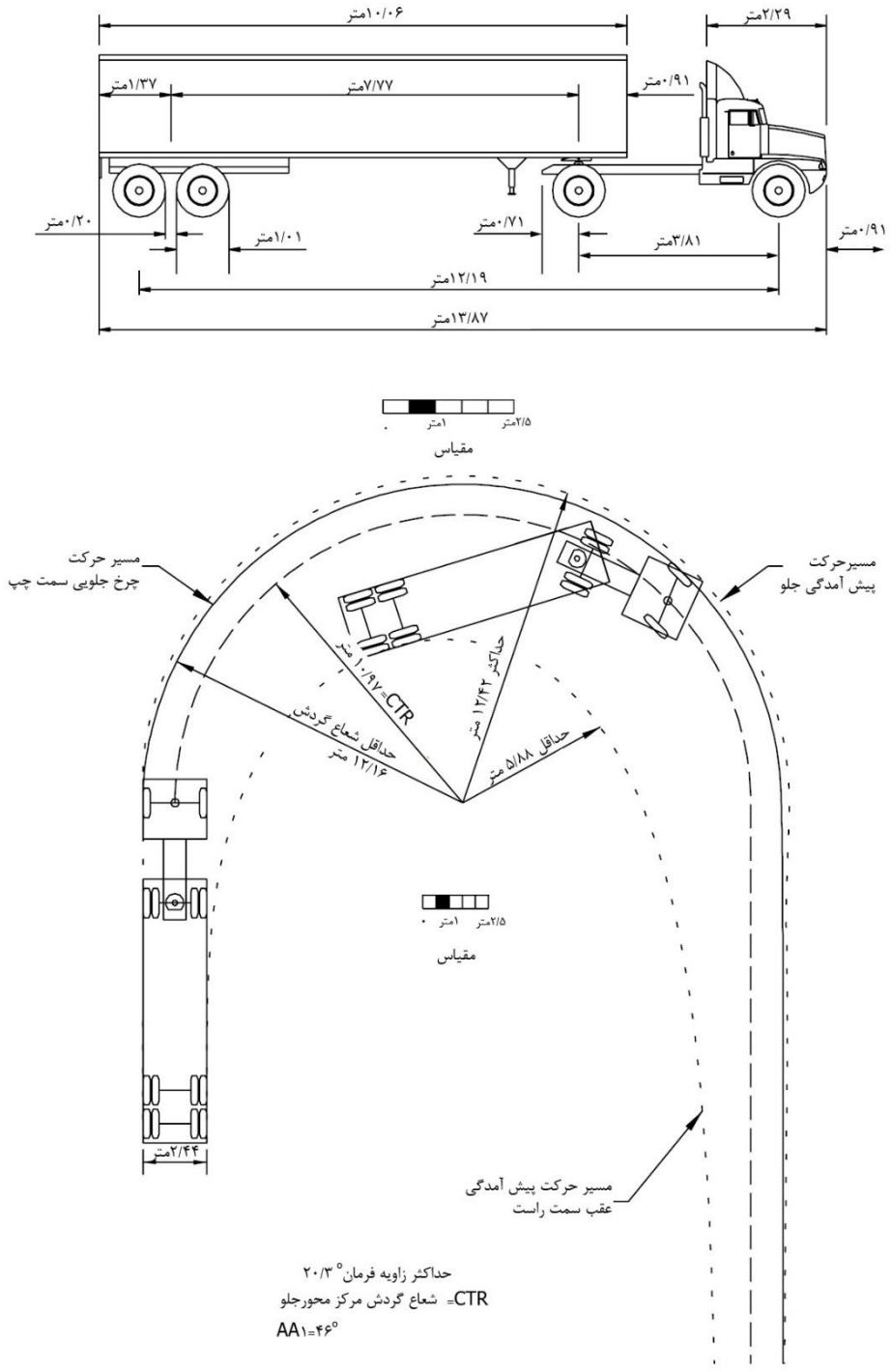
شکل ٤-٥- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح اتوبوس نوع ۱

omoorepeyman.ir



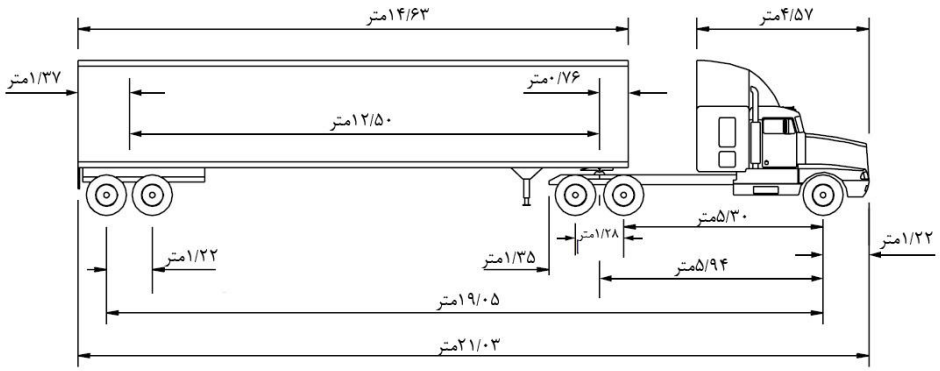
شکل ٤-٦- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح اتوبوس نوع ۲

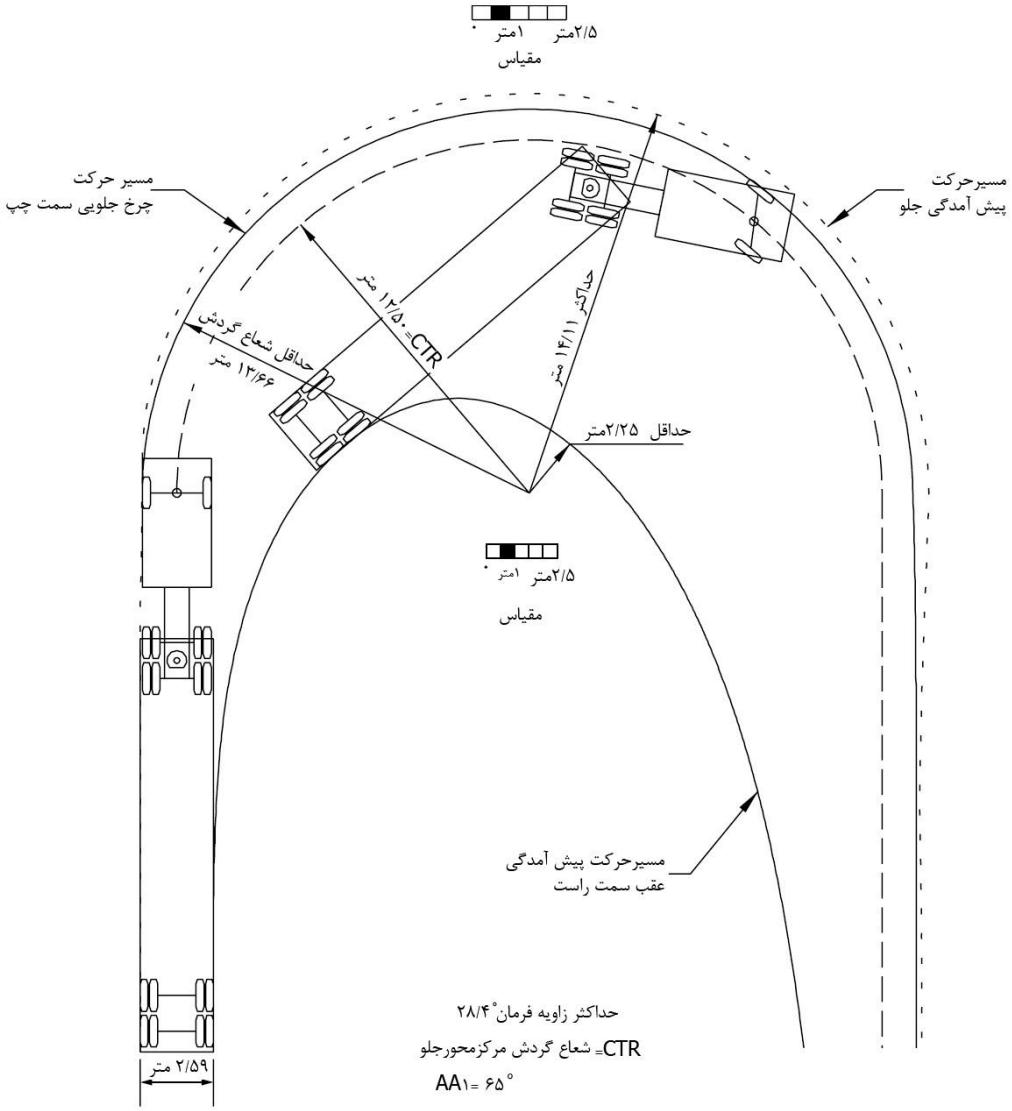
omoorepeyman.ir



شکل ٤-۷- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح تریلی نوع ۱

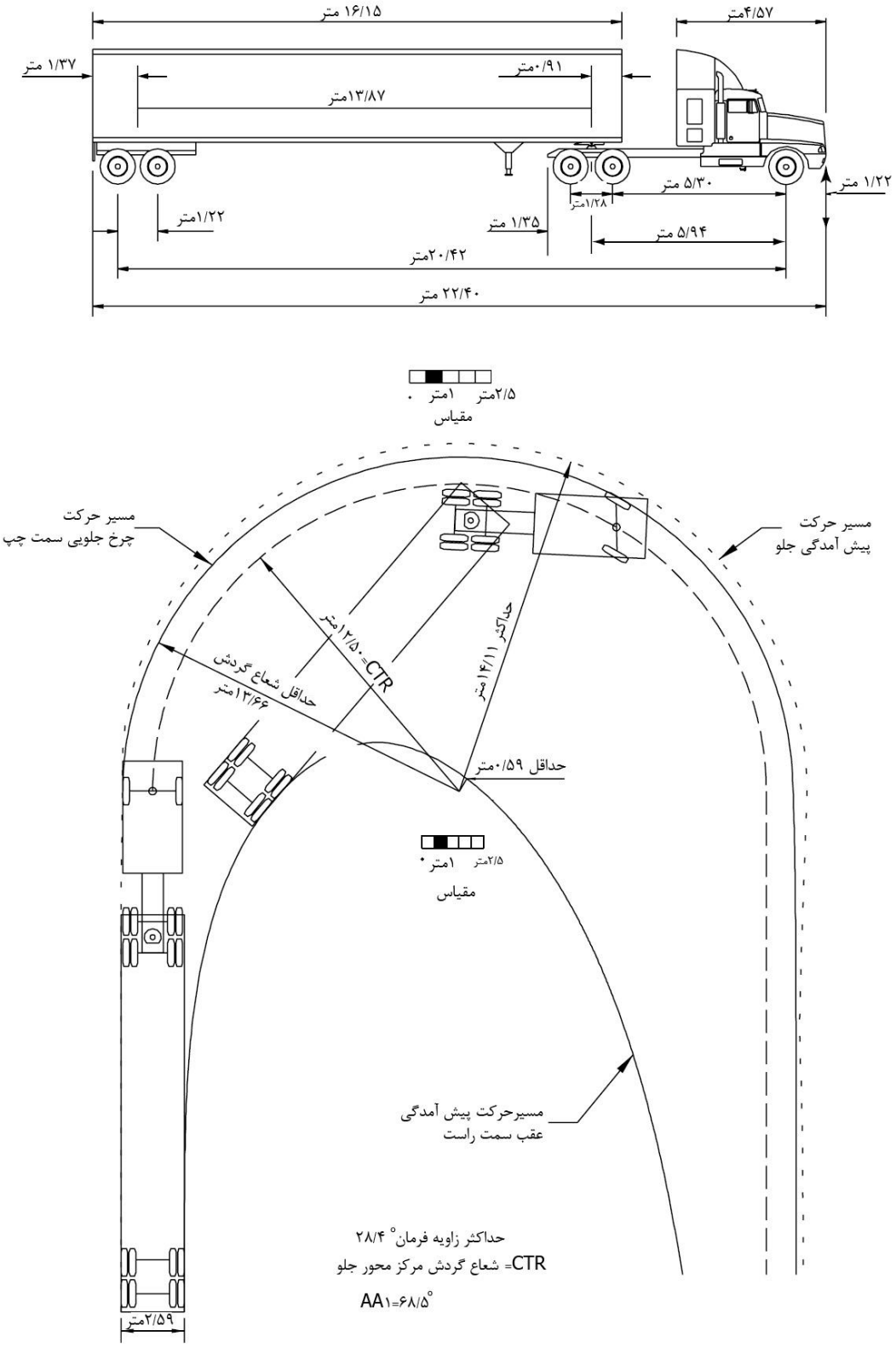
omoorepeyman.ir





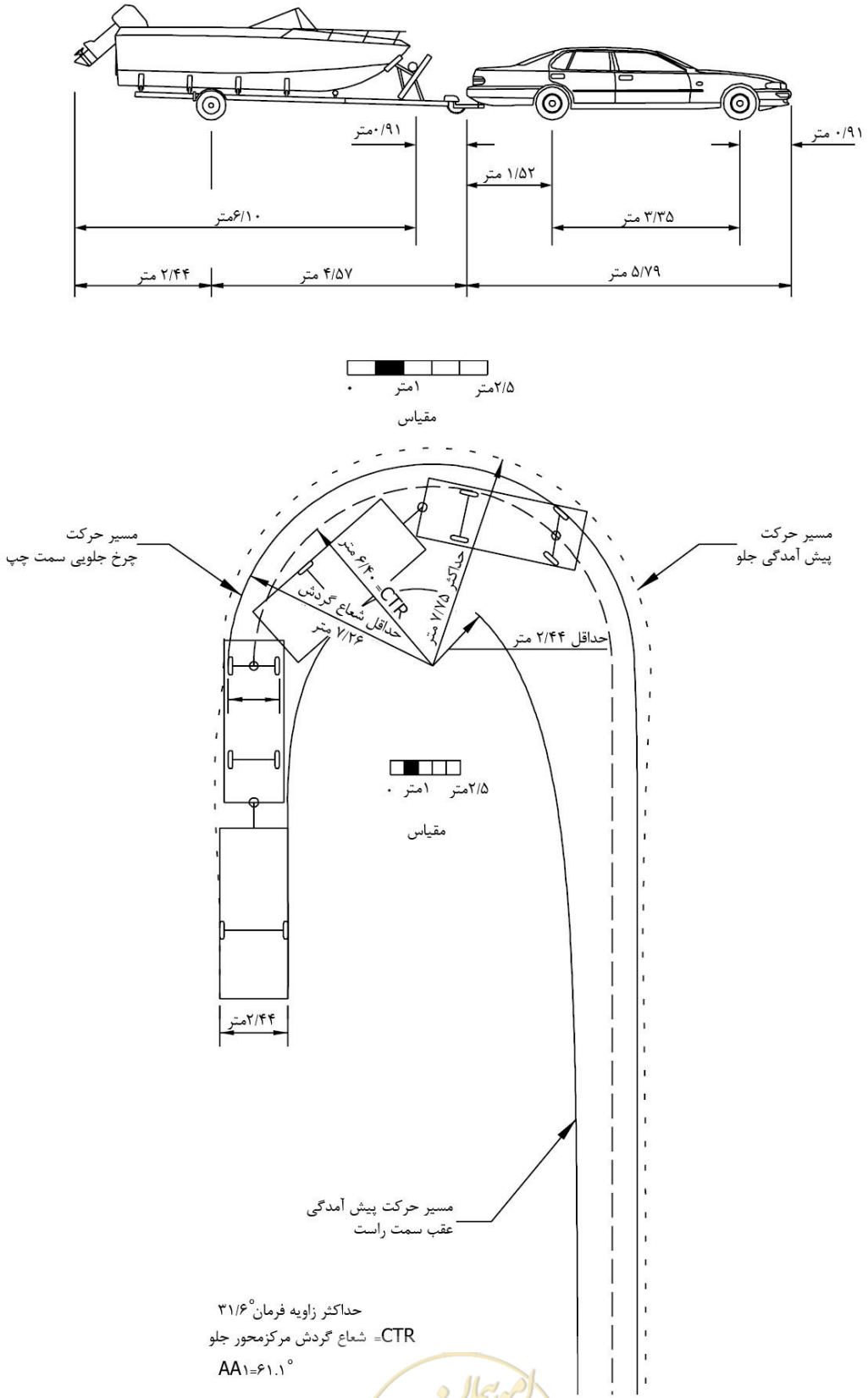
شکل ٤-٨- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح تریلی نوع ۲

omoorepeyman.ir



شکل ٤-۹- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح تریلی نوع ۳

omoorepeyman.ir



شکل ٤-۱۰- حداقل مسیر گردشی برای وسیله طرح سواری با یدک قایق

omoorepeyman.ir

٤-٥-٣-سایر ویژگیهای خودرو

توجه به ویژگیهای دینامیکی خودرو اعم از افزایش یا کاهش شتاب در طرح راه به خصوص در تقاطع ها، رابطهای آزادراهها، خطوط سبقت و سربالایی و ... مورد نیاز است. همچنین با توجه به اینکه کابران اطراف راه تحت تاثیر آلودگیهای هوا و صوتی وسایطنقلیه قرار می گیرند، به جنبه‌های این آلودگیها بر حسب نوع وسیله‌نقلیه باید توجه شود.

٤-٦- کنترل و مدیریت دسترسی

نظم بخشیدن و تنظیم دسترسیها، کنترل دسترسی نامیده می‌شوند. این کنترل از طریق اعمال ضوابط برای حق داشتن دسترسی املاک مجاور به راههای عمومی و بالعکس انجام می‌شود. اعمال مقرارت به سه دسته تقسیم بندی می‌شود:

- ❖ کنترل کامل دسترسی،
- ❖ کنترل محدود دسترسی، و
- ❖ اعمال مقررات راه اتصالی و ورود به راه.

مزیت اصلی کنترل دسترسی در بهبود خدمات رسانی راه و کاهش تعداد و شدت تصادف است. مزیت عملکردی کنترل دسترسی در راه یا خیابان در حقیقت مدیریت ترافیک عبوری از دخالت جریانهای متقاطع است. این دخالت توسط وسایل نقلیه یا عابران پیاده ایجاد می شود که به راه وارد می شوند، یا از آن خارج می شوند و یا آن را قطع می کنند.

زمانی که دسترسی به یک راه مدیریت می شود، ورودیها و خروجیها در بهترین نقاطی قرار دارند که با نیازهای ترافیک و کاربریهای اطراف تطابق دارند و به گونه ای طراحی شده‌اند که وسایل نقلیه با حداقل دخالت در جریان ترافیک عبوری به راه وارد می شوند و یا آن را ترک می کنند.

به عنوان جمع بندی باید درجه‌ای از کنترل یا مدیریت دسترسی باید در توسعه راه در نظر گرفته شود، بالاخص اگر احتمال توسعه تجاری در تسهیلات وجود داشته باشد.

٤-٦-١- مدیریت دسترسی

مدیریت دسترسی شامل تامین یا مدیریت کردن دسترسی به کاربریهای مجاور به گونه‌ای است که جریان ترافیک در شبکه راههای اطراف به طور همزمان از نظر ظرفیت، سرعت، و بهبود شرایط ایمنی حفظ شود. مدیریت دسترسی در همه انواع راهها کاربرد دارد. لذا مدیریت دسترسی، سیاستگذاری، تعریف محدودیت دسترسی‌ها و نظارت در امور مربوط به دسترسی‌ها است به نحوی که باعث تأمین ایمنی مسیر اصلی و فرعی شده و حداقل تأثیر را بر ظرفیت، سرعت و ایمنی راه داشته باشد.

طراحان راه با به کارگیری اصول مدیریت دسترسی باید راه و فعالیتهای اطراف آن به عنوان یک سیستم واحد ببینند. فنون مدیریت دسترسی از طریق دو قدرت قانونی پیاده سازی می شود:

- ❖ قدرت پلیس، و
- ❖ قانون اختیار تصرف زمین توسط دولت.

اصول اساسی مدیریت دسترسی عبارتند از:

- ➢ طبقه بندی سیستم راه بر مبنای عملکرد اصلی هر راه؛

omoorepeyman.ir

- محدود کردن دسترسی مستقیم به راههای با طبقه عملکردی بالاتر؛
- انتخاب هندسه تقاطع همسطح و کنترل ترافیک جهت تسهیل ترافیک کریدور؛
- تعیین محل راههای اتصالی و ورودیهای اصلی جهت حداقل نمودن مزاحمت جریان ترافیک؛ و
- استفاده از میانه جدولدار و تعیین محل بریدگیهای میانه جهت مدیریت حرکات دسترسی و کاهش برخوردها.

٤-٦-٢- کنترل دسترسی

به مقررات، شرایط و محدودیت‌های فیزیکی و غیرفیزیکی دسترسی به راه، کنترل دسترسی گفته می‌شود. کنترل دسترسی، تعداد، تکرار و تنوع واکنش رانندگان را کاهش می‌دهد. این موضوع در افزایش ایمنی بسیار اثرگذار است. کنترل دسترسی به طبقه‌های زیر تقسیم می‌شود:

الف- کنترل کامل دسترسی

در کنترل کامل دسترسی، اولویت به ترافیک عبوری داده می شود و ورود و خروج فقط به وسیله رابط، بدون هیچ گونه اختلال در جریان ترافیک عبوری انجام شود. در کنترل کامل دسترسی، تقاطع هم‌سطح و ارتباط اختصاصی مستقیم وجود ندارد.

ب- کنترل نسبی دسترسی

در دسترسی نسبی، تا حدی به ترافیک عبوری اولویت داده می‌شود. اتصالات دسترسی که به صورت همسطح یا غیرهمسطح می‌باشند، ارتباط راههای عمومی و راههای اتصالی اختصاصی را تأمین می‌کنند. می‌توان برای هر راهی با توجه به ایمنی، شرایط محیطی و ترافیک عبوری، میزان محدودیت دسترسی مشخصی، تعریف کرد. **طراح باید محل دسترسی‌های راه مورد مطالعه را مشخص و بررسی نماید و سپس برای آنها طرح‌های ایمن متناسب با عملکرد راه در نظر بگیرد.**

ج- اعمال مقررات راه اتصالی و ورود به راه

تنظیم ضوابط راههای اتصالی را می‌توان حتی در مواقعی به کار برد که کنترل دسترسی وجود ندارد. در این حالت هر ملک بلافصل راه مجاز است که به راه دسترسی داشته باشد ولی محل آن، تعداد دسترسی‌ها و هندسه طرح نقاط دسترسی تابع ضوابط می‌باشد.

روشهای کنترل و مدیریت دسترسی با استفاده از قوانین و توسط ادارات راه و ترابری، ضوابط کاربری زمین، دستورالعمل طراحی هندسی، و مقررات راههای اتصالی انجام گیرد.

٤-٦-٣- انواع دسترسی

در مفهوم عام به هر ورودی و خروجی در راه، دسترسی و به نقطه اتصال دسترسی به راه، محل دسترسی گفته می‌شود. به محل دسترسی‌ها بسته به نوع راه عمومی، رابط تبادل و شاخه تقاطع همسطح و بسته به نوع راه اتصالی خصوصی، دسترسی اختصاصی گفته می‌شود.

در صورتی که در راه دسترسی اختصاصی، متوسط ترافیک روزانه سال طرح بیشتر از ۴۰۰ وسیله نقلیه و عرض دسترسی بیشتر از ۸/۵ متر یا محل دسترسی دو کاربری در اطراف راه، در کنار یکدیگر قرار داشته و یا کاملاً روبروی هم باشند، محل دسترسی‌ها، یک تقاطع محسوب شده و از ضوابط مربوط به تقاطع پیروی می‌کند.

omoorepeyman.ir

٤-٦-٤- محل و تعداد دسترسی‌های اختصاصی

محل و تعداد دسترسی‌های اختصاصی را می‌توان بر اساس معیارهای ایمنی، طرح هندسی و اقتصادی تعیین کرد. در مورد مناطق مسکونی، تجاری و غیره که توسعه اقتصادی آن در آینده قابل پیش‌بینی است، باید با توجه به معیارهای مذکور، محل‌های دسترسی مناسب در نظر گرفت.

تعداد دسترسی‌های اختصاصی در راه (به غیر از آزادراه با کنترل کامل دسترسی و شریانی با دسترسی محدود که امکان اتصال دسترسی اختصاصی به آنها نیست)، بهتر است حداقل باشد. اگر دسترسی ایمن به راهی از طبقه عملکردی پایین‌تر قابل تأمین باشد، باید دسترسی مستقیم به راه با طبقه عملکردی بالاتر حذف یا محدود شود. این نوع دسترسی‌ها باید فاصله کافی از سایر تقاطع‌های همسطح و از یکدیگر را داشته باشند تا دخالت ترافیکی کمتر و طول انباشت برای گردش وسایل نقلیه به طور ایمن تأمین شود. حداقل فواصل پیشنهادی در جدول (۴-۹) ارائه شده است. در شرایطی که فاصله این نوع دسترسی‌ها، در یک طرف راه از حداقل مقادیر پیشنهادی، کمتر بوده و امکان کاهش تعداد دسترسی‌ها وجود نداشته باشد، بهتر است از راه جانبی استفاده شود. در صورت تعریف محدودیت دسترسی مشخص برای یک راه معین، این فواصل می‌تواند تغییر کند.

در طراحی محل اتصال دسترسی‌ها به مسیر عمومی، باید ضوابط مسیر افقی و قائم راه از جمله قابلیت دید در راستای افقی و قائم، تأمین فضای ایمن برای ترافیک عبوری و گردشی و تأمین مثلث دید مد نظر قرار گیرد. توصیه می‌شود مشخصات حداقل طرح هندسی محل دسترسی مطابق ضوابط طرح تقاطع‌های همسطح باشد.

جدول ٤-۹- حداقل فاصله محل دسترسی‌ها در انواع راهها (متر)

نوع دسترسی‌ها	نوع راه						
	آزادراه	راه شریانی			جمع‌کننده/ توزیع‌کننده		راه محلی- روستائی
		درجه ۱	درجه ۲		درجه ۱	درجه ۲	
			چندخطه	دو خطه			
تبادل (پایانه رابط) با تبادل (پایانه رابط)	۳۰۰۰	۳۰۰۰	—	—	—	—	—
تبادل (پایه رابط) با تقاطع همسطح	—	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۰۰	۴۰۰
تقاطع همسطح با تقاطع همسطح	—	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۰۰	۴۰۰
تقاطع همسطح (سه‌راهی) با دوربرگردان	—	۱۰۰۰	۱۰۰۰	—	—	—	—
تقاطع همسطح با دسترسی اختصاصی	—	—	۱۰۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰
دوربرگردان با دسترسی اختصاصی	—	—	۸۰۰	—	—	—	—
دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی	—	—	۸۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۵۰	۱۰۰

٤-۷- ملاحظات عابران پیاده و افراد ناتوان

تطابق مناسب سفر عابران پیاده یکی از ملاحظات اصلی در برنامه‌ریزی و طراحی راه است. عابران پیاده بخشی از محیط هر راهی هستند که به حضور آنها در مناطق برون شهری مانند مناطق شهری باید توجه شود. در این خصوص شناخت رفتارهای عمومی عابران

omoorepeyman.ir

پیاده حائز اهمیت است. عابران پیاده جهت رسیدن به محل کار عموماً بیش از ۱٫۵ کیلومتر پیاده روی نمی کنند و جهت دسترسی به ایستگاه اتوبوس بیش از ۱٫۰ کیلومتر راه نمی‌روند. در حدود ۸۰٪ فواصل پیموده شده توسط عابران پیاده کمتر از ۱٫۰ کیلومتر است. حجم عابران پیاده تحت تاثیر شرایط گذرایی همچون آب و هوا و ... تغییر می‌کند. رفتار عابران پیاده خیلی کمتر از رفتار وسایط نقلیه موتوری قابل پیش‌بینی است. سن عابران پیاده عامل مهمی در برخوردهای بین وسایل نقلیه موتوری و عابران است.

سرعت عابران پیاده معمولاً بین ۰٫۹ تا ۱٫۲ متر بر ثانیه است که تحت تأثیر دمای هوا، زمان پیاده روی، هدف سفر، سن، جنس، توانایی، شیب طولی، و حضور یخ و برف تغییر می‌کند.

طرح تسهیلات عابر پیاده باید متناسب با افراد کم‌توان و ناتوان نیز باشد. ناتوانیها عبارتند از ناتوانیهای حرکتی که در آن افراد معلول بدون ابزار کمکی ولی با کندی و سختی حرکت می‌کنند و یا برخی دیگر ممکن است از عصا، ویلچر و ... استفاده نمایند. ناتوانیهای بینایی نیاز بریدگی جدول و استفاده از رویه قابل ردیابی هشداردهنده به عرض ۶۰۰ میلیمتر دارند. ناتوانیهای شناختی و شنوائی نیز در صورت نیاز باید در طرح لحاظ شود. طراح باید نسبت به جامعیت طرح برای همه کاربران و وجود افراد ناتوان در بین آنها آگاه باشد. برای اطلاعات بیشتر می‌توان به نشریه شماره ۲۴۶ رجوع نمود.

راه‌هایی که سرعت زیاد وسایل نقلیه و ترافیک زیاد عابران پیاده، استفاده از آن را خطرناک می‌کند، باید پیاده‌رو در نظرگرفته شود. بیشترین نیاز به پیاده‌رو در نقاط حاشیه‌ای و خارج شهرها در مناطقی مانند جایگاه فعالیت‌های تجاری محلی، مدارس، کارخانه‌های صنعتی و غیره احساس می‌شود. توجیه لزوم وجود پیاده‌رو در این گونه محل‌ها به نوع راه و میزان خطرناک‌بودن عبور پیاده‌ها بستگی دارد. به طور کلی در صورتی که توسعه زمین‌های اطراف، موجب ازدیاد عابران پیاده از راه شود، باید پیاده‌رو در نظر گرفته شود. همچنین در کلیه تقاطع‌هایی که عبور عابران از عرض راه به صورت هم‌سطح باشد، پیش‌بینی پیاده‌گذر لازم برای تأمین ایمنی و راحتی ضروری است.

در نواحی مسکونی حاشیه راه‌ها و محل‌های با حجم زیاد پیاده، لازم است به تعداد کافی محل عبور از عرض راه تأمین شود. احتمال برخورد وسایل نقلیه با عابر پیاده را می‌توان با تأمین روگذر یا زیرگذر عابر پیاده منتفی کرد.

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

مبانی و معیارهای فنی پیاده‌رو کنار راه و پیاده‌رو عرض راه (پیاده‌گذر) باید منطبق بر نشریه ۱۴۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور-تسهیلات پیاده‌روی- باشد.

٤-۸- دوچرخه سواران

در نظر گرفتن دوچرخه سواران به عنوان یکی از روشهای حمل و نقل در طرح از اهمیت والایی برخوردار است. به خصوص که امروزه با توجه به هزینه‌های گزاف سوختهای فسیلی برای خودروهای موتوری و جنبه‌های آلودگی محیطزیستی آنها، توجه و تشویق به این روش سفر باید بیشتر مدنظر طراحان قرار گیرد. این شیوه سفر بر اساس کنترل دسترسی تسهیلات راه می‌تواند ملاحظه شود.

omoorepeyman.ir

البته جهت کاهش برخوردهای بین دوچرخه سواران و وسایل نقلیه موتوری، بر اساس هزینه پروژه می‌توان از فضای عملیاتی مختص دوچرخه همچون خطوط دوچرخه استفاده نمود. همچنین شیوه های ذیل در بهبود تردد دوچرخه مناسب است:

- شانه های روسازی شده،
- خطوط دوچرخه‌رو،
- استفاده از دریچه های شبکه زهکشی مناسب برای عبور دوچرخه،
- تنظیم دریچه های آدم‌رو فاضلاب با شیب طولی راه، و
- تأمین سطح یکنواخت و تمیز برای دوچرخه سواری.

پیشنهاد می‌شود که مسیر وسایل نقلیه موتوری و مسیر دوچرخه به صورت فیزیکی جدا شوند.

٤-۹- ایمنی

تصادف به ندرت از یک عامل ناشی می‌شود و معمولاً چندین عامل موثر در هر زمان مشخص در وقوع تصادف اثرگذار است. راه، وسیله نقلیه و عامل انسانی، از مهمترین عوامل مؤثر بر وقوع تصادف هستند. طرح هندسی یکی از موارد مهم در تأثیرگذاری عامل راه بر وقوع تصادفات است. طراحی راه باید به گونه‌ای باشد که تعداد تصمیم‌های راننده را به حداقل رسانده و موقعیت‌های غیرمنتظره را کاهش دهد، چرا که تعداد تصادفات با افزایش تعداد تصمیمات مورد نیازی که توسط راننده باید گرفته شود افزایش می‌یابد. انتخاب مبانی و معیارهای صحیح طراحی، سازگاری عناصر راه با یکدیگر، شیب‌های ملایم، خط‌های تغییرسرعت، تقاطع غیرهم‌سطح، توجه به نیاز استفاده‌کنندگان به ویژه رانندگان، توجه به کاربری‌های اطراف، مقطع عرضی مناسب با فضای بدون مانع کافی، فواصل دید مناسب، کاهش نقاط برخورد، حرکات گردشی ایمن و انتخاب و نصب صحیح علائم و تجهیزات ایمنی راه از عوامل تأثیرگذار بر ایمنی راه می‌باشند. ایمنی راه از دو بخش ایمنی کف راه و ایمنی کناره راه تشکیل شده است. البته اثر ابزار کنترل ترافیک نیز در برقراری ارتباط راننده با راه بسیار چشمگیر است. برای ارتقاء ایمنی، آیین‌نامه ایمنی راه‌ها – نشریه ۲۶۷ باید در نظر گرفته شود.

٤-۱۰- محیط‌زیست

یک راه تاثیر گسترده‌ای علاوه بر خدمات‌رسانی ترافیکی به کاربران آن دارد. لازم است که راه نیز به عنوان یکی از اجزای محیط‌زیست در نظر گرفته شود. اصطلاح محیط زیست به مجموعه شرایط پیرامونی حیات انسانی از جمله احتماعی، فیزیکی، طبیعی، و مصنوعی اشاره دارد. این اصطلاح شامل اجتماع انسانی، حیوانی و نباتی و موارد حاکم بر هر سه مورد است. لذا ضروریست که در طراحی، اثرات محیط‌زیستی راه در نظر گرفته شود. تأثیر راه بر محیط اطراف آن و بالعکس به ویژه بر توسعه مناطق مجاور و محیط‌زیست، می‌تواند ماندگار باشد. لذا باید دقت لازم به عمل آید تا از رعایت ضوابط محیط‌زیستی اطمینان حاصل شود.

omoorepeyman.ir

٤-۱۱-تحلیل اقتصادی

ملاحظات اقتصادی یکی از عوامل مؤثر در طرح هندسی راه و انتخاب گزینه نهائی است. انتخاب گزینه مناسب طراحی از نظر اقتصادی با لحاظ هزینه پروژه و سودهای حاصل از آن و انجام تحلیل اقتصادی با روش مناسب، میسر است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل پنجم

اجزای طرح هندسی راه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- مقدمه

مسیر راه تأثیر شگرفی بر محیط‌زیست، ساختار اجتماع مجاور راه و استفاده‌کنندگان راه دارد. امتداد افقی و قائم مسیر شامل انواع اجزای طراحی متنوعی است که با هم ترکیب می‌شوند تا تسهیلاتی را ایجاد کنند که به طور ایمن و کارا خدمت‌رسانی کند و با عملکرد در نظر گرفته شده تسهیلات سازگار باشد. هر یک از اجزای طرح باید آن چنان مکمل اجزای دیگر باشد که طرحی منسجم، ایمن و کارا ایجاد گردد. این اجزا در این فصل بررسی می‌شوند.

۵-۲-فاصله دید

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

در این بخش انواع فاصله دید ارائه می‌شود که در موقعیت‌های مختلف باید تأمین شوند. در تمام طول مسیر، متناسب با سرعت طرح باید دید کافی، برای رانندگان تأمین شود.

۵-۲-۱- انواع فواصل دید

فواصل دید در راه به سه دسته زیر تقسیم می‌شود:

الف – فاصله دید توقف؛

ب – فاصله دید سبقت؛ و

پ – فاصله دید انتخاب.

۵-۲-۱-۱- فاصله دید توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو در حال حرکت با سرعت طرح یا نزدیک به آن، پس از مشاهده شیء توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی می‌کند تا قبل از برخورد با شیء ساکن به طور ایمن متوقف شود. در واقع فاصله دید توقف، طول قابل رؤیت مورد نیاز برای راننده در امتداد طول مسیر است تا با شیء برخورد نکند. این فاصله مجموع دو مسافت است: مسافت طی‌شده در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش (فاصله عکس‌العمل ترمز) و مسافت طی‌شده پس از شروع ترمز (فاصله ترمزگیری).

الف– فاصله مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش راننده برای ترمزکردن، طی می‌کند. این مدت به عوامل متعددی مانند مهارت، هوشیاری راننده، سرعت خودرو، نوع و رنگ و شرایط مانع، فاصله از مانع، نوع و شرایط راه و شرایط دید از لحاظ جوی بستگی دارد. این فاصله از رابطه (۵–۱) به دست می‌آید.

omoorepeyman.ir

d_1=۰٫۲۷۸Vt (۱- ۵)

که در آن:

d_1 = فاصله عکس‌العمل ترمز (متر)،

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)، و

t = زمان عکس‌العمل ترمز (ثانیه). مقدار این زمان در طراحی، ۲٫۵ ثانیه پیشنهاد می‌شود.

ب – فاصله ترمزگیری، مسافتی است که خودرو در سرعت مورد نظر پس از شروع ترمز تا توقف طی می‌کند.

این فاصله از رابطه (۵–۲) به‌دست می‌آید.

$$d_2 = \frac{V^2}{254(\frac{a}{9.81} \pm G)} \quad (۲–۵)$$

که در آن:

d_2 = فاصله ترمز (متر)،

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)،

a = نرخ کاهش شتاب تا توقف در امتداد حرکت در روسازی مرطوب (متر بر مجذور ثانیه)، (برای طراحی، ۳٫۴ متر بر مجذور ثانیه پیشنهاد می‌شود)، و

G = قدرمطلق شیب‌طولی راه (درصد).

در رابطه (۵–۲) علامت مثبت برای سربالایی و علامت منفی در سرپایینی در نظر گرفته می‌شود.

در نهایت مسافت دید توقف از رابطه (۵–۳) به‌دست می‌آید:

$SSD = d_1 + d_2$ (۳–۵)

برای محاسبه فاصله دید توقف با در نظرگرفتن مجموع دو فاصله ذکر شده برای سطح هموار (G =۰)، از رابطه (۵–۴) استفاده-می‌شود.

omoorepeyman.ir

$$SSD = ۰/۲۷۸Vt + ۰/۰۳۹\frac{V^۲}{a} \quad (۵-۴)$$

که در آن:

SSD فاصله دید توقف در امتداد طول مسیر مورد نظر و پارامترهای V،aو t مطابق روابط (۵-۱) و (۵-۲) می‌باشد.

فواصل ترمز و فاصله دید توقف برای سرعت‌های مختلف در سطح افقی (G = ۰) در جدول (۵-۱) و در جاده با شیب طولی در جدول (۵-۲) آورده شده است.

در محاسبه و اندازه‌گیری فاصله دید توقف، ارتفاع چشم راننده ۱۰۸۰ میلی‌متر و ارتفاع مانع ۶۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵-۱- فاصله دید توقف در سطح افقی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله عکس العمل ترمز (متر)	فاصله ترمزگیری در سطح افقی (متر)	فاصله دید توقف برای طرح (متر)
۲۰	۱۳٫۹	۴٫۶	۲۰
۳۰	۲۰٫۹	۱۰٫۳	۳۵
۴۰	۲۷٫۸	۱۸٫۴	۵۰
۵۰	۳۴٫۸	۲۸٫۷	۶۵
۶۰	۴۱٫۷	۴۱٫۳	۸۵
۷۰	۴۸٫۷	۵۶٫۲	۱۰۵
۸۰	۵۵٫۶	۷۳٫۴	۱۳۰
۹۰	۶۲٫۶	۹۲٫۹	۱۶۰
۱۰۰	۶۹٫۵	۱۱۴٫۷	۱۸۵
۱۱۰	۷۶٫۵	۱۳۸٫۸	۲۲۰
۱۲۰	۸۳٫۴	۱۶۵٫۲	۲۵۰
۱۳۰	۹۰٫۴	۱۹۳٫۸	۲۸۵
۱۴۰	۹۷٫۳	۲۲۴٫۸	۳۲۵
برای تعیین فاصله دید توقف، زمان مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، ۲٫۵ ثانیه و شتاب کاهنده، ۳٫۴ متر بر مجذور ثانیه در نظر گرفته شده است.			

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۲- فاصله دید توقف در شیب طولی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید توقف (متر)					
	مقدار شیب طولی سربالایی (درصد)			مقدار شیب طولی سرپایینی (درصد)		
	۳	۶	۹	۳	۶	۹
۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۲۰	۲۰	۲۰
۳۰	۳۱	۳۰	۲۹	۳۲	۳۵	۳۵
۴۰	۴۵	۴۴	۴۳	۵۰	۵۰	۵۳
۵۰	۶۱	۵۹	۵۸	۶۶	۷۰	۷۴
۶۰	۸۰	۷۷	۷۵	۸۷	۹۲	۹۷
۷۰	۱۰۰	۹۷	۹۳	۱۱۰	۱۱۶	۱۲۴
۸۰	۱۲۳	۱۱۸	۱۱۴	۱۳۶	۱۴۴	۱۵۴
۹۰	۱۴۸	۱۴۱	۱۳۶	۱۶۴	۱۷۴	۱۸۷
۱۰۰	۱۷۴	۱۶۷	۱۶۰	۱۹۴	۲۰۷	۲۲۳
۱۱۰	۲۰۳	۱۹۴	۱۸۶	۲۲۷	۲۴۳	۲۶۲
۱۲۰	۲۳۴	۲۲۳	۲۱۴	۲۶۳	۲۸۱	۳۰۴
۱۳۰	۲۶۷	۲۵۴	۲۴۳	۳۰۲	۳۲۳	۳۵۰
۱۴۰	۳۰۲	۲۸۷	۲۷۴	۳۴۱	۳۶۷	۳۹۸

۵-۲-۱-۲- فاصله دید انتخاب

فاصله دید انتخاب حداقل فاصله‌ای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند در تصمیمهای پیچیده یا لحظه‌ای، جائی که درک اطلاعات دشوار است یا زمانی که مانورهای غیرمنتظره و غیرعادی نیاز است با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مانور خود را انتخاب کند. در محل‌های خاص مانند حوالی تقاطع‌های نیازمند مانورهای غیرمنتظره یا غیرعادی، تبادل‌ها، محل‌های استراحت و توقف‌گاه‌های کنار مسیر، ایستگاه‌های اخذ عوارض، رابطها، محل‌های کاهش خط عبور به منظور اجتناب از واکنش‌های آنی توأم با خطای راننده (به ویژه در راه‌های با سرعت طرح بالا)، بهتر است فاصله دیدی بزرگتر از فاصله دید توقف پیش‌بینی کرد. این فاصله را، فاصله دید انتخاب می‌نامند که در جدول (۵-۳) برای سه نوع مانور مشخص شده است. برای این محل‌های خاص باید فواصل دید انتخاب را تأمین نمود یا این محل‌ها را به قسمت‌هایی از راه انتقال داد که فواصل دید انتخاب قابل تأمین است. در غیر این صورت، باید با استفاده از علائم هشداردهنده و یا کنترل ترافیک تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۳- فاصله دید انتخاب (متر)

	نوع مانور راننده		
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	I	II	III
۵۰	۷۰	۱۴۵	۱۹۵
۶۰	۹۵	۱۷۰	۲۳۵
۷۰	۱۱۵	۲۰۰	۲۷۵
۸۰	۱۴۰	۲۳۰	۳۱۵
۹۰	۱۷۰	۲۷۰	۳۶۰
۱۰۰	۲۰۰	۳۱۵	۴۰۰
۱۱۰	۲۳۵	۳۳۰	۴۳۰
۱۲۰	۲۶۵	۳۶۰	۴۷۰
۱۳۰	۳۰۵	۳۹۰	۵۱۰
۱۴۰	۳۴۰	۴۲۰	۵۵۵

انواع مانورهای بحرانی در مسافت دید انتخاب عبارتند از:

نوع I: توقف در راه در منطقه برون شهری: t (زمان پیش مانور): ۳٫۰ ثانیه،

نوع II: تغییر سرعت یا مسیر یا جهت در راه برون شهری: t (زمان پیش مانور و مانور): ۱۰٫۲ تا ۱۱٫۲ ثانیه، و

نوع III: تغییر سرعت یا مسیر یا جهت در راه شهرک برون شهری: t (زمان پیش مانور و مانور): ۱۴٫۰ تا ۱۴٫۵ ثانیه.

رابطه محاسبه مسافت دید انتخاب برای مانور نوع I عبارتند از:

$$DSD = ۰/۲۷۸Vt + ۰/۰۳۹\frac{V^۲}{a} \qquad (۵-۵)$$

که در این رابطه:

t= زمان پیش مانور نوع I (ثانیه)،

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)، و

a = نرخ کاهش شتاب (متر بر مجذور ثانیه).

رابطه محاسبه مسافت دید انتخاب برای مانور نوع II و III عبارتند از:

omoorepeyman.ir

$DSD=۰٫۲۷۸Vt$ (۶- ۵)

که در این رابطه:

t= زمان پیش مانور و مانور نوع II و III (ثانیه)، و

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت).

در طراحی‌ها اغلب مانور نوع II به کار می‌رود.

۵-۲-۱-۳- فاصله دید سبقت

فاصله دید سبقت، فقط برای راه‌های دو خطه دو طرفه، مد نظر است. البته در برخی از محل‌های بحرانی راه‌های دوخطه، تبدیل راه به سه یا چهار خط عبور با تأمین یک یا دو خط سبقت برای راه دو خطه، از تأمین فاصله دید سبقت اقتصادی‌تر است.

فاصله دید سبقت، کمترین فاصله‌ای است که رانندگان می‌توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون تلاقی با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راه‌های دو خطه دو طرفه، با در نظر گرفتن فواصل طی شده خودروی در حال سبقت و خودروی در حالت حرکت در جهت مقابل به دست می‌آید. این فاصله در جدول (۵-۴) آورده شده است. همچنین مناطق سبقت باید دارای فاصله دید برابر یا بزرگتر از فاصله دید سبقت باشند. این فواصل در جدول (۵-۵) ارائه شده است.

در تعیین فاصله دید سبقت، ارتفاع چشم راننده (سبقت گیرنده) از سطح راه ۱۰۸۰ میلی‌متر و ارتفاع مانع (ارتفاع مربوط به تشخیص خودرو مقابل) نیز ۱۰۸۰ میلی‌متر است. در سربالایی‌ها، فاصله دید سبقت بیشتری نیاز است که مقدار افزایش آن به نظر طراح بستگی دارد.

جدول ۵-٤- فاصله دید سبقت در راه دوخطه

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	سرعت های فرض شده (کیلومتر در ساعت)		فاصله دید سبقت (متر)
	خودرو سبقت گیرنده	خودرو مورد سبقت	مقادیر طراحی
۳۰	۳۰	۱۱	۱۲۰
۴۰	۴۰	۲۱	۱۴۰
۵۰	۵۰	۳۱	۱۶۰
۶۰	۶۰	۴۱	۱۸۰
۷۰	۷۰	۵۱	۲۱۰
۸۰	۸۰	۶۱	۲۴۵
۹۰	۹۰	۷۱	۲۸۰
۱۰۰	۱۰۰	۸۱	۳۲۰
۱۱۰	۱۱۰	۹۱	۳۵۵
۱۲۰	۱۲۰	۱۰۱	۳۹۵
۱۳۰	۱۳۰	۱۱۱	۴۴۰

omoorepeyman.ir

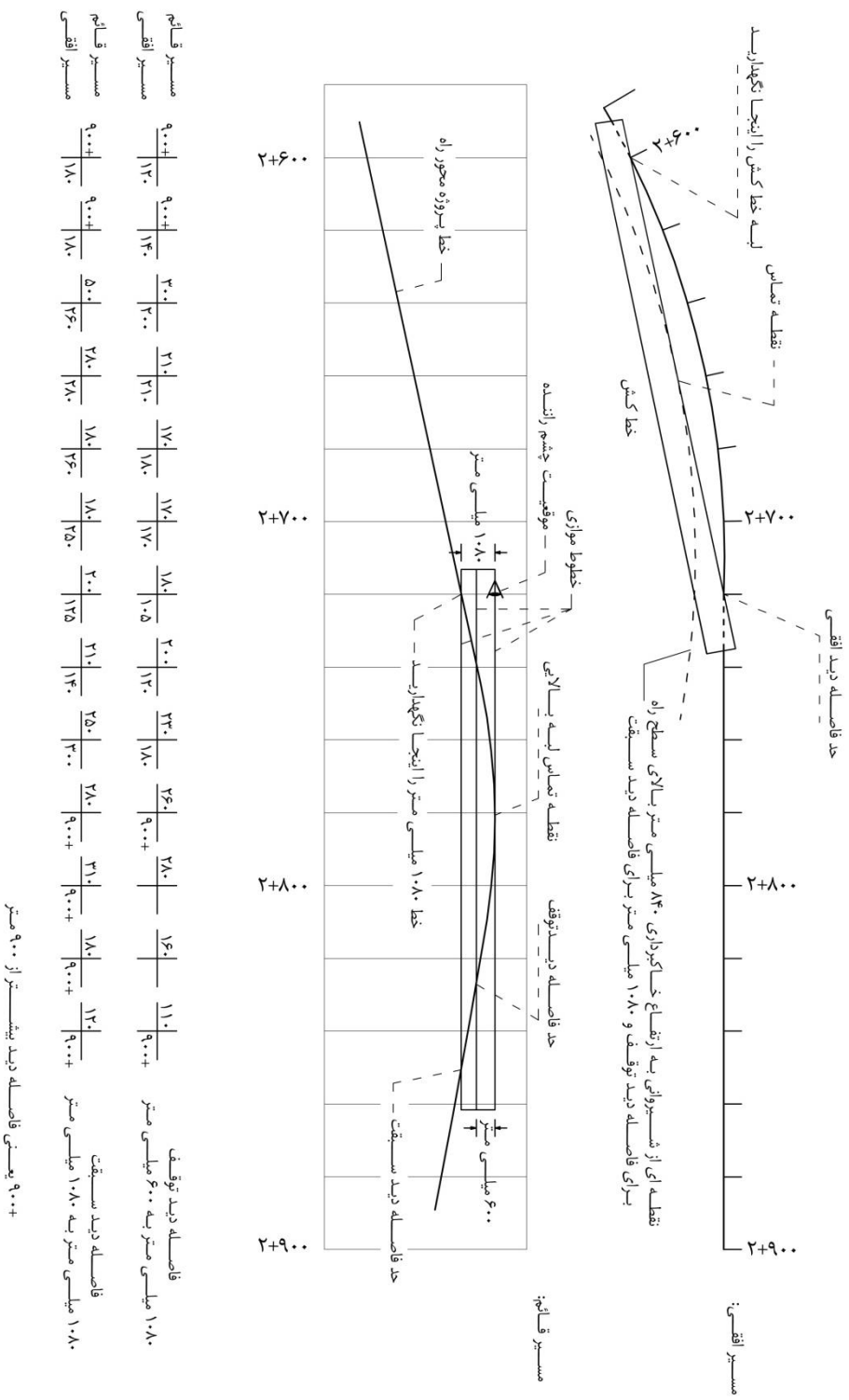
جدول ۵-۵- حداقل طول مناطق سبقت‌گیری در راه دوخطه (متر)

سرعت عملکردی یا مجاز (کیلومتر در ساعت)	حداقل طول منطقه سبقت
۴۰	۱۴۰
۵۰	۱۸۰
۶۰	۲۱۰
۷۰	۲۴۰
۸۰	۲۴۰
۹۰	۲۴۰
۱۰۰	۲۴۰
۱۱۰	۲۴۰
۱۲۰	۲۴۰

۵-۲-۲- مشخص کردن فاصله دید در نقشه‌ها

بهتر است فاصله‌های دید توقف و سبقت را مطابق شکل (۵-۱) به طور ترسیمی از نقشه‌های پلان و پروفیل طولی استخراج کرده و در طرح راه برای تعیین حداقل طول قوسهای قائم (خم‌ها) و انحنای قوس‌های افقی و عقب‌نشینی موانع جانبی (که در ردیف‌های بعدی به آن پرداخته می‌شود) مورد استفاده قرار داد. در عین حال بهتر است، طول‌هایی از مسیر راه را که امکان سبقت در آن وجود ندارد یا فاصله کافی تأمین نیست، در نقشه‌ها مشخص کرد. استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری به تشخیص دقیق و سریع فاصله دید توقف و سبقت کمک می‌کند. همان‌گونه که در شکل (۵-۱) مشاهده می‌شود، فاصله دید توقف و فاصله دید سبقت هم از پلان و هم از پروفیل طولی مسیر به تفکیک جهت حرکت تعیین شده و کمترین آن در کیلومتراژ تحت بررسی نوشته شده است. برای مثال در حرکت از کیلومتر کمتر، در کیلومتر ۲+۶۰۰، فاصله دید توقف در پلان کمتر از نیمرخ طولی بوده و برابر با ۱۲۰ متر است ولی در کیلومتر ۲+۷۲۰، فاصله دید توقف در نیمرخ طولی کمتر از پلان بوده و برابر با ۱۰۵ متر است و آن مقدار درج شده است. همین مورد برای فاصله دید سبقت به صورت بررسی دو طرفه در ردیف زیرین مسافت دید توقف ثبت می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱- نمونه‌ای از اندازه‌گیری و ثبت فواصل دید در نقشه‌ها

omoorepeyman.ir

۵-۳- امتداد افقی (پلان مسیر)

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

در مسیر افقی همه عامل‌ها باید به گونه‌ای مد نظر قرار گیرد تا مشخصات هندسی پلان، نیمرخ طولی و مقطع عرضی راه، ایمن، اقتصادی، هماهنگ با طبیعت منطقه و گنجایش راه و متناسب با طبقه‌بندی عملکردی و بافت منطقه باشد. امتداد افقی از مسیرهای مستقیم و قوس‌های افقی تشکیل شده است.

۵-۳-۱- قوس افقی (پیچ)

برای ارتباط دو خط مستقیم متوالی در پلان از پیچ یا قوس افقی استفاده می‌شود که معمولاً کمانی از یک دایره ساده یا ترکیبی از آنها است. هر خودرو در حال عبور از قوس افقی، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو، بهتر است شیب عرضی راه با توجه به سرعت طرح و شعاع قوس افقی تغییر یابد. با استفاده از شیب عرضی یکسره (بربلندی) در مقطع عرضی راه، می‌توان بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و رویه، مؤلفه وزن خودرو در امتداد بربلندی و نیروی گریز از مرکز، تعادل ایجاد کرد.

ارتباط شعاع قوس افقی و ضریب اصطکاک جانبی (تقاضا) و بربلندی بر اساس سرعت عبوری بر مبنای مدل جرم نقطه‌ای و برای مکانیسم سرخوردگی (نه واژگونی) از رابطه (۵-۷) به دست می‌آید:

$$R = \frac{V^2}{127(0.01e + f)} \qquad (۵-۷)$$

در طرح قوس افقی راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع قوس افقی، حداکثر نرخ بربلندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به شرح رابطه (۵-۸) است. در طرح قوس‌های افقی تا حد امکان باید از شعاع‌های بزرگتر از شعاع حداقل استفاده نمود.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})} \qquad (۵-۸)$$

که در آنها:

R_{min} = حداقل شعاع قوس افقی (متر)،

V = سرعت طرح (کیلومتر درساعت)،

e_{max} = حداکثر بربلندی (درصد)،

omoorepeyman.ir

e = بربلندی (درصد)،

f = ضریب اصطکاک جانبی، و

f_{max} = حداکثر ضریب اصطکاک جانبی.

مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عوامل زیر بستگی دارد.

– وضعیت لاستیک چرخ‌های خودرو؛

– نوع رویه و عمر آن؛

– خشک یا تر یا یخ‌زده بودن سطح راه؛ و

– سرعت خودرو.

در جدول (۵–۶)، مقادیر حداقل شعاع قوس افقی برای مقادیر مختلف سرعت طرح، حداکثر ضریب اصطکاک جانبی و حداکثر بربلندی داده شده است. مقدار حداکثر بربلندی تابع چهار فاکتور زیر است:

الف– شرایط آب و هوائی (میزان بارش، برف و یخبندان)،

ب– نوع عوارض زمین (هموار، تپه ماهور و کوهستانی)،

ج– نوع منطقه راه (برون‌شهری و شهری)، و

د– تعداد وسایل نقلیه بسیار کندرو که می‌تواند نرخهای بربلندی بالا را تحت تأثیر قرار دهد.

در اینجا چهار مقدار ۶٪، ۸٪، ۱۰٪، و ۱۲٪ برای آن در نظر گرفته شده است.

بهتر است از به‌کارگیری شعاع قوس افقی حداقل خودداری شود، مگر آن که محدودیت‌های شدیدی در انتخاب شعاع بزرگتر وجود داشته باشد. انتخاب شعاع‌های کوچکتر، موجب ازدیاد طول راه و ضرورت تعریض بیشتر راه در قوس افقی می‌شوند.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۶- حداقل شعاع قوس افقی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر بربلندی e_{max}	حداکثر ضریب اصطکاک f_{max}	حداقل شعاع (متر) (مقادیر گرد شده)
۱۵		۰/۴۰	۴
۲۰		۰/۳۵	۸
۳۰		۰/۲۸	۲۱
۴۰		۰/۲۳	۴۳
۵۰		۰/۱۹	۷۹
۶۰		۰/۱۷	۱۲۳
۷۰	۶٪	۰/۱۵	۱۸۴
۸۰		۰/۱۴	۲۵۲
۹۰		۰/۱۳	۳۳۶
۱۰۰		۰/۱۲	۴۳۷
۱۱۰		۰/۱۱	۵۶۰
۱۲۰		۰/۰۹	۷۵۶
۱۳۰		۰/۰۸	۹۵۱
۱۵		۰/۴۰	۴
۲۰		۰/۳۵	۷
۳۰		۰/۲۸	۲۰
۴۰		۰/۲۳	۴۱
۵۰		۰/۱۹	۷۳
۶۰		۰/۱۷	۱۱۳
۷۰	۸٪	۰/۱۵	۱۶۸
۸۰		۰/۱۴	۲۲۹
۹۰		۰/۱۳	۳۰۴
۱۰۰		۰/۱۲	۳۹۴
۱۱۰		۰/۱۱	۵۰۱
۱۲۰		۰/۰۹	۶۶۷
۱۳۰		۰/۰۸	۸۳۲
۱۵		۰/۴۰	۴
۲۰		۰/۳۵	۷
۳۰		۰/۲۸	۱۹
۴۰		۰/۲۳	۳۸
۵۰		۰/۱۹	۶۸
۶۰		۰/۱۷	۱۰۵
۷۰	۱۰٪	۰/۱۵	۱۵۴
۸۰		۰/۱۴	۲۱۰
۹۰		۰/۱۳	۲۷۷
۱۰۰		۰/۱۲	۳۵۸
۱۱۰		۰/۱۱	۴۵۴
۱۲۰		۰/۰۹	۵۹۷
۱۳۰		۰/۰۸	۷۳۹
۱۵		۰/۴۰	۳
۲۰		۰/۳۵	۷
۳۰		۰/۲۸	۱۸
۴۰		۰/۲۳	۳۶
۵۰		۰/۱۹	۶۴
۶۰		۰/۱۷	۹۸
۷۰	۱۲٪	۰/۱۵	۱۴۳
۸۰		۰/۱۴	۱۹۴
۹۰		۰/۱۳	۲۵۵
۱۰۰		۰/۱۲	۳۲۸
۱۱۰		۰/۱۱	۴۱۴
۱۲۰		۰/۰۹	۵۴۰
۱۳۰		۰/۰۸	۶۶۵

omoorepeyman.ir

توجه شود که یک قطعه از مسیر باید یک سرعت طرح و در نتیجه یک مقدار برای شعاع حداقل داشته باشد. در صورتی که به علت شرایط خاص، اجباری و محدوده کننده طرح، لازم باشد که قوس افقی با شعاع کمتر از شعاع حداقل طرح شود، استفاده از کاهش سرعت پیشنهاد نمی‌گردد و در هر حالت تغییرات سرعت بین دو قوس افقی متوالی نباید بیشتر از ۱۰ کیلومتر در ساعت باشد. از قرار دادن قوس افقی با شعاع کوچک در انتهای مسیرهای مستقیم طولانی، سرازیری‌ها و یا هر محلی که ورود خودروها با سرعت بالا انتظار می‌رود، باید اجتناب شود.

۵-۳-۲- بربلندی طرح

در قوسهای افقی معمولاً برای اینکه بتوان نیروی گریز از مرکز را کنترل نمود از بربلندی استفاده می‌شود که همراه با نیروی اصطکاک جانبی، آن را خنثی می‌کند و به طور مصطلح آن را دور می‌گویند.

۵-۳-۲-۱-جداول بربلندی طرح

مقادیر مختلف بربلندی برای سرعت طرح و شعاع‌های مختلف با در نظر گرفتن حداکثر بربلندی مجاز در جدول‌های (۵-۷) تا (۵-۱۰) منعکس شده است.

در جداول ۵-۷ تا ۵-۱۰ علامت NC در ردیف اول نمایانگر شیب عرضی در مسیر مستقیم است که می توان بربلندی اعمال ننمود. این علامت نشان می‌دهد نیازی به تغییر مقطع معمولی در قوس نیست. علامت RC یعنی شیب عرضی حداقل ۲٪ بربلندی که به اندازه شیب عرضی مسیر مستقیم است و مقدار شیب عرضی منفی در آن وجود ندارد. این علامت نشان می‌دهد که شیب مخالف حذف و مقطع عرضی با شیب عرضی یکسره‌ای ساخته می‌شود که برای هدایت آب‌های سطحی ضروری است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۷- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ٦ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
NC	۱۹۴	۴۲۱	۷۳۸	۱۰۵۰	۱۴۴۰	۱۹۱۰	۲۳۶۰	۲۸۸۰	۳۵۱۰	۴۰۶۰	۴۷۷۰	۵۲۴۰
RC	۱۳۸	۲۹۹	۵۲۵	۷۵۰	۱۰۳۰	۱۳۸۰	۱۷۱۰	۲۰۹۰	۲۵۶۰	۲۹۷۰	۳۵۱۰	۳۸۸۰
۲٫۲	۱۲۲	۲۶۵	۴۶۵	۶۶۸	۹۱۹	۱۲۳۰	۱۵۳۰	۱۸۸۰	۲۳۰۰	۲۶۷۰	۳۱۶۰	۳۵۰۰
۲٫۴	۱۰۹	۲۳۶	۴۱۵	۵۹۹	۸۲۵	۱۱۱۰	۱۳۸۰	۱۷۰۰	۲۰۸۰	۲۴۲۰	۲۸۷۰	۳۱۹۰
۲٫۶	۹۷	۲۱۲	۳۷۲	۵۴۰	۷۴۶	۱۰۰۰	۱۲۶۰	۱۵۴۰	۱۸۹۰	۲۲۱۰	۲۶۳۰	۲۹۳۰
۲٫۸	۸۷	۱۹۰	۳۳۴	۴۸۸	۶۷۶	۹۱۰	۱۱۵۰	۱۴۱۰	۱۷۳۰	۲۰۲۰	۲۴۲۰	۲۷۰۰
۳٫۰	۷۸	۱۷۰	۳۰۰	۴۴۳	۶۱۵	۸۳۱	۱۰۵۰	۱۲۹۰	۱۵۹۰	۱۸۷۰	۲۲۴۰	۲۵۱۰
۳٫۲	۷۰	۱۵۲	۲۶۹	۴۰۲	۵۶۱	۷۶۱	۹۵۹	۱۱۹۰	۱۴۷۰	۱۷۳۰	۲۰۸۰	۲۳۳۰
۳٫۴	۶۱	۱۳۳	۲۳۹	۳۶۴	۵۱۱	۶۹۷	۸۸۲	۱۱۰۰	۱۳۶۰	۱۶۰۰	۱۹۴۰	۲۱۸۰
۳٫۶	۵۱	۱۱۳	۲۰۶	۳۲۹	۴۶۵	۶۴۰	۸۱۳	۱۰۲۰	۱۲۶۰	۱۴۹۰	۱۸۱۰	۲۰۵۰
۳٫۸	۴۲	۹۶	۱۷۷	۲۹۴	۴۲۲	۵۸۶	۷۴۹	۹۳۹	۱۱۷۰	۱۳۹۰	۱۷۰۰	۱۹۳۰
۴٫۰	۳۶	۸۲	۱۵۵	۲۶۱	۳۸۰	۵۳۵	۶۹۰	۸۷۰	۱۰۹۰	۱۳۰۰	۱۵۹۰	۱۸۲۰
۴٫۲	۳۱	۷۲	۱۳۶	۲۳۴	۳۴۳	۴۸۸	۶۳۵	۸۰۶	۱۰۱۰	۱۲۲۰	۱۵۰۰	۱۷۲۰
۴٫۴	۲۷	۶۳	۱۲۱	۲۱۰	۳۱۱	۴۴۶	۵۸۴	۷۴۶	۹۳۸	۱۱۴۰	۱۴۱۰	۱۶۳۰
۴٫۶	۲۴	۵۶	۱۰۸	۱۹۰	۲۸۳	۴۰۸	۵۳۸	۶۹۲	۸۷۳	۱۰۷۰	۱۳۳۰	۱۵۴۰
۴٫۸	۲۱	۵۰	۹۷	۱۷۲	۲۵۸	۳۷۴	۴۹۶	۶۴۱	۸۱۲	۹۹۷	۱۲۶۰	۱۴۷۰
۵٫۰	۱۹	۴۵	۸۸	۱۵۶	۲۳۵	۳۴۳	۴۵۷	۵۹۴	۷۵۵	۹۳۳	۱۱۹۰	۱۴۰۰
۵٫۲	۱۷	۴۰	۷۹	۱۴۲	۲۱۴	۳۱۵	۴۲۱	۵۴۹	۷۰۱	۸۷۱	۱۱۲۰	۱۳۳۰
۵٫۴	۱۵	۳۶	۷۱	۱۲۸	۱۹۵	۲۸۷	۳۸۶	۵۰۶	۶۴۸	۸۱۰	۱۰۶۰	۱۲۶۰
۵٫۶	۱۳	۳۲	۶۳	۱۱۵	۱۷۶	۲۶۰	۳۵۱	۴۶۳	۵۹۴	۷۴۷	۹۸۰	۱۱۹۰
۵٫۸	۱۱	۲۸	۵۶	۱۰۲	۱۵۶	۲۳۲	۳۱۵	۴۱۶	۵۳۷	۶۷۹	۹۰۰	۱۱۱۰
۶٫۰	۸	۲۱	۴۳	۷۹	۱۲۳	۱۸۴	۲۵۲	۳۳۶	۴۳۷	۵۶۰	۷۵۶	۹۵۱

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۸- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ۸ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
NC	۱۸۴	۴۴۳	۷۸۴	۱۰۹۰	۱۴۹۰	۱۹۷۰	۲۴۴۰	۲۹۷۰	۳۶۳۰	۴۱۸۰	۴۹۰۰	۵۳۶۰
RC	۱۳۳	۳۲۲	۵۷۱	۷۹۱	۱۰۹۰	۱۴۵۰	۱۷۹۰	۲۱۹۰	۲۶۸۰	۳۰۹۰	۳۶۴۰	۴۰۰۰
۲٫۲	۱۱۹	۲۸۸	۵۱۲	۷۱۱	۹۷۶	۱۳۰۰	۱۶۲۰	۱۹۸۰	۲۴۲۰	۲۷۹۰	۳۲۹۰	۳۶۲۰
۲٫۴	۱۰۷	۲۶۱	۴۶۳	۶۴۴	۸۸۵	۱۱۹۰	۱۴۷۰	۱۸۰۰	۲۲۰۰	۲۵۵۰	۳۰۱۰	۳۳۱۰
۲٫۶	۹۷	۲۳۷	۴۲۱	۵۸۷	۸۰۸	۱۰۸۰	۱۳۵۰	۱۶۸۰	۲۰۲۰	۲۳۴۰	۲۷۶۰	۳۰۵۰
۲٫۸	۸۸	۲۱۶	۳۸۵	۵۳۹	۷۴۲	۹۹۲	۱۲۴۰	۱۵۲۰	۱۸۶۰	۲۱۶۰	۲۵۵۰	۲۸۳۰
۳٫۰	۸۱	۱۹۹	۳۵۴	۴۹۶	۶۸۴	۹۱۶	۱۱۵۰	۱۴۱۰	۱۷۳۰	۲۰۰۰	۲۳۷۰	۲۶۳۰
۳٫۲	۷۴	۱۸۳	۳۲۶	۴۵۸	۶۳۳	۸۴۹	۱۰۶۰	۱۳۱۰	۱۶۱۰	۱۸۷۰	۲۲۲۰	۲۴۶۰
۳٫۴	۶۸	۱۶۹	۳۰۲	۴۲۵	۵۸۸	۷۹۰	۹۸۸	۱۲۲۰	۱۵۰۰	۱۷۴۰	۲۰۸۰	۲۳۱۰
۳٫۶	۶۲	۱۵۶	۲۷۹	۳۹۵	۵۴۸	۷۳۸	۹۲۴	۱۱۴۰	۱۴۱۰	۱۶۴۰	۱۹۵۰	۲۱۸۰
۳٫۸	۵۷	۱۴۴	۲۵۹	۳۶۸	۵۱۲	۶۹۰	۸۶۶	۱۰۷۰	۱۳۲۰	۱۵۴۰	۱۸۴۰	۲۰۶۰
۴٫۰	۵۲	۱۳۴	۲۴۱	۳۴۴	۴۷۹	۶۴۸	۸۱۳	۱۰۱۰	۱۲۴۰	۱۴۵۰	۱۷۴۰	۱۹۵۰
۴٫۲	۴۸	۱۲۴	۲۲۴	۳۲۱	۴۴۹	۶۰۸	۷۶۶	۹۴۸	۱۱۸۰	۱۳۸۰	۱۶۵۰	۱۸۵۰
۴٫۴	۴۳	۱۱۵	۲۰۸	۳۰۱	۴۲۱	۵۷۳	۷۲۲	۸۹۵	۱۱۱۰	۱۳۰۰	۱۵۷۰	۱۷۶۰
۴٫۶	۳۸	۱۰۶	۱۹۲	۲۸۱	۳۹۵	۵۴۰	۶۸۲	۸۴۷	۱۰۵۰	۱۲۴۰	۱۴۹۰	۱۶۸۰
۴٫۸	۳۳	۹۶	۱۷۸	۲۶۳	۳۷۱	۵۰۹	۶۴۵	۸۰۳	۹۹۶	۱۱۸۰	۱۴۲۰	۱۶۱۰
۵٫۰	۳۰	۸۷	۱۶۳	۲۴۶	۳۴۹	۴۸۰	۶۱۱	۷۶۲	۹۴۷	۱۱۲۰	۱۳۶۰	۱۵۴۰
۵٫۲	۲۷	۷۸	۱۴۸	۲۲۹	۳۲۸	۴۵۴	۵۷۹	۷۲۴	۹۰۱	۱۰۷۰	۱۳۰۰	۱۴۸۰
۵٫۴	۲۴	۷۱	۱۳۶	۲۱۳	۳۰۷	۴۲۹	۵۴۹	۶۸۹	۸۵۹	۱۰۲۰	۱۲۵۰	۱۴۲۰
۵٫۶	۲۲	۶۵	۱۲۵	۱۹۸	۲۸۸	۴۰۵	۵۲۱	۶۵۶	۸۱۹	۹۷۵	۱۲۰۰	۱۳۶۰
۵٫۸	۲۰	۵۹	۱۱۵	۱۸۵	۲۷۰	۳۸۲	۴۹۴	۶۲۵	۷۸۱	۹۳۳	۱۱۵۰	۱۳۱۰
۶٫۰	۱۹	۵۵	۱۰۶	۱۷۲	۲۵۳	۳۶۰	۴۶۹	۵۹۵	۷۴۶	۸۹۴	۱۱۰۰	۱۲۶۰
۶٫۲	۱۷	۵۰	۹۸	۱۶۱	۲۳۸	۳۴۰	۴۴۵	۵۶۷	۷۱۳	۸۷۵	۱۰۶۰	۱۲۲۰
۶٫۴	۱۶	۴۶	۹۱	۱۵۱	۲۲۴	۳۲۲	۴۲۲	۵۴۰	۶۸۱	۸۲۳	۱۰۲۰	۱۱۸۰
۶٫۶	۱۵	۴۳	۸۵	۱۴۱	۲۱۰	۳۰۴	۴۰۰	۵۱۴	۶۵۱	۷۸۹	۹۸۲	۱۱۴۰
۶٫۸	۱۴	۴۰	۷۹	۱۳۲	۱۹۸	۲۸۷	۳۷۹	۴۸۹	۶۲۰	۷۵۷	۹۴۸	۱۱۰۰
۷٫۰	۱۳	۳۷	۷۳	۱۲۳	۱۸۵	۲۷۰	۳۵۸	۴۶۴	۵۹۱	۷۲۴	۹۱۴	۱۰۷۰
۷٫۲	۱۲	۳۴	۶۸	۱۱۵	۱۷۴	۲۵۴	۳۳۸	۴۴۰	۵۶۱	۶۹۱	۸۷۹	۱۰۴۰
۷٫۴	۱۱	۳۱	۶۲	۱۰۷	۱۶۲	۲۳۷	۳۱۸	۴۱۵	۵۳۱	۶۵۷	۸۴۲	۹۹۸
۷٫۶	۱۰	۲۹	۵۷	۹۹	۱۵۰	۲۲۱	۲۹۶	۳۸۹	۴۹۹	۶۲۱	۸۰۳	۹۶۲
۷٫۸	۹	۲۶	۵۲	۹۰	۱۳۷	۲۰۲	۲۷۳	۳۵۹	۴۶۲	۵۷۹	۷۵۷	۹۱۹
۸٫۰	۷	۲۰	۴۱	۷۳	۱۱۳	۱۶۸	۲۲۹	۳۰۴	۳۹۴	۵۰۱	۶۶۷	۸۳۲

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۹- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ۱۰ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
NC	۱۹۷	۴۵۴	۷۹۰	۱۱۱۰	۱۵۲۰	۲۰۰۰	۲۴۸۰	۳۰۱۰	۳۶۹۰	۴۲۵۰	۴۹۶۰	۵۴۱۰
RC	۱۴۵	۳۳۳	۵۸۰	۸۱۵	۱۱۲۰	۱۴۸۰	۱۸۴۰	۲۲۳۰	۲۷۴۰	۳۱۶۰	۳۷۰۰	۴۰۵۰
۲٫۲	۱۳۰	۳۰۰	۵۲۲	۷۳۵	۱۰۲۰	۱۳۴۰	۱۶۶۰	۲۰۲۰	۲۴۸۰	۲۸۶۰	۳۳۶۰	۳۶۸۰
۲٫۴	۱۱۸	۲۷۲	۴۷۴	۶۶۹	۹۲۰	۱۲۲۰	۱۵۲۰	۱۸۴۰	۲۲۶۰	۲۶۲۰	۳۰۷۰	۳۳۷۰
۲٫۶	۱۰۸	۲۴۹	۴۳۴	۶۱۲	۸۴۴	۱۱۲۰	۱۳۹۰	۱۷۰۰	۲۰۸۰	۲۴۱۰	۲۸۳۰	۳۱۱۰
۲٫۸	۹۹	۲۲۹	۳۹۹	۵۶۴	۷۷۸	۱۰۳۰	۱۲۹۰	۱۵۷۰	۱۹۲۰	۲۲۳۰	۲۶۲۰	۲۸۸۰
۳٫۰	۹۱	۲۱۱	۳۶۸	۵۲۲	۷۲۰	۹۵۲	۱۱۹۰	۱۴۶۰	۱۷۹۰	۲۰۷۰	۲۴۴۰	۲۶۹۰
۳٫۲	۸۵	۱۹۶	۳۴۲	۴۸۵	۶۷۰	۸۸۷	۱۱۱۰	۱۳۶۰	۱۶۷۰	۱۹۴۰	۲۲۸۰	۲۵۲۰
۳٫۴	۷۹	۱۸۲	۳۱۸	۴۵۳	۶۲۶	۸۲۹	۱۰۴۰	۱۲۷۰	۱۵۶۰	۱۸۲۰	۲۱۴۰	۲۳۷۰
۳٫۶	۷۳	۱۷۰	۲۹۷	۴۲۴	۵۸۶	۷۷۷	۹۷۴	۱۲۰۰	۱۴۷۰	۱۷۱۰	۲۰۲۰	۲۲۳۰
۳٫۸	۶۸	۱۵۹	۲۷۸	۳۹۸	۵۵۱	۷۳۱	۹۱۷	۱۱۳۰	۱۳۹۰	۱۶۱۰	۱۹۱۰	۲۱۲۰
۴٫۰	۶۴	۱۴۹	۲۶۱	۳۷۴	۵۱۹	۶۹۰	۸۶۶	۱۰۶۰	۱۳۱۰	۱۵۳۰	۱۸۱۰	۲۰۱۰
۴٫۲	۶۰	۱۴۰	۲۴۵	۳۵۳	۴۹۰	۶۵۲	۸۲۰	۱۰۱۰	۱۲۴۰	۱۴۵۰	۱۷۲۰	۱۹۱۰
۴٫۴	۵۶	۱۳۲	۲۳۱	۳۳۳	۴۶۴	۶۱۷	۷۷۷	۹۵۳	۱۱۸۰	۱۳۸۰	۱۶۴۰	۱۸۲۰
۴٫۶	۵۳	۱۲۴	۲۱۸	۳۱۵	۴۳۹	۵۸۶	۷۳۸	۹۰۷	۱۱۲۰	۱۳۱۰	۱۵۶۰	۱۷۴۰
۴٫۸	۵۰	۱۱۷	۲۰۶	۲۹۹	۴۱۷	۵۵۷	۷۰۳	۸۶۴	۱۰۷۰	۱۲۵۰	۱۴۹۰	۱۶۷۰
۵٫۰	۴۷	۱۱۱	۱۹۴	۲۸۳	۳۹۶	۵۳۰	۶۷۰	۸۲۴	۱۰۲۰	۱۲۰۰	۱۴۳۰	۱۶۰۰
۵٫۲	۴۴	۱۰۴	۱۸۴	۲۶۹	۳۷۷	۵۰۵	۶۴۰	۷۸۸	۹۷۵	۱۱۵۰	۱۳۷۰	۱۵۴۰
۵٫۴	۴۱	۹۸	۱۷۴	۲۵۶	۳۵۹	۴۸۲	۶۱۱	۷۵۴	۹۳۴	۱۱۰۰	۱۳۲۰	۱۴۸۰
۵٫۶	۳۹	۹۳	۱۶۴	۲۴۳	۳۴۳	۴۶۱	۵۸۵	۷۲۳	۸۹۶	۱۰۶۰	۱۲۷۰	۱۴۲۰
۵٫۸	۳۶	۸۸	۱۵۵	۲۳۲	۳۲۷	۴۴۱	۵۶۱	۶۹۳	۸۶۰	۱۰۲۰	۱۲۲۰	۱۳۷۰
۶٫۰	۳۳	۸۲	۱۴۶	۲۲۱	۳۱۲	۴۲۲	۵۳۸	۶۶۶	۸۲۷	۹۷۶	۱۱۸۰	۱۳۳۰
۶٫۲	۳۱	۷۷	۱۳۸	۲۱۰	۲۹۸	۴۰۴	۵۱۶	۶۴۰	۷۹۵	۹۴۱	۱۱۴۰	۱۲۸۰
۶٫۴	۲۸	۷۲	۱۳۰	۲۰۰	۲۸۵	۳۸۷	۴۹۶	۶۱۶	۷۶۶	۹۰۷	۱۱۰۰	۱۲۴۰
۶٫۶	۲۶	۶۷	۱۲۱	۱۹۱	۲۷۳	۳۷۲	۴۷۶	۵۹۳	۷۳۸	۸۷۶	۱۰۶۰	۱۲۰۰
۶٫۸	۲۴	۶۲	۱۱۴	۱۸۱	۲۶۱	۳۵۷	۴۵۸	۵۷۱	۷۱۲	۸۴۶	۱۰۳۰	۱۱۷۰
۷٫۰	۲۲	۵۸	۱۰۷	۱۷۲	۲۴۹	۳۴۲	۴۴۱	۵۵۱	۶۸۸	۸۱۹	۹۹۳	۱۱۳۰
۷٫۲	۲۱	۵۵	۱۰۱	۱۶۴	۲۳۸	۳۲۹	۴۲۵	۵۳۲	۶۶۴	۷۹۲	۹۶۳	۱۱۰۰
۷٫۴	۲۰	۵۱	۹۵	۱۵۶	۲۲۸	۳۱۵	۴۰۹	۵۱۳	۶۴۲	۷۶۷	۹۳۴	۱۰۷۰
۷٫۶	۱۸	۴۸	۹۰	۱۴۸	۲۱۸	۳۰۳	۳۹۴	۴۹۶	۶۲۱	۷۴۳	۹۰۷	۱۰۴۰
۷٫۸	۱۷	۴۵	۸۵	۱۴۱	۲۰۸	۲۹۱	۳۸۰	۴۷۹	۶۰۱	۷۲۱	۸۸۲	۱۰۱۰
۸٫۰	۱۶	۴۳	۸۰	۱۳۵	۱۹۹	۲۷۹	۳۶۶	۴۶۳	۵۸۲	۶۹۹	۸۵۷	۹۸۱
۸٫۲	۱۵	۴۰	۷۶	۱۲۸	۱۹۰	۲۶۸	۳۵۳	۴۴۸	۵۶۴	۶۷۹	۸۳۴	۹۵۶
۸٫۴	۱۴	۳۸	۷۲	۱۲۲	۱۸۲	۲۵۷	۳۳۹	۴۳۲	۵۴۶	۶۶۰	۸۱۲	۹۳۲

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۹- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ۱۰ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
۸٫۶	۱۴	۳۶	۶۸	۱۱۶	۱۷۴	۲۴۶	۳۲۶	۴۱۷	۵۲۸	۶۴۱	۷۹۰	۹۱۰
۸٫۸	۱۳	۳۴	۶۴	۱۱۰	۱۶۶	۲۳۶	۳۱۳	۴۰۲	۵۰۹	۶۲۱	۷۷۰	۸۸۸
۹٫۰	۱۲	۳۲	۶۱	۱۰۵	۱۵۸	۲۲۵	۳۰۰	۳۸۶	۴۹۱	۶۰۲	۷۵۱	۸۶۷
۹٫۲	۱۱	۳۰	۵۷	۹۹	۱۵۰	۲۱۵	۲۸۷	۳۷۱	۴۷۲	۵۸۲	۷۳۱	۸۴۷
۹٫۴	۱۱	۲۸	۵۴	۹۴	۱۴۲	۲۰۴	۲۷۴	۳۵۴	۴۵۳	۵۶۰	۷۰۹	۸۲۸
۹٫۶	۱۰	۲۶	۵۰	۸۸	۱۳۳	۱۹۲	۲۵۹	۳۳۷	۴۳۲	۵۳۷	۶۸۵	۸۰۹
۹٫۸	۹	۲۴	۴۶	۸۱	۱۲۴	۱۷۹	۲۴۲	۳۱۶	۴۰۷	۵۰۹	۶۵۶	۷۸۶
۱۰٫۰	۷	۱۹	۳۸	۶۸	۱۰۵	۱۵۴	۲۱۰	۲۷۷	۳۵۸	۴۵۴	۵۹۷	۷۳۹

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۰- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ۱۲ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
NC	۲۱۰	۴۵۹	۸۰۴	۱۱۳۰	۱۵۴۰	۲۰۳۰	۲۵۱۰	۳۰۴۰	۳۷۲۰	۴۲۸۰	۴۹۹۰	۵۴۴۰
RC	۱۵۵	۳۳۸	۵۹۴	۸۳۵	۱۱۵۰	۱۵۱۰	۱۸۷۰	۲۲۷۰	۲۷۷۰	۳۱۹۰	۳۷۴۰	۴۰۸۰
۲٫۲	۱۳۹	۳۰۶	۵۳۶	۷۵۵	۱۰۴۰	۱۳۶۰	۱۶۹۰	۲۰۵۰	۲۵۱۰	۲۹۰۰	۳۳۹۰	۳۷۱۰
۲٫۴	۱۲۷	۲۷۸	۴۸۸	۶۸۸	۹۴۲	۱۲۵۰	۱۵۵۰	۱۸۸۰	۲۳۰۰	۲۶۵۰	۳۱۱۰	۳۴۰۰
۲٫۶	۱۱۶	۲۵۵	۴۴۸	۶۳۱	۸۶۵	۱۱۴۰	۱۴۲۰	۱۷۳۰	۲۱۱۰	۲۴۴۰	۲۸۶۰	۳۱۴۰
۲٫۸	۱۰۷	۲۳۵	۴۱۳	۵۸۳	۷۹۹	۱۰۶۰	۱۳۲۰	۱۶۰۰	۱۹۶۰	۲۲۶۰	۲۶۶۰	۲۹۱۰
۳٫۰	۹۹	۲۱۸	۳۸۲	۵۴۱	۷۴۲	۹۸۰	۱۲۲۰	۱۴۹۰	۱۸۲۰	۲۱۱۰	۲۴۸۰	۲۷۲۰
۳٫۲	۹۲	۲۰۲	۳۵۶	۵۰۴	۶۹۲	۹۱۴	۱۱۴۰	۱۳۹۰	۱۷۰۰	۱۹۷۰	۲۳۲۰	۲۵۵۰
۳٫۴	۸۶	۱۸۹	۳۳۲	۴۷۲	۶۴۸	۸۵۶	۱۰۷۰	۱۳۰۰	۱۶۰۰	۱۸۵۰	۲۱۸۰	۲۴۰۰
۳٫۶	۸۱	۱۷۷	۳۱۲	۴۴۳	۶۰۹	۸۰۵	۱۰۱۰	۱۲۳۰	۱۵۱۰	۱۷۵۰	۲۰۶۰	۲۲۷۰
۳٫۸	۷۶	۱۶۶	۲۹۳	۴۱۷	۵۷۳	۷۵۹	۹۴۷	۱۱۶۰	۱۴۲۰	۱۶۵۰	۱۹۵۰	۲۱۵۰
۴٫۰	۷۱	۱۵۷	۲۷۶	۳۹۳	۵۴۲	۷۱۸	۸۹۶	۱۱۰۰	۱۳۵۰	۱۵۶۰	۱۸۵۰	۲۰۴۰
۴٫۲	۶۷	۱۴۸	۲۶۱	۳۷۲	۵۱۳	۶۸۰	۸۵۰	۱۰۴۰	۱۲۸۰	۱۴۹۰	۱۷۶۰	۱۹۴۰
۴٫۴	۶۴	۱۴۰	۲۴۷	۳۵۳	۴۸۷	۶۴۶	۸۰۸	۹۸۸	۱۲۲۰	۱۴۲۰	۱۶۸۰	۱۸۵۰
۴٫۶	۶۰	۱۳۲	۲۳۴	۳۳۵	۴۳۶	۶۱۵	۷۷۰	۹۴۱	۱۱۶۰	۱۳۵۰	۱۶۰۰	۱۷۷۰
۴٫۸	۵۷	۱۲۶	۲۲۲	۳۱۹	۴۴۱	۵۸۶	۷۳۴	۸۹۹	۱۱۱۰	۱۲۹۰	۱۵۳۰	۱۷۰۰
۵٫۰	۵۴	۱۱۹	۲۱۱	۳۰۴	۴۲۱	۵۶۰	۷۰۲	۸۶۰	۱۰۶۰	۱۲۴۰	۱۴۷۰	۱۶۳۰
۵٫۲	۵۲	۱۱۴	۲۰۱	۲۹۰	۴۰۲	۵۳۵	۶۷۲	۸۲۴	۱۰۲۰	۱۱۹۰	۱۴۱۰	۱۵۷۰
۵٫۴	۴۹	۱۰۸	۱۹۲	۲۷۷	۳۸۴	۵۱۳	۶۴۴	۷۹۰	۹۷۳	۱۱۴۰	۱۳۶۰	۱۵۱۰
۵٫۶	۴۷	۱۰۳	۱۸۳	۲۶۵	۳۶۸	۴۹۲	۶۱۸	۷۵۹	۹۳۶	۱۱۰۰	۱۳۱۰	۱۴۶۰
۵٫۸	۴۵	۹۸	۱۷۵	۲۵۴	۳۵۳	۴۷۲	۵۹۴	۷۳۰	۹۰۰	۱۰۶۰	۱۲۶۰	۱۴۱۰
۶٫۰	۴۳	۹۴	۱۶۷	۲۴۴	۳۳۹	۴۵۴	۵۷۲	۷۰۳	۸۶۷	۱۰۲۰	۱۲۲۰	۱۳۶۰
۶٫۲	۴۱	۹۰	۱۵۹	۲۳۴	۳۲۶	۴۳۶	۵۵۱	۶۷۸	۸۳۷	۹۸۱	۱۱۸۰	۱۳۱۰
۶٫۴	۳۹	۸۶	۱۵۳	۲۲۵	۳۱۳	۴۲۰	۵۳۱	۶۵۴	۸۰۸	۹۴۸	۱۱۴۰	۱۲۷۰
۶٫۶	۳۷	۸۲	۱۴۶	۲۱۶	۳۰۲	۴۰۵	۵۱۲	۶۳۲	۷۸۱	۹۱۷	۱۱۰۰	۱۲۳۰
۶٫۸	۳۵	۷۸	۱۴۰	۲۰۸	۲۹۰	۳۹۱	۴۹۴	۶۱۱	۷۵۵	۸۸۸	۱۰۷۰	۱۲۰۰
۷٫۰	۳۴	۷۵	۱۳۴	۲۰۰	۲۸۰	۳۷۷	۴۷۸	۵۹۱	۷۳۱	۸۶۰	۱۰۴۰	۱۱۶۰
۷٫۲	۳۲	۷۱	۱۲۸	۱۹۲	۲۷۰	۳۶۴	۴۶۲	۵۷۲	۷۰۸	۸۳۴	۱۰۱۰	۱۱۳۰
۷٫۴	۳۰	۶۸	۱۲۲	۱۸۵	۲۶۰	۳۵۲	۴۴۷	۵۵۴	۶۸۶	۸۱۰	۹۷۴	۱۱۰۰
۷٫۶	۲۹	۶۵	۱۱۷	۱۷۸	۲۵۱	۳۴۰	۴۳۳	۵۳۷	۶۶۶	۷۸۶	۹۴۷	۱۰۷۰
۷٫۸	۲۷	۶۱	۱۱۲	۱۷۲	۲۴۳	۳۲۹	۴۲۰	۵۲۱	۶۴۶	۷۶۴	۹۲۱	۱۰۴۰
۸٫۰	۲۶	۵۸	۱۰۷	۱۶۵	۲۳۵	۳۱۹	۴۰۷	۵۰۶	۶۲۸	۷۴۳	۸۹۷	۱۰۲۰
۸٫۲	۲۴	۵۵	۱۰۲	۱۵۹	۲۲۷	۳۰۹	۳۹۵	۴۹۱	۶۱۰	۷۲۳	۸۷۴	۹۸۹
۸٫۴	۲۳	۵۲	۹۷	۱۵۴	۲۱۹	۲۹۹	۳۸۳	۴۷۷	۵۹۳	۷۰۴	۸۵۲	۹۶۵

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۱۰- حداقل شعاع قوس افقی برای نرخهای بربلندی طرح و سرعت طراحی (حداکثر بربلندی ۱۲ درصد)

e (%)	سرعت طرح (kph)											
	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
	شعاع قوس افقی (متر)											
۸٫۶	۲۲	۵۰	۹۳	۱۴۸	۲۱۲	۲۹۰	۳۷۲	۴۶۴	۵۷۷	۶۸۶	۸۳۱	۹۴۲
۸٫۸	۲۰	۴۷	۸۸	۱۴۲	۲۰۵	۲۸۱	۳۶۱	۴۵۱	۵۶۲	۶۶۸	۸۱۱	۹۲۱
۹٫۰	۱۹	۴۵	۸۵	۱۳۷	۱۹۸	۲۷۳	۳۵۱	۴۳۹	۵۴۷	۶۵۲	۷۹۲	۹۰۰
۹٫۲	۱۸	۴۳	۸۱	۱۳۲	۱۹۱	۲۶۴	۳۴۱	۴۲۸	۵۳۳	۶۳۶	۷۷۴	۸۸۰
۹٫۴	۱۸	۴۱	۷۷	۱۲۷	۱۸۵	۲۵۶	۳۳۲	۴۱۶	۵۲۰	۶۲۱	۷۵۶	۸۶۱
۹٫۶	۱۷	۳۹	۷۴	۱۲۳	۱۷۹	۲۴۹	۳۲۳	۴۰۶	۵۰۷	۶۰۶	۷۳۹	۸۴۳
۹٫۸	۱۶	۳۷	۷۱	۱۱۸	۱۷۳	۲۴۱	۳۱۴	۳۹۵	۴۹۴	۵۹۲	۷۲۳	۸۲۶
۱۰٫۰	۱۵	۳۶	۶۸	۱۱۴	۱۶۷	۲۳۴	۳۰۵	۳۸۵	۴۸۲	۵۷۹	۷۰۸	۸۰۹
۱۰٫۲	۱۴	۳۴	۶۵	۱۱۰	۱۶۱	۲۲۶	۲۹۶	۳۷۵	۴۷۱	۵۶۶	۶۹۳	۷۹۳
۱۰٫۴	۱۴	۳۳	۶۲	۱۰۵	۱۵۵	۲۱۹	۲۸۸	۳۶۵	۴۵۹	۵۵۳	۶۷۹	۷۷۸
۱۰٫۶	۱۳	۳۱	۵۹	۱۰۱	۱۵۰	۲۱۲	۲۷۹	۳۵۵	۴۴۸	۵۴۱	۶۶۵	۷۶۳
۱۰٫۸	۱۲	۳۰	۵۷	۹۷	۱۴۴	۲۰۴	۲۷۰	۳۴۵	۴۳۶	۵۲۹	۶۵۲	۷۴۹
۱۱٫۰	۱۲	۲۸	۵۴	۹۳	۱۳۹	۱۹۷	۲۶۱	۳۳۵	۴۲۳	۵۱۶	۶۳۹	۷۳۵
۱۱٫۲	۱۱	۲۷	۵۱	۸۹	۱۳۳	۱۸۹	۲۵۲	۳۲۶	۴۱۱	۵۰۳	۶۲۶	۷۲۲
۱۱٫۴	۱۱	۲۵	۴۹	۸۵	۱۲۷	۱۸۲	۲۴۲	۳۱۲	۳۹۷	۴۸۸	۶۰۳	۷۰۹
۱۱٫۶	۱۰	۲۴	۴۶	۸۰	۱۲۰	۱۷۳	۲۳۲	۳۰۰	۳۸۲	۴۷۲	۵۹۸	۶۹۷
۱۱٫۸	۹	۲۲	۴۳	۷۵	۱۱۳	۱۶۳	۲۱۹	۲۸۵	۳۶۴	۴۵۳	۵۷۹	۶۸۵
۱۲٫۰	۷	۱۸	۳۶	۶۴	۹۸	۱۴۳	۱۹۴	۲۵۵	۳۲۸	۴۱۴	۵۴۰	۶۶۵

omoorepeyman.ir

۵-۳-۲-۲- محدودیت نرخ بربلندی با توجه به سرعت طرح

زمانی که خودرو از تانژانت وارد قوس می‌شود، در نرخهای بربلندی زیاد، جابه‌جائی جانبی رخ می‌دهد. در هر صورت برای کاهش جابه‌جایی جانبی وسایل نقلیه در سرعت‌های کم، نرخ بربلندی انتخابی در سرعت طرح‌های کمتر باید به مقادیر جدول (۵-۱۱) محدود شود. در غیر این صورت اضافه عرض لازم برای کاهش امکان تجاوز وسیله نقلیه به خط مجاور، در نظر گرفته شود.

جدول ۵-۱۱- مقدار بربلندی در سرعت‌های کم

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	نرخ بربلندی (درصد)
۲۰	۸
۳۰	۸
۴۰	۱۰
۵۰	۱۱
۶۰	۱۱
۷۰	۱۲

۵-۳-۲-۳- طول تأمین بربلندی

از نظر تأمین ایمنی خودرو و همچنین حفظ زیبایی مسیر و اجتناب از واکنش‌های آنی در مسیر، تغییرات لازم در شیب عرضی راه، بهتر است به صورت تدریجی و ملایم و در طولی از راه، قبل و بعد از قوس های افقی انجام شود که طول تأمین بربلندی نامیده می‌شود.

طول تأمین بربلندی (L) از مجموع دو قسمت تشکیل شده است:

الف- حداقل طول شیب بربلندی (L_r): طولی است که شیب عرضی از مقدار صفر به شیب بربلندی طرح شده (و بالعکس) می‌رسد. معمولاً برای قوسهای دایره ای ساده، بخشی از طول شیب بربلندی در قبل از قوس افقی دایره ای و بخشی از آن در قوس افقی دایره ای اعمال می‌شود.

طول شیب بربلندی، بر اساس حداکثر شیب طولی نسبی لبه سواره‌رو (اختلاف قابل قبول شیب طولی میان محور چرخش و لبه سواره‌رو) بر اساس رابطه (۵-۹) تعیین می‌شود.

$$L_r=\frac{(wn_1)e_d}{\Delta}(b_w) \qquad (۵-۹)$$

که در آن:

L_r : حداقل طول شیب بربلندی (متر)،

Δ : حداکثر تغییر شیب طولی نسبی [لبه سواره‌رو] (جدول (۵-۱۲))،

omoorepeyman.ir

n_1: تعداد خط‌های دوران یافته،

W: عرض هر خط عبور (متر)،

e_d: نرخ بربلندی طرح (درصد)، و

b_w: ضریب اصلاحی تعداد خط‌های چرخش یافته (مطابق جدول (۵-۱۳)).

رابطه (۵-۶) برای راه‌های جدانشده به راحتی می‌توان استفاده نمود که چرخش حول خط میانی انجام می‌شود. در این حالت تعداد خط‌های چرخش یافته (n_1) برابر با نصف تعداد خط‌ها در مقطع عرضی می‌باشد. در صورتی که چرخش حول خط مبنای دیگری انجام شود (Wn_1) برابر با عرضی خواهد بود که در یک صفحه به اندازه شیب بربلندی طرح چرخش یافته است. در جاده‌های جداشده طول بربلندی برای هر کف راه به طور مجزا محاسبه و لحاظ می‌گردد.

جدول ۵-۱۲- حداکثر تغییر شیب طولی نسبی برای سرعت‌های مختلف

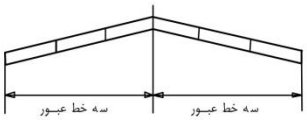
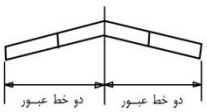
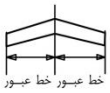
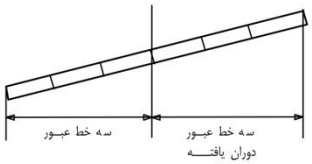
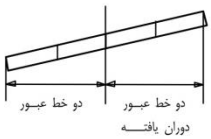
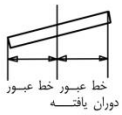
سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر تغییر شیب نسبی (درصد)
۲۰	۰/۸۰
۳۰	۰/۷۵
۴۰	۰/۷۰
۵۰	۰/۶۵
۶۰	۰/۶۰
۷۰	۰/۵۵
۸۰	۰/۵۰
۹۰	۰/۴۷
۱۰۰	۰/۴۴
۱۱۰	۰/۴۱
۱۲۰	۰/۳۸
۱۳۰	۰/۳۵

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۳- ضریب تعدیل تعداد خط‌های چرخش یافته

تعداد خط‌های دوران یافته(n_1)	ضریب اصلاحی (b_w)*
۱	۱/۰۰
۱/۵	۰/۸۳
۲	۰/۷۵
۲/۵	۰/۷۰
۳	۰/۶۷
۳/۵	۰/۶۴

*$b_w=[1+0/5(n_1-1)]/n_1$

دوران سه خط	دوران دو خط	دوران یک خط
 نیمرخ عادی	 نیمرخ عادی	 نیمرخ عادی
 نیمرخ دوران یافته	 نیمرخ دوران یافته	 نیمرخ دوران یافته

بر اساس رابطه (۵-۶) و مطالب بیان شده، طول شیب بربلندی برای راه‌های دو خطه و چهار خطه جدانشده، مطابق جدول (۵-۱۴)، است. در این جدول L_r^1 طول شیب بربلندی برای راه‌های دو خطه با چرخش حول محور میانی و L_r^2، طول شیب بربلندی برای راه‌های چهار خطه با چرخش حول محور میانی می‌باشد. مقادیر این جدول برای هر خط به عرض ۳/۶۰ متر می‌باشد. برای عرض خط کمتر یا بیشتر به نسبت عرض‌ها، این مقادیر به ترتیب کاهش یا افزایش می‌یابند.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۴- طول شیب بربلندی برای راه‌های دو خطه و چهار خطه جدانشده

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۲۰		۳۰		۴۰		۵۰		۶۰		۷۰	
تعداد خطهای دوران	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
بربلندی (درصد)	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r
۱٫۵	۷	۱۰	۷	۱۱	۸	۱۲	۸	۱۳	۹	۱۴	۱۰	۱۵
۲٫۰	۹	۱۴	۱۰	۱۴	۱۰	۱۵	۱۱	۱۷	۱۲	۱۸	۱۳	۲۰
۲٫۲	۱۰	۱۵	۱۱	۱۶	۱۱	۱۷	۱۲	۱۸	۱۳	۲۰	۱۴	۲۲
۲٫۴	۱۱	۱۶	۱۲	۱۷	۱۲	۱۹	۱۳	۲۰	۱۴	۲۲	۱۶	۲۴
۲٫۶	۱۲	۱۸	۱۲	۱۹	۱۳	۲۰	۱۴	۲۲	۱۶	۲۳	۱۷	۲۵
۲٫۸	۱۳	۱۹	۱۳	۲۰	۱۴	۲۲	۱۶	۲۳	۱۷	۲۵	۱۸	۲۷
۳٫۰	۱۴	۲۰	۱۴	۲۲	۱۵	۲۳	۱۷	۲۵	۱۸	۲۷	۲۰	۲۹
۳٫۲	۱۴	۲۲	۱۵	۲۳	۱۶	۲۵	۱۸	۲۷	۱۹	۲۹	۲۱	۳۱
۳٫۴	۱۵	۲۳	۱۶	۲۴	۱۷	۲۶	۱۹	۲۸	۲۰	۳۱	۲۲	۳۳
۳٫۶	۱۶	۲۴	۱۷	۲۶	۱۹	۲۸	۲۰	۳۰	۲۲	۳۲	۲۴	۳۵
۳٫۸	۱۷	۲۶	۱۸	۲۷	۲۰	۲۹	۲۱	۳۲	۲۳	۳۴	۲۵	۳۷
۴٫۰	۱۸	۲۷	۱۹	۲۹	۲۱	۳۱	۲۲	۳۳	۲۴	۳۶	۲۶	۳۹
۴٫۲	۱۹	۲۸	۲۰	۳۰	۲۲	۳۲	۲۳	۳۵	۲۵	۳۸	۲۷	۴۱
۴٫۴	۲۰	۳۰	۲۱	۳۲	۲۳	۳۴	۲۴	۳۷	۲۶	۴۰	۲۹	۴۳
۴٫۶	۲۱	۳۱	۲۲	۳۳	۲۴	۳۵	۲۵	۳۸	۲۸	۴۱	۳۰	۴۵
۴٫۸	۲۲	۳۲	۲۳	۳۵	۲۵	۳۷	۲۷	۴۰	۲۹	۴۳	۳۱	۴۷
۵٫۰	۲۳	۳۴	۲۴	۳۶	۲۶	۳۹	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۳	۴۹
۵٫۲	۲۳	۳۵	۲۵	۳۷	۲۷	۴۰	۲۹	۴۳	۳۱	۴۷	۳۴	۵۱
۵٫۴	۲۴	۳۶	۲۶	۳۹	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۲	۴۹	۳۵	۵۳
۵٫۶	۲۵	۳۸	۲۷	۴۰	۲۹	۴۳	۳۱	۴۷	۳۴	۵۰	۳۷	۵۵
۵٫۸	۲۶	۳۹	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۲	۴۸	۳۵	۵۲	۳۸	۵۷
۶٫۰	۲۷	۴۱	۲۹	۴۳	۳۱	۴۸	۳۳	۵۰	۳۶	۵۴	۳۹	۵۹
۶٫۲	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۲	۴۸	۳۴	۵۲	۳۷	۵۶	۴۱	۶۱
۶٫۴	۲۹	۴۳	۳۱	۴۶	۳۳	۴۹	۳۵	۵۳	۳۸	۵۸	۴۲	۶۳
۶٫۶	۳۰	۴۵	۳۲	۴۸	۳۴	۵۱	۳۷	۵۵	۴۰	۵۹	۴۳	۶۵
۶٫۸	۳۱	۴۶	۳۳	۴۹	۳۵	۵۲	۳۸	۵۶	۴۱	۶۱	۴۵	۶۷
۷٫۰	۳۱	۴۷	۳۴	۵۰	۳۶	۵۴	۳۹	۵۸	۴۲	۶۳	۴۶	۶۹
۷٫۲	۳۲	۴۹	۳۵	۵۲	۳۷	۵۶	۴۰	۶۰	۴۳	۶۵	۴۷	۷۱
۷٫۴	۳۳	۵۰	۳۶	۵۳	۳۸	۵۷	۴۱	۶۱	۴۴	۶۷	۴۸	۷۳
۷٫۶	۳۴	۶۱	۳۶	۵۵	۳۹	۵۹	۴۲	۶۳	۴۶	۶۸	۵۰	۷۵
۷٫۸	۳۵	۵۳	۳۷	۵۶	۴۰	۶۰	۴۳	۶۵	۴۷	۷۰	۵۱	۷۷
۸٫۰	۳۶	۵۴	۳۸	۵۸	۴۱	۶۲	۴۴	۶۶	۴۸	۷۲	۵۲	۷۹
۸٫۲	۳۷	۵۵	۳۹	۵۹	۴۲	۶۳	۴۵	۶۸	۴۹	۷۴	۵۴	۸۱
۸٫۴	۳۸	۵۷	۴۰	۶۰	۴۳	۶۵	۴۷	۷۰	۵۰	۷۶	۵۵	۸۲
۸٫۶	۳۹	۵۸	۴۱	۶۲	۴۴	۶۶	۴۸	۷۱	۵۲	۷۷	۵۶	۸۴
۸٫۸	۴۰	۵۹	۴۲	۶۳	۴۵	۶۸	۴۹	۷۳	۵۳	۷۹	۵۸	۸۶
۹٫۰	۴۰	۶۱	۴۳	۶۵	۴۶	۶۹	۵۰	۷۵	۵۴	۸۱	۵۹	۸۹
۹٫۲	۴۱	۶۲	۴۴	۶۶	۴۷	۷۱	۵۱	۷۶	۵۵	۸۳	۶۰	۹۰
۹٫۴	۴۲	۶۳	۴۵	۶۸	۴۸	۷۳	۵۲	۷۸	۵۶	۸۵	۶۲	۹۲
۹٫۶	۴۳	۶۵	۴۸	۶۹	۴۹	۷۴	۵۳	۸۰	۵۸	۸۶	۶۳	۹۴
۹٫۸	۴۴	۶۶	۴۷	۷۱	۵۰	۷۶	۵۴	۸۱	۵۹	۸۸	۶۴	۹۶
۱۰٫۰	۴۵	۶۸	۴۰	۷۲	۵۱	۷۷	۵۵	۸۳	۶۰	۹۰	۶۵	۹۸
۱۰٫۲	۴۶	۸۹	۴۹	۷۳	۵۲	۷۹	۵۶	۸۵	۶۱	۹۲	۶۷	۱۰۰
۱۰٫۴	۴۷	۷۰	۵۰	۷۵	۵۳	۸۰	۵۸	۸۶	۶۲	۹۴	۶۸	۱۰۲
۱۰٫۶	۴۸	۷۲	۵۱	۷۶	۵۵	۸۲	۵۹	۸۸	۶۴	۹۵	۶۹	۱۰۴
۱۰٫۸	۴۹	۷۳	۵۲	۷۸	۵۶	۸۳	۶۰	۹۰	۶۵	۹۷	۷۱	۱۰۶
۱۱٫۰	۵۰	۷۴	۵۳	۷۹	۵۷	۸۵	۶۱	۹۱	۶۶	۹۹	۷۲	۱۰۸
۱۱٫۲	۵۰	۷۶	۵۴	۸۱	۵۸	۸۶	۶۲	۹۳	۶۷	۱۰۱	۷۳	۱۱۰
۱۱٫۴	۵۱	۷۷	۵۵	۸۲	۵۹	۸۸	۶۳	۹۵	۶۹	۱۰۳	۷۵	۱۱۲
۱۱٫۶	۵۲	۷۸	۵۶	۸۴	۶۰	۸۹	۶۴	۹۶	۷۰	۱۰۴	۷۶	۱۱۴
۱۱٫۸	۵۳	۸۰	۵۷	۸۵	۶۱	۹۱	۶۵	۹۹	۷۱	۱۰۶	۷۷	۱۱۶
۱۲٫۰	۵۴	۸۱	۵۸	۸۸	۶۲	۹۳	۶۶	۱۰۰	۷۲	۱۰۹	۷۹	۱۱۸

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۱۴- طول شیب بربلندی برای راه‌های دو خطه و چهار خطه جدانشده

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۸۰		۹۰		۱۰۰		۱۱۰		۱۲۰		۱۳۰	
تعداد خطهای دوران	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
بربلندی (درصد)	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r	L^1_r	L^2_r
۱٫۵	۱۱	۱۶	۱۲	۱۷	۱۲	۱۸	۱۳	۲۰	۱۴	۲۱	۱۵	۲۳
۲٫۰	۱۴	۲۲	۱۶	۲۳	۱۶	۲۵	۱۸	۲۵	۱۹	۲۸	۲۱	۳۱
۲٫۲	۱۶	۲۴	۱۷	۲۵	۱۸	۲۷	۱۹	۲۹	۲۱	۳۱	۲۳	۳۴
۲٫۴	۱۷	۲۶	۱۸	۲۶	۲۰	۲۹	۲۱	۳۲	۲۳	۳۴	۲۵	۳۷
۲٫۶	۱۹	۲۸	۲۰	۳۰	۲۱	۳۲	۲۳	۳۴	۲۵	۳۷	۲۷	۴۰
۲٫۸	۲۰	۳۰	۲۱	۳۲	۲۳	۳۴	۲۵	۳۷	۲۷	۴۰	۲۹	۴۳
۳٫۰	۲۲	۳۲	۲۳	۳۴	۲۵	۳۷	۲۶	۴۰	۲۸	۴۳	۳۱	۴۸
۳٫۲	۲۳	۳۵	۲۵	۳۷	۲۶	۳۹	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۳	۴۹
۳٫۴	۲۴	۳۷	۲۶	۳۹	۲۸	۴۲	۳۰	۴۵	۳۲	۴۸	۳۶	۵۲
۳٫۶	۲۶	۳۹	۲۸	۴۱	۲۹	۴۴	۳۲	۴۷	۳۴	۵۱	۳۷	۵۶
۳٫۸	۲۷	۴۱	۲۹	۴۴	۳۱	۴۷	۳۳	۵۰	۳۶	۵۴	۳۹	۵۹
۴٫۰	۲۹	۴۳	۳۱	۴۶	۳۳	۴۹	۳۵	۵۳	۳۸	۵۷	۴۱	۶۲
۴٫۲	۳۰	۴۵	۳۲	۴۸	۳۴	۵۲	۳۷	۵۵	۴۰	۶۰	۴۳	۶۶
۴٫۴	۳۲	۴۸	۳۴	۶۱	۳۶	۵۴	۳۹	۵۸	۴۲	۶۳	۴۵	۶۸
۴٫۶	۳۳	۵۰	۳۵	۵۳	۳۸	۶۶	۴۰	۶۱	۴۴	۶۵	۴۷	۷۱
۴٫۸	۳۵	۵۲	۳۷	۶۶	۳۹	۵۹	۴۲	۶۳	۴۵	۶۸	۴۹	۷۴
۵٫۰	۳۶	۵۴	۳۸	۵۷	۴۱	۶۱	۴۴	۶۶	۴۷	۷۱	۵۱	۷۷
۵٫۲	۳۷	۵۶	۴۰	۶۰	۴۳	۶۴	۴۶	۶۸	۴۹	۷۴	۵۳	۸۰
۵٫۴	۳۹	۵۸	۴۱	۶۲	۴۴	۶۵	۴۷	۷۱	۵۱	۷۷	۵۶	۸۳
۵٫۶	۴۰	۶۰	۴۳	۶۴	۴۶	۶۹	۴۹	۷۴	۵۳	۸۰	۵۸	۸۵
۵٫۸	۴۲	۶۳	۴۴	۶۷	۴۷	۷۱	۵۱	۷۸	۵۵	۸۲	۶۰	۸۹
۶٫۰	۴۳	۶۵	۴۵	۶۹	۴۹	۷۴	۵۳	۷۹	۵۷	۸۵	۶۲	۹۳
۶٫۲	۴۵	۶۷	۴۷	۷۱	۵۱	۷۶	۵۴	۸۲	۵۹	۸۹	۶۴	۹۸
۶٫۴	۴۶	۶۹	۴۹	۷۴	۵۲	۷۹	۵۶	۸۴	۶۱	۹۱	۶۶	۹۹
۶٫۶	۴۸	۷۱	۵۱	۷۶	۵۴	۸۱	۵۸	۸۷	۶۳	۹۴	۶۸	۱۰۲
۶٫۸	۴۹	۷۳	۵۲	۷۸	۵۶	۸۳	۶۰	۹۰	۶۴	۹۷	۷۰	۱۰۵
۷٫۰	۵۰	۷۶	۵۴	۸۰	۵۷	۸۶	۶۱	۹۲	۶۶	۹۹	۷۲	۱۰۸
۷٫۲	۵۲	۷۸	۵۵	۸۳	۵۹	۸۸	۶۳	۹۵	۶۸	۱۰۲	۷۴	۱۱۱
۷٫۴	۵۳	۸۰	۵۷	۸۵	۶۱	۹۱	۶۵	۹۷	۷۰	۱۰۵	۷۶	۱۱۴
۷٫۶	۵۵	۸۲	۵۸	۸۷	۶۲	۹۳	۶۷	۱۰۰	۷۲	۱۰۸	۷۸	۱۱۷
۷٫۸	۵۶	۸۴	۶۰	۹۰	۶۴	۹۶	۶۸	۱۰۳	۷۴	۱۱۱	۸۰	۱۲۰
۸٫۰	۵۸	۸۶	۶۱	۹۲	۶۵	۹۸	۷۰	۱۰۵	۷۶	۱۱۴	۸۲	۱۲۳
۸٫۲	۵۹	۸۹	۶۳	۹۴	۶۷	۱۰۱	۷۲	۱۰۶	۷۸	۱۱۷	۸۴	۱۲۷
۸٫۴	۶۰	۹۱	۶۴	۹۷	۶۹	۱۰۳	۷۴	۱۱۱	۸۰	۱۱۹	۸۸	۱۳۰
۸٫۶	۶۲	۹۳	۶۶	۹۹	۷۰	۱۰۶	۷۶	۱۱۳	۸۱	۱۲۲	۸۹	۱۳۳
۸٫۸	۶۳	۹۵	۶۷	۱۰۱	۷۲	۱۰۸	۷۷	۱۱۶	۸۳	۱۲۵	۹۱	۱۳۶
۹٫۰	۶۵	۹۷	۶۹	۱۰۳	۷۴	۱۱۰	۷۹	۱۱۹	۸۵	۱۲۹	۹۳	۱۳۹
۹٫۲	۶۶	۹۹	۷۰	۱۰۶	۷۵	۱۱۳	۸۱	۱۲۱	۸۷	۱۳۱	۹۵	۱۴۲
۹٫۴	۶۸	۱۰۲	۷۲	۱۰۸	۷۷	۱۱۶	۸۳	۱۲۴	۸۹	۱۳۴	۹۷	۱۴۵
۹٫۶	۶۹	۱۰۴	۷۴	۱۱۰	۷۹	۱۱۸	۸۴	۱۲۸	۹۱	۱۳۶	۹۹	۱۴۸
۹٫۸	۷۱	۱۰۶	۷۵	۱۱۳	۸۰	۱۲۰	۸۶	۱۲۹	۹۳	۱۳۹	۱۰۱	۱۶۱
۱۰٫۰	۷۲	۱۰۸	۷۷	۱۱۶	۸۲	۱۲۳	۸۸	۱۳۲	۹۵	۱۴۲	۱۰۳	۱۵۴
۱۰٫۲	۷۳	۱۱۰	۷۸	۱۱۷	۸۳	۱۲۵	۹۰	۱۳۴	۹۷	۱۴۵	۱۰۶	۱۵۷
۱۰٫۴	۷۵	۱۱۲	۸۰	۱۱۹	۸۵	۱۲۸	۹۱	۱۳۷	۹۹	۱۴۸	۱۰۷	۱۶۰
۱۰٫۶	۷۶	۱۱۴	۸۱	۱۲۲	۸۷	۱۳۰	۹۳	۱۴۰	۱۰۰	۱۵۱	۱۰۹	۱۶۴
۱۰٫۸	۷۸	۱۱۷	۸۳	۱۲۴	۸۸	۱۳۳	۹۵	۱۴۲	۱۰۲	۱۵۳	۱۱۱	۱۶۷
۱۱٫۰	۷۹	۱۱۹	۸۴	۱۲۶	۹۰	۱۳۵	۹۷	۱۴۵	۱۰۴	۱۵۸	۱۱۳	۱۷۰
۱۱٫۲	۸۱	۱۲۱	۸۵	۱۲۹	۹۲	۱۳۷	۹۸	۱۴۸	۱۰۶	۱۵۹	۱۱۵	۱۷۳
۱۱٫۴	۸۲	۱۲۳	۸۷	۱۳۱	۹۳	۱۴۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۸	۱۶۲	۱۱۷	۱۷۶
۱۱٫۶	۸۴	۱۲۵	۸۸	۱۳۳	۹۵	۱۴۲	۱۰۲	۱۵۳	۱۱۰	۱۶۵	۱۱۹	۱۷۹
۱۱٫۸	۸۵	۱۲۷	۹۰	۱۳۶	۹۷	۱۴۵	۱۰۴	۱۵۵	۱۱۲	۱۶۸	۱۲۱	۱۸۲
۱۲٫۰	۸۸	۱۳۰	۹۲	۱۳۸	۹۹	۱۴۷	۱۰۵	۱۵۸	۱۱۴	۱۷۱	۱۲۳	۱۸۵

omoorepeyman.ir

ب- حداقل طول حذف شیب مخالف (L_t): طولی است که شیب عرضی مخالف شیب بربلندی طرح حذف شده و به شیب عرضی صفر می‌رسد. طول حذف شیب مخالف قبل از قوس افقی دایره‌ای ساده یا اتصال تدریجی و در بخش تانژانت مستقیم اعمال می‌شود. طول حذف شیب مخالف، از رابطه (۵-۱۰) به‌دست می‌آید.

$$L_t = \frac{e_{NC}}{e_d} L_r \qquad (۵-۱۰)$$

که در آن:

L_t: حداقل طول حذف شیب مخالف (متر)،

L_r : حداقل طول شیب بربلندی (متر)،

e_d : نرخ بربلندی طرح (درصد)، و

e_{Nc} : نرخ شیب عرضی راه در مسیر تانژانت (درصد).

چنانچه جهت اعمال طول شیب بربلندی، منحنی اتصال تدریجی به کار رود، در رابطه (۵-۱۰)، به جای L_r، از L_s (طول منحنی اتصال تدریجی حلزونی) استفاده می‌شود.

۵-۳-۲-٤- محل اعمال بربلندی

اکیداً توصیه می‌شود که در کلیه قوسهای افقی جهت اعمال بربلندی از قوس اتصال تدریجی حلزونی استفاده شود. در صورتی که برای اتصال بخش مستقیم مسیر به قوس افقی، از قوس اتصال تدریجی استفاده شود، تغییر شیب عرضی از شیب صفر به شیب بربلندی در طول قوس اتصال تدریجی اعمال شود. بنابراین حداقل طول قوس اتصال تدریجی، برابر با طول شیب بربلندی خواهد بود. در صورتی که قوس دایره‌ای ساده به کار رود باید درصدی از بربلندی در مسیر مستقیم و باقی آن در قوس افقی اجرا گردد. در این خصوص لازم است جدول (۵-۱۵) لحاظ شود. برای قوسهای افقی با مقادیر نزدیک به حداکثر نرخ بربلندی و حداقل شعاع این رابطه برای درصدهای ۷۰ تا ۹۰ اقناع می شود.

جدول ۵-۱۵- محل طول شیب بربلندی جهت کاهش حرکت جانبی خودروها در قوس دایره‌ای ساده

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	تعیین سهم طول شیب بربلندی قبل از قوس افقی			
	تعداد خطوط دوران کننده			
	۱ر۰	۱ر۵	۲ر۰-۲ر۵	۳ر۰-۳ر۵
۲۰ تا ۷۰	۰ر۸۰	۰ر۸۵	۰ر۹۰	۰ر۹۰
۸۰ تا ۱۳۰	۰ر۷۰	۰ر۷۵	۰ر۸۰	۰ر۸۵

omoorepeyman.ir

۵-۳-۳- قوس اتصال تدریجی

این قوسهای که به نامهای قوسهای پیوندی، کلوتوئید یا حلزونی هم مشهورند به منظور تأمین ایمنی و راحتی کافی در طرح راه، بهتر است برای اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک تانژانت به یک قوس افقی دایره‌ای با شعاع کوچکتر از مقادیر داده شده در جدول (۵-۱۶)، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن) استفاده شود. البته توصیه می‌شود که در تمام طرحها در امتداد افقی برای تغییرات انحنأ از قوس اتصال تدریجی حلزونی استفاده شود.

جدول ۵-۱۶- شعاع حداکثر قوس افقی برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

سرعت (کیلومتر در ساعت)	شعاع حداکثر (متر)
۲۰	۲۴
۳۰	۵۴
۴۰	۹۵
۵۰	۱۴۸
۶۰	۲۱۳
۷۰	۲۹۰
۸۰	۳۷۹
۹۰	۴۸۰
۱۰۰	۵۹۲
۱۱۰	۷۱۶
۱۲۰	۸۵۲
۱۳۰	۱۰۰۰
نکته: مزایای ایمنی استفاده از قوس اتصال تدریجی برای شعاع‌های بزرگتر، ناچیز است.	

استفاده از قوس اتصال تدریجی برای راه‌هایی با قوس‌های افقی با شعاع بزرگ به ندرت ضرورت پیدا می‌کند. قوس اتصال تدریجی دارای مزایای زیر است:

الف) قوس اتصال قوس تدریجی مسیری را ایجاد می‌کند که با طبیعت رانندگی سازگاری دارد و به آسانی قابل پیمایش است به طوری که نیروی گریز از مرکز به تدریج تغییر می‌کند.

ب) اعمال بربلندی از مقدار صفر تا مقدار حداکثر آن می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی (طول لازم برای تغییر شیب عرضی مسیر از شیب صفر به شیب بربلندی) انجام شود.

پ) اعمال اضافه عرض سواره‌رو در قوس افقی، می‌تواند در طول قوس اتصال تدریجی انجام شود.

ت) به کاربردن قوس اتصال تدریجی سبب می‌شود که شکستگی ظاهری طرح در نقطه شروع و خاتمه قوس افقی دایره‌ای شکل رفع شود و در نتیجه، راه، ظاهری خوش منظر داشته باشد.

omoorepeyman.ir

معمولاً برای قوس اتصال تدریجی از منحنی کلوتوئید استفاده می‌شود. طول مطلوب قوس اتصال تدریجی بر اساس حداقل زمان پیمایش قوس اتصال تدریجی برابر ۲ ثانیه که میزان سرعت جانبی و در نتیجه جابه‌جایی جانبی وسیله نقلیه به خط مجاور را در حد مطلوب نگه می دارد، طبق جدول (۵-۱۷) توصیه می‌شود.

جدول ۵-۱۷- طول مطلوب برای قوس اتصال تدریجی

سرعت (کیلومتر در ساعت)	طول اتصال تدریجی (متر)
۲۰	۱۱
۳۰	۱۷
۴۰	۲۲
۵۰	۲۸
۶۰	۳۳
۷۰	۳۹
۸۰	۴۴
۹۰	۵۰
۱۰۰	۵۶
۱۱۰	۶۱
۱۲۰	۶۷
۱۳۰	۷۲

حداقل طول قوس اتصال تدریجی بر اساس راحتی راننده و سرنشین ($L_{s,min} = ۰٫۰۲۱۴ \frac{V^۳}{RC}$ که C، حداکثر نرخ تغییرات شتاب جانبی برابر ۱/۲ متر بر مکعب ثانیه است) و جابه‌جایی جانبی بین مسیر تانژانت و قوس افقی دایره‌ای ($L_{s,max} = \sqrt{۲۴P_{min}R}$ که P_{min} حداقل جابه‌جائی جانبی بین تانژانت و قوس افقی دایره‌ای برابر ۰/۲ متر است) از روابط (۵-۱۱) و (۵-۱۲) (هر کدام که بزرگتر است) به دست می‌آید:

$$L_{s,min} = ۲٫۱۹ \sqrt{R} \qquad (۵-۱۱)$$

$$L_{s,min} = ۰٫۰۱۸ \frac{V^۳}{R} \qquad (۵-۱۲)$$

که در آن:

$L_{s,min}$ = حداقل طول منحنی اتصال تدریجی (متر)،

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)، و

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر).

omoorepeyman.ir

در مورد مسیرهای گردشی در تقاطعهای همسطح و تبادلها حداقل طول قوس اتصال تدریجی را می توان برای ضابطه اخیر از جدول ۵-۱۸ به دست آورد:

جدول ۵-۱۸- حداقل طول قوس کلوتوئید برای مسیرهای گردشی

سرعت طرح (km/h)	حداقل شعاع (m)	C مفروض (m/s^3)	طول محاسباتی (m)	طول حداقل طراحی (m)
۳۰	۲۵	۱/۲	۱۹	۲۰
۴۰	۵۰	۱/۱	۲۵	۲۵
۵۰	۸۰	۱/۰	۳۳	۳۵
۶۰	۱۲۵	۰/۹	۴۱	۴۵
۷۰	۱۶۰	۰/۸	۵۷	۶۰

طول قوس اتصال تدریجی نباید از طول به دست آمده از رابطه (۵-۱۳) بیشتر باشد ($L_{s,max}=\sqrt{24P_{max}R}$ که P_{max} حداکثر جابه-جائی جانبی بین تانژانت و قوس افقی دایره‌ای برابر ۱ متر است):

$$L_{s,max} = ۴٫۹۰ \sqrt{R} \qquad (۵-۱۳)$$

که در آن:

$L_{s,max}$= حداکثر طول منحنی اتصال تدریجی (متر)، و

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر).

روش عملی‌تر برای تعیین حداقل طول قوس اتصال تدریجی، به کار بردن طول شیب بربلندی (L_r) است. در این حالت کل بربلندی باید در طول قوس اتصال تدریجی اعمال شده و در شروع قوس افقی (PC) بربلندی کامل وجود دارد.

۵-۳-٤-محدودیت نرخ بربلندی با توجه به شیب نسبی زیاد

با توجه به اینکه استفاده از بربلندی در محل قوس اتصال تدریجی ممکن است سبب افزایش حداکثر شیب نسبی شود، بهتر است محاسبات به گونه‌ای انجام گیرد که مقادیر نرخ بربلندی از مقادیر جدول (۵-۱۹) تجاوز نکند:

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۹- محدودیت نرخ بربلندی بر اساس شیب نسبی زیاد

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	تعداد خطوط دوران یافته		
	۱	۲	۳
۲۰	۳٫۷	۱٫۹	۱٫۳
۳۰	۵٫۲	۲٫۶	۱٫۷
۴۰	۶٫۵	۳٫۲	۲٫۲
۵۰	۷٫۵	۳٫۸	۲٫۵
۶۰	۸٫۳	۴٫۲	۲٫۸
۷۰	۸٫۹	۴٫۵	۳٫۰
۸۰	۹٫۳	۴٫۶	۳٫۱
۹۰	۹٫۸	۴٫۹	۳٫۳
۱۰۰	۱۰٫۲	۵٫۱	۳٫۴
۱۱۰	۱۰٫۴	۵٫۲	۳٫۵
۱۲۰	۱۰٫۶	۵٫۳	۳٫۵
۱۳۰	۱۰٫۶	۵٫۳	۳٫۵

۵-۳-۵- نحوه اعمال بربلندی

برای اعمال بربلندی معمولاً از سه روش زیر برای مقاطع تاجدار استفاده می‌شود:

الف – دوران مقطع عرضی حول محور طولی راه؛

ب – دوران مقطع عرضی حول لبه داخلی؛ و

ج – دوران مقطع عرضی حول لبه خارجی.

موردهای یاد شده در شکل (۵-۲) نشان داده شده است. روش اول، به دلیل کمترین مقدار تغییر مکان در لبه‌های روسازی، از متداول‌ترین روش‌ها برای راه‌های دو طرفه بدون میانه یا با میانه کم عرض است.

در انتخاب نوع روش بهتر است به نحوه تخلیه آب‌های سطحی، زیبایی، اجتناب از شیب‌های بحرانی و متناسب بودن قرارگیری روسازی نسبت به زمین طبیعی اطراف توجه شود. در موردهایی که محل لبه داخلی روسازی برای کانال تخلیه آب‌های سطحی در نظر گرفته شده، روش دوم و در مواردی که تأکید بر ظاهر راه است، از روش سوم استفاده می‌شود. برای جلوگیری از نمودار شدن شکستگی محل‌های تغییر شیب بهتر است از یک قوس قائم کوتاه مطابق شکل (۵-۳)، برای گرد کردن استفاده شود. حداقل طول این قوس قائم (بر حسب متر) برابر ۰٫۲ سرعت طرح (کیلومتر در ساعت) خواهد بود.

در مقاطع با شیب عرضی یکطرفه، دوران مقطع عرضی حول لبه خارجی یا داخلی به شرح شکل (۵-۳) انجام می گیرد. در رابطها می‌توان از این حالت استفاده نمود.

omoorepeyman.ir

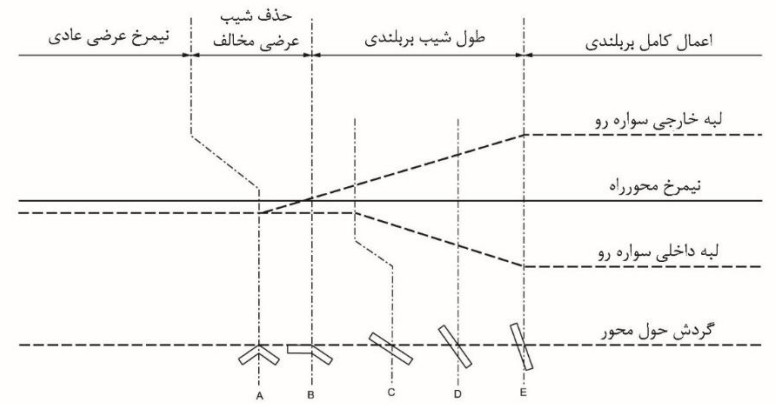
در مسیرهای جداشده و دارای میانه، بسته به عرض و مقطع عرضی میانه، سه حالت زیر طبق شکل (۵-۴) در اعمال بربلندی قابل استفاده است:

الف) حالت اول: اعمال بربلندی در تمام عرض راه (شامل میانه) (شکل (۵-۴ الف))، که برای میانه‌های کم عرض با بربلندی متوسط مناسب است. توصیه می‌شود این حالت برای میانه‌هایی با عرض ۴ متر و کمتر به کار گرفته شود.

ب) حالت دوم: میانه به صورت افقی باقی می‌ماند و روسازی‌های طرفین، حول هریک از لبه‌های خط میانه دوران داده می‌شود (شکل(۵-۴ ب)). از این حالت می‌توان برای هر عرضی از میانه استفاده کرد، اما توصیه می‌شود برای میانه‌هایی با عرض ۴ تا ۱۸ متر به کار گرفته شود. طول اعمال بربلندی در این حالت برای هر یک از جهت‌های رفت و برگشت به صورت مجزا محاسبه می‌شود.

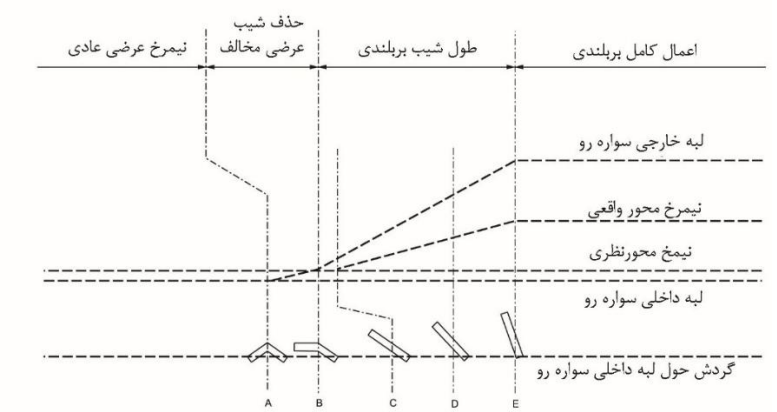
ج) حالت سوم: هریک از دو روسازی به طور جداگانه دوران داده می‌شود. در نتیجه، اختلاف ارتفاعی در محل تلاقی هر یک از روسازی‌ها با میانه به وجود می‌آید (شکل (۵-۴ ج)) که برای میانه‌های عریض با عرض بیشتر از ۱۸ متر مناسب است. طول اعمال بربلندی در این حالت برای هر یک از جهت‌های رفت و برگشت به صورت مجزا محاسبه می‌شود.

omoorepeyman.ir



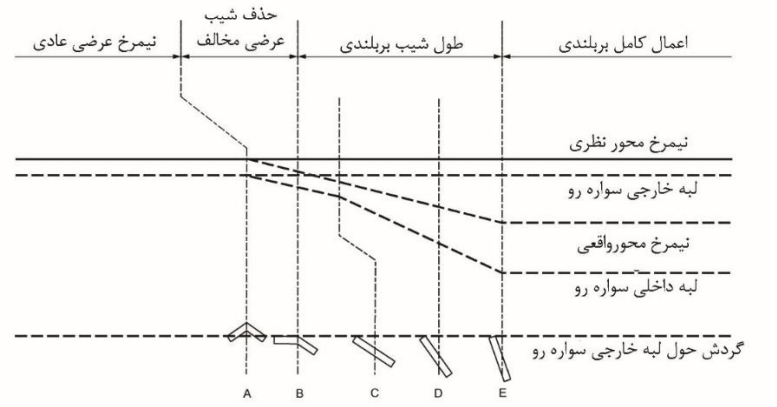
سواره روبا نیمرخ عادی حول خط محور راه گردش می کند.

روش اول



سواره روبا نیمرخ عادی حول لبه داخلی گردش می کند.

روش دوم

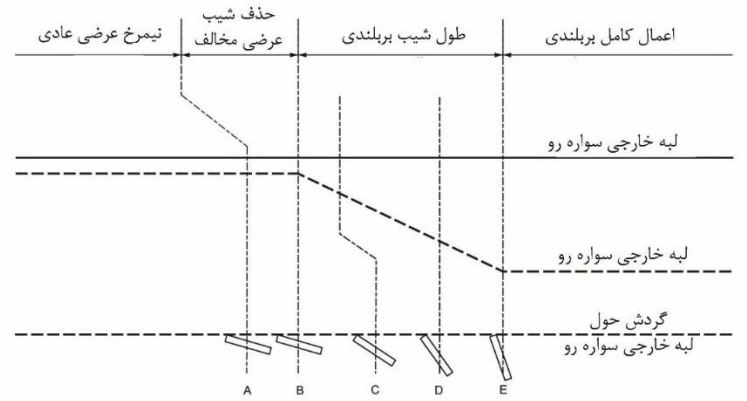


سواره رو باانیمرخ عادی حول لبه خارجی گردش می کند.

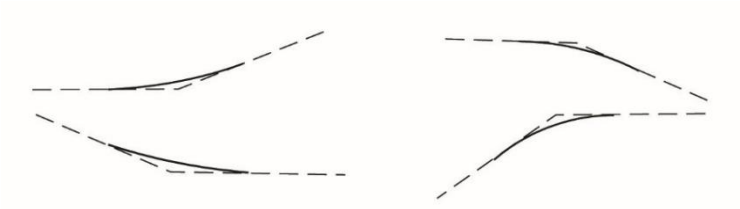
روش سوم

شکل ۵-۲- روشهای اعمال بربلندی در راه‌ها

omoorepeyman.ir

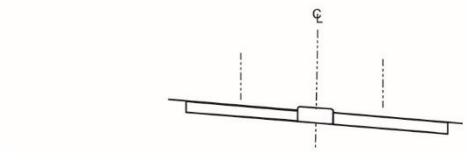


اعمال پربلندی درسواره روی با شیب عرضی یک طرفه



گردشدگی گوشه های سواره رو در محل اعمال پربلندی

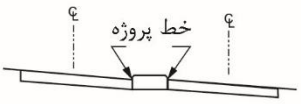
شکل ۵-۳- دوران پربلندی حول لبه خارجی در سواره رو های با شیب عرضی یک طرفه



حالت میانه باریک

حالت میانه عریض

(الف)

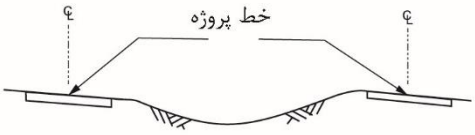


حالت میانه باریک

حالت میانه عریض

(ب)

حالت میانه باریک



حالت میانه عریض

(پ)

شکل ۵-۴- اعمال پربلندی در راه‌های مجزا

omoorepeyman.ir

در حالت دوم و سوم می توان محور وسط هر کف راه رفت و برگشت را همسطح و باید خط پروژه نگه داشت و بربلندی را حول هر محور وسط جداشده اعمال نمود. در همه حالتهای فوق خط پروژه را نیز می‌توان همان محور دوران بربلندی در نظر گرفت.

۵-۳-۶- ملاحظات زهکشی ناحیه اعمال بربلندی

اساساً در ناحیه اعمال بربلندی دو مشکل زهکشی وجود دارد که با دو معیار برای حداقل مقدار شیب طولی خط پروژه و حداقل شیب طولی لبه روسازی بهبود می یابد:

الف- حداقل شیب طولی خط پروژه در ناحیه اعمال بربلندی برابر ۰٫۵ درصد است.

ب- حداقل شیب طولی لبه روسازی برابر ۰٫۲ درصد (در مقاطع جدولدار برابر ۰٫۵ درصد) در ناحیه اعمال بربلندی است.

معیار دوم را می توان بر اساس شیب طولی نسبی به شرح رابطه (۵-۱۴) بازنویسی نمود:

شرایط لبه روسازی	
بدون جدول	جدولدار
$G \leq -\Delta^* - ۰,۲$	$G \leq -\Delta^* - ۰.۵$
$G \leq -\Delta^* + ۰,۲$	$G \leq -\Delta^* + ۰.۵$
$G \leq \Delta^* - ۰,۲$	$G \leq \Delta^* - ۰.۵$
$G \leq -\Delta^* + ۰,۲$	$G \leq -\Delta^* + ۰.۵$

(۵-۱۴)

$$\Delta^* = \frac{(wn_1)e_d}{L_r}$$

در این رابطه:

G= شیب طولی خط پروژه (درصد)،

Δ^*=تغییر شیب طولی نسبی حداکثر موثر (درصد)،

W= عرض خط عبوری (متر) که معمولا ۳٫۶۰ متر است،

n_1= تعداد خطوط دوران یافته،

e_d : نرخ بربلندی طرح (درصد)، و

L_r : طول شیب بربلندی (متر).

omoorepeyman.ir

۵-۳-۷- تعریض در قوس افقی

در حین پیمایش قوس افقی، با توجه به ماهیت فیزیکی وسیله نقلیه، چرخ های عقب لزوما به طول دقیق از مسیر عبوری چرخ های جلویی تبعیت نمی‌کند. این مورد به دلیل زاویه لغزش تایر نسبت به راستای حرکت است که ناشی از زاویه اصطکاک جانبی بین روسازی و تایر چرخش کننده رخ می دهد. لذا این عدم تطابق محورهای جلویی و عقبی وسیله نقلیه سبب می شود وسیله نقلیه در قوس افقی عرض بیشتری را اشغال نماید. از طرف دیگر کنترل نمودن وسیله نقلیه در قوس افقی به خصوص برای وسایل نقلیه سنگین مهارت زیادی می طلبد و به نوعی راننده به سختی می‌تواند در قوس افقی از محور خطی پیروی کند که در آن حرکت می‌کند. لذا لازم است عرض سواره‌رو در قوس افقی افزایش داده شود.

مقدار اضافه عرض سواره‌رو در قوس افقی برای کف راه چندخطه (یک طرفه یا دو طرفه) از رابطه‌های (۵-۱۵) و (۵-۱۶) به‌دست می‌آید (شکل (۵-۴)).

$$W = W_c - W_n \qquad (۱۵-۵)$$

$$W_c = N(U + C) + (N-۱)F_A + Z \qquad (۱۶-۵)$$

که در آن:

W = اضافه عرض سواره‌رو در قوس افقی برای راه‌های چندخطه (متر)،

W_c = عرض سواره‌رو راه چندخطه در قوس افقی (متر)،

W_n = عرض سواره‌رو راه چندخطه در قسمت تانژانت (متر)،

N = تعداد خطوط،

U = عرض اشغال شده وسیله‌نقلیه (بیرون تا بیرون چرخ‌ها) در قوس (متر)،

C = فاصله آزاد جانبی هر وسیله نقلیه (متر) (برای سواره‌روها با عرض ۶٫۰، ۶٫۵ و ۷٫۲ متر این مقدار به ترتیب برابر با ۰٫۶، ۰٫۷ و ۰٫۹ متر فرض می‌شود)،

F_A = عرض پیش‌آمدگی جلو وسیله نقلیه در قوس (متر)، و

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

مقادیر U و F_A و Z از رابطه‌های (۵-۱۷)، (۵-۱۸) و (۵-۱۹) به‌دست می‌آید.

omoorepeyman.ir

$$U = U_o + R - \sqrt{R^2 - \sum L_i^2} \quad (۵-۱۷)$$

$$F_A = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (۵-۱۸)$$

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad (۵-۱۹)$$

که در آن:

U_o = عرض اشغال‌شده وسیله نقلیه (فاصله خارجی چرخ‌ها) در مسیر تانژانت (متر)،

R = شعاع محور راه در قوس افقی یا شعاع گردش وسیله نقلیه (متر)،

L_i = فاصله بین محورهای متوالی (یا مجموعه محورهای تاندوم) و نقاط مفصل (متر)،

A = فاصله بین پیش‌آمدگی جلو وسیله نقلیه در تانژانت (متر) برای وسیله نقلیه خط داخلی، و

V = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت).

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

میزان اضافه عرض برای روسازی راه‌های دو خطه (یک طرفه یا دوطرفه)، برای خودروی طرح کامیون نوع ۲ در جدول (۵-۲۰) ارائه شده است و برای سایر خوردروهای طرح، این مقدار بر اساس جدول (۵-۲۱) کم یا زیاد می‌شود. لازم به ذکر است که خودروهای طرح معمولاً از نوع خودروهای کامیون یا تریلی در نظر گرفته می شوند. در راههای جداشده مقدار اضافه عرض برای هر کف سواره رو جداگانه محاسبه و اعمال می‌شود. میزان اضافه عرض، حداقل ۰٫۶ متر منظور شده و از مقادیر کمتر از ۰٫۶ متر به دلیل تأثیر ناچیز، می توان صرفنظر نمود. برای استفاده از جداول (۵-۲۰) و (۵-۲۱)، اضافه عرض سواره‌رو راه‌های دو خطه یک طرفه، مانند راه‌های دو خطه دو طرفه در نظرگرفته می‌شود و این مقدار برای راه‌های سه خطه، ۱٫۵ برابر و برای چهار خطه جدانشده، دو برابر مقدار نظیر برای راه‌های دوخطه خواهد بود.

شایان ذکر است که در مسیرهای گردشی تقاطعها و رابطهای تبادلها، که شعاع قوس افقی معمولاً خیلی کمتر است، مقدار اضافه عرض با معیار متفاوتی تعیین می‌شود.

نحوه اعمال اضافه عرض روسازی در قوس‌های افقی بر اصول زیر استوار است:

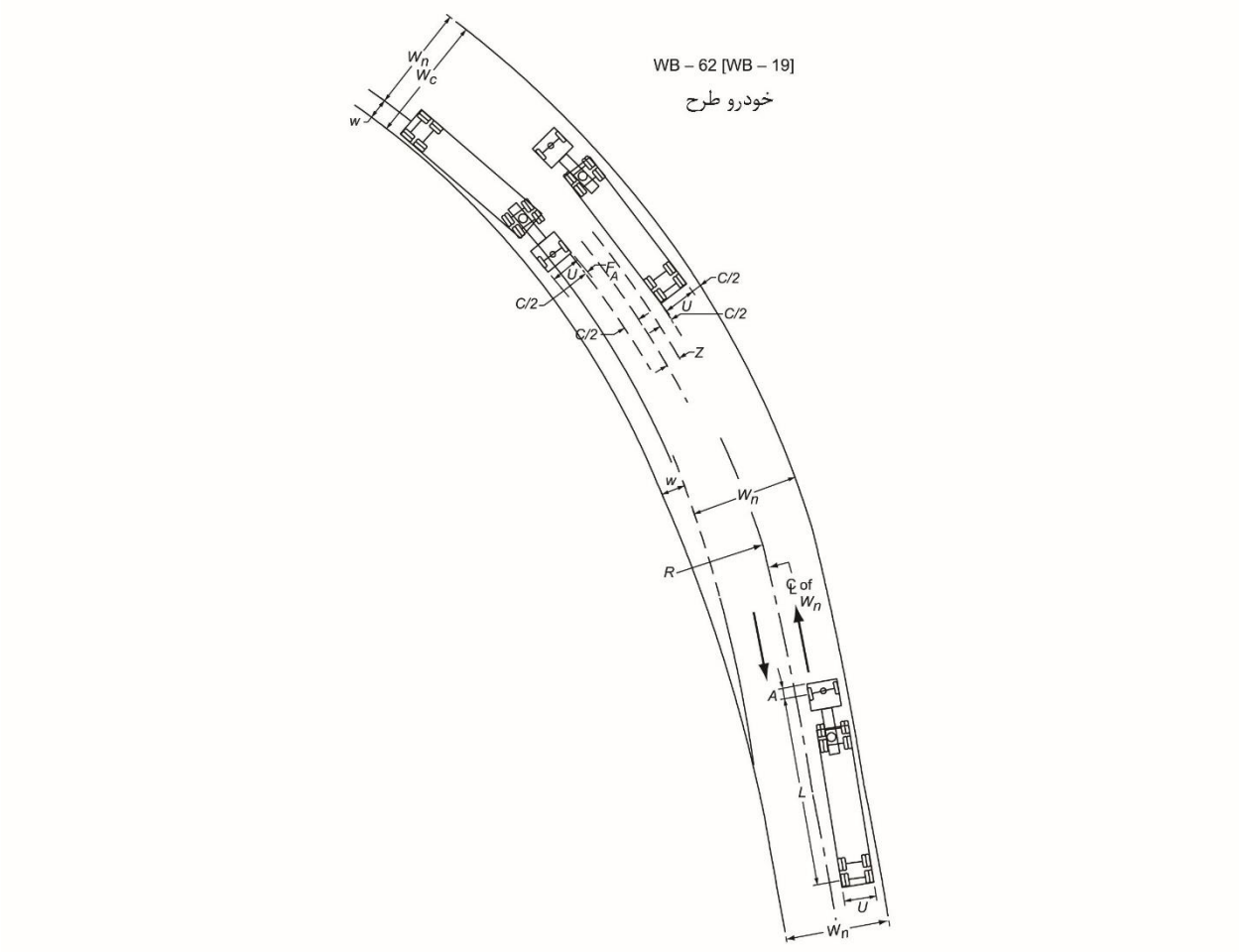
omoorepeyman.ir

الف) در قوس افقی دایره ای ساده (بدون قوس اتصال تدریجی)، تعریض در امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود. در قوس افقی با قوس اتصال تدریجی، یا تعریض در امتداد لبه داخلی سواره‌رو انجام می‌شود و یا نیمی از تعریض در امتداد لبه داخلی و نیمی دیگر در امتداد لبه خارجی انجام می‌شود.

ب) طول تعریض قوس افقی عموماً به طور تدریجی انجام می‌شود. بهتر است تعریض در طول شیب بربلندی (طول لازم برای تغییر شیب عرضی مسیر از شیب صفر به شیب بربلندی) انجام شود. در قوس با اتصال تدریجی، تأمین اضافه عرض در طول قوس اتصال تدریجی انجام می‌شود.

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

د) محدوده مربوط به تعریض قوس افقی با جزئیات کامل در نقشه‌های اجرایی مشخص می‌شود.



شکل ۵-۴- تعریض راه در قوس افقی

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۲۰- میزان اضافه عرض سواره‌رو راه‌های دو خطه یک طرفه یا دو طرفه (برای تریلی نوع ۲)

شعاع قوس (متر)	عرض سواره‌رو = ۷٫۳۰ متر سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						عرض سواره‌رو = ۶٫۶۰ متر سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)						عرض سواره‌رو = ۶٫۰۰ متر سرعت طرح (کیلومتردر ساعت)					
	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
۳۰۰۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶
۲۵۰۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷
۲۰۰۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۷
۱۵۰۰	۰٫۰	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۸
۱۰۰۰	۰٫۱	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۰٫۹
۹۰۰	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۰٫۹
۸۰۰	۰٫۲	۰٫۲	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۰٫۹	۰٫۹	۱٫۰
۷۰۰	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۹	۰٫۹	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰
۶۰۰	۰٫۳	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۱
۵۰۰	۰٫۴	۰٫۴	۰٫۵	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۲	۱٫۲
۴۰۰	۰٫۵	۰٫۶	۰٫۶	۰٫۷	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۴
۳۰۰	۰٫۷	۰٫۸	۰٫۸	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۱	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۴	۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۶
۲۵۰	۰٫۹	۱٫۰	۱٫۰	۱٫۱	۱٫۱		۱٫۲	۱٫۳	۱٫۳	۱٫۴	۱٫۴		۱٫۵	۱٫۶	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۷	
۲۰۰	۱٫۰	۱٫۲	۱٫۳	۱٫۳			۱٫۴	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۶			۱٫۷	۱٫۸	۱٫۹	۱٫۹		
۱۵۰	۱٫۵	۱٫۶	۱٫۷	۱٫۸			۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۱			۲٫۱	۲٫۲	۲٫۳	۲٫۴		
۱۴۰	۱٫۶	۱٫۷					۱٫۹	۲٫۰					۲٫۲	۲٫۳				
۱۳۰	۱٫۸	۱٫۸					۲٫۱	۲٫۱					۲٫۴	۲٫۴				
۱۲۰	۱٫۹	۲٫۰					۲٫۲	۲٫۳					۲٫۵	۲٫۶				
۱۱۰	۲٫۱	۲٫۲					۲٫۴	۲٫۵					۲٫۷	۲٫۸				
۱۰۰	۲٫۳	۲٫۴					۲٫۶	۲٫۷					۲٫۹	۳٫۰				
۹۰	۲٫۵						۲٫۸						۳٫۱					
۸۰	۲٫۸						۳٫۱						۳٫۴					
۷۰	۳٫۲						۳٫۵						۳٫۸					

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۲۱- ضرایب اصلاحی برای میزان اضافه عرض سواره‌رو راه‌های دو خطه یک طرفه یا دو طرفه (برای خودروهای طرح)

شعاع قوس(متر)	وسیله نقلیه طرح			
	کامیون نوع ۱	کامیون نوع ۲	تریلی نوع ۱	تریلی نوع ۳
۳۰۰۰	-۰٫۴	-۰٫۳	-۰٫۳	۰٫۰
۲۵۰۰	-۰٫۴	-۰٫۴	-۰٫۳	۰٫۰
۲۰۰۰	-۰٫۴	-۰٫۴	-۰٫۴	۰٫۰
۱۵۰۰	-۰٫۴	-۰٫۴	-۰٫۴	۰٫۰
۱۰۰۰	-۰٫۵	-۰٫۴	-۰٫۴	۰٫۰
۹۰۰	-۰٫۵	-۰٫۴	-۰٫۴	۰٫۰
۸۰۰	-۰٫۵	-۰٫۵	-۰٫۴	۰٫۰
۷۰۰	-۰٫۵	-۰٫۵	-۰٫۵	۰٫۱
۶۰۰	-۰٫۶	-۰٫۵	-۰٫۵	۰٫۱
۵۰۰	-۰٫۶	-۰٫۶	-۰٫۵	۰٫۱
۴۰۰	-۰٫۷	-۰٫۶	-۰٫۶	۰٫۱
۳۰۰	-۰٫۸	-۰٫۷	-۰٫۷	۰٫۱
۲۵۰	-۰٫۹	-۰٫۸	-۰٫۸	۰٫۱
۲۰۰	-۱٫۱	-۱٫۰	-۰٫۹	۰٫۲
۱۵۰	-۱٫۳	-۱٫۲	-۱٫۱	۰٫۲
۱۴۰	-۱٫۴	-۱٫۲	-۱٫۲	۰٫۳
۱۳۰	-۱٫۵	-۱٫۳	-۱٫۲	۰٫۳
۱۲۰	-۱٫۶	-۱٫۴	-۱٫۳	۰٫۳
۱۱۰	-۱٫۷	-۱٫۵	-۱٫۴	۰٫۳
۱۰۰	-۱٫۸	-۱٫۶	-۱٫۵	۰٫۴
۹۰	-۲٫۰	-۱٫۸	-۱٫۶	۰٫۴
۸۰	-۲٫۲	-۱٫۹	-۱٫۸	۰٫۵
۷۰	-۲٫۵	-۲٫۲	-۲٫۰	۰٫۵

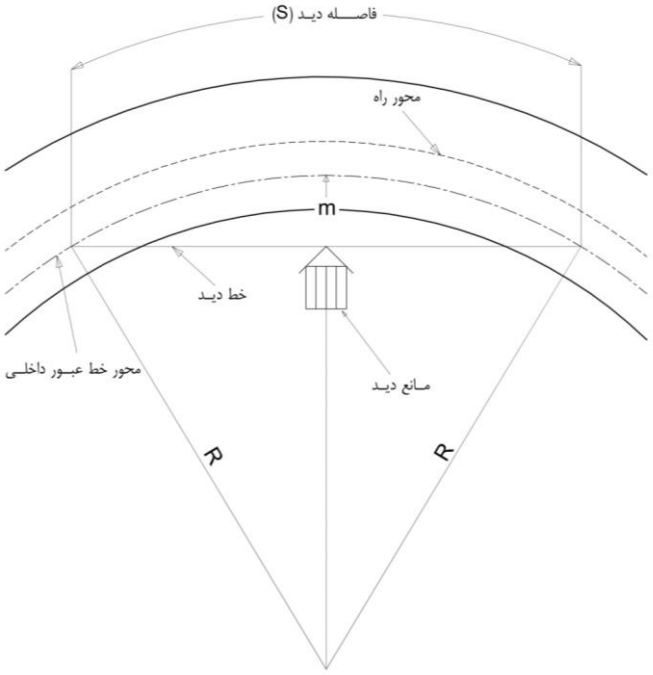
۵-۳-۸- فاصله دید در قوس‌های افقی

فاصله دید در قوس‌های افقی ممکن است به وسیله موانع مختلف، مانند ابنیه فنی، ساختمان‌ها، درختان، ترانشه‌ها و عوارض طبیعی محدود شده باشد. هنگام طراحی مسیر، برای فاصله دید کافی در قوس‌های افقی در طول خط دید (وتر منحنی محور میانی خط عبور داخلی)، باید ضوابط این ردیف مورد استفاده قرار گیرد. در این ارتباط، دو حالت به شرح زیر، هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شود:

الف – حالتی که $S < L$ باشد،

در این حالت فاصله دید (S) کوچکتر از طول قوس (L) افقی است و خط دید در ارتفاع ۰٫۸۴ متری (میانگین ارتفاع چشم ۱٫۰۸متر و ارتفاع شی ۰٫۶۰ متر برای فاصله دید توقف) در امتداد محور میانی خط عبور داخلی یا خط میانه در راههای جداشده در نظر گرفته می‌شود (شکل (۵-۵)).

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۵- فاصله دید در قوس افقی برای حالت S < L

مطابق شکل، فاصله مانع از محور طولی از رابطه (۵-۲۰) به دست می‌آید:

$$HSO = R(۱ - \cos(\frac{۲۸/۶۵\ S}{R})) \qquad (۲۰-۵)$$

که در آن:

HSO = فاصله خط دید افقی (متر)،

R = شعاع قوس افقی (متر)، و

S = فاصله دید (متر).

مقدار زاویه بر حسب درجه است.

در این ارتباط می‌توان از جدول‌های (۵-۱۲) و (۵-۱۳) برای فواصل دید توقف استفاده کرد.

ب - حالتی که S > L باشد.

omoorepeyman.ir

در این حالت فاصله دید بزرگتر از طول قوس افقی است. برای محاسبه HSO از رابطه (۵-۲۱) استفاده می‌شود.

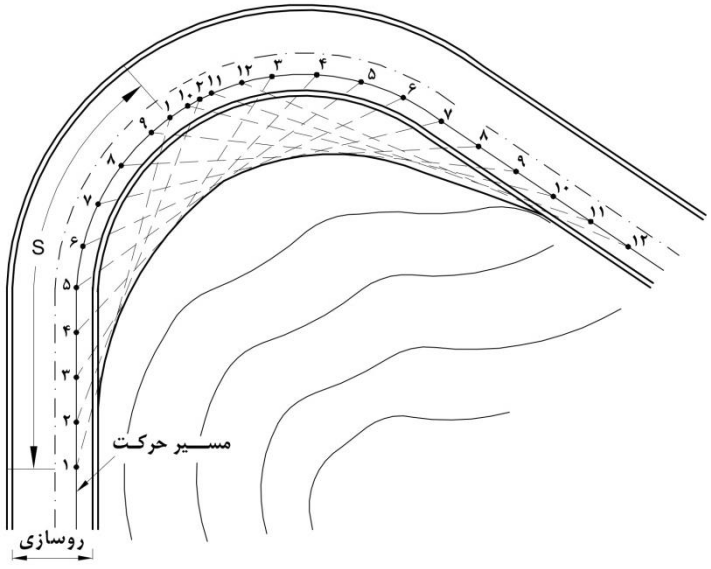
$$HSO = \frac{L\,(2S - L)}{8R} \qquad (۵-۲۱)$$

که پارامترهای S، HSO و R مطابق رابطه (۵-۲۰) است.

فاصله HSO در حقیقت فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی و تا خط میانه در راههای جداشده است. در این روابط S می تواند فاصله دید توقف، انتخاب و یا سبقت باشد. پیشنهاد می شود که طول قوس افقی از فاصله دید بیشتر باشد تا از حالت الف استفاده شود.

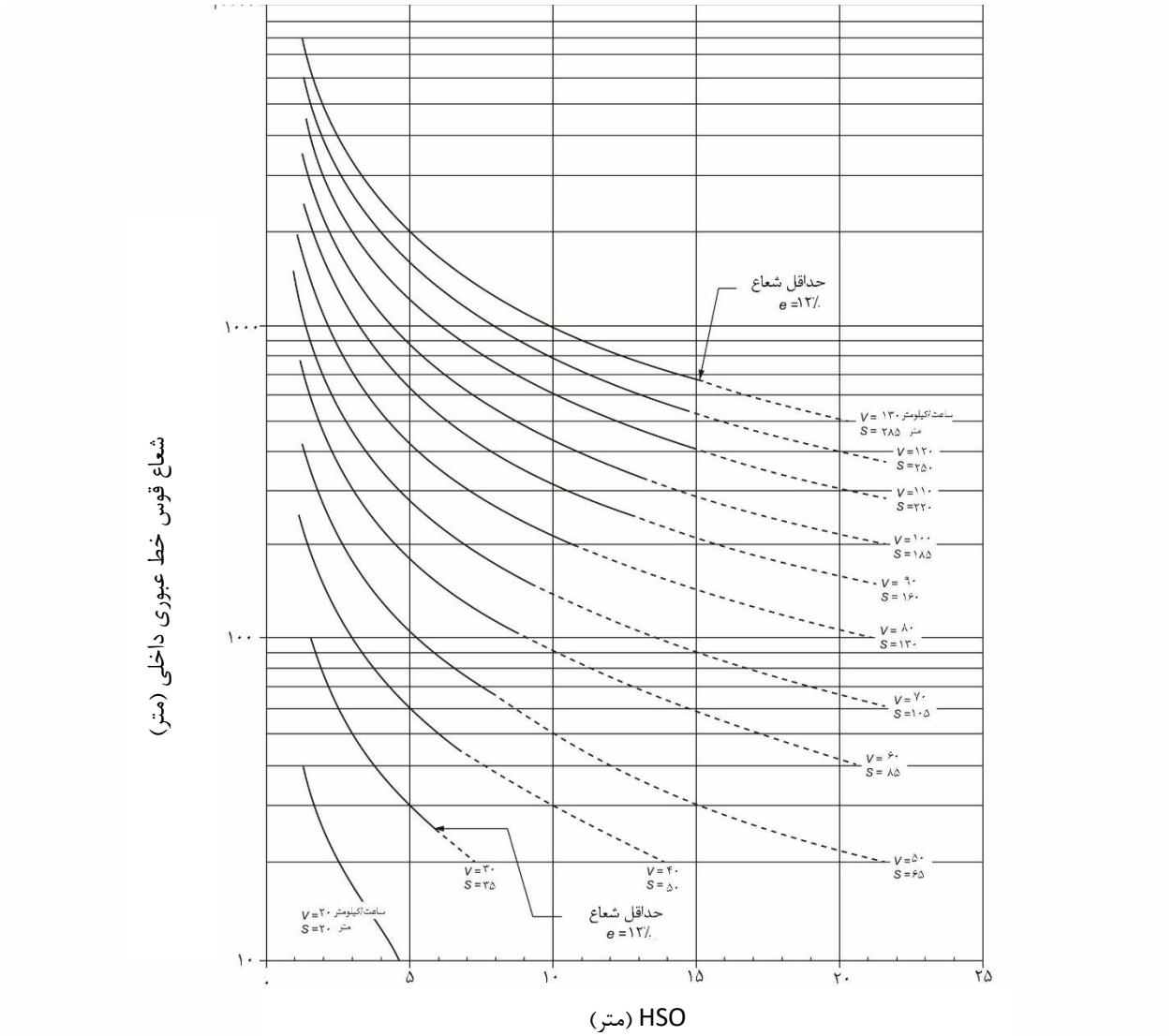
برای فاصله دید توقف خط دید در ارتفاع ۰٫۸۴ متری در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می شود. چناچه فاصله مانع از محور طولی برای فاصله دید سبقت محاسبه شود، خط دید در ارتفاع ۱٫۰۸متر (میانگین ارتفاع چشم ۱٫۰۸متر و ارتفاع مانع ۱٫۰۸متر برای فاصله دید سبقت) در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می‌شود.

برای بی‌مانع نمودن محوطه شامل درختان یا زمین طبیعی می‌توان با در نظر گرفتن فاصله دید، مطابق شکل (۵-۶) عمل کرد. همچنین می توان برای محاسبه HSO از شکل (۵-۷) برای فاصله دید توقف استفاده نمود.



شکل ۵-۶- نحوه تعیین میزان بی‌مانع نمودن محوطه در قوس افقی

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۷- تعیین HSO در قوس افقی برای فاصله دید توقف

۵-۳-۹- سایر ترکیبات قوسهای افقی

۵-۳-۹-۱- قوس افقی دایره‌ای مرکب

قوس افقی مرکب، از دو یا تعداد بیشتری قوس دایره‌ای هم جهت با شعاع‌های مختلف تشکیل شده که بر یکدیگر مماس است. با ترکیب قوس‌های مختلف دایره‌ای به شعاع‌های گوناگون می‌توان قوس افقی مرکب مناسبی برای وضعیت‌های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت‌های عوارض فیزیکی تطبیق داد. با این حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم، بتوان از قوس افقی ساده استفاده کرد، بهتر است از به کارگیری قوس افقی مرکب خودداری شود. همچنین در قوسهای متوالی، شعاع قوس بزرگتر نباید بیش از ۱٫۵ برابر شعاع قوس کوچکتر باشد.

omoorepeyman.ir

طول قوس افقی مرکب از جدول ۵-۲۲ به دست می‌آید:

جدول ۵-۲۲- طول حداقل و مطلوب قوس‌های افقی مرکب

شعاع (متر)	طول حداقل قوس (متر)	
	قابل قبول	مطلوب
۳۰	۱۲	۲۰
۵۰	۱۵	۲۰
۶۰	۲۰	۳۰
۷۵	۲۵	۳۵
۱۰۰	۳۰	۴۵
۱۲۵	۳۵	۵۵
۱۵۰ یا بیشتر	۴۵	۶۰

۵-۳-۹-۲- قوس افقی معکوس

در قوس افقی معکوس به دلیل تغییر جهت قوس، به منظور تأمین بربلندی قطعه مستقیمی بین دو قوس تعبیه می‌شود تا تعدیلی بین خارج شدن از یک بربلندی و داخل شدن به بربلندی دیگر انجام شود. حداقل فاصله بین دو قوس افقی معکوس باید به حدی باشد که بتوان طول تامین بربلندی هر دو قوس افقی یا قوس اتصال تدریجی معادل آنها را اعمال نمود. در هر حالت باید طول تانژانت مستقیم بین دو قوس افقی (با یا بدون وجود قوس اتصال تدریجی) برای تامین بربلندی در نظر گرفته شود. در مسیرهای غیرآزادراهی می‌توان از اتصال طول شیب بربلندی دو قوس متوالی استفاده نمود.

۵-۳-۹-۳- قوس افقی تخت پشت

قوس افقی تخت پشت، از دو منحنی هم‌جهت تشکیل شده است که بهتر است در طرح راه از آن اجتناب شود، مگر اینکه شرایط توپوگرافی و حریم راه آن چنان غیرمعمول باشند که استفاده از گزینه‌های دیگر غیرعملی باشد. طول قطعه مستقیم، نباید کمتر از اعداد داده شده در جدول (۵-۲۳) باشد.

جدول ۵-۲۳- حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دو قوس افقی هم‌جهت (تخت پشت) راه اصلی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
حداقل طول مستقیم بین دو قوس افقی هم جهت (متر)	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۵۰

omoorepeyman.ir

۵-۳-۱۰- سایر نکات اعمال بربلندی

الف- در مواردی که به دلیل محدودیت، نظیر راه‌های دو خطه در مناطق کوهستانی، محل رابط‌ها و راه‌های جانبی، تأمین شعاع کافی برای قوس افقی و تامین میزان بربلندی و طول لازم برای آن امکان‌پذیر نباشد، می‌توان از بیشترین مقدار ممکن بربلندی و کمترین طول تأمین بربلندی استفاده کرد.

ب – بهتر است از قرار دادن طول تأمین بربلندی در روی پل‌های بزرگ اجتناب شود.

پ - تأمین تدریجی بربلندی در شانه‌های راه با تغییرهای تدریجی رویه سواره‌روی مجاور متناسب است.

۵-۳-۱۱- نحوه اعمال بربلندی در قوس‌های افقی مرکب

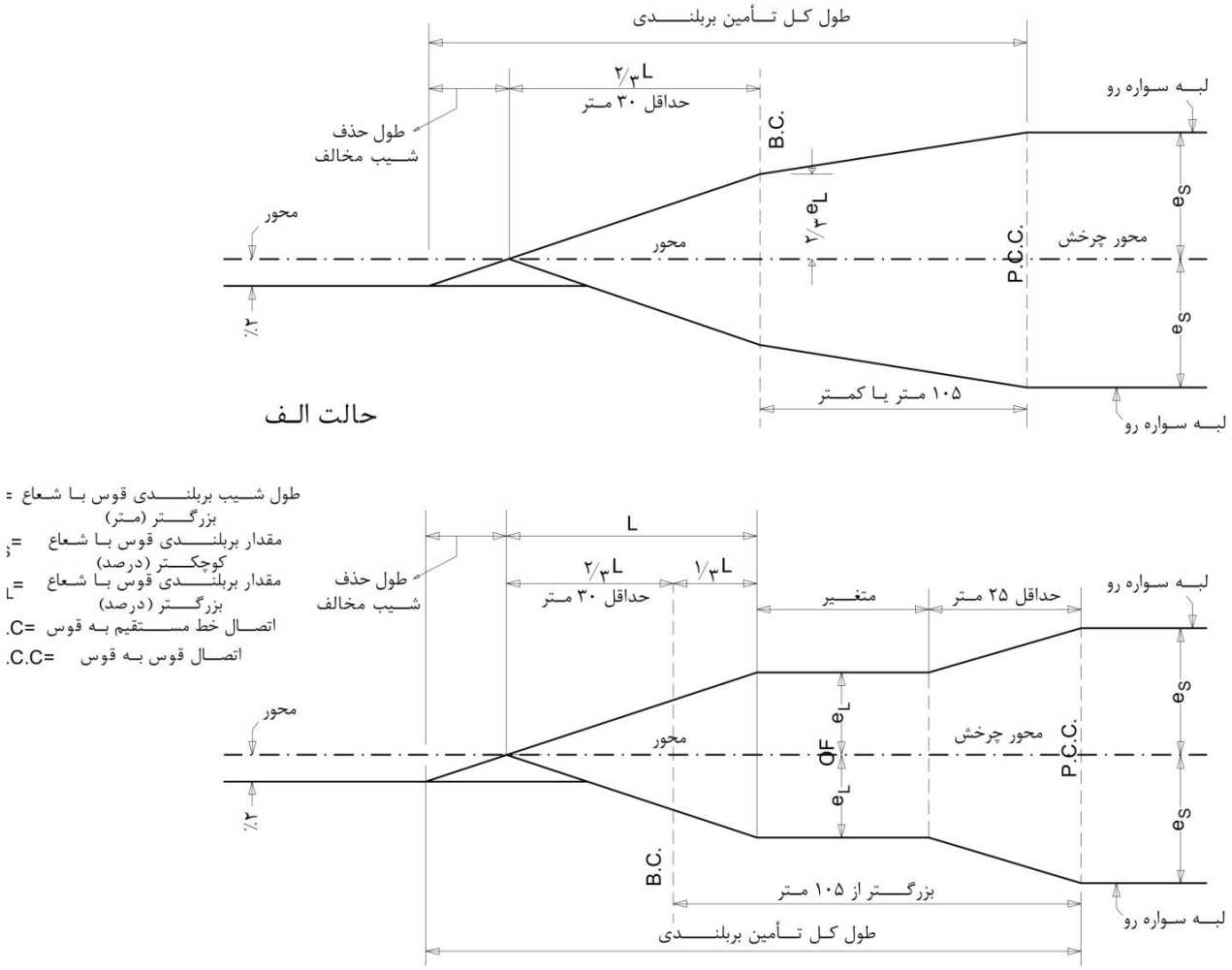
نحوه اعمال بربلندی در قوس‌های افقی مرکب که قوس با شعاع بزرگتر در حد فاصل خط مستقیم و قوس با شعاع کوچکتر قرار گرفته، به شرح زیر است:

حالت الف – طول قوس با شعاع بزرگتر، برابر یا کوچکتر از ۱۰۵ متر است.

حالت ب – طول قوس با شعاع بزرگتر، از ۱۰۵ متر بیشتر است.

نحوه اعمال بربلندی در هریک از موارد بالا در شکل (۵-۸) مشخص شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۸- نحوه تأمین بربلندی در قوس‌های افقی مرکب

۵-۳-۱۲- پل در قوس افقی

اجرای بربلندی و همچنین اجرای قوس افقی در روی پل همیشه مشکل‌آفرین است. آب جمع شده در سطح پل زودتر از نقاط دیگر راه یخ می‌زند و رانندگان که انتظار یخزدگی سطح راه را ندارند، و باید هنگام عبور از سطح پل با احتیاط عبور کنند و لذا در صورت کم دقتی راننده، وسیله نقلیه ممکن است دچار لغزندگی شود. بنابراین بهتر است در حد امکان از قرار دادن پل بزرگ در قوس افقی و به ویژه در محل تغییر بربلندی اجتناب کرد.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۱۳- امتداد افقی (پلان) راه در محل تونل

۵-۳-۱۳-۱- فاصله دید توقف

در تعیین فاصله دید توقف در تونل‌ها، چند نکته زیر مد نظر قرار می‌گیرد:

۱- دود وسایل نقلیه، که باعث کاهش دید می‌شود.

۲- چرب‌تربودن سطح راه، که باعث کاهش قدرت ترمز می‌شود.

۳- شعاع‌های خیلی کم، مسائل ساختمانی و اجرایی دشواری را از نظر هدایت دستگاه‌های حفاری یا انطباق قالب‌های طاقی شکل اعمال می‌کند که لازم است جهت انتخاب شعاع قوس افقی به آنها توجه شود. به این دلیل، پیش‌بینی شعاع‌های بالاتر از ۵۰۰ متر توصیه می‌شود.

با توجه به عامل بالا، حداقل فاصله دید در تونل‌های واقع در آزادراه‌ها، و راه شریانی جداشده، ۱۲۰ باید رعایت گردد. در قوس-های افقی، باید دیوار تونل را به عنوان مانع دید در نظر گرفت و فاصله آزاد جانبی جهت تأمین فاصله دید توقف را با توجه به آن محاسبه کرد.

۵-۳-۱۳-۲- راه در بخش‌های ابتدایی و انتهایی داخل تونل

در بخش ابتدایی تونل یک طرفه بهتر است که از پیش‌بینی قوس افقی تا صد متر قبل از محل شروع آن اجتناب شود. در بخش انتهایی نیز، در صورت امکان، پیش‌بینی قوس با شعاع بزرگ به منظور اجتناب از هدایت محور خروجی تونل در جهت طلوع و یا غروب آفتاب، جهت ممانعت از خیرگی چشم توصیه می‌شود. البته در مورد تونل‌های دو طرفه سعی می‌شود، در صورت امکان، هر دهانه تونل واجد شرایط بالا باشد.

۵-۳-۱۳-۳- تقاطع‌ها و دسترسی‌ها در نزدیکی ورودی و خروجی تونل

در این مواقع باید فاصله دید انتخاب رعایت گردد. برای ممانعت از کاهش سرعت، باید از پیش‌بینی تقاطع یا دسترسی بلافاصله در نزدیکی دهانه‌های تونل اجتناب شود. حداقل فاصله ۳۰۰ متری بین ورودی‌ها و خروجی‌ها و دهانه‌های تونل رعایت شود.

۵-۳-۱۳-٤- راه در حوالی ورودی تونل

در نواحی نزدیک به ورودی تونل درهوای آزاد، نباید هیچ نوع مانع مزاحم از نظر قابلیت دید وجود داشته باشد و دهانه تونل باید حداقل ۱۵ ثانیه قبل از ورود به آن قابل رویت باشد. این فاصله، برای سرعت ۶۰ و ۸۰ کیلومتر در ساعت به ترتیب برابر حداقل۲۵۰ و ۳۳۰ متر است.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۱۴- ضوابط کلی امتداد افقی مسیر (پلان)

علاوه بر معیارهای کنترل‌کننده‌ای که در ردیف‌های قبل در مورد امتداد افقی مسیر راه ذکر شد، عوامل دیگری نیز در طراحی باید مد نظر قرار گیرد. در زیر چند رهنمود کلی برای طراحی مطلوب امتداد افقی مسیر راه آمده است.

الف) امتداد افقی مسیر، بهتر است تا حد امکان در راستای مقصد باشد و با پستی و بلندی و عوارض طبیعی زمین هماهنگ باشد. مسیری که به طور یکنواخت و هماهنگ با خطهای تراز، طرح می‌شود، برتر است از مسیری که دارای بخش‌های مستقیم طولانی تشکیل شده است و به طور ناگهانی به سربالایی و سرپایینی می‌رسد. البته در مورد راه دو خطه دو طرفه، ممکن است جهت تأمین فاصله دید سبقت، احداث تانژانتهای طولانی ضروری شود.

ب) تا حد امکان قوس افقی با شعاع زیاد (درجه انحنای کم) به کار رود و از به کاربردن قوس افقی با شعاع حداقل، جز در شرایط استثنایی، اجتناب شود. زاویه مرکزی قوس افقی باید از حدود مجاز کمتر نباشد.

پ) پیوستگی امتداد افقی مسیر در بخش‌های مختلف راه باید حفظ شود و از به کار بردن قوس افقی تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی یا تغییر ناگهانی از یک قوس افقی با شعاع بزرگ به یک قوس افقی با شعاع کوچک اجتناب شود. از تغییر ناگهانی انحناء از محدوده شعاع بزرگ به محدوده شعاع کوچک اجتناب شود. جائی که قرار است از قوس تند استفاده شود بهتر است از یک سری قوسهایی که شعاع آنها بزرگتر است استفاده شود.

ت) بهتر است طول قوس افقی به اندازه کافی زیاد باشد تا از به وجود آمدن قوس به ظاهر تند پرهیز شود. حداقل طول قوس افقی برای زاویه مرکزی (زاویه انحراف) برابر ۵ درجه، ۱۵۰ متر است و به ازای هر یک درجه کاهش زاویه مرکزی، طول قوس، حداقل ۳۰ متر افزایش می‌یابد. حداقل طول قوس‌های افقی در راه اصلی (بر حسب متر) سه برابر سرعت طرح (بر حسب کیلومتر بر ساعت) است که با در نظر گرفتن مسائل زیبایی برای راه‌های با سرعت بالاتر و با دسترسی کنترل‌شده، بهتر است این حداقل طول در راههای با سرعت بالا و کنترل کامل دسترسی، شش برابر سرعت طرح باشد.

ث) در خاکریزهای بلند و طولانی بهتر است قوس افقی با شعاع زیاد انتخاب شود. در صورت عدم وجود خاکبرداریها، بوته‌ها و درختهای کنار راه درک انحناء مسیر و در نتیجه اصلاح رفتار رانندگی متناسب با آن برای رانندگان دشوار است.

ج) در استفاده از قوسهای افقی مرکب باید توجه کافی مبذول شود. قوس افقی مرکب با اختلاف شعاع‌های زیاد، همان مشکلی را به وجود می‌آورد که در مورد اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی با شعاع کم پدید می‌آید. در قوس افقی مرکب، نباید شعاع قوس افقی بزرگتر از یک و نیم برابر شعاع قوس افقی کوچکتر بیشتر باشد. در این خصوص می توان از ضوابط بند ۵-۲-۲-۵ استفاده نمود. در مواردی که تأمین شرایط بالا امکان‌پذیر نباشد، مشکل به کمک یک قوس اتصال تدریجی بین قوس با شعاع زیاد و کم رفع می‌شود.

omoorepeyman.ir

چ) از تغییر جهت ناگهانی قوس در امتداد افقی مسیر باید احتراز شود. به این منظور باید بین دو قوس افقی، خط مستقیم کافی با لحاظ نمودن طول شیبهای بربلندی و حذف طولهای شیب مخالف یا قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) معادل به کار رود. در صورتی که نتوان این طول را اعمال نمود می توان از اتصال طولهای شیب بربلندی استفاده نمود.

ح) از کاربرد قوس‌های پشت تخت یا پشت شکسته (قسمت کوتاه مستقیم بین دو قوس هم جهت) تا حد امکان خودداری شود، مگر در مواردی که وضعیت پستی و بلندی یا شرایط حریم، استفاده از گزینه‌های دیگر را در عمل غیرممکن نماید. رانندگان عمدتاً انتظار مسیر با قوس‌های افقی هم جهت را ندارند. در این حالت استفاده از قوسهای مرکب یا اتصال تدریجی به دلیل بربلندی پیوسته مطلوب‌تر است.

خ) برای جلوگیری از ظاهر ناپیوسته و بد شکل، پلان راه باید با پروفیل طولی (خط پروژه) آن هماهنگ باشد.

د) از ایجاد تقاطع یا دسترسی در قوس افقی باید اجتناب شود مگر آنکه فواصل دید کافی تأمین شده باشد.

٥-٤- امتداد قائم مسیر

امتداد قائم از شیبهای طولی تشکیل شده است که در محلهای شکستگی و برخورد آنها از قوسهای قائم استفاده شده است.

٥-٤-١- شیب طولی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می‌شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه است و به طور عمده به وسیله پستی و بلندی، طبقه‌بندی عملکردی راه، قوس افقی، قدرت وسایل نقلیه سنگین، هزینه تملک حریم راه، ایمنی، فواصل دید، هزینه‌های ساخت راه و زهکشی، فرهنگ رانندگی و منظرآرایی کنترل می‌شود.

تخلیه آب‌های سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر می‌گذارد. در مناطق هموار، شرایط عبور آب‌های سطحی از یک سمت راه به سمت دیگر، غالباً تعیین‌کننده ارتفاع خط پروژه است. در نواحی تپه ماهور، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین، هزینه ساخت را کم می‌کند، ولی در عین حال کاربرد آن، همیشه مطلوب نیست. در نواحی کوهستانی نیز موقعیت مسیر راه، تعیین‌کننده شیب طولی آن است. به هر حال، مقایسه فنی و اقتصادی شیب‌های طولی مختلف برای تعیین گزینه بهینه، ضروری است.

ازدیاد شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را به همراه دارد:

الف) کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه، به ویژه وسایل نقلیه سنگین در سربالایی،

ب) کاهش گنجایش راه در سربالایی،

omoorepeyman.ir

پ) افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی،

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

ث) کاهش ایمنی تقاطع‌های واقع در شیب طولی، و

ج) افزایش احتمال تصادف.

باتوجه به موارد بالا، باید از اعمال شیب طولی تند و طویل خودداری شود. حداکثر شیب طولی بسته به شرایط پستی و بلندی منطقه و سرعت طرح، برای هر یک از انواع راه‌ها در جداول (۵–۲۴) الی (۵–۲۷) ارائه شده است. همچنین حداقل مطلق و مطلوب شیب طولی با توجه به ضرورت تخلیه سطح روسازی، جدول و آبرو کناری از آب بارندگی در جدول (۵–۲۸) آمده است.

جدول ۵–۲۴– حداکثر شیب طولی آزادراه‌ها

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	حداکثر شیب طولی (٪)
۵-۰	۱۴۰-۹۰	۳
۳۳-۵	۱۳۰-۹۰	۴
۷۰-۳۳	۱۲۰-۸۰	۵
۱۱۰-۷۰	۱۰۰-۸۰	۶
≤۱۱۰	۹۰-۸۰	۶

جدول ۵–۲۵– حداکثر شیب طولی راههای شریانی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	حداکثر شیب طولی (٪)
۵-۰	۱۲۰-۱۰۱	۳
	۱۰۰-۸۰	۴
۳۳-۵	۱۰۰	۴
	۹۹-۸۰	۵
۷۰-۳۳	۸۰-۷۰	۶
۱۱۰-۷۰	۸۰-۷۰	۶
≤۱۱۰	۸۰-۷۰	۷

جدول ۵–۲۶– حداکثر شیب طولی راه‌های جمع‌کننده

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	حداکثر شیب طولی (٪)
۵-۰	۸۰-۷۱	۶
	۷۰-۶۰	۷
۳۳-۵	۸۰-۷۱	۷
	۷۰-۶۰	۸
۷۰-۳۳	۶۰-۵۰	۱۰
۱۱۰-۷۰	۶۰-۵۰	۱۰
≤۱۱۰	۶۰-۵۰	۱۱

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۲۷- حداکثر شیب طولی راه‌های محلی و روستائی

خط بزرگترین شیب زمین در دالان طراحی (٪)	سرعت طرح (km/h)	حداکثر شیب طولی (٪)
۵-۰	۶۰-۴۰	۷
	۳۹-۳۰	۸
۳۳-۵	۶۰-۴۰	۱۰
	۳۹-۳۰	۱۱
۷۰-۳۳	۵۰-۴۱	۱۴
	۴۰-۳۰	۱۵
۱۱۰-۷۰	۵۰-۳۰	۱۵
۱۱۰≤	۵۰-۳۰	۱۶

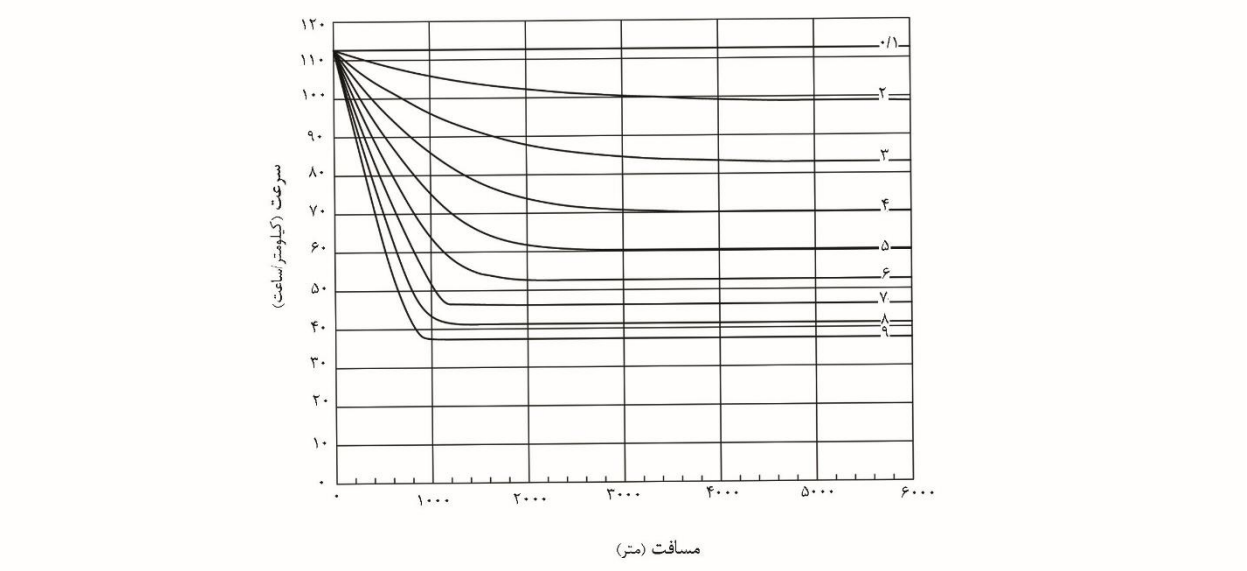
جدول ۵-۲۸- حداقل شیب طولی در انواع راه

وضعیت	حداقل شیب طولی (درصد)	
	مطلوب	مطلق
وجود جدول در کناره راه	۰٫۵	۰٫۳
عدم وجود جدول در کنار راه	در صورت وجود زهکشی سطحی مناسب برای تخلیه جانبی و عرضی سطح روسازی، می‌توان از شیبهای طولی کم استفاده نمود.	

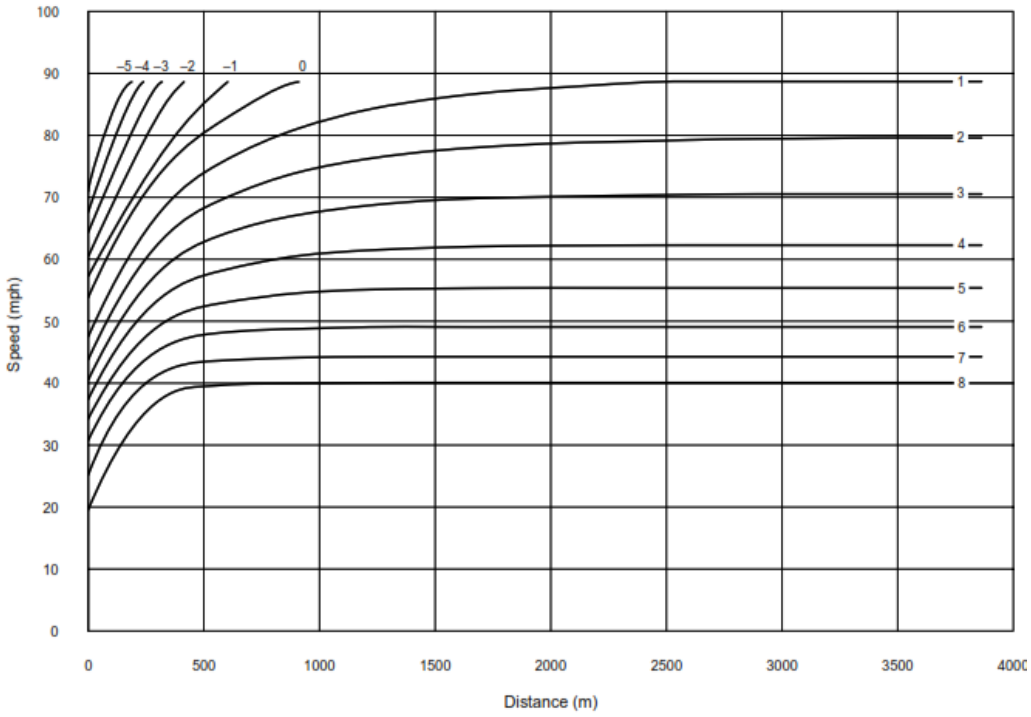
۵-٤-۲- ویژگیهای عملیاتی وسایل نقلیه در شیبهای طولی

لازم به ذکر است که مقدار شیب طولی حداکثر لزوماً معیار کنترل کننده رفتار وسایل نقلیه در مولفه قائم نیستند و طول شیب طولی نیز بر عملکرد وسیله نقلیه اثرگذار است. وسایل نقلیه سنگین تحت شیبهای طولی افت سرعت داده و لذا سرعت و سطح سرویس دهی ترافیک عبوری را تحت تاثیر قرار می دهند. در این ویرایش از دستورالعمل نسبت به ویرایش قبل دو نوع وسیله سنگین با توجه به پیشرفتهای سازندگان خودرو سنگین در خصوص بهبود قدرت آنها در نظر گرفته شده است. همچنین یک نوع وسیله تفریحی نیز با توجه به نوع ترافیک معرفی شده است. در شکل (۵-۹)، (۵-۱۰) و (۵-۱۱) نمودار سرعت- مسافت آنها در حالات سربالایی و سرپائینی به ترتیب برای خودروهای تریلی متوسط (کلیه تریلی‌های معرفی شده در این دستورالعمل)، تریلی سنگین و وسیله تفریحی نمایش داده شده است. در این نمودارها می‌توان تعیین کرد که خودروی سنگینی که حرکت در سربالایی را با سرعت معین شروع کرده، چه فاصله‌ای را روی شیب طولی مورد نظر باید طی کند تا به سرعت مشخصی برسد.

omoorepeyman.ir



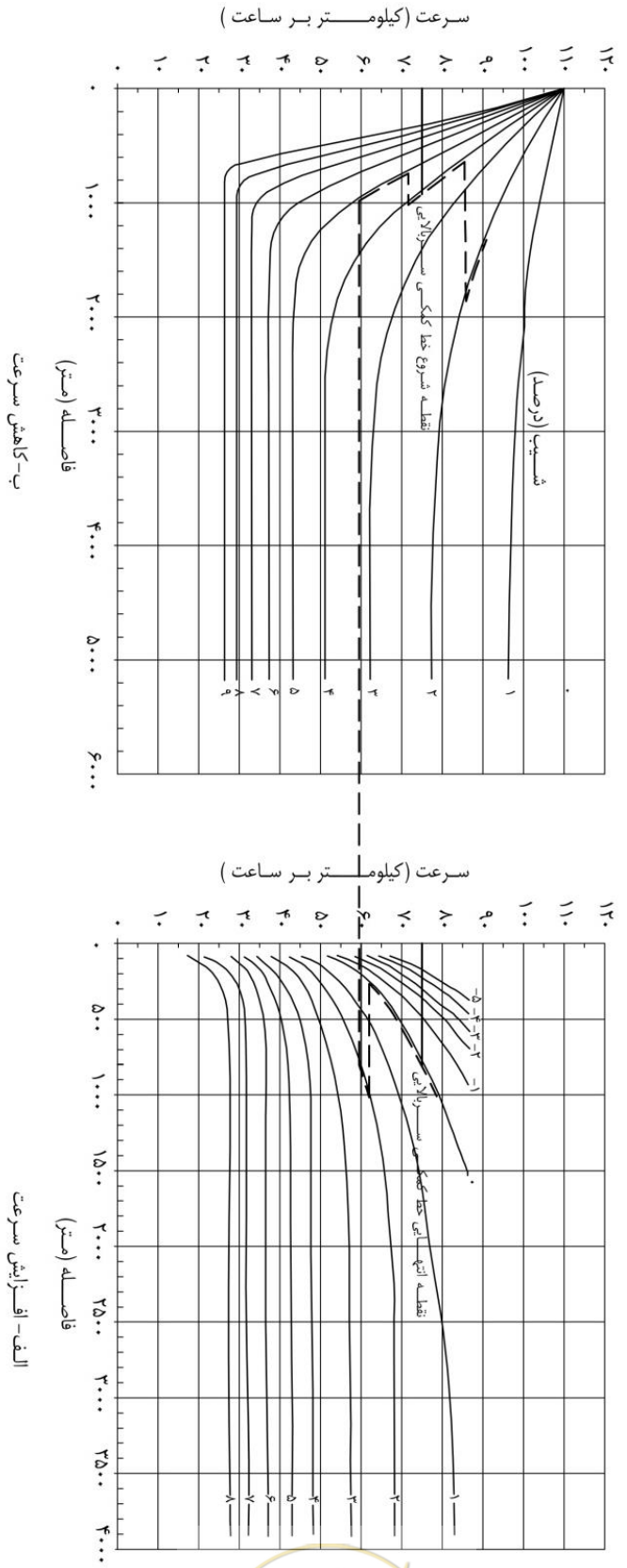
الف– کاهش سرعت در سربالایی



ب- افزایش سرعت در سربالایی و سرازیری

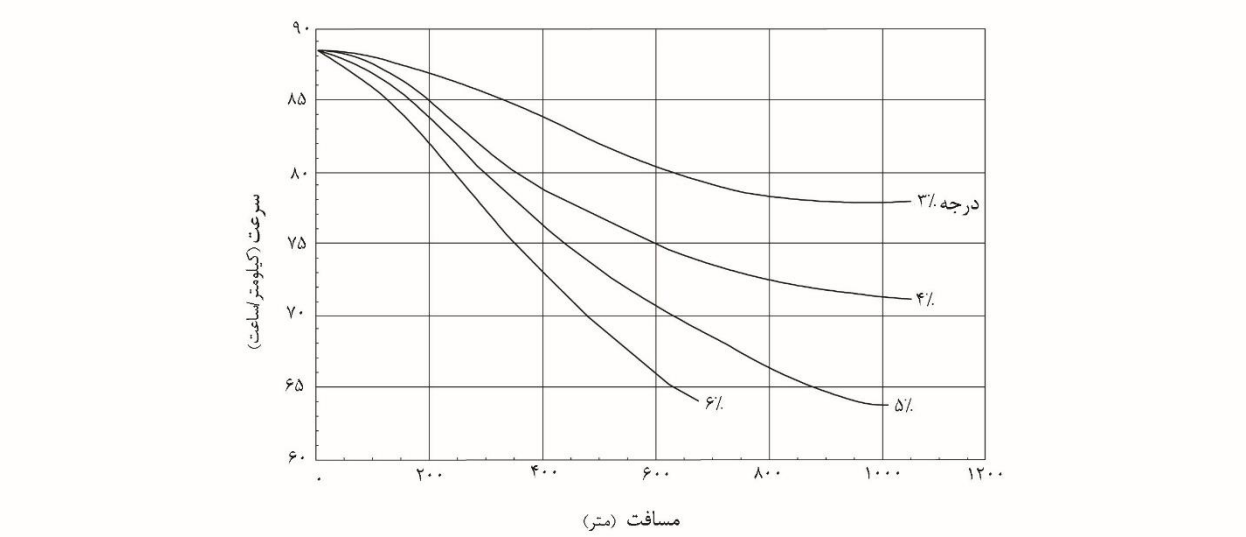
شکل ۵-۹- منحنی سرعت-مسافت تریلی تیپ سنگین ۱۴۰ پوند بر اسب بخار (۸۵ کیلوگرم بر کیلووات)

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱۰- منحنی سرعت-مسافت تریلی تیپ سنگین ۲۰۰ پوند بر اسب بخار (۱۲۰ کیلوگرم بر کیلووات)

omoorepeyman.ir



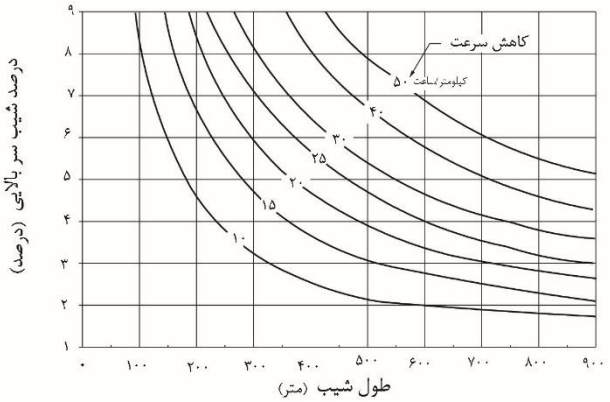
شکل ۵-۱۱- منحنی سرعت-مسافت وسیله نقلیه تیپ تفریحی

۵-۴-۳- طول بحرانی شیب طولی

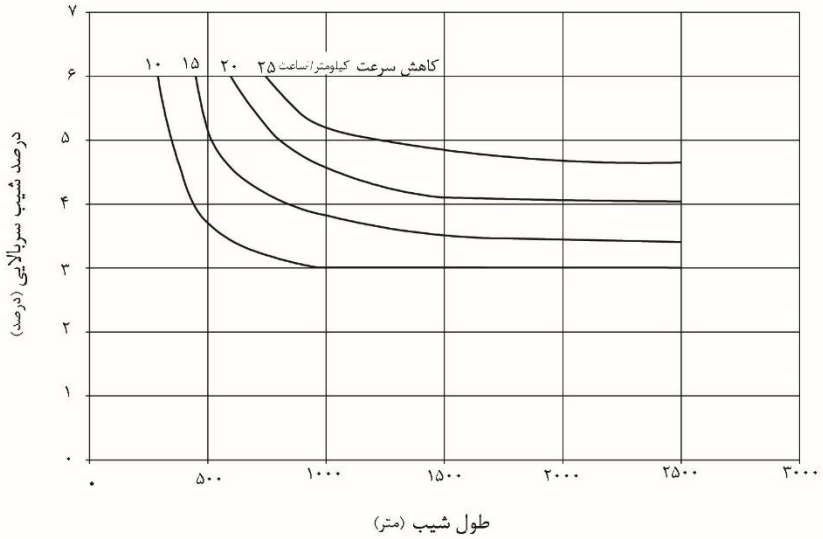
مقدار شیب طولی راه، به تنهایی عامل کنترل‌کننده طرح نیست، بلکه لازم است که علاوه بر مقدار شیب طولی، طول آن نیز در نظر گرفته شود. طول شیب طولی بر ظرفیت، سطح سرویس (کیفیت خدمت‌دهی) و سرعت حرکت اثر می‌گذارد. انتخاب این طول به نحوی است که افت سرعت خودروهای سنگین، از حد معینی تجاوز نکند. مقدار مجاز کاهش سرعت، برابر ۱۵ کیلومتر در ساعت نسبت به سرعت متوسط ترافیک در نظر گرفته می‌شود.

در شکل‌های (۵-۱۲) و (۵-۱۳)، رابطه بین مقدار و طول بحرانی شیب برای مقادیر مختلف کاهش سرعت برای وسایل نقلیه تریلی و تفریحی نشان داده شده است. در راه شریانی دو خطه دو طرفه که ترافیک وسیله نقلیه سنگین زیاد باشد و نتوان طول شیب طولی را کمتر از طول بحرانی اختیار کرد باید بر اساس اقناع شرایط لازم از خط کمکی در سربالایی (خط سربالایی) استفاده شود. همچنین در مورد آزادراه‌ها و راه‌های شریانی جداشده که حجم ترافیک در سربالایی، لزوم پیش‌بینی یک خط اضافی را ایجاب کند، باید از یک خط اضافی در سربالایی استفاده شود. در قوس قائم نوع دوم و چهارم شکل (۵-۲۰) نصفی از قوس قائم و در قوس قائم نوع اول و سوم شکل (۵-۲۰) یک چهارم از طول قوس قائم در تعیین طول شیب طولی در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱۲- طول بحرانی شیب طولی برای برای تریلی سنگین (سرعت اولیه ۱۱۰ کیلومتر در ساعت)



شکل ۵-۱۳- طول بحرانی شیب طولی برای برای وسیله تفریحی تیپ (سرعت اولیه ۹۰ کیلومتر در ساعت)

۵-٤-٤- خطهای عبور کمکی

در بخش‌هایی از راه از خطهای عبور کمکی به منظور تغییر سرعت، حرکت گردشی، تشکیل صف حرکت‌های گردشی، سبقت، ترافیک تداخلی، خطهای کمکی سربالایی و دیگر مقاصد مورد نظر استفاده می‌شود. خطهای تغییر سرعت (کاهش سرعت و افزایش سرعت)، خط کمکی سربالایی و خط کمکی سبقت از انواع این خطها محسوب می‌شوند. طراحی خط کمکی منجر به ارتقاء طبقه عملکردی راه نمی‌شود. در این خصوص به ویژه در زمینه عدم افزایش سرعت، باید تمهیدات لازم انجام و به استفاده‌کنندگان اطلاع-رسانی شود تا از بروز رفتارهای پرخطر اجتناب شود. خطهای تغییر سرعت معمولاً در محل تقاطع‌ها و تبادل‌ها استفاده می‌شود و برای طراحی آن لازم است به بخش تقاطع‌ها و تبادل‌ها مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

۵-٤-٤-۱- خط کمکی در سربالایی

آزادی و ایمنی حرکت در راه‌ها علاوه بر آن که تابعی از تعداد و طول قطعه‌های سبقت مجاز است، به طور معکوس تحت تأثیر حرکت کامیون در شیب طولی با طول زیاد قرار دارد. این عامل سبب کاهش سرعت خودروهای پشت سر می‌شود. به علت افزایش تعداد تصادف‌ها در شیب‌های طولانی، باید براساس نیاز ترافیک، ساخت خط کمکی سربالایی در طرح راه‌های جدید و همچنین برای راه‌های موجود در نظرگرفته شود. هنگامی که ترکیب شیب طولی، حجم کل ترافیک و حجم ترافیک وسایل نقلیه سنگین، به گونه‌ای است که کیفیت حرکت ترافیک در شیب طولی نسبت به مسیر قبل از آن کاهش می‌یابد، ساخت خط کمکی سربالایی مفید و مطلوب است.

خط کمکی سربالایی ضرورتاً به طور قابل ملاحظه‌ای مورد استفاده وسایل نقلیه کندرو قرار می‌گیرد. در راه‌های با ترافیک کم، اگرچه استفاده از خط کمکی سربالایی مطلوب است لیکن استفاده از آن قابل توجیه (اقتصادی) نیست. حتی در محل‌هایی که طول شیب طولی در سربالایی از مقدار بحرانی در سربالایی تجاوز کند. دراین موارد تعریض قطعه‌های کوچکی از خط سربالایی برای استفاده وسایل نقلیه کندرو (مشابه پهلوگیرها) به منظور تأمین سبقت وسایل نقلیه تندرو پشت سر پیش‌بینی می‌شود.

خط کمکی در سربالایی، معمولاً برای راه‌های دو خطه در نظر گرفته می‌شد، اما در صورت نیاز ترافیکی می‌توان برای راه‌های چندخطه نیز در نظر گرفت. راه دو خطه با خط کمکی سربالایی، راه سه خطه و در مواقع همپوشانی به صورت چهارخطه محسوب نمی‌شود، بلکه بخشی از یک راه دو خطه با یک خط اضافی است که برای حرکت خودروهایی تعبیه شده است که در سربالایی حرکت می‌کنند و بار آنها زیاد و سرعت آنها کم است. این خط اضافی امکان استفاده از خط اصلی را به سایر خودروها می‌دهد.

طرح‌های مربوط به راه‌های دو خطه با خط کمکی در بخش‌های (الف) و (ب) در شکل (۵-۱۴) نشان داده شده است. خط‌های کمکی، هر یک به طور مجزا و مستقل از دیگری برای هر جهت راه طرح می‌شود. بسته به وضعیت امتداد و نیمرخ طولی راه، ممکن است خط‌های کمکی دو جهت دارای هم پوشانی (فصل مشترک) باشد (شکل (۵-۱۴) مورد (ب)).

هر سه معیار زیر که دربرگیرنده جنبه‌های اقتصادی می‌باشد، نیاز به وجود خط کمکی سربالایی را توجیه می‌کند:

۱- نرخ جریان ترافیک در سربالایی، بیش از ۲۰۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد.

۲- نرخ جریان ترافیک کامیون در سربالایی، بیش از ۲۰ وسیله نقلیه در ساعت باشد.

۳- وجود یکی از شرایط زیر:

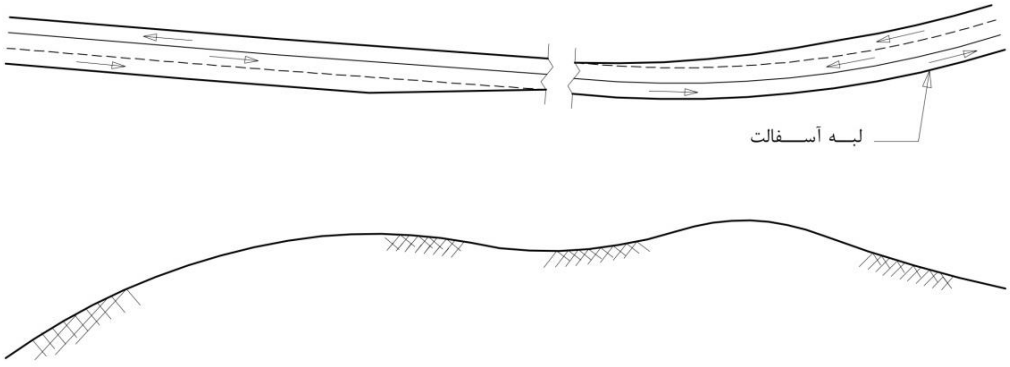
الف – افت سرعت خودروی سنگین کامیون طرح به میزان ۱۵ کیلومتر در ساعت یا بیشتر؛

ب – وجود کیفیت ترافیکی E یا F در سربالائی؛ و

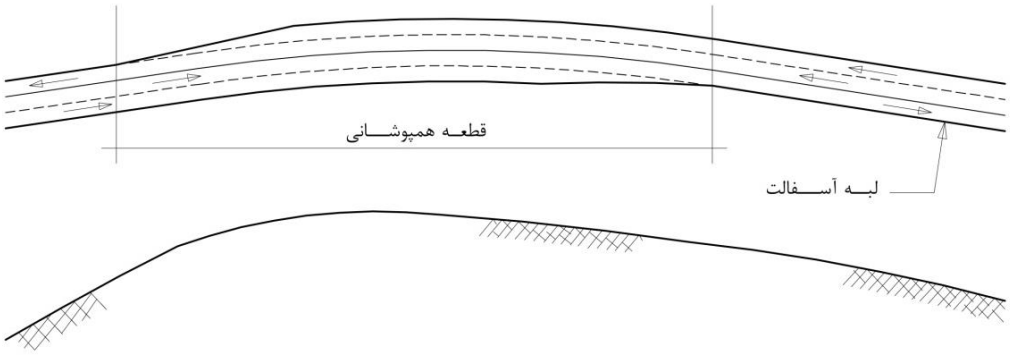
omoorepeyman.ir

ج – افت کیفیت ترافیک دو رده یا بیشتر (نسبت به قطعه پیش از سربالایی) وقتی که حرکت در شیب طولی انجام می‌شود.

نرخ جریان در سربالایی عبارت است از: حاصل ضرب حجم ترافیک ساعت طرح در ضریب توزیع جهتی جریان رو به بالا تقسیم بر ضریب ساعت اوج (PHF).



الف - خط عبور اضافی سربالایی بدون همپوشانی



ب - خط عبور اضافی سربالایی با همپوشانی دوطرفه

شکل ۵–۱۴– خط‌های کمکی سربالایی در راه‌های دو خطه دو طرفه

طول بحرانی شیب که سبب افت سرعت کامیون طرح به میزان ۱۵ کیلومتر در ساعت یا بیشتر می‌شود، از شکلهای (۵–۱۲) برای وسایل نقلیه سنگین و (۵–۱۳) برای وسایل نقلیه تفریحی به دست می‌آید. اگر طول شیبی که بررسی می‌شود، بیشتر از طول بحرانی باشد، شرط الف ردیف ۳ برآورده شده است. چنانچه طول شیب طولی، بحرانی نباشد و کاهش سرعت کامیون بیش از ۱۵ کیلومتر در

omoorepeyman.ir

ساعت نشود (طول شیب از طول بحرانی تجاوزنکند)، وجود کیفیت ترافیک کمتر از D در شیب طولی بررسی می‌شود. این کار را می-توان با به دست آوردن نرخ جریان حداکثر (ظرفیت) در کیفیت ترافیک D و مقایسه آن با نرخ جریان در سربالایی انجام داد. اگر شرط دوم ردیف ۳ نیز تحقق نیابد، شرط سوم ردیف ۳، یعنی تعیین کیفیت قطعه پیش از سربالایی ، بررسی می‌شود.

طول خط کمکی سربالایی با تعیین نقطه شروع و نقطه انتهایی آن تعیین می‌شود. محل شروع خط کمکی سربالایی در فاصله‌ای از نقطه شروع سربالایی است که یکی از موارد شرط سوم برقرار شود. مثلاً سرعت کامیون به میزان ۱۵ کیلومتر در ساعت نسبت به متوسط سرعت حرکت ترافیک کاهش یابد. این طول از شکل (۵–۱۲) و (۵–۱۳) تعیین می‌شود. نحوه استفاده از آن با ارائه مثال مشخص شده است. قبل از شروع خط کمکی سربالایی، باید از یک قطعه لچکی با نسبت عرض به طول ۱:۲۵ و به طول حداقل ۹۰ متر استفاده شود.

در صورت وجود محدودیت دید یا سایر شرایطی که سبب کاهش سرعت در ابتدای سربالایی می‌شود، خط کمکی سربالایی در فاصله‌ای نزدیکتر به محل شروع سربالایی در نظر گرفته شود. همچنین در صورت کم بودن سرعت حرکت کامیون‌ها به علت برخی محدودیت‌ها و شرایط راه، خط کمکی به نقطه شروع سربالایی، نزدیکتر اختیار می‌شود.

انتهای خط کمکی سربالایی باید در نقطه‌ای انتخاب شود که سرعت کامیون‌ها حداکثر ۱۵ کیلومتر در ساعت کمتر از سرعت خودروهای دیگر و دارای حداقل سرعت مطلوب ۶۰ کیلومتر در ساعت باشد. این نقطه باید بعد از قله قرار گیرد.

نقطه عملی برای انتهای خط سربالایی نقطه‌ای است که درآن کامیون می‌تواند در محلی که فاصله دید کافی برای سبقت ایمن خودروها وجود دارد، بدون خطر به خط اصلی بازگردد. بهتر است حداقل ۶۰ متر بعد از این نقطه به عنوان انتهای خط سربالایی انتخاب شود. برای تعیین این نقطه می‌توان از شکل (۵–۱۲) و (۵–۱۳) استفاده کرد.

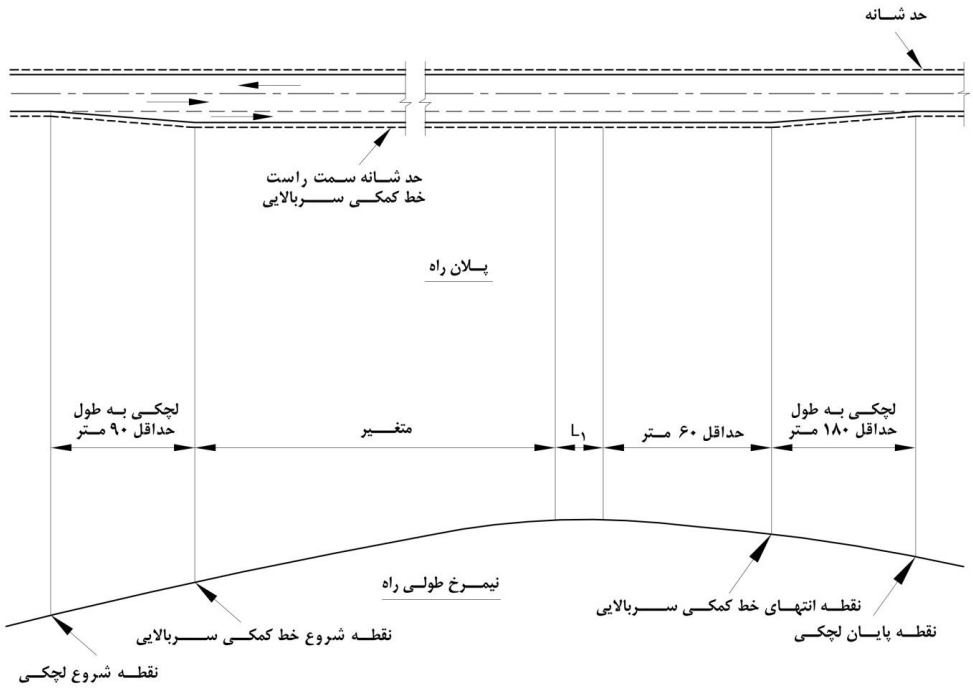
علاوه بر آن، باید از یک طول لچکی به منظور دادن اجازه بازگشت کامیون به خط عادی با نسبت عرض به طول ۱:۵۰ و به طول حداقل ۱۸۰ متر استفاده شود. به عنوان مثال، در راهی که خط سربالایی به طول ۹۰ متر (۳۰ متر بعلاوه ۶۰ متر)، به علاوه طول لچکی برابر با حداقل ۱۸۰ متر با نسبت عرض به طول ۱:۵۰ امتداد می‌یابد (شکل(۵–۱۵)).

عرض خط کمکی سربالایی بهتر است به اندازه خط اصلی سواره‌رو باشد و طوری ساخته و خط‌کشی شود که به عنوان یک خط اضافی در یک جهت، قابل تشخیص باشد. خط‌کشی برای محور راه همانند راه دو خطه انجام می‌شود. باید قبل از شروع خط کمکی سربالایی، همچنین قبل از انتهای آن، از علائم مناسبی برای اطلاع کامیون‌ها و خودروهای کندرو و هدایت آنها به این خط استفاده شود.

شیب عرضی در خط سربالایی همانند شیب خط اضافی در راه چند خطه خواهد بود که ممکن است ادامه شیب عرضی خط اصلی مجاور باشد و یا با شیب عرضی بیشتری نسبت به خط اصلی قرار گیرد. در محل‌هایی که راه دارای بربلندی است، معمولاً شیب

omoorepeyman.ir

عرضی خط سربالایی، ادامه شیب عرضی خط اصلی است. در راه‌های دو خطه برای شانه واقع در سمت راست خط سربالایی، حداقل عرض ۱٫۲ متر مورد نیاز است و عرض بیشتر با توجه به امکان‌ها و توجیه مهندسی انتخاب می‌شود.



L۱ : مسافت پیموده شده پس از قله که بعد از آن فاصله دید کافی برای سبقت وجود دارد.

شکل ۵-۱۵- خط کمکی سربالایی برای وسایل نقلیه سنگین

۵-٤-٤-۲- خط کمکی سبقت

در راه‌های دو خطه که علی‌رغم وجود فاصله دید سبقت کافی، به دلیل حجم ترافیک جهت مقابل، امکان سبقت وجود ندارد یا به دلیل وجود وسایل نقلیه با سرعت حرکت کم، امکان ایجاد صف وجود دارد، خط عبور کمکی سبقت استفاده می‌شود. فاصله بین خط-های کمکی سبقت، ۱۰ الی ۱۰۰ کیلومتر توصیه می‌شود. طول مطلوب خط عبور کمکی سبقت شامل طول لچکی‌ها متناسب با سرعت طرح و بین ۸۰۰ متر تا ۳۲۰۰ متر می‌باشد. مقدار دقیق آن بر اساس جدول (۵-۲۹) تعیین می‌شود. برای تعیین طول لچکی انتقال کاهش خط ورودی و خروجی از روابط ۵-۲۲ و ۵-۲۳ استفاده شود. برای لچکی های افزایش خط، لازم است نصف تا دو سوم طولهای مندرج در روابط ۵-۲۲ و ۵-۲۳ را در نظر گرفت. در حقیقت این لچکی‌ها برای تغییرات و کاهش عرض به کار می‌رود که در راه‌های با سرعت بالاتر مانند آزادراه، استفاده از لچکی با نسبت عرض به طول ۱:۵۰ تا ۱:۷۰ توصیه می‌شود.

نمونه‌ای از طرح‌های خط سبقت در شکل (۵-۱۶) آورده شده است. توصیه می شود در صورت امکان، نواحی سبقت به صورت چهار خطه جداشده طراحی شود.

omoorepeyman.ir

$L=0.62WS$ $S\geq 70$ kph (۲۲-۵)

$L=\frac{WS^2}{155}$ $S<70$ kph (۲۳-۵)

در این روابط:

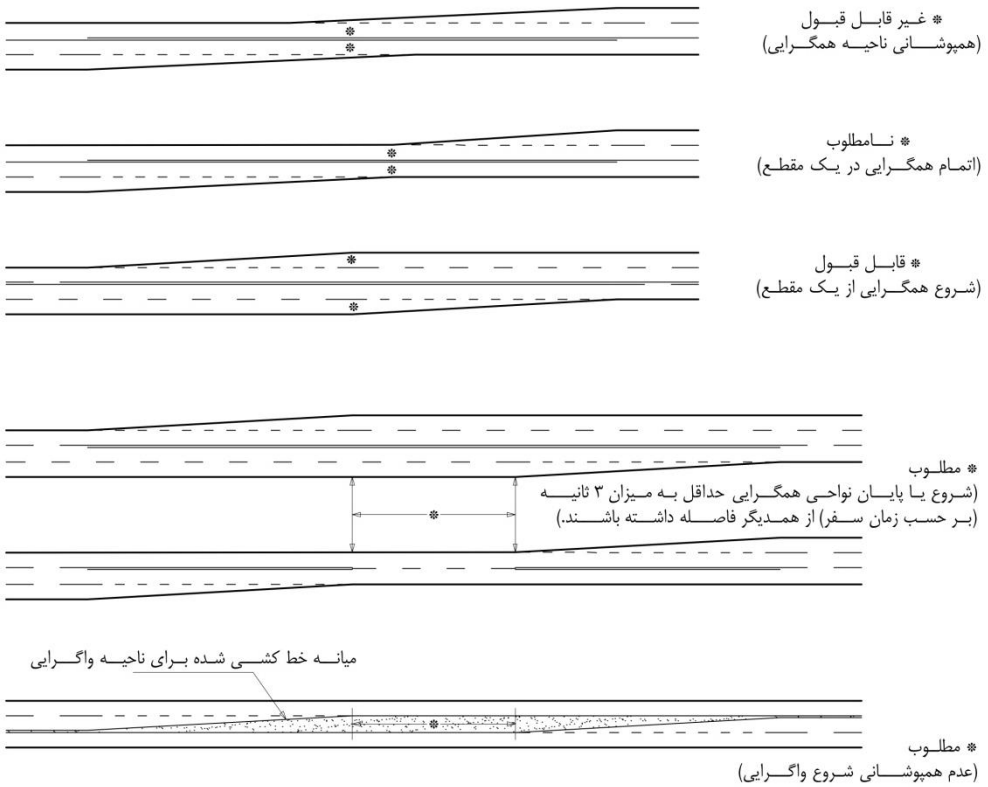
L= طول لچکی انتقال کاهش خط (خروج از خط سبقت) بر حسب متر،

W= عرض خط سبقت (متر)، و

S= سرعت مجاز (کیلومتر در ساعت).

جدول ۵-۲۹- طول خط سبقت بهینه برای کارائی عملیاتی ترافیک

نرخ جریان یک طرفه (وسیله نقلیه بر ساعت)	طول خط سبقت (کیلومتر)
۱۰۰ تا ۲۰۰	۰٫۸
۲۰۱ تا ۴۰۰	۱٫۲- ۰٫۸
۴۰۱ تا ۷۰۰	۱٫۶-۱٫۲
۷۰۱ تا ۱۲۰۰	۳٫۲-۱٫۶

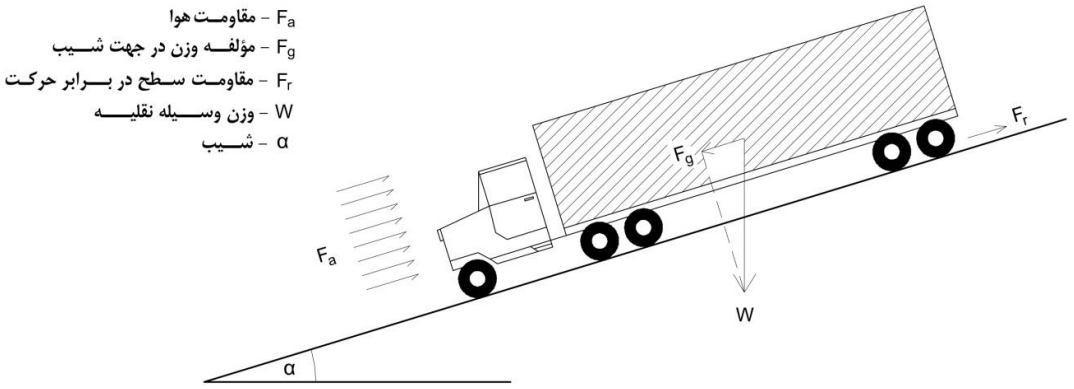


شکل ۵-۱۶- نمونه‌هایی از طرح‌های خط سبقت

omoorepeyman.ir

۵-٤-۵- رمپ فرار اضطراری

در سرازیری طولانی با شیب زیاد (شکل (۵-۱۷))، خطر عدم کنترل وسایل نقلیه سنگین به علت از دست دادن ترمز یا عدم توانایی راننده در کاهش دنده، زیاد می‌شود. در چنین شرایطی، احداث رمپ فرار اضطراری، می‌تواند به کنترل وسیله نقلیه و تأمین ایمنی استفاده‌کنندگان از راه، کمک مؤثری کند. رمپ فرار اضطراری که طبق معیارهای این دستورالعمل، در محل‌های مناسب، پیش‌بینی و ساخته می‌شود، می‌تواند سرعت وسیله نقلیه را در مسیری بیرون از مسیر اصلی راه، کاهش داده و آن را متوقف سازد.



شکل ۵-۱۷- نیروهای وارده بر وسیله در حال حرکت در سرازیری

۵-٤-۵-۱- ضرورت و محل رمپ فرار اضطراری

محل احداث رمپ فرار اضطراری، بستگی به وضع خاص هر سرازیری از نظر طول، شیب طولی، سرعت و موقعیت مسیر دارد. استفاده از رمپ‌های فرار اضطراری در نواحی با شیب طولی بیشتر از حداکثر شیب طولی مجاز راه یا سرازیری‌های طولانی با شیبی برابر یا نزدیک به حداکثر شیب طولی مجاز باید بررسی شود. در مورد راه‌های ساخته شده، علاوه بر شیب طولی، سرعت عملکردی وسایل نقلیه سنگین، آمار یا گزارش‌های پلیس، رانندگان کامیونها و مردم محلی در خصوص تصادف‌های وسایل نقلیه سنگین، آمار تصادف‌ها با حفاظها، ریختن روغن ترمز و یا روغن موتور وسایل نقلیه سنگین بر سطح روسازی می‌تواند معیار تعیین ضرورت و محل احداث رمپ فرار اضطراری در سرازیری باشد.

رمپ فرار اضطراری، باید در محلی قرارگیرد که برای وسیله نقلیه بی‌ترمز، امکان استفاده از آن وجود داشته باشد. مثلاً پیش‌بینی رمپ فرار اضطراری بعد از یک قوس افقی تند نمی‌تواند راه‌حل قابل قبول تلقی شود. تعیین محل خروجی اضطراری، با توجه به عوامل زیر انجام می‌شود:

۱- وضع پستی و بلندی،

۲- طول سرازیری،

omoorepeyman.ir

۳- شیب سرازیری،

۴- سرعت وسیله نقلیه،

۵- آمار تصادف‌ها،

۶- اثر محیط زیستی، و

۷- هزینه.

رمپ فرار اضطراری، در محلی ساخته می‌شود که مورد استفاده بیشترین وسایل نقلیه بی‌ترمز قرار گیرد. این رمپها را در محلهای ممکن در سرازیری‌های در مسیرهای مستقیم احداث نمود. رمپ فرار اضطراری را باید قبل از شروع قوس‌های افقی احداث نمود، چرا که وسیله نقلیه سنگین نمی‌تواند به طور ایمن و بدون واژگونی از آن قوس افقی عبور کند.

رمپ فرار اضطراری معمولاً در سمت راست مسیر قرار می‌گیرد، ولی در مورد راه‌های مجزّا، در صورت نبودن محل مناسب در سمت راست و وجود آن در سمت چپ، می‌توان رمپ فرار اضطراری را در سمت چپ مسیر پیش‌بینی کرد.

یکی از روش‌های تعیین بهترین محل برای ساخت رمپ فرار اضطراری، استفاده از روش تعیین درجه حرارت ترمز چرخ‌های وسیله‌نقلیه سنگین است. با این روش، میزان حرارت ترمز در هر هشتصد متر، اندازه‌گیری می‌شود. آن بخش از مسیر که درجه حرارت ترمز کمتر از ۲۶۰ درجه سانتیگراد باشد، می‌تواند ایمن تلقی شود. بنابراین شروع رمپ فرار اضطراری با توجه به سایر شرایط، می‌تواند بعد از محلی باشد که درجه حرارت ترمز از ۲۶۰ درجه سانتیگراد تجاوز می‌کند.

یکی موارد ارزیابی طرح رمپ فرار اضطراری، تعیین سرعت وسیله نقلیه برای ورود به رمپ اضطراری است. حداکثر سرعت برای ورود به خروجی اضطراری، ۱۳۰ تا ۱۴۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد. البته بهتر است که محل خروجی اضطراری با توجه به وضعیت پستی و بلندی، طوری انتخاب شود که سرعت وسیله نقلیه در موقع ورود، به حداکثر تعیین شده فوق نرسیده باشد و در صورت امکان کمتر از آن باشد.

۵-٤-۵-۲- انواع رمپهای فرار اضطراری

رمپ فرار اضطراری به سه نوع عمده زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

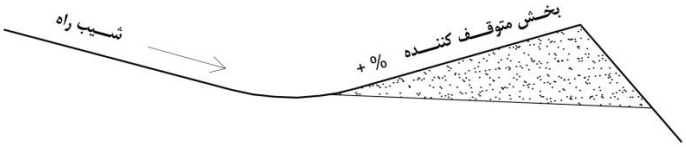
۱- وزنی (سربالایی)، ۲- تپه ماسه‌ای، و ۳- بستر توقف.

نوع وزنی (استفاده از سربالایی‌ها) می‌تواند دارای روسازی (آسفالتی یا بتنی) باشد. در این نوع خروجی اضطراری، برای توقف وسیله نقلیه از نیروی جاذبه استفاده می‌شود. طول و هزینه ساخت این نوع خروجی نسبتاً زیاد است. این نوع خروجی اضطراری نمی‌تواند مانع برگشت وسیله نقلیه به عقب شود. لذا اگر راننده نتواند وسیله نقلیه را متوقف کند، ممکن است دچار قیچی شدن شود.

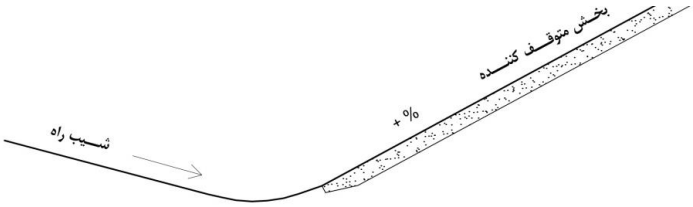
omoorepeyman.ir

نوع تپه ماسه‌ای (شکل (۵-۱۸-الف))، شامل ماسه نرم (غیرمتراکم) و خشک است که در مسیر راه به صورت کپه قرار گرفته و حداکثر طول آن، ۱۲۰ متر می‌باشد. وسیله نقلیه با رسیدن به ماسه، در آن فرو رفته و متوقف می‌شود. عیب این نوع خروجی اضطراری در توقف سریع وسیله نقلیه و امکان صدمه‌زدن به راننده و یا وسیله نقلیه در اثر پرتاب شدن بار و سرنشین وجود دارد. با این حال، در محلهای با فضای کم به دلیل ابعاد کوچک آنها می تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی توصیه بر نوع بستر توقف است.

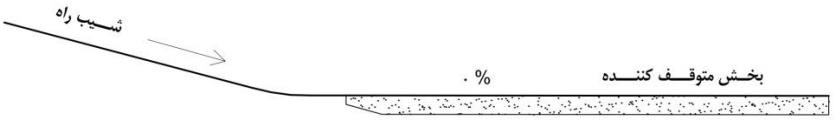
نوع بستر توقف دارای مقاومت غلتشی و شیب طولی مناسب است که در طول بستر به وسیله نقلیه به تدریج وارد می شود و سبب کاهش سرعت و توقف آن می گردد. با توجه به نوع شیب طولی لذا سه نوع بستر توقف وجود دارد (شکل‌های (۵-۱۸- ب، ج و د)). بهتر است مسیر برگشت به راه به خوبی مشخص شده باشد تا راننده بعد از توقف و رفع مشکل وسیله نقلیه، بتواند به راه خود ادامه دهد.



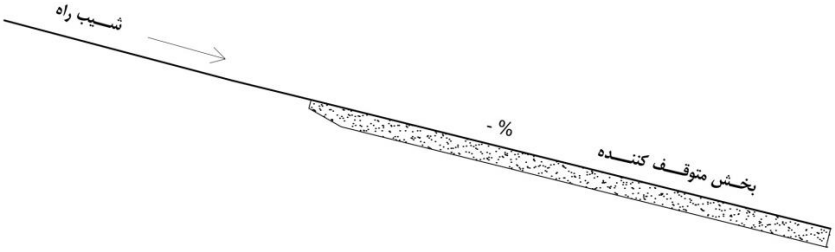
الف- تپه ماسه‌ای



ب-بستر توقف در سربالائی



ج-بستر توقف افقی



د-بستر توقف در سرازیری

شکل ۵-۱۸- انواع رمپهای فرار اضطراری

omoorepeyman.ir

رمپ فرار اضطراری نوع بستر توقف سربالایی (شکل (۵-۱۸-ب)) برای احداث توصیه می‌شود. شیب سربالایی رمپ فرار اضطراری سبب می‌شود که علاوه بر کمتر شدن طول، بتوان راحت‌تر از آن خارج شد. استفاده از هر یک از انواع رمپ فرار اضطراری، بستگی به شرایط و موقعیت خاص محل آن دارد.

۵-٤-۵-۳- ملاحظات طراحی

در طرح رمپ فرار اضطراری، به موارد زیر توجه می‌شود:

۱- برای توقف ایمن وسیله نقلیه، طول رمپ فرار اضطراری باید به حد کافی باشد تا انرژی جنبشی وسیله نقلیه متحرک غیر قابل کنترل را تلف کند.

۲- مسیر رمپ فرار اضطراری، معمولاً مستقیم و یا با انحنای خیلی کم (شعاع زیاد) می‌باشد که راننده بتواند وسیله نقلیه را با کمترین دشواری کنترل کند.

۳- عرض رمپ فرار اضطراری، باید برای بیش از یک وسیله نقلیه در نظر گرفته شود. حداقل عرض ۸ متر و عرض مطلوب ۹ تا ۱۲ متر، برای بیش از دو وسیله نقلیه غیر قابل کنترل در نظر گرفته می‌شود. در مواقعی که عرضهای زیاد ضرورتی نداشته باشد می توان از عرضهای کمتر از مقادیر فوق هم استفاده نمود. به هر حال نباید از ۳٫۶۰ متر کمتر باشد.

۴- مصالح سنگی مورد استفاده، بهتر است تمیز و با قابلیت تراکم پائین و از نوع سنگ گردگوشه، غیرشکسته و یک اندازه و عاری از مصالح ریزدانه باشد. این مصالح قابلیت زهکشی خوبی داشته و قفل و بست را نیز به حداقل می رساند. شن نخودی مصالح مناسبی است. شن غیرمتراکم و ماسه نیز زیاد استفاده می شود. حداکثر بعد دانه درشت ۴۰ میلی‌متر تجربه موفقی داشته است. مصالح مطابق با دانه‌بندی: مم ۳۷/۵ (۱۰۰٪)- ۲۵/۰ (۹۵٪-۱۰۰)- ۱۹/۰ (-)-۱۲/۵ (۲۵٪-۸۰)- ۹/۵ (-)-۴/۷۵ (۰٪-۱۰)- ۲/۳۶ (۰٪-۵) به شرط حذف ریزدانه موثر خواهد بود.

۵- حداقل ضخامت بستر توقف ۱ متر است. آلودگی مصالح بسترسبب می شود که اثربخشی آن به دلیل تشکیل یک لایه ۳۰ سانتی‌متری در پائین بستر افت نماید. در چنین مواردی بهتر است ضخامت لایه ۱۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود. برای کمک به کاهش سرعت مناسب، بهتر است که عمق لایه، به تدریج اضافه شود. عمق لایه بستر، در شروع خروجی اضطراری، برابر ۷۵ میلی‌متر است و بعد از ۳۰ تا ۶۰ متر طول، به عمق نهایی می‌رسد.

۶- زهکشی و تخلیه آب‌های خروجی اضطراری، برای جلوگیری از یخزدن آب و آلودگی مصالح بستر بهتر است به اندازه کافی تامین شود. برای این منظور، می‌توان شیب عرضی و طولی مناسبی برای کف بستر رمپ فرار اضطراری و محلی برای تخلیه آب‌های نفوذی پیش‌بینی کرد. علاوه بر آن، می‌توان با اتخاذ روش‌های فنی از ورود آب‌های سطحی به آن جلوگیری و آب‌های سطحی را به خارج هدایت کرد. می توان از لایه های ژئوتکستایل برای جلوگیری از نفوذ ریزدانه ها بین لایه زیراساس و بستر استفاده نمود. در

omoorepeyman.ir

جاهایی که نفوذ آب یا آلوده شدن مصالح با مواد سمی و گازوییل محتمل باشد، بهتر است که کف بستر رمپ فرار اضطراری با یک لایه بتنی پوشاند و برای جلوگیری از آلوده‌شدن خاک به مواد نفتی، مایعات به یک مخزن هدایت شود.

۷- محل ورود وسیله نقلیه به رمپ فرار اضطراری، طوری طراحی می‌شود که ورود وسیله به آن، بی‌خطر باشد. برای این منظور، بهتر است در طرح، فاصله دید کافی برای راننده وسیله نقلیه تأمین شود. تمام طول رمپ فرار اضطراری بهتر است برای راننده وسیله نقلیه، قابل رؤیت باشد. زاویه انحراف به طرف خروجی، باید برابر ۵ درجه و یا کمتر باشد. برای ورود به رمپ فرار اضطراری، بهتر است یک خط عبور کمکی پیش‌بینی شود. طرح این نوع خروجی، باید طوری باشد که هر دو چرخ محور جلو با هم وارد قسمت بستر متوقف‌کننده شود. بهتر است فاصله جانبی رمپ از خطوط عبوری اصلی به اندازه‌ای باشد که از پرتاب مصالح سست در اثر ورود وسیله نقلیه به آن، به مسیر اصلی پیشگیری شود.

۸- دسترسی به رمپ فرار اضطراری، باید طوری با تابلو خروج مشخص شده باشد که راننده وسیله نقلیه غیر قابل کنترل بتواند فرصت کافی برای عکس‌العمل داشته و امکان استفاده از آن را از دست ندهد. بنابراین نصب علائم پیش آگاهی کافی برای جلب توجه راننده به منظور آمادگی و استفاده از رمپ فرار اضطراری ضروری است. علاوه بر آن، تابلوهای انتظامی برای ممانعت از ورود، توقف و پارک کردن سایر وسایل نقلیه به رمپ فرار اضطراری نصب می‌شود. لبه های رمپ باید به درستی آشکارسازی شوند. استفاده از روشنایی برای بهتر مشخص‌کردن محل رمپ فرار اضطراری در شب بسیار مفید است.

۹- بیرون آوردن وسیله نقلیه گیرافتاده در رمپ فرار اضطراری مشکل است. پیش‌بینی یک راه سرویس به عرض ۳ متر در کنار رمپ فرار اضطراری، می‌تواند کمک مؤثری به یدک کشها و بیرون آوردن وسیله نقلیه گرفتار در بستر بکند. راه سرویس روسازی دارد و باید طوری طراحی شود که راننده وسیله نقلیه بی‌ترمز، آن را با بستر توقف اشتباه نکند.

۱۰- پایه‌های مهاری در زمین برای ایمنی جرثقیل و یدک کشها، به منظور خارج‌کردن وسیله نقلیه گرفتار از بستر در فواصل ۵۰ تا ۱۰۰ متری ضروری است. اولین پایه در فاصله ۳۰ متر قبل از شروع بستر جهت بازگرداندن وسیله گیرافتاده به سطح راه قرار داده می شود.

برای محاسبه طول خروجی اضطراری، می‌توان از رابطه (۵-۲۴) استفاده کرد:

$$L = \frac{V^2}{254(R \pm G)} \qquad (۲۴-۵)$$

که در آن:

L = طول بستر توقف (متر)،

V = سرعت ورود وسیله نقلیه (کیلومتر در ساعت)،

G = شیب طولی بستر توقف رمپ فرار اضطراری (متر در متر) که برای سربالایی مثبت و برای سرپایینی منفی است، و

omoorepeyman.ir

R = ضریب مقاومت مصالح بخش متوقف‌کننده خروجی اضطراری که از جدول (۵–۳۰) به دست می‌آید.

جدول ۵–۳۰– ضریب مقاومت غلتشی مصالح کف رمپ در مقابل حرکت وسیله نقلیه

مصالح سطح بستر توقف	مقاومت غلتشی بر حسب شیب طولی معادل (%)
روسازی بتنی	۱٫۰
روسازی آسفالتی	۱٫۲
روسازی شنی (متراکم)	۱٫۵
روسازی خاکی (غیرمتراکم)	۳٫۷
سنگ شکسته (غیرمتراکم)	۵٫۰
شن رودخانه‌ای (غیرمتراکم)	۱۰٫۰
ماسه نرم خشک	۱۵٫۰
شن نخودی	۲۵٫۰

زمانی که در طول رمپ فرار اضطراری، شیب طولی بیا نوع مصالح بستر توقف متفاوت باشد (مانند شکل (۵–۱۹))، برای محاسبه کاهش سرعت در طول هر یک از شیب‌ها می‌توان از رابطه (۵–۲۵) استفاده کرد:

$$V_f^2 = V_i^2 - 254\, L(R \pm G) \qquad (۲۵-۵)$$

که در آن:

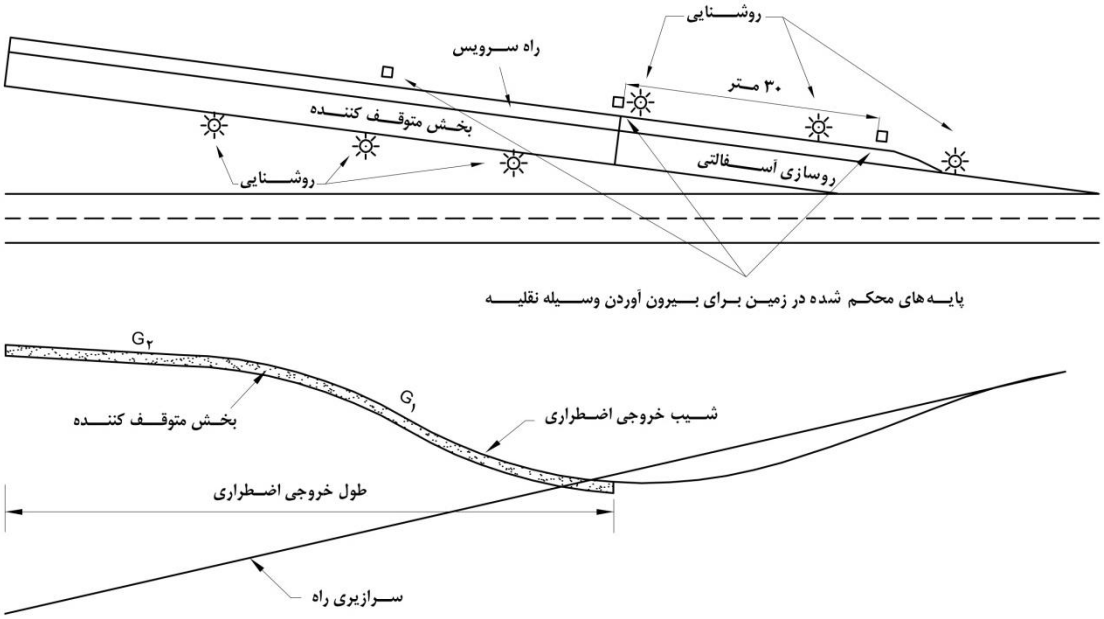
V_f = سرعت وسیله نقلیه هنگام خروج از رمپ فرار (کیلومتر در ساعت)،

V_i = سرعت وسیله نقلیه هنگام ورود به رمپ فرار (کیلومتر در ساعت)، و

L = طول رمپ فرار (متر).

چنانچه به علت سرعت بیش از حد و یا به هر دلیل دیگر، وسیله نقلیه در طول و انتهای رمپ فرار اضطراری متوقف نشود، پیش‌بینی لازم برای توقف کامل وسیله نقلیه به نحوی ضروری است که سبب آسیب بار و راننده نشود. یکی از روش‌ها، پیش‌بینی یک شیب تند ۲:۳ (۲ قائم و۳ افقی) در انتهای خروجی و به ارتفاع ۰٫۶ تا ۱٫۵ متر از مصالح بستر و روش دیگر استفاده از یک ردیف ضربه گیر یا یک ردیف بشکه‌های ایمنی پرشده با مصالح بستر می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱۹- نمونه رمپ فرار اضطراری

۵-٤-۵-٤- محوطه‌های کنترل ترمز

از پهلوگیرها یا بیرون‌رفتگی‌ها در بالای سربالائیها و قبل از شروع سرازیریها می‌توان به عنوان محوطه‌های کنترل ترمز یا محوطه‌های ایست اجباری جهت فراهم کردن فرصتی برای راننده به منظور بازرسی تجهیزات خودرو و اطمینان از داغ نبودن بیش از حد ترمزها در شروع سرازیری استفاده کرد. به علاوه اطلاعات مربوط به شیب پیشرو و محل رمپ فرار اضطراری را می‌توان به وسیله تابلوها و بروشورها اطلاع رسانی کرد. محوطه کنترل ترمز می تواند از یک خط روسازی شده و جدا از شانه باشد و یا شانه تعریض شده که حداقل امکان عبور یک خودروی سنگین را از سمت چپ خودروی دیگر در محوطه کنترل ترمز فراهم سازد. تابلوهای مناسبی نیز برای جلوگیری از توقف وسایل نقلیه عادی در این ناحیه باید به کار رود.

۵-٤-۵-۵- استفاده از ضربه‌گیرهای خاص

این نوع از حفاظهای ضربه‌گیر همانطور که از عنوان آن مشخص است در جهت عمود بر راستای حرکت وسایل نقلیه قرار می‌گیرند و برای موارد خاص کاربرد دارند. یکی از مهمترین انواع آنها، حفاظ توری مهاری است. این حفاظ یک نوع سیستم مهارکننده است که ایمنی وسایل نقلیه را با حداقل کردن خسارت وارده به وسایل نقلیه تا متوقف کردن آنها فراهم می‌کند. حفاظ توری بر اساس ابعاد و سرعت وسایل نقلیه طراحی و اجرا می‌شود ولی سطح بازدارندگی خیلی بالائی ندارد.

omoorepeyman.ir

۵-٤-٦- قوس قائم

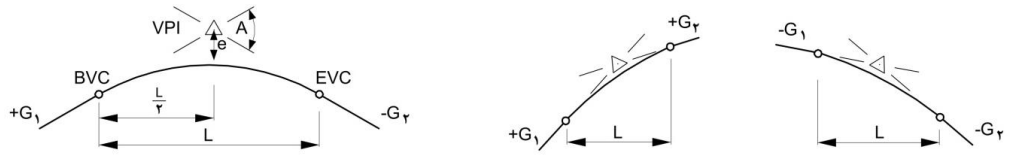
تغییر شیب طولی، به صورت تدریجی و به وسیله قوس قائم یا خم انجام می‌شود. این قوس قائم، تأمین‌کننده مسافت دید کافی، تخلیه مناسب آب سطحی، ایمنی، راحتی راننده و زیبایی ظاهر راه خواهد بود. در جاده‌ها در محل تلاقی دو شیب طولی باید قوس قائم طرح شود. بر اساس سربالایی و سرپائینی بودن دو شیب طولی در محل تلاقی حالتهایی پیش می آید که یا به صورت گنبدی (قوس‌های برآمده یا محدب) هستند و یا به صورت کاسه ای (قوس‌های فرورفته یا مقعر). انواع قوس‌های قائم سهمی در شکل (۵-۲۰) نشان داده شده است. در این شکل:

G_1 = شیب طولی اول (درصد)،

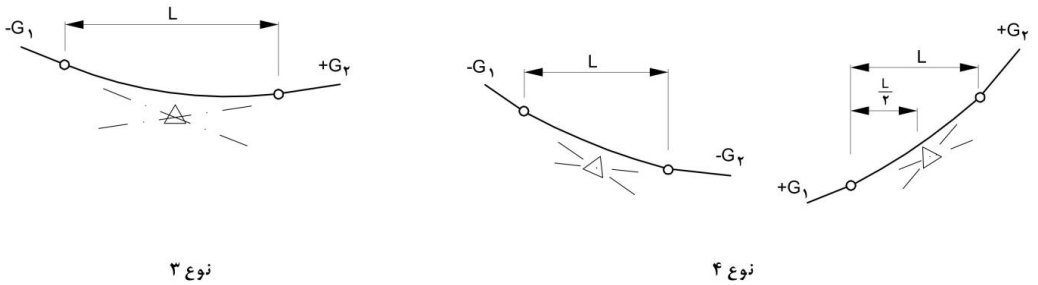
G_2 = شیب طولی دوم (درصد)،

L = طول قوس قائم (متر)، و

A = قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب طولی (درصد).



الف – انواع قوس‌های قائم گنبدی



ب – انواع قوس‌های قائم کاسه‌ای

شکل ۵-۲۰- انواع قوس‌های قائم

omoorepeyman.ir

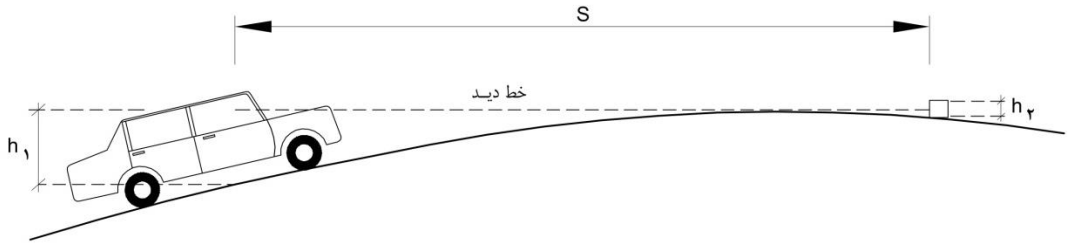
۵-٤-٦-۱- قوس قائم گنبدی

طول قوس قائم گنبدی باید به اندازه‌ای باشد که حداقل فاصله دید برای راننده وسیله‌نقلیه فراهم شود (شکل ۵-۲۱). فاصله دید در قوس قائم گنبدی از رابطه $L \geq KA$ تأمین می‌شود، که در آن،

L = طول قوس قائم گنبدی (متر).

K = میزان انحنای قائم که تابع فاصله دید (S) و سرعت طرح است که برای فاصله دید توقف از جدول (۵-۳۱) و برای فاصله دید سبقت از جدول (۵-۳۲) به دست می‌آید. این ضریب بر حسب متر بر درصد بوده و معنای فیزیکی آن، طول لازم قوس قائم برای یک درصد تغییر شیب طولی راه است. ضریب K، با فرض ارتفاع چشم راننده از سطح راه، ۱۰۸ سانتی‌متر (h_1) و ارتفاع شیء از سطح راه، ۶۰ سانتی‌متر برای فاصله دید توقف (h_2) و ۱۰۸ سانتی‌متر برای فاصله دید سبقت به دست آمده است.

A = قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب طولی (٪).



شکل ۵-۲۱- محدودیت دید در قوس قائم گنبدی

جدول ۵-۳۱- مقادیر حداقل K برای قوس قائم گنبدی برای فاصله دید توقف ($K = \frac{A(S)^2}{658}$)

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید توقف (متر)	نرخ انحنای قائم طرح (متر بر درصد)
۲۰	۲۰	۱
۳۰	۳۵	۲
۴۰	۵۰	۴
۵۰	۶۵	۷
۶۰	۸۵	۱۱
۷۰	۱۰۵	۱۷
۸۰	۱۳۰	۲۶
۹۰	۱۶۰	۳۹
۱۰۰	۱۸۵	۵۲
۱۱۰	۲۲۰	۷۴
۱۲۰	۲۵۰	۹۵
۱۳۰	۲۸۵	۱۲۴

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۳۲- مقادیر حداقل K برای قوس قائم گنبدی برای فاصله دید سبقت ($\mathbf{K = \frac{A(S)^2}{864}}$)

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید سبقت (متر)	نرخ انحنای قائم طرح (متر بر درصد)
۳۰	۱۲۰	۱۷
۴۰	۱۴۰	۲۳
۵۰	۱۶۰	۳۰
۶۰	۱۸۰	۳۸
۷۰	۲۱۰	۵۱
۸۰	۲۴۵	۶۹
۹۰	۲۸۰	۹۱
۱۰۰	۳۲۰	۱۱۹
۱۱۰	۳۵۵	۱۴۶
۱۲۰	۳۹۵	۱۸۱
۱۳۰	۴۴۰	۲۲۴

نکته: در محل هایی که نیاز به تصمیم گیری است مثلا دماغه‌های رابط خروجی می‌توان فاصله دید را افزایش داد و از فاصله انتخاب استفاده نمود.

۵-٤-٦-۲- قوس قائم کاسه‌ای

قوس قائم کاسه‌ای در روز به علت وجود روشنایی کافی، دید راننده را محدود نمی‌کند. امّا در تاریکی، فاصله‌ای که توسط نور چراغ‌های وسایل نقلیه در این قوس قائم روشن می‌شود، محدود است (شکل (۵-۲۲)). حداقل طول قوس قائم کاسه‌ای از رابطه (۵-۲۶) به دست می‌آید:

$$L \geq KA \qquad (۵-۲۶)$$

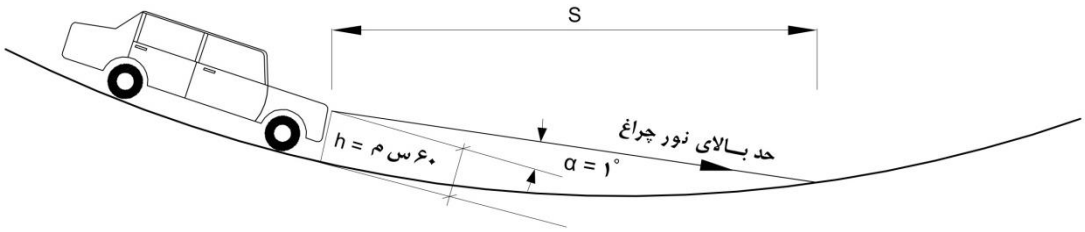
که در آن:

L = طول قوس قائم کاسه‌ای (متر).

K = میزان انحنای قائم، تابع فاصله دید (یا سرعت طرح) و وضعیت روشنایی راه است که از جدول (۵-۳۳) به دست می‌آید. ارتفاع چراغ‌های جلو از سطح راه، ۶۰ سانتی‌متر و زاویه پخش نور اتومبیل، یک درجه فرض می‌شود.

A = قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب طولی (درصد).

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۲۲- محدودیت دید در قوس قائم کاسه‌ای و در تاریکی شب

جدول ۵-۳۳- مقادیر حداقل K برای قوس قائم کاسه‌ای ($K = \frac{A(S)^2}{120+3.5(S)}$)

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله دید توقف (متر)	نرخ انحنای قائم طرح (متر بر درصد)
۲۰	۲۰	۳
۳۰	۳۵	۶
۴۰	۵۰	۹
۵۰	۶۵	۱۳
۶۰	۸۵	۱۸
۷۰	۱۰۵	۲۳
۸۰	۱۳۰	۳۰
۹۰	۱۶۰	۳۸
۱۰۰	۱۸۵	۴۵
۱۱۰	۲۲۰	۵۵
۱۲۰	۲۵۰	۶۳
۱۳۰	۲۸۵	۷۳

۵-٤-٦-۳- ضوابط کنترل کننده قوس‌های قائم

تبصره ۱. اگرچه طول قوس قائم گنبدی و کاسه‌ای به قدرمطلق تفاضل جبری دو شیب طولی بستگی دارد ولی در هر صورت از V ۰٫۶(V= سرعت طرح بر حسب کیلومتر در ساعت) نباید کمتر باشد.

تبصره ۲. برای کنترل قوس قایم کاسه ای مقدار نرخ انحنای ۳۰ متر بر درصد برای ظاهر آن در نظر گرفته می شود. شرط راحتی مسافر نیز از رابطه (۵-۲۷) به دست می‌آید:

$$L = \frac{A.V^2}{395} \qquad (۵-۲۷)$$

تبصره ۳. برای کنترل ظاهر قوس قایم گنبدی بهتر است طول آن بین ۳۰ تا ۱۰۰ متر اختیار شود.

تبصره ۴. هنگام طرح قوس‌های قائم گنبدی و کاسه ای نوع ۱ و ۳، نرخ تخلیه آب سطحی در آنها باید بررسی شود. به ویژه موقعی که قوس‌های قائم و افقی با یکدیگر ترکیب می‌شوند، در بخش‌هایی که لبه راه دارای جدول است و یا شیب عرضی تغییر جهت

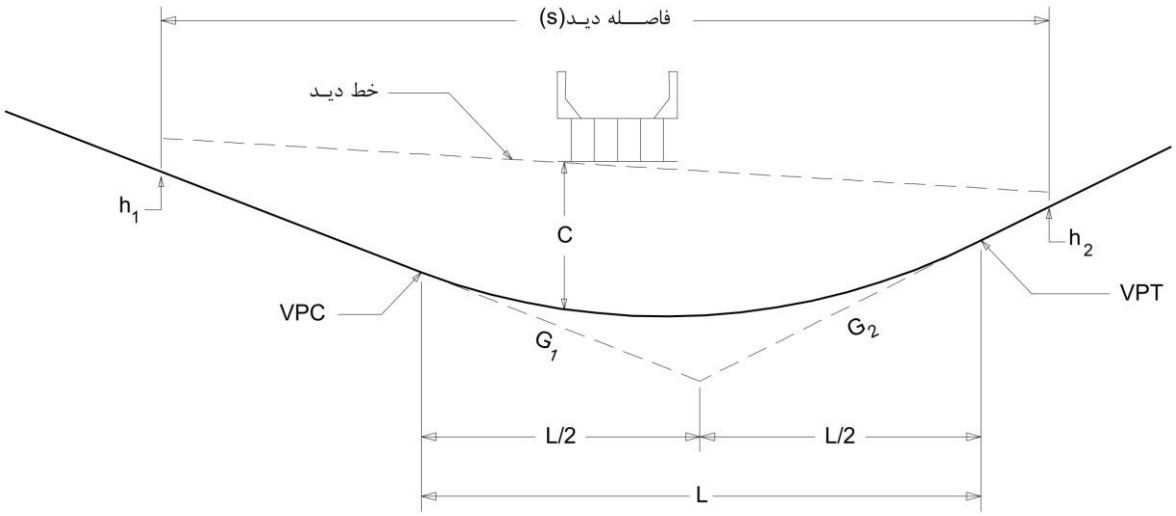
omoorepeyman.ir

می‌دهد، اگر ضریب K بزرگتر از ۵۱ باشد باید در طرح زهکشی راه دقت کافی شود. چرا که در این حالت، شیب طولی مناسب برای زهکشی در طول قوس ایجاد می‌شود.

تبصره ۵. قرار دادن قوس قائم گنبدی در پل و تونل بلامانع است امّا بهتر است از قرار دادن قوس قائم کاسه‌ای نوع ۳ در تونل پرهیز شود. در مورد پل بهتر است در صورت امکان، قوس قائم کاسه‌ای در یک طرف پل قرار گیرد، به طوری که پل در خط القعر نباشد. د مناطق با احتمال یخبندان نیز پل در قوس قایم گنبدی مناسب نیست.

۵-٤-٦-٤- فاصله دید در زیرگذر

برای کنترل طول قوس قائم کاسه‌ای در زیرگذر فاصله دید مورد نیاز طرح، مبنا قرار می‌گیرد که حداقل آن برابر با فاصله دید توقف می‌باشد. خط دید و عوامل مؤثر بر آن در شکل (۵-۲۳) نشان داده شده است.



شکل ۵-۲۳- خط دید در خم کاسه‌ای

در طراحی، برای کنترل کفایت مقدار C، از روابط (۵-۲۸) و (۵-۲۹) استفاده می‌کنند.

الف- اگر فاصله دید بزرگتر از طول قوس قائم باشد (S > L):

$$L = 2S - \left(\frac{800(C - 1/5)}{A}\right) \qquad (۵-۲۸)$$

ب- اگر فاصله دید کمتر از طول قوس قائم باشد (S < L):

omoorepeyman.ir

$$L = \frac{AS^{۲}}{۸۰۰(C - ۱/۵)} \qquad (۲۹-۵)$$

که در این روابط C، فاصله قوس قائم تا زیر سازه پل (ارتفاع آزاد) بر حسب متر است. معیار طراحی در این روابط کامیون می‌باشد که ارتفاع چشم راننده کامیون ۲۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع شیء ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است.

۵-۴-۷- پروفیل طولی (خط پروژه) در تونل‌ها

در تونل الزامات تاسیسات ایمنی حاکم خواهد بود. شیب طولی تونلها بر اساس الزامات طرح سیستم تهویه انتخابی پیشنهاد می‌گردد. معمولاً بر اساس الزامات طرح، ممکن است شیبهای طولی ملایم‌تر شوند. دلایل انتخاب شیب طولی کم در تونل‌ها عبارت است از:

۱- ممانعت از کاهش سرعت وسایل نقلیه سنگین برای جلوگیری از تراکم ترافیک در داخل تونل،

۲- تأثیر سربالایی‌های واقع در ارتفاعات، در تعداد وسایل نقلیه‌ای که دچار خرابی می‌شود،

۳- تأثیر سربالایی‌ها در افزایش مقدار آلودگی هوا، و

۴- خطرناک بودن سرازیری‌های تند در تونل‌های یک طرفه به علت احتمال سرعت‌های فوق‌العاده زیاد.

البته در تونل‌های یک طرفه، شیب طولی سرازیری، منجر به کاهش نیازهای مربوط به تهویه می‌شود. حداقل شیب طولی نیز بهتر است ۰/۳٪ برای دفع آبهای سطحی باشد.

۵-۴-۸- نقش پل در پروفیل طولی

ارتفاع و ضخامت دال پل، نقش بسیار مهمی در پروفیل طولی دارد. نسبت ضخامت به دهانه سازه تابع عوامل متعددی چون طول دهانه، نوع سازه، جنبه‌های زیبایی، هزینه، محدویت قالب‌بندی و محدودیت ارتفاع آزاد است. با این وجود می‌توان با استفاده از اطلاعات کلی زیر، نسبت ضخامت به طول دهانه را برای طراحی اولیه پروفیل طولی و طرح هندسی استفاده نمود. البته طرح نهائی توسط طراحان سازه ارائه می‌شود.

الف) ابنیه فنی که خط آهن را از خود عبور می‌دهد:

۱- در پل‌های با تیرهای اصلی باربر جانبی که دارای یک خط عبور راه‌آهن است، ضخامت سازه از بالای ریل تا لبه پایین سازه ۱/۵ متر درنظرگرفته می‌شود.

۲- در پل‌های تیر تاوه‌ای، نسبت ضخامت تیر به طول دهانه، برای دهانه‌های ساده برابر ۰/۰۸ و برای پل‌های پیوسته چند دهانه برابر ۰/۰۷ در نظر گرفته می‌شود. به مقادیر بالا معادل ۶۰ سانتی‌متر بالای کف پل، جهت مصالح بالاست و ارتفاع ریل اضافه می‌شود.

omoorepeyman.ir

ب) پل‌های راه:

نسبت ضخامت تیر تاوه به طول دهانه، به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

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

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

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

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

هنگامی که پروفیل طولی مسیر از روی یک راه یا رودخانه در قوس قائم کاسه‌ای قرار می‌گیرد، بهتر است که در طرح پروفیل طولی پل در خط القعر قرار نگیرد.

۵-٤-۹- معیارهای کلی پروفیل طولی مسیر

علاوه بر معیارهای کنترل‌کننده‌ای که در ردیف‌های قبل در مورد شیب طولی مسیر راه ذکر شد، عوامل دیگری نیز در طراحی باید مد نظر باشد. در زیر چند رهنمود کلی برای طراحی مطلوب پروفیل طولی مسیر راه آمده است.

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

ب) باید به جای تغییرشیب طولی ناگهانی همراه با قوس‌های قائم گنبدی و کاسه‌ای پی در پی و یا افت خط پروژه غیرمنتظره، از شیب‌های تدریجی استفاده شود.

ج) باید از ایجاد سرپایینی موجدار با طول زیاد احتراز شود که سبب افزایش سرعت خودرو سنگین در سرپایینی می‌شود.

د) بهتر است از ایجاد قوسهای قائم پشت تخت به ویژه در اشکال کاسه‌ای اجتناب شود که ظاهر نامناسبی دارد. این مورد در جاده-های جداشده با بریدگی میانه قابل توجه است.

ه) در شرایطی که یک تقاطع یا محل دسترسی در یک قطعه شیب‌دار راهی با شیب متوسط یا زیاد قرار دارد، بهتر است از شیب طولی قطعه در محل تقاطع و حوالی آن کاسته شود که برای وسایل نقلیه گردشی مفید بوده و کاهش احتمال تصادف را به همراه دارد.

ز) از به کار بردن قوس قائم کاسه‌ای در ترانشه‌ها (خاکبرداری‌ها) اجتناب می‌شود، مگر آنکه تخلیه مناسب آب‌های سطحی راه امکان‌پذیر باشد.

omoorepeyman.ir

۵-۵- هماهنگی پلان و پروفیل طولی مسیر

امتدادهای افقی و قائم مسیر راه، مکمل یکدیگر بوده و نمی‌تواند مستقل از یکدیگر طراحی شود. یک ترکیب بد می‌تواند نکته‌های خوب هر یک را از بین ببرد و معایب را تشدید کند. هرگاه طرح امتدادهای افقی و قائم به طور توأم انجام شود، کنترل وسیله نقلیه بیشتر، سرعت یکنواخت‌تر و ظاهر راه خوش منظرتر می‌شود و تقریباً هزینه‌های اضافی تحمیل نمی‌شود.

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

الف) بهتر است که تعادل مناسبی بین قوس افقی و پروفیل طولی راه موجود باشد. قوس افقی با شعاع کم با نیمرخ طولی با شیب ملایم و همچنین قوس افقی با شعاع زیاد با نیمرخ طولی با شیب تند، متعادل نیست و طرح ضعیف است.

ب) در صورت انطباق انحناء قائم بر انحناء افقی یا برعکس طرح مناسب است. عدم انطباق چندین تغییر در خط پروژه که با انحناء افقی هماهنگ نیست، شرایط نامطلوبی را ایجاد می‌کند.

پ) انحناء افقی تند در بالای قوس قائم گنبدی نباید قرار داده شود. البته معایب این طرح با افزایش طول قوس افقی از بین می رود و طرح بالاتر از مقادیر حداقل مربوط به سرعت طرح مطلوب است.

ت) انحناء افقی تند در انتهای شیب تند یا در نزدیکی کف قوس کاسه ای نباید قرار داده شود. این مورد به خصوص برای وسایل نقلیه سنگین که سرعت بیشتری در پائین شیب طولی دارند در شب نامناسب است.

ث) در راه دو خطه دو طرفه، لزوم تأمین مناطق سبقت خودرو به طور کاملاً ایمن، معمولاً ایجاب می‌کند که از ترکیب قوس افقی و قائم در قطعه‌های قابل ملاحظه‌ای از طول راه، صرفنظر شود. در این حالت استفاده از قطعات تانژانت طولانی جهت تامین مسافت دید سبقت مناسب است.

ج) هر دوی قوس افقی و پروفیل طولی راه باید تا حد امکان در تقاطع و حوالی آن به صورت ملایم باشد.

چ) در راههای جداشده به ویژه در پروژه‌های بهسازی تبدیل راه دو خطه به چهار خطه جداشده، تغییر در عرض میانه و راستای افقی و قائم مستقل برای کف راه یک طرفه مجزا گاهی اوقات مطلوب است.

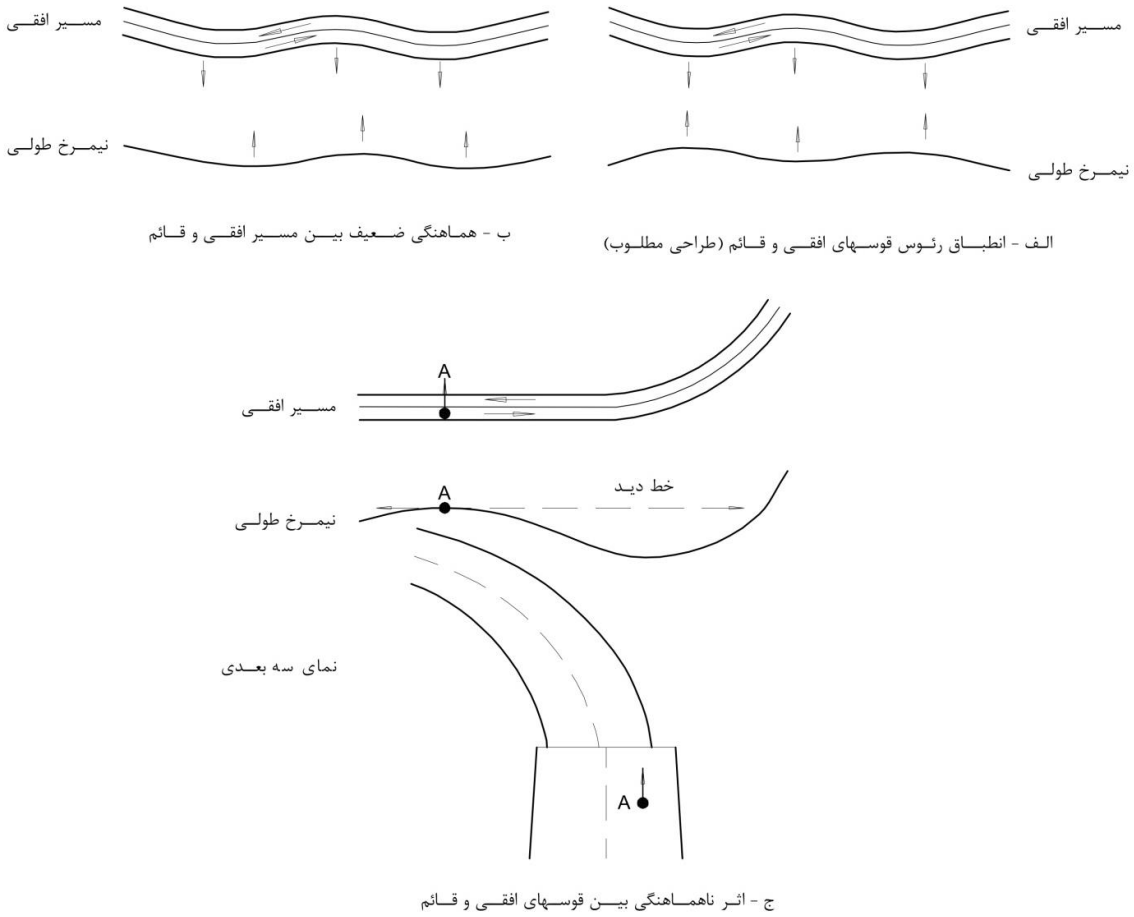
ح) در مناطق مسکونی، طرح راه باید با حداقل ایجاد مزاحمت برای همسایگان راه باشد. به طور کلی تسهیلات با خط پروژه پائین‌تر از زمین موجود به لحاظ آلودگی صوتی و بصری مناسبتر است. گاهی اوقات تغییرات ناچیز در امتداد افقی می‌تواند به ناحیه مناسب بین راه و منازل مسکونی منجر شود.

خ) مسیر راه باید طوری طراحی شود که جذابیت مناظر طبیعی و مصنوعی اطراف از قبیل، رودخانه‌ها، صخره‌ها، پارک‌ها و سازه‌های مهم افزایش یابد. راه باید به سمت و در راستای مناظر چشمگیر و با چشم‌انداز زیباتر طرح شود.

omoorepeyman.ir

د) طرح راه باید قابل دسترس و استفاده برای عابران پیاده افراد ناتوان باشد.

هماهنگ کردن امتدادهای افقی و قائم مسیر راه باید همزمان با طراحی مقدماتی راه که اصلاحات آسان‌تر انجام می‌شود، مد نظر قرار گیرد. نمونه‌هایی از نحوه هماهنگی پلان راه (امتداد افقی مسیر) و پروفیل طولی راه (امتداد قائم مسیر) در شکل (۵–۱۷) آورده شده است.



شکل ۵–۱۷– نمونه‌هایی از نحوه هماهنگی پلان و پروفیل طولی راه

۵–۶–سایر عناصر مؤثر در طرح هندسی

۵–۶–۱– توسعه منظرآرائی

عبور از مسیری با چشم‌اندازهای زیبا نیز مهم است، لذا منظرآرایی در کنار عوامل دیگر طراحی راه، حائز اهمیت است.

omoorepeyman.ir

بهتر است موقعیت قرارگیری راه و مسیر قائم و افقی آن، برای تأمین زیبایی مسیر در هماهنگی با محیط اطراف، مد نظر قرار گیرد. لذا علی‌رغم ضرورت بهینه‌سازی اقتصادی طرح، صرف هزینه برای تأمین زیبایی و منظرآرایی مسیر می‌تواند منطقی باشد.

۵-۶-۱-۱- اهمیت انتخاب سرعت طرح بر اساس منظرآرایی

سرعت طرح از عوامل تعیین کننده ضوابط طرح هندسی مسیر، مانند موقعیت افقی و پروفیل طولی راه است. انتخاب سرعت طرح در مناطقی که دارای زیبایی و چشم‌اندازهای طبیعی است، به علت تأثیر ترکیب هماهنگ و موزون راه با محیط پیرامون، از اهمیت خاصی برخوردار است. لذا همان‌گونه که قبلاً در بخش سرعت طرح نیز اشاره شد، در انتخاب سرعت طرح مناطقی که دارای زیبایی‌های طبیعی می‌باشد، بهتر است نکته‌های مربوط به منظرآرایی مسیر نیز مد نظر قرار گیرد. چنانچه جلب توجه رانندگان به مناظر اطراف حادثه‌آفرین باشد، بهتر است تمهیدات لازم برای جلوگیری از دید رانندگان در محدوده زاویه دید، به‌کار گرفته شود.

۵-۶-۱-۲- نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه

در طراحی مسیر راه، به منظور منظرآرایی آن، بهتر است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

– استقرار مسیر راه به گونه‌ای باشد که احداث راه جدید، درصورت امکان، محیط طبیعی اطراف راه را حفظ و سبب بروز و وضوح چشم‌اندازهای پیرامون شود.

– پروفیل طولی و مسیر کلی راه با طبیعت پیرامون سازگار باشد و خاکریزی‌ها و خاکبرداری‌های بدمنظر و نامتجانس با محیط اطراف، به حداقل برسد.

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

– گزینه‌ای که ضمن حفظ اصول فنی و اقتصادی لازم، سبب به وجود آمدن چشم‌اندازها و دورنماهای زیبا می‌شود، بر گزینه‌های دیگر برتری دارد.

– در مناطق زیبای طبیعی، درصورت امکان، تعبیه میانه‌های عریض و مسیرهای مستقل از هم، از یکنواختی مسیر می‌کاهد و چشم‌اندازهای بهتری ایجاد می‌کند.

omoorepeyman.ir

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

– درصورت امکان بهتر است از استفاده معادن قرضه در مناطق خوش منظر اجتناب شود. درصورت لزوم استفاده از این معادن، محل‌های مورد نظر باید پس از پایان بهره‌برداری، به روش مناسب شیب‌بندی و با پوشش مناسب گیاهی یا گزینه‌های مشابه دیگر مانند دریاچه مصنوعی با محیط اطراف هماهنگ شود.

– تخلیه آب‌های سطحی و زهکشی راه در مناطق خوش منظر باید به گونه‌ای باشد که موجب فرسایش، بدمنظری و تجمع هرزآب‌ها درمحل‌های نامناسب نشود.

– در مناطقی که دو مسیر از روی یکدیگر عبور می‌کند، بهتر است فضای اطراف به شیوه مناسبی شیب‌بندی و با پوشش گیاهی پوشیده شود، به طوری که موجب خوشایندی دید راننده شود.

۵-۶-۲- روشنایی راه

روشنایی راه، با اینکه سبب افزایش دید در شب، کاهش خطرها و دلپذیر شدن رانندگی می‌شود، به خاطر مسائل اقتصادی و هزینه فوق‌العاده، به ندرت مطرح می‌شود. با این حال روشن کردن بخش‌ها و محل‌های خاص و تعیین‌کننده‌ای به شرح زیر ضرورت دارد:

الف– تونل‌ها،

ب– تقاطع‌ها و تبادل‌ها، و تقاطع‌های ریلی،

پ– پل‌های طولانی یا باریک،

ت– نزدیک شهرها و مرکزهای جمعیتی، صنعتی، کشاورزی و آموزشی،

ث– محوطه‌های پارکینگ، استراحت و تأسیسات جانبی، ایستگاه‌های اخذ عوارض،

ج– علائم راهنمایی دروازه‌ای،

چ– قوسهای افقی تند،

ح– نقاط مه‌گیر، و

omoorepeyman.ir

خ- نقاط پرتصادف.

روشن‌کردن بقیه راه، به ویژه با توجه به آن که انتخاب پروفیل‌های طولی و عرضی با استاندارد بالا، امکان استفاده هر چه مؤثرتر از نور چراغ خودرو را فراهم می‌کند، عملاً لزومی ندارد.

روشن‌کردن تونل‌ها (در روز و شب) همواره لازم است مگر در حالتی که تونل بسیار کوتاه و مستقیم باشد. تنظیم روشنایی ورودی و خروجی، مستلزم رعایت دقت‌های خاص است.

ضرورت روشن‌کردن تقاطع‌ها تابع طرح تقاطع و حجم ترافیک است. در تقاطع‌هایی که فاقد مسیر جریان‌بندی است، معمولاً روشنایی منظور نمی‌شود. برعکس، تقاطع‌های مسیر جریان‌بندی شده، به ویژه تقاطع‌های چندراهه، نیازمند روشنایی است، زیرا نور چراغ خودرو، قادر به مشخص کردن جزیره‌ها و راه‌های گردشی از حداقل فاصله لازم نیست. روشن کردن تقاطع با راه‌آهن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روشن‌کردن تبادل نیز مطلوب و گاهی لازم است. این کار موجب می‌شود که راننده نه تنها خود راه، بلکه مجموعه تبادل را مشاهده و مسیر مورد نظر خود را به دقت تشخیص دهد. مشاهده به موقع و واضح سایر خودروهایی که به نحوی بر رفتار راننده اثرگذار است، مزیت دیگری است. روشن‌نکردن تبادل، موجب می‌شود که کارایی آن در شب، نسبت به روز، به میزان قابل ملاحظه‌ای تنزل کند. در هر صورت بخش‌های خطرآفرین باید با روشنایی یا حداقل نصب شب‌نما، از فاصله لازم به وضوح دیده شود. هر چه حجم ترافیک سراسری و ورودی و خروجی بیشتر باشد، ضرورت روشن‌کردن تبادل، بیشتر و نتایج آن چشمگیرتر است.

٥-٦-۲-۱- طراحی و نصب واحدهای روشنایی

روشن‌کردن تونل‌ها و محل‌های خاص راه، از طریق نصب واحدهای روشنایی در دیوار یا طاق تونل، کنار و میانه راه و پل انجام می‌شود.

تعداد واحدهای روشنایی به میزان روشنایی مورد نیاز، نوع واحد نورده (لامپ)، فاصله واحدها و عوامل دیگر بستگی دارد. واحدهای روشنایی کنار راه و پل، بر روی پایه‌های فلزی یا بتنی نصب می‌شود. از آنجا که این پایه‌ها، خود مانع خطرناکی است، لذا هر چه تعداد آنها کمتر اختیار شود، بهتر است.

درباره واحدهای روشنایی و محل نصب آن، باید نکته‌های زیر را مورد توجه قرار داد:

الف – طرح واحدهای روشنایی باید با رعایت حداکثر کارایی، زیبایی و ایمنی، انجام شود. طراحی نباید به گونه‌ای باشد که توجه راننده را از رانندگی به سوی تأسیسات روشنایی منحرف و جلب کند. پایه‌ها نباید مانع دید علائم و چراغ‌های راهنمایی باشد.

ب – هماهنگ‌کردن طرح روشنایی و چراغ‌ها و علائم راهنمایی ضرورت دارد. آثار این تأسیسات بر محیط اطراف، باید به دقت بررسی شود.

omoorepeyman.ir

پ – بهتر است پایه‌های روشنایی در خارج از ناحیه عاری از مانع نصب شوند، چنانچه پایه‌های روشنایی در داخل ناحیه مذکور نصب شده باشند (مانند میانه)، باید پشت حفاظ ایمنی قرار گیرند. *در مورد حفاظ بتنی میانه بهتر است یا از دو حفاظ یک طرفه با نصب پایه در بین آنها (با لحاظ نمودن تغییرشکل حفاظ) استفاده شود و یا پایه‌های روشنائی به جای میانه در کناره راه قرار گیرند.* در صورت استفاده از حفاظهای فلزی، در محاسبه فاصله سطح حفاظ ایمنی تا پایه‌ها، باید تغییرشکل حفاظ در نظر گرفته شود. با توجه به فاصله متعارف پایه‌ها از لبه سواره‌رو، باید همواره در امتداد آن حفاظ در نظر گرفته شود، پایه روشنایی را در صورت امکان نباید در دماغه رابط نصب کرد؛ در غیر این صورت باید پایه را به وسیله ضربه‌گیر، بی‌خطر کرد.

تذکر: در صورت استفاده از حفاظ بتنی دوطرفه میانه، پایه‌های روشنایی را با شرط عبور ناچیز وسیله‌نقلیه سنگین و اتوبوس و عاری از مانع بودن ناحیه دخالت برای سطح بازدارندگی تعیین شده، می‌توان در بالای آن نصب کرد (البته مراجعی مثل آشتو آن را پیشنهاد ننموده‌اند). در این صورت باید تمهیدات لازم از جمله افزایش ضخامت حفاظ بتنی جهت استقرار ایمن پایه و کاهش احتمال واژگونی وسایل نقلیه (به‌دلیل حذف شیب دیواره حفاظ صلب به‌دلیل افزایش ضخامت) در نظر گرفته شود. به‌دلیل اقتصادی، ضخامت حفاظ می‌تواند به تدریج در طول حفاظ افزایش و سپس کاهش داده شود. استفاده از پایه روشنایی در بین حفاظ بتنی میانه و انفصال این حفاظ، با توجه به تجربیات تصادفات جاده‌های پرسرعت اصلاً پیشنهاد نمی‌گردد.

ت – در محل‌هایی که روشنایی منظور می‌شود، معمولاً رانندگان از چراغ کم نور یا نور پایین استفاده می‌کنند. به این جهت، برای علائم راهنمایی دروازه‌ای در صورت امکان، روشنایی در نظر گرفته می‌شود، زیرا این علائم به وسیله نور پایین خودرو، از فاصله لازم قابل رؤیت نیست.

ث – جهت به حداقل رساندن تاثیر خیرگی و تأمین کمترین هزینه نصب روشنایی، لامپ‌ها در ارتفاع حداقل ۹ متر نصب می‌شود. با انتخاب پایه‌های با ارتفاع بیشتر (۱۰ تا ۱۵ متر) روشنایی یکنواخت‌تر، حاصل می‌شود. برای روشن‌کردن محوطه‌های بزرگ، گاهی از دکل‌هایی به ارتفاع ۳۰ متر نیز استفاده می‌شود.

ج – پایه‌های روشنایی را باید در داخل قوس‌های افقی تند رابطها و گردراهه‌ها نصب کرد (احتمال برخورد وسایل نقلیه با پایه-های نصب شده در خارج قوس‌های افقی بیشتر است).

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ششم

مقاطع عرضی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

٦-١- کلیات

مقاطع عرضی، نشان‌دهنده ابعاد عرضی و شیب عرضی سواره‌رو، شانه‌ها و میانه راه (در صورت وجود میانه)، شیب شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی و موقعیت نهرهای جانبی است. اجزاء مقطع عرضی در شکل‌های (۶-۱) و (۶-۲) نمایش داده شده است.

مقاطع عرضی، بسته به عملکرد راه، پستی و بلندی منطقه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا قوس افقی با بربلندی) یا در سازه‌های راه متفاوت است. طبقه‌بندی راه در تعیین تعداد و عرض خط‌های عبور، عرض شانه، شیب شیروانی، وجود یا عدم وجود میانه تأثیر دارد و همچنین قوس افقی در تعیین میزان تعریض خط عبور و بربلندی اثر می‌گذارد. به مجموع شانه و سواره‌رو کف راه اتلاق می‌شود و فاصله بین بر کف راه تا بر حریم، کرانه نامیده می‌شود.

٦-٢- سواره‌رو

سواره‌رو، قسمتی از سطح نهایی روسازی راه (شنی، آسفالتی یا بتنی) است که برای حرکت و عبور وسایل نقلیه به کار می‌رود. این قسمت از کف راه، از شانه متمایز است چرا که معمولاً به توقف یا عبور اضطراری خودروها اختصاص دارد. در راه‌هایی که سواره‌رو آسفالتی یا بتنی دارد، شانه، اعم از آنکه رویه‌دار یا بدون رویه باشد، به صورت نواری درکنار سواره‌رو قرار دارد و از آن متمایز است، ولی در رویه‌های شنی، سراسر کف راه (شانه و سواره‌رو) یکپارچه است و نوار واحدی را تشکیل می‌دهد. پیشنهاد می‌شود که شانه از سواره‌رو متمایز گردد.

٦-٢-١- عرض سواره‌رو

تعداد خطوط ترافیکی راه به نوع راه و حجم ترافیک عبوری از آن بستگی دارد. سواره‌رو، برحسب مورد، دارای یک یا چند خط عبور بوده و عرض هر خط عبور بسته به طبقه‌بندی عملکردی راه و موقعیت قرارگرفتن در مسیر (مستقیم یا قوس افقی) بین ۲/۷۰ تا ۳/۶۰ متر متفاوت است. عرض خطوط سواره‌رو تأثیر زیادی بر ایمنی و راحتی استفاده‌کنندگان دارد و در سطح خدمت‌دهی و ظرفیت راه نیز مؤثر است. خطوط ترافیکی باریک سبب می‌شوند که رانندگان خودروهایشان را در فاصله‌ای کم‌تر از میزان مطلوب از کنار یکدیگر حرکت دهند. در قسمتهای مستقیم راه‌ها، تعداد خطوط با عرض‌های ذیل برای سواره‌رو باید در نظر گرفته شود:

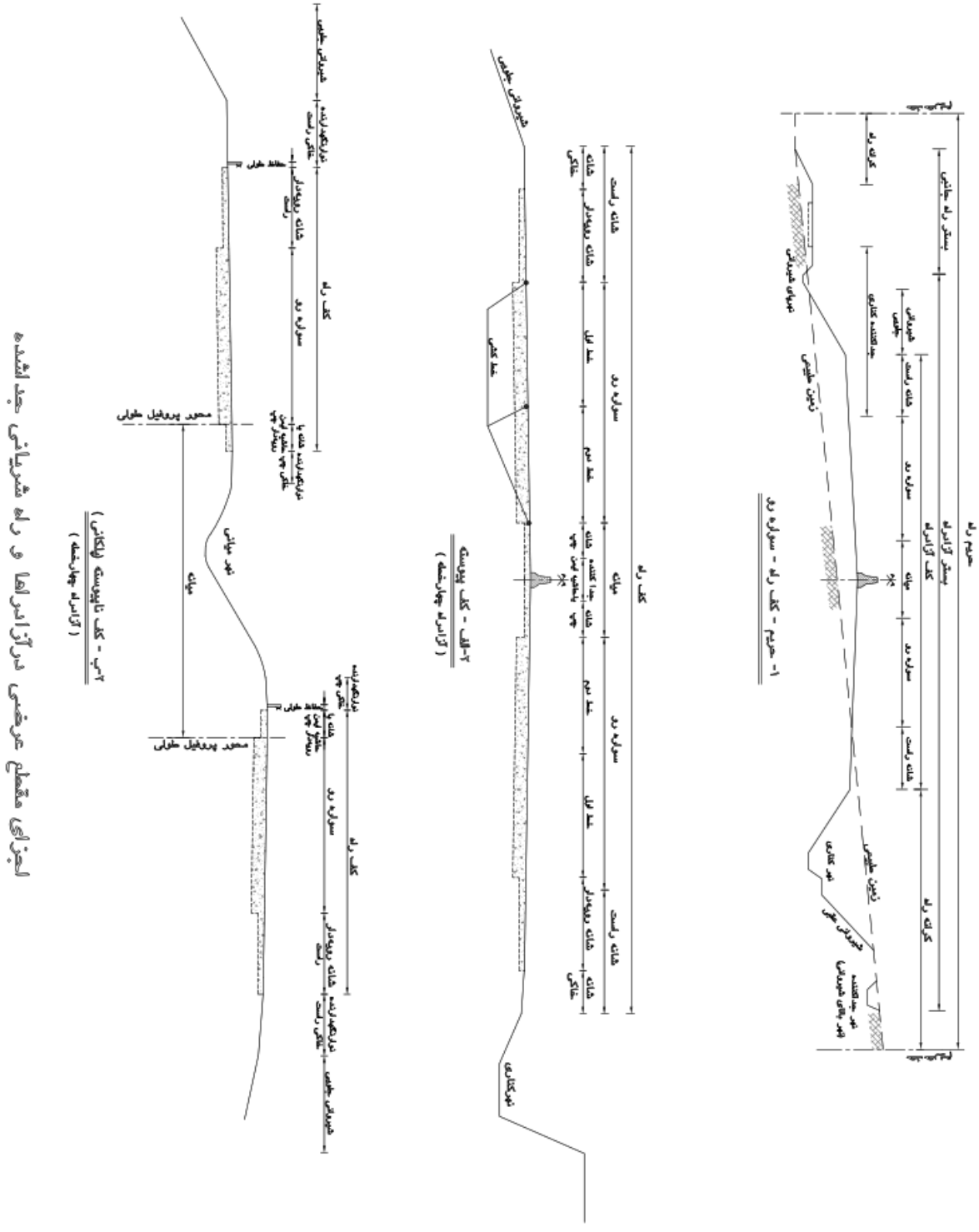
– آزادراه‌ها و راههای شریانی چندخطه باید حداقل دو خط عبور و راههای شریانی دوخطه یک خط در هر جهت حرکت داشته باشند. عرض هر خط ترافیک عبوری برای آزادراه‌ها و شریانی‌ها، ۳/۶۰ متر است.

– راه‌های جمع‌کننده در هر جهت حرکت، دارای یک خط ترافیک عبوری یا بیشتر می‌باشند. حداقل عرض یک خط، ۳/۰۰ تا ۳/۳۰ متر و عرض مطلوب سواره‌رو دو خطه مطابق جدول (۶-۱) است.

– راه‌های محلی– روستائی، دارای یک خط ترافیک عبوری یا بیشتر می‌باشند. عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های محلی– روستائی دو خطه، مطابق جدول (۶-۲) است. برای راه‌های محلی– روستائی، حداقل عرض هر خط، برابر ۲/۷۰ تا ۳/۳۰ متر است.

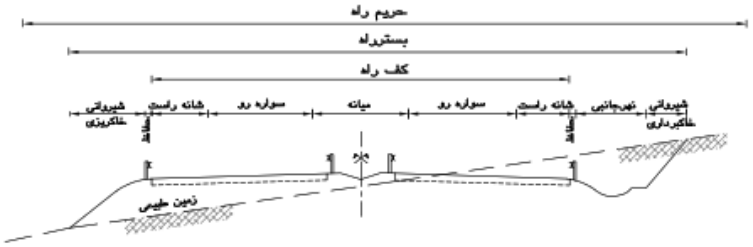
– عرض خط اضافی ویژه وسایل‌نقلیه سنگین (کندرو) در سربالایی، به اندازه خطوط اصلی است.

omoorepeyman.ir



شکل ٦-١- اجزای مقطع عرضی در آزادراه‌ها و راه شریانی جداشده

omoorepeyman.ir

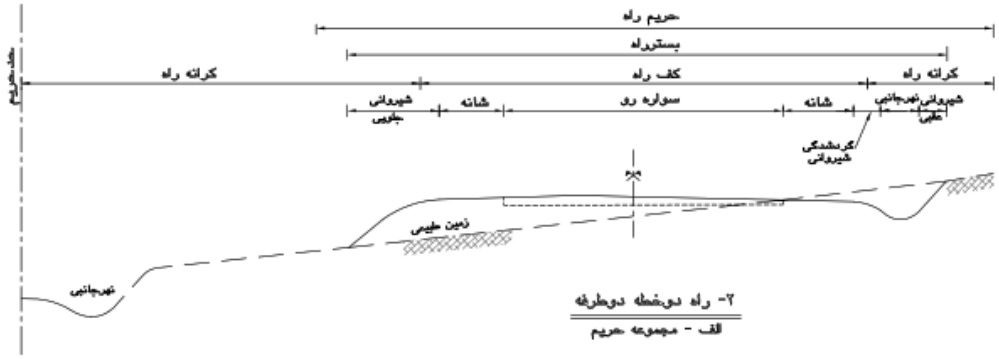


۱- راه چهارخطه جداشده

الف - مجموعه حریم

ب - جزئیات مربوط به کف راه دروضع پیوسته

ج - کف راه در وضع پلکانی



۲- راه دوخطه دوطرفه

الف - مجموعه حریم

ب - جزئیات مربوط به کف راه دوخطه دوطرفه

شکل ٦-۲- اجزای مقطع عرضی در راه‌های دو خطه و چهار خطه

omoorepeyman.ir

تبصره ۱. عرض خطهای ارائه شده در این آئین‌نامه، شامل پهنای نوار خط‌کشی‌های میانی است و شامل اضافه عرض در قوس‌های افقی و پهنای نوار خط‌کشی‌های کناری نیست. اضافه عرض قوس‌های افقی، به عرض‌های تعیین شده برای خط عبور، افزوده می‌شود.

تبصره ۲. پهنای نوار خط‌کشی‌های کناری (در راه‌های جداشده خط‌کشی منتهی الیه سمت راست و خط‌کشی کناری مجاور میانه) جزو پهنای شانه می‌باشند و در صورتی که شانه خاکی باشد، باید به اندازه پهنای خط‌کشی یاد شده، شانه رویه‌دار شود.

تبصره ۳. مقادیر عرض خطها در مسیر، در پل‌های بزرگ و تونل‌ها نیز باید رعایت شود.

تبصره ۴. هرگونه تغییر در عرض سواره‌رو (در موارد استثنایی) تدریجی است و با نصب علائم مشخص می‌شود.

تبصره ۵. در صورت نیاز به ۵ خط و بیشتر در هر جهت از راه جداشده، از ۴ کف راه استفاده شود.

جدول ٦-۱- عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های جمع‌کننده دو خطه

ADT	کمتر از ۲۵۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	بیش از ۴۰۰
عرض سواره رو دو خطه (متر)	۵/۴۰	۶/۰۰	۶/۶۰

جدول ٦-۲- عرض مطلوب سواره‌رو در راه‌های محلی- روستائی دو خطه

ADT	کمتر از ۶۰۰	۶۰۰ تا ۲۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰
عرض سواره رو دو خطه (متر)	۵/۴۰	۶/۰۰	۶/۶۰

٦-۲-۲- شیب عرضی سواره‌رو

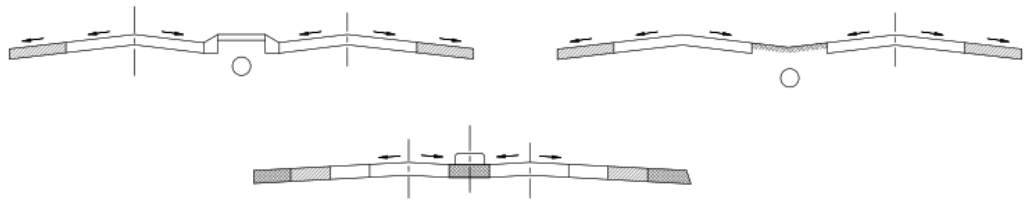
شیب عرضی برای تخلیه و هدایت آب از سطح رویه به خارج از مسیر است. در راههای دو خطه دو طرفه شیب عرضی معمولاً دو طرفه و در راههای جدا شده شیب عرضی هر کف راه معمولاً یک طرفه و رو به خارج مسیر است. البته در راههای جداشده عریض می توان شیب عرضی دو طرفه برای هر کف راه تعبیه نمود. میزان شیب عرضی در قسمت‌های مستقیم و قوس‌های افقی با شعاع بزرگ که احتیاج به بربلندی نداشته باشد، به طبقه‌بندی عملکردی راه، نوع رویه، تعداد خطهای عبور، شرایط جوی منطقه عبور راه و بالاخره سرعت طرح بستگی دارد. شیب عرضی برای رویه‌های آسفالتی و بتنی و روکش‌ها، ۱/۵ تا ۲/۰ درصد و برای رویه‌های شنی ۲ تا ۶ درصد است.

از نظر کنترل و هدایت خودرو، بهتر است شیب عرضی سواره‌رو کمتر از ۲ درصد باشد. شیب‌های عرضی تندتر از ۲ درصد از نظر تخلیه آب بارش، مطلوب‌تر است. در راه‌های دو خطه دو طرفه، شیب عرضی یادشده، از محور راه به طرفین آن اعمال می‌شود. **حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی سواره‌رو تاجدار که برای عمل سبقت‌گیری تاج جاده قطع می‌شود، ٤ درصد است.** در راههای چندخطه که در هر جهت سه خط یا بیشتر وجود دارد، می‌توان برای خط عبور طرف بالاتر مقطع عرضی، از شیب عرضی کمتر استفاده کرد و در خط یا خطهای عبور طرف پایین‌تر، شیب عرضی را افزایش داد؛ لذا دو خط مجاور تاج را با شیب عرضی پیشنهادی در نظر گرفت و سایر خطوط را تا حداکثر ۰/۵ تا ۱ درصد افزایش شیب داد. به هر حال، در هر جهت نباید شیب عرضی مطلق از ۳ درصد بیشتر در نظر گرفت. شیب عرضی سواره‌رو در قسمت‌های مستقیم تونل‌ها مشابه راه است و معمولاً ۱/۰ تا ۱/۵ درصد است.

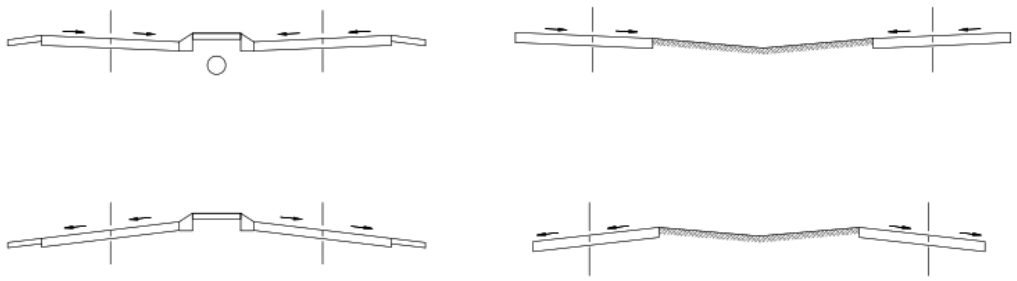
omoorepeyman.ir

در مناطق با بارش شدید می‌توان شیب عرضی سواره‌رو رویه‌دار را تا ۲/۵ درصد افزایش داد. لذا در این مناطق در راههای تاجدار، حداکثر اختلاف جبری شیب عرضی سواره‌رو برابر ۵ درصد است. به هر حال در شرایط بارش شدید در راههای رویه‌دار جداشده نباید شیب عرضی مطلق سواره‌رو را از ۴ درصد بیشتر در نظر گرفت. برای مناطقی مانند نواحی معتدل ساحلی که نزول باران‌های شدید و سیل‌آسا، حالت غالب دارد، بهتر است از حد بالای شیب عرضی، و برای مناطق خشک با بادهای شدید، از حد پایین شیب عرضی استفاده کرد. برای مناطق سردسیر با برف و یخبندان مکرر و برای سرعت طرح بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت نیز بهتر است از شیب عرضی کمتر استفاده شود.

در راه‌های جداشده، برحسب مورد و با توجه به امکان، می‌توان سواره‌رو هر طرف عبور را در یک جهت یا دو جهت، شیب عرضی داد و آب سطح سواره‌رو را در میانه، طرفین راه یا هر دو تخلیه کرد. گزینه‌های مختلف در شکل (۶-۳) نشان داده شده است. استفاده از شیب عرضی دو جهته برای سواره‌روی هر طرف، در نقاط پر برف و یخ، برتری دارد و در نقاط پر باران نیز سبب تخلیه سریع آب می‌شود. در این روش، اختلاف ارتفاع در عرض سواره‌رو به حداقل می‌رسد ولی تخلیه آب در میانه راه مستلزم صرف هزینه‌های اضافی است. این هزینه‌ها برای حالتی نیز وجود دارد که تمامی خط‌های سواره‌رو به طرف میانه سرازیر باشد. عیب اصلی حالت اخیر این است که خط سمت چپ که برای سبقت و سرعت‌های بالاتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، به صورت محل گذر و تخلیه آب تمامی خط‌های عبور در می‌آید و برای مناطق پرباران، نامطلوب و خطرناک است.



الف- شیب عرضی دوطرفه برای سواره روی هرجهت عبور



ب - شیب عرضی یک طرفه برای سواره روی هرجهت عبور

شکل ٦-۳- گزینه‌های مختلف شیب عرضی سواره‌رو

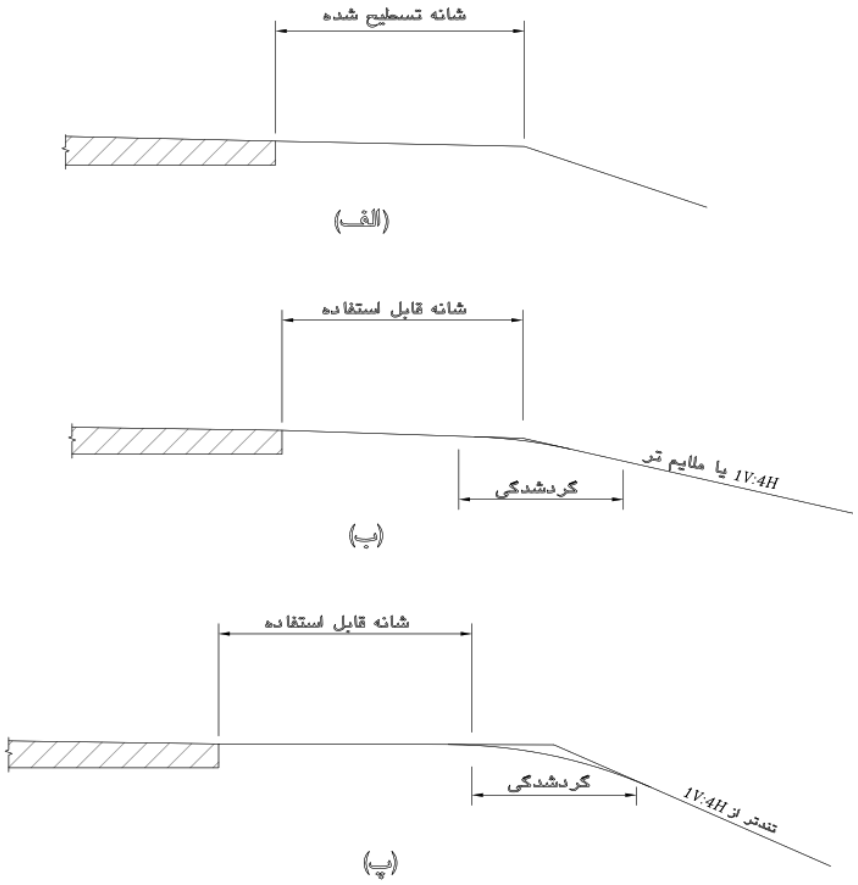
omoorepeyman.ir

٦-۳- شانه

شانه، بخشی از کف راه است که در طرفین سواره‌رو قرار می‌گیرد و برای توقف خودروها، استفاده اضطراری خودروها، و تکیه گاه جانبی برای لایه‌های زیراساس، اساس، و رویه راه به کار می‌رود. در برخی مواقع شانه می تواند مورد استفاده دوچرخه سواران نیز قرار گیرد. حداقل عرض شانه برابر ۰/۶ متر است. کلمه شانه با صفات مختلفی به کار می رود تا ویژگیهای فیزیکی یا عملکردی معینی را بیان نماید. در اینجا دو مفهوم برای این کلمه به کار می رود:

الف- عرض تسطیح شده شانه، که از لبه سواره رو تا تلاقی شیب عرضی شانه و شیروانی جلویی اندازه گیری می شود (شکل ۶-۴-الف).

ب- عرض قابل استفاده شانه، که عرض واقعی شانه است که رانندگان در هنگام توقف اضطراری یا عادی (پارک کردن) می توانند از آن استفاده کنند. زمانی که شیبهای شیروانی جانبی برابر ۱ قائم به ۴ افقی یا ملایمتر هستند، عرض قابل استفاده برابر تسطیح شده است، زیرا که گردشدگی رایج به عرض ۱/۲ تا ۱/۸ متر در محل انتهای شانه از عرض مفید شانه به طور چشمگیری نمی کاهد (شکل ۶-۴-ب و پ).



شکل ٦-٤- شانه های قابل استفاده و تسطیح شده

omoorepeyman.ir

علاوه براین، شانه راه دارای مزایای زیر است:

۱- تأمین فضایی در بیرون از سواره رو جهت توقف وسایل نقلیه به دلیل مشکلات مکانیکی، پنچری تایر، و یا شرایط اضطراری؛

۲- ایجاد نوعی فرصت و راه نجات و کاهش شدت تصادف برای خودرویی که به هر دلیل از سواره‌رو منحرف شده است؛

۳- افزایش فاصله دید در داخل قوس‌های افقی مقاطع خاکبرداری و در نتیجه افزایش ایمنی به دلیل کاهش فراوانی تصادف؛

۴- افزایش ظرفیت به دلیل تشویق به ایجاد سرعت یکنواخت؛

۵- تأمین فضایی جهت عملیات نگهداری از قبیل محل انباشتن برف حاصل از برف‌روبی؛

۶- فراهم‌کردن فاصله آزاد جانبی علائم و حفاظ ایمنی از لبه سواره‌رو؛

۷- هدایت و تخلیه آب بارش جاری شده از سواره‌رو در فاصله ای دورتر و در نتیجه کاهش تراوش به سواره رو؛

۸- فراهم‌کردن محل دوچرخه‌رو، توقفگاه اتوبوس، خروج از مسیر اتفاقی، و انحراف ترافیک حین اجرا؛

۹- برخی از انواع شانه می تواند سبب ارتقاء زیبایی مسیر شود؛ و

۱۰- تکیه گاه جانبی سازه ای برای روسازی سواره رو.

در مواقع استفاده از شانه رویه دار، منظورکردن نوار نگهدار شانه و یا حتی شانه خاکی از شسته شدن لبه خارجی شانه جلوگیری می‌کند و همچنین نوار نگهدار شانه محل مناسبی را برای نصب علائم فراهم می‌کند. عرض این نگهدار خاکی، حداقل ۷۰ سانتی‌متر است که بر حسب شیب شیروانی مجاور، پیوند قوسی (گردشدگی) دارد.

شانه باید همسطح سواره‌رو باشد یا حداکثر ۱/۵ سانتی‌متر *(در راههای با سرعت پائین)* از آن پایین‌تر باشد و در محل سازه‌ها نیز همانند سایر قسمت‌های راه به صورت همسطح و هم‌عرض ادامه یابد. در ابنیه فنی بزرگ و طویل (پل‌ها و تونلهای با طول بیشتر از ۱۰۰ متر) *در راههای با سرعت پائین*، اگر در موارد استثنائی به دلایل اقتصادی و با تصویب کارفرما، بخشی از شانه به پیاده‌رو تبدیل‌شود. این گونه تغییر و تبدیل‌ها کاملاً تدریجی و همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی اعمال می‌شود.

استفاده از شانه، برای پیاده‌رو و دوچرخه‌رو، در حالت کلی خالی از اشکال نیست، چه این کار علاوه بر افزایش احتمال تصادف، شانه را از ایفای نقش اصلی خود باز می‌دارد. برای ترافیک کم پیاده، دوچرخه و راه‌های کم اهمیت، ایجاد مسیر جدا برای پیاده و دوچرخه ضرورت ندارد. در غیر این صورت، باید معابر ایمن پیش‌بینی شود. در مورد تسهیلات پیاده، به فصل چهارم مراجعه شود.

عرض شانه طرفین راه برای انواع مختلف راه‌ها در جدول (۶-۳) آورده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ٦-۳- عرض شانه طرفین راه‌ها

نوع راه		نوع ترافیک طرح	عرض شانه (متر)	
			راست	چپ (حاشیه ایمن)
آزادراه ٤ خطه	کمتر از ۲۵۰	DDHV کامیون	۳/۰۰	۱/۲۰
	۲۵۰ و بیشتر	DDHV کامیون	۳/۶۰	۱/۸۰
آزادراه ٦ خطه یا بیشتر[۳]	کمتر از ۲۵۰	DDHV کامیون	۳/۰۰	۳/۰۰[۱]
	۲۵۰ و بیشتر	DDHV کامیون	۳/۶۰	۳/۶۰[۱]
راه شریانی جداشده ٤ خطه			۲/۵۰	۱/۲۰
راه شریانی جداشده ٦ خطه			۲/۵۰	۱/۸۰[۲]
راه شریانی ۲ خطه	کمتر از ۲۰۰۰	ADT	۱/۹۵	
	بیش از ۲۰۰۰	ADT	۲/۵۰	
راه جمع کننده ۲ خطه	کمتر از ٤۰۰	ADT	۰/۶۰	
	بین ٤۰۰ تا ۲۰۰۰	ADT	۱/۵۰	
	بیش از ۲۰۰۰	ADT	۲/۴۰	
راه محلی-روستائی ۲خطه	کمتر از ٤۰۰	ADT	۰/۶۰	
	بین ٤۰۰ تا ۲۰۰۰	ADT	۱/۰۰	
	بیش از ۲۰۰۰	ADT	۱/۸۰	

۱- حاشیه ایمن چپ به عنوان شانه چپ (شانه میانه) با عرض کامل عمل می‌کند.

۲- در صورت ایجاد محدودیت وسایل نقلیه سنگین از خط سوم حاشیه ایمن چپ ۱/۸ متر است و در غیر این صورت، مشابه آزادراههای ۶ خطه، شانه چپ با عرض کامل طرح می شود.

۳- برای آزادراههای ۵ خطه یا بیشتر پیشنهاد می شود از چهار کف راه استفاده شود.

تبصره: در صورت رویه‌دار بودن قسمتی از عرض شانه‌ها و کفایت آن (عرض ذکر شده در این جدول)، بقیه عرض بخشی از شانه خاکی محسوب می‌شود.

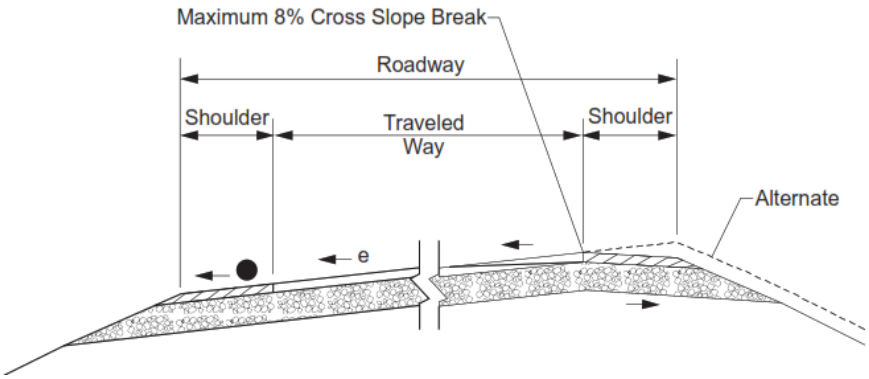
٦-۳-۱- شیب عرضی شانه

شیب عرضی شانه‌های رویه‌دار (آسفالتی یا بتنی) در قسمت‌های مستقیم و قوس‌های افقی باز، ۲ تا ۶ درصد و شانه‌های شنی، ۴ تا ۶ درصد، و شانه های چمنی ۶ تا ۸ درصد تعیین می‌شود. برای تخلیه سریعتر آب باران، بهتر است شیب عرضی شانه بیشتر از شیب سواره‌رو مجاور باشد. در محل مسیر مستقیم یا قوسهای افقی با شعاع زیاد قرار دارد که سواره‌رو شیب عرضی یکسره دارد، مقدار و جهت شیب عرضی شانه را باید به نحوی تعیین کرد که اختلاف جبری شیب عرضی شانه و سواره‌رو از ۶ تا ۷ درصد بیشتر نشود. در محل‌هایی که سواره‌رو دارای بربلندی باشد، مقدار و جهت شیب عرضی شانه را باید به نحوی تعیین کرد که اختلاف جبری شیب شانه قابل استفاده و سواره‌رو از ۸ درصد بیشتر نشود.

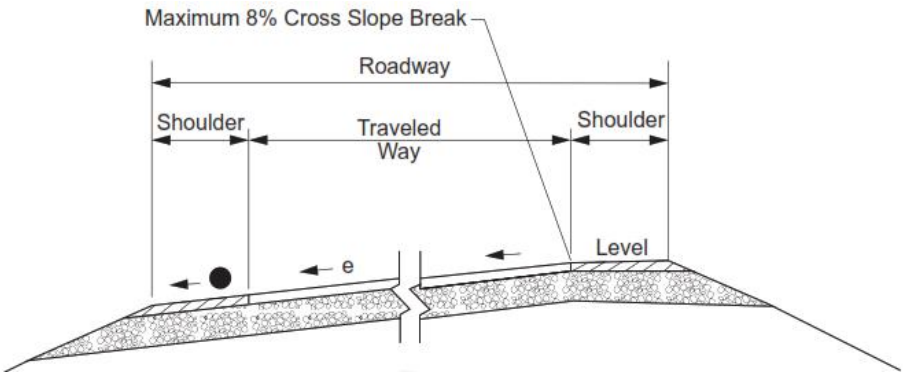
در شکل ۶-۵ جهت شیب بربلندی و شیب عرضی شانه در سه حالت نمایش داده شده است. در حالت "الف" مختلف‌الجهت هستند و البته حالت جایگزین هم به صورت خط‌چین نشان داده شده است که همان شیب بربلندی است. حالت "ب" زمانی مناسب است که

omoorepeyman.ir

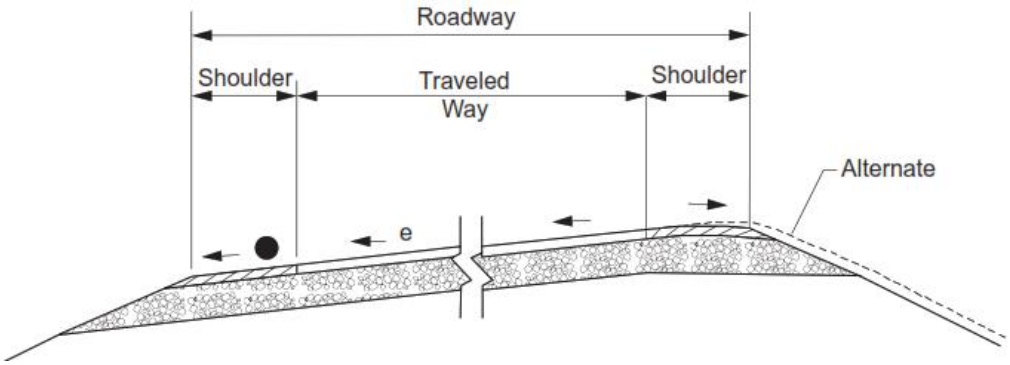
جنس خاک شانه آن قدر پایدار است که میزان نشت آب به داخل آن زیاد نباشد. در حالت "پ" محل تغییر شیب در شانه است و آب روی شانه به قسمت روی سواره‌رو و نهر جانبی یا شیروانی خاکریزی تقسیم می شود.



الف



ب



پ

● **: نرخ بربلندی، زمانی که از شیب عرضی عادی بیشتر باشد.**

شکل ٦-٥- مقطع عرضی تیپ در بربلندی

omoorepeyman.ir

٦-٣-٢- رویه‌سازی و متمایز نمودن شانه

رویه‌سازی شانه موجب می‌شود که رانندگان با اطمینان خاطر بیشتری از شانه برای توقف و حتی عبور اضطراری استفاده کنند. به علاوه، رویه‌سازی شانه موجب افزایش عمر شانه و روسازی سواره‌رو می‌شود. در آزادراه‌ها، راه‌های شریانی درجه یک، تمام یا بخشی از شانه سمت راست باید رویه‌دار باشد. برای شانه سمت چپ به بخش عرض میانه مراجعه شود. رویه مورد استفاده در شانه، طبعاً زیرباری به سنگینی سواره‌رو نیست و به لحاظ مشخصات و از جمله ضخامت، می‌تواند کمتر باشد. در رویه‌های شنی، شانه و سواره‌رو به صورت سطح واحد و یکپارچه است ولی در راه‌هایی که سواره‌رو رویه آسفالتی یا بتنی دارد، شانه (اعم از رویه‌دار یا بدون رویه)، به صورت نواری کاملاً متمایز از سواره‌رو می‌باشد. متمایز کردن رویه شانه با استفاده از مصالح و ترکیبی که با سواره‌رو متفاوت باشد، کاری مطلوب و مفید است و در راه‌های شریانی توصیه می‌شود. در حقیقت، شانه رویه‌های شنی (که مربوط به راه‌های محلی و کم ترافیک است)، تا اندازه‌ای باریکی سواره‌رو را جبران می‌کند و قسمتی از پهنای آن، گاه و بیگاه، برای عبور وسایل نقلیه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگر رویه سواره‌رو از بتن آسفالتی است، کاربرد آسفالت سطحی که طبق اصول فنی اجرا شده و قیر سطح مصالح سنگی رویه را نپوشانده باشد و مصالح سنگی با رنگ روشن‌تر، برای ایجاد تمایز بین سواره رو و شانه راه حل خوبی است. ایجاد شانه سبز (چمنی) در محل‌های مناسب نیز راه حل مفید دیگری است. استفاده از خط کشی لبه سواره رو (طبق نشریه ۲۶۷) سبب کاهش نیاز به متمایز نمودن شانه می گردد. استفاده از نوارهای لرزاننده در شانه یا لبه سواره رو نیز در زمان شب و یا هوای نامساعد مؤثر است.

٦-٤- ناحیه عاری از مانع

ناحیه‌ای بدون مانع و قابل عبور در کنار راه که بلافاصله از لبه سواره‌رو شروع می شود که برای بازیابی خودروی منحرف شده تامین می شود. این فاصله در جهت عمود بر محور راه تا عرض مشخصی ادامه می‌یابد و بر اساس حجم ترافیک، سرعت عبور و مرور و شیب شیروانی تعیین می‌شود. این ناحیه باید عاری از هرگونه مانع باشد. شیب شیروانی موجود در این ناحیه نیز باید قابل عبور باشد تا وسیله نقلیه پس از انحراف و خروج از راه، با حرکت روی آن و کمترین خسارت، متوقف یا به مسیر اصلی بازگردد. اطلاعات لازم برای تعیین عرض ناحیه عاری از مانع عبارتند از: میزان شیب شیروانی حاشیه راه، سرعت طرح و ترافیک روزانه طرح محور بر حسب وسایل نقلیه. برای بحثهای تکمیلی در این زمینه به "آیین‌نامه ایمنی راه‌ها- نشریه ۲۶۷" مراجعه شود.

٦-٥- جداول

نوع و محل قرارگیری جداول در راهها می‌تواند رفتار راننده را تحت تاثیر قرار دهد که در ایمنی اثرگذار است. طبق تعریف جداول به عنوان اجزای برجسته یا قائم محسوب می شوند. جدول‌ها به دو دسته قائم (مانع عبور) یا غیر قابل‌عبور و شیبدار (قابل‌عبور) تقسیم می‌شود که هر دسته انواع متعدد و جزییات طرح مختلفی دارد (شکل (۶-۵)). جدول، ممکن است طوری طرح شود که به زهکشی سطحی نیز کمک کند.

استفاده از جدول، در مناطق شهری متداول است، ولی در راه‌های برون شهری نیز پس از اثبات ضرورت آن بر اساس دلیل‌های محکم فنی می‌توان از جدول با در نظر گرفتن موارد ایمنی، استفاده کرد. در راه‌های برون شهری، جدول باید در لبه بیرونی شانه راه اجرا شود. برای تأمین ایمنی راه‌های با سرعت طرح بیش از ۷۵ کیلومتر درساعت، باید از جدول بلندتر از کف راه استفاده نشود. البته

omoorepeyman.ir

جدول نرده‌های پل از این قاعده مستثنی است ولی در خصوص ایمنی آنها باید تمهیدات لازم اندیشیده شود. یک جدول می‌تواند به طور جداگانه یا یکپارچه با روسازی طراحی شود. همچنین جداول قائم و شیبدار می توانند شامل قنو نیز باشند.

دلیل‌های احداث جدول به شرح زیر است:

الف– کنترل و تخلیه مناسب آب سطحی،

ب– مشخص‌کردن لبه کف راه،

پ– کاهش حریم راه شامل جریان‌بندی و کنترل دسترسی،

ت– افزایش زیبایی مسیر،

ث– مشخص کردن و ایمن ساختن محل پیاده‌رو،

ج– کاهش عملیات نگهداری راه به عنوان مثال جلوگیری از شسته شدن شانه، و

ح– کمک به توسعه با نظم و ترتیب کناره راه.

اصولاً استفاده از جدول در راه‌ها به مواردِ خاص (مثل تقاطع) محدود می‌شود.

٦-٥-١- انواع جدول

به طوری که در شکل (۶–۵–الف) نشان داده شده است، جدول قائم، نسبتاً بلند و نمای رو به ترافیک آن تقریباً قائم بوده و به منظور منع کردن خودروها از ترک مسیر به کار می‌رود. ارتفاع این جدول، حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر است. معمولاً ترجیح داده می‌شود که سطح داخلی جدول به صورت شیبدار ساخته شود. در آزادراهها و سایر راههای با سرعت بالا نباید از جداول قائم استفاده نمود چرا که در صورت برخورد خودروی خارج از کنترل با این جدول سبب واژگونی یا پرت شدن آن می‌شود. از آنجائی که جداول نمی‌توانند از خروج وسیله نقلیه جلوگیری کنند، استفاده از "حفاظ ترافیکی مناسب" برای این منظور نیاز است. استفاده از این جداول در امتداد دیوارهای طولانی و تونلها مطلوب است. این جداول سبب ممانعت وسیله نقلیه از نزدیکی به دیوار و در نتیجه پیاده‌رو می‌شود. در نتیجه ریسک عابران پیاده از برخورد به وسیله نقلیه خراب کاهش می‌یابد. در موردهایی که انتظار می‌رود خودرو موازی جدول توقف کند، به منظور جلوگیری از برخورد سپر و گلگیر این خودروها به جدول، ارتفاع جدول نباید از ۲۰۰ میلی‌متر تجاوز کند.

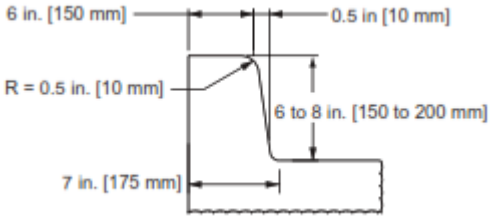
جدول قابل عبور طوری طرح می‌شود که خودرو در زمان‌های مورد نیاز بتواند از روی آن عبورکند. به طوری که در شکل ۶–۵ (موارد "ب" تا "چ") نشان داده شده است، این نوع جدول، کوتاه بوده و سطح داخلی آن شیبی ملایم دارد. هرگاه جدول قابل عبور با شیب سطحی تندتر از ۱:۱ مد نظر باشد، ارتفاع آن نباید از ۱۰ سانتی‌متر تجاوز کند تا خودروها به آسانی از آن بالا روند. اگر مقدار شیب سطح جدول، (بین ۱:۱ تا ۱:۲ (ا قائم و ۲ افقی)) باشد، ارتفاع جدول نباید از ۱۵۰ میلی‌متر تجاوزکند. جدول، به منظور تسهیل عبور، باید قابل عبور، گرد و پخ باشد (شکل (۶–۶) موارد "ب" تا "چ"). موارد "پ"، "ت"، و "ج" از جدول‌های شکل (۶–۶) که در بخش پایینی، سطحی قائم دارد، امکان روکش آتی روسازی را تأمین می‌کند.

از جدول قابل عبور، در لبه میانه، به منظور هدایت‌کننده جریان جزیره‌ها در محل تقاطع، یا در لبه بیرونی شانه می‌توان استفاده کرد. انواع جدول‌های شکل (۶–۵) در میانه‌ها قابل استفاده است. زمانی که جداول در جزایر هدایت‌کننده استفاده می‌شوند باید عقب-نشینی برای آنها در نظر گرفت. مقادیر عقب‌نشینی در بخش تقاطعهای همسطح بحث شده‌اند.

omoorepeyman.ir

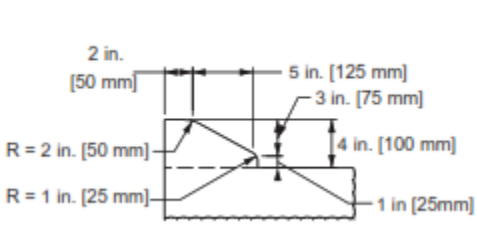
جدول شانه‌ها که در لبه بیرونی شانه قرار داده می‌شوند، جهت کنترل زهکشی، افزایش مشخص شدن لبه‌های روسازی و کاهش فرسایش به کار می روند. این جدول اغلب با قنو به طور یکپارچه طرح می‌شود که بخشی از سیستم تخلیه آب سطحی طولی است.

جداول به هر شکلی باشند، تا حدی روی فاصله جانبی رانندگان اثر می‌گذارند به گونه‌ای که آنها تمایل به فاصله گرفتن از جدول دارند که این خود سبب کاهش عرض موثر خط عبوری می شود. یک قنوی دارای درز طولی مشخص و شیب عرضی تندتر از خط مجاور، در مقایسه با قنوی یکپارچه با سواره رو، در حرکت خودروها و دوچرخه‌های خط ترافیکی مجاور درز، اختلال بیشتری ایجاد می‌کند. آبرویی که رنگ و بافت متفاوتی با سواره رو دارد، نباید به صورت بخشی از عرض خط عبور در نظرگرفته شود.

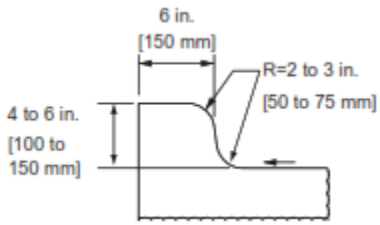


(الف)

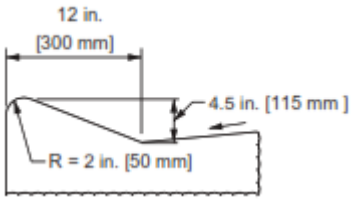
جداول قائم (غیرقابل عبور)



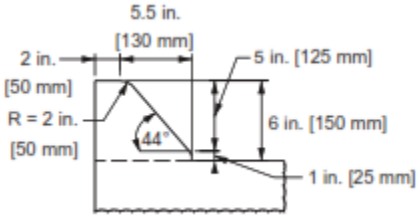
(پ)



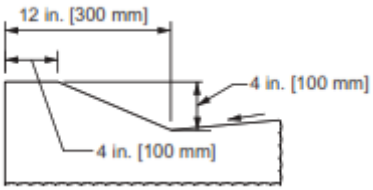
(ب)



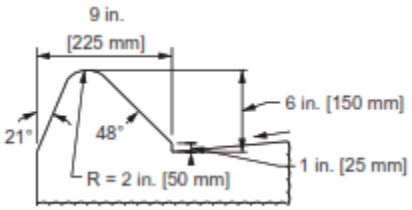
(ث)



(ت)



(چ)



(ج)

جداول شیبدار (قابل عبور)

شکل ٦-٦- انواع جدول (ابعاد برحسب میلی‌متر)

omoorepeyman.ir

در حالی که عمدتا از جداول بتنی استفاده می‌شود، در برخی مواقع در صورت توجیه اقتصادی و امکان تامین محلی، جداول سنگ گرانیتی می‌توان به کار برد. چرا که دوام آنها در برابر مواد شیمیایی یخ زدا که برای ذوب برف و یخ به کار می‌روند از بتن سیمانی بیشتر است. جداول متداول آسفالتی یا بتنی باید تا حدی متمایز از روسازی عادی باشد به خصوص در زمان مه یا در شب زمانی که سطح رویه مرطوب است. قابلیت رویت جزایر هدایت‌کننده جریان ترافیک توسط جداول پیوسته در لبه‌های سواره‌رو با به کاربردن علائم انعکاس نور بر روی سطح جداول افزایش می‌یابد. روش دیگر افزایش قابلیت دید بالا، استفاده از رنگ دارای خاصیت انعکاس نور یا سطوح انعکاس نور از قبیل ترموپلاستها است که سبب نمایان شدن بیشتر جداول می‌شود. لیکن در اثر گل ولای کثیف می‌شود و ضرورت دارد که به طور مداوم تمیز شود. این امر سبب افزایش هزینه نگهداری این گونه جدول‌ها می‌شود.

شایان ذکر است که جداول قائم نباید در آزادراهها و سایر راههای شریانی با سرعت بالا استفاده شود ولی زمانی که استفاده از جدول مورد نیاز است، باید از نوع شیبدار و با ارتفاع کمتر از ۱۰۰ میلیمتر استفاده شود و نباید از لبه بیرونی شانه به سواره‌رو نزدیکتر باشد.

٦-٥-٢- آماس (جدول آسفالتی)

آماس، برآمدگی‌هایی با مقطع ذوزنقه از آسفالت است که در لبه خارجی شانه رویه‌دار ایجاد می‌شود. ارتفاع آماس‌ها، بر حسب میزان آب و فاصله محل‌های تخلیه متفاوت است. انواع سه گانه آن دارای ارتفاع‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر بوده و برای جلوگیری از شسته شدن شیروانی خاکریزی، علاوه بر نوار نگهدارنده یا شانه خاکی، ایجاد جدول آسفالتی در کنار شانه آسفالتی مفید است تا به این ترتیب، آبی که از کف راه به لبه شانه می‌رسد، بر شیروانی جاری نشود، بلکه در امتداد جدول آسفالتی به حرکت در آید و پس از رسیدن به نقاط مناسب در جویی تخلیه شود.

کاربرد این جدول می‌تواند در جای خود قابل توصیه باشد ولی در نقاط مرطوب و پرباران که هم سبزشدن طبیعی موجب تحکیم شیروانی‌ها می‌شود و هم جلوگیری از تخلیه هر چه سریع‌تر آب باران‌های سیل‌آسا از سطح راه، سبب تجمع آب در کف راه و کمک به ایجاد پدیده خطرناک آب‌پیمایی می‌شود، یا در نقاط خشک و بسیار کم باران استفاده از جدول آسفالتی (آماس) ضرورتی ندارد.

٦-٦-زهکشی سطحی و شیروانی

در مناطق برون‌شهری طرح زهکشی راه باید با کناره راه قابل عبور و قابل بازیابی، ظاهر خوب، کنترل آلاینده‌ها، و نگهداری کم‌هزینه آمیخته باشد. این مورد با شیروانیهای ملایم، نهرهای زهکشی پهن، نهرهای آبگیر، و خمیدگی و گردشدگی مطلوب قابل حصول است. یکی از مهمترین بخشهای طرح راه، انسجام و ارتباط همه اجزای راه است که از گسستگیها در محیط راه جلوگیری می‌کند. در این راستا، ارتباط بین شیب شیروانی جانبی و نهر جانبی مهم است، چرا که طرح مناسب کناره راه سبب کاهش شدت تصادفات ناشی از خروج خودروها منحرف شده می‌گردد.

omoorepeyman.ir

٦-٦-١- نهر جانبی

تسهیلات زهکشی عبارتند از پلها، آبروهای عرضی، نهرها، جداول و قنوها و انواع متنوع زهکشها. در این بین نهرهای تخلیه آب شامل شیروانی جلویی، سطح کف جوی، و شیروانی عقبی، نقش حیاتی در جمع آوری و انتقال آبهای سطحی حریم راه ایفا می‌کنند.

اگر آب باران در محل دورشدن از کف راه، به شیروانی خاکریزی برسد، ساده‌ترین شیوه تخلیه، جاری شدن آب بر شیروانی خاکریزی (شیروانی روسازی و خاکریزی) است تا به پای آن برسد و به جریانی بپیوندد که در سرازیری حریم به بیرون راه هدایت می‌شود. این شیوه، فرسایش شانه و شیروانی و به ویژه خط جدایی آن دو را تشدید می‌کند. برای پرهیز از آثار زیانبار آن، از شانه خاکی یا جدول آسفالتی (آماس) می‌توان استفاده کرد. به هرحال برای جلوگیری مؤثرتر از شسته‌شدن و فرسایش شیروانی، بهتر است از پوشش گیاهی یا پوشش ساخته شده با مصالح استفاده شود.

چنانچه راه در خاکبرداری قرار گرفته باشد، آب از لبه به نهر جانبی هدایت می‌شود و در طول راه جریان می‌یابد تا به محل مناسبی مانند «آبرو عرضی» برسد و از آنجا تخلیه شود. این نهر، بسته به شرایط می‌تواند از نوع پوشش‌دار، خاکی، قنوهای مثلثی شکل و نهر سرپوشیده با مقطع چهارگوش باشد. همچنین انواع این نهرها عبارتند از:

الف- نهرهای کناره راه در خاکبرداریها جهت دور کردن آبهای سطح راه از مقطع عرضی،

ب- نهرهای پای شیروانی جهت انتقال آبهای سطح خاکبرداریها و شیبهای جانبی به نهرهای طبیعی،

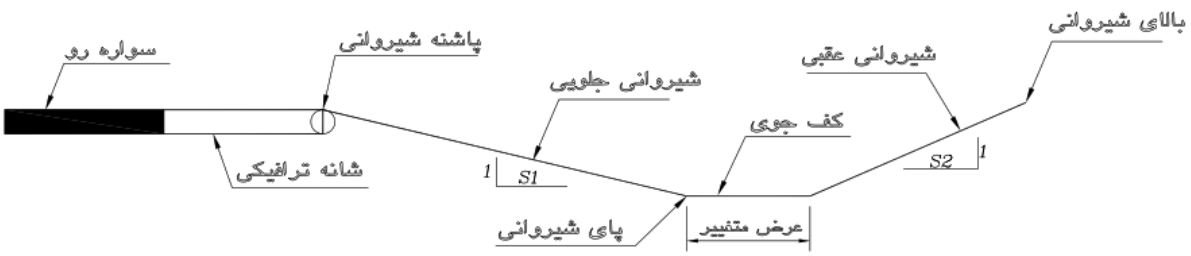
پ- نهرهای جداکننده که در پشت بالای شیروانی خاکبرداری جهت جدا کردن آبهای سطحی می باشند، و

ت- نهرهای ناودانی جهت هدایت آبهای جمع آوری شده شیروانی خاکبرداری یا خاکریزی با شیب تند است.

لازم است توجه شود که جهت تطابق پیوستگی محیط راه با انتظار پیشین راننده، از تغییرات ناگهانی مقطع عرضی راه که نهر جانبی دارد باید اجتناب شود.

٦-٦-٢- شیروانی‌ها

شیروانیها باید به گونه ای طراحی شوند که پایداری کف راه را افزایش داده و فرصت کافی برای بازیابی خودروی منحرف شده تامین نمایند. سه ناحیه کناره راه طبق شکل ۶-۷ جهت کاهش پتانسیل از دست دادن کنترل خودروی خارج شده از راه مهم هستند و عبارتند از: پاشنه شیروانی (بالای شیب شیروانی جلوئی)، شیروانی جلوئی، و پای شیروانی (تلاقی شیروانی جلوئی با خط زمین یا با شیروانی عقبی که جوی را تشکیل می‌دهد).



شکل ٦-٧- تقسیم‌بندی نواحی کناره راه

omoorepeyman.ir

در «شیروانی خاکریزی»، لبه خارجی شانه در مقطع عرضی با شیب به زمین طبیعی می‌پیوندد. چنانچه راه در خاکبرداری (برش) باشد، پس از جوی کناری، «شیروانی خاکبرداری» آغاز می‌شود که در نقطه انتهایی خود، دیگر بار به زمین طبیعی می‌رسد. هرچه شیروانی ملایم‌تر (کم شیب‌تر) باشد و آرام‌تر به زمین طبیعی برسد، راه برای راننده و سرنشین، دلپذیرتر و ایمن‌تر است. شیب شیروانی با توجه به هزینه آن می‌تواند تغییر کند. شیب شیروانی‌های طرفین کف راه، از طریق مطالعات ژئوتکنیک مربوط به جنس خاک‌ها (زمین‌ها)، وضع استقرار طبیعی خاک‌ها در محل (احیاناً با به حساب آوردن سربار ناشی از وسایل نقلیه عبوری)، زیبایی، ایمنی، فرسایش و مطالعات اقتصادی و ایمنی راه تعیین می‌شود. در خاکبرداری‌ها یا خاکریزی‌های کم ارتفاع، استفاده از شیب ملایم‌تر (تا ۱:۱۰) می‌تواند با توجه به افزایش هزینه کمی که دارد از نظر ایمنی راه، ارزنده بوده و اعمال شود.

ترکیب مقدار شیب و ارتفاع شیروانی باید امکان بازیابی را برای وسیله نقلیه فراهم کند. در جایی‌که شرایط محدودکننده (مانند خاکریز بلند، محدودیتهای حریم راه، وجود صخره‌ها، جریان‌های آب و یا سایر ویژگی‌های کناره راه)، امکان در نظر گرفتن فاصله بازیابی وسیله‌نقلیه را غیرممکن می‌کند، باید حفاظ کنار راه در نظر گرفت. در چنین حالتی مقدار شیب شیروانی خاکریز را می‌توان با توجه به جنس و پایداری خاک انتخاب کرد.

عوامل مؤثر بر شیب شیروانی عبارتند از:

شیبی که به شیروانی خاکریزی داده می‌شود، به عوامل زیر بستگی دارد:

الف – ایمنی حاشیه راه،

ب– خواص خاک‌هایی که مصرف می‌شود (تراکم پذیری، مقاومت به فرسایش)،

پ – ارتفاع خاکریزی،

ت – شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و پلکانی‌کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی)،

ث – حریم راه، و

ج – هزینه خاکریزی.

شیبی که برای شیروانی خاکبرداری در نظر گرفته می‌شود، به عوامل زیر بستگی دارد:

الف – ایمنی حاشیه راه،

ب– خواص خاک محل خاکبرداری و ملاحظات ژئوتکنیک،

پ – ارتفاع خاکبرداری،

ت – شیب زمین طبیعی،

ث – حریم راه، و

ج – هزینه خاکبرداری.

٦-٦-٢-١- اندازه شیب شیروانی

مقدار شیب شیروانی‌ها بر حسب نسبت ارتفاع به طول افقی نظیر در مقیاس یکسان، سنجیده می‌شود. ارتفاع خاکریزی یا خاکبرداری که ملاک تعیین شیب شیروانی قرار می‌گیرد، عبارت است از ارتفاع (فاصله قائم) جسم راه نسبت به زمین طبیعی، که در روی خط قائم گذرنده بر یکی از دو لبه (سمت چپ یا راست) کف راه، که به شیروانی مورد نظر نزدیکتر است، اندازه‌گیری می‌شود.

omoorepeyman.ir

برای شیروانی‌های خاکریزی که از نظر ایمنی و تأثیر بر واژگونی وسایل نقلیه منحرف شده از راه بسیار مهم هستند، باید شیب‌های ملایم‌تر در نظر گرفت. در صورتی که از نظر اجرایی یا اقتصادی (با لحاظ هزینه افزایش شدت تصادفات) قابل توجیه نباشد، از شیب‌های تند با در نظر گرفتن حفاظ استفاده شود. طراح، همواره راه حل بهینه را انتخاب و پیشنهاد می‌کند که در عین حال پاسخگوی ایمنی، ضوابط هندسی و ژئوتکنیکی باشد. راه‌حل‌های پیشنهادی به ترتیب اولویت عبارتند از:

۱- شیب‌های ملایم و حذف حفاظ و ایمنی بیشتر راه

در این حالت از شیب‌های ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی) و ملایم‌تر استفاده می‌شود. در این شیبها وسیله نقلیه منحرف شده قابل بازیابی است. البته به شرط آن که عرض ناحیه عاری از مانع در کنار راه تامین شود، می‌توان از ترکیب این شیب‌ها و شیب‌های تندتر نیز استفاده کرد. در آزادراه‌ها، و راه‌های شریانی اصلی با ارتفاع خاکریزی کمتر از ۱/۵ متر، مطلوب آن است که شیب شیروانی‌ها ۱:۶ (یک قائم به شش افقی) اجرا شود. جهت مطالب تکمیلی در این خصوص به "آیین‌نامه ایمنی راه‌ها- نشریه ۲۶۷" مراجعه شود.

۲- شیب‌های تند و در نظر گرفتن حفاظ

در صورت عدم امکان اجرای راه‌حل اول و در نظر گرفتن شیب‌های تندتر از ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی) تا مقدار ۱:۳ (یک قائم و سه افقی) شیبها قابل عبور هستند ولیکن وسیله نقلیه منحرف شده نمی‌تواند بازیابی شود. همچنین اگر شیب شیروانی تندتر از ۱:۳ (یک قائم و سه افقی) باشد به دلیل احتمال زیاد واژگونی، بحرانی شناخته شده و باید از حفاظ مناسب استفاده شود. در صورت در نظر گرفتن حفاظ، شیب خاکریزی به خواص خاک‌هایی که مصرف می‌شود (تراکم پذیری، مقاومت فرسایش)، شیب بستر طبیعی خاکریزی (ضرورت کندن شیار و پلکانی‌کردن بستر، قبل از احداث خاکریزی)، حریم راه و هزینه خاکریزی بستگی دارد.

بهترین روش انتخاب بر اساس مقایسه اقتصادی هزینه نصب، نگهداری و خطرات احتمالی حفاظ و افزایش شدت و فراوانی تصادفات با هزینه افزایش حجم خاکریزی می‌باشد.

از نظر جایگیری تجهیزات نگهداری، شیروانی‌های خاکبرداری بهتر است شیبی برابر ۱:۳ (یک قائم و سه افقی) و یا ملایم‌تر داشته باشند. در صورت استفاده از شیب‌های تندتر، پایداری خاک و ایمنی ترافیک مورد بررسی قرار گیرد. در صورت لزوم در شیب‌های تندتر از ۱:۲ (یک قائم به دو افقی) جائی که محدودیت فضا وجود دارد، باید از دیوار حائل استفاده شود. در خصوص شیب کناره راه در محل برش‌ها، مطلوب آن است که نهر پای شیروانی برش‌ها، خارج از ناحیه عاری از مانع باشد. لذا برای انتخاب شیب ملایم شیروانی عقبی و یا انتخاب حفاظ، گزینه بهینه با مقایسه اقتصادی و ایمنی انتخاب می‌شود.

تبصره ۱. اگر میانه راه‌های مجزا، بسیار عریض و راه‌های رفت و برگشت، کاملاً دور از هم باشد، شیروانی سمت میانه، همانند شیروانی کناره مسیر خواهد بود و شیب شیروانی طرف میانه هم براساس ضوابطی تعیین خواهد شد که در بالا ذکرشد.

تبصره ۲. به لحاظ پایداری، در زمین‌های رسی و لای‌دار که در معرض فرسایش قرار دارند، بهتر است از شیب‌های ۱:۳ و ملایم‌تر استفاده شود.

٦-٦-۲-۲- فاصله آزاد شیروانی تا حد حریم

حداقل فاصله آزاد پای شیروانی خاکریزی یا لبه بالای شیروانی خاکبرداری طرفین راه از لبه حریم، ۳ متر و در صورت امکان، ۵ متر است. در برش‌های عمیق، مقادیر این حداقل، به شرح زیر تعیین می‌شود:

الف – برای عمق‌های ۱۰ تا ۱۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۶ متر؛

omoorepeyman.ir

ب – برای عمق‌های ۱۵ تا ۲۵ متر، حداقل فاصله آزاد ۷/۵متر؛ و

پ – برای عمق‌های بیش از ۲۵ متر، یک سوم عمق و حداکثر ۱۵ متر.

بنابراین حریم راه‌ها در بعضی از قسمت‌ها با حریم اعلام شده می‌تواند متفاوت باشد. مطالعه‌کننده باید محل‌هایی که راه به دلیل فوق به حریم بیشتری نیاز دارد، معین و به کارفرما پیشنهاد کند.

٦-٦-٢-٣- پلکانی کردن شیروانی خاکبرداری

وقتی ارتفاع خاکبرداری (برش)، کمتر از ۶ و حتی تا ۱۰ متر باشد، معمولاً شیروانی برش، به صورت یکسره و یکنواخت بین نهر کناری و زمین طبیعی قرار می‌گیرد. در صورت لزوم، بعد از نهر کناری، پله‌ای منظور می‌شود تا مصالح حاصل از ریزش، روی آن انباشته و در فواصل معین تخلیه شود و از پرشدن نهر کناری و ایجاد مانع در برابر جریان یافتن و تخلیه آب جلوگیری شود. شیب شیروانی به جنس زمین، نوع لایه‌ها و طرز قرار گرفتن آنها بستگی دارد. در محدوده ارتفاعی ۶ تا ۱۰ متر گاهی ایجاد شیروانی شکسته و انتخاب شیب متناسب با جنس هر لایه، ضرورت پیدا می‌کند.

با افزایش ارتفاع برش و تجاوز آن از ۱۰ متر، بهتر است شیروانی به شکل پلکانی درآید. درحالت کلی عرض پله‌ها، ارتفاع بین پله‌ها و شیب شیروانی حد فاصل پله‌ها، بستگی به مشخصات لایه‌های زمین و ژئوتکنیک دارد و می‌تواند مقدار یکنواختی نباشد. در کل بهتر است به منظرآرایی توجه و شیب یکنواختی اختیار کرد. شیب طولی و عرضی پله‌ها، باید طوری باشد که تخلیه متناسب آب بارش را امکان‌پذیر کند. درصورت لزوم باید آب بارش بالای شیروانی را از طریق نهر جداکننده بالای شیروانی تخلیه کرد و شیروانی برش را محافظت نمود.

برای پرهیز از انباشتگی فوق‌العاده مصالح ریزشی در مجاورت نهر کناری، بهتر است ارتفاع پله اول را کمتر در نظر گرفت. عرض پله‌ها، به ویژه پله اول، به میزانی باشد که ریزش‌ها را بتوان به وسیله ماشین‌های راه‌سازی نگهداری و تخلیه کرد. به این منظور عرض ۴ تا ۶ متر توصیه می‌شود.

٦-٦-٢-٤- گرد کردن لبه شیروانی

گرد کردن لبه شیروانی و به طورکلی تبدیل هر نوع تیزگوشگی نیمرخ عرضی و نقاط شروع و پایان برش‌ها به گردگوشگی، به زیبایی راه و طبیعی نشان دادن مسیر و کاهش فرسایش و افزایش پایداری مسیر کمک می‌کند.

٦-٧- حفاظهای ترافیک

حفاظهای ترافیکی یا ایمنی جهت جلوگیری از برخورد خودروی خارج شده از سواره رو با اشیایی است که برخورد با آنها شدت تصادف بیشتری را نسبت به حفاظ ایجاد می‌کند. از آنجائی که خود حفاظها به عنوان منبع تصادف به شمار می‌روند، باید در استفاده از آنها دقت کافی منظور نمود. حفاظها مانع سقوط وسایل نقلیه منحرف شده به خارج راه (حفاظ طولی کناری) و یا انتقال از یک جهت به جهت دیگر (حفاظ های میانه) و مانع برخورد آنها با موانع خطرآفرین حاشیه راه و یا وسایل نقلیه ترافیک مقابل می‌شود و می‌تواند وسایل نقلیه منحرف شده را با خسارت مالی و جانی کمتر، متوقف و یا به ادامه حرکت در مسیر اصلی بازگرداند. عوامل مهم در انتخاب سیستم حفاظ طولی شامل عملکرد حفاظ، ویژگیهای تغییرشکل جانبی، و فضای موجود برای تغییرشکل حفاظ است. حفاظها می توانند دو طرفه (دو سطحی) یا یک طرفه (یک وجهی یا یک سطحی) باشند.

omoorepeyman.ir

چنانچه اشاره شد، به‌کارگیری حفاظهای ترافیکی تنها زمانی کارا و توجیه‌پذیر هستند که صدمه برخورد با آنها از صدمه برخورد با موانع ثابت و یا سقوط به پرتگاه کمتر باشد. از این رو حفاظهای ترافیکی باید تنها در جایی نصب شوند که تا حدامکان از سایر روش‌های کاهش خطر موانع کناره راه، مقرون به صرفه‌تر باشد. گاهی اوقات به‌کارگیری نابجا و یا ناقص این حفاظها سبب افزایش شدت تصادفات و خسارات می‌شود. شش روش اصلاح موانع کناره راه عبارتند از:

۱- حذف مانع،

۲- طرح مجدد مانع به گونه‌ای که قابل عبور باشد،

۳- جابه‌جا کردن مانع به نقطه‌ای که احتمال برخورد آن کاهش یابد،

۴- کاهش شدت برخورد با استفاده از پایه های شکننده مناسب،

۵- بازگرداندن به مسیر خودرو با محافظت کردن مانع توسط حفاظهای طولی و یا استفاده از ضربه‌گیرها، و

۶- مشخص نمودن مانع در صورتی که گزینه‌های فوق مناسب نباشد.

مقطع عرضی کف راه تاثیر چشمگیری در عملکرد حفاظ ترافیکی دارد. جداول بتنی و آسفالتی، شانه‌های شیبدار، و میانه‌های پلکانی می‌توانند سبب پرش یا گیر کردن خودروی منحرف شده در زیر حفاظ شوند یا برخورد به حفاظ آن‌چنان انجام گیرد که خودرو واژگون شود.

٦-۷-۱- انواع حفاظهای ترافیکی

٦-۷-۱-۱- طبقه بندی بر اساس سختی

حفاظها بر اساس سختی به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱- انعطاف‌پذیر،

۲- نیمه صلب، و

۳- صلب.

٦-۷-۱-۲- طبقه‌بندی بر اساس جنس

حفاظهای ترافیکی را از لحاظ جنس می‌توان به چهار گروه دسته‌بندی کرد:

۱- فلزی (ورقه‌ای و کابلی)،

۲- بتنی،

۳- پلاستیکی، و

۴- مرکب.

که در این میان بیشترین کاربرد را انواع فلزی و بتنی دارند.

omoorepeyman.ir

الف- حفاظهای فلزی

حفاظهای فلزی معمولاً از دو قسمت اصلی پایه و نرده تشکیل می‌شوند. پایه‌ها از جنس فولاد نرم و عموماً با مقطع ناودانی یا I ساخته می‌شوند. حفاظهای فلزی از نظر نوع نرده به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. پر استفاده‌ترین آنها نوع سپری است که شامل ورق فولادی خم خورده است. این حفاظ با توجه به مشخصات و فاصله پایه‌ها می‌تواند انعطاف‌پذیر یا نیمه‌صلب باشد. گروه دیگر، حفاظهایی از جنس کابل فولادی و موسوم به حفاظ کابلی است که از گروه حفاظهای انعطاف‌پذیر می‌باشند.

ب- حفاظهای بتنی

حفاظهای بتنی، سیستمی صلب محسوب شده و در اثر ضربه تغییرشکل نمی‌دهند، بلکه انرژی برخورد در زوایای کم، توسط سیستم تعلیق وسیله نقلیه و در برخورد با زوایای بزرگتر توسط جابجا شدن و له شدن بدنه فلزی وسیله نقلیه، مستهلک می‌شود. نحوه اتصال حفاظها به یکدیگر جهت اطمینان از صلبیت آنها بسیار مهم است. این حفاظ هزینه نگهداری کمی داشته و نگهداری و تعمیر آن به گونه‌ای است که در هنگام انجام این فعالیت‌ها توسط کارکنان راهداری، تردد وسایل نقلیه مختل نمی‌شود.

از این نوع حفاظ برای تفکیک مسیرهای رفت و برگشت در راه‌های با ترافیک زیاد و در شرایطی که عرض کافی برای میانه وجود ندارد و همچنین برای جلوگیری از پرت شدن وسایل نقلیه به خارج راه در شرایط پرتگاهی استفاده می‌شود.

٦-۷-۱-۳- طبقه‌بندی بر اساس کاربرد

به طور کلی حفاظها را بر اساس موقعیت استفاده از آنها، می‌توان به سه نوع طبقه‌بندی کرد:

الف- حفاظهای طولی،

الف-۱- حفاظهای کناری.

الف-۲- حفاظهای میانه.

ب- نرده پلها، و

پ- ضربه‌گیر تصادفات.

الف-۱- حفاظ کناری

این حفاظها در حاشیه راه و در راستای حرکت وسایل نقلیه برای محافظت از برخورد وسیله نقلیه منحرف شده با موانع ثابت کنار راه یا جلوگیری از سقوط وسیله نقلیه به پرتگاه یا ورود به شیب بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر جا استفاده از حفاظهای کناری ضروری باشد، باید در دورترین نقطه ممکن از لبه سواره‌رو نصب شوند تا احتمال برخورد وسایل نقلیه با آنها به حداقل برسد. موارد بسیار زیادی از طراحی و یا نگهداری نامناسب حفاظها وجود دارند که سبب بروز تصادفات مرگبار شده‌اند. همین امر نشان می‌دهد که هدف اصلی کاهش شدت تصادف است و باید توسط یک سیستم نظارتی قوی مواردی همچون طراحی و انتخاب مناسب، اجرای صحیح و نگهداری طبق برنامه و به موقع حفاظها را کنترل کرد.

omoorepeyman.ir

الف-۲- حفاظ میانه

این حفاظ طولی در حاشیه میانه و در راستای حرکت وسایل نقلیه برای جدا کردن ترافیک رفت و برگشت در آزادراه‌ها و بعضی از راه‌های شریانی درجه یک و دو جداشده استفاده می‌شود. این حفاظ‌ها برای جلوگیری از عبور وسیله نقلیه از میانه، رو به‌رو شدن آن با ترافیک جهت مقابل و بازگشت مجدد آن به مسیر اصلی نصب می‌شوند.

ب- نرده پل‌ها

نرده پل‌ها جهت بازگرداندن به مسیر خودرو و حداقل نمودن احتمال نفوذ خودرو به نرده است. همچنین جهت کاهش احتمال افتادن خودروها، عابران پیاده، و دوچرخه سواران از روی سازه می‌شوند. در حقیقت نرده پلها نوعی از حفاظ‌های ترافیکی طولی هستند که عمدتا از نظر فونداسیون متفاوت از سایر حفاظ‌های ترافیکی هستند. این نرده‌ها به عنوان بخشی از سازه پل در نظر گرفته می‌شوند در حالی که حفاظ‌های دیگر معمولاً در داخل یا روی خاک نصب می‌شوند. در مسیرهای منتهی به پل، نرده پل باید در ادامه حفاظ‌های کناری دارای پایانه حفاظ مناسب باشد.

۱- ضربه‌گیرها

ضربه‌گیرها یا تجهیزات کاهنده شدت ضربه، تجهیزات حفاظتی هستند که از برخورد وسایل نقلیه منحرف شده با موانع ثابت جلوگیری می‌کنند. ضربه‌گیرها قادر به کاهش تدریجی سرعت وسیله نقلیه تا توقف برای برخوردهای رو به رو یا تغییر جهت وسیله‌نقلیه پیش از رسیدن به مانع در برخوردهای جانبی می‌باشند. به‌طور ایده‌آل از ضربه‌گیرها در مکان‌هایی استفاده می‌شود که امکان حذف، جابجایی، شکننده کردن و محافظت از موانع ثابت وجود ندارد. از کاربردهای متداول ضربه‌گیرها می‌توان به استفاده در دماغه رابط‌های خروجی، محافظت پایه پل‌ها، پایه علایم بالاسری، انتهای کوله‌ها و دیوارهای حائل، مهار انتهای نرده پل و مهار انتهای حفاظ‌های میانی اشاره کرد. در صورتی که طراح تشخیص دهد که ضربه‌گیر مقرون به صرفه‌تر از حفاظ است، می‌تواند از آن برای ایمن‌سازی موانع ثابت واقع در کنار یا میانه راه استفاده کند.

۶-۷-۲- کاربرد حفاظ

در کاربرد حفاظ به نکته‌های زیر توجه شود:

الف- در انتخاب نوع حفاظ، طراح باید از رده عملکردی حفاظ و میزان تغییرشکل جانبی بر اساس استاندارد EN۱۳۱۷ یا گزارش NCHRP۳۵۰ آگاه باشد.

ب- در انتخاب نوع حفاظ، موقعیت و محل نصب، حجم و ترکیب ترافیک (سهم وسایل نقلیه سنگین)، سرعت، شرایط اقلیمی، الزامات و قابلیت نگهداری و هم‌خوانی با محیط و منظرآرایی را باید در نظر گرفت.

پ- در انتخاب نوع حفاظ باید فضای پشت حفاظ کنترل شود تا فضای کافی برای تغییرشکل جانبی داشته‌باشد. این موضوع به ویژه در حفاظ‌های میانه که احتمال تأثیر حفاظ تغییرشکل یافته بر جریان ترافیک مقابل وجود دارد، بسیار مهم است. بهتر است به اندازه یک و نیم برابر میزان تغییرشکل جانبی حفاظ، فضا در پشت حفاظ وجود داشته باشد.

omoorepeyman.ir

ت- در قسمت‌هایی از راه که احتمال انحراف وسایل نقلیه افزایش می‌یابد مانند قوس‌های تند، باید در انتخاب نوع حفاظ و میزان صلبیت آن دقت بیشتری کرد.

ث- رعایت ارتفاع حفاظ‌ها بر اساس رده عملکردی و مشخصات فنی آنها، ضروری است. معمولاً لبه بالایی گاردریل با ریل دو موج در ۷۱ سانتیمتری، ریل سه موج در ۸۶ سانتی‌متری و نیوجرسی در ۸۱ تا ۱۱۰ سانتیمتری از سطح روسازی قرار دارد.

ج- در صورت استفاده از جدول، سپر حفاظ باید جلوتر از جدول باشد.

چ- انتهای حفاظ با استفاده از روش‌های ایمن‌سازی انتهای حفاظ‌ها، مهار و با استفاده از تجهیزات مناسب، آشکارسازی شود.

ح- انتهای حفاظ‌های طولی نباید در امتداد حرکت ترافیک جهت مقابل قرار گیرد. این مورد به ویژه در قوس‌های افقی بسیار مهم است. در این حالت، انتهای حفاظ طولی باید بعد از قوس افقی قرار گرفته و به سمت خارج قوس هدایت شود.

خ- اتصال مناسب حفاظ‌ها با رده عملکردی متفاوت مانند صلب به نیمه صلب (نواحی انتقالی) بسیار مهم است و باید دقت شود.

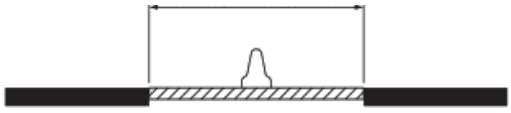
٦-٨- میانه

میانه بخشی از راه است که جهت‌های مخالف سواره‌رو را از هم جدا می‌کند. میانه‌ها در راههای ۴ خطه یا بیشتر خیلی مطلوب هستند. عرض میانه حد فاصل لبه‌های داخلی سواره‌روی جهت‌های رفت و برگشت یک راه جداشده است که شامل شانه‌های چپ (شانه میانه) یا حاشیه ایمن چپ نیز می‌شود. از مزایای اصلی میانه در راههای پرسرعت می‌توان به ایجاد فضای بازیابی برای خودروهای منحرف شده، ناحیه توقف در مواقع اضطراری، فضایی برای خطوط کمکی (شامل خطوط تغییر سرعت و خطوط گردش به چپ یا خطوط دوربرگردان)، عرضی برای توسعه خطوط آتی، جدا کردن ترافیک مخالف، کاهش خیرگی نور چراغ جلو اشاره نمود.

عرض میانه می‌تواند طیف وسیعی از میانه‌های باریک تا میانه‌های عریض داشته باشد. از میانه‌های عریض برای توسعه راه و افزایش خط‌های عبور و یا اختصاص به سیستم حمل و نقل جمعی، می‌توان استفاده کرد. پایه میانی پل‌های روگذر یا پایه روشنایی در صورتی می‌تواند در میانه قرار گیرد که *فاصله تغییرشکل جانبی و ناحیه دخالت حفاظ میانه برای پایه روشنایی یا پل حفظ شود. لذا پیشنهاد می‌شود ترجیحاً در میانه‌های متوسط و عریض از پایه پل و روشنایی استفاده شود.* از فضای میانه در شرایط خاصی می‌توان برای انباشتن برف حاصل از برف‌روبی نیز استفاده کرد. میانه‌های پهن و دارای شیب ملایم، برای خودروهایی که به هر دلیل از خط عبور خارج می‌شود، فرصت و محل مناسبی جهت مهار کردن فراهم می‌کند و به این ترتیب، عامل افزایش ایمنی است. این موضوع به ویژه در آزادراه‌ها اهمیت دارد. جهت تأمین حداکثر کارائی، میانه باید در شب و روز به خوبی قابل رویت باشد و باید با سواره رو کاملا متمایز باشد.

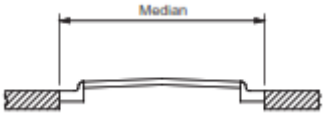
ارتفاع میانه، در حالت کلی پایین‌تر (فرونشسته) و گاهی بالاتر از کف راه (برجسته) و یا همسطح با سطح سواره‌رو است (شکل ۶-۸). البته شکلهای (پ)، (ت)، و (ث) از شکل ۶-۸ بیشتر برای مقاطع درون‌شهری مناسبند. در آزادراه‌ها، میانه پیوسته است ولی میانه راههای شریانی‌جداشده در برخی موارد، در محل تقاطع‌ها و محل‌های دورزدن، بریدگی دارد. در راههای جمع‌کننده و محلی برون‌شهری معمولاً میانه استفاده نمی‌شود.

omoorepeyman.ir

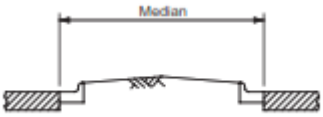


(الف)- همسطح با حفاظ میانه

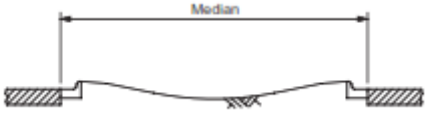
(ب)-همسطح بدون حفاظ میانه



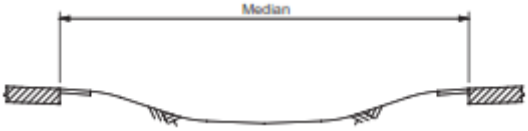
(پ)- برجسته با جدول و تاج‌دار



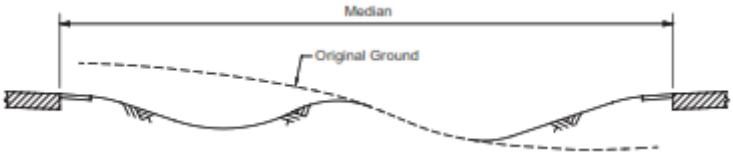
(ت)- برجسته با جدول و با پوشش گیاهی



(ث)- فرونشسته و جدولدار، و با پوشش گیاهی



(ج)- همسطح و فرونشسته، و با پوشش گیاهی



(چ)-همسطح و با پوشش گیاهی- میانه بسیار عریض

شکل ٦-٨- انواع میانه در راههای جداشده

میانه، به لحاظ جداسازی جریان‌های عبور مخالف، باید با توجه به مطالب زیر در صورت امکان عریض‌تر باشد.

– عرض میانه باید به اندازه‌ای باشد که ایمنی جریان‌های ترافیکی دو طرف را تأمین کند. مقدار عرض میانه برای ایجاد فضای کافی برای مهار خودروهای خارج شده و عدم ورود به مسیر مقابل و جلوگیری از برخورد نور چراغ خودروهای روبرو مهم و تأثیرگذار است.

– تصرف حریم بزرگتر در زمین‌های بیابانی و بایر، مستلزم صرف هزینه اندک است. لیکن در مورد زمین‌های دایر، مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی موجب کاهش عرض حریم می‌شود. وجود حریم باریک، طبعاً در نظر گرفتن میانه عریض را مشکل می‌کند ولی در صورت امکان بهتر است حریم با توجه به آینده دور تعیین شود.

– پاره‌ای از هزینه‌های احداث راه و نگهداری آن، با پهنای میانه، نسبت مستقیم دارد. هزینه احداث آبروها، پل‌های روگذر و تقاطع‌ها، از موردهایی است که میانه پهن موجب افزایش آن می‌شود.

– سبزکردن میانه با بوته‌ها و درختان پاکوتاه، سبب آرایش منظر و دلپذیر شدن آن برای استفاده‌کنندگان راه می‌شود. جلوگیری از برخورد نور چراغ خودروهای روبرو، به وسیله رستنی‌های پاکوتاه یا با استفاده از توری فلزی، تیغه پلی‌اتیلن و سایر مانع‌ها به عمل می‌آید. درختان با تنه مقاوم، در میانه‌های کم عرض و معمولی (و به طور کلی تا فاصله ۹ متر از لبه هر سواره‌رو) ایجاد خطر می‌کنند و نباید غرس شوند. درصورت وجود چنین درختانی باید آنها را قطع یا به طریق مقتضی محافظت کرد.

omoorepeyman.ir

٦-٨-١- عرض میانه

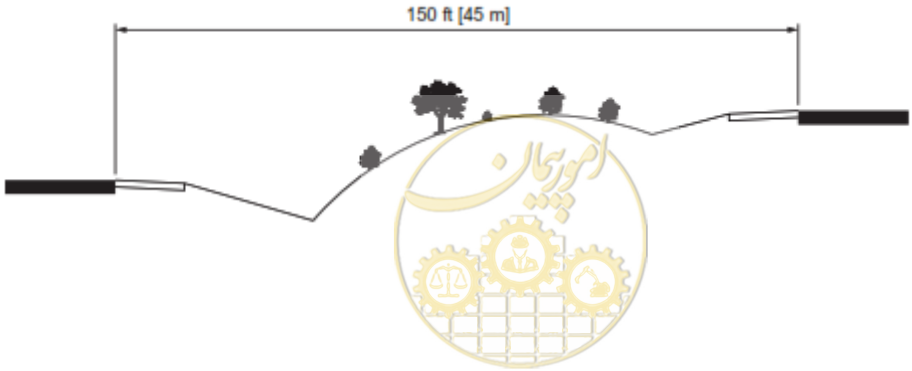
عرض میانه بهتر است به میزانی باشد که با توجه به توسعه‌های مورد نیاز آینده دور، بتواند وظیفه اصلی یعنی جدا کردن ایمن جریان عبور دو طرف را عملی کند. عرض اکثر میانه‌ها می‌تواند از ۱/۲ متر تا ۲۴/۰ متر است. حداقل عرض میانه در توسعه نهایی راه با فرض حفاظ میانه بتنی ۷۰ سانتیمتری، برای آزادراه چهار خطه (دو خط در هر جهت)، ۳/۱۰ متر و برای آزادراه شش خطه (سه خط در هر جهت)، ۶/۷۰ متر است. چنانچه از حفاظ نیمه صلب مانند از دو سیستم گاردریل نوع نیمه صلب یک طرفه استفاده شود، *در انتخاب عرض میانه، باید تغییر شکل مجاز این نوع حفاظ تا پایه‌های پل یا پایه روشنایی و عرض شانه‌های چپ (یا حاشیه‌های ایمن چپ) میانه در نظر گرفته شود. استفاده از سیستم گاردریل دوطرفه پیشنهاد نمی‌شود. در عرض میانه باریک، مساله دفع آبهای سطحی و زیرسطحی بالا خص در آزادراهها که عرض کف راه زیاد است، بغرنج‌تر می‌شود و پیشنهاد می‌شود در عرض کف‌های زیاد، از میانه‌های عریض‌تر با کفهای دور از هم استفاده شود به گونه‌ای که بتوان از زهکشی میانه استفاده نمود.* در خصوص نصب پایه‌های روشنایی، به فصل پنجم رجوع شود.

چنانچه فرض شود که راه در آینده، نیاز به تعریض یک خطه عبور در هر طرف دارد و تبدیل به راه شش خطه خواهد شد، حداقل عرض میانه راه، حداقل ۱۴/۰۰ متر منظور می‌شود. در این حالت، برای پیش‌بینی توسعه دو خط عبور در آینده دور، حداقل عرض میانه حداقل ۲۱/۳۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

زمانی که عرض میانه ۱۲ متر و بیشتر، رانندگان احساس جدائی از ترافیک مقابل را دارند و بنابراین آزادی و راحتی مطلوبی برای رانندگان ایجاد می‌شود، همچنین سر و صدا و فشار هوای ناشی از عبور ترافیک مقابل قابل توجه نیست و خیرگی ناشی از چراغ‌های جلوی خودروها در شب به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در عرض های ۱۸ متر و بیشتر، میانه حالت پارک را دارد که به لحاظ منظرآرائی خوشایند است. در عرضهای بالای ۱۵ متر، نیازی به استفاده از حفاظ میانه، به لحاظ فاصله بین دو سواره‌رو نیست (ممکن است با توجه به موانع موجود در میانه نیاز باشد). در عرضهای زیر ۱۰ متر معمولاً باید از حفاظ میانه استفاده شود. البته میزان ترافیک روزانه عبوری نیز اثرگذار است. در عرضهای بین ۱۰ تا ۱۵ متر باید استفاده از حفاظ میانه بررسی شود و انتخابی است.

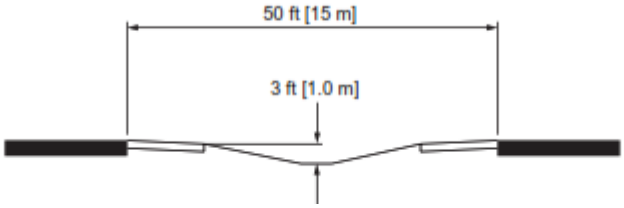
در آزادراههای مناطق برون‌شهری میانه‌های ۱۵ تا ۳۰ متر رایج‌ترند. در میانه‌های با عرض ۴۵ متر و بیشتر می‌توان طبیعت را حفظ نمود (شکل ۶-۹). در حالت ۱۵ متر فضای بازیابی و زهکشی سطحی مناسبی وجود دارد و برای حفظ پایه‌های واقع در میانه ممکن است از حفاظ استفاده شود (شکل ۶-۱۰- الف). میانه‌های حدودا ۳۰ متر دارای پروفیل طولی مستقل کمک می‌کند که طراح بیشتر راه را با محیط اطراف تطابق دهد (شکل ۶-۱۰-ب). میانه‌های با عرض ۳/۱۰ تا ۹/۰ متر مطابق شکل ۶-۱۱ در مناطقی که محدودیت‌های حریم راه دیکته می‌کند یا در مناطق کوهستانی ممکن است استفاده شود. این میانه ها معمولاً روسازی شده و جائی که مقطع کف راه تاجدار در وسط میانه است، باید سیستم زهکشی زیرسطحی تأمین شود.

در شکل (۶-۱۲)، روش‌های مختلف ایجاد میانه عریض نشان داده شده است.

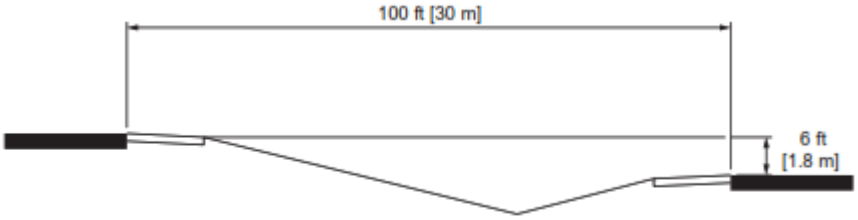


omoorepeyman.ir

شکل ٦-٩- میانه طبیعی بسیار عریض و کاملاً مستقل

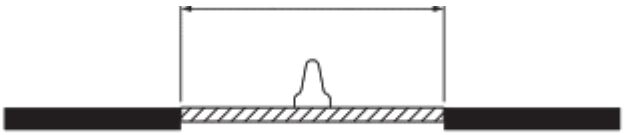


(الف)- فرونشسته و ارتفاع خط پروژه موازی



(ب)-فرونشسته با خط پروژه‌های مستقل

شکل ٦-١٠- نمونه‌ای از میانه با ارتفاع پائین در آزادراه



شکل ٦-١١- میانه همسطح روسازی شده

انتخاب مسیرهای دور از هم برای آزادراه و بعضاً راه‌های شریانی، امری است که در شرایط خاص، از نظر فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر است. دراین حالت، میانه ممکن است عرض ثابتی نداشته و در مقطع‌های مختلف، متغیر باشد.

در صورت نصب اضطراری موانعی همچون پایه پل و پایه روشنایی در میانه، باید آثار ناشی از آن به لحاظ ایمنی بررسی و روشهای لازم (با نصب حفاظ و ضربه‌گیر) جهت ارتقا ایمنی میانه به عمل آید.

تخلیه آب‌هایی که به هر ترتیب، در میانه به جریان می‌افتد، باید مورد توجه قرارگیرد. این آب‌ها، مگر در شرایط خاص در طول میانه جریان می‌یابد و در محل‌های مناسب از طریق مجاری عرضی به خارج راه هدایت می‌شود.

٦-٨-٢- جدول و حفاظ در میانه

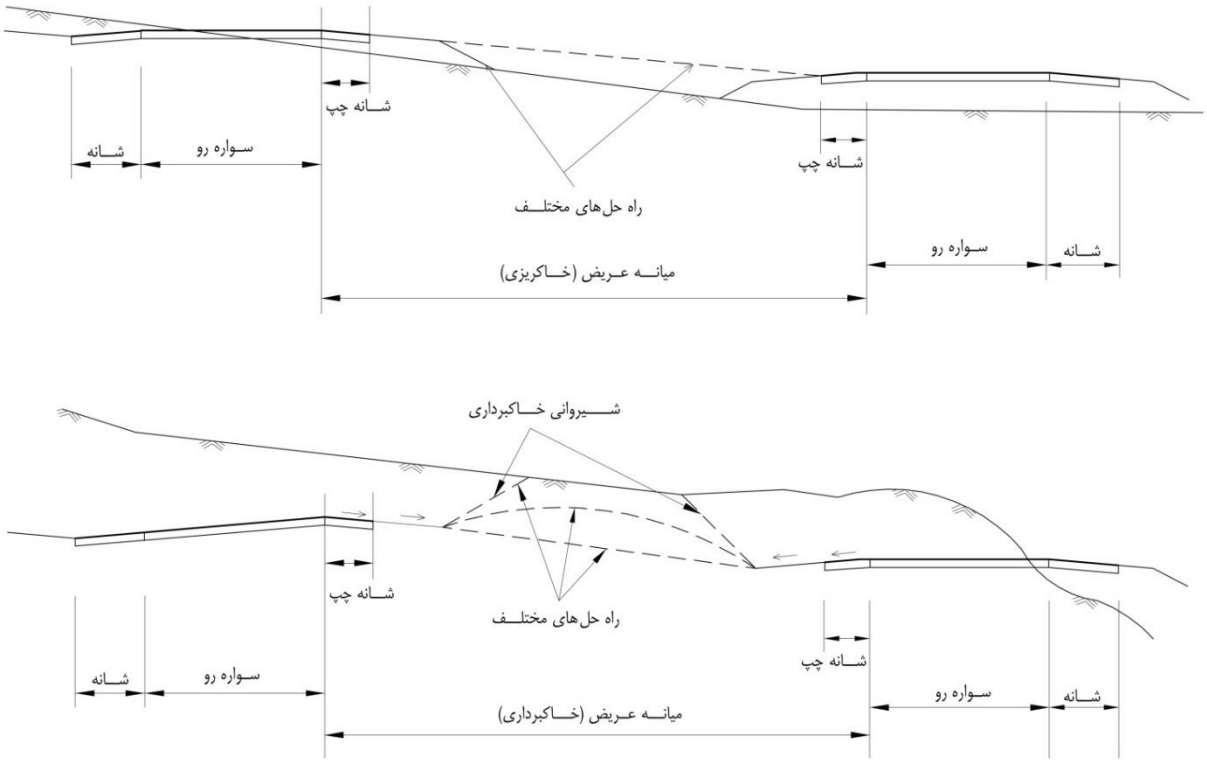
الف – جدول

omoorepeyman.ir

کاربرد جدول در میانه عمومیت ندارد و مخصوص بخش‌هایی است که مسیر در مجاورت مناطق شهری و مراکز جمعیت قرارمی‌گیرد. مشخصات ذکرشده درباره جدول میانه نیز صدق می‌کند.

ب – حفاظ

برای میانه و کنار راه، یکی از انواع حفاظ‌های متداول را می‌توان به‌کار برد. مشخصات ذکرشده درباره حفاظ میانه نیز صدق می‌کند.



شکل ٦-۱۲- روش‌های مختلف ایجاد میانه عریض

٦-۸-۳- توسعه نهائی راه شریانی به راه شریانی چندخطه جداشده

با اینکه بسیاری از راههای شریانی برون‌شهری به تقاضای آتی ترافیک عبوری به راحتی پاسخگو خواهند بود، نمونه‌های متعددی، به خصوص در طرح‌های بهسازی افزایش ظرفیت ترافیک عبوری، وجود دارد که ضرورت توسعه به شریانیهای درجه بالاتر را ایجاب می‌نماید. این مورد به خصوص در بافت شهرک برون‌شهری بیشتر مرسوم می‌باشد. در راههای شریانی جداشده بهتر است عرض میانه به حدی باشد که بتوان توسعه نهایی را از سمت میانه انجام داد. در راههای دوخطه شریانی نیز می‌توان توسعه نهایی را به گونه‌ای انجام داد که در نهایت یکی از کفهای راه چهارخطه جداشده باشد.

چون در هر حالت، میانه ایجاد می‌شود، بر حسب عرض میانه، کف راه جدید بهتر است فاصله بیشتری داشته باشد تا دفع آبهای سطحی به صورت خود–زهکش عمل نماید. در این صورت کف راه جدید در فاصله‌ای مناسب از مسیر موجود احداث می‌شود. در میانه‌های باریکتر (نباید کمتر از ۱/۲ متر باشد)، می‌توان راه جدید را در یک طرف یا از دو طرف مقطع راه موجود اضافه نمود. ولی جهت اقتصادی نمودن سازه زهکش، بهتر است دفع آبهای سطحی به سمت بیرون راه باشد.

omoorepeyman.ir

٦-۹- راه‌های جانبی

راه‌های جانبی بسته به نوع راه شریانی که به آنها خدمت‌دهی می‌کنند و ویژگی‌های مناطق اطراف آنها، وظایف متعددی دارند. آنها می‌توانند جهت کنترل دسترسی کنار آزادراه‌ها و راههای شریانی احداث شوند، به عنوان یک خیابان وظیفه خدمت‌رسانی به املاک مجاور را انجام دهند، گردش ترافیک در هر سمت از راه شریانی را حفظ کنند. در حقیقت راههای جانبی، ترافیک محلی را از ترافیک عبوری پرسرعت جدا می‌کنند و راههای اتصالی مناطق مسکونی و تجاری احداث شده در امتداد راه را جدا می‌کنند. اتصالات عرضی که شامل "رابطهای کناری" هستند دسترسی بین سواره‌رو و راه‌های جانبی را تأمین نموده و معمولاً در مجاورت راه‌های متقاطع قرار می‌گیرند.

ورود و خروج به راه جانبی باید به صورت ایمن انجام شود. در محل‌های ورود و خروج به راه جانبی باید فاصله دید انتخاب تأمین شده باشد. طول راه جانبی و فاصله بین ورودی و خروجی به راه جانبی باید به حدی باشد که باعث کاهش سطح کیفیت ترافیک مسیر اصلی نشود. بهتر است ترافیک ورود و خروج به مسیر راه جانبی با خطهای عبور کمکی کاهش و افزایش سرعت و لچکی‌های تغییر تدریجی عرض و انباره صف، هدایت شود. هر قدر راه مورد نظر با اهمیت‌تر و جریان ورودی یا خروجی بیشتر باشد، استفاده از راه جانبی ضروری‌تر خواهد بود. علاوه بر آزادراه، برای راه‌های شریانی اصلی و حتی راه فرعی پرترافیک به ویژه در نواحی مسکونی و میان‌گذرها می‌توان راه جانبی در نظر گرفت. راههای جانبی را می‌توان برای همه انواع راهها به کار برد. به طور کلی احداث راه جانبی در نواحی با تراکم بالای تقاطع یا محل دسترسی اختصاصی یا راه‌های اتصالی، ضروری است. با آنکه امتداد راه جانبی در بسیاری از موارد، به موازی مسیر اصلی است ولی این قاعده عمومیت ندارد و در صورت نیاز می‌توان امتداد غیر موازی و متفاوتی در نظر گرفت.

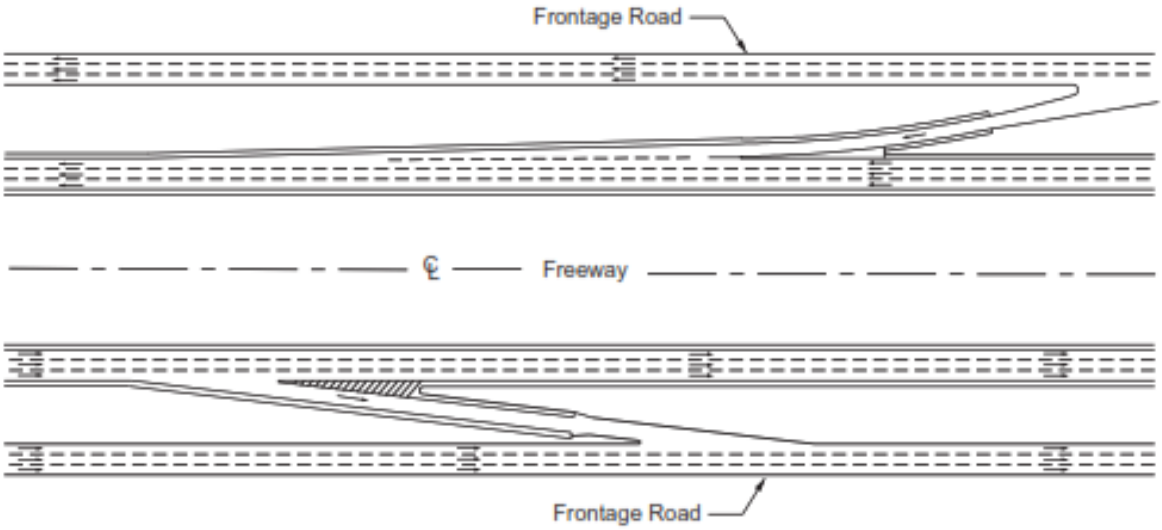
با احداث راه جانبی در یک سمت یا هر دو سمت آزادراه‌ها و راه‌های شریانی، ارتباط با مسیر اصلی راه از طریق رابطهای کناری امکان‌پذیر خواهد بود. پیش‌بینی راه جانبی در صورتی قابل قبول است که ساخت آن از سایر راه حل‌ها، برای دسترسی به مسیر اصلی آزادراه یا راه شریانی، ایمن‌تر و اقتصادی‌تر باشد. هنگامی که یک آزادراه یا راه شریانی در مجاورت یک راه موجود قرار دارد، گاهی از تمامی راه موجود یا بخشی از آن به عنوان راه جانبی استفاده می‌شود. در صورت نیاز به راه جانبی در محل‌هایی که نتوان از شبکه راه موجود به عنوان راه جانبی استفاده کرد، باید نسبت به احداث آن اقدام نمود.

در شکل‌های ۶-۱۳ و ۶-۱۴، دو نوع راه جانبی نشان داده شده است، که یکی به صورت یک طرفه و دیگری به صورت دو طرفه عمل می‌کند. تعداد خطهای عبور، یک طرفه یا دو طرفه بودن راه جانبی، تابع نیاز ترافیکی است و با توجه به حجم و ترکیب ترافیک محاسبه می‌شود. سرعت حرکت وسایل نقلیه در راه جانبی، معمولاً از سرعت حرکت مسیر اصلی کمتر است.

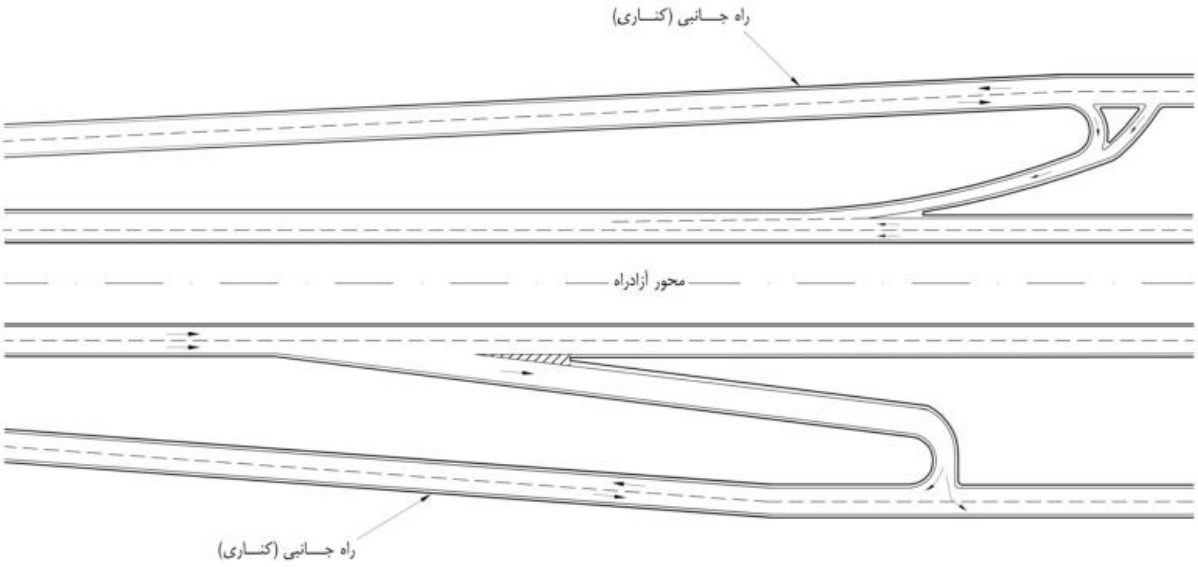
٦-۱۰- جداکننده کناری

حد فاصل لبه داخلی سواره‌روی راه جانبی و لبه خارجی سواره‌روی مسیر اصلی، «جداکننده کناری» نام دارد. حداقل عرض جداکننده کناری با توجه به محل پایانه های رابطهای اتصالی تعیین می‌شود و در مناطق شهری حتی تا ۵۰ متر هم می رسد. اگر عرض جداکننده کناری در راه جانبی دوطرفه ۱۵ متر یا کمتر باشد، باید از حفاظ کناری در مسیر اصلی استفاده شود. هر چقدر این فاصله بیشتر باشد تأثیر ترافیک محلی بر روی جریان ترافیک عبوری کمتر خواهد بود. در شکل ۶-۱۵ انواع مختلف مقاطع عرضی جداکننده کناری نمایش داده شده است.

omoorepeyman.ir



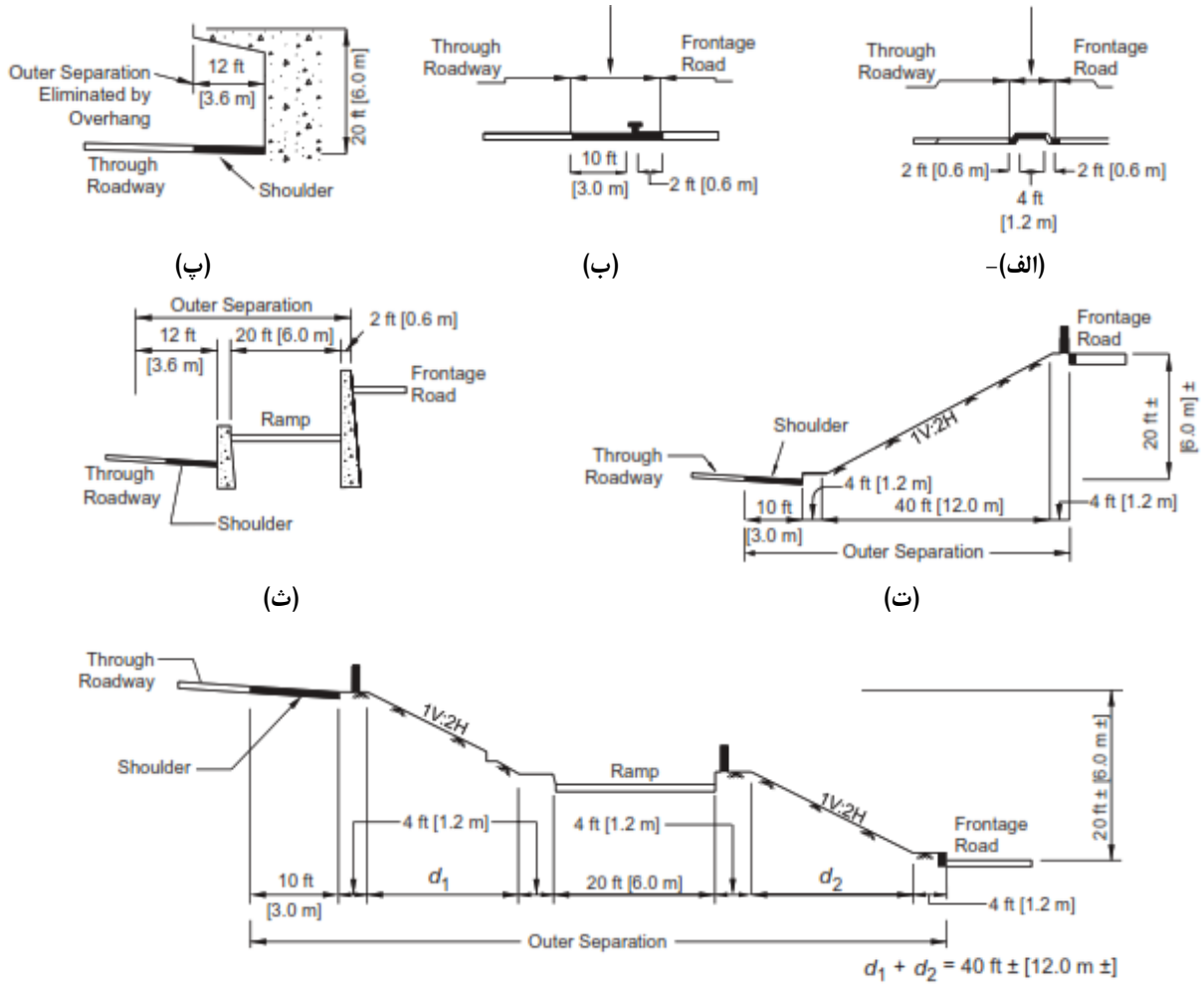
شکل ٦-۱۳- راه جانبی سه خطه یک طرفه در دو سمت آزادراه و رابطهای کناری



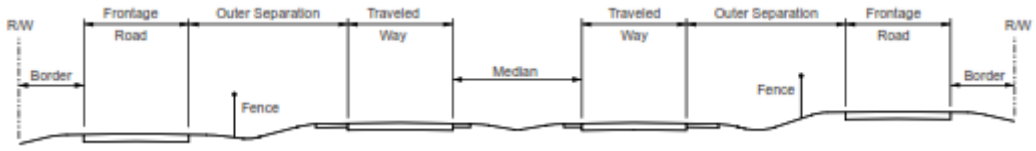
شکل ٦-۱٤- راه جانبی دوخطه دوطرفه در دو سمت آزادراه و پایانه رابطهای کناری

مقطع عرضی شکل ۶-۱۵-الف، برای راههای شریانی کم سرعت در مناطق توسعه یافته متراکم مناسب است. شکل ۶-۱۵-ب حداقل مقدار جداکننده کناری آزادراههای همسطح زمین کاربرد دارد. این نوع جداکننده کناری حالت ساده‌ای است که شامل شانه‌های مسیر اصلی و راه جانبی و مشخصات حفاظ ترافیکی است. شکل ۶-۱۵-پ حالت یک راه شریانی پائین‌گذر با یک راه جانبی طره‌ای را نشان می‌دهد. در این حالت لبه داخلی راه جانبی دقیقاً بر روی لبه بیرونی مسیر عبوری قرار گرفته است. شکل ۶-۱۵-ت نوع متداولی از جداکننده کناری در امتداد یک مقطع آزادراه پائین‌گذر را نمایش می‌دهد. در شکل ۶-۱۵-ث یک مقطع دیواردار شریانی پائین‌گذر همراه با رابط را نشان می‌دهد، و در نهایت شکل ۶-۱۵-ج نمونه از جداکننده کناری آزادراه با رابط را نشان می‌دهد. در شکل ۶-۱۶ نمونه‌ای از مقطع عرضی راه شریانی جداشده با احتساب راههای جانبی لحاظ شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ٦-١٥- جداکننده‌های کناری برای انواع مختلف راه‌های شریانی



شکل ٦-١٦- نمونه‌ای از مقطع عرضی راه شریانی جداشده با احتساب راههای جانبی

omoorepeyman.ir

٦-١١- نواحی انتقال سرعت ورود به شهرکهای برون‌شهری

راههای برون‌شهری، اتصالات مهمی با شهرکهای برون‌شهری و به واسطه آنها تامین می‌کنند. جائی که یک راه با سرعت بالای برون‌شهری از بافت برون‌شهری خارج و وارد بافت شهرک برون‌شهری یا دیگر نواحی توسعه یافته می‌شود، لازم است یک انتقالی از سرعت بالا به سرعت پائین به گونه‌ای تامین شود که راننده سرعت خود را متناسب با محیط شهرک برون‌شهری کاهش دهد. منطقه انتقال باید به‌گونه‌ای موثر طراحی شود که تشویق به کاهش سرعت نماید، چرا که اگر رانندگان سرعتشان را به طور موثر کاهش ندهند، در این صورت ممکن است با سایر وسایل نقلیه، عابران پیاده و دوچرخه‌سواران برخورد داشته باشند که اثرات نامطلوبی بر زندگی آن ناحیه اجتماعی می‌گذارد. اقدامات ناحیه انتقال عبارتند از:

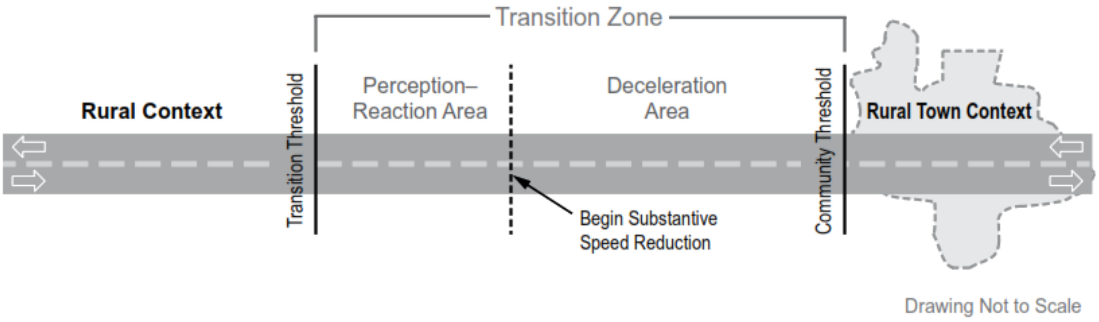
۱- **تغییرات طرح هندسی** از قبیل جزایر وسط، میانه‌های برجسته، میدانها، باریک کردن مسیر، و کاهش تعداد خط عبوری؛

۲- **وسایل کنترل ترافیک** از قبیل خط کشی‌های عرضی روسازی، و تابلوهای بازخورد سرعت-فعال‌شده؛

۳- **عناصر کناره راه** از قبیل تابلوهای خوش‌آمدگوئی، و منظرآرائی دروازه‌ای؛ و

۴- **اقدامات مرتبط با سطح** از قبیل نوار لرزاننده عرضی، و روسازی رنگی.

یک منطقه انتقال مطابق شکل ۶-۱۷ شامل سه جزء است: بافت برون‌شهری، ناحیه انتقال، و بافت شهرک برون‌شهری. ناحیه انتقال خود از دو بخش منطقه درک-عکس‌العمل و یک منطقه کاهش سرعت تشکیل شده است.



شکل ٦-١٧- مناطق نواحی انتقال

ناحیه انتقال باید چنان طراحی شود که با مشخصات مسیر و بافت محیط آن تطابق داشته باشد. اصول طراحی ناحیه انتقال عبارتند از:

۱- اقدامات اصلاحی فراوان‌تر و بیش از حد می‌تواند سبب افت شدیدتر سرعت و افزایش رخداد سوانح نسبت به اقدامات غیرفعال و کم‌توسعه یافته باشد.

۲- لازم است که ارتباط مشخصی بین محدودیت سرعت شهرک برون‌شهری و تغییر مشخصات کف راه باشد. تاکید بر تغییری در محیط سبب افزایش آگاهی راننده می‌شود.

۳- تغییرات فیزیکی کف راه و کناره راه از اقدامات دلخواه هستند چرا که آنها اثرات درازمدت ماندگار دارند. تأثیر برنامه‌های اعمال مقررات پلیس و آموزش گذراتر و کمتر موثر هستند.

omoorepeyman.ir

۴- هر ناحیه انتقال و شهرک برون‌شهری ویژگیهای منفرد خاص خودش را دارد. لذا هیچ اقدام خاصی مناسب برای همه شرایط نیست. هر ناحیه انتقال و شهرک برون شهری باید بر مبنای مورد به مورد قبل از انتخاب یک اقدام یا ترکیبی از اقدامات اصلاحی بررسی شود.

۵- قبل از انتخاب یک اقدام اصلاحی، باید توجه شود که دو منطقه است که ناحیه انتقال را شکل می‌دهد. در ناحیه درک-عکس‌العمل، اقدامهای روانشناختی و یا هشدار دهنده مناسبترند، در حالی که در منطقه کاهش سرعت اقدامات اصلاحی فیزیکی باید پیاده شوند.

۶- ترکیب اقدامات اصلاحی در کاهش سرعت و سوانح در ناحیه انتقال و در طول شهرک برون‌شهری نسبت به یک اقدام تنها مؤثرترند.

۷- جهت حفظ سرعت در پائین‌دست ناحیه انتقال، اقدامات اضافه‌تری باید در طول شهرک برون‌شهری تأمین شود؛ وگرنه سرعت ممکن است در طول شهرک برون‌شهری افزایش یابد.

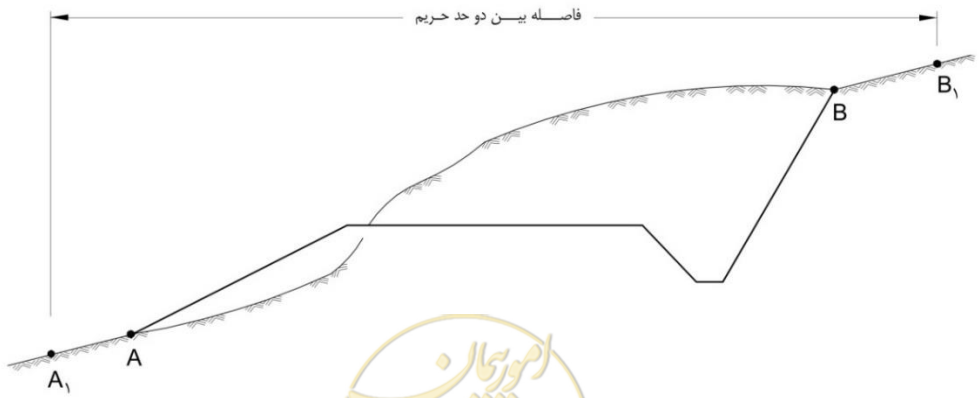
۸- استفاده مناسب از عناصر منظرآرائی از قبیل چمن، درختچه‌ها، و درختان که با تغییر در ترکیب و درجه رسمیت امتداد طول ناحیه انتقال می‌تواند سبب تقویت تغییر ویژگیهای محیطی شود.

۹- باید توجه شود که از سبقت در طول ناحیه انتقال باید ممانعت شود.

سرعت طرح در بافت شهرک برون‌شهری از ۳۰ تا ۷۰ کیلومتر در ساعت است. کاهش سرعت طرح و مجاز می‌تواند به صورت مرحله‌ای کاهش یابد. استفاده از پارکینگ حاشیه‌ای و تسهیلات عابرپیاده و دوچرخه می‌تواند نشاندهنده محیط شهرک برون‌شهری باشد.

٦-۱۲- حریم راه

حریم راه عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه تا خطی به فاصلهٔ مشخص از محور راه. اگر A و B طبق شکل (۶-۱۸)، دو حد ساختمان راه و A_1 و B_1 دو حد حریم راه باشد، بنا به تعریف یاد شده، حریم راه، عبارت از نوارهای AA_1 و BB_1 و نوار بین مرزA تا مرز B (به لحاظ زمین طبیعی، بستر راه و به لحاظ راهی که ساخته شده یا می‌شود، بدنه راه نام دارد). در جاده‌های جداشده یا جدانشده بدون راه جانبی، از پاشنه شیروانی (محل تلاقی شیروانی جلوئی و شانه راه) تا انتهای حریم در هر طرف کرانه راه نامیده می‌شود. در جاده‌های با راه جانبی (دو طرفه یا یک طرفه) این فاصله از بر راه جانبی تا انتهای حریم اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ٦-۱۸- حریم راه

omoorepeyman.ir

براساس مصوبه شماره ۱۶۷۲ مورخ ۱۳۴۶/۰۲/۰۴هیئت وزیران، پنج نوع حریم تعریف شده که به شرح 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 عرضی 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 عرضی 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 عرضی 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 عرضی بدنه راه و حریم طرفین آن ۲۵ متر شود.

ث: حریم درجه چهار

حریم درجه چهار عبارت است از زمینهای واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۷/۵ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرضی بدنه راه و حریم طرفین آن ۱۵ متر شود.

برای برخی از آزادراه‌های مشخص بنا بر مصوبه هیات محترم وزیران، حریم عبارت است از زمینهای واقع بین حد نهایی بدنه راه تا فاصله ۶۰ متر از محور راه در هر طرف به قسمی که مجموع عرضی بدنه راه و حریم طرفین آن ۱۲۰ متر شود. برای رابطها، حریم درجه یک اعمال شود و برای رابطهای گردراهه در قسمت بیرونی، حریم درجه یک اعمال شده و کلیه قسمتهای داخلی آن جزو حریم می‌باشد.

معمولاً کارفرما، نوع حریم مورد نیاز را مشخص می‌کند. همچنین حریم مربوط به حالتهای خاص، از قبیل راه‌های رفت و برگشت دور از هم، مورد به مورد بررسی و برای آن، پیشنهاد مناسب ارائه می‌شود. در خصوص نوع حریم مورد نیاز باید آخرین ابلاغیه‌ها و بخشنامه‌ها مورد استناد قرار گیرد. در هر صورت، حریم پیشنهادی بهتر است فضای مورد نیاز به هنگام ساختن راه و نیز نگهداری و توسعه و بهسازی بعدی آن را تامین کند. برای بحث‌های تکمیلی در این زمینه به "آیین‌نامه ایمنی راه‌ها- نشریه ۲۶۷" رجوع شود.

٦-۱۳- سازه‌های راه

کلیه پل‌ها، آبروها، دیوارها، تونلها، و سایر سازه‌های راه باید مطابق مقررات مربوطه طراحی شوند مگر اینکه در این آئین نامه راجع به آنها ضابطه ارائه شده باشد.

omoorepeyman.ir

٦-١٣-١- پل

پل، سازه‌ای با دهانه بیش از ۶ متر است که امکان عبور راه از روی آبراهه، دره، خط انتقال انرژی، راه‌آهن و یا راه دیگری را میسر می‌سازد. دهانه پل در طول محور راه و در فاصله بین دو تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شود. در پل چند دهانه، طول هر دهانه، ۳ متر یا بیشتر است.

پل روگذر راه از روی ارتباط‌های زمینی، باید حداقل 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. بهتر است در صورت امکان از ساختن پایه‌های غیرضروری برای پل‌های روگذر خودداری شود.

وقتی راه از زیر خط‌های انتقال یا ارتباط زمینی دیگر می‌گذرد، 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 آتی فراهم شود.

٦-١٣-١-١- عرض و دهانه پل

عرض سواره‌رو در روی پل‌های بزرگ و طویل مانند بقیه راه است، مگر در موارد بسیار استثنایی که کاهش عرض سواره‌رو مستلزم کسب مجوز مربوط است. کاهش پهنای شانه یا تبدیل آن به پیاده‌رو (که در هر شرایطی امکان‌پذیر نیست) پیشنهاد نمی‌شود، در موارد استثنا و فقط برای پل‌های موجود باید به طور تدریجی همراه با نصب علائم و تجهیزات ایمنی کافی باشد (بند ۶-۳).

عرض سواره‌رو، شانه راست و چپ (شامل شانه خاکی) و راه جانبی باید در محل زیرگذر (دهانه پل) حفظ شود. ولی عرض میانه (به غیر از شانه‌های میانه)، جوی کناری و عرض جداکننده کناری می‌تواند تغییر کند. بدیهی است که این تغییرها باید بر اساس مطالعات فنی و اقتصادی، پیشنهاد و پس از تصویب کارفرما انجام شود. در صورت نصب حفاظ باید عرض حفاظ و میزان تغییرشکل مجاز آن در انتخاب دهانه پل در نظر گرفته شود. به طور کلی در مورد طول دهانه و موقعیت پایه‌های پل زیرگذر، باید وضعیت نهایی راه زیرگذر مد نظر قرار گیرد.

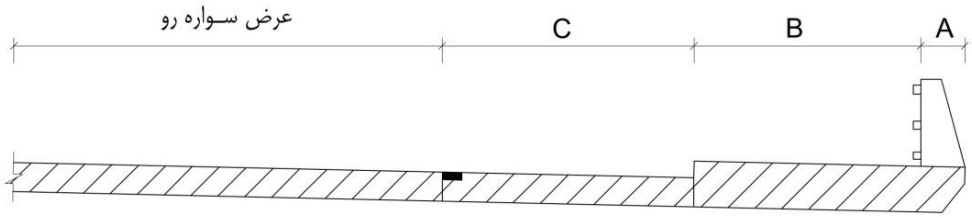
به طور کلی عرض پل، باید برابر با کل عرض سواره‌رو و شانه راه منتهی به آن باشد. جزئیات عرض پل در شکل (۶-۱۹) اعمال شده است که در آن:

A = فاصله لبه خارجی عرشه پل تا لبه داخلی حفاظ نرده پل (عرض نرده پل)- بر اساس نوع حفاظ ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود. این فاصله در صورت استفاده از قرنیز برابر با عرض قرنیز است.

B= پهنای برجسته- در صورت لحاظ پیاده‌رو حداقل ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود. این فاصله را در راه‌های جداشده در سمت چپ می‌توان در نظر نگرفت. این پهنا باید به طور ایمن و با نصب علائم مناسب، آشکارسازی شود. در راههای شریانی در صورتی که حجم عابر پیاده زیاد باشد جهت جدا کردن کف راه از پیاده رو می‌توان با حفاظ جانبی در مرز این پهنا، ایمنی عابران را تأمین نمود. *البته به دلیل اینکه رفتار جدول از ایمنی عبور و مرور می‌کاهد توصیه می‌شود که از حفاظ مناسب در انتهای شانه استفاده شود.*

C= عرض شانه- برابر با عرض شانه راه مجاور می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ٦-۱۹- جزئیات عرض پل

٦-۱۳-۱-۲- شیب عرضی

شیب عرضی پل در بخش مستقیم، همان شیب عرضی راه منتهی به آن و در قوس‌های افقی، بسته به موقعیت پل، مطابق بربلندی مورد نیاز است.

٦-۱۳-۱-۳- میانه

میانه راه‌های مجزا، در روی پل‌ها نیز ادامه می‌یابد ولی در میانه‌های با عرض زیاد، نوار جداکننده وسط معمولاً در پل‌های بزرگ قطع می‌شود. دراین حالت، پل‌های رفت و برگشت دارای عرشه (تابلیه)های مجزا و جدا از هم خواهد بود. در راه چندخطه مجزا، باید مسیرهای رفت و برگشت در روی پل نیز از هم جدا باشد. همچنین می‌توان راه را بر روی یک سازه واحد یا دو سازه مجزا قرار داد. ترجیحاً سازه مجزا از نظر عملکردی مناسب‌تر است.

٦-۱۳-۱-٤- کوله پل‌ها

کوله‌ها یا دهانه‌های انتهایی می‌توانند از نوع باز یا بسته باشند. با توجه به مزایای کوله باز، پیشنهاد می‌شود که در صورت عدم محدودیت به خصوص جهت تأمین ظرفیت ترافیکی آتی از آنها استفاده نمود. شیب انتهایی خاکریزی در پل کوله باز نباید تندتر از ۲:۳ (۲ عمودی به ۳ افقی) اختیار شود.

٦-۱۳-۱-۵ روگذر و زیرگذر غیرهمسطح ویژه عابرپیاده

عرض روگذر و زیرگذر پیاده باید حداقل ۲/۴۰ متر باشد. برای تعیین عرض و ارتفاع زیرگذر پیاده، در هر مورد، تحلیل جداگانه‌ای صورت می‌پذیرد تا از وجود دید کافی در راه و زیرگذر اطمینان حاصل شود.

٦-۱۳-۱-٦- زیرگذر مال‌رو

محل عبور تجهیزات کشاورزی، گله و حیوانات وحشی در صورت نیاز، باید در طرح هندسی مسیر در نظر گرفته شود. در بعضی مواقع وجود گذر ذکر شده، نه به لحاظ اقتصادی بلکه به لحاظ ایمنی و مسایل محیطزیستی، الزامی است.

زیرگذر مال‌رو به طور معمول، دارای عرض و ارتفاعی به میزان سه متر است. از احداث زیرگذر با قوس افقی باید اجتناب شود تا تمام طول سازه از دو طرف دیده شود. برای این منظور، می‌توان با رعایت حداقل ابعاد بالا از بعضی آبروها استفاده کرد. در محیطهایی

omoorepeyman.ir

که دو طرف راه، ارتباط اکوسیستم محیط‌زیستی وجود دارد، می‌توان عبور و مرور حیوانات را به صورت غیرهمسطح، زیرگذر یا روگذر، تأمین نمود. این گذرگاهها از نظر طول، شیب طولی و گیاه‌کاری روی آن باید به گونه طبیعی به نظر برسند که حیات وحش تردد نمایند.

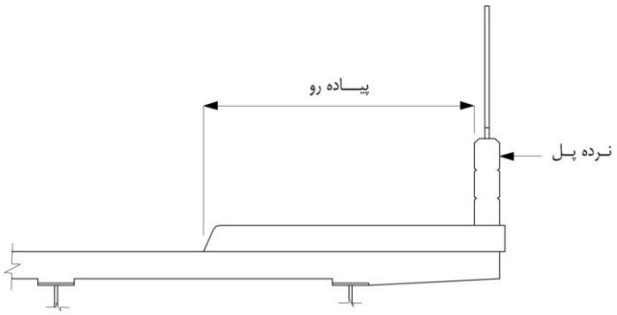
٦-١٣-١-٧- زیرگذر و روگذر راه‌آهن

در محل تلاقی راه با راه‌آهن، بهتر است از تقاطع‌های غیرهمسطح استفاده شود. به ویژه روگذر کردن راه، به جای زیرگذر کردن آن، در تقاطع راه با راه‌آهن برتری دارد. این مورد از نظر عدم تداخل در بهره‌برداری خطوط ریلی اهمیت ویژه‌ای دارد. راه‌آهن، فقط در موارد خاص از روی راه عبور داده می‌شود.

٦-١٣-١-٨- نرده پل

نرده پل نوعی حفاظ طولی مسیر است که برای جلوگیری از سقوط وسایل نقلیه از لبه پل یا آبرو، به کار گرفته می‌شود. معمولاً نرده پل‌ها از پایه و نرده فلزی یا پایه بتنی و نرده فلزی و یا مجموعه‌ای از فلز و بتن ساخته می‌شوند. نرده پل‌ها به لحاظ اینکه بخشی از سازه پل است با حفاظهای کناری راه‌ها فرق دارند و لذا باید با حفاظ انتقالی به طور ایمن به هم وصل شوند. نرده پل‌ها از نوع صلب طراحی می‌شوند و باید قابلیت بازگرداندن وسیله نقلیه منحرف شده را بدون انحنای جانبی تأمین کنند. مهار ایمن انتهای نرده پل یا اتصال آن توسط حفاظ انتقالی به حفاظهای حاشیه راه (قبل و بعد از پل) ضروری است. برای اطلاعات بیشتر به آیین‌نامه ایمنی راه‌ها - نشریه ۲۶۷، مراجعه شود.

معمولاً نرده پل‌ها از دو قسمت بتنی در پائین و فلزی در بالا تشکیل می‌شوند (شکل ۶-۲۰). پنج عامل مهم در انتخاب نرده پل عبارتند از: رده عملکردی، تطابق و سازگاری، هزینه، تجربیات میدانی و قابلیت نگهداری، و هم‌خوانی با محیط و منظرآرایی.



شکل ٦-٢٠- مقطع عرضی محل نرده پل

٦-١٣-١-٩- ارتفاع آزاد پل

الف- حداقل ارتفاع آزاد پل از سطح راه باید ۵/۲۰ متر (۵/۱۰ متر ارتفاع آزاد نهایی و ده سانتی‌متر روکش آسفالت آتی) برای همه انواع راهها باشد. تأمین این ارتفاع، درکلیه بخش‌های راه مثل خط اصلی سواره‌رو، شانه، تبادل، خط تغییر سرعت ضروری است. با ارائه توجیه فنی و اقتصادی، ارتفاع آزاد مطلوب پل، ۵/۶ متر توصیه می‌شود.

ب- حداقل ارتفاع آزاد پل عابر پیاده، و پل عبور دوچرخه از سطح راه، باید ۰/۳۰ متر بیشتر از حداقل اشاره شده در بند الف در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

پ- حداقل ارتفاع آزاد علائم ترافیکی بالاسری راه از سطح راه، باید ۰/۵۰ متر بیشتر از حداقل اشاره شده در بند الف در نظر گرفته شود.

ت- در عبور راه از روی راه آهن، حداقل ارتفاع آزاد بین بالاترین سطح ریل و پایین‌ترین نقطه سازه زیر راه (قواره ساختمان)، به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌آهن— نشریه شماره ۲۸۸، مراجعه یا باید به طور رسمی استعلام شود.

٦-۱۳-۲- دیوارهای حایل

دیوارهای حایل برای نگهداری خاک و نیز سربار ناشی از راه یا تأسیسات مختلفِ روی آن در پای خاک‌برداری یا خاکریزی به کار می‌رود. بسته به ارتفاع خاک، محدودیت‌های اجرایی، نوع تأسیسات واقع برروی خاک و شرایط اقلیمی می‌توان از دیوارهای حایل مختلف استفاده کرد.

دیوارهای حایل می‌تواند در کنار مسیر راه و در مجاورت تأسیسات پیش‌بینی شود.

٦-۱۳-۲-۱- انواع دیوارهای حایل

دیوارهای حایل بسته به موقعیت شامل انواع زیر است:

الف – دیوار حایل وزنی

این نوع دیوار معمولاً از مصالح بنایی مانند آجر یا سنگ و یا بتن ساده ساخته می‌شود و به دلیل نوع مصالح مصرفی، جهت پایداری نیاز به ضخامت‌های زیاد دارد. کاربرد دیوار وزنی در ارتفاع زیاد غیراقتصادی است و در محل‌هایی با لرزه‌خیزی بالا که سربار زیادی را تحمل می‌کند، مناسب نیست. به لحاظ اقتصادی حداکثر ارتفاع مناسب برای چنین دیوارهایی ۴ تا ۵ متر است. ابعاد اولیه لازم برای طراحی هندسی برحسب ارتفاع دیوار مطابق شکل (۶-۲۱) توصیه می‌شود.

ب – دیوار حایل طره‌ای

این دیوار از نوع بتن مسلح و برای ارتفاع تا ۱۱ متر قابل استفاده است. استفاده از این دیوارها تا ارتفاع ۶ متر اقتصادی می‌باشد. ابعاد تقریبی دیوارها برای احتساب در طرح اجزای نیمرخ عرضی بر حسب ارتفاع دیوار مطابق شکل (۶-۲۲) توصیه می‌شود. بهتر آن است به این نکته توجه شود که در نقاط لرزه‌خیز، نیروهای زلزله موجب افزایش ابعاد دیوار می‌شود.

در حالت‌هایی که نتوان از دیوارهای طره‌ای پاشنه‌دار استفاده کرد، می‌توان در صورت امکان از دیوارهای طره‌ای پنجه‌دار به صورت L استفاده کرد. باید تأثیر این نوع دیوار در مقطع عرضی مسیر پایین دیوار در نظر گرفته شود. بهتر است برای پایداری بیشتر این دیوارها از زبانه برشی استفاده شود.

پ – دیوار حایل با پشت‌بند

از این نوع دیوار (شکل (۶-۲۳)) معمولاً در مواردی استفاده می‌شود که حداقل حرکت جانبی دیوار مد نظر است و امکان خاکبرداری برای پاشنه دیوار میسر نیست و یا ارتفاع دیوار زیاد است. باید فضای کافی برای پشت‌بندهای دیوار در نیمرخ عرضی راه مد نظر قرارگیرد. حلت مشابه دیگری نیز وجود دارد که دیوار حایل با جلوبند نامیده می‌شود.

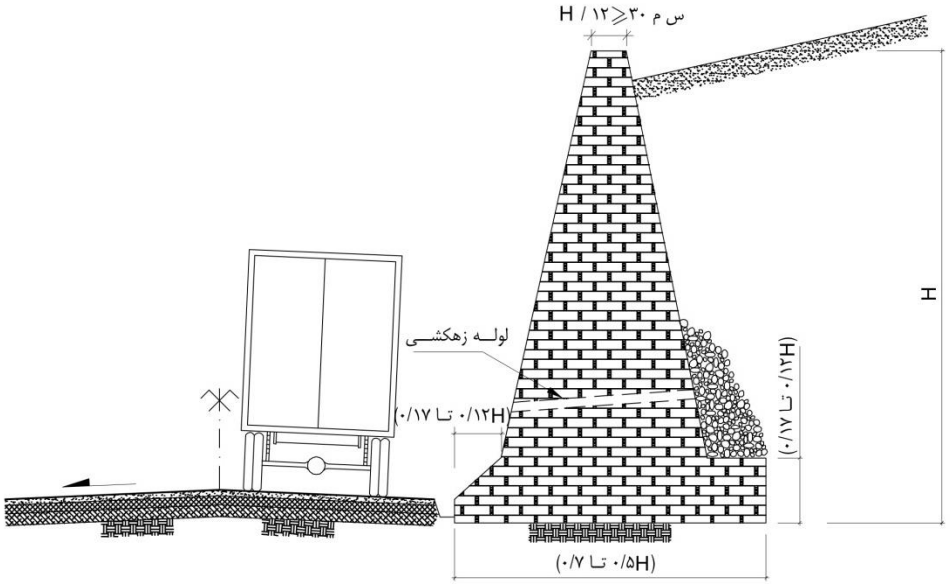
ت – دیوار حایل صندوقه‌ای

omoorepeyman.ir

این نوع دیوار (شکل (۶-۲۴)) در ارتفاع زیاد قابل استفاده است و جهت نگهداری سربار ناشی از بار راه، مادامی مناسب است که بناها و تأسیسات سنگین در روی خاکریز قرار نگیرد. این دیوار شامل انواع بتنی، فولادی و چوبی می‌باشد. نوع بتنی آن تا ارتفاع ۱۶ متر و نوع فولادی تا ارتفاع ۱۰ متر و نوع چوبی می‌تواند تا ارتفاع ۶/۵ متری مورد استفاده قرار گیرد. نوع چوبی آن به لحاظ ظاهر و جلوه طبیعی چوب در مناطق خاصی از راه بیشتر مناسب است که منظرآرایی مسیر مورد توجه می‌باشد.

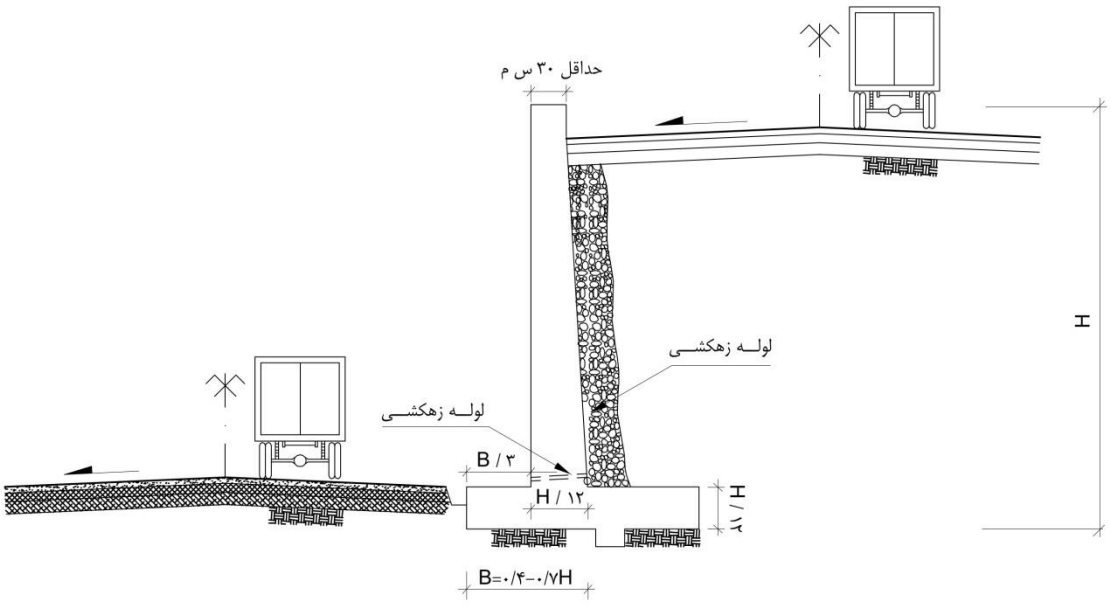
ث - خاک مسلح

به جای دیوار حایل می‌توان از روش‌های مختلف مسلح‌سازی خاک، نظیر جوشن‌های فلزی (شکل (۶-۲۵)) و ژئوگرید (شکل (۶-۲۶))، استفاده کرد. در خصوص جزئیات طراحی دیوارهای حایل به "راهنمای طراحی دیوارهای حایل- نشریه ۳۰۸" مراجعه شود.

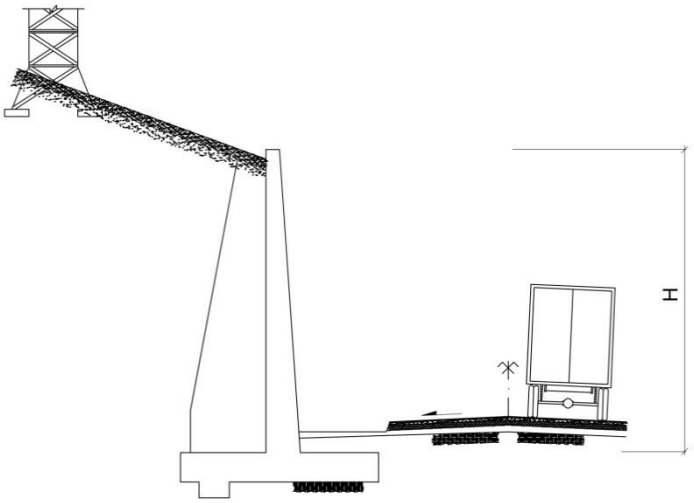


شکل ٦-۲۱- دیوار حایل وزنی

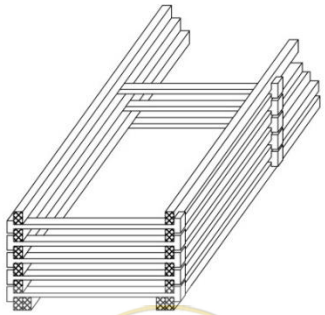
omoorepeyman.ir



شکل ٦-۲۲- دیوار حایل طره‌ای

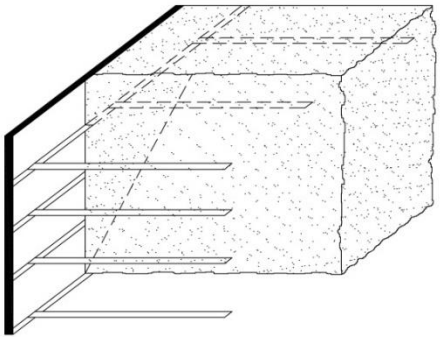


شکل ٦-۲۳- دیوار حایل با پشت بند

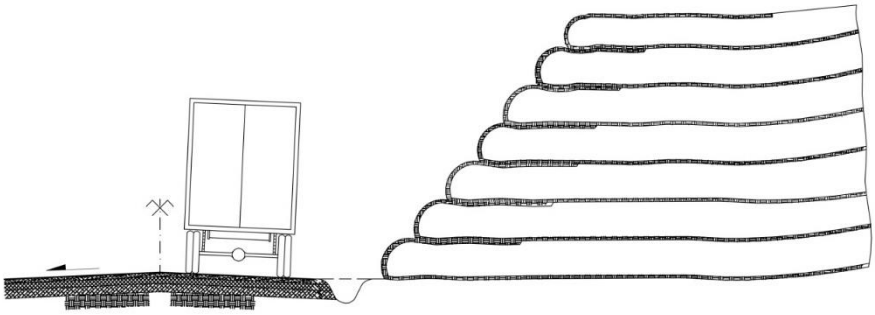


شکل ٦-۲٤- دیوار حایل صندوقه‌ای

omoorepeyman.ir



شکل ٦-۲۵- خاک مسلح



شکل ٦-۲٦- خاک مسلح با ژئوگرید

٦-۱۳-۲-۲- منظرآرایی دیوارهای حایل

در طراحی دیوارهای حایل، باید جوانب منظرآرایی مد نظر قرار گیرد. تغییر شیب در پروفیل طولی بالای دیوار، بهتر است توسط خم‌های مناسب و هموار، انجام و از شکستگی‌های ناگهانی در نیمرخ طولی، اجتناب شود. در صورت امکان با در نظر گرفتن محیط اطراف و امکان‌های فنی در انتخاب نوع مصالح و شکل ظاهری دیوار، هماهنگی لازم با مسیر انجام شود.

٦-۱۳-۲-۳- استفاده از حفاظ در دیوار حایل

دیوار حایل کنار مسیر راه، در صورتی که در ناحیه عاری از مانع قرار گرفته باشد، باید به حفاظ مناسب مجهز شود. نحوه اتصال حفاظ به دیوار و نیز ابعاد هندسی دیوار در محل اتصال باید قبلاً بررسی و در طرح هندسی مسیرهای بالا و پایین دیوار مد نظر قرارگیرد. چنین ضرورتی به ویژه در تبادل‌ها بیشتر اهمیت دارد.

٦-۱۳-۲-٤- زهکشی دیوار حایل

در طرح هندسی مسیرهایی که در بالای دیوار حایل قرار می‌گیرد، باید موقعیت آبروها کاملاً تعیین شود تا از آبشستگی دیوار، جلوگیری به عمل آید. باید تخلیه آب سطحی جمع‌آوری شده به پایین و خارج از محوطه دیوار در طرح هندسی در نظر گرفته شود. زهکشی خاک پشت دیوار و مسیر تخلیه آب حاصل از زهکشی در پایین دیوار باید مشخص و در مقطع عرضی نیز پیش‌بینی شود.

omoorepeyman.ir

٦-۱۳-۲-۵- فاصله جانبی دیوار از راه

بهتر است در طراحی مقطع عرضی راه، فاصله دیوار حایل از لبه خارجی شانه راه از ۱/۸۵ متر کمتر نباشد. همچنین در طراحی مسیر افقی در محل دیوار حایل، مسائل مربوط به فاصله دید مورد توجه قرار گیرد.

٦-۱۳-۳- تونل‌ها

توسعه راهها در مقاطعی که در آن تونل احداث می‌شود یا به دلیل عبور راه از زیر یا میان موانع طبیعی است یا به دلیل حداقل نمودن اثر راه بر جامعه. انتخاب تونل می‌تواند به دلایل اقتصادی، کاهش طول مسیر، عبور بهتر راه در ارتفاع‌ها و حفاظت در دامنه‌های برف‌گیر، بهمن‌گیر و محل‌های با خطر لغزش و ریزش باشد.

تونل، سازه‌ای پرهزینه است و به همین علت در راه‌های کم اهمیت یا کم ترافیک (مثلاً راه‌های محلی)، از پیش‌بینی تونل پرهیز می‌شود و راهها با افزایش طول و شیب‌های طولی (در حد مجاز) ساخته می‌شوند. تونل‌های راه، معمولاً دو خطه یا سه خطه است. در راه‌های مجزا، معمولاً هر یک از جهت‌های رفت و برگشت، دارای تونل مستقل است. این امر به لحاظ تهویه هوای داخلی تونل نیز مناسب‌تر است. تونلها عموماً بر اساس روش اجراء به دوسته بزرگ تقسیم می‌شوند: تونلهای ساخته شده با روشهای معدنی و روشهای کند-و-پوش؛ که بر اساس نوع محل حفاری سنگ سخت و یا زمین نرم متفاوت است. همچنین نکته حایز اهمیت از نظر خدمت‌رسانی ترافیکی، معیارهای طراحی تونلها نباید متفاوت از سازه‌های تقاطع غیرهمسطح باشد. با این تفاوت که در تونلها ممکن به دلایل هزینه بالا و محدودیت‌های حریم از مقادیر حداقل استفاده شود.

٦-۱۳-۳-۱- گروه‌بندی تونل‌ها

تونل‌ها را می‌توان به دو صورت زیر گروه‌بندی کرد:

الف) برحسب نوع مسیر راه؛ و

ب) برحسب شکل مقطع تونل.

٦-۱۳-۳-۲- گروه‌بندی تونل‌ها برحسب نوع مسیر راه

۱- تونل‌های یک طرفه (که معمولاً در آزادراه‌ها و راههای شریانی جداشده ساخته می‌شود).

۲- تونل‌های دو طرفه (که معمولاً در راه‌های شریانی جدانشده و جمع‌کننده ساخته می‌شود).

٦-۱۳-۳-۳- گروه‌بندی تونل‌ها برحسب شکل مقطع تونل

۱- تونل‌های طاقی شکل (با یک یا چند شعاع قوس مثل تونلهای نعل اسبی، بیضی، و غیره)،

۲- تونل‌های با مقطع دایره‌ای کامل، و

۳- تونل‌های با مقطع مستطیلی.

در این آیین‌نامه، از گروه‌بندی بر اساس نوع مسیر راه استفاده شده است.

omoorepeyman.ir

٦-١٣-٣-٤- مقطع عرضی تونل‌ها

ابعاد مقطع عرضی تونل، تابع حجم و نوع ترافیک، تجهیزات تونل و وضع زمین‌شناسی مسیر تونل است. علاوه بر این، طول و محل قرارگرفتن تونل و تعداد تونل‌های پشت سر هم نیز از عامل‌های مؤثر است. اجزای مقطع عرضی در شکل (۶-۲۷) نشان داده شده است. با توجه به این که تونل، در مقایسه با راه‌های واقع در هوای آزاد، غیر قابل توسعه است، لذا بهتر است نکات ذیل مد نظر قرار گیرد:

۱- پیش‌بینی فضای لازم جهت تأمین نیاز ترافیک آینده (لااقل بیست سال پس از افتتاح تونل).

۲- در راه‌های دو طرفه با بیش از سه خط عبور، به جای یک تونل با مجرای بزرگ، احداث دو تونل با مجرای کوچک، به دلایل زیر توصیه می‌شود:

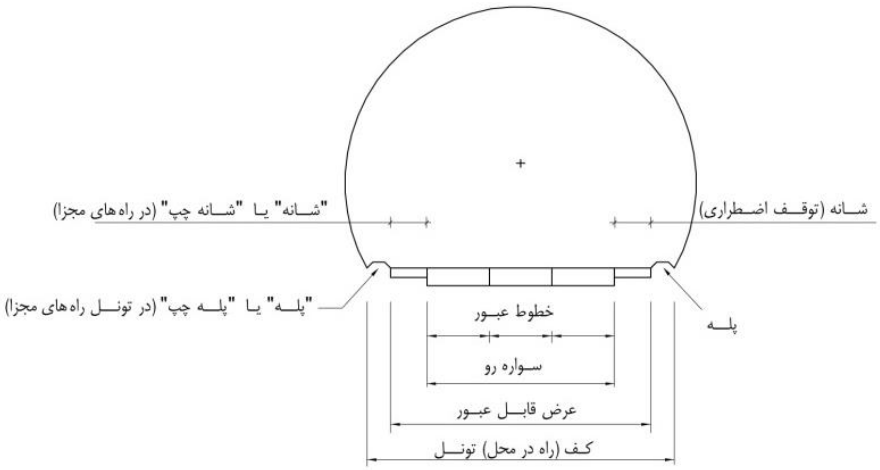
الف) با ساختن تونل اول می‌توان از آن به صورت دو طرفه استفاده کرد.

ب) با ساختن تونل دوم، از هر تونل می‌توان در یک جهت استفاده کرد.

پ) هزینه ساخت و نگهداری دو تونل با مجرای کوچک، از یک تونل با مجرای بزرگ کمتر است.

ت) در آینده دور می‌توان تونل سوم را ساخت و از یکی از تونل‌ها برای یک جهت و از تونل دیگر برای جهت مخالف ولی از تونل سوم (که معمولاً تونل وسط خواهد بود) برای جهت متراکم استفاده کرد. به این ترتیب جهت عبور از تونل وسط، بسته به جهت تراکم ترافیک، در ساعت‌های اوج تغییر می‌کند.

۳-پیش‌بینی فضای مناسب برای روشنایی و تهویه تونل‌ها در صورت نیاز.



شکل ٦-٢٧- اجزاء مقطع عرضی تونل

omoorepeyman.ir

٦-۱۳-۳-۵- سواره‌رو

الف – تعداد خط‌های عبور

تعداد خط‌های عبور داخل تونل همانند قسمت‌های عمومی راه است. چنانچه در توسعه آتی راه، افزایش خط‌های عبور منظور شده باشد، وضع نهایی خط‌ها را ملاک عمل قرار داده و تونل را طبق وضع نهایی می‌سازند یا احداث تونل دیگری را برای تأمین توسعه آینده در نظر می‌گیرند.

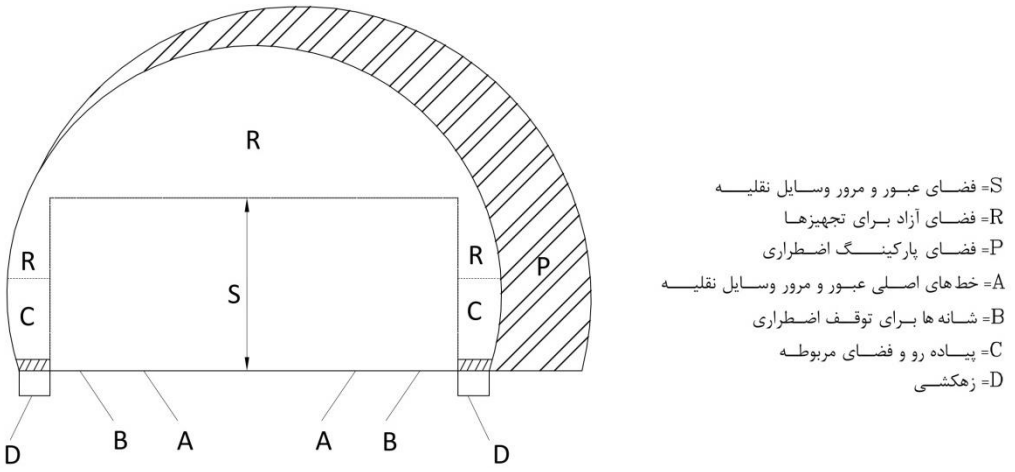
ب – عرض خط‌های عبور

معمولاً عرض معمولی خط‌های اصلی در داخل تونل برابر با عرض خط‌های مسیر راه است. البته بهتر است پهنای هر خط عبور تونل در راه اصلی و راه فرعی با توجه به آینده دور، ۳/۶۰ متر در نظر گرفته شود.

٦-۱۳-۳-٦- شانه‌ها

شانه‌های راه در تونل بدون وجود اختلاف سطحی به سواره‌رو متصل‌می‌شود (شکل (۶–۲۸)). کاهش عرض سواره‌رو و شانه‌ها در تونل پیشنهاد نمی‌شود و لازم است برابر با عرض راه منتهی به تونل باشد. کاهش عرض سواره‌رو مستلزم کسب مجوز مربوط است. به هر حال مقادیر عرض شانه‌ها از مقادیر جدول (۶–۵) کمتر نباشد. با افزایش سرعت طرح، عرض شانه تونل باید متناسب با آن و حداکثر تا عرض شانه راه منتهی به تونل افزایش یابد. در تونلهای موجود، تبدیل عرض شانه‌های راه در بیرون تونل به شانه‌های کاهش‌یافته داخل تونل، به طور تدریجی و قبل از ابتدا و پس از انتهای تونل اعمال می‌شود.

شانه راست و چپ در داخل تونل، از نوع رویه‌دار است. این شانه‌ها فاقد هرگونه مانعی است و برای جلوگیری از اثر دیوار کناری روی خط عبور در نظر گرفته شده است. در ضمن از شانه سمت راست برای توقف اضطراری نیز استفاده می‌شود.



شکل ٦-۲۸- مقطع تونل به همراه پیاده‌روها، شانه‌ها، زهکشی و فضای ویژه توقف‌گاه (پارکینگ) اضطراری

omoorepeyman.ir

جدول ٦-٥- حداقل عرض شانه برای سرعت طرح حداقل در تونل‌ها

نوع راه	نوع تونل	حداقل سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	شانه سمت راست (متر)	شانه سمت چپ (متر)	ملاحظات
آزادراه، شریانی جداشده	تونل یک‌طرفه با طول کمتر از ۱۰۰۰ متر	۸۰	۱/۸۵	۰/۵	-
	تونل یک‌طرفه با طول بیشتر از ۱۰۰۰ متر	۸۰	۱/۸۵	۰/۵	هر ۵۰۰ متر یک توقف‌گاه
کلیه راههای دو طرفه	تونل دوطرفه با طول کمتر از ۱۰۰۰ متر	۶۰	۱		-
	تونل دوطرفه با طول بیشتر از ۱۰۰۰ متر	۶۰	۱		هر۵۰۰ متر یک توقف‌گاه

٦-١٣-٣-٧- توقف‌گاه اضطراری

در تونل‌های با طول بیش از ۱۰۰۰ متر، باید در هر ۵۰۰ متر یک توقف‌گاه اضطراری با مشخصاتی احداث شود که در شکل‌های (۶-۲۸) و (۶-۲۹) نشان داده شده است. در تونل‌های دو طرفه بهتر است که توقف‌گاه‌های دوطرف در مقابل هم قرار نگیرد.

٦-١٣-٣-٨- پیاده‌روها

معمولاً ورود عابران پیاده به داخل تونل‌های آزادراهها مجاز نیست و پیاده‌روهای مرتفع در راههای غیرآزادراهی فقط برای استفاده ماموران بهره‌برداری و تخلیه اضطراری احداث می‌شود.

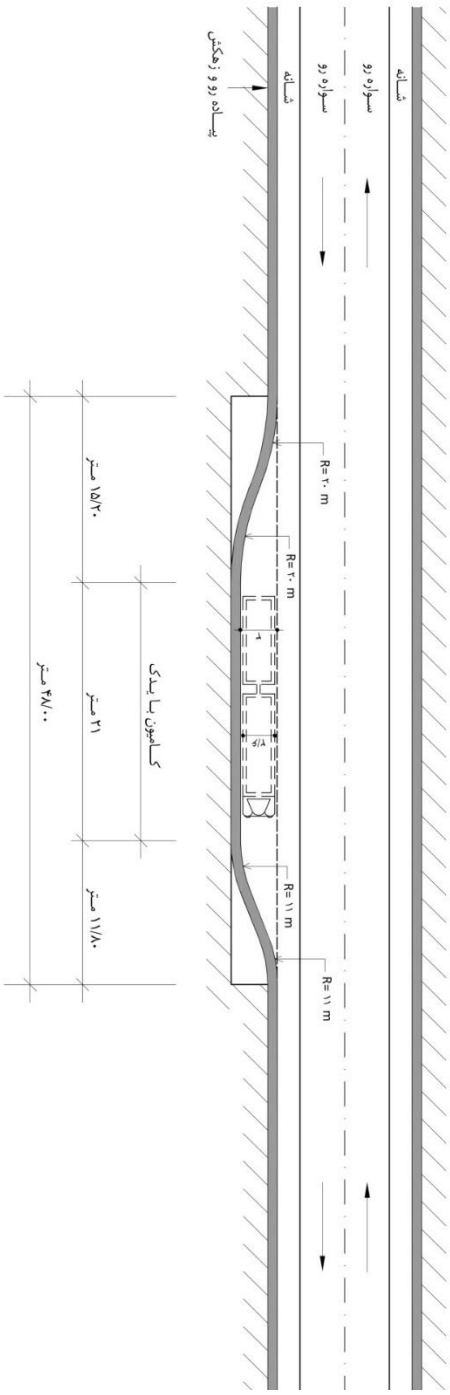
این پیاده‌روها باید دارای شرایط زیر باشند:

۱- در تونل با طول کوتاهتر از ۶۰ متر، حداقل عرض پیاده‌رو ۱/۱۰ متر باشد.

۲- در تونل با طول ۶۰ متر یا بیشتر، حداقل عرض پیاده‌رو ۱/۲۰ متر باشد.

۳- حداقل ارتفاع پیاده‌رو از لبه راه ۲۰ سانتی‌متر و حداکثر آن ۴۰ سانتی‌متر باشد. توضیح این که هر چه ارتفاع پیاده‌رو بیشتر باشد، ایمنی عابر پیاده در مقابل تصادف، بیشتر و دسترسی به آن نیز مشکل‌تر است. *برخورد به این پیاده‌روها که مثل جداول عمل می‌کنند، از نظر ایمنی وسایل نقلیه نیاز به حفاظ کناری و میانه دارد و بهتر است از حفاظ ایمنی مناسب استفاده شود.*

omoorepeyman.ir



شکل ٦-۲۹- مشخصات هندسی توقف‌گاه اضطراری در تونل‌ها

٦-۱۳-۳-۹- ارتفاع

حداقل ارتفاع آزاد تونل از سطح سواره‌رو تا تأسیسات تونل مانند روشنایی و سیستم‌های تهویه، ۵/۲۰ متر (۵/۱۰ متر مجاز + ۱۰ سانتی‌متر روکش آسفالت آتی) است.

omoorepeyman.ir

تبصره ۱. با توجه به ۱۰ سانتی‌متر ضخامت روکش آسفالت آتی، برای ضخامت بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر، روکش قبلی تراشیده و روکش جدید جایگزین شود.

تبصره ۲. در صورتی که تونل نیاز به روشنایی یا تهویه داشته باشد و نتوان از فضاهای موجود در مقطع تونل برای تأمین نیازمندی‌های فوق استفاده کرد، ناچار فضای اضافی مناسب برای روشنایی و یا سیستم تهویه با توجه به رعایت معیارهای حداقل فضای آزاد در نظر گرفته می‌شود.

٦-١٣-٣-١٠- شیب عرضی

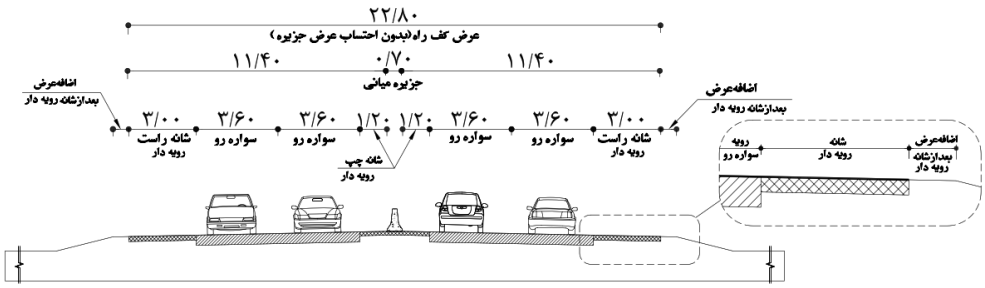
تخلیه آب بارش، در تونل مطرح نیست ولی برای تخلیه سریع آب‌هایی که به هر دلیل دیگر بر کف آن می‌ریزد، سواره‌رو و شانه باید دارای شیب عرضی و طولی مناسب باشد. شیب عرضی سواره‌رو و شانه در داخل تونل، برای قسمت‌های مستقیم و قوس‌های باز مشابه سایر قسمتهای راه است و معمولاً ۱ تا ۱/۵ درصد است.

برای محاسبه بربلندی (شیب عرضی یکسره) در قوس‌های افقی در تونل، می‌توان ضوابط مربوط به قسمت‌های معمولی (خارج تونل) را ملاک عمل قرار داد.

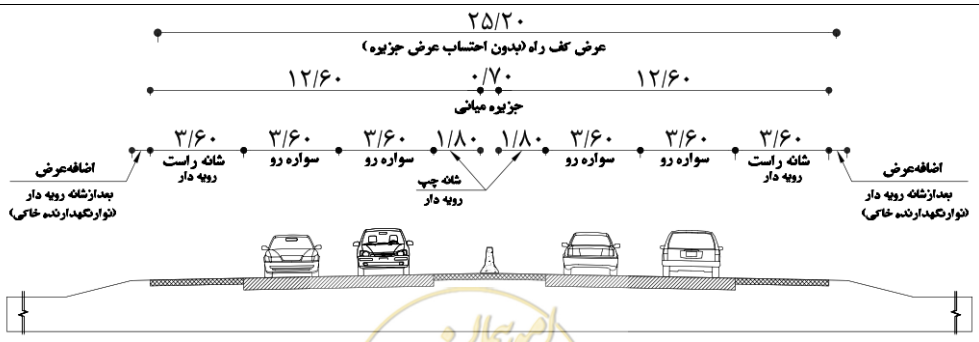
٦-١٤- مقاطع عرضی نمونه

مقاطع عرضی نمونه برای انواع راه‌ها در شکل‌های (۶-۳۰) الی (۶-۳۳) نشان داده شده است.

مقاطع نمونه آزادراه

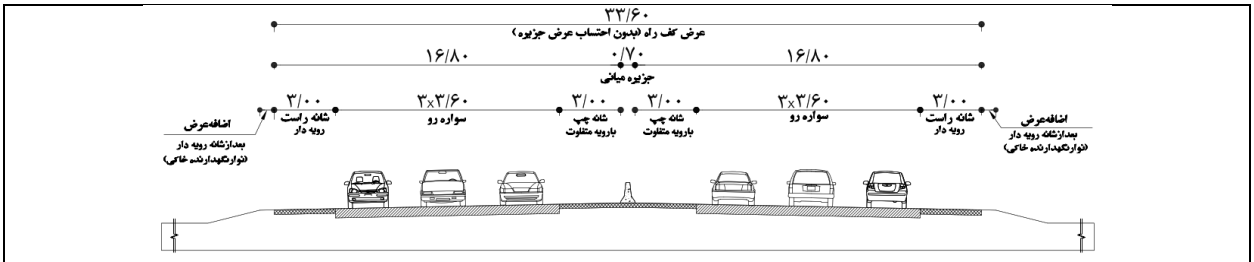


F1- آزادراه چهار خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰

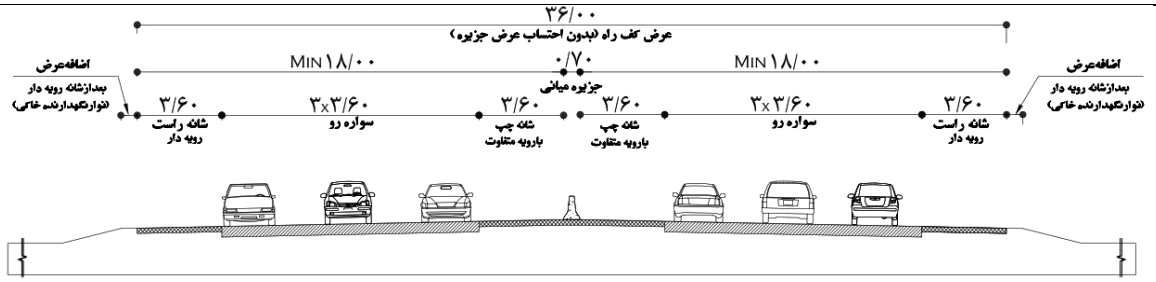


F2- آزادراه چهار خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰

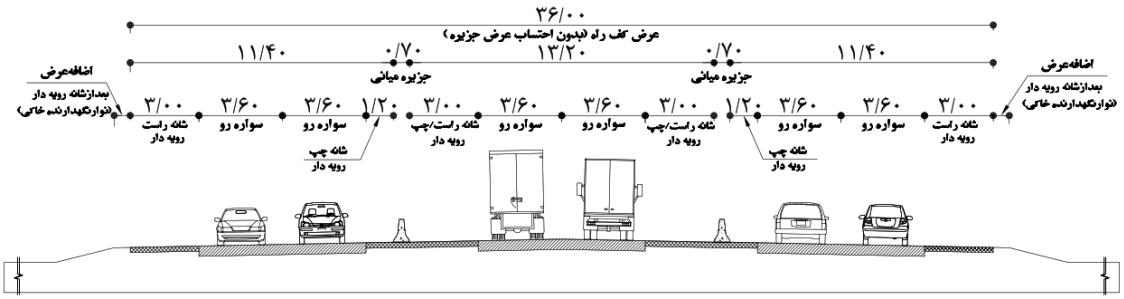
omoorepeyman.ir



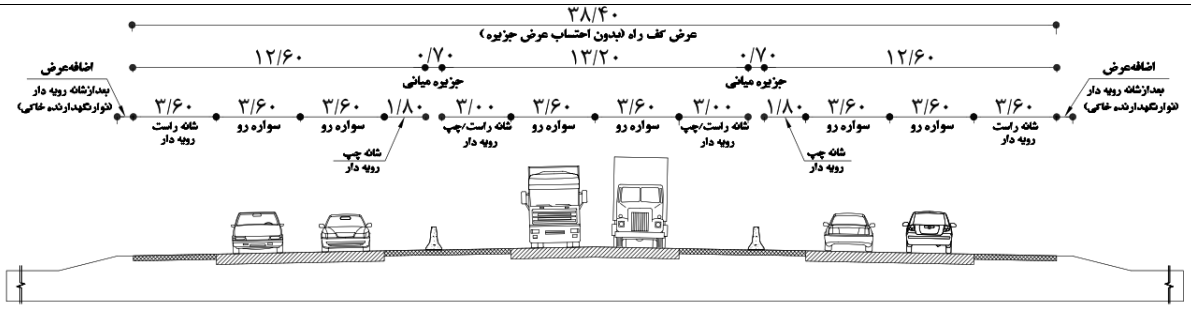
F۳- آزادراه شش خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰



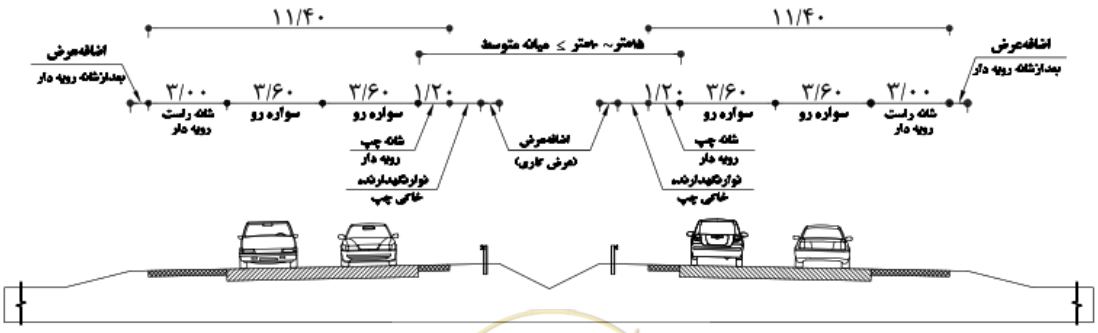
F۴- آزادراه شش خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰



F۵- آزادراه با سه کف راه با DDHV کمتر از ۲۵۰

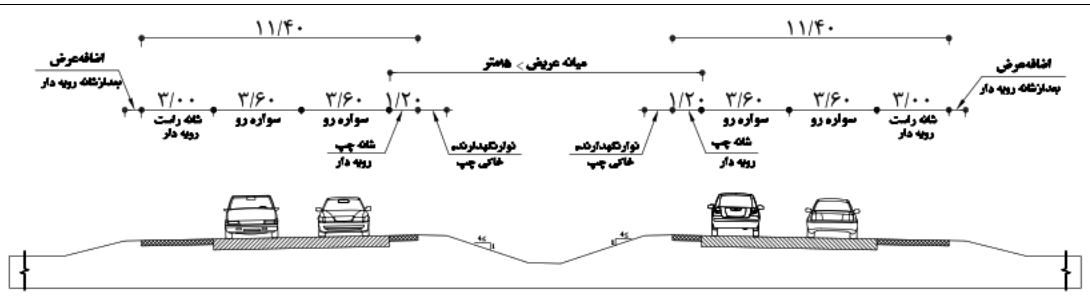


F۶- آزادراه با سه کف راه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰

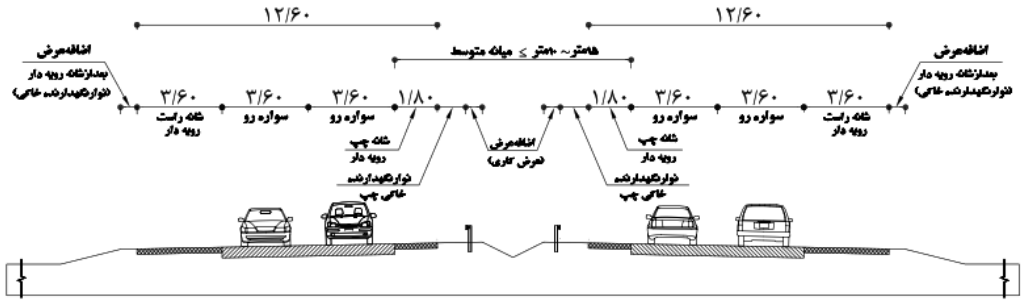


F۷- آزادراه چهار خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰ با میانه متوسط

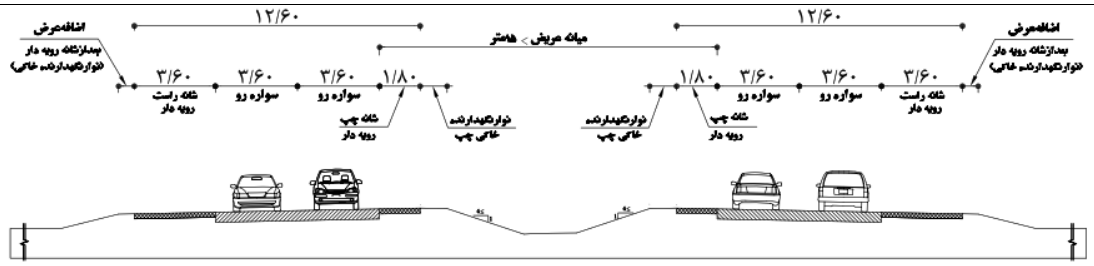
omoorepeyman.ir



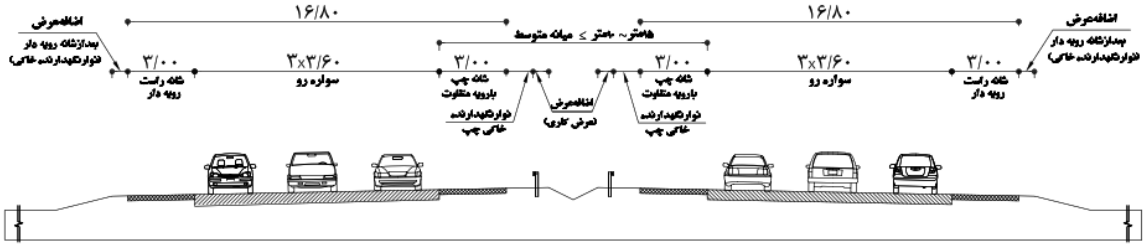
F۸- آزادراه چهار خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰ با میانه عریض



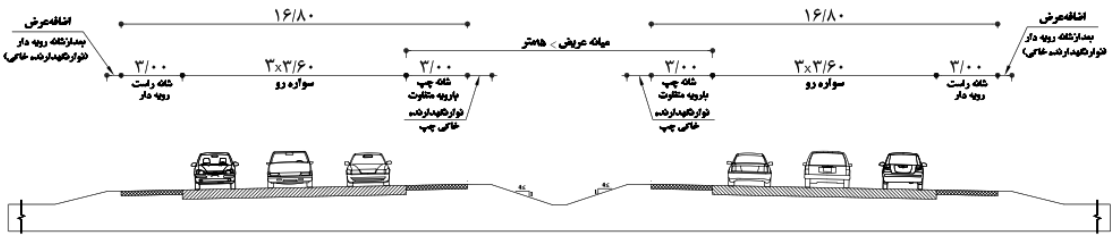
F۹- آزادراه چهار خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰ با میانه متوسط



F۱۰- آزادراه چهار خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰ با میانه عریض

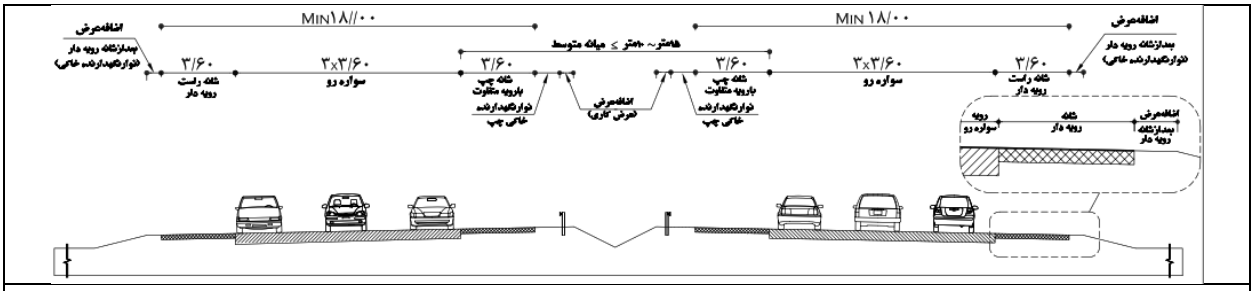


F۱۱- آزادراه شش خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰ با میانه متوسط

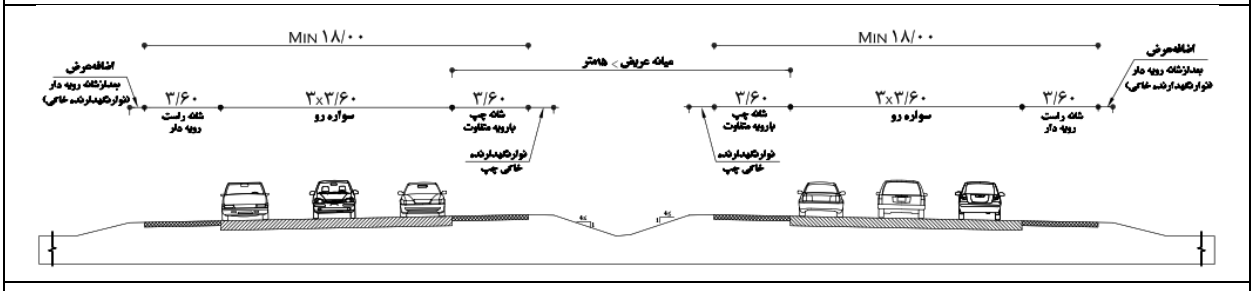


F۱۲- آزادراه شش خطه با DDHV کمتر از ۲۵۰ با میانه عریض

omoorepeyman.ir



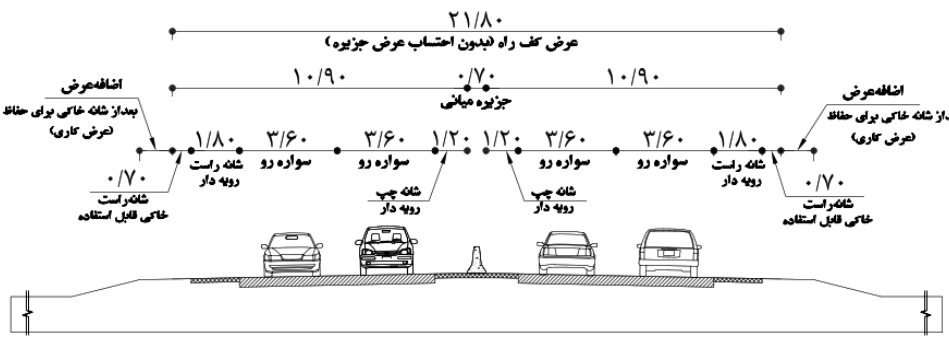
F۱۳- آزادراه شش خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰ با میانه متوسط



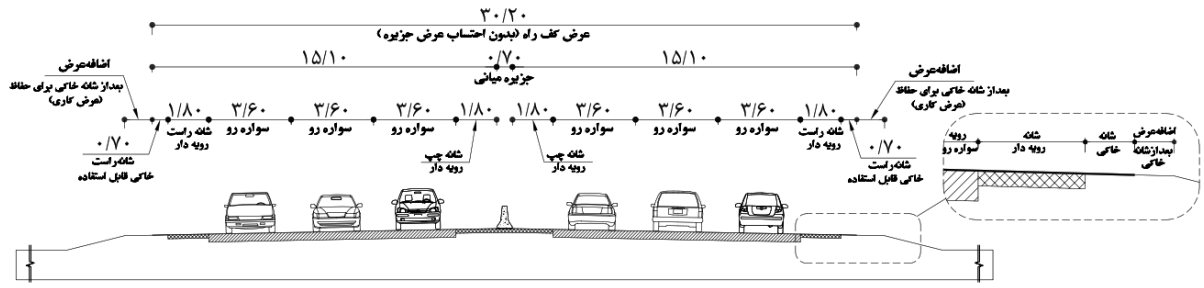
F۱۴- آزادراه شش خطه با DDHV برابر و بیشتر از ۲۵۰ با میانه عریض

شکل ٦-۳۰- مقاطع عرضی نمونه برای آزادراهها

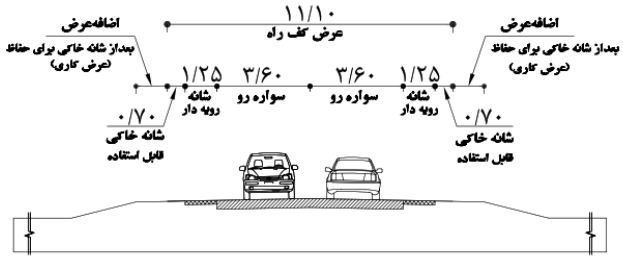
omoorepeyman.ir



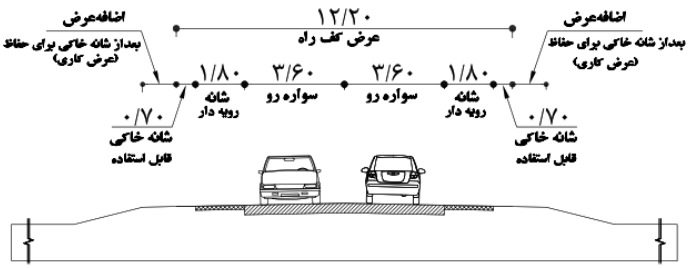
A۱- راه شریانی جداشده چهار خطه



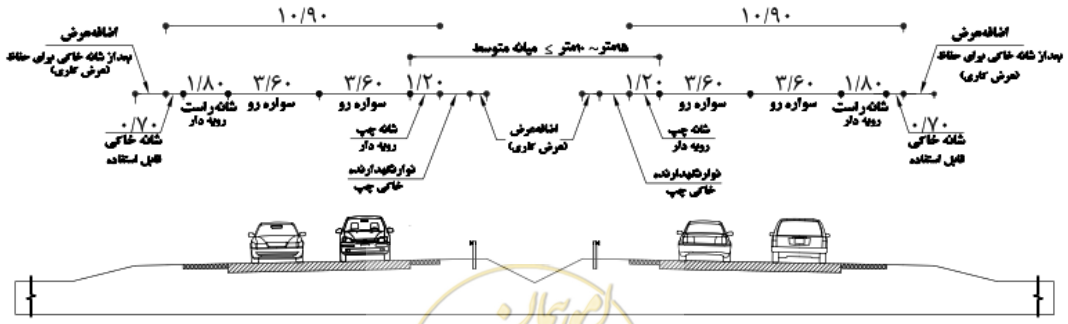
A۲- راه شریانی جداشده شش خطه



A۳- راه شریانی دو خطه با ADT کمتر و برابر ۲۵۰

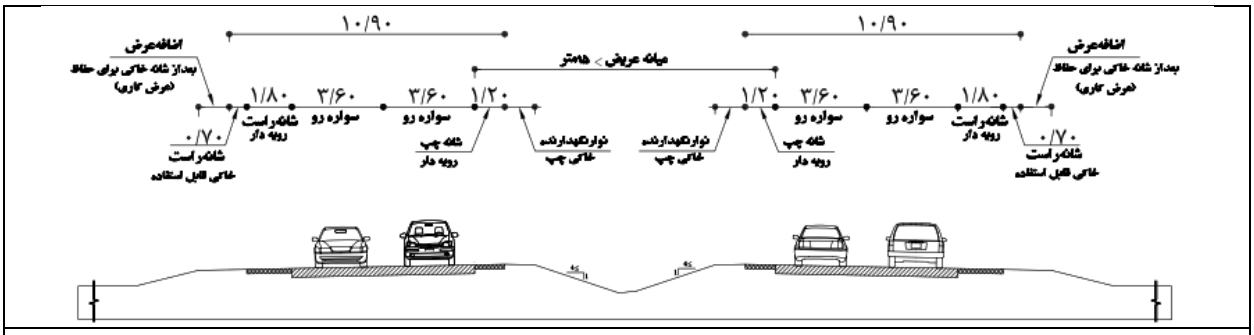


A۴- راه شریانی دو خطه با ADT بیشتر از ۲۵۰

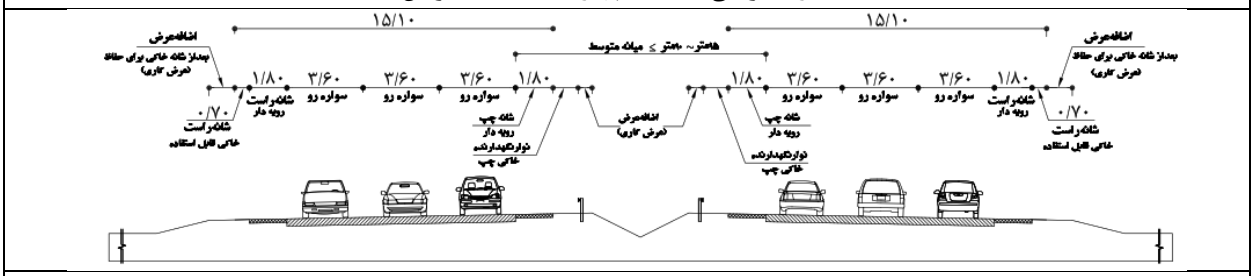


A۵- راه شریانی جداشده چهار خطه با میانه متوسط

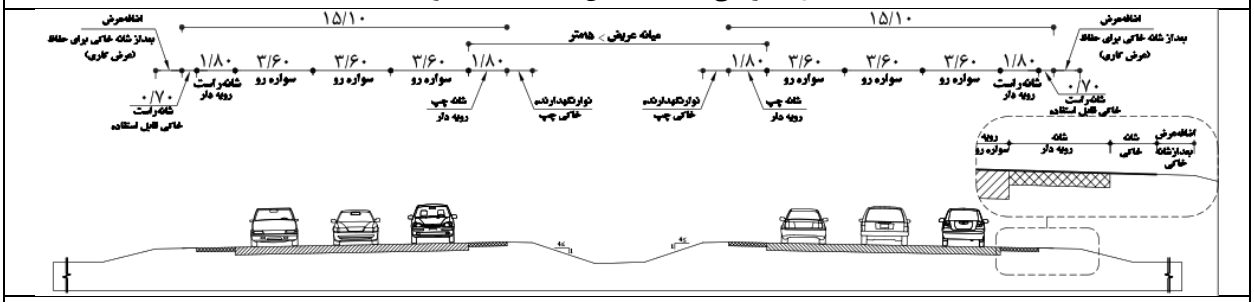
omoorepeyman.ir



A۶- راه شریانی جداشده چهار خطه با میانه عریض



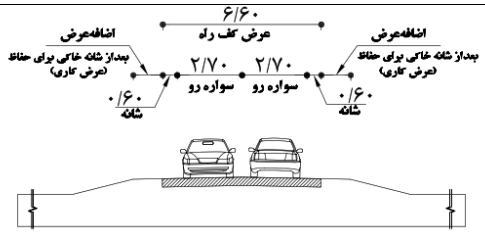
A۷- راه شریانی جداشده شش خطه با میانه متوسط



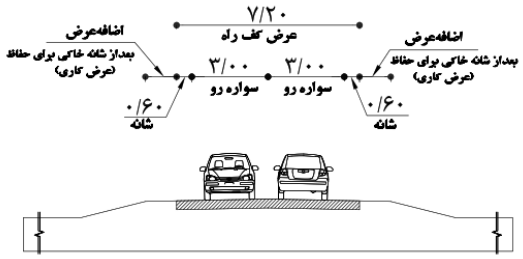
A۸- راه شریانی جداشده شش خطه با میانه عریض

شکل ٦-۳۱- مقاطع عرضی نمونه برای راه‌های شریانی

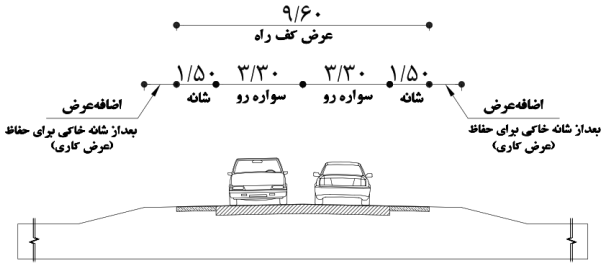
omoorepeyman.ir



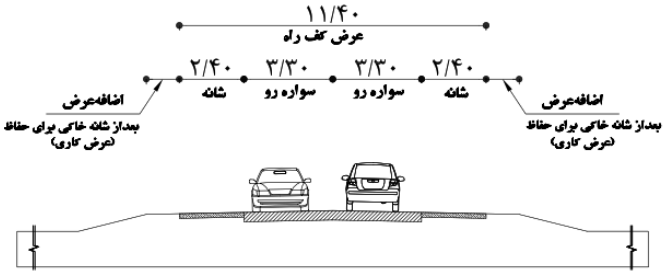
C۱- راه جمع‌کننده دو خطه با ADT کمتر از ۲۵۰



C۲- راه جمع‌کننده دو خطه با ADT بین ۲۵۰ تا ۴۰۰



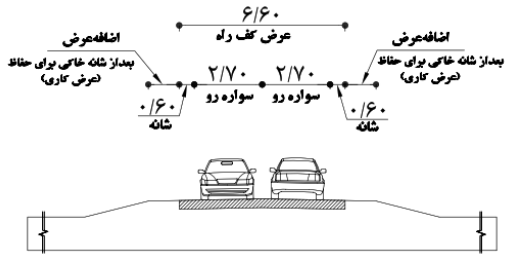
C۳- راه جمع‌کننده دو خطه با ADT بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰



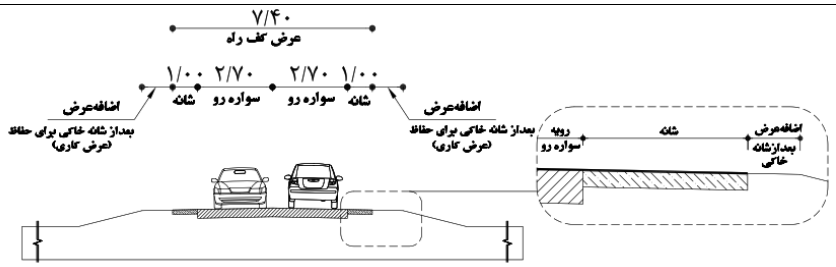
C۴- راه جمع‌کننده دو خطه با ADT بیشتر از ۲۰۰۰

شکل ٦-۳۲- مقاطع عرضی نمونه برای راه‌های جمع‌کننده

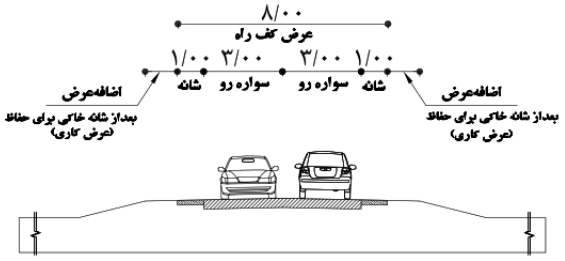
omoorepeyman.ir



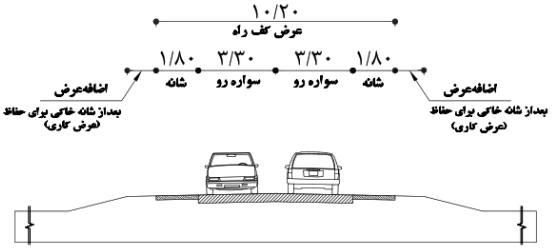
L۱- راه محلی دو خطه با ADT کمتر از ۴۰۰



L۲- راه محلی دو خطه با ADT بین ۴۰۰ تا ۶۰۰



L۳- راه محلی دو خطه با ADT بین ۶۰۰ تا ۲۰۰۰



L۴- راه محلی دو خطه با ADT بیشتر از ۲۰۰۰

شکل ٦-۳۳- مقاطع عرضی نمونه برای راه‌های محلی- روستائی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir